سنکرون‌سازی ولتاژ تولیدات پراکنده در هنگام تغییر وضعیت از حالت جزیره‌ای به حالت اتصال به شبکه

وحید انتظام*[۱]، محسن صنیعی[۲]

*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول؛entezam.vahid64@gmail.com
۲- استادیار، گروه مهندسی برق، دانشگاه شهید چمران اهواز؛ m.saniei@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۰

چکیده: در این مقاله یک طرح کنترلی برای عملکرد در حالت متصل به شبکه و در حالت جزیره‌ای برای تولیدات پراکنده، ارائه داده است. در شرایط نرمال، هر سیستم اینورتر DG در ریز شبکه‌ها به منظور تامین توان از پیش تعیین شده به طور معمول در یک حالت کنترل جریان ثابت کار می‌کند. زمانی که ریزشبکه‌ها از شبکه جدا می‌شوند، هرسیستم اینورتر DG باید شرایط جزیره‌ای بودن را تشخیص دهد و باید به حالت کنترل ولتاژ تغییر وضعیت پیدا کند. در این وضعیت ریزشبکه‌ها ولتاژ ثابتی را برای بار محلی تامین می‌کنند. در این مقاله یک الگوریتم سنکرون‌سازی برای اتصال دوباره به شبکه ارائه داده است. نتایج این روش با شبیه سازی DG، شبکه، کنترلرها و حالت جزیره ای آن‌ها در سیمولینک متلب ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: تولیدات پراکنده، اتصال مجدد شبکه، عملکرد جزیره ای، سنکرون‌سازی

۱- مقدمه

جزیره‌ای شدن حالتی است که در آن ریزشبکه‌ها یا قسمتی از شبکه قدرت که شامل بار و تولیدات پراکنده (DG) است از بقیه سیستم جدا شده و به عملکرد خود ادامه می‌دهد[1-4]. با افزایش رقابت میان شرکت‌های برق برای ایمنی بیشتر مشتریان، فشار بر ارائه‌ی کیفیت بهتر و قابلیت اطمینان یک شبکه‌ی خدماتی با کیفیت بالا و بدون قطعی برق از طرف شرکت‌های صنعتی بیشتر احساس می‌شود[5,6].

در حین عملکرد متصل به شبکه، هر سیستم DG بطور معمول توان از پیش تعیین شده را برای شبکه تأمین می‌کنند که در واقع همان حالت کنترل جریان در سنکرون شدن مستقیم با شبکه است [7-11]. هنگامی که ریزشبکه از شبکه اصلی جدا می‌شود، هر سیستم DG شرایط جزیره‌ای شدن را تشخیص می‌دهد و برای تولید ولتاژ ثابت برای بارهای منطقه‌ای به حالت کنترل ولتاژ تغییر وضعیت می‌دهد[12-14].

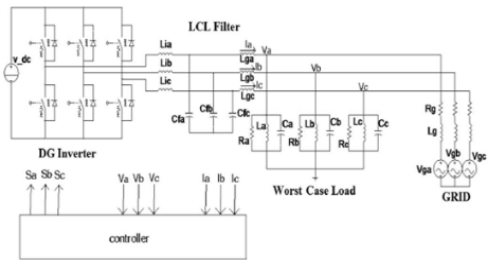
این مقاله به بیان یک طرح کنترلی می‌پردازد که برای اجرای عملیات‌های متصل به شبکه و جزیره‌ای شدن در ریزشبکه‌ها استفاده شده است. روش شرح داده شده دو الگوریتم کنترلی را ارائه می‌دهد که یکی برای عملکرد اتصال به شبکه و دیگری برای عملکرد در حالت جزیره‌ای می‌باشد.

۲-کنترل کننده‌ها

مدار اصلی در شکل (۱) نشان داده شده است. این سیستم شامل یک منبع DC و یک اینورتر بین شین DC، سه فاز AC و فیلتر LCL می‌باشد که انرژی را انتقال داده و بین مصرف کننده‌ها توزیع می‌کند. کنترلر، خروجی ثابتی را برای DG تأمین می‌کند و ولتاژ را در نقطه‌ی معمول کوپلینک (اتصال PCC) قبل و بعد از قطع برق نگه می‌دارد. در شرایط نرمال، برای اینکه هر DG در ریز شبکه‌ها بتواند توان از پیش تعیین شده را برای شبکه تامین کند، بطور معمول در حالت کنترل

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.1.6.5]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 2-No. 1- spring 2013

جریان ثابت کار می‌کند. وقتی که ریزشبکه از شبکه اصلی جدا می‌شود، هر سیستم اینورتر DG باید شرایط جزیره‌ای را تشخیص و به حالت کنترل ولتاژ تغییر وضعیت دهد. در این حالت ریزشبکه‌ها یک ولتاژ ثابت را برای بار منطقه‌ای تامین می‌کنند.[15]



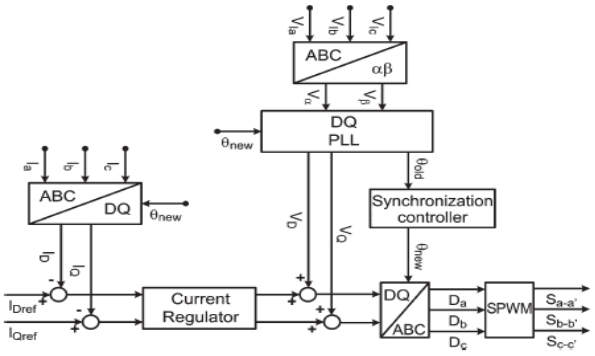
شکل (۱): دیاگرام DG متصل به شبکه[15]

۲-۱-حالت عملکرد اتصال به شبکه

در حالت متصل به شبکه ولتاژ خروجی انورتر همان ولتاژ شبکه می‌باشد. در این حالت نیازی به فرمان در کنترل اینورتر نمی‌باشد زیرا ولتاژ توسط شبکه تامین می‌شود. در صورت افزایش بار در این حالت افت ناچیز ولتاژ در باس بارها بوجود می‌آید. در چنین شرایطی روش کنترل اینورتر همان روش کنترل جریان می‌باشد. جهت شارش توان بین شبکه و نقطه PCC به توان تولیدی DG و بارهای محلی بستگی دارد. اگر افت ولتاژ به میزانی باشد که DG نتواند از عهده تغذیه آن برآید شبکه نیز در تامین آن کمک می‌کند. در حالت عملکرد متصل به شبکه، کنترلر نشان داده شده در شکل (۱) بیرای تامین جریان خروجی طراحی شده است.

یک PLL برای تعیین فرکانس و زاویه مرجع نقطه PCC استفاده می‌شود. یک مسئله مهم در حالت عملکرد متصل به شبکه که باید مورد ملاحظه قرار گیرد، سنکرون کردن با ولتاژ شبکه است. برای عملکرد در ضریب قدرت واحد، مهم است که سیگنال مرجع جریان شبکه با ولتاژ شبکه هم فاز باشد. سنکرون کردن شبکه با استفاده از PLL انجام می‌شود. شکل (۲) طرح کنترلی جریان استفاده شده را نشان می‌دهد. هنگامیکه از کنترلر جریان استفاده می‌شود، جریان خروجی از فیلتر که توسط تبدیل پارک به فرم سنکرون تبدیل شده و در مقدار DC تنظیم شده است، دوباره تغذیه شده و با جریان مرجع I_{DRef} و I_{ORef} مقایسه می‌شود.

این اختلاف جریان ناشی از مقایسه، باعث خطا در جریانی می شود که از تنظیم کننده‌ی جریان گذشته تا بتواند ولتاژ مرجع را برای مبدل تولید کند. برای رسیدن به پاسخ دینامیکی مناسب، V_{DQ}باید بطور رو به جلو تغذیه شود. تغذیه رو به جلو برای جبران اختلالی که در ولتاژ ترمینال اینورتر وجود دارد استفاده می‌شود.

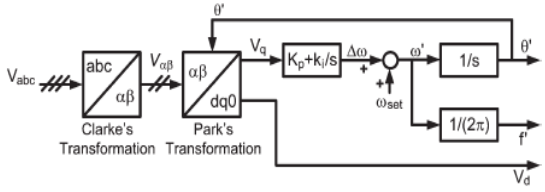


شکل (۲): بلوک دیاگرام اینورتر کنترل جریان[16]

ولتاژ مرجع در حالت DC با تبدیل معکوس پارک به فرم ساکن تغییر وضعیت می‌دهد و به صورت ولتاژ فرمان در تولید ولتاژهای پالس پهن فرکانس بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۲-تشخیص حالت جزیره‌ای

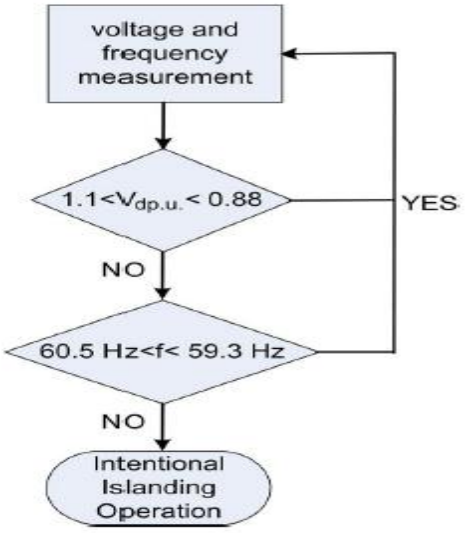
به محض اینکه ریز شبکه از شبکه اصلی جدا شود باید سیستم DG از حالت متصل به شبکه به حالت جزیره‌ای تغییر وضعیت دهد. این تشخیص با استفاده از DQ-PLL بدست می‌آید که شامل تبدیل کلارک، تبدیل پارک، تنظیم کننده PI و یک ایجادکننده‌ی وقفه می‌باشد. در شکل (۳)، DQ-PLL نشان داده شده است.



شکل (۳): ساختار DQ-PLL [17]

تنظیم‌کننده PI برای کنترل این متغیر استفاده می‌شود و خروجی این تنظیم کننده فرکانس شبکه است. علاوه بر فرکانس، DQ-PLL توانایی اندازه‌گیری سیگنال‌های ورودی مانند اندازه ولتاژ شبکه را دارد. این دو پارامتر در الگوریتم تشخیص جزیره‌ای تغییر ولتاژ کوپل با تغییر فرکانس که از روش‌های پسیو می‌باشد، استفاده می‌شوند. سپس الگوریتم، یک سیگنال برای تغییر وضعیت اینورتر به کنترلر ارسال می‌کند. این الگوریتم در شکل (۴) نشان داده شده است.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.1.6.5]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 2-No. 1- spring 2013

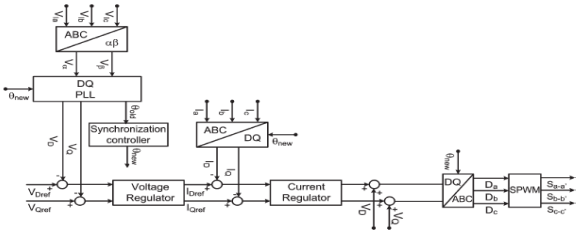


شکل (۴): الگوریتم تشخیص جزیره ای[18]

با تشخیص وضعیت جزیره‌ای، تغییرات آنی ولتاژ و فرکانس باعث ایجاد وضعیت بحرانی می‌شوند.

۲-۳-عملکرد در حالت جزیره‌ای

کنترل حلقه بسته ولتاژ برای عملکرد جزیره‌ای در شکل (۵) نشان داده شده است. کنترلر همانند تنظیم‌کننده ولتاژ برای جبران جریان عمل می‌کند. کنترلر برای تولید جریان مرجع تنظیم جریان از جبران سازهای ولتاژ استفاده می‌کند.



شکل (۵): بلوک دیاگرام اینورتر کنترل ولتاژ [8]

همانطور که نشان داده شد، ولتاژهای بار (V_D,V_Q) باید با استفاده از جبران کننده PI به سطح مرجع خود باز گردند. خروجی این جبران کننده (I_{DRef},I_{QRef}) با جریان بار (I_D,I_Q) مقایسه می‌شود و اختلاف آن به تنظیم کننده جریان تزریق می‌شود. خروجی جبران کننده جریان به عنوان سیگنال مرجع ولتاژ به مدلاتور پالس پهن سینوسی برای تولید سیگنال‌های بهره فرکانس بالا و کنترل اینورتر منبع ولتاژ سه فاز داده می‌شود.

حلقه جریان با جبران سازی سریع تغییرات در ولتاژهای بار، باعث پایداری سیستم و بهبود پاسخگویی دینامیکی می‌شود. برای رسیدن به پاسخ دینامیکی بهتر، V_{DQ} باید به صورت رو به جلو تغذیه شود.

این بدان دلیل انجام می‌شود که ترمینال ولتاژ اینورتر بصورت اختلال رفتار می‌کند و تغذیه رو به جلو برای جبران سازی آن استفاده می‌شود.

۲-۴-سنکرون کردن شبکه دوباره متصل شده

وقتی که شبکه دوباره متصل می‌شود، گذر از حالت جزیره‌ای به حالت متصل به شبکه شروع می‌شود.

عوامل بوجود آمده از سنکرون نشدن قبل از اتصال به شبکه مشکلات متعددی را ایجاد می‌کند. پیامدهای ناشی از اختلاف فاز بین دو ولتاژ در هنگام اتصال DG به شبکه عبارتند از:

اگر DG یک ژنراتور گردان باشد، ممکن است در معرض گشتاور شدید الکترومغناطیسی قرار بگیرد. این گشتاور یک خطر اساسی برای تجهیزات بشمار می‌رود.

در صورت اختلاف فاز ممکن است یک اضافه ولتاژ ناگهانی و گذرای شدید بر روی فیدر بیفتد.این اضافه ولتاژ به مصرف‌کننده‌های متصل به فیدر نیز آسیب می‌رساند.

ترانسفورماتورها و موتورهای متصل به فیدری که از خارج از فاز بسته شده است، ممکن است جریان‌های هجومی مغناطیسی خیلی بیشتر از حالت معمول را تجربه کند. از آن جا که این جریان‌های هجومی به صورت همزمان در تمام دستگاه‌ها و ماشین‌های مغناطیسی ظاهر خواهند شد، ممکن است موجب عملکرد نامناسب بریکرها و فیوزها هم در سمت مصرف‌مکننده و هم در سمتDG و شبکه شوند.

تغییر ناکهانی در زاویه فاز ولتاژ موجب ایجاد گشتاورهای مکانیکی غیر طبیعی بر روی موتورها و بارهای مکانیکی آن‌ها می‌شود. این مسئله منجر به بروز خرابی در بارهای شبکه و DG خواهد شد.

برای اجتناب از حالت گذرای شدید در اتصال دوباره به شبکه، ولتاژ DG مجبور به سنکرون شدن با ولتاژ شبکه است. DG در حالت جزیره‌ای عمل می‌کند تا زمانی که هر دو سیستم بطور کامل سنکرون شود. زمانی که ولتاژ DG با ولتاژ شبکه سنکرون می‌شود و DG مجددا به شبکه متصل می‌شود، کنترلر از حالت کنترل ولتاژ به حالت کنترل جریان تغییر وضعیت پیدا می‌کند. سنکرون کردن با اجرای الگوریتم زیر بدست می‌آید.

۱-فرض می‌شود که تفاوت فاز بین شبکه و ولتاژ اینورتر از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\theta =< V_G - < V_I \qquad (۱)$$

۲- به منظور بدست آوردن مقدار θ، از دو نمونه ولتاژ استفاده می‌شود.

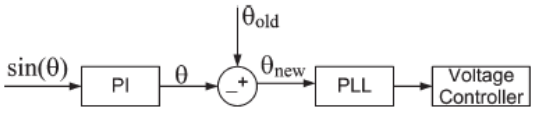
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.1.6.5]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 2-No. 1- spring 2013

$$K = V_{Ia}V_{Ga} + V_{Ib}V_{Gb} + V_{Ic}V_{Gc} = \frac{3}{2}[cos(\theta)] \quad (۲)$$

$$g = V_{Ia}V_{Gb} + V_{Ib}V_{Gc} + V_{Ic}V_{Ga} = \frac{3}{4}\left[-cos(\theta) + \sqrt{3}\sin(\theta)\right] \quad (۳)$$

شکل (۶) نشان می‌دهد که چگونه از Sinθ برای بدست آوردن زاویه فازجدید ولتاژ در شبکه و مبدلهای سنکرون شده استفاده می‌شود.

$$\sin(\theta) = \frac{\frac{4}{3}g + \frac{2}{3}k}{\sqrt{3}} \quad (۴)$$



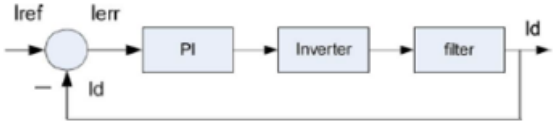
شکل (۶): کنترلر سنکرون‌سازی[8]

همانطور که گفته شد؛ روش های کنترلی به دو نوع کنترل ولتاژ و جریان تقسیم می شوند.این دو روش کنترلی به حالت عملکرد سیستم بستگی دارند. برای تعیین پایداری هر دو کنترلر تابع های انتقال آن‌ها را باید تعیین کرد.

۳-کنترل پایداری تابع انتقال

۳-۱-تابع انتقال کنترل جریان

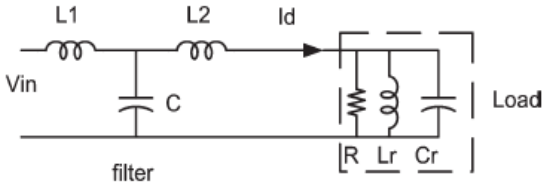
بلوک دیاگرام کنترلر جریان در شکل (۷)نشان داده شده است.کنترل کننده PI یک سیگنال که متناسب با انتگرال زمان کنترلر است را تولید می کند.



شکل (۷): بلوک دیاگرام اینورتر کنترل جریان[8]

$$C(s) = Kp + \frac{K_I}{S} \quad (۵)$$

در اینجا K_p بهره نسبی است و K_i بهره کامل. اینورتر زمان گذر پایه یا مرجعی ندارد، بنابراین به عنوان یک مدل ایده‌آل مطرح می‌شود. این مدل ایده‌آل با رابطه G (S)=1 نشان داده می‌شود. شکل مدار در شکل (۸) نشان داده شده است. این مدار شامل یک فیلتر LCL و بارهای موازی RLC است. تابع مبدل پایه را می‌توان به شکل زیر بیان کرد:



شکل (۸): فیلتر LCL و بار RCL موازی[8]

$$\frac{I_d}{Vin} = \frac{\frac{1}{s_C}}{\left(\frac{1}{s_C} + SL_2 + R//SLr//\frac{1}{SCr}\right).Ztotal} \quad (۶)$$

که در اینجا

$$Z_{TOTAL} = SL_1 + \frac{1}{SC}//SL_2 + R//SL_R//\frac{1}{SC_R} \quad (۷)$$

با استفاده از معادله‌های (۵و۶و۷) تابع اینورتر کنترل جریان در معادله(۸)بدست می‌آید، که در پایین نشان داده شده است.

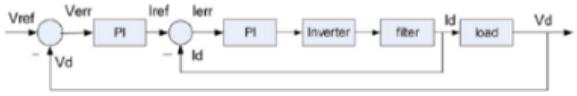
$$T(s) = \frac{s^4 + 8.72\times10^3 s^2 + 6.51\times10^7 s + 4.03\times10^9}{s^5 + 9.46\times10^3 s^3 + 1.46\times10^8 s^2 + 3.31\times10^{11} s + 3.22\times10^{12}} \quad (۸)$$

$$(L_{1=1MH}, L_{2=0.5MH}, C_{=31\mu F}, R_{=4.33}, L_{3=4.584MH}, C_{r=1.535MF}, Kp_{=0.8}, Ki_{=50},)$$

با استفاده از فرمول (۸) می‌توان دید که مطابق با نظریه کنترل سیستم، پایدار است

۳-۲-تابع انتقال کنترل ولتاژ

حلقه بسته ولتاژ برای عملکرد جزیره‌ای در شکل (۹) نشان داده شده است. تابع تبدیل این سیستم کنترلر ولتاژ فرمول (۹) است که در پایین نشان داده شده است



شکل (۹): بلوک دیاگرام اینورتر ولتاژ کنترل شده.[8]

$$T(s) = \frac{s^4 + 8.79\times10^3 s^3 + 6.56\times10^7 s^2 + 8.06\times10^9 s + 6.45\times10^7}{s^5 + 1.42\times10^4 s^4 + 1.46\times10^8 s^3 + 6.44\times10^{11} s^2 + 3.49\times10^{13} s + 2.79\times10^{11}} \quad (۹)$$

$$(L_{1=1MH}, L_{2=0.5MH}, C_{=31\mu F}, R_{=4.33}, L_{3=4.584MH}, C_{r=1.535MF}, KP_{1=0.8}, KI1_{=50}, KP_{2=1.24}, KI2_{=0.02})$$

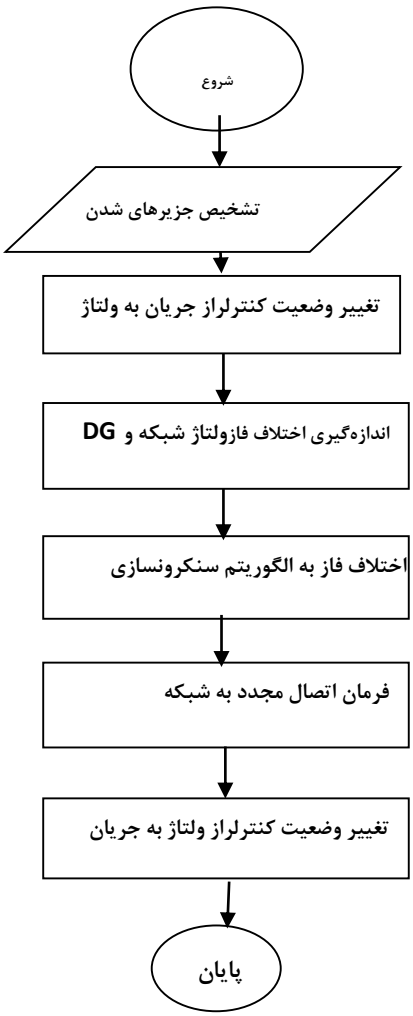
می‌توان دید که در فرمول (۹) نیز سیستم براساس نظریه کنترل، پایدار است

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.1.6.5]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 2-No. 1- spring 2013

۴- فلوچارت پیشنهادی

همانطور که در فلوچارت زیر نشان داده شده است، با توجه به راه‌های تشخیص جزیره الکتریکی، حالت عملکرد DG مشخص می‌شود. پس از تشخیص شرایط جزیره ای و در واقع اطلاع از قطع شبکه اصلی، کنترلر DG در جهت سنکرون سازی ولتاژ پیش از اتصال مجدد شبکه، مجبور به تغییر وضعیت از کنترلر جریان به کنترلر ولتاژ می‌باشد.

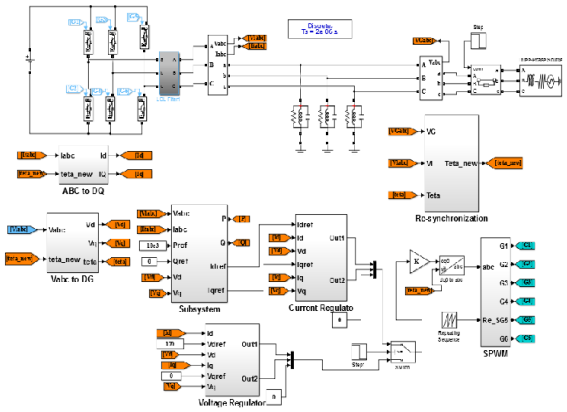
تا زمانی که فرمان اتصال مجدد به شبکه داده نشده، کنترلر در وضعیت کنترل ولتاژ باقی می‌ماند. با اعمال فرمان وصل مجدد و در مرحله بعد همانطور که در این فصل دیدیم، اختلاف فاز بین ولتاژ شبکه و DG محاسبه شده و به الگوریتم سنکرون سازی اعمال می‌شود. این الگوریتم با سنکرون کردن ولتاژ DG شرایط را برای وصل دوباره شبکه مهیا می‌کند و پس از وصل مجدد شبکه کنترلر به وضعیت قبلی خود که کنترلر جریان می‌باشد برمی گردد.



شکل(۱۰): فلوچارت الگوریتم پیشنهادی

۵- نتایج شبیه سازی

در این بخش به شبیه‌سازی یک سیستم DG متصل به یک شبکه نیاز می‌باشد. بدین منظور شکل کلی شبیه‌سازی در محیط Simulink-MATLAB به صورت شکل (۱۱) نشان داده شده است.



شکل (۱۱): مدل شبیه‌سازی DG و سیستم کنترل

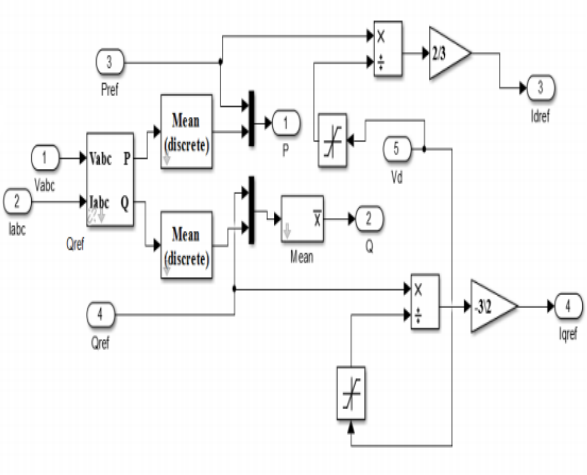
در این شکل از یک منبع DC و یک سیستم اینورتر به عنوان DG استفاده شده است که از طریق یک سوئیچ به یک شبکه سه فاز متصل شده است. همچنین از سه شاخه RLC به عنوان بار محلی استفاده شده است. در این شبیه‌سازی از دو مد کنترلی استفاده شده است که یکی به منظور کنترل جریان در هنگام متصل بودن DG به شبکه می‌باشد و دیگری کنترل ولتاژی می‌باشد که به هنگام جدا شدن ازشبکه فعال می‌شود.

اطلاعات المان‌های مذکور در فصل سوم که در این شبیه‌سازی استفاده شده‌اند، به صورت زیر می‌باشد:

1) Switching frequency : f_s: 10 kHz;
2) Output frequency: 60 Hz;
3) Filter inductor L_i: 1 MH;
4) Filter inductor L_L: 0.5 MH;
5) Filter inductor C_f: 31 μ F;
6) dc-link voltage V_{dc}: 400 V;
7) output phase voltage $V_{01\varphi}$: 120 Vrms;
8) output capacity: 10 KW

ولتاژهای سه فاز بار و شبکه به یک واحد Re-synchronization داده شده تا θ را به منظور استفاده در بخش تبدیل PQ، به دست آورد. ولتاژ و جریان‌های سه فاز بار به حالت DQ تبدیل می‌شوند. پس از مشخص شدن مقادیر I وV در تبدیل PQ، مقادیر I_{Dref} و I_{Qref} به صورت زیر محاسبه می‌شوند.

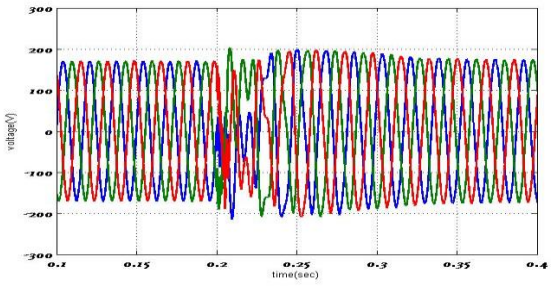
[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.1.6.5]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 2-No. 1- spring 2013
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]



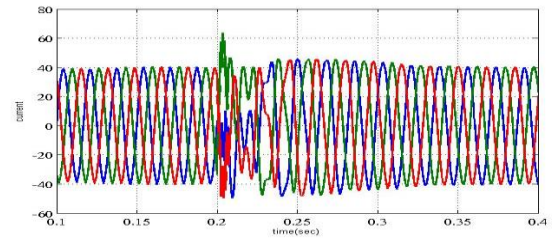
شکل (۱۲): بلوک محاسبه Idref و Iqref

حال با بسته بودن هر دو سوئیچ DG به شبکه متصل بوده و سیستم کنترلی جریان برقرار است. وقتی DG از شبکه جدا می‌شود، همزمان سوئیچ پایین از مد کنترل جریان به مد کنترل ولتاژ می‌رود. ولتاژ خروجی از هر یک از این دو کنترل کننده در واحد SPWM با سیگنال مرجع مقایسه شده و فرمان مورد نیاز را به تریستورهای اینورتر می‌دهد. واحد SPWM در شکل زیر نشان داده شده است.

ابتدا حالتی بررسی می‌شود که شبکه اصلی در لحظه ۰,۲ قطع شده و کنترل کننده دوم وارد مدار می‌شود. شکل موج ولتاژ وجریان اینورتر در شکل (۱۳) و (۱۴) نشان داده شده است. همانظور که مشاهده می‌شود. بعد از لحظه ۰,۲ ولتاژ کمی افزایش پیدا کرده و بعد به مقدار نهایی خود می‌رسد.

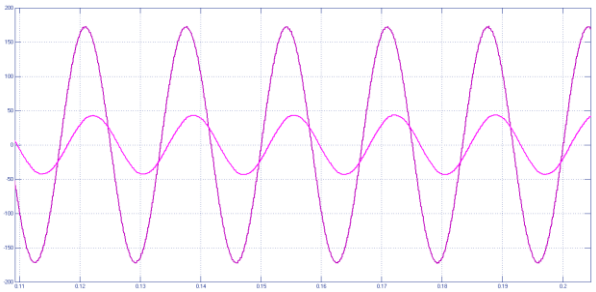


شکل (۱۳): شکل موج ولتاژ اینورتر در هنگام جزیره ای شدن



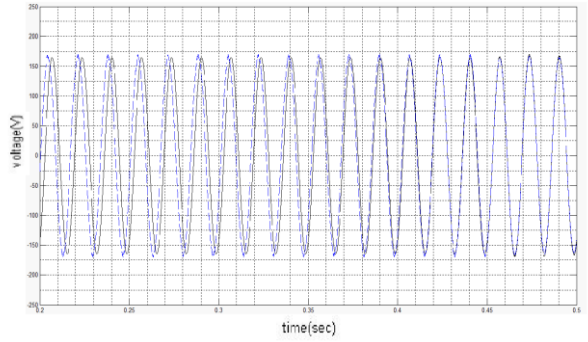
شکل (۱۴): جریان سه فاز اینورتر در هنگام جزیره ای شدن

همانطور که مشاهده شد کنترل کننده ها به درستی قبل و بعد از جزیره ای می توانند ولتاژ و جریان و ضریب توان شبکه را کنترل نمایند. شکل موج جریان و ولتاژ فاز a به صورت شکل (۱۵)می‌باشد که جریان پس فاز می‌باشد.



شکل (۱۵): ولتاژ و جریان فاز a در هنگام جزیره ای شدن

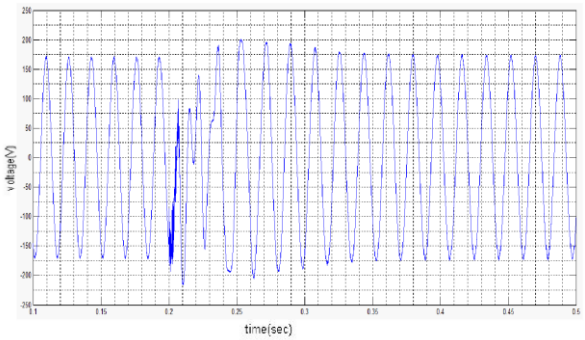
حال مولدی که به حالت جزیره‌ای رفته بود، پس از هم فاز شدن ولتاژ DG و شبکه، در لحظه ۰,۴۵ ثانیه دوباره به شبکه متصل می‌شود. در این لحظه کنترلر از مد کنترل ولتاژ به مد کنترل جریان باز می‌گردد. شکل موج ولتاژ DG و شبکه از شروع فرآیند سنکرون سازی تا اتصال دوباره به شبکه در شکل (۱۶) نشان داده شده است.



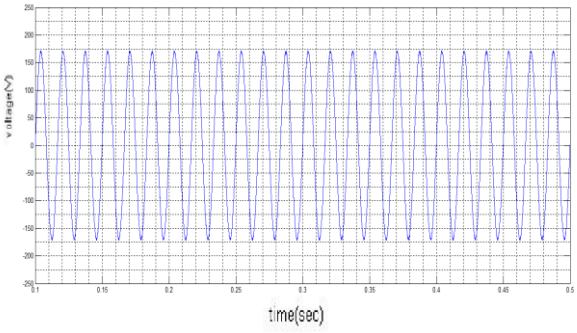
شکل (۱۶):سنکرون سازی برای اتصال دوباره به شبکه

شکل‌های (۱۷) و (۱۸) موج V_a در لحظه اتصال مجدد DG به شبکه را به ترتیب در وضعیت بدون الگوریتم سنکرون‌سازی و با استفاده از این الگوریتم نشان می‌دهد. با توجه به شکل موج‌های بالا مشخص است که عملکرد این الگوریتم در لحظه اتصال دوباره به شبکه از یک حالت گذرای شدید جلوگیری می‌کند و همچنین از جریان هجومی و حتی خاموشی سیستم که در شرایط سنکرون نشدن می‌توانست بوجود آید جلوگیری می‌کند.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.1.6.5]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 2-No. 1- spring 2013



شکل (۱۷): شکل موج ولتاژ Va بدون الگوریتم سنکرون سازی



شکل (۱۸): شکل موج ولتاژ Va با الگوریتم سنکرون سازی

۶- نتیجه گیری

در این مقاله، کنترل ولتاژ در حالت جزیره‌ای و الگوریتم سنکرون سازی برای عملکرد از حالت جزیره‌ای به حالت متصل به شبکه در سیستم DG ارائه شده است. یک کنترلر با دو حالت کنترل طراحی شده است که بسته به حالت عملکرد DG تغییر وضعیت می‌دهدوهمانطور که بازگو شد در حالت وصل به شبکه، کنترلر در حالت کنترل جریان و در شرایط جزیره‌ای، در حالت کنترل ولتاژ می‌باشد. همچنین نتایج شبیه‌سازی نشان داد که الگوریتم شناسایی می‌تواند وضعیت جزیره‌ای تغییرات بار را تشخیص دهد. الگوریتم‌های نشان داده شده باعث می‌شود DG خود را با شبکه مجدداً سنکرون‌سازی کند و پس از اعمال فرمان وصل مجدد شبکه، به شبکه متصل شود. به علاوه، مشخص است که طرح کنترلر ارائه شده، قادر است ولتاژ و فرکانس را در زمان عملکرد جزیره‌ای و شبکه متصل در حالت نرمال خود نگه دارد.

مراجع

[1] D. Jayaweera, S. Galloway, G. Burt, J. R. McDonald, "A sampling approach for international islanding of distributed generation," IEEE Trans Power Syst., vol 22, no. 2, pp. 514-521, 2007.

[2] J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, J. M. Matas, and L. Garcia devicuna, "Control strategy for flexible microgrid based on parallel line interactive UPS systems," IEEE Trans. Ind. Electron, vol 56, no. 3, pp. 726-736, 2009

[3] P. Fuangfoo, T. Meenual. W. J. Lee, and C. Chompoo inwai, "PEA guidelines for impact study and operation of DG for islanding operation," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 44, no. 5, pp. 1348-1353, 2008.

[4] E. Carpaneto, G. Chicoo, and A. Prunotto, "Reability of reconfigurable distribution systems including distributed generation," in Proc. Int. Conf. PMAPS, pp. 1-6, 2006.

[5] H. Zeineldin, E. F. El-Saadany, and M. M. A. Salama, "International islanding of distributed generation," in Proc, IEEE Power Eng. Soc. Gen.Meeting, vol. 2,pp. 1946-1502, 2005.

[6] S. Alepuz, S. Busquets-Monge, J. A. Martinez-Velasco, C. A. Silva, J. Pontt, and J. Rodriguez, "Control strategies based on symmetrical components for grid-connected converters under voltage dips," IEEE Trans. Ind. Electron, vol. 56, no. 6, pp. 2162-2173, 2009.

[7] G. Franceschini, E. Lorenzani, C. Tassoni, and A. Bellini, "Synchronus refrence frame grid current control for single-phase photovoltaic converter," in Conf. Rec. IEEE IAS Annu. Meeting, pp. 1-7, 2008.

[8] I. J. Balaguer, Q. Lei, Sh. Yang, U. Suppaty, and F. Zh. Peng, "Control for grid-connected and intentional islanding operation of distributed power generation, IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 58, no. 1, 2011.

[9] C. S. Wu, H. Liao, Y. B. Wang, Y. C. Peng, and H. H. Xu, "Design of intelligent utility-interactive inverter with detection," in Proc. 3rd Int Conf. Electr. Utility DPRT, pp. 2012-2017, 2008.

[10] J. Selvaraj, and N. A. Rahim, " Multilevel inverter for grid-connected PV system employing digital PI controller, IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 56, no. 1, pp. 149-158, 2009.

[11] J. M. Espi Huerta, J. Castello, J. R. Fischer, and R. Garcia-Gil, "Asynchronous refrence frame robust predictive current control for three-phase grid connected inverters," IEEE Trans. Ind. Electron, vol. 57, no. 3, pp. 954-962, 2010.

[12] M. E. Haque, M. Negnevitsky, and K. M. Muttaqi, "A novel control strategy for a variable-speed wind turbine with a permanent-magnet synchronous generator," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 46, no.1, pp. 331-339, 2010.

[13] T. C. Green, and M. Prodanovic, "Control of inverter-based microgrids," Electr. Power Syst. Res., vol. 77, no. 9, pp. 1204-1213, 2010.

[14] M. Ropp, R. Bonn, S. Gonzalez, and C. Whitaker, "Sandia smart anti islanding project summer 2001," Sandia Nat. Lab., Albuquerque, NM, SAND 2002-1320, 2002.

[15] D. D. Reigosa, F. Briz, C. B. Charrp, P. Garcia, and J. M. Guerrero, "Active islanding detection using high-frequency signal injection," IEEE Transcation on industrial applications, vol. 48, no. 5, 2012.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.1.6.5]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 2-No. 1- spring 2013
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[16] D. N. Gaonkar, G. N. Pillai, and R. N. Patel, "Seamless transfer of microturbine generation system operation between grid connected and islanding modes", Journal of Elect. Power Compon. Syst., vol. 37, no. 10, pp. 174-188, 2009

[17] M. K. Ghartemani, and M. R. Iravani, "A method for synchronization of power electronic converters in polluted and variable frequency environment, IEEE Trans. Power Syst., vol. 19, no. 3, pp. 1263-1270, 2004.

[18] L. Qin, F. Z. Peng, and I. J. Balaguer. "Islanding control of DG in microgrids," in Proc. IEEE 6th IPEMC, pp. 450-455, 2009.

[19] K. Hemmes, "Towards multi-source multi product and other integrated energy systems," Int. J. Integr. Energy. Syst., vol. 1, pp. 1-15, 2001.

[20] M. Brucoli, T. C. Green, and J. D. F. McDonald, "Modeling and analysis of fault behavior of inverter microgrids to aid future fault detection," in Proc. IEEE Int. Conf. SoSE, pp. 1-6, 2007.

[21] G. Franceschini, E. Lorenzani, C. Tassoni, and A. Bellini, "Synchronous refrence frame grid current control for single-phase photovoltaic converter, "in Conf Rec. IEEE IAS Annu. Meeting, pp. 1-7, 2007.

[22] D. Gaonkar, D. N. Pillai, G. N., and R. N. Patel, "Seamless transfer of microturbine generation system operation between grid connected and islanding modes, "Journal of Elect. Power Compon. Syst., vol. 37, no. 10, pp. 174-188, 2009.

رزومه



وحید انتظام در خرم آباد متولد شده است. تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق - قدرت از دانشگاه شهید چمران اهواز(۱۳۸۹) و کارشناسی ارشد مهندسی برق– قدرت را در دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول(۱۳۹۳) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت، کنترل ولتاژ تولیدات پراکنده در تمامی شرایط عملکرد است.



محسن صنیعی در دزفول متولد گردید (۱۳۴۴). تح صیلات کار شنا سی خود را در ر شته مهند سی برق در دان شگاه فردو سی مشهد (۱۳۶۷)، کارشناسی ارشد برق قدرت در دانشگاه تربیت مدرس تهران (۱۳۷۰) و دکتری مهندسی برق از دانشگاه استرادکلاید (۱۳۸۲) سپری کرده است. وی در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه شهید چمران اهواز است.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1392.2.1.6.5]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 2-No. 1- spring 2013
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]