بررسی و شناسایی نوسان ساز دافینگ با روش های حفاظت منابع تولید پراکنده در مقابل جزیره شدن

زهره داودی[1]، علیرضا روستا، شریف الدین شریف

[1] گروه فنی و مهندسی،کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران
Davoodi6@yahoo.com

چکیده

با گسترش جایگاه واحدهای تولید پراکنده، موضوعات مرتبط با دیدگاه های جدیدی مطرح شده، که متناسب با تولید علم بروز رسانی می شود. مبحث حفاظت سیستم های قدرت در حضور واحد های تولید پراکنده (DG) از جمله این موضوعات است؛ و در این میان، حفاظت DG ها در مقابل پدیده ی جزیره شدن، به دلیل اثرات نامطلوبی که روی شبکه ی برق و DG ایجاد می کند، لازم است بدان پرداخته شود. با وقوع پدیده ی مذکور، باید مولدین DG توسط سیستم های حفاظتی که بوسیله ی شرکت های توزیع و بهره برداران DG پیش بینی شده ، از شبکه جداشوند. روش شناسایی جزیره شدن باید به گونه ای انتخاب شود تا بطور موثری، این وضعیت تشخیص داده شود. هدف از این مقاله بررسی و مقایسه ی انواع روش های تشخیص جزیره است که پس از معرفی و تبیین مزایا و معایب آن ها، به مقایسه این روش ها با روش شناسایی با نوسان ساز دافینگ در DG مبننی بر اینورتر خواهیم پرداخت.

کلمات کلیدی

اسیلاتور دافینگ، تولید پراکنده، جزیره شدن، ناحیه غیر قابل تشخیص.

۱- مقدمه

با توسعه ی روزافزون سیستم های قدرت، مسائل جدیدی مطرح می شود که لازم است متناسب با نیاز ها و محدودیت ها مورد بررسی قرار گیرند. منابع تولید انرژی برق در سراسر شبکه های برق و براساس الگو های خاصی نصب شده اند و هرروز با مسائل گوناگونی از مشکلات زیست محیطی گرفته تا تامین سوخت روبرو هستند. بخش زیادی از توان تولید شده به وسیله ی نیروگاه ها به دلیل تلفات بالای شبکه های انتقال در مسیر طولانی بین تولید کننده و مصرف کننده برق به هدر می رود. وجود چنین مشکلاتی باعث بوجود آمدن ایده ی منابع تولید پراکنده برق و مقبولیت آن در نظر سرمایه گذاران این صنعت گردیده است. در حقیقت تغییرات پیش رو در صنعت برق، پیشرفت های تکنولوژیکی و مشکلات ناشی از احداث و نگهداری نیروگاه های بزرگ و شبکه های سراسری انتقال و توزیع، تولید پراکنده را به پدیده ای مهم با چشم اندازی روشن تبدیل کرده است و بسیارس از کشور ها بخش قابل توجهی از افق آینده ی تامین انرژی خود را در DG[1] دیده اند. در آمریکا واروپا تولید پراکنده به یک راه حل ممکن فنی و مالی تبدیل شده است [4]. در برخی از کشور های اروپایی، سهم تولید پراکنده به بالاتر از 60 درصد رسیده است. طبق آمار اعلام شده رشد نسبی ظرفیت نصب شده تولید منابع پراکنده طی سال های 2000 الی 2008 از 10% به 37% رسیده است [14]. افزایش بهای انرژی، محدودیت های شبکه، مشکلات زیست محیطی و لزوم بهبود شبکه توزیع از عمده دلایلی اند که سازمان های برق را به سمت توسعه ی DG ها سوق داده است. در این میان ورود برق به عنوان یک کالای تجاری در معاملات بورس مشوقی برای سرمایه گذاران جهت ورود به عرصه منابع تولید پراکنده – و تجدید پذیر- شده است. DG ها به عنوان بازوهای کمکی تولید کننده های بزرگ عموما در شبکه های توزیع و روی فیدر های شعاعی قرار می گیرند. تاریخچه ی به کارگیری DG به اوایل دهه

Archive of SID

www.SID.ir

ی 90 برمی گردد[13]. تا آن زمان در سطح شبکه ی توزیع، مجوز تولید برق صادر نمی شد. اما با پیاده سازی سیاست خصوصی سازی و شکل گیری بازار عرضه و تقاضای برق مجوز حضور DG ها در شبکه ی توزیع صادر شد. با این حال DG ها از مسائل و مشکلات خاص خود برخوردارند و به فراخور سیاست های منطقه، الزامات و شرایط خاصی برای اتصال به شبکه ی برق رعایت می شود. تاثیر گذاری روی سطح اتصال کوتاه و سیستم حفاظتی و به دنبال آن طرح مسئله ی جزیره شدن[۲] از جمله ی این مسائل است. در اثر وقوع پدیده ی جزیره شدن اثرات نامطلوبی در شبکه رخ می دهد که لازم است در کمترین زمان ممکن سیستم های حفاظتی عمل کرده و DG را از مدار خارج کند. درمورد نحوه ی شناسایی این پدیده و چگونگی حفظ DG از تبعات آن، تا کنون تحقیقات زیادی صورت گرفته و روش های متعددی ارائه شده و در عمل نیز مورد استفاده قرار گرفته است. انجمن IREC[۳] مستندات جامعی از شرایط اتصال DG ها به شبکه تهیه کرده است که در بخشی از آن حفاظت DG و موضوع جزیره شدن شرح داده شده است[3,4]. در این پژوهش ضمن معرفی کلی چند روش، آن ها را مورد مقایسه قرار داده است و مشکلات و مسائل فراروی موضوع جزیره شدن مطرح شده است. در مقاله ی [1] حفاظت سیستم چند اینورتری به طور مفصل شرح داده شده است و همچنین علاوه بر معرفی روش های پسیو و اکتیو به معرفی روش های تشخیص اکتیو مورد استفاده در منابع چند اینورتری پرداخته است. در مقاله [17] به معرفی شناسایی جزیره ای شدن پرداخته است. مرجع [15] به بررسی روش های اکتیو در تولید پراکنده پرداخته و یک روش جدید را بیان نموده است نویسندگان مقاله [7] ضمن پرداختن به تشخیص عملکرد جزیره ای شبکه توزیع در شرایط نا متعادلی و حضور تولید پراکنده مزایا و معایب استفاده از DG را بیان کرده اند. مرجع [21] ضمن بررسی روش پسیو،عوامل موثر بر منطقه ی NDZ[۴] را بیان کرده است. با توجه به اینکه ناحیه ی NDZ یکی از عیوب روش های محلی می باشد، در این مقاله با ارائه شبیه سازی انجام شده ناحیه ی مذکور را به طور موثری کاهش داده است. در مقاله [9] نیز روش اکتیو با روش تزریق جریان منفی مورد بررسی قرار گرفته است که با این روش ناحیه عدم تشخیص ناچیز و سرعت بالا می رود. در مقاله [20] به بررسی روشی پسیو هم برای سنکرون و هم اینورتر پرداخته است. مرجع [12] روش ترکیبی پسیو و اکتیو و انواع روش های آن را بیان کرده است. در مقاله [23] تشخیص جزیره ای شدن را با روش از راه دور بحث کرده است و مرجع [20] روش پسیو را هم برای سنکرون و هم برای اینورتر مورد بررسی قرار داده است. هدف در این مقاله معرفی انواع روش های حفاظت در مقابل پدیده جزیره ای شدن و مقایسه آن ها با هم است.

در این مقاله ابتدا به مفهوم جزیره ای شدن و اهمیت آن خواهیم پرداخت، و در ادامه روش های شناسایی آن را بررسی خواهیم کرد. در نهایت روش نوساز ساز دافینگ را معرفی و به مزیت این روش می پردازیم.

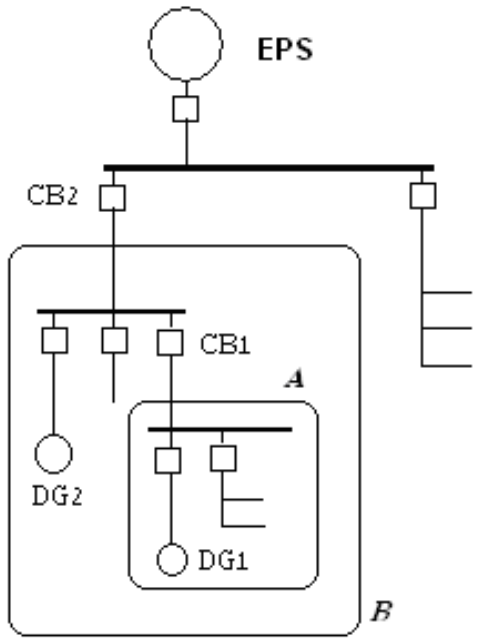
۲- مفهوم جزیره شدن

از جمله موضوعات مهم مرتبط با منابع تولید پراکنده پدیده ی جزیره شدن آن است. استاندارد IEEE-1547 جزیره شدن را اینگونه تعریف کرده است: وضعیتی که بخشی از یک شبکه – شامل بار و منابع DG – به دلیلی از شبکه جدا شود و برقدار بماند[5]. جزیره شدن شامل دو نوع برنامه ریزی شده[۵] و ناگهانی[۶] (جزیره ای عمدی و غیر عمدی) است که مورد اول به منظور تست و یا استفاده از خواص این شرایط ایجاد می شود، حال آن که نوع دوم به علت وقوع اتصال کوتاه در PCC[۷] یا خط اتصال مجموعه بار – ژنراتور رخ می دهد .پدیده جزیره شدن را فقدان نیروی برق[۸](LOM) و یا از دست رفتن شبکه[۹](LOG) نیز می گویند[12] . در شکل 1 ناحیه ی A در اثر یک حادثه و توسط بریکر CB1 از شبکه قدرت EPS (Electric Power System) جدا می شود، اما این ناحیه توسط تولید کننده DG1 برقدار می ماند. چنانکه در شکل نشان داده شده ناحیه ی B نیز مستعد جزیره شدن در اثر قطع بریکر CB2 است.

۳- حفاظت در مقابل جزیره شدن

تمام موضوع حفاظت DG در مقابل جزیره شدن یک موضوع کاملا انحصاری برای DG است[6] و شناسایی جزیره و جداسازی DG از سیستم دارای اهمیت فوق العاده ای است. وقتی جزیره شکل می گیرد لازم است که سیستم های حفاظتی به سرعت DG را از مدار خارج کنند. سرعت عمل بریکر به زمان بازوصل مجدد نیز بستگی دارد و الزاما بین حفاظت شبکه و بهره بردار DG باید هماهنگی صورت گیرد.

اما موضوع مهمی که مطرح است نحوه شنایی جزیره و جداسازی DG از PCC است. روش های مختلفی برای شناسایی جزیره ارائه شده که براساس عوامل و پارامتر های خاصی انتخاب می شود. علاوه بر این از آن جایی که DG ها به دو دسته مبتنی بر ژنراتور و مبتنی بر اینورتر تقسیم بندی می شوند، تعیین نوع سیستم حفاظتی به تکنولوژی DG نیز بستگی دارد. این روش ها عموما در دو دسته محلی و مبتنی بر راه دور قابل بررسی اند. در روش های محلی تغییر پارامتر های خروجی DG اندازه گیری و بررسی می شود و فرامین لازم براساس میزان تغییرات به بریکر ها ارسال می گردد. اما در روش های مبتنی بر راه دور وضعیت شبکه در نقاط بالا دست و



شکل ۱ در نواحی Aو B احتمال وقوع جزیره شدن وجود دارد.

www.SID.ir

به طور مستمر توسط تجهیزات، اندازه گیری و بررسی می شود و دستورات لازم از طریق ارتباطات مخابراتی به DG ارسال می شود. در بخش بعد انواع آن ها را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

٤- روش های شناسایی

جزیره شدن به روش های مختلفی قابل شناسایی است و هر یک از این روش ها دارای معایب و مزایایی هستند که براساس نیاز ها و شرایط DG مورد استفاده قرار می گیرند. چنان که ذکر شد به دو دسته محلی و راه دور تقسیم بندی می شوند. در تقسیم بندی دیگری ر وشهای تشخیص قطع شبکه اصلی در دو دسته مبتنی بر ژنراتور سنکرون و مبتنی بر اینورتر قرار می گیرند. بدیهی است که روش های مبتنی بر ژنراتور سنکرون برای واحدهای تولید پراکنده سنکرون و روش های مبتنی بر اینورتر برای واحدهای تولید پراکنده ای که جهت اتصال به شبکه از یک واسط اینورتری بهره می گیرند، نظیر واحدهای بادی و فتوولتایی مناسب هستند [15].

٤-١- روش های محلی

در این روش ها سیستم حفاظتی در خروجی DG نصب می شود و به لحاظ نحوه عملکرد به دو دسته پسیو و اکتیو تقسیم می گردد.

٤-١-١- روش پسیو

روشهای غیرفعال بر اندازه گیری پارامترهای در دسترس استوار هستند .در این روشها پارامترهای دامنه و فرکانس ولتاژ و جریان اندازه گیری شده و با توجه به تغییرات یا نرخ تغییرات آنها وضعیت جزیره تشخیص داده می شود[12]. پس این روش ها مبتنی بر اندازه گیری پارامتر های شبکه در خروجی DG است. مقادیری همچون ولتاژ، جریان، فرکانس، توان ویا اغتشاشات هارمونی اندازه گیری می شود. به هنگام وقوع پدیده جزیره، این مقادیر دچار تغییراتی می شوند که اگر این تغییرات خارج از محدوده تعریف شده برای رله ها باشد، فرمان باز شدن بریکر DG صادر می گردد.

نکاتی که در خصوص این نوع روش ها باید به آن اشاره کرد این است که تعیین محدوده عملکرد رله ها دارای اهمیت فوق العاده است. اعمال حساسیت بالا روی آن می تواند موجب عملکرد ناخواسته و کاذب گردد، که مطلوب نخواهد بود. و بالعکس، وسعت حدود آن نیز باعث عدم عملکرد در زمان وقوع برخی از حالات وقوع جزیره می شود که خطر ناک است. لذا یک محدوده غیر قابل شناسایی به سیستم حفاظتی به نام محدوده غیر قابل تشخیص تحمیل می شود.

٤-١-٢- روش اکتیو

در بخش قبل ذکر شد که در برخی از مواقع روش های پسیو قادر به شناسایی رخداد جزیره نیستند و علت این امر تعادل بین بار و DG عنوان شد. در سیستم های حفاظتی نوع اکتیو، یک اغتشاش از طرف سیستم DG به شبکه اعمال می شود و وقوع جزیره با بررسی پاسخ آن شناسایی می شود. بدین معنی که عدم تغییر در پارامتر مورد اندازه گیری در PCC به منزله وجود اتصال DG به EPS است. این نوع روش ها بسیار موثر تر از روش های پسیو هستند؛ ضمن اینکه مساحت ناحیه NDZ کم تر می شود. اما مسئله مورد تامل در این نوع سیستم ها زمان پاسخ و بازخور آن به سیستم است که دارای یک تاخیر زمانی ذاتی خواهد بود. به این معنی که پس از وقوع جزیره فرمان قطع بریکر PCC با تاخیر ارسال می شود که باتوجه به زمان عملکرد رله ریکلوزر باید به گونه ای باشد تا تداخل ایجاد نشود و رله ها به موقع عمل کنند. عیب دیگر روش های اکتیو، عدم قابلیت اجرا برای انواع مختلف تولید پراکنده است. با توجه به این که ماهیت عملکرد DG ها با هم متفاوت است سیستم حفاظتی آن بایستی براساس نوع ژنراتور انتخاب شود. ایجاد اغتشاش به سیستم نیز از نقاط منفی این نوع سیستم های حفاظتی اند.

نکته دیگری که باید به آن اشاره کرد این است که در روش های اکتیو ناحیه NDZ کاملا حذف نمی شود بلکه وسعت آن کم شده و نسبت به مبدا مختصات ΔP, ΔQ دارای مقدار غیر صفر است [21]. لذا موضوع ناحیه NDZ همچنان به عنوان یک نقطه منفی مطرح است.

٤-٢- روش های مبتنی بر راه دور

در روش های مبتنی بر مخابرات، فرامین لازم جهت جداسازی از مرکز کنترل و از طریق ارتباطات مخابراتی به رله ها در محل DG ارسال می شود. در واقع این روش ها بر پایه سیستم های کنترل از راه دور هستند، که به سیستم های SCADA[10] معروفند. این سیستم ها شامل تجهیزات اندازه گیری در سمت EPS، بستر مخابراتی و تجهیزات در مرکز یا پست (فوق) توزیع می باشند و در صورت وقوع پدیده جزیره و تشخیص آن، فرمان قطع از طریق همین بستر مخابراتی به DG ارسال می گردد. این روش ها دارای هزینه بالایی هستند

٤-٣- بررسی و مقایسه روش های شناسایی جزیره

جهت شناسایی پدیده جزیره روش های بسیاری ارائه و هر یک دارای معایب و مزایایی هستند؛ شرایط سیستم، تکنولوژی DG و انتظارات از سیستم حفاظتی، روش بکار گیری را تعیین می کند. در جدول ١ ویژگی های این روش ها با هم مقایسه شده است.

با توجه به مسائل طرح شده اگر بخواهیم نکات مثبت و منفی هر روش را قید کنیم، عمده ترین مزیت روش پسیو سهولت بکار گیری و هزینه ی پایین آن است، اما وجود ناحیه NDZ نیز عیب قابل توجه آن به شمار می رود. بهبود ناحیه NDZ نیز مزیتی برای روش های اکتیو است و تاثیر گذاری روی کیفیت توان و تاخیر زمان عملکرد نیز معایب آن است. روش های مبتنی بر راه دور از توانمندی بکار گیری انواع DG برخوردارند ضمن این که، ناحیه NDZ نیز ندارند. هزینه ی نسبتا زیاد و وابستگی به سیستم های مخابراتی نیز جزء معایبی است که هنگام انتخاب روش باید لحاظ شود.

همانطور که در جدول مشخص است در روش پسیو در مورد DG مبتنی بر اینورتر اگر مشکل NDZ حل شود می تواند نسبت به روش های دیگر هم دارای صرفه اقتصادی باشد و هم برروی عملکرد شبکه تاثیر نگذارد بنابراین روش نوسان ساز دافینگ پیشنهاد می شود که در زیر به بررسی آن می پردازیم.

Archive of SID

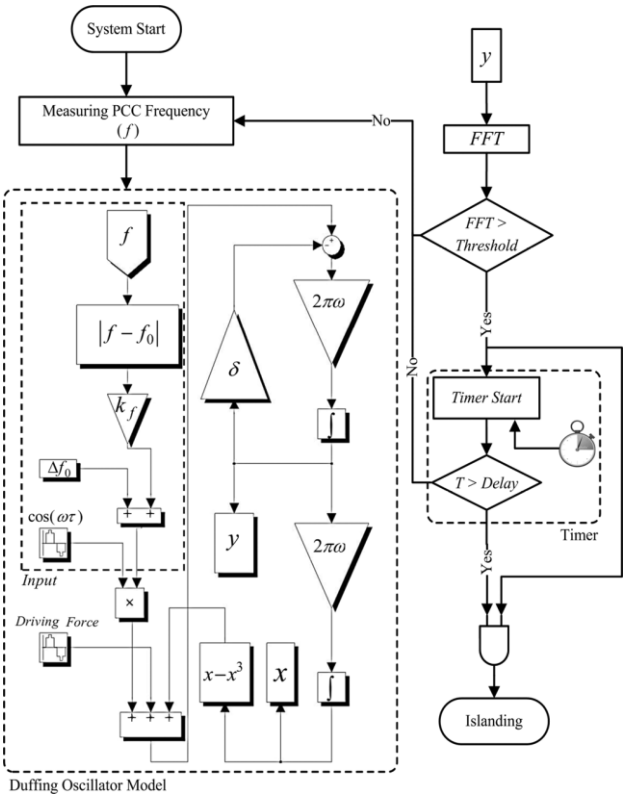
www.SID.ir

جدول ۱ مقایسه انواع روش های شناسایی جزیره شدن

روش / ویژگی	پسیو	اکتیو	مبتنی بر راه دور
NDZ	دارد	دارد	ندارد
زمان شناسایی	کوتاه	زیاد	کوتاه
فرمان تریپ ناخواسته	دارد	ندارد	ندارد
تاثیر گذاری روی سیستم	ندارد	دارد	ندارد
قابلیت بکارگیری براساس نوع DG	برخی از انواع DG	برخی از انواع DG	همه انواع DG
هزینه	کم	متوسط	نسبتا

٤-٤- عملکرد نوسان ساز دافینگ در روش پسیو

در بخش های قبل روش های مختلف شناسایی جزیره معرفی و بررسی شد. مشخص شد که هر کدام از روش ها دارای معایبی می باشند روش دافینگ از



شکل ۲ فلو چارت از نوسان ساز دافینگ ارائه شده

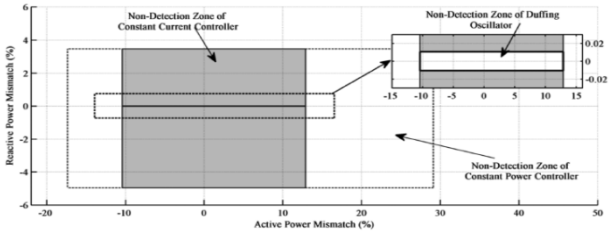
جمله روش های پیسو می باشد که مشکل اصلی روش پیسو یعنی همان NDZ را تا حد رسیدن به صفر و قابل صرفنظر شدن حل کرده است.

روش پیشنهادی از تغییر حالت نوسان ساز دافینگ استفاده کرده است. به این دلیل که تغییرات سیستم از آشوب به حرکت دروه ای بزرگ در نوسان ساز دافینگ بسیار سریع است پس این تغییرات به عنوان حالتی که جزیره را شناسایی کند در نظر گرفته می شود. سیگنال تریپ نیز براساس تبدیل سریع فوریه سیگنال خروجی نوسان ساز دافینگ است.

در شکل ۲ فلوچارت تشخیص جزیره ای شدن با روش اسیلاتور را نشان می دهد

شکل ۳ مقایسه NDZ روش پیشنهادی با OVP/UVP و OFP/UFP که از روش های پیشین برای شناسایی جزیره می باشند را برای جریان ثابت و کنترلر توان ثابت نشان می دهد. در این شکل، عدم تطابق توان اکتیو/راکتیو براساس درصدی از توان اکتیو سیستم (100KW در این مقاله) رسم شده است. همان طور که مشاهده می شود NDZ روش پیشنهادی بسیار کوچک نشان داده شده و می تواند صرفنظر شود.

پس با توجه به مطالب ارائه شده علاوه بر اینکه روش های شناسایی به طور کلی بررسی شد، با معرفی روش شناسایی مورد مطالعه مشکل روش پسیو که ناحیه عدم تشخیص بزرگ بود بررسی و تا اندازه ای یعنی تا حد صرفنظر کردن از این ناحیه بررسی و حل شد.



شکل۳ بررسی NDZ روش پیشنهادی بادو روش پسیو دیگر OVP/UVP و OFP/UFP

٥- نتیجه

در این مقاله انواع روش های شناسایی جزیره در سه دسته کلی مورد بررسی قرار گرفته و سپس به مزایا و معایب آن اشاره شد. به طور کلی جهت انتخاب سیستم حفاظت DG در مقابل جزیره شدن نمی توان یک دستورالعمل مشخصی تعیین کرد. بهره بردار با توجه به نوع DG و شرایط نقطه اتصال، همچنین میزان توجیه اقتصادی طرح می تواند روش متناسب با DG را انتخاب نماید. اما پارامتر های مهم که لازم است طی این پروسه مورد توجه قرار گیرد عبارتند از: NDZ، تاخیر زمانی ارسال زمانی قطع، عملکرد ناخواسته و نویز پذیری است. با توجه به این مسایل مشاهده می شود که روش نوسان ساز دافینگ با توجه با اینکه تمامی این ویژگی ها را در مورد DG مبتنی بر اینورتر دارا می باشد و مشکل روش پسیو که همان NDZ می باشد را نیز رفع کرده می تواند روشی مناسب برای تشخیص باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مراجع

[1] http://www.stsm.ir/index.php?cuid=1

[2] Oihane Abarrategui, Inmaculada Zamra, Dunixe Marene Larruskain, " Comparative analysis of islanding detection methods in networks with DG", CIRED2007 Session 4, 2007.

[3] Eugeniusz Rosolowski, Arkadiusz Burek, Leszek Jedut, " A new method for islanding detection in distributed genertion "

[4] Chen, X; Li, Y; "An Islanding Detection Algorithm for Inverter-based Distributed Generation Inverter-based Distributed Generation Based on Reactive Power Control", IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS , 2013.

[5] ZARE, S; RAHMANPOORI, M; KHAZALI, A.H; "A NEW ACTIVE ISLANDING DETECTION METHOD OF DG", IEEE, 22nd International Conference and Exhibition, 2013.

[6] Ghaderi, A; Kalantar, M; "Investigation of Influential Factors on Passive Islanding Detection Methods of Inverter Based Distributed Generation", Power Electronics, Drive Systems and Technologies Conference (PEDSTC), 2011

[7] Etxegarai, A; Eguía, P; Zamora, I; "Analysis of Remote Islanding Detection Methods for Distributed Resources", International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'11), 2011.

[8] Z.Ye, R.walling, L.Garces, R.Zhou, L.Li, and T.Wang, Study and Development of Anti Islanding Control for Grid-connected Inverters, May2004.

[9] Ahmad Yafaoui, Bin Wu, Richard Cheung, "A novel method to reduce the non-detection zone of frequency-drift islanding detections ", Telecommunications Conference, 2005.

[10] Yoshida, Y ; Fujiwara, K; Ishihara, Y; Suzuki, H; " Performance verification of new active islandingdetection methods for PV system by simulation" IEEE,Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), International Conference, 2012.

[11]] N.Q. Hu, X.S. Wen "The application of Duffing oscillator in characteristic signal detection of early fault" Journal of Sound and Vibration 268 (2003) 917–931

زیرنویس‌ها

[1] Distributed Generation

[2] Islanding

[3] Interstate Renewable Energy Council

[4] None-Detection Zone

[5] Intentional Islanding

[6] Unintentional Islanding

[7] Point of Common Coupling

[8] Loss Of Main

[9] Loss of Grid

[10] Supervisory Control and Data Acquisition

Archive of SID

www.SID.ir