وزارت علوم و تحقیقات و فناوری
دانشگاه تربیت معلم آذربایجان
دانشکده فنی ومهندسی
گروه مهندسی برق

پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد
رشته مهندسی برق قدرت

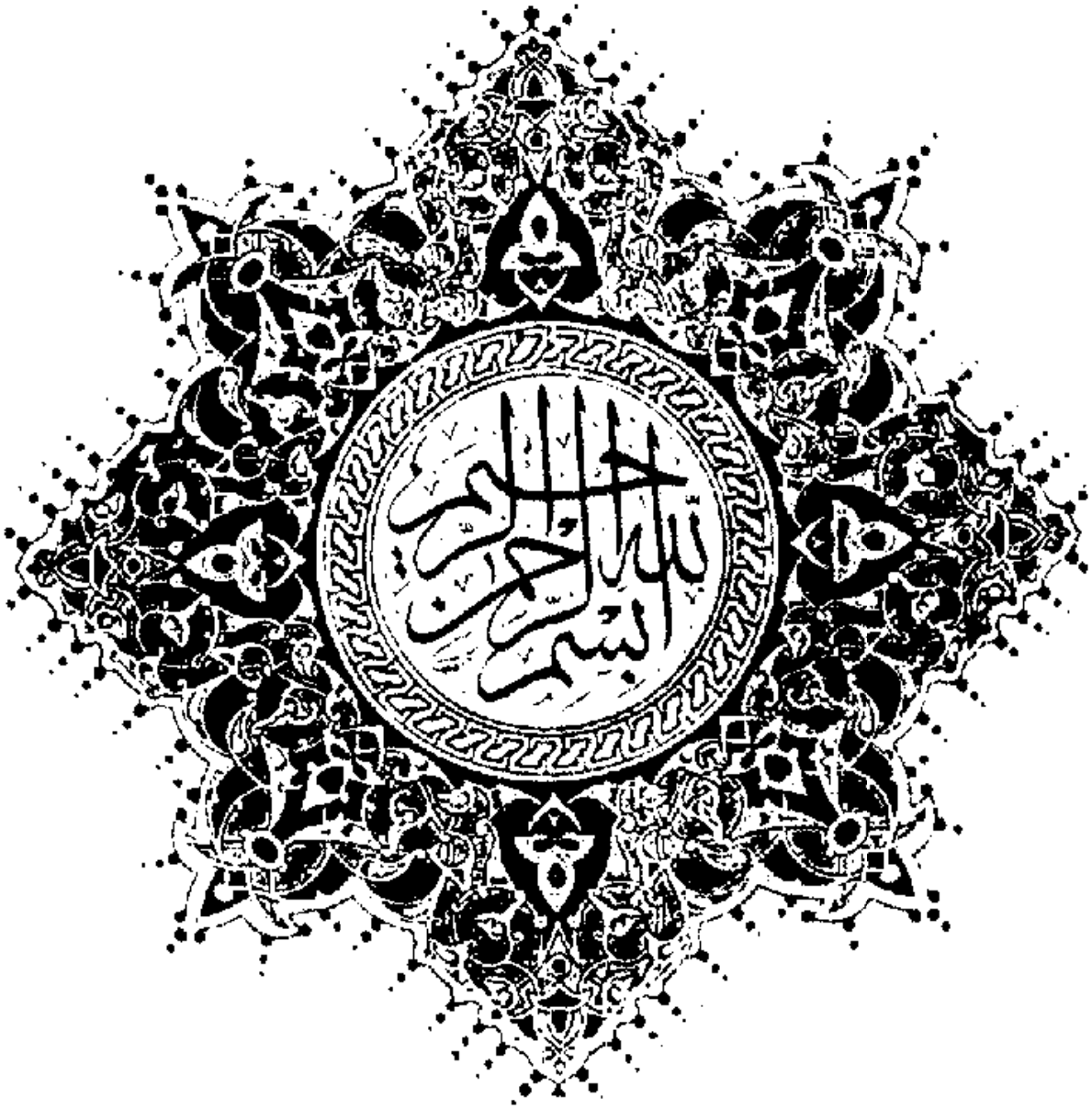
موضوع:
مدلسازی و کنترل ریز شبکه‌های شامل منابع تولید انرژی پراکنده

استاد راهنما:
دکتر علی عجمی

استاد مشاور:
دکتر محمدرضا بنایی

پژوهشگر:
سید سمکو حسینی نوبهار

اسفند ماه ۱۳۹۰
تبریز - ایران


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به همه ی تلاشگران

عرصه ی علم و دانش

تقدیر و تشکر:

افراد مختلفی در طول دوران تحصیل و بویژه در دوره ی کارشناسی ارشد مستقیم و غیر مستقیم کمک حال و مشوقم بوده اند، که شاید نتوانم در اینجا از تک تک شان نام برده و تشکر نمایم. ولی جا دارد در اینجا از زحمات فراوان خانواده ی عزیزم که در همه حال و با تمام سختی ها کمک حالم بودند تشکر و قدردانی نمایم، و همچنین بسیار مدیون استاتید دلسوز و شایسته ی دانشکده ی فنی و مهندسی دانشگاه تربیت معلم آذربایجان که در طول دوره کارشناسی ارشد مرا از علم فراوانشان بهره مند نمودند هستم، در آخر از استاد راهنمای عزیزم جناب آقای دکتر علی عجمی که با علم بالا و حسن خلق شان مشوق و چراغ راهم بودند تشکر ویژه دارم.

چکیده:

دنیای مدرن امروزی به شدت نیازمند انرژی برق با کیفیت وقابلیت اطمینان بالاست. استفاده از منابع تجدید پذیر، گسترش بازارهای رقابتی برق و فرسوده شدن شبکه های انتقال وتوزیع از مهمترین چالشهای در پیش رو در جهت ارائه راه حلهایی به منظور افزایش قابلیت اطمینان،امنیت وکیفیت توان است. در سیستم‌های قدرت سنتی، سیستم توزیع به عنوان بخش وا سط بین سیستم تولید و انتقال از یک طرف و مراکز بار مصرفی از طرف دیگر می‌باشد و به عنوان یک بخش پسیو تلقی می‌شود. با اتصال تولیدات پراکنده نظیر توربین‌های گازی، بادی و پیل‌های سوختی و ... به سیستم توزیع این بخش از سیستم قدرت به یک عنصر اکتیو تبدیل شده‌است. این موضوع بسیاری از مسائل سیستم‌های قدرت نظیر پخش بار، اتصال کوتاه، حفاظت، کنترل ولتاژ، قابلیت اطمینان و ... را تحت تاثیر قرار می دهد.

ریزشبکه ها ساختار سیستم قدرت آینده هستند که منافع اقتصادی و زیست محیطی متعددی در مقایسه با سیستمهای قدرت مدرن امروزی دارند. گسترش اصول ریز شبکه وتکنولوژیهای مورد نیاز آن تلاش قابل توجهی را برای تجزیه وتحلیل چالشهای متعدد اقتصادی – تجاری وتکنیکی می طلبد. ریز شبکه نیازبه چند تکنولوژی پایه برای عملکرد دارد که عبارتند از :تولید پراکنده، کلید های مورد استفاده در اتصالات وسیستمهای کنترلی. طراحی، قابل قبول بودن ودسترسی به تکنولوژیهای ارزان قیمت برای جزیره ای کردن و استفاده در ریز شبکه ها از چا لشهای تکنیکی در این زمینه می باشند.

در این پایان نامه ابتدا به معرفی ریز شبکه پرداخته شده و سپس یک نمونه از ریز شبکه برای بررسی رفتار دینامیکی آن تحت شرایط مختلف ارائه می شود. در فصل دوم اجزای مختلف ریز شبکه که شامل دیزل ژنراتور سنکرون، توربین بادی ژنراتور القایی تغذیه از دو سو،سلولهای فتوولتاییک و باتری هستند مدلسازی شده وسیستم های کنترل آنها در نرم افزار دیگسایلنت 14.05معرفی شده است. بررسی رفتارهای دینامیکی ریز شبکه تحت شرایط مختلف مانند جزیره ای شدن ، تغییر سرعت باد، تغییر میزان جریاندهی سلولهای فتوولتاییک و.... دراین پایان نامه مد نظر بوده و نتایج شبیه سازی ارائه شده است. ودر پایان پیشنهاد هایی برای ادامه ی موضوع این پایان نامه ارائه می گردد.

واژگان کلیدی: منابع تولید پراکنده، ریزشبکه، مدلسازی، توربین بادی، ژنراتور القایی تغذیه از دو سو، سلولهای فتو ولتاییک، دیزل ژنراتور سنکرون، باتری.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول:معرفی ریزشبکه

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ جزیره ای شدن(Islanding) ۲

۱-۳ مزایای ریزشبکه ٤

۱-۳-۱ مزایای فنی ریز شبکه ٤

۱-۳-۲ مزایای اقتصادی ریزشبکه ٥

۱-٤ مشکلات کارکرد ریزشبکه و ارائه ی راهکارها ٥

۱-٥ اقدامات بهبود بخش در صورت بروز ریز شبکه به واسطه ی خطا ۸

۱-٦ هدف از انجام تحقیق ومطالب مورد نظر ۹

۱-۷ نتیجه گیری ۹

فصل دوم: مدلسازی وکنترل اجزای تولید پراکنده در ریز شبکه ی مورد مطالعه

۲-۱ آشنایی مختصر با نرم افزار دیگسایلنت ۱۱

۲-۲ نمای کلی ریز شبکه ی مورد مطالعه ۱۲

۲-۳ مدلسازی توربین بادی ژنراتور القایی تغذیه از دو سو ۱٤

۲-۳-۱ تئوری توربینهای بادی سرعت متغیر ۱٤

۲-۳-۲ ویژگیهای ژنراتور القایی تغذیه از دو سو ۱۷

۲-۳-۳ سیستم کلی توربین بادی سرعت متغیر و ژنراتور القایی تغذیه از دو سو ۱۹

۲-۳-٤ مدلسازی و کنترل توربین بادی مربوط به ژنراتور القایی تغذیه از دو سو ۲۳

۲-۳-٤-۱ مدل مکانیکی توربین بادی ۲۳

۲-۳-٤-۲ مدل آیرودینامیکی توربین بادی ۲۷

۲-۳-٥ ساختار قدرتی وکنترلی ژنراتور القایی تغذیه از دو سو در نرم افزار دیگسایلنت ... ۲۹

۲-۳-٥-۱ ساختارقدرتی ژنراتور القایی تغذیه از دو سو ۲۹

۲-۳-٥-۲ ساختار کنترلی ژنراتور القایی تغذیه از دو سو ۳٤

۲-۳-۵-۳ حفاظت از توربین بادی و ژنراتور القایی تغذیه از دو سو.....۴۵
۲-۴ مدلسازی دیزل ژنراتور سنکرون ۴۹
۲-۴-۱ مدلسازی ژنراتور سنکرون ۵۰
۲-۴-۲ مدلسازی تنظیم کننده ی سرعت.....۵۲
۲-۴-۲-۱ کنترل دروپ.....۵۲
۲-۴-۳ مدلسازی تنظیم ولتاژ ۵۶
۲-۴-۴ مدلسازی پایدار ساز.....۵۸
۲-۵ مدلسازی واحد تولید فتوولتاییک به همراه باتری ۵۹
۲-۵-۱ کنترل مبدل مربوط به واحد تولید خورشیدی.....۶۰
۲-۵-۱-۱ کنترل کننده ی ولتاژ DC مربوط به مبدل واحد تولیدخورشیدی ۶۱
۲-۵-۱-۲ کنترل کننده ی ولتاژ AC مربوط به مبدل واحد تولید خورشیدی ...۶۲
۲-۵-۲ کنترل مبدل مربوط به واحد ذخیره کننده یا باتری.....۶۲
۲-۵-۲-۱ کنترل ولتاژ AC مربوط به مبدل واحد ذخیره کننده یا باتری.....۶۳
۲-۵-۲-۲ کنترل فرکانس مربوط به مبدل واحد ذخیره کننده یا باتری.....۶۴
۲-۶ نتیجه گیری.....۶۴
فصل سوم:نتایج شبیه سازیها
۳-۱مقدمه ۶۵
۳-۲ بررسی رفتار ریزشبکه در حالت خطای اتصال کوتاه سه فاز.....۶۶
۳-۳ بررسی تاثیر پایدار ساز سیستم قدرت (PSS) بر رفتار دینامیکی ریزشبکه در حالت خطای اتصال کوتاه سه فاز..... ۱۰۹
۳-۴ بررسی رفتار ریز شبکه در هنگام تغییر سرعت باد.....۷۴
۳-۴-۱ تاثیر کاهش سرعت باد بر رفتار دینامیکی ریزشبکه.....۷۴
۳-۳-۲ تاثیر افزایش سرعت باد بر رفتار دینامیکی ریز شبکه.....۸۶
۳-۳-۳ رفتار ریز شبکه هنگام متغیر بودن سرعت باد ۹۴
۳-۵ تاثیر میزان جریاندهی سلول فتوولتاییک بر رفتار دینامیکی ریزشبکه.....۱۰۰
۳-۵-۱ تاثیر کاهش میزان جریاندهی سلول فتوولتاییک بر رفتار دینامیکی ریز شبکه.....۱۰۰
۳-۵-۲ تاثیر افزایش میزان جریاندهی سلول فتوولتاییک بر رفتار دینامیکی ریز شبکه.....۱۰۸
۳-۶ بار زدایی.....۱۱۱

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

٤-١ نتیجه گیری..... ١٢٠
٤-٢ پیشنهادات..... ١٢٣
پیوست
پیوست الف..... ١٢٤
پیوست ب..... ١٣٠
پیوست ج..... ١٣٥
منابع و مراجع..... ١٣٩

فصل اول

معرفی ریز شبکه

۱-۱ مقدمه

ریز شبکه ها یا میکروگرید (Micro Grid) شبکه هایی هستند که از قرار گرفتن تعدادی منبع تولید پراکنده در کنار هم تشکیل شده اند که میزان بار مشخصی را در محدوده خود تامین می کنند. با اتصال چندین ریزشبکه به یکدیگر یک شبکه وسیع تشکیل می شود که کارایی شبکه های کنونی را داشته و در عین حال درهنگام جدا شدن از شبکه سراسری می توانند پایدارمانده وبارهای حساس ناحیه خود را به صورت مطمئنی تغذیه نمایند.

به طور کلی ریز شبکه ها در دو حالت مورد بررسی ومطالعه قرار می گیرند: ۱- حالت متصل به شبکه ی سراسری ۲- حالت منفک از شبکه ی سراسری یا به اصطلاح عملکرد جزیره ای.

منظور از عملکرد جزیره ای آن است که بخشی از شبکه بتواند بصورت مجزا به تامین تمام یا بخشی از توان موردنیاز مصرف کنندگان آن ناحیه بپردازد[۱].

بر طبق استاندارد IEEEStd1547.2003 جزیره بخشی از شبکه است که از بقیه سیستم جدا گردیده وتنها توسط واحدهای تولید پراکنده موجود در آن ناحیه تغذیه می گردد. بدلایلی همچون امنیت وریسک بهره برداری، در حالت کلی از بهره برداری مولد های تولید پراکنده در حالت جزیره ای جلوگیری به عمل می آید. ولی تحقیقات اخیر با ارایه راهکارهایی این اصل کلی را رد کرده و معتقد به روشن ماندن وعملکرد مولدهای مقیاس کوچک در حالت جزیره ای می باشند .

لذا بهره برداری به صورت ریز شبکه برای تغذیه ی بارهای مهم بسیار ضروری و حائز اهمیت می‌باشد. حال باید تدابیری اندیشید که در مواقع عملکرد جزیره ای ریز شبکه، مولدهای مقیاس کوچک بتوانند علاوه بر پایداری خود، بار های موجود در ریز شبکه را نیز تامین کنند.

بهره برداری از مولدهای تولید پراکنده به صورت ریز شبکه مزایای مختلفی را دارد، که مهمترین آنها می تواند افزایش قابلیت اطمینان سیستم باشد. وقتی حالت جزیره ای در شبکه ایجاد می گردد مولدهای تولید پراکنده براساس استاندارد IEEEStd1547.2003 بایستی بعد از ۲ ثانیه خاموش گردند درنتیجه تغذیه بارهای موجود درآن جزیره قطع شده و چنانچه بارهای مهم وحیاتی در آن جزیره موجود باشند این پدیده تاثیر نامطلوبی بر روی عملکرد آن بارها خواهد گذاشت. ولی چنانچه از خاموش شدن منابع تولید پراکنده جلوگیری به عمل آید و تدابیری همچون تغییر مد گاورنری این مولدها و یا حذف بار[1] در جزیره ایجاد شده صورت گیرد می توان به بهره برداری از جزیره ایجاد شده ادامه داد و شاخص قابلیت اطمینان را بهبود داد .

[1] Load shedding

در حالت کلی برای اینکه در حالت جزیره ای عمل نمود، واحدهای تولید پراکنده باید قادر به تغذیه‌ی تمام بارهای ناحیه مورد نظر بوده ویا از روشهای بار زدایی برای تثبیت ولتاژ و فرکانس در محدوده ی قابل قبول استفاده شود. تشکیل حالت جزیره ای برنامه ریزی شده می تواند سطح قابلیت اطمینان بعضی از مشترکان رابهبود بخشد و در نتیجه قابلیت اطمینان کلی فیدر را افزایش دهد[۲] .

در صورتیکه جزیره ای شدن مجاز نباشد ترتیب وقایع پس از بروز خطا بصورت زیر خواهد بود:

۱- منبع تولید پراکنده قطع وخطا تشخیص داده شده و توسط یک یا چند وسیله ی حفاظتی، ناحیه ی دچار خطا مجزا شود.

۲- پس از رفع خطا، کلید باز – بست، ناحیه مورد نظر را به بقیه ی فیدر متصل می کند.

۳- منبع تولید پراکنده پس از اینکه ولتاژ و فرکانس شبکه در حالت نرمال قرار گرفت با یک تاخیر زمانی مناسب مجددا" به سیستم قدرت ناحیه وصل شود.

۱-۲ جزیره ای شدن (Islanding)

جزیره ای شدن در حالت کلی به دو صورت عمدی یا اتفاقی رخ می دهد. در جزیره ی عمدی هدف حفظ سیلان توان در بخشی از شبکه است که به هر دلیل از شبکه ی اصلی جدا شده است.

برخی از مزایای جزیره شدن عمدی عبارتند از :

الف- تسهیل بازیابی

ب- افزایش قابلیت اطمینان سیستم

ج- پیشگیری از زیانهای اجتماعی در موارد حساس

حفظ جزیره توسط تولید پراکنده مستلزم برآورده شدن برخی نیازمندیها از قبیل توان اکتیو و راکتیو مورد نیاز بارهای موجود در جزیره، هماهنگی بین منابع تولید پراکنده ی متفاوت در جبران نوسانات بار جزیره، رعایت کنترل ولتاژ وهمزمان سازی بهنگام باز- بست است[۳]. از سوی دیگر ، جزیره ای شدن ناخواسته هنگامی رخ می دهد که بخشی از شبکه بر اثر وقوع خطا، عملکرد اشتباه سیستم های حفاظتی یا خرابی کلید از شبکه ی سراسری جدا شده و بتواند بدون اطلاع شرکت برق، توان مورد نیاز جزیره را هرچند در سطح ولتاژ و فرکانسی متفاوت از شبکهٔ اصلی، تامین نماید. از طرفی بهره برداری در حالت جزیره ای عواقبی را به همراه خواهد داشت که برخی از عواقب عملکرد جزیره ای عبارتند از:

۱) از آنجا که کنترل ولتاژ و فرکانس در جزیره توسط یک یا چند واحد تولیدی صورت می گیرد که کنترل ولتاژ و فرکانس در طراحی و بهره برداری آنها لحاظ نشده است لذا یک پدیده بسیار محتمل،

اختلال در کنترل ولتاژ و یا فرکانس جزیره خواهد بود. بنابراین ممکن است در برخی از مناطق ولتاژ ویا فرکانس از محدوده ی خود خارج شوند.

۲) برخی از انواع تولیدات پراکنده دارای آلودگی هارمونیکی بوده یا تولید فلیکر ولتاژ می کنند و از این روتضعیف کننده ی کیفیت توان به شمار می روند. بدلیل ضعیف بودن شبکه در حالت جزیره ای نسبت به حالت متصل به شبکه ی سراسری، عملکرد جزیره ای منجر به تشدید اثرات فوق شده وبه تضعیف بیشتر کیفیت توان منجر خواهد شد.

۳) پرسنل تعمیر و نگهداری خط با فرض بی برق بودن خطوط به رفع عیوب در قسمتهای جدا شده می پردازند. جزیره ای شدن ناخواسته منجر به برقدار شدن این بخش شده و می تواند منجر به زیانهای جانی به پرسنل واحد تعمیرات خط شود.

٤) به دلیل گذرا بودن اکثر خطا ها یک راه افزایش قابلیت اطمینان در سیستمهای توزیع به کار بردن مکانیزمهای باز–بست خودکار است. زمان عملکرد این مکانیزمها بین ۰/۵ تا ۲ ثانیه است. جزیره شدن اتفاقی منجر به ایجاد اختلاف فاز در دو بخش شبکه شده و منجر به باز–بست غیر همزمان می شود. باز–بست آسنکرون منجر به عواقبی سوء برای شبکه و مصرف کنندگان شده، و می تواند موجب آسیب دیدن تجهیزات شبکه و مصرف کنندگان گردد.

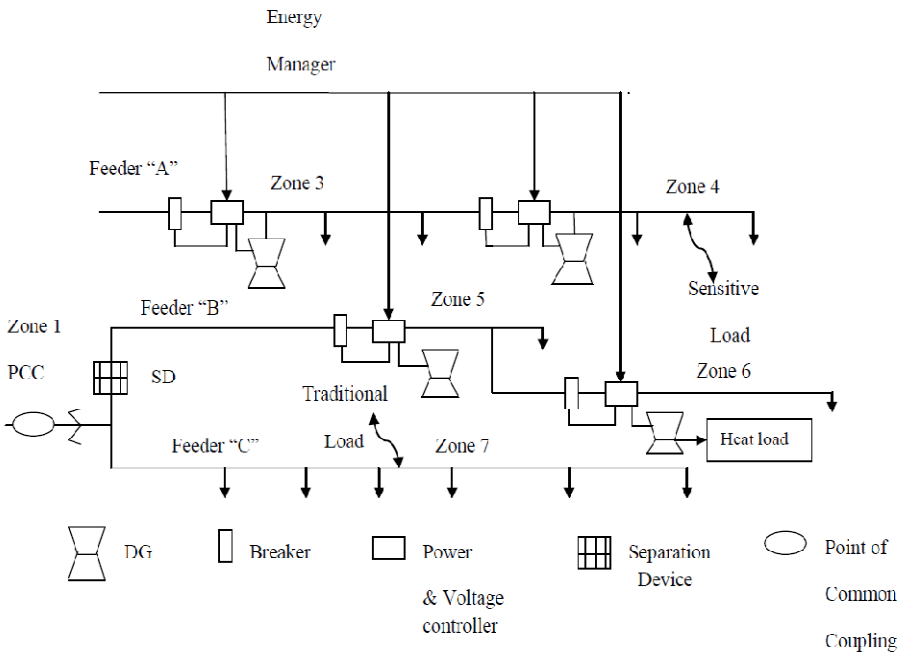
۵) جزیره ای شدن منابع تولید پراکنده ممکن است منجر به ایجادپدیده ی فرو رزونا نس شده واین پدیده خود می تواند باعث اضافه ولتاژ های مخرب در شبکه گردد.

بایستی جهت کارکرد بهینه ی ریز شبکه اقداماتی در جهت کاهش عواقب فوق الذکر در حالت جزیره ای شدن ریز شبکه انجام پذیرد.

هر ریز شبکه می تواند دارای یک مالک باشد که بصورت خصوصی وارد بازار شده و با منابع تولید پراکنده ی خود در تولید وعرضه ی انرژی شرکت نماید. شکل (۱–۱) دیاگرام تک خطی یک سیستم توزیع که به صورت ریز شبکه مورد بهره برداری قرار می گیرد را نشان می دهد. نقطه ی اتصال مشترک[۲] (PCC) محل اتصال ریز شبکه به شبکه ی سراسری است. در این شکل چهار منبع تولید پراکنده به ریز شبکه وصل شده که می توانند هریک از تولید کننده های انرژی نظیر پیل سوختی، میکرو توربین ، توربین بادی و ... باشند.

در ادامه مزایای ریز شبکه و همچنین نیازها و مسائلی که باید جهت استفاده از منابع تولید پراکنده بر آورده شوند ، تشریح می گردد.

[2] Point of Common Coupling



شکل (۱-۱): دیاگرام تک خطی ریز شبکه

۱-۳ مزایای ریز شبکه

در کنار مزایای مختلف استفاده از منابع تولید پراکنده، عملکرد این منابع در یک ریز شبکه می تواند مزایای اقتصادی و فنی در بر داشته باشد که در ذیل به برخی از آنها اشاره می گردد.

۱-۳-۱ مزایای فنی ریز شبکه

الف- بعضی اوقات بخاطر مسائل اقتصادی و فنی ، توسعه ی شبکه های تولید و انتقال مشکل بوده و حل مساله تامین تقاضای رشد بار با قیمت قابل قبول در آینده سخت خواهد بود ، لذا در این گونه موارد ریزشبکه می تواند جهت تامین تقاضای رشد بار بکار گرفته شود[٤] .

ب- منابع تولید پراکنده با مبدلهای الکترونیک قدرت موجود در آنها می توانند جهت کنترل توان اکتیو و توان راکتیو، تصحیح افت ولتاژها، تصحیح نامتعادلی و سایر مسائل کیفیت توان در شبکه های توزیع بکار روند[۵].

ج- اگر یک ریز شبکه بتواند بصورت مستقل از شبکه بکار خود ادامه دهد، هنگام قطع شبکه قابلیت اطمینان بالا می رود.

د- با توجه به محلی بودن و فصلی بودن منابع تولید پراکنده و طبیعت متغیر بارها،هر ریز شبکه می تواند منابع تولید پراکنده ی خود را با حداکثر سود دهی مورد استفاده قرار دهد.

ه- با بررسی عملکرد و کنترل منابع مختلف تولید پراکنده می توان آنها را بصورت قابل انعطاف [3] نصب نموده وبه صورت مؤثرتری در شبکه ی توزیع بکارگرفت.

۱-۳-۲ مزایای اقتصادی ریز شبکه

برخی از مزایای اقتصادی استفاده از ریز شبکه ها به شرح زیر می باشند:

الف- قیمت انرژی انتقال داده توسط سیستم قدرت کنونی شامل تلفات، خدمات به مشتریان، تعمیر و نگهداری واحداث خطوط انتقال می باشد. یک ریزشبکه با توجه به کوچک بودن ونزدیکی منابع تولید و مصرف کننده ها و هزینه ی کمتر می تواند برق را با قیمت کمتری ارائه دهد. علاوه بر این سرمایه گذاریها در تاسیسات انتقال و تولید متمرکز جهت پاسخگویی به افزایش تقاضای مصرف باید بسیار سریع باشد که همیشه امکان پذیر نمی باشد. لذا این سیستم ها می توانند همگام با افزایش تقاضای مصرف، رشد نموده و تقاضای توان بارها را بر آورده نمایند.

ب- منابع تولید پراکنده در ریز شبکه می توانند جهت بهبود کیفیت توان، کاهش اغتشاشات و خاموشی ها مورد استفاده قرار گیرند .

ج- در صورتیکه منابع تولید پراکنده ی موجود در ریز شبکه از نوع تولید همزمان برق وگرما باشند از بازیافت حرارت حاصل از تولید برق می توان برای مصارف گرمایشی و آب گرم مصرف کننده ها استفاده کرد که در این حالت هزینه های سیستم گرمایشی تاسیسات صنعتی بطور محسوسی کاهش خواهد یافت.

د- اگر منابع تولید پراکنده به صورت مستقل از شبکه به کار خود ادامه دهند و قطع نشوند ، برای صاحبان منابع تولید پراکنده، شبکه ی برق و مشتریان سود به بار خواهد آورد.

۱-٤ مشکلات کارکرد ریزشبکه و ارایه راهکارها

علیرغم مزایای متعدد ریز شبکه ها، استفاده از آنها دارای تعدادی مسائل و محدودیتهای فنی می باشند که قبل از بکارگیری آنها باید مورد بررسی و تحلیل قرار گیرند. با توجه به متفاوت بودن نوع منابع تولید پراکنده ی موجود در یک ریز شبکه وحتی در صورت یکسان بودن آنها به علت متفاوت بودن تکنولوژی ساخت شان بایستی با استفاده از سیستمهای کنترلی مناسب، بارهای موجود در ریز شبکه بصورت صحیح تغذیه شده و سیستم در تمام نقاط کاری بصورت پایدار مورد بهره برداری قرار گیرد.

[3] Plug and Play

از جمله مسائل مهم در زمینه ی اتصا ل این منابع به شبکه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف- امکان اتصال آسان منابع تولید پراکنده

منابع تولید پراکنده را می توان به صورت قابل انعطاف به شبکه وصل یا قطع کرد که به این حالت Plug and Play گفته می شود. چنین سیستمی باید دارای قسمتهای حفاظتی وکنترلی بر روی تمام تجهیزات بوده و قابلیت عملکرد مناسب در همه ی حالتها را داشته باشد.

ب- تشخیص جزیره ای شدن شبکه

یکی از مهمترین نیازهای اتصال منابع تولید پراکنده ،تشخیص لحظه ی قطع از شبکه ی سراسری می باشد، ارسال فرمانهای لازم به منابع تولید پراکنده جهت قطع از شبکه یا تغییر استراتژی کنترلی، ضروری می باشد.

ج- کنترل ولتاژ وفرکانس

مساله ی مهم دیگر در یک ریز شبکه، کارکرد وکنترل آن با ولتاژ و فرکانس مطمئن می باشد.

اگر ریز شبکه به شبکه ی سراسری متصل باشد، فرکانس آن در کل شبکه وجود داشته و منابع تولید پرا کنده می توانند در تزریق توان و کنترل ولتاژ نقش داشته باشند. اما در حالت مستقل از شبکه، وظیفه ی کنترل ولتاژ و تثبیت فرکانس برعهده خود منابع تولید پرا کنده خواهد بود. منابع تولید پراکنده می توانند در زمان اتصال به شبکه به صورت PQ عمل کرده و مقدار مشخصی توان اکتیو و راکتیو به شبکه تزریق می کنند. چنانچه به واسطه ی عاملی منبع تولید پراکنده از شبکه قطع گردیده و حالت جزیره ای ایجاد شود، عملکرد این تجهیز در حالت PQ غیر ممکن شده وامکان برقراری تعادل بین مصرف و تولید در جزیره ی ایجاد شده وجود نخواهد داشت. در این حالت بایستی مد کنترلی مولد پراکنده به حالت V-f تغییر داده شود.

در حالت کلی سه مد کنترلی برای گاورنرهای منابع تولید پراکنده از نوع ژنراتور سنکرون وجود دارد که عبارتند از:

- کنترل دروپ [4]
- کنترل توان ثابت
- کنترل حالت ایزو ترنس (کنترل سرعت ثابت)

[4] Droop

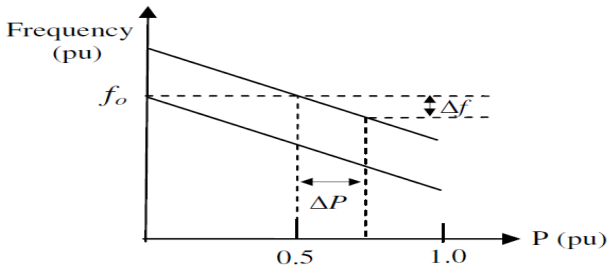
کنترل دروپ زمانی استفاده می شود که بیش از یک واحد تولید پراکنده در جزیره وجود داشته باشد.

تغییرات در توان خروجی این نوع گاورنر ها به واسطه ی تغییرات فرکانس توسط مشخصه‌ی کنترل دروپ واحد صورت می گیرد.(شکل (۱-۲) را ببینید)

$$R\ (\%) = \frac{\Delta f}{\Delta P} \times 100 \qquad (۱-۱)$$

که Δf تغییرات فرکانس بر حسب پریونیت و ΔP تغییرات توان خروجی می باشد.

چنانچه واحدهای تولید پراکنده در حالت متصل به شبکه بهره برداری گردند نیازی به کنترل ولتاژ وفرکانس نخواهد بود، لذا مد کنترلی توان ثابت برای این حالت اتخاذ شده وتوان اکتیو و راکتیو مشخصی توسط منابع تولید پراکنده به شبکه تزریق می شود. اما در عملکرد جزیر ه ای باید توان اکتیو و راکتیو تزریق شده توسط منابع تولید پراکنده به گونه ای باشد که ولتاژ و فرکانس ریز شبکه را در محدوده ی قابل قبول نگه دارد.



شکل (۱-۲): مشخصه ی دروپ

مد کنترلی ایزو ترنس هنگامی مورد استفاده قرار می گردد که منبع تولید پراکنده تنها یک بار ایزوله را تغذیه کند. در این حالت ثابت نگه داشتن فرکانس در یک مدت زمان مشخص امکانپذیر خواهد بود.

د-تقسیم بار[5]

مهمترین مساله در یک شبکه شامل چندین منبع تولید انرژی، تقسیم بار در میان آنهاست به گونه ای که محدودیتهای کاری بارها، شبکه توزیع و محدودیتهای عملکردی رعایت شود [٦] . به عنوان مثال شبیه نیروگاههای حرارتی، هریک از سیستمهای تولید پراکنده دارای هزینه ی تولید متفاوتی هستند و لذا در تقسیم بار ، باید به مساله ی پخش توان اقتصادی توجه شود. مساله ی دیگر این است که برخی از واحدها ممکن است جهت تولید همزمان برق و گرما بکار گرفته شده باشند در این صورت این واحدها

[5] Load Sharing

را نمی توان از یک مقدار بار حداقلی، کمتر بهره برداری نمود. بنابراین بایستی در پخش توان این محدودیت را نیز در نظر گرفت[۷] .

ه- مقاوم بودن سیستم کنترلی

سیستم کنترلی طراحی شده باید به گونه ای باشد که عوامل ایجاد کننده ی خطا را شناسایی و در استراتژی کنترلی مد نظر قرار دهد. علاوه بر این محدودیتها و مسائل، کل شبکه را در نظر بگیرد و راه حل کنترلی ارائه نماید. سیستم کنترلی در صورت اندازه گیری و فیدبک از متغیرهای محلی و با استفاده از حداقل سیگنالهای مخابراتی جهت تبادل اطلاعات، سیستمی مناسب و عملی خواهد بود.

و- سنکرون سازی مجدد پس از اتصال شبکه

سیستم کنترلی باید پس از وصل مجدد شبکه ریز شبکه را با شبکه ی سراسری همزمان نموده و سپس فرمان اتصال به شبکه را صادر نماید تا اینکه تمامی بارها بتوانند تغذیه شوند و مبادله ی توان بین شبکه و تولیدات پراکنده انجام گیرد. دامنه ی ولتاژ، فرکانس وزاویه فاز بین ولتاژ طرف شبکه و ریز شبکه باید قبل از اتصال مجدد در محدوده ی مطمئن باشند. اتصال مجدد با اختلاف فاز نامناسب می تواند باعث ایجاد حالتهای گذرا و خسارت به تجهیزات شبکه با ایجاد جریانهای هجومی شدید در ترانسفورماتور گردد. اتصال مجدد ریز شبکه در صورت کمتر بودن خطای ولتاژ از ۳٪ ، خطای فرکانس از ۰/۱ هرتز و خطای فاز کمتر از ۱۰ در جه قابل انجام است [۸] .

ز- همزمان سازی مولدهای تولید پراکنده در بهره برداری جزیره ای

یکی از روشهای کنترلی به منظور همزمان سازی مولدهای تولید پراکنده در بهره برداری ، تقسیم بار می باشد. در صورت بروز جزیره باید بهره برداری از مولدهای تولید پراکنده در ریز شبکه سنکرون گردد. بدین منظور نیاز به یک سیستم کنترل ثانویه است که استفاده از روش کنترل فرکانس توسط تنظیم دروپ واحدها یکی از روشهای مرسوم می باشد[۸].

۱-۵ اقدامات بهبود بخش در صورت بروز ریز شبکه بواسطه ی خطا

بعد از عملیات تشخیص جزیره، و ایجاد ریز شبکه به دلایلی همچون بروز خطا، دیده می شود که توان تولیدی ژنراتورهای تولید پراکنده توانایی تامین بار مصرفی را نداشته و فرکانس افت کرده و رله های فرکانسی عمل می کنند. در این حالت تنها راه ممکن برای حفظ ریز شبکه حذف بعضی یا تمام

بارهای غیر حساس می باشد تا بتوان فرکانس را حفظ نمود. بدین منظور می بایست تنظیم رله های فرکانسی و الگوهای حذف بار را به گونه ای هماهنگ نمود که عملکرد متناسبی با یکدیگر در ریزشبکه ی حاوی مولدهای تولید پراکنده داشته باشند. سه شاخص اصلی جهت بهینه سازی مقدار حذف بار و هماهنگی با حفاظتهای زیر فرکانسی توربین ها وجود دارد:

۱- تنظیم رله های حذف بار باید به گونه ای باشد که از عملکرد رله های زیر فرکانسی در فرکانسهای کمتر از ۰/۹۵ پریونیت برای مدت بیشتر از ۳۰ ثانیه جلوگیری کند.

۲- سرعت باز گشت فرکانس باید به گونه ای باشد که حاشیه ی امنیت لازم را برای حفاظت توربینها فراهم کند.

۳- جهش های فرکانسی در لحظه ی حذف بار نباید موجب افزایش بیش از یک هرتز از فرکانس نامی شود.

۱-٦ هدف از انجام تحقیق ومطالب مورد نظر

هدف از انجام این پایان نامه مدلسازی اجزای تولید پراکنده در نرم افزار دیگسایلنت 14.05 و مطالعه ی استراتژیهای کنترل توان اکتیو وراکتیو در سیستم ریز شبکه با اجزای مختلف تولید پراکنده به صورت محلی بوده و سیستم فاقد پروتوکولهای مخابراتی می باشد. منابع تولید پراکنده در نظر گرفته شده در این پایان نامه در یک ریز شبکه ی نمونه که در شکل (۱-۳)دیده می شوند عبارتند از: دیزل ژنراتور سنکرون ، توربین بادی ژنراتور القایی تغذیه از دو سو، سلولهای فتو ولتاییک وباتری. مشخصات ریز شبکه ی مورد مطالعه در پیوست (الف) آورده شده است.

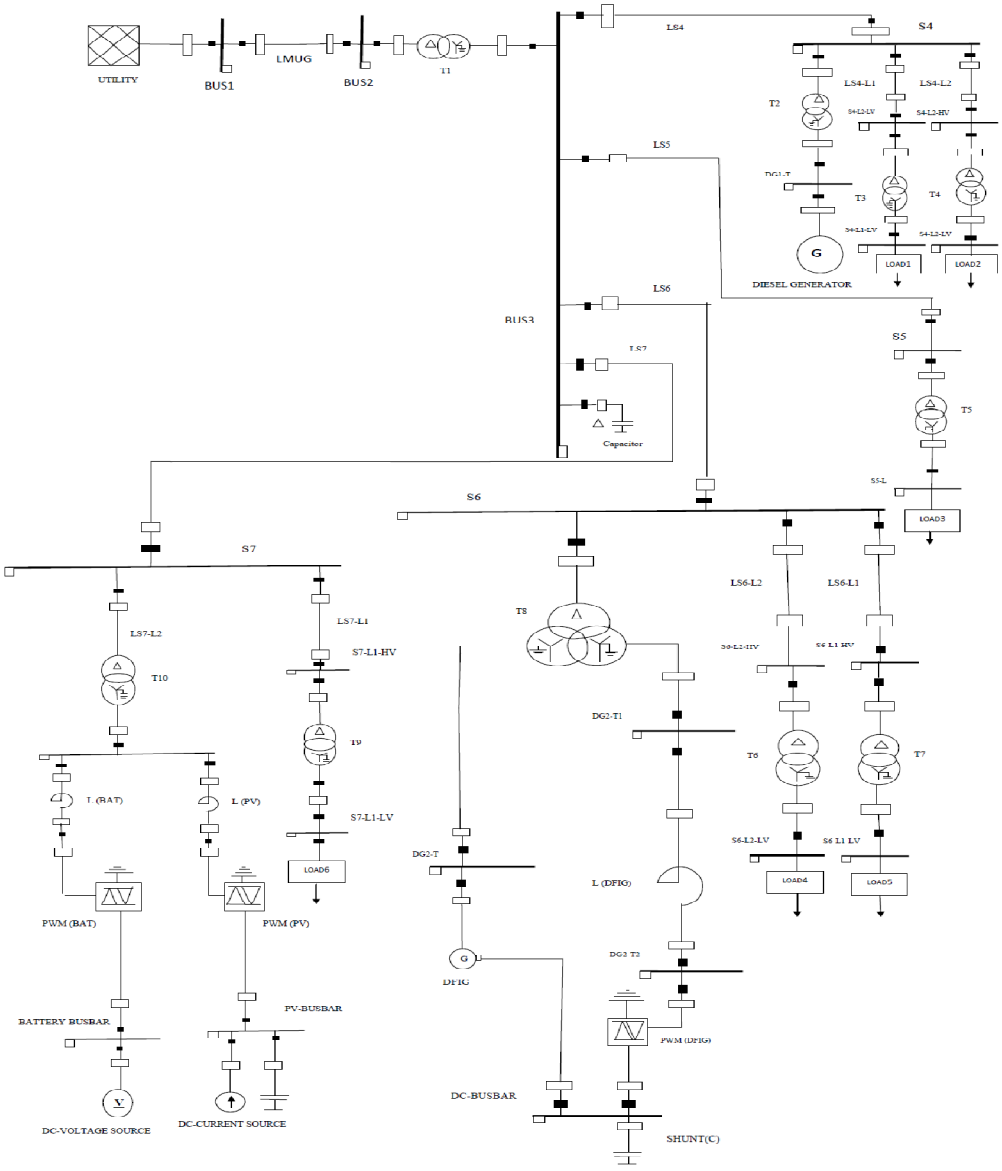
در این پایان نامه سناریو های مختلفی برای بررسی رفتار ریز شبکه در حالتهای مختلف اعم از: حالت متصل به شبکه ی سراسری و حالت جزیره ای مورد بررسی و تجزیه وتحلیل قرار خواهد گرفت.

تاثیر تغییر سرعت باد بر دینامیک توربین بادی و کل سیستم ریز شبکه مورد مطالعه قرار می گیرد. همچنین تاثیر تغییر میزان جریاندهی سلولهای فتوولتاییک بر روی عملکرد ریز شبکه بررسی خواهد شد.

۱-۷ نتیجه گیری

در این فصل به معرفی ریز شبکه وچالشهای در رابطه با بکارگیری منابع تولید پراکنده به صورت ریز شبکه پرداختیم. بدون تردید هنگام بکارگیری ریز شبکه بایستی الزامات دیگری از قبیل هماهنگی میان واحدهای مختلف و نظارت بر نحوه ی عملکرد ریز شبکه توسط ناظر و اپراتور صورت گیرد زیرا هر سیستمی با وجود خودکار بودن نیاز به نگهداری و تعمیرات مداوم دارد که ریز شبکه نیز از این امر

مستثنی نیست، ریز شبکه در صنعت برق جایگاهش را به صورت یک سیستم مطمئن پیدا کرده است و هم اکنون اکثر کشورهایی که منابع تولید پراکنده را در سطح وسیع به کار گرفته اند تمایل به بهره برداری از این منابع به صورت ریز شبکه را در برنامه های خود قرار داده اند. در این فصل به برخی از مشکلات بهره برداری از ریز شبکه اشاره شد اما ریز شبکه هر روز با مساله ی جدیدی رو به رو است که نباید از چشم متخصصین پنهان بماند.



شکل (۱-۳): دیاگرام تک خطی ریز شبکه مورد مطالعه [۳]

فصل دوم

مدلسازی وکنترل اجزای تولید پراکنده(DG)در ریزشبکه مورد مطالعه