دوازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

کنترل ریزشبکه در حضور تولیدات پراکنده و بار غیرخطی

مهدی شفیعی[۱]، عباسعلی زمانی[۲]، علی اصغر برزیگر[۳]

[۱]استادیار، گروه مهندسی برق، دانشگاه فنی و حرفه ای، تهران، ایران m-shafiee@tvu.ac.ir

[۲]استادیار، گروه مهندسی برق، دانشگاه فنی و حرفه ای، تهران، ایران a-zamani@tvu.ac.ir

[۳]دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی برق، دانشگاه فنی و حرفه ای، تهران، ایران aliasgharmaxsaei7399@gmail.com

چکیده

گسترش روز افزون صنایع و مصرف کننده‌های الکتریکی، یکی از معضلات مهم صنعت برق است. با توجه به این افزایش مصرف، هر ساله می بایستی واحد های تولیدی متناسب با افزایش مصرف احداث شوند. همچنین افزایش تولید و احداث نیروگاه‌های جدید باعث عملکرد ادوات تولید و انتقال مانند خط ها در نزدیکی حدود مجاز خود می شوند که این امر حاشیه امنیت و پایداری سیستم را تهدید می کند. اغتشاش‌هایی از جمله خطا، از دست رفتن خط و یا از دست رفتن واحد تولیدی از جمله مواردی هستند که موجب ناپایداری سیستم قدرت می‌شوند. تاثیر هر یک از این خطاها بسته به شدت و محل متفاوت می باشد. از این رو مانیتور کردن شبکه برای جلوگیری از ناپایداری شبکه امری ضروری به نظر می‌رسد. مهمترین پارامترها برای حفاظت شبکه و جلوگیری از ناپایداری شبکه، ولتاژ و فرکانس می باشد. در این مقاله به بررسی عملکرد ریزشبکه ها (میکروگریدها) شامل انواع مختلف تولیدات پراکنده در شرایط مختلف کاری پرداخته شده است. جهت تامین این مسئله یک روش کنترل خود تنظیم برای منابع تولید پراکنده ریزشبکه پیشنهاد گردیده است. نتایج شبیه‌سازی نشان از صحت و درستی عملکرد روش کنترلی پیشنهادی دارد.

واژه‌های کلیدی

ریزشبکه، پایداری ولتاژ، پایداری فرکانس، تولیدات پراکنده.

۱. مقدمه

ریزشبکه ها متشکل از ذخیره کننده های انرژی، بارها و مولدهای پراکنده می باشند که از طریق مبدل های الکترونیک قدرت به هم متصل می شوند. ریزشبکه ها شبکه های ولتاژ پایینی هستند که قادر به عملکرد در دو مد متصل و منفصل از شبکه می‌باشند. ساختارهای کنترلی برای ریزشبکه ها بر کنترل واسطه‌ها تمرکز کرده است. هنگام رخداد خطای جدی در شبکه، مد منفصل یا جزیره ای اتفاق می افتد. اگر ریزشبکه در مد متصل در تبادل توان با شبکه باشد، در هنگام ورود به مد جزیره ای عدم تعادل تولید و مصرف به وجود می آید و از آنجاییکه مولدهای با اتصال الکترونیکی، اینرسی قابل توجهی ندارند، تغییرات قابل ملاحظه فرکانس و ولتاژ در مد جزیره ای رخ می دهد. برای کم کردن عدم تعادل موجود معمولا از روش های کنترل فرکانس و ولتاژ استفاده می شود [۱-۲]. با توجه به استفاده گسترده از ریزشبکه ها بحث و بررسی پیرامون ریز شبکه ها و تحلیل پایداری آنها موضوع بسیاری از مقالات در سطح جهان می باشد. از این رو در ادامه به گوشه ای از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه اشاره می شود.

مرجع [۲] پایداری گذرا برای ریزشبکه دارای انواع منابع تولیدپراکنده را بررسی کرده است. نویسندگان برای بررسی پایداری گذرا از نرم افزار Digsilent استفاده کرده اند. در این مطالعه رفتار انواع منابع تولیدپراکنده با روش های کنترلی مختلف در زمان ایجاد خطای سه فاز در شبکه توزیع و سپس جزیره ای شدن ریزشبکه مقایسه شده است.

نویسندگان در مرجع [۳] به صورت نسبتا جامع کنترل، بهره برداری، حفاظت و پایداری ریزشبکه را مورد بررسی قرار داده و تاثیر این پارامترها را به طور مشترک تحلیل نموده اند. مرجع [۴] به جنبه های مختلف پایداری ریزشبکه ها در حالت متصل و منفصل از شبکه بر اساس مدهای مختلف بهره برداری، پیکره بندی کنترل، انواع منابع و پارامترهای شبکه پرداخته است.

یک رویه عادی دیگر برای کنترل پایداری ریزشبکه ها حذف بار غیرضروری می باشد. در این روش بارها به صورت خطی به بخش‌های مختلف تقسیم می‌شوند. به ازای هر واحد کاهش فرکانس، یکی از بخش‌های بار حذف می‌شود. به عنوان مثال، زمانی که فرکانس به اندازه پله اولی که برای آن در نظر گرفته شده است، کاهش می‌یابد، درصد مشخصی از بار خارج می‌شود. چنانچه کاهش فرکانس ادامه پیدا کند و به مقدار بعدی برسد درصد ثابتی از بار دوباره خارج می‌شود. این روند تا زمانی که کاهش فرکانس متوقف شود ادامه خواهد یافت. روش‌های متعددی برای حذف بار توسط محققین ارائه شده است که در ادامه به برخی از آنها پرداخته می‌شود [۵].

مرجع [۶] یک تعریف خاص برای حذف بار ارائه کرده است. بر مبنای این تعریف، اعضای این سازمان ملزم به استفاده از رله‌های فرکانسی می‌باشند که در زمان حذف بار اتوماتیک، در صورت افت فرکانسی باید ۵۶٪ بار موجود را حذف کنند. این روش حذف بار ۹ پله دارد که فرکانس پله اول ۵۹.۷ هرتز و فرکانس پله آخر ۵۹.۱ هرتز است. مراحل روش بالا متناظر با حذف بار در پی کاهش فرکانس است. هدف این مراحل پیشگیری از باقی ماندن فرکانس در مقادیری کمتر از مقدار نامی آن است.

روش حذف بار دیگری که توسط موسسه استاندارد کالیفرنیا ارائه شده است، شامل حذف بار اتوماتیک است. زمانی که فرکانس به کمتر از ۵۹.۵ هرتز می‌رسد، موقعیت ژنراتور ارزیابی می‌شود. چنانچه بار کافی در مرحله قبل حذف نشده باشد، مرحله بعدی حذف بار انجام می‌شود. در روش حذف بار مطابق استان دارد کنترل آتلانتیک، حفاظت ژنراتورها در زمان حذف بار در نظر گرفته شده است. در این مورد رله ژنراتور در صورت نیاز پس از آخرین مرحله حذف بار، عمل می‌کند [۷].

در سیستم های قدرت مرسوم، پایداری گذرا معمولا محدود به اولین نوسان گذرا می شود. یعنی چنانچه ماشین های سنکرون در اولین نوسان گذرا پایدار بمانند، سیستم قدرت پایدار خواهد ماند و چنانچه اغتشاش به اندازه کافی کوچک باشد، پس از طی حالت گذرا سیستم قدرت به یک نقطه تعادل دائمی دیگر می رسد. ولی چنانچه شدت اغتشاش از حدی بزرگتر باشد، سیستم ناپایدار خواهد شد. برای مثال اغتشاشاتی همچون خارج شدن چندین خط انتقال در اثر گردباد سخت می تواند موجب چنین ناپایداری هایی در سیستم قدرت شود [۸-۹].

بحث پایداری گذرای ریز شبکه ها تفاوت هایی با سیستم های قدرت مرسوم دارد از جمله می توان به حضور منابع تولید پراکنده و تجدید پذیر همچون توربین های بادی، پیل های سوختی و سلول های خورشیدی اشاره نمود. دینامیک و ساختار این منابع کاملا متفاوتند. به همین دلیل پایداری گذرای ریز شبکه ها متفاوت خواهد بود. یکی از مفاهیم مهم در بحث پایداری ریز شبکه ها بحث زمان بحرانی است. زمان بحرانی معیاری بسیار مناسب برای سنجش میزان پایداری گذرای یک شبکه که تحت اغتشاش شدید قرار گرفته است می باشد. چنانچه خطایی در یک سیستم قدرت صورت پذیرد، ماکزیمم زمانی که پس از آن سیستم حفاظتی باید عمل کند و خطا رفع گردد و

سیستم پس از رفع خطا بتواند به یک حالت ماندگار و پایدار برسد، زمان بحرانی گفته می شود [۱۰-۱۱].

مرجع [۱۲] از روش کنترل مشارکتی توان تولیدات پراکنده برای کنترل ولتاژ و فرکانس ریزشبکه در هنگام مواجه با تغییرات بار و در حالت جزیره ای بهره برده است. نویسندگان در مرجع [۱۳] به بررسی پایداری دینامیکی ریزشبکه نوع DC با استفاده از کنترل کننده فازی پیش بین مبتنی بر مدل پرداخته اند. روش پیشنهادی مبتنی بر نوع فازی می باشد که با استفاده از طرح از پیش تعیین شده به دنبال کاهش تاخیر سنسور کنترلی و فعال کننده شبکه می باشد تا عملکرد و کارآیی ریزشبکه بهبود یابد. برای اثبات کارآیی مناسب سیستم از بار ثابت توانی برای بررسی عملکرد سیستم استفاده شده است.

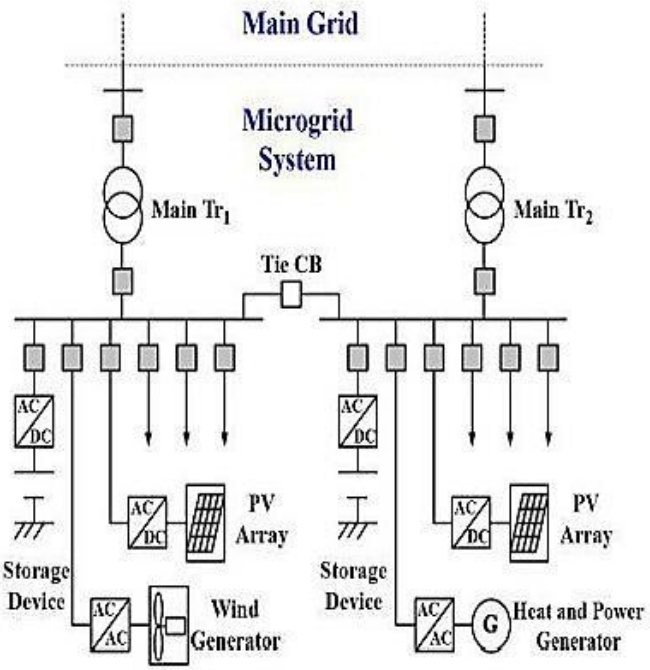
در مرجع [۱۴] از یک روش کنترل بهینه برای هماهنگی بین تولیدات پراکنده در یک ریزشبکه در حالت عملکرد جزیره ای استفاده شده است. روش کنترل فرکانس ثانویه برای حذف انحرافات فرکانس و نگه داشتن دقیق پخش توان اکتیو در حالت زمانی انجام شده است. از این روش به منظور تنظیم دامنه ولتاژ تمامی تولیدات پراکنده به مقادیر مرجع و هم چنین تنظیم توان راکتیو استفاده شده است.

مرجع [۱۵] از روش کنترل غیرمتمرکز تعادل توان برای اینورترهای ریزشبکه متصل به شبکه بدون کاربرد سیستم مخابراتی استفاده نموده است. هر ماژول اینورتر بر اساس اطلاعات محلی بدست آمده از خود تصمیم گیری می کند و به دیگر ماژول های اینورتری وابسته نمی باشد. روش های متداول معمولاً از کنترل کننده متمرکز و وابسته به سیستم های مخابراتی استفاده می کنند. بنابراین، طرح پیشنهادی به کار رفته دارای مزیت های بهبود قابلیت اطمینان سیستم، کاهش هزینه را دربر می گیرد. در این مرجع پایداری سیستم کلی مورد ارزیابی قرار گرفته و شرایط مختلف آن مورد تست و صحت و درستی کنترل موجود مورد تایید قرار گرفته است.

در ادامه پس از بیان مختصر ساختار و روش های متداول کنترل ریزشبکه ها به بیان روش کنترل پیشنهادی جهت حفظ پایداری ولتاژ و فرکانس در این گونه شبکه ها پرداخته شده است.

۲. ساختار ریزشبکه

ساختار ریزشبکه‌ها معمولا به صورت شعاعی است. هر ریزشبکه شامل بارهای گوناگون و انواع منابع تولید پراکنده است. ریزشبکه توسط یک کلید در نقطه مشترک (PCC) به شبکه توزیع متصل می‌شود. در شکل زیر ساختار ریزشبکه پایه تشکیل شده از دو خط انتقال اصلی قدرت و منابع تولیدات پراکنده اعم از سلول خورشیدی، توربین بادی و منابع ذخیره ساز مانند باتری، مبدل ها و بارهای مختلف نشان داده شده است [۱۶].



شکل ۱. ساختار ریزشبکه پایه[۱۶]

۱.۲. روش های کنترلی ریزشبکه

به طور کلی ریزشبکه‌ها در دو حالت مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند [۱۷]:

- ✓ متصل به شبکه: در این حالت ریزشبکه به شبکه توزیع جهت تامین توان مورد نیاز خود یا برای تزریق توان به شبکه توزیع متصل می‌باشد.
- ✓ مستقل از شبکه: در این حالت ریزشبکه به شبکه توزیع متصل نبوده و بصورت مستقل مورد بهره‌برداری قرار گرفته و مانند یک جزیره مستقل و بی‌ارتباط با خارج عمل می‌کند.

در حالت متصل به شبکه، ریزشبکه با اهداف گوناگونی از جمله کنترل ولتاژ، فرکانس، بهبود کیفیت توان تحویلی به مصرف‌کنندگان و یا به عنوان یک خدمات جانبی کنترل می‌شود. فرکانس در شبکه‌های سنتی توسط نیروگاه‌های بزرگ و ولتاژ توسط ترانسفورماتورهای دارای تپ تنظیم می‌شوند. اما در حالت جزیره‌ای این تنظیم کار دشواری است. برای کنترل فرکانس از توان اکتیو منابع، حذف بار و برای کنترل ولتاژ و بهبود کیفیت توان از توان اکتیو و راکتیو منابع استفاده می‌شود. به علت محدود بودن ژنراتورهای سنکرون در ریزشبکه، از این منابع برای کنترل ولتاژ و فرکانس نمی‌توان استفاده کرد. در این شرایط وظیفه کنترل ولتاژ و فرکانس شبکه برعهده منابع تولید پراکنده می باشد. بنابراین باید از ساختارهای کنترلی متفاوتی نسبت به سیستم سنتی، استفاده نمود. انوع سیستم کنترلی ریزشبکه‌ها به صورت زیر قابل دسته‌بندی می باشند [۲]:

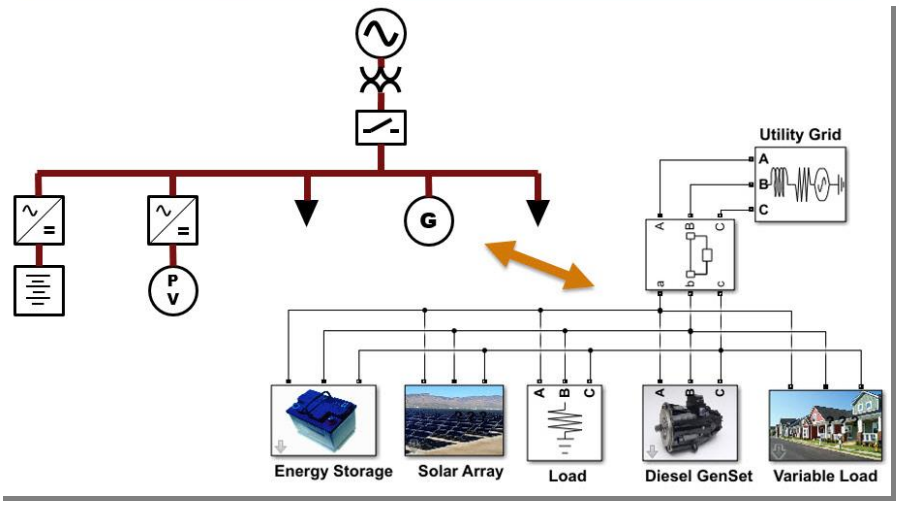
- کنترل متمرکز
- کنترل غیرمتمرکز
- کنترل سلسه مراتبی
- کنترل چند عامله
- کنترل بر اساس روش‌های کنترل بهینه و الگوریتم‌های بهینه سازی

جزیره‌ای شدن ریزشبکه به علت وقایع غیر برنامه‌ریزی شده مثل خطاها یا وقایع برنامه‌ریزی شده مانند تعمیر و نگهداری روی می‌دهد. در شرایط جزیره‌ای برای کنترل فرکانس و ولتاژ باید از مبدل‌ها بهره جست. در حالی که ریزشبکه به شبکه توزیع متصل است مبدل‌های منابع تولید پراکنده به صورت PQ کنترل می‌شوند زیرا شبکه توزیع به عنوان مرجع فرکانس و ولتاژ عمل می‌کند. اما در حالت جزیره‌ای که شبکه توزیع وجود ندارد، با تغییر پارامترها و بهینه‌سازی کنترل مبدل‌ها، این تغییر شرایط پوشش داده می‌شود. دو روش زیر برای کنترل در حالت جزیره‌ای استفاده می‌شود:

- بهره‌برداری تک قطبی(SMO)
- بهره‌برداری چند قطبی(MMO)

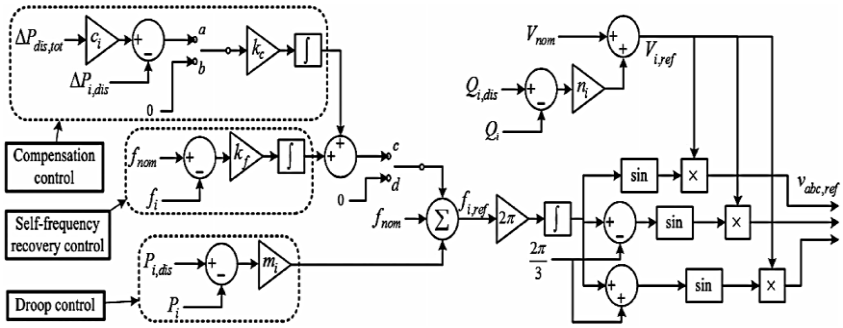
۳. مطالعه موردی

در شکل (۲) نمای کلی از ریزشبکه نشان داده شده است. شبکه با فرکانس ۶۰ هرتز و ولتاژ ۶۹ کیلوولت کار می کند که با استفاده از ترانسفورماتور قدرت در مکان بار الکتریکی به ولتاژ ۱۳.۸ کیلوولت و سپس با استفاده از ترانسفورماتور دیگری به ولتاژ ۴.۱۴ کیلوولت کاهش می یابد. ریزشبکه در ابتدا متصل به شبکه می باشد و در زمان ۱ ثانیه از شبکه قدرت جدا شده و به صورت مستقل کار می کند. بار الکتریکی قرار گرفته در ریزشبکه از سه بار با توان ۱.۵ مگاوات تشکیل شده که در ثانیه ۲، ۱ مگاوات آن از مدار خارج می شود و در زمان ۲.۸ ثانیه بار بسیار بزرگی با مقدار ۱۲ مگاوات وارد مدار می شود.



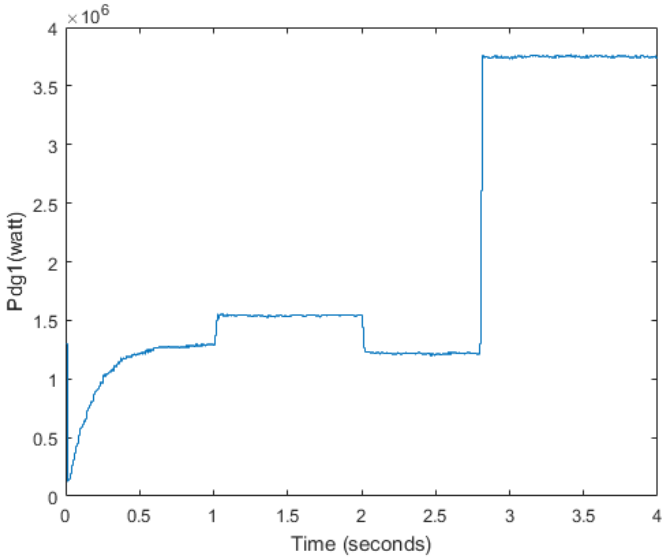
شکل ۲. نمای کلی از ریزشبکه شبیه سازی شده

در این مقاله به دنبال استفاده از یک روش کنترلی برای واحدهای تولید پراکنده جهت اجرای مناسب اشتراک توان اکتیو و بازیابی فرکانس به طور همزمان در یک ریزشبکه در حالت کار جزیره‌ای هستیم. کنترل افت توان اکتیو و فرکانس متداول (P-f) برای کنترلر تولیدات پراکنده استفاده می شود و انحراف فرکانس توسط خود تولیدات پراکنده از طریق کنترل بازیابی فرکانس خودکار، بدون نیاز به کنترل فرکانس ثانویه بازیابی می شود. از آنجایی که فاصله الکتریکی (امپدانس) از هر واحد تولید پراکنده تا نقطه ای که بار تغییر می کند در واحدهای تولید پراکنده متفاوت است، انحرافات فرکانس لحظه ای ممکن است بین واحدهای تولید پراکنده تغییر کند. وجود داشتن این تفاوت‌ها به یکپارچه‌کننده‌های مرتبط با کنترل بازیابی خود فرکانسی وارد می‌شوند و ممکن است منجر به خطا در اشتراک‌گذاری توان اکتیو شوند. برای حل این مشکل و تقسیم توان اکتیو با دقت بیشتر، یک روش کنترل جبرانی برای اشتراک توان اکتیو ایجاد شده است که ضرایب افت ولتاژ هر یک از واحدهای تولید پراکنده را در نظر می گیرد. شکل (۳) سیستم کنترل پیشنهادی را نشان می دهد.



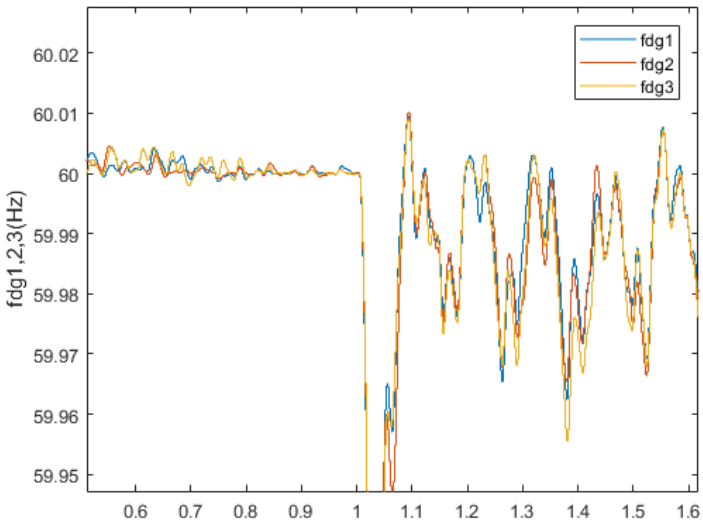
شکل ۳. نمای کلی کنترلر پیشنهادی خود تنظیمی منابع تولید پراکنده

شکل (۴) توان اکتیو خروجی بدست آمده از یکی از منابع تولید پراکنده را نشان می دهد. با توجه به اینکه ریزشبکه در زمان ۱ ثانیه از شبکه قدرت جدا شده و به صورت مستقل عمل می کند توان تولیدی خروجی جهت حفظ پایداری ریزشبکه، دچار افزایش می شود. همان طور که بیان شد بار الکتریکی قرار گرفته در ریزشبکه شامل سه بار با توان ۱.۵ مگاوات می باشد. در ثانیه ۲، ۱ مگاوات از آن از مدار خارج می شود و در نتیجه توان اکتیو کمتری مورد نیاز می باشد. در زمان ۲.۸ ثانیه بار بسیار بزرگی با مقدار ۱۲ مگاوات وارد مدار می شود که این مسئله باعث می شود ریزشبکه توان اکتیو زیادی را جهت حفظ پایداری تولید کند.



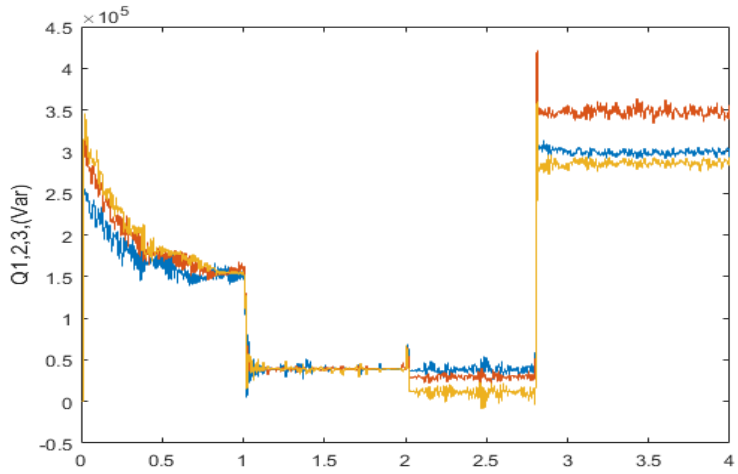
شکل ۴. توان اکتیو یکی از منابع تولید پراکنده

شکل (۵) تغییرات فرکانس ریزشبکه برای سه تولیدپراکنده در کنار هم را نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می شود رفتار فرکانسی منابع تولید پراکنده تقریبا مشابه یکدیگر می باشد و سیستم توانسته است با استفاده از روش کنترلی پیشنهادی پایداری خود را حفظ کند.



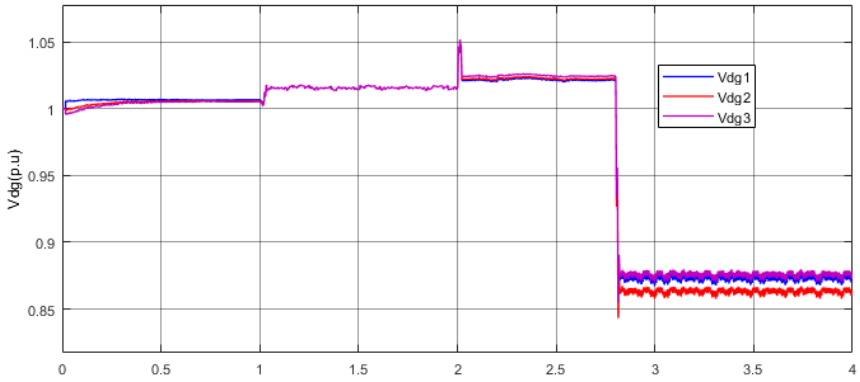
شکل ۵. فرکانس خروجی منابع تولید پراکنده

شکل (۶) توان راکتیو منابع تولید پراکنده موجود در ریزشبکه را نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می شود توان راکتیو خروجی منابع تولید پراکنده در زمان های تغییر بار خروجی دچار تغییر می شود که بیشترین مقدار تغییر در زمان ۲.۸ ثانیه می باشد زیرا در این زمان مقدار بار بیشتری در مدار قرار می گیرد.



شکل ۶. توان راکتیو منابع تولید پراکنده

شکل (۷) ولتاژ خروجی منابع تولید پراکنده را نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می شود در طول سناریوهای مطرح شده با بهره گیری از روش کنترلی پیشنهادی، ریزشبکه توانسته پایداری خود را حفظ کند و نوسانات ولتاژ در مقدار استاندارد خود قرار بگیرند.



شکل ۷. ولتاژ خروجی منابع تولید پراکنده

۴. نتیجه گیری

ریزشبکه ها به عنوان یکی از المان های اصلی شبکه های هوشمند، یک راه حل ایده آل برای اتصال منابع تجدیدپذیر و انرژی های نو به شبکه قدرت و افزایش مشارکت آن ها می باشند. این شبکه های کوچک الکتریکی با به خدمت گرفتن منابع مختلف تولید و ذخیره انرژی، ضمن افزایش قابلیت اطمینان سیستم، موجب کاهش هزینه ها و گازهای گلخانه ای می گردند. یکی از موضوعات مهم و اساسی در خصوص ریزشبکه ها، کنترل فرکانس و ولتاژ آن ها به ویژه در حالت جزیره ای می باشد. در این پژوهش روشی مبتنی بر کنترل تولیدات پراکنده بر اساس توزیع توان اکتیو و بازیابی فرکانس در شبکه ارائه شد. کنترل‌کننده پیشنهادی در حلقه کنترل فرکانس قرار دارد و با اعمال سیگنال کنترلی به منابع تولید پراکنده، اغتشاشات فرکانس ناشی از تغییرات توان در ریزشبکه را کاهش می دهد. نتایج شبیه‌سازی بیانگر صحت و درستی عملکرد روش پیشنهادی می باشند.

منابع

[1] Vidyasagar P, Shanti Swarup K. An Overview of Micro-grid Control. Design and Development of Model Predictive Primary Control of Micro Grids: Simulation Examples in MATLAB. 2023 Jan 1:21-35.
[2] Jain D, Saxena D. Comprehensive review on control schemes and stability investigation of hybrid AC-DC microgrid. Electric Power Systems Research. 2023 May 1;218:109182.
[3] Gu Y, Li Y, Yoo HJ, Nguyen TT, Xiang X, Kim HM, Junyent-Ferre A, Green TC. Transfverter: Imbuing transformer-like properties in an interlink converter for robust control of a hybrid AC–DC microgrid. IEEE Transactions on Power Electronics. 2019 Feb 6;34(11):11332-41.
[4] AlAlamat F. Increasing the hosting capacity of radial distribution grids in Jordan.
[5] Dent CJ, Ochoa LF, Harrison GP. Network distributed generation capacity analysis using OPF with voltage step constraints. IEEE Transactions on Power systems. 2009 Nov 17;25(1):296-304.
[6] Dent CJ, Ochoa LF, Harrison GP, Bialek JW. Efficient secure AC OPF for network generation capacity assessment. IEEE Transactions on Power Systems. 2010 Jan 12;25(1):575-83.
[7] Harrison GP, Wallace AR. Optimal power flow evaluation of distribution network capacity for the connection of distributed generation. IEE Proceedings-Generation, Transmission and Distribution. 2005 Jan 1;152(1):115-22.
[8] Etherden N, Bollen MH. Dimensioning of energy storage for increased integration of wind power. IEEE transactions on sustainable energy. 2013 Jan 16;4(3):546-53.
[9] Nazaripouya H, Wang Y, Chu P, Pota HR, Gadh R. Optimal sizing and placement of battery energy storage in distribution system based on solar size for voltage regulation. In2015 IEEE Power & Energy Society General Meeting 2015 Jul 26 (pp. 1-5). IEEE.
[10] Wen S, Lan H, Fu Q, David CY, Zhang L. Economic allocation for energy storage system considering wind power distribution. IEEE Transactions on power Systems. 2014 Jul 30;30(2):644-52.
[11] Atwa YM, El-Saadany EF. Optimal allocation of ESS in distribution systems with a high penetration of wind energy. IEEE Transactions on Power Systems. 2010 Mar 25;25(4):1815-22.
[12] Gill S, Kockar I, Ault GW. Dynamic optimal power flow for active distribution networks. IEEE Transactions on Power Systems. 2013 Sep 11;29(1):121-31.
[13] Vafamand N, Khooban MH, Dragičević T, Blaabjerg F. Networked fuzzy predictive control of power buffers for dynamic stabilization of DC microgrids. IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2018 Apr 12;66(2):1356-62.
[14] Li Y, Yang Z, Li G, Zhao D, Tian W. Optimal scheduling of an isolated microgrid with battery storage considering load and renewable generation uncertainties. IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2018 Jun 1;66(2):1565-75.
[15] Hou X, Sun Y, Han H, Liu Z, Yuan W, Su M. A fully decentralized control of grid-connected cascaded inverters. IEEE Transactions on Sustainable Energy. 2018 Mar 16;10(1):315-7.
[16] Ackermann T, Knyazkin V. Interaction between distributed generation and the distribution network: operation aspects. InIEEE/PES transmission and distribution conference and exhibition 2002 Oct 6 (Vol. 2, pp. 1357-1362). IEEE.
[17] Griffin T, Tomsovic K, Secrest D, Law A. Placement of dispersed generation systems for reduced losses. InProceedings of the 33rd annual Hawaii international conference on system sciences 2000 Jan 7 (pp. 9-pp). IEEE.