یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

استفاده از روش اعمال اغتشاش برای پیدا کردن روشی بهینه جهت تشخیص شرایط جزیره‌ای اکتیو برای سیستم فتوولتائیک

مهدی میرزائی*[۱]، شهرام فریدی فرد[۲]، فیروز فریدی فرد[۲]، وحید پناه کلیبر[۲]، علی قلیزاده لاریجان[۳]

[۱] دکتری برق-قدرت، مربی فنی و حرفه‌ای، مرکز شماره ۲۶ هوراند، سازمان فنی و حرفه‌ای، استان آذربایجان شرقی، هوراند، ایران
[۳] کارشناسی، مهارت آموز فنی و حرفه‌ای، مرکز شماره ۲۶ هوراند، سازمان فنی و حرفه‌ای، استان آذربایجان شرقی، هوراند، ایران
Email Group (mirzaeymehdi@yahoo.com)

چکیده

در چند دهه اخیر، حضور منابع تولید پراکنده[۱] در شبکه‌های توزیع با روند رو به رشدی مواجه بوده است. مخصوصاً با افزایش منابع جدید انرژی که دارای توان کوچک و ولتاژ پایین می‌باشند، این مسئله به شدت افزایش یافته است. به دلیل مزایای تولیدات پراکنده از قبیل استفاده از انرژی‌های برگشت‌پذیر، آلوده نکردن محیط زیست و پایان ناپذیر بودن آن‌ها روز به روز استفاده از این تولیدات در جهان افزایش می‌یابد. یکی از مشکلات این تولیدات پدیده جزیره‌ای شدن ناخواسته می‌باشد. در این مقاله یک روش تشخیص شرایط جزیره‌ای اکتیو برای سیستم فتوولتائیک که از طریق مبدل منبع ولتاژ به شبکه متصل شده است پیشنهاد شده است. یک سیستم فتوولتائیک متصل به شبکه در نرم‌افزار مطلب[۲] شبیه‌سازی شده است. در روش پیشنهادی جریان خروجی سیستم فتوولتائیک اندازه‌گیری شده و هارمونیک اول و سوم آن گرفته شده و مقدار موثر هارمونیک اول محاسبه می‌گردد. نتایج این شبیه‌سازی عملکرد مناسب این روش را بخوبی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی

تولید پراکنده، جزیره‌ای اکتیو، فتوولتائیک، کنترل جریانی، هارمونیک، انرژی تجدیدپذیر، مبدل منبع ولتاژ.

[1] Dispersed Generation
[2] MATLAB

۱- مقدمه

امروزه در اکثر کشورهای دنیا عمده‌ترین قسمت انرژی مصرفی انسان‌ها از طریق سوخت‌های فسیلی تامین می‌گردد. ولی در این راستا با مشکلات دیگری که از آن جمله می‌توان به آلوده شدن محیط زیست و پایان‌پذیر بودن انرژی‌های فسیلی اشاره کرد مواجه شده اند.
برای حل این مشکل، کشورها برای تامین انرژی مصرفی مورد نیاز خود رو به انرژی‌های تجدید پذیر آورده‌اند. انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر شامل انرژی خورشیدی، باد، انرژی ناشی از سوخت زباله‌های شهری، بیوماس و آب‌های روان است[۱].
بخش عمده تولیدات پراکنده در شبکه‌های قدرت، از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند. بسته به نوع این تولیدات پراکنده، تولید آنها، می‌تواند به صورت AC یا DC باشد. اما در کل اکثر این تولیدات پراکنده از طریق مبدل‌های الکترونیک قدرت به شبکه متصل می‌گردد[۲].
اما خود این تولیدات پراکنده در شبکه اثراتی خواهد داشت که یکی از این اثرات پدیده جزیره‌ای شدن است.جزیره‌ای زمانی اتفاق می‌افتد که یک یا چند تولید پراکنده به صورت مجزا و بدون آنکه به شبکه متصل باشند بارهای محلی را تغذیه نمایند. در اکثر مواقع این پدیده به صورت ناخواسته اتفاق می‌افتد. که باعث ایجاد مشکلاتی از قبیل ایجاد خطر برای تکنسینهای تعمیر خط، آسیب زساندن به وسایل مصرفی به دلیل عدم ثبات ولتاژ و فرکانس و بروز ناهماهنگی در اتصال مجدد به شبکه سراسری را داشته باشد. بنابراین بر طبق استاندارد IEEE1547 حالت جزیره‌ای می‌بایست در مدت زمان ۲ ثانیه تشخیص داده شده و قطع گردد[۳-۵].
تا کنون روش‌های زیادی برای تشخیص حالت جزیره‌ای پیشنهاد شده است این روش‌ها را می‌توان به دو گروه عمده اکتیو و پسیو تقسیم‌بندی کرد[۴]. که از جمله روش‌های اکتیو می‌توان به:

- روش اندازه‌گیری امپدانس[۶]
- آنالیز حوزه فرکانس [۷]
- روش تغییرات دامنه ولتاژ و توان راکتیو[۸]
- روش میان هارمونیکی[۹]

و از روش‌های پسیو می‌توان به

- رله‌های ولتاژ و رله‌های فرکانس [۱۰]
- رله نرخ تغییرات فرکانس (df/dt) [۱۱]
- سرعت تغییرات توان خروجی[۱۰]
- ولتاژ نامتعادل و اعوجاج هارمونیکی کل (THD) جریان(ولتاژ)[۱۲]

اشاره کرد.

در این مقاله یک روش اکتیو بر اساس هارمونیک سوم جریان خروجی برای تشخیص حفاظت ضدجزیره‌ای در سیستم‌های فتوولتائیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ابتدا سیستم توسط کنترلر جریانی کنترل می‌شود که توسط این کنترلر مقدار توان انتقالی به شبکه کنترل می‌گردد هنگامی که جزیره‌ای اتفاق می‌افتد این شرایط باید توسط الگوریتم پیشنهادی تشخیص داده شده و تولید سیستم قطع گردد.
در بخش بعدی سیستم مورد مطالعه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در بخش ۳ الگوریتم پیشنهادی برای تشخیص جزیره‌ای بیان خواهد شد. نتایج آزمایش‌ها برای تشخیص حالت جزیره‌ای در بخش ۴ آمده است ودر پایان در بخش ۵ نتیجه‌گیری خواهد شد.

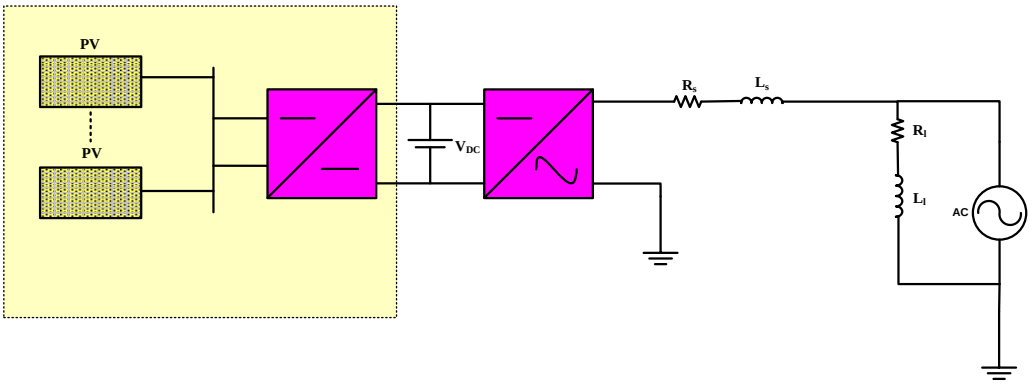
۲- سیستم مورد مطالعه

دیاگرام سیستم مورد مطالعه در شکل (۱) نمایش داده شده است. در این شکل DG توسط یک منبع DC و یک VSC نشان داده شده است که توسط یک فیلتر پایین‌گذر به بار محلی و شبکه سراسری متصل شده است. کل امپدانس مربوط به فیلتر پایین‌گذر توسط R_s و L_s نمایش داده شده است.پارامترهای این سیستم در جدول (۱) بیان شده است.

در حالتی که سیستم به شبکه اتصال یافته است VSC میانی به عنوان یک جریان منبع ولتاژ کنترل شده یعنی همان استراتژی کنترلر معمولی برای واحد VSC عمل می‌کند. جریان خروجی DG اندازه‌گیری می‌شود و مقدار RMS جریان محاسبه شده و با مقدار مرجع مقایسه می‌گردد. سپس توسط یک کنترلر PI معمولی جریان خروجی DG کنترل می‌گردد. در زمانی که جزیره‌ای اتفاق می‌افتد باید سیستم به‌گونه‌ای عمل کند که شرایط جزیره‌ای تشخیص داده شده و سیستم قطع گردد. چون انرژی تولیدی توسط فتوولتائیک در یک باطری ذخیره می‌شود پس می‌توان فتوولتائیک را یک منبع با ولتاژ ثابت در نظر گرفت.

جدول ۱ مقادیر پارامترهای سیستم مورد مطالعه

Parameter	Value
V_{DC}	350v
R_s	1Ω
L_s	7mH
R_l	50Ω
L_l	35mH
V_{ref}	220v
f_0	50HZ
Nominal Power	1KW
Nominal Frequency	50HZ



شکل ۱ سیستم فتوولتائیک با باطری و مبدل و بار

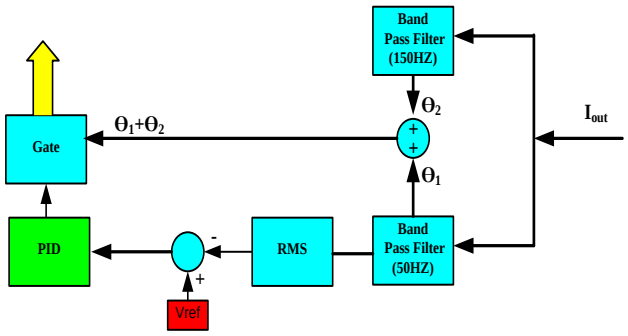
۳- روش تشخیص پیشنهادی

در روش پیشنهادی جریان خروجی سیستم فتوولتائیک اندازه‌گیری شده و هارمونیک اول و سوم آن گرفته شده و مقدار موثر هارمونیک اول محاسبه می‌گردد. مقدار موثر هارمونیک اول با یک مقدار مرجع مقایسه می‌گردد. و سپس توسط یک کنترلر PI مقدار آن کنترل می‌شود خروجی این کنترلر توسط جمع زاویه سوم و اول به یک مقدار سینوسی تبدیل می‌گردد و با استفاده از این ولتاژ سینوسی سیگنال گیت ساخته می‌شود.

هنگامی که سیستم در حالت عادی خود کار می‌کند. مقدار هارمونیک سوم در شبکه کم است و چون سیستم متصل به شبکه است در نتیجه وجود این هارمونیک سوم اختلالی در خروجی سیستم ایجاد نخواهد کرد.

زمانی که جزیره‌ای اتفاق می‌افتد در نتیجه مقدار هارمونیک سوم در شبکه افزایش پیدا می‌کند و وجود این هارمونیک باعث اختلال در کار سوئیچینگ شده و باعث افزایش مقدار هارمونیک سوم در جریان خروجی می‌گردد. این روند به صورت یک فیدبک مثبت عمل کرده و باعث تغییر فرکانس خروجی جریان بار می‌گردد.

هنگامی که فرکانس خروجی از فرکانس نامی شبکه تغییر می‌کند. رله‌های فرکانسی متصل به خروجی تولید پراکنده تغییر فرکانس در خروجی را تشخیص داده و در نتیجه شرایط جزیره‌ای تشخیص داده شده و تولید پراکنده قطع می‌گردد. نحوه عملکرد الگوریتم بیان شده بر اساس فیدبک مثبت است و نحوه عملکرد آن در شکل (۲) نمایش داده شده است.

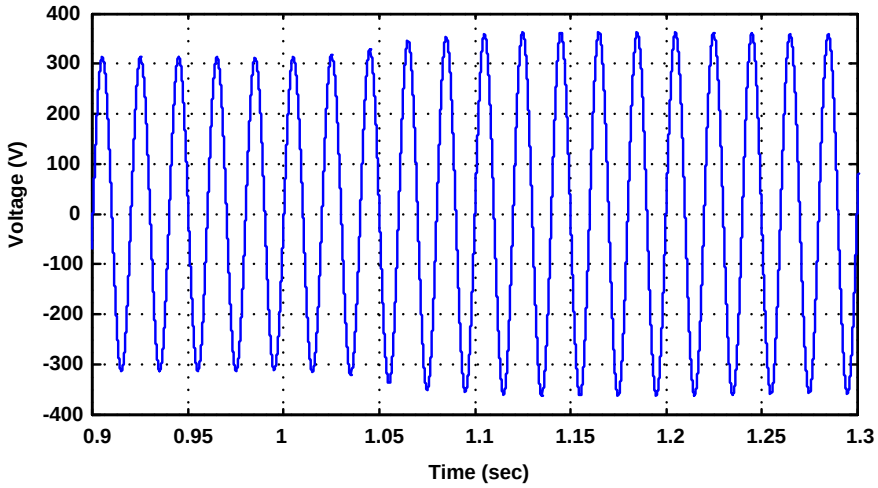


شکل ۲ نحوه تزریق جریان در محور q

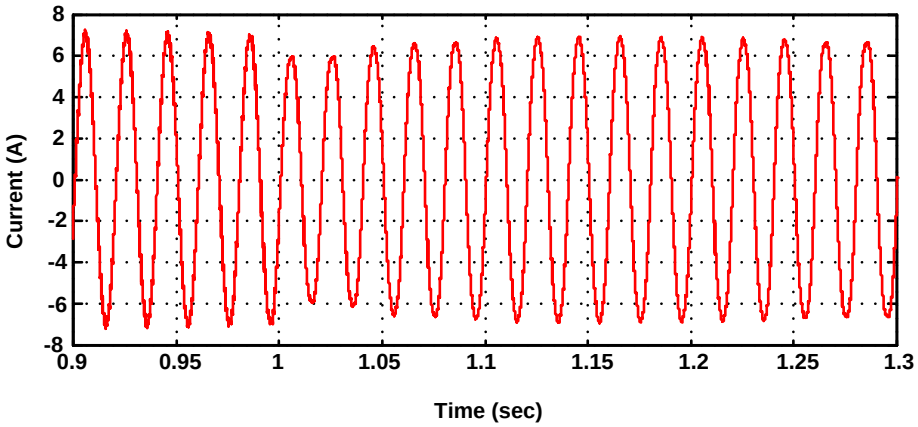
۴- نتایج شبیه‌سازی

در این بخش، نتایج شبیه‌سازی برای سیستم بیان شده که در نرم‌افزار $MATLAB$ شبیه‌سازی شده است آورده شده است. تا صحت عملکرد الگوریتم پیشنهادی نمایش داده شود. انجام می‌گیرد و نتایج خروجی قدرت کنترلر پیشنهادی را به نمایش می‌گذارد. در ابتدا سیستم متصل به شبکه بوده و بار آن بار نامی و $1000W$ می‌باشد. و تولید پراکنده مقدار بار بیان شده را تامین می‌کند. در لحظه $t=1$ sec حالت جزیره‌ای با باز شدن کلید CB در شکل (۱) اتفاق می‌افتد و شبکه از تولید پراکنده جدا می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی به ازای همین مقادیر بار در شکل‌های (۳) ، (۴) و (۵) نشان داده شده است.

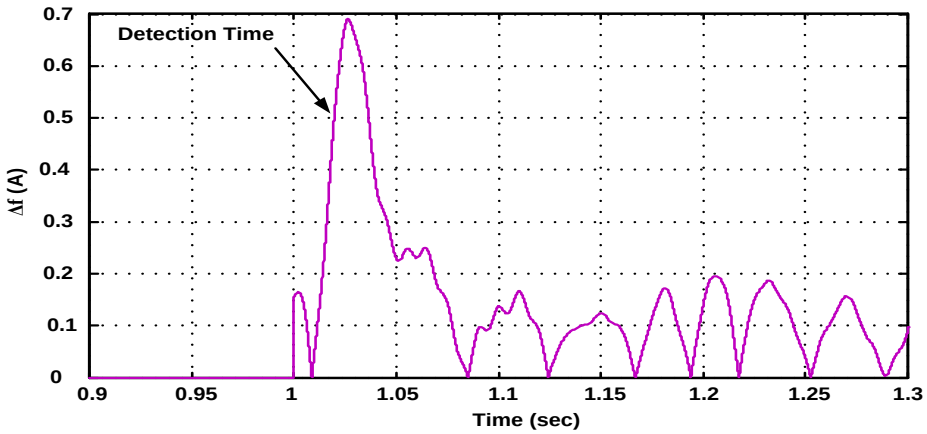
شکل (۳) شکل موج ولتاژ دو سر بار را نشان می‌دهد. که در ثانیه $t=1sec$ جزیره‌ای اتفاق افتاده است. جریان بار نیز قبل و پس از جزیره‌ای در شکل (۴) نمایش داده شده است . با توجه به شکل مشخص است که پاسخ سیستم سریع بوده و در لحظه جزیره‌ای کمی افت کرده و سپس به حالت اولیه برگشته است. در شکل (۵) نیز اندازه فرکانس نشان داده شده است که بخوبی صحت الگوریتم پیشنهادی را نشان می‌دهد.



شکل ۳ ولتاژ لحظه‌ای دو سر بار در شرایط قبل و پس از جزیره‌ای



شکل۴ جریان لحظه‌ای خروجی تولید پراکنده در شرایط قبل و پس از جزیره‌ای



شکل ۵ تغییرات فرکانس ولتاژ خروجی در لحظه قبل و پس از جزیره‌ای

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله یک روش اکتیو برای تشخیص شرایط جزیره‌ای برای تولیدات پراکنده پیشنهاد گردید. این روش اساسا یک روش اکتیو بوده و بر اساس اعمال اغتشاش به سیستم تصمیم‌گیری می‌کند. نتایج نشان داده شده حاکی از عملکرد مطلوب روش پیشنهادی است زیرا که بر اساس هارمونیک سوم عمل می‌کند و افزایش هارمونیک سوم در شرایط جزیره‌ای باعث عملکرد آن می‌شود. و دچار اشتباه نمی-گردد.این سیستم در نرم‌افزار MATLAB شبیه‌سازی شده و نتایج آن به ازای شرایط سخت بار نشان داده شد. و در این شرایط به خوبی توانست شرایط جزیره‌ای را تشخیص دهد.

منابع

[1] Karrari, M. Rosehart, W,Malik.O.P,. "Nonlinear Modeling and Simulation Of a Wind Generation Unit For Transient and Stability Analysis", Technical Report University of Calgary, March 2003

[2] Xu, Wilsun, Mauch, Konrad, Martel, Sylvain; An Assessment of DG Islanding Detection Methods and Issues for Canada CETC-Varennes 2004-074 (TR) 411-INVERT, July, 2004

[3] John, V. Zhihong, Y. and Kolwalkar, A., "Investigation of anti-islanding protection of power converter based distributed generators using frequency domain analysis," Power Electronics IEEE, pp. 1177 – 1183, Sept., 2004.

[4] Sulaiman, T.A., "Using the real-time island detection and network colouring application in electrical systems," IEEE, Human Interfaces in Control Rooms, Cockpits and Command Centres, The Second International Conference on, pp. 234 – 239, 19-21 June, 2001

[5] Rohit S. Kunte, Wenzhong Gao " Comparision and Review of Islanding Detection Techniques for Distributed Energy Resources" Power Symposium, 40th North American, pp1-8,2008

[۶] کاظمی کارگر.ح، شتائی.ع، "جزیره ای شدن و تولیدات پراکنده"، سمینار کارشناسی ارشد مهندسی برق، زمستان ۸۴، دانشگاه زنجان

[7] Vinod John, Zhihong Ye, Amol Kolwalkar, "Investigation of Anti-Islanding Protection of Power Converter Based Distributed Generators Using Frequency Domain Analysis" IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 19, NO. 5, SEPTEMBER 2004

[8] Kim.J.E, Hwang.J.S,"Islanding Detection Method of Distributed Generation Units Connected To Power Distribution System" Power system technology, proceeding International power con2000, pp643-647 ,2000

[9] Jou, H.-L. Chiang, W.-J. and Wu, J.-C." Virtual inductor-based islanding detection method for grid-connected power inverter of distributed power generation system" IET Renew. Power Gener., 2007, 1, (3), pp. 175–181

[10] Chowdhury,S.P.Chowdhury,S. Crossley, P.A,."Islanding protection of active distribution networks with renewable distributed generators: A comprehensive survey" Electric Power Systems Research,2009

[11] Yuping Lu, Xin Yi, Ji'an Wu, Xia Lin, An Intelligent Islanding Technique Considering Load Balance for Distribution System with DGs, IEEE, 2006, pp. 567-573

[۱۲] ح.کاظمی کارگر، ع.شتائی، "روش جدیدی در تشخیص شرایط جزیره‌ای توربینهای بادی با استفاده از THD جریان در شرایط جوی ناپایدار" کنفرانس بین المللی مهندسی برق (PSC2006)، آبان ۸۵، تهران