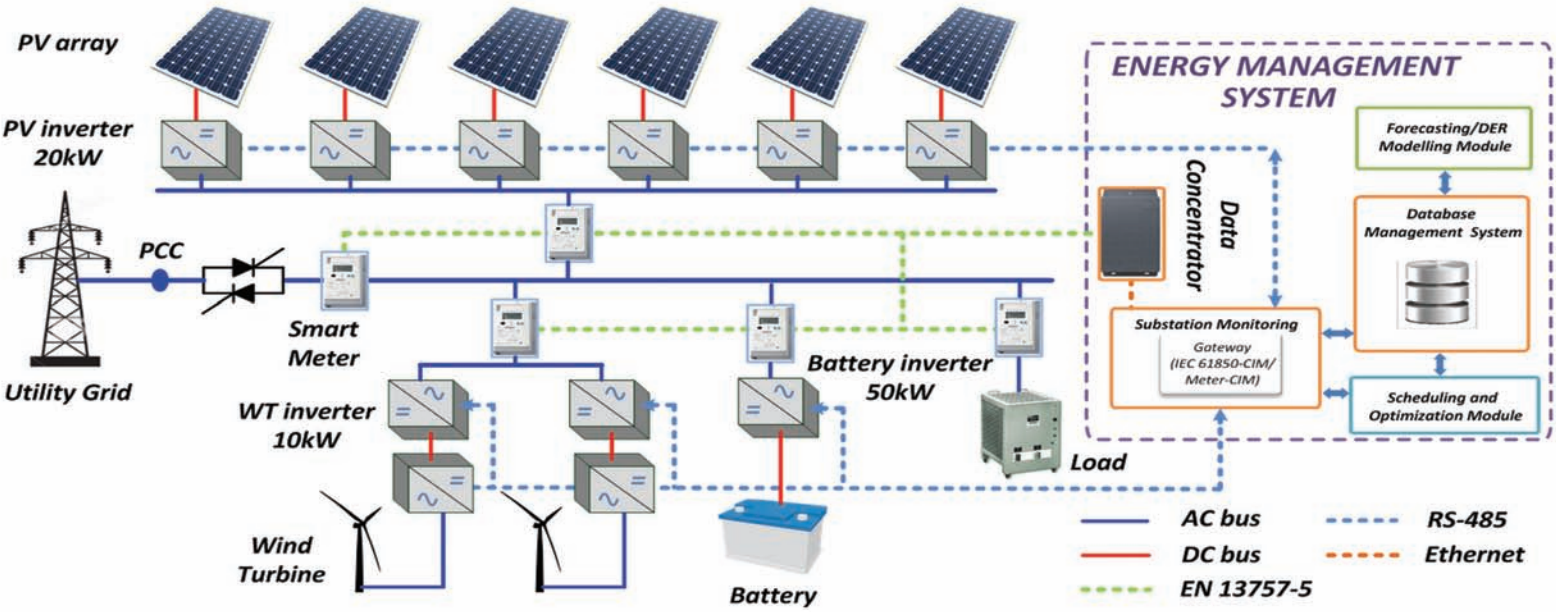


مقایسه کیفیت ولتاژ ریزشبکه‌های DC به‌ازای دو رویکرد کنترل ثانویه متمرکز و توزیع شده

مهدی بهاری‌زاده/ استادیار/ دانشکده مهندسی برق/ واحد خمینی شهر/دانشگاه آزاد اسلامی/ خمینی شهر/ اصفهان–ایران/ baharizadeh@iaukhsh.ac.ir
محمود اسماعیلی/ شرکت توزیع نیروی برق استان چهارمحال و بختیاری/ایران/esmaili_mahmoud@yahoo.com
محمدحسین ارشادی/ استادیار/ دانشکده مهندسی برق/ واحد خمینی شهر/دانشگاه آزاد اسلامی/ خمینی شهر/ اصفهان–ایران/ ershadi@iaukhsh.ac.ir

چکیده

ریزشبکه‌ها به‌عنوان بستر بکارگیری منابع انرژی پراکنده مورد توجه قرار گرفته اند. سیستم‌های توزیع سنتی AC، ظهور ریزشبکه‌های AC را در پی داشته اند. در راستای کاهش هزینه‌ها و تلفات و افزایش قابلیت اطمینان، به‌تازگی سیستم‌های توزیع CD و در پی آن ریزشبکه‌های DC مورد توجه قرار گرفته اند. در این مقاله، کیفیت ولتاژ ریز شبکه‌های DC در حالت عملکرد جزیره‌ای مطالعه می‌شود. در این حالت عملکرد، منابع به‌طور معمول به‌وسیله مشخصه‌های افتی کنترل می‌شوند. در پی استفاده از مشخصه‌های افتی، انحراف ولتاژ ریزشبکه از مقدار نامی رخ می‌دهد. به‌منظور بازیابی ولتاژ از ارتباطات مخابراتی کند در قالب سطح کنترل ثانویه استفاده می‌شود. این سطح کنترل با یکی از دو رویکرد متمرکز و توزیع شده بازیابی ولتاژ را انجام می‌دهد. در این مقاله بازیابی ولتاژ ریزشبکه طی این دو رویکرد مطالعه و تحلیل شده و در پی آن مقایسه آن‌ها ارایه می‌شود. نشان داده می‌شود طی رویکرد متمرکز، نقطه اتصال مشترک کیفیت ولتاژ مطلوبی دارد و طی رویکرد توزیع شده، باس منابع کیفیت مطلوب دارد. به‌منظورتایید نتایج، از شبیه‌سازی زمانی یک ریزشبکه DC کمک گرفته می‌شود.

کلمات کلیدی: ریزشبکه DC، کنترل سلسله مراتبی، استراتژی مشخصه افتی، کنترل اولیه، کنترل ثانویه.

Voltage quality comparison of DC microgrids for centralized and distributed secondary control approaches

Mehdi Baharizadeh/ Department of Electrical Engineering, Khomeinishahr Branch, Islamic Azad University, Khomeinishahr/ Isfahan, Iran/ baharizadeh@iaukhsh.ac.ir
Mahmud esmaeli/ Electricity Distribution Company Chaharmahal and Bakhtiari ,Iran/ esmaili_mahmoud@yahoo.com
Mohammad hosein ershadi/ Department of Electrical Engineering, Khomeinishahr Branch, Islamic Azad University, Khomeinishahr/ Isfahan, Iran/ ershadi@iaukhsh.ac.ir

Abstract:

Microgrids are considered as a platform for the use of distributed energy resources (DERs). The traditional AC distribution systems result in the emergence of AC grids. In order to reduce costs and losses and increase reliability, recently, DC distribution systems and subsequently DC microgrids have been considered. In this paper, the quality of DC voltages during the islanded mode is studied. In this mode, DERs are usually controlled by droop characteristics. In the use of the droop characteristics, the micro grid voltage deviation occurs from a nominal value. For voltage restoration, low band width communications as a part of secondary control are used. This control level, provides voltage restoration with one of two centralized and distributed approaches. In this paper, the voltage restoration with these two approaches is studied and analyzed, and then a comparison is presented. It is shown that for the centralized approach, the point of common coupling has desirable voltage quality and for the distributed approach, DERs buses have desirable voltage quality. For verification, the time domain simulation of a DC microgrid is used.

Keywords:DC microgrids, droop characteristics strategy, hierarchical control, primary control, secondary control

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-11-16]

۱- مقدمه

بـا توجه بـه مشکلات زیسـت محیطی و کاهش منابـع سوخت‌های فسیلـی، تولیـدات پراکنده و به تبع آن مفهـوم ریزشبکه در چندین سـال اخیر مطرح شده اسـت [۱-۲]. ریزشبکه قسمتـی از سیستم توزیـع الکتریکـی است که دست‌کم دارای یک منبـع تولید پراکنده وتعدادی بار وابسته بوده و توانایی ایجاد جزیره‌هایی در سیستم توزیع را داشته باشد. در یک ریزشبکه بارها و منابع تولید پراکنده می‌توانند از سیسـتم قطع یا وصل شوند در شرایطی که کمترین قطعی بار رخ دهد[۱-۴].

شبکه‌هـای توزیع به‌صورت سنتی AC می‌باشنـد. به واسطه افزایش ضریـب نفوذ منابع و بارهای به‌خـودی خود DC، به‌تازگی شبکه‌های توزیـع DC موردتوجه قرارگرفته‌انـد. منابع به‌طور ذاتـیDC، منابع تجدیدپذیری چـون سیستم‌های فتوولتاییک، بـادی و پیل سوختی هستنـد که بیشتر انرژی را به فرم DC فراهم کرده و جهت اتصال به شبکه‌های مرسـوم AC، از یک طبقه اضافی مبدل استفاده می‌کنند. بارهای ذاتـاDC، بارهـای الکترونیکی چون سیستم‌هـای روشنایی، رایانه‌هـا و حتی درایوهای سرعت متغییر هستند که ولتاژ AC شبکه را قبل از استفـاده از طریق یک مبدل،به DC تبدیل می‌کنند[۵-۶]. جایگزینـی شبکه توزیعAC با DC، کاهش یک طبقه مبدل در منابع و بارهـای DC را به همراه خواهـد داشت. این تغییر طی ضریب نفوذ بالای منابع و بارهـای DC، منجر به افزایش بازده و قابلیت اطمینان و کاهش هزینه‌های سیستم قدرت می‌شود. همچنین مباحث مربوط بـه توان راکتیو، فرکانس و اثر پوستی در سیستم‌های DC موضوعیت ندارنـد. انتظار است با این تغییر، بـازده کل سیستم بین ۱۰ تا ۲۲٪ افزایش یابد[۷]. با استفاده از سیستم‌های توزیعDC ریزشبکه‌هایDC تشکیل خواهند شد.

ریزشبکه‌هـا از جمله نوع DC آنها، دو حالت عملکرد متصل به شبکه و جزیـره‌ای دارنـد. در حالت عملکرد جزیره‌ای کـه در این مقاله نیز مـورد توجه است، کنترل ولتاژ ریزشبکه و تقسیم تقاضای توان اکتیو بـر عهده منابع می‌باشد. جهت فراهم کردن این موارد، استراتژی‌های کنترلـی متنوعی وجـود دارد کـه استراتژی مشخصه‌هـای افتی از محبوبیـت بیشتری برخوردار است[۸-۶]. با استفاده از این استراتژی کنترلـی، کل ساختـار کنترلی ریزشبکه به سه سطـح اولیه، ثانویه و ثالثیـه تقسیم می‌شـود[۸]. سطح کنترل اولیـه تحقق مشخصه‌های افتی منابع را بر عهده دارد. سطح کنترل ثانویه که مجهز به ارتباطات مخابراتـی کند است،[۹] وظیفه تکمیل‌کنندگـی برای سطح کنترل اولیـه را برعهده دارد. این سطح کنتـرل بازیابی ولتاژ و بهبود تقسیم تـوان بین منابـع را در حالت جزیره‌ای فراهـم می‌کند. سطح کنترل ثالثیـه هم وظیفه تنظیم تـوان تبادلی ریزشبکه با شبکه‌ی بالا دست طی عملکرد متصل به شبکه را بر عهده دارد[۸-۹].

سطـح کنترل ثانویـه ریزشبکه بر اساس یکـی از دو رویکرد متمرکز یـا توزیع شده عمـل می‌کند. در استراتژی کنتـرل متمرکز پردازش اطلاعات و تصمیمات کنترلی در کنترلر مرکزی انجام می‌پذیرد. و در استراتژی کنترل توزیع شده پردازش اطلاعات بر روی ساختار کنترلی که بر روی منابع تولید پراکنده محقق شده انجام می‌پذیرد[۹].

در ایـن مقالـه دو رویکرد متمرکز و توزیع شـده سطح کنترل ثانویه مطالعـه شده و مقایسه‌ای از جهت توانایـی آنها در بازیابی ولتاژ ارایه می‌شود.

در بخـش دوم مقاله سطـح کنترل اولیه مطالعـه می‌شود. در بخش سـوم نیز ساختار کنتـرل ثانویه و دو رویکرد متمرکـز و توزیع شده آن به بحث گذاشتـه می‌شود. در بخش چهارم نتایج شبیه‌سازی یک ریزشبکه DC نمونه ارایه می‌شود و عملکرد رویکردهای مختلف سطح کنتـرل ثانویه از جهت بازیابی ولتاژ نشـان داده می‌شود. در انتها نیز نتیجه‌گیری ارایه می‌شود.

۲- سطح کنترل اولیه

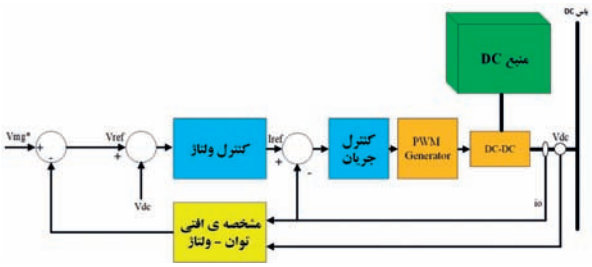
در ایـن سطح، تحقـق مشخصه افتی انجام می‌شـود. مشخصه افتی منبع i ام در رابطه (۱) ارایه شده است[۹].

$$V_{refi} = v^{*}_{mg} - m_i P_{dci} \quad (۱)$$

در این رابطه v^{*}_{mg} ولتاژ نامی ریزشبکه ، P_{dci} توان خروجی منبع و m_i شیـب مشخصه افتی آن می‌باشد. این شیـب برای هر منبع براساس رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$m_i = \frac{v^{*}_{mg} - v_{fl}}{P_{ratedi}} \quad (۲)$$

در رابطـه (۲) ، v_{fl} ولتـاژ ریزشبکه در بار کامـل و P_{ratedi} توان نامی منبـع i ام می‌باشد[۱۰]. این انتخاب شیب مشخصه‌های افتی، تقسیم متناسـب با ظرفیت توان تولیـدی منابع را به همـراه خواهد داشت [۱۱]. در شکـل (۱) ساختار کنترل منبع جهت تحقق مشخصه افتی نشان داده شده است. همان‌طورکه دیده می‌شود، با اندازه‌گیری ولتاژ و جریان محلی منبع، توان تولیدی آن محاسبه می‌گردد. این توان به مشخصه افتی اعمال شده و ولتاژ مرجع منبع استخراج می‌شود. ولتاژ مرجـع هم از طریق حلقه بیرونـی کنترل ولتاژ و حلقه درونی کنترل جریان محقق می‌شود [۷].



شکل ۱: ساختار کنترل اولیه

بـا تحقق مشخصه‌هـای افتی، طی افزایش توان تولیـدی منابع ولتاژ بـاس منابع و در پـی آن ولتاژ در سطح ریزشبکـه کاهش یافته و از مقـدار نامی منحرف می‌شود. این افت ولتاژ یکی از نقاط ضعف روش مشخصه افتی است[۶].

تقسیـم توان اکتیـو نیز بین منابـع به‌صورت دقیق انجـام نمی‌شود کـه ناشـی از خاصیت محلی ولتاژ است. ایـن دو مورد از نقاط ضعف استراتژی مشخصه‌های افتی هستند که به کمک سطح کنترل ثانویه برطرف می‌شوند[۹].

۳- سطح کنترل ثانویه

همان‌طور که در بخش قبل بیان شد در سطح کنترل اولیه مشخصه‌های افتـی محقق می‌شوند[۷]. وجود ایـن مشخصه‌ها به‌خودی‌خود باعث ایجـاد افت ولتاژ در ریزشبکه می‌گردد. سطح کنترل ثانویه به بازیابی انحراف ولتاژ مورد بحـث می‌پردازد. علاوه بر این خطای تقسیم توان را نیز به کمک حلقه‌های کنترل تکمیلی می‌تواند برطرف کند. سطح کنترل ثانویه که مجهز به ارتباطات مخابراتی کند است، براساس یکی از دو استراتـژی متمرکز یا توزیع شده عمـل می‌کند[۹]. در ساختار کنتـرل متمرکز متغییرهای مورد نظر در یـک کنترل‌کننده مرکزی جمع‌آوری شده و سپس پردازش اطلاعات در این کنترل‌کننده صورت

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-11-16]

پذیرفته و بازخورد دستورات کنترلی از طریق ارتباطات مخابراتی کند به تک تک کنترل‌کننده‌های محلی (LCs) ارسال می‌گردد[۱۲]. در حالت کنترل توزیع شده، متغییرهای مورد نظر بین کنترل‌کننده‌های محلی (LCs) رد و بدل می‌شود. سپس متغییرهای اطلاع‌رسانی شده در هر کنترل‌کننده، معیار تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد [۱۴]-[۱۲].

۳-۱-رویکرد متمرکز

شکل (۲) ساختارکنترل ثانویه متمرکز را نشان می‌دهد. در این ساختار، دو حلقه کنترلی مجزا وجود دارد. وظیفه بالایی، بازیابی ولتاژ و پایینی برطرف کردن خطای تقسیم توان است. از آنجا که در این مقاله عملکرد بازیابی ولتاژ مطالعه می‌شود، فقط ساختار کنترل مربوط به آن بررسی می‌شود[۹]. در این ساختار، ولتاژ نقطه اتصال مشترک (PCC)که محل اتصال ریزشبکه با شبکه بالا دست است، توسط ارتباطات مخابراتی ارسال شده، با ولتاژ نامی (v^*_{mg}) مقایسه شده و خطای بدست آمده به کنترل‌کننده PI اعمال می‌شود. مقدار δ_v بدست آمده از خروجی کنترل‌کننده به تمامی منابع تولید پراکنده از طریق لینک ارتباطات مخابراتی کند ارسال می‌گردد. این عملکرد باعث اصلاح عرض از مبدا مشخصه‌ی افتی شده در راستای بازیابی ولتاژ v_{pcc} می‌گردد.

رابطه کنترلی در (۳) ارایه شده است.

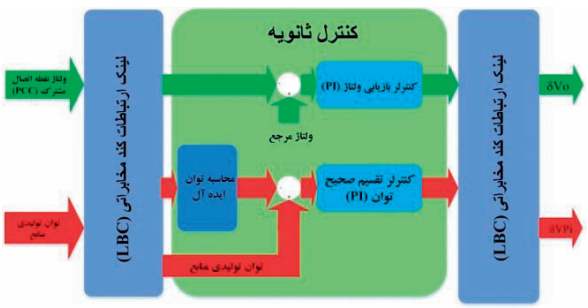
$$\delta_v = kp(v^*_{mg} - v_{pcc}) + ki\int(v^*_{mg} - v_{pcc})dt \qquad (۳)$$

در این رابطه v_{pcc} ولتاژ PCC و kp و ki پارامترهای کنترل‌کننده PI می‌باشند[۱۱].

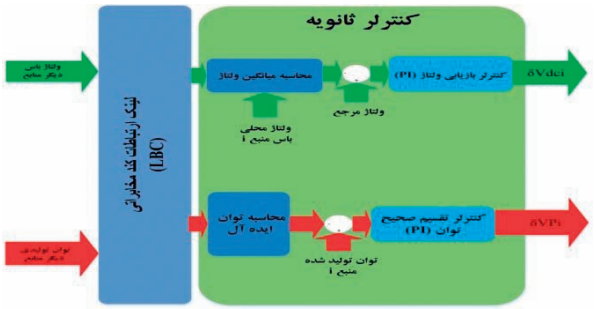
۳-۲-رویکرد توزیع شده

در این نوع کنترل ثانویه، همانند استراتژی متمرکز از ارتباطات مخابراتی کند استفاده می‌شود[۱۳-۱۲]. بر خلاف استراتژی متمرکز که ارتباطات مخابراتی آن بین منابع و کنترل‌کننده مرکزی است، در استراتژی توزیع شده ارتباطات مخابراتی بین هر منبع و کلیه منابع دیگر ریزشبکه است. همچنین در این استراتژی کنترل‌کننده مرکزی وجود ندارد و ساختار کنترل ثانویه بر روی کنترل‌های محلی محقق می شود[۱۳]. شکل (۳) ساختار کنترل ثانویه توزیع شده را نشان می‌دهد. دوباره دو حلقه کنترلی استفاده شده که بالایی مربوط به بازیابی ولتاژ می‌باشد که مورد توجه در این مقاله است.

همان‌طور که دیده می‌شود، ولتاژ باس DC هر منبع تولید پراکنده به‌صورت محلی اندازه‌گیری شده و ولتاژ باس DC دیگر منابع تولید پراکنده از طریق ارتباطات مخابراتی کند به کنترل‌کننده ثانویه موجود بر روی دیگر منابع تولید پراکنده ارسال می‌گردد[۱۲-۱۳]. در کنترل‌کننده ثانویه موجود بر روی هر منبع، مقدار متوسط ولتاژ باس منابع ریزشبکه از رابطه (۴) محاسبه گردیده، با ولتاژ نامی (v^*_{mg}) مقایسه شده، خطای بدست آمده به کنترل‌کننده PI اعمال شده تا مقدار δ_{Vi} به ازاء هر منبع از طریق رابطه (۵) بدست آید[۱۳].



شکل۲ : ساختار کنترل ثانویه متمرکز



شکل۳ : ساختار کنترل ثانویه توزیع شده

$$V_{avei} = \frac{(V_i + \sum_{j\neq i}^{n} V_{jt})}{2} \quad , \; i = 1,2,...,n \qquad (۴)$$

$$\delta_{vi} = kp(v^*_{ref} - V_{avei}) + ki\int(v^*_{ref} - V_{avei})dt \qquad (۵)$$

در روابط (۴) و (۵) ، V_{avei} متوسط ولتاژ منابع محاسبه شده در منبع i ام، V_{jt} ولتاژ ارسال شده منبع j ام از طریق لینک ارتباطات مخابراتی و δ_{vi} تغییرات عرض از مبداء مشخصه افتی منبع i ام می‌باشند. بر این اساس متوسط ولتاژ منابع به مقدار ولتاژ نامی بازیابی می‌شود.

۳-۳- مقایسه کیفیت ولتاژ

یکی از مزیت‌های ریزشبکه، فراهم کردن ولتاژ با کیفیت مطلوب برای مصرف‌کننده‌ها است. همان‌طورکه گفته شد بازیابی ولتاژ به سطح نامی، برعهده سطح کنترل ثانویه می‌باشد. در رویکرد متمرکز (بخش ۳-۱)، کنترل‌کننده ولتاژ PCC را بر مقدار نامی منطبق می‌کند. وجود امپدانس خطوط و افت ولتاژ متناظر با آنها، انحراف ولتاژ دیگر نقاط ریزشبکه از مقدار نامی را در پی دارد. در این شرایط ولتاژ PCC بهترین کیفیت را دارد. در مقابل در رویکرد توزیع شده (بخش ۳-۲)، کنترل‌کننده میانگین ولتاژ باس منابع را بر مقدار نامی منطبق می‌کند. به عبارتی سعی می‌شود ولتاژ باس کلیه منابع در حد امکان به مقدار نامی نزدیک شده و ولتاژ باس منابع کیفیت مطلوب داشته باشند. به‌صورت مشابه افت ولتاژ متناظر با امپدانس خطوط، کاهش کیفیت ولتاژ دیگر بخش‌های ریزشبکه را درپی دارد.

بحث حاضر تایید می‌کند هرچند هر دو رویکرد بهبود کیفیت ولتاژ را در پی دارند، اما در رویکرد متمرکز، ولتاژ PCC کیفیت عالی داشته و در رویکرد توزیع شده ولتاژ باس منابع کیفیت عالی دارند. در این شرایط، برتری وابسته به ساختار ریزشبکه است. در ریزشبکه‌ای که بارهای حساس الکتریکی در PCC یا اطراف آن هستند، رویکرد متمرکز شرایط بهتری را فراهم می‌کند اما در ریزشبکه‌ای که بارهای حساس الکتریکی در باس منابع یا نزدیک آنها هستند، رویکرد توزیع شده شرایط بهتر است.

۴-نتایج شبیه‌سازی

دراین بخش نتایج شبیه‌سازی یک ریزشبکه تست درمحیط نرم‌افزار PSIM ارایه می‌شود. طی این شبیه‌سازی، ریزشبکه مجهز به سطح کنترل اولیه و ثانویه شده است. شکل (۴)ساختارریزشبکه تحت مطالعه را نشان می‌دهد.پارامترهای این ریزشبکه درجدول (۱) ارایه شده است.

در ابتدا ریزشبکه بی‌بار است. در t=4s بار۳ با توان ۲۵ kW وارد می‌شود. درt=10s بار ۱ با توان ۱۲ kW و درt=16s بار ۲ با توان ۱۲ kWوارد می‌شوند. شکل(۵) ولتاژباس‌های ریزشبکه به‌ازای سطح

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-11-16]

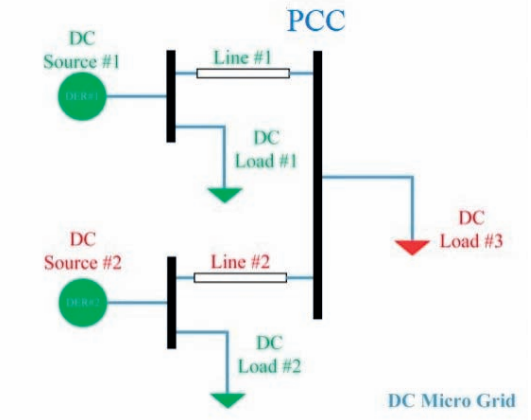
کنتـرل ثانویه متمرکز و شکل (۶) ولتاژ باس‌هـای ریزشبکه به ازای سطـح کنترل ثانویه توزیـع شده را نشان می‌دهـد. همان‌طورکه در هـر دو شکل دیده می‌شود، با اضافه شدن بار، ولتاژدرسطح ریزشبکه افتکـرده که نتیجه عکس‌العمل مشخصه‌هـای افتی منابع به افزایش تولیدتـوان است. سطح کنترل ثانویه هم که سرعت کمتری نسبت به سطح کنترل اولیه دارد در هر دو رویکرد، بازیابی ولتاژ پس از کاهش آن را انجـام داده است. به‌صورت کلی، هر دو رویکرد متمرکز و توزیع شـده موفق به بازیابی ولتاژ شـده اند. در ادامه مقایسه‌ای بین این دو رویکرد از جهت کیفیت ولتاژ ارایه خواهد شد.

همان‌طور که در نتایـج شکل (۵) نشان داده شده است، طی رویکرد متمرکـز ولتـاژ PCC بر مقدار نامی منطبق شـده است. این درحالی اسـت که ولتـاژ باس منابع از مقـدار نامی منحرف شـده اند.رویکرد متمرکـز برای بار ۳ که متصل بـه PCC است، ولتاژ با کیفیت بهتری نسبت به بارهای ۱ و ۲ که متصل به منابع هستند فراهم کرده است. این نتایج با مطالعات بخش ۳-۳ مطابقت دارند.

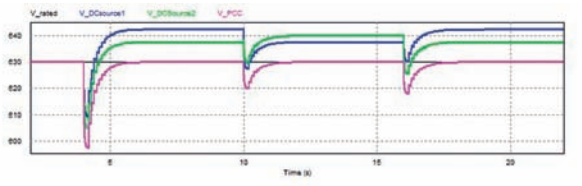
جدول ۱ : پارامترهای ریزشبکه تحت مطالعه

پارامتر	نماد	مقدار
توان نامی منبع ۱	P_{rated1}	۳۰ kW
توان نامی منبع ۲	P_{rated2}	۳۰ kW
ولتاژ نامی منابع	v^{*}_{mg}	۶۳۰ v
ولتاژ منابع در بار کامل	v_{fl}	۵۷۰ v
مقاومت خط ۱	R_{Line1}	۰/۷ Ω
اندوکتانس خط ۱	L_{Line1}	۰/۷ Mh
مقاومت خط ۲	R_{Line2}	۰/۳۵ Ω
اندوکتانس خط ۲	L_{Line2}	۰/۳۵ mH
توان بار اول	P_{load1}	۱۳ kW
توان بار دوم	P_{load2}	۱۰ kW
توان بار سوم	P_{load3}	۲۰ kW
تاخیر ارتباطات	t_{delay}	۱۰۰ ms
ضریب تناسبی کنترل ثانویه متمرکز	k_p	۰/۲۵
ضریب انتگرالی کنترل ثانویه متمرکز	k_i	۱/۷
ضریب تناسبی کنترل ثانویه غیرمتمرکز	k_p	۰/۵
ضریب انتگرالی کنترل ثانویه غیرمتمرکز	k_i	۳/۵

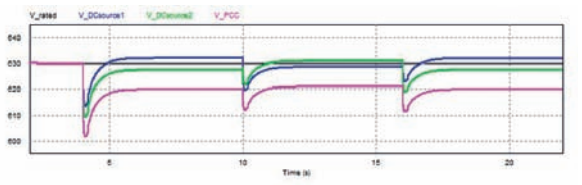
طـی رویکرد توزیع شده که نتایج شبیه‌سـازی آن در شکل (۶) ارایه شـده است، ولتاژ بـاس منابع به مقدار نامی نزدیـک هستند. این در حالـی است که انحراف بزرگی از مقـدار نامی در ولتاژ PCC رخ داده اسـت. رویکرد توزیع شده بـرای بارهای ۱ و ۲ ولتاژ با کیفیت بهتری فراهم کرده که مطابق با مطالعات بخش ۳-۳ می‌باشد.



شکل ۴ : ریزشبکه تحت مطالعه



شکل ۵ : ولتاژ باس‌های ریزشبکه تحت مطالعه به ازای سطح کنترل ثانویه متمرکز



شکل ۶ : ولتاژ باس‌های ریزشبکه تحت مطالعه به ازای سطح کنترل ثانویه توزیع شده

۵- نتیجه‌گیری

در این مقالـه ساختار کنترل ثانویه متمرکز و توزیع شده ریزشبکه‌ها مطالعـه شدنـد. در ساختارکنتـرل ثانویـه متمرکـز، تصمیمات در کنترل‌کننـده مرکزی اخذ شده از طریـق ارتباطات مخابراتی کند به کنترل‌کننده‌های محلی ارسال می‌شود. در ساختار کنترل ثانویه توزیع شده، اطلاعات منابع از طریق لینک مخابراتی کند به دیگر منابع تولید پراکنده ارسال شده و هر منبـع به‌صورت مستقل تصمیمات کنترلی را اتخـاذ می‌نماید. به‌صورت کلی هر دو ساختار موفق به بازیابی ولتاژ می‌شوند. براساس مطالعات انجام شده، رویکرد متمرکز ولتاژ PCC را بر مقدار نامی منطبق می‌کند. این درحالی است که امپدانس خطوط انحـراف ولتاژ دیگـر نقاط ریزشبکه از مقدار نامـی را در پی دارد. در مقابـل رویکرد توزیع شده، میانگین ولتاژ باس منابع را بر مقدار نامی منطبـق می‌کند. بـه عبارتی ولتاژ باس منابـع کیفیت مطلوب دارند. امپدانس خطوط نیز کاهش کیفیت ولتاژ دیگر بخش‌های ریزشبکه را درپـی دارد. در انتها گفته می‌شود در ریزشبکه‌ای که بارهای حساس الکتریکی در PCC یا اطراف آن هستند، رویکرد متمرکز شرایط بهتری را فراهم می‌کند امـا در ریزشبکه‌ای که بارهای حساس الکتریکی در باس منابع یـا نزدیک آنها هستند، رویکرد توزیع شده شرایط بهتر را فراهم می‌کند.

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-11-16]

ادامه از صفحه ۱۵

Karthikeyan, P. (2015, July). Underwater Image Enhancement and Edge Detection. In National Conference on» Mechatronics-Technologies and Future Challenegs».
[8] Boffety, M., Galland, F., & Allais, A. G. (2012). Color image simulation for underwater optics. Applied optics, 51(23), 5633-5642.
[9] Zhao, X., Jin, T., & Qu, S. (2015). Deriving inherent optical properties from background color and underwater image enhancement. Ocean Engineering, 94, 163-172.
[10] Jaffe, J. S. (1990). Computer modeling and the design of optimal underwater imaging systems. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 15(2), 101-111.
[11] Riaz, I., Yu, T., Rehman, Y., & Shin, H. (2016). Single image dehazing via reliability guided fusion. Journal of Visual Communication and Image Representation, 40, 85-97.
[12] Sahu, P., Gupta, N., & Sharma, N. (2014). A survey on underwater image enhancement techniques. International Journal of Computer Applications, 87(13).
[13] Li, Y., Lu, H., Li, J., Li, X., Li, Y., & Serikawa, S. (2016). Underwater image de-scattering and classification by deep neural network. Computers & Electrical Engineering, 54, 68-77.
[14] Xie, B., Guo, F., & Cai, Z. (2010, October). Improved single image dehazing using dark channel prior and multi-scale Retinex. In Intelligent System Design and Engineering Application (ISDEA), 2010 International Conference on (Vol. 1, pp. 848-851). IEEE.
[15] Bianco, G., Muzzupappa, M., Bruno, F., Garcia, R., & Neumann, L. (2015). A new color correction method for underwater imaging. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 40(5), 25.
[16] Ghani, A. S. A., & Isa, N. A. M. (2017). Automatic system for improving underwater image contrast and color through recursive adaptive histogram modification. Computers and electronics in agriculture, 141, 181-195.
[17] Chiang, J. Y., & Chen, Y. C. (2012). Underwater image enhancement by wavelength compensation and dehazing. Image Processing, IEEE Transactions on, 21(4), 1756-1769.
[18] Block, M., Gehmlich, B., & Hettmanczyk, D. (2017). Automatic underwater image enhancement using improved dark channel prior. Studies in Digital Heritage, 1(2), 566-589.
[19] Sathya, R., Bharathi, M., & Dhivyasri, G. (2015, February). Underwater image enhancement by dark channel prior. In Electronics and Communication Systems (ICECS), 2015 2nd International Conference on (pp. 1119-1123). IEEE.
[20] Ma, J., Fan, X., Yang, S. X., Zhang, X., & Zhu, X. (2017). Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization Based Fusion for Underwater Image Enhancement. Preprints, (March), 127.
[21] Peng, Y. T., Cao, K., & Cosman, P. C. (2018). Generalization of the Dark Channel Prior for Single Image Restoration. IEEE Transactions on Image Processing, 27(6), 2856-2868.
[22] Ghani, A. S. A., & Isa, N. A. M. (2014). Underwater image quality enhancement through composition of dual-intensity images and Rayleigh-stretching. SpringerPlus, 3(1), 757.
[23] Li, X., Hu, H., Zhao, L., Wang, H., Yu, Y., Wu, L., & Liu, T. (2018). Polarimetric image recovery method combining histogram stretching for underwater imaging. Scientific reports, 8(1), 12430.
[24] Galdran, A., Pardo, D., Picón, A., & Alvarez-Gila, A. (2015). Automatic Red-Channel underwater image restoration. Journal of Visual Communication and Image Representation, 26, 132-145.
[25] Li, C. Y., Guo, J. C., Cong, R. M., Pang, Y. W., & Wang, B. (2016). Underwater image enhancement by dehazing with minimum information loss and histogram distribution prior. IEEE Transactions on Image Processing, 25(12), 5664-5677.
[26] Yao, B., & Xiang, J. (2018, June). Underwater image dehazing using modified dark channel prior. In 2018 Chinese Control And Decision Conference (CCDC) (pp. 5792-5797). IEEE.
[27] Fan, Y., Wang, S., Yu, T., & Hu, B. L. (2018, December). Underwater image enhancement algorithm based on RGB channels histogram equalization. In Optical Sensing and Imaging Technologies and Applications (Vol. 10846, p. 108460G). International Society for Optics and Photonics.
[28] Yao, Z., Zhou, Q., Yang, X., Yang, C., & Lai, Z. (2016, October). Quadrants Histogram Equalization with a Clipping Limit for image enhancement. In Wireless Communications & Signal Processing (WCSP), 2016 8th International Conference on (pp. 1-5). IEEE
[29] He, K., Sun, J., & Tang, X. Single image haze removal using dark channel prior. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 33(12), 2341-2353.2011.
[30] Agaian, S. S., Panetta, K., & Grigoryan, A. M. (2000, September). A new measure of image enhancement. In IASTED International Conference on Signal Processing & Communication pp. 19-22
[31] Fang, Y., Ma, K., Wang, Z., Lin, W., Fang, Z., & Zhai, G. (2015). No-reference quality assessment of contrast-distorted images based on natural scene statistics. IEEE Signal Processing Letters, 22(7), 838-842

***

مراجع

[1] H.Lasseter, Robert, And P.Paigi. "Microgrid: A Conceptual Solution." In Power Electronics Specialists Conference, 2004. PESC 04. 2004 IEEE 35th Annual, VOL. 6, Pp. 4285-4290. IEEE, 2004.
[2]N.,Hatziargyriou, H. Asano, R. Iravani, and C.Marnay, Microgrids. IEEE power and energy magazine, 5(4), pp.78-94.2007
[3]F. Katiraei, and M.R.Iravani. “Power management strategies for a microgrid with multiple distributed generation units.” IEEE transactions on power systems 21, no. 4 (2006): 1821-1831.
[4] I. Sadeghkhani, M.E.HamedaniGolshan, J. M. Guerrero, and A.Mehrizi-Sani. "A current limiting strategy to improve fault ride-through of inverter interfaced autonomous microgrids." IEEE Transactions on Smart Grid 8, no. 5 (2017): 2138-2148.
[5]M.Baharizadeh, H.R. Karshenas, and J. M. Guerrero. "An improved power control strategy for hybrid AC-DC microgrids." International Journal of Electrical Power & Energy Systems 95 (2018): 364-373.
[6] Anand, S., Fernandes B. G., “Reduced-Order Model and Stability Analysis of Low-Voltage DC Microgrid,” IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 60, no. 11, pp. 5040-5049, Nov. 2013.
[7] Chen, D., Xu, L., “Autonomous DC Voltage Control of a DC Microgrid withMultiple Slack Terminals,” IEEE Transactions on Power Systems, vol. 27, no. 4, pp. 1897-1905, Nov. 2012.
[8] J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, J.Matas, L. García de Vicuña, and M. Castilla,” Hierarchical Controlof Droop-Controlled AC and DC Microgrids A General Approach Toward Standardization”, Industrial Electronics, 2009. IECON ‘09. 35th Annual Conference of IEEE, 3-5 Nov. 2009
[9] T. Dragičević, X. Lu, J. C. Vasquez, and J. M. Guerrero. “DC microgrids Part I: A review of control strategies and stabilization techniques.” IEEE Transactions on power electronics 31, no. 7 (2016): 4876-4891.
[10] Q.Shafiee, T.Dragicevic, J. C. Vasquez, and J. M. Guerrero,” A Novel Robust Communication Algorithm for Distributed Secondary Control of Islanded MicroGrids”, Systems, Signals & Devices (SSD), 2014 11th International Multi-Conference on,11-14 Feb. 2014
[11] Q. Shafiee, T.Dragičević, J. C. Vasquez, and J. M. Guerrero. “Hierarchical control for multiple DC-microgrids clusters.” IEEE Transactions on Energy Conversion29, no. 4 (2014): 922-933.
[12] Q.Shafiee, ;J. M.Guerrero, J. C. Vasquez,” Distributed Secondary Control for Islanded MicroGrids A Novel Approach”, Power Electronics, IEEE Transactions on (Volume:29 , Issue: 2), 23 April 2013
[13] X. Lu, J. M. Guerrero, K. Sun, and J.C. Vasquez, “An Improved Droop Control Method for DC Microgrids Based on Low Bandwidth Communication With DC Bus Voltage Restoration and Enhanced Current Sharing Accuracy” ,IEEE Transactions on Power Electronics, VOL. 29, NO. 4, APRIL 2014
[14] Q.Shafiee; Č. Stefanović; T.Dragičević; P.Popovski; J. C. Vasquez; J. M. Guerrero “Robust Networked Control Scheme for Distributed Secondary Control of Islanded Microgrids” IEEE Transactions on Industrial Electronics, VOL. 61, NO. 10, OCTOBER

***

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-11-16]