بررسی عوامل موثر در بکارگیری از شبکه‌های هوشمند

مجید نیری پور*[۱]، محمد مهدی قنبریان[۲]، محمد مهدی منصوری[۳]

*۱- دانشیار، گروه برق، دانشکده مهندسی برق و الکترونیک، دانشگاه صنعتی شیراز، mnayeri82@yahoo.com
۲- مربی، گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون، m_ghanbarian@yahoo.com
۳- مربی، گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، mansuri5m@yahoo.com

چکیده :استفاده و بکارگیری از شبکه‌های هوشمند اثر بخشی مطلوبی را در شبکه‌های توزیع به همراه خواهد داشت. استفاده صحیح از این دانش می‌تواند از جهات مختلف برای اداره برق و مشترکین سودمند باشد. در سیستم های قدرت سنتی ، سیستم توزیع به عنوان واسط بین شبکه انتقال و توزیع می باشد و به عنوان یک بخش پسیو تلقی می شود. با استفاده از شبکه‌های هوشمند و بکارگیری از زیر شبکه ها نظیر توربین های بادی، پیل سوختی ، CHP ها و ... به سیستم توزیع این بخش از سیستم قدرت به یک عنصر اکتیو تبدیل شده است و این خود باعث می‌شود که بسیاری از مسایل سیستم‌های قدرت نظیر پخش بار، پایداری، قابلیت اطمینان، امنیت و اتصال کوتاه و ... تحت تاثیر این شبکه قرار گیرد. با این شرایط استفاده از ریز شبکه‌ها قطعا بر سیستم های کنترل، مراکز کنترل توان و بهره برداری شبکه‌های توزیع تاثیر خواهد گذاشت. از طرف دیگر تعیین زمان و میزان تولید منابع تامین انرژی و همچنین کنترل زمانی استفاده از تجهیزات خانگی به منظور اعمال برنامه‌های مدیریت بار و انرژی در راستای کاهش هزینه های برق مصرفی مشترکین و رضایت آنها جهت همکاری با طرح شبکه های هوشمند بررسی و طراحی دقیقی برای این شبکه مورد نیاز خواهد بود. در این مقاله سعی شده است از جنبه‌های مختلف مانند کیفیت توان ، بهره برداری اقتصادی، حفاظت کنترل و... این دسته از شبکه‌ها مورد ارزیابی قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: ریز شبکه‌ها ، شبکه‌های هوشمند ، دستگاه‌های اندازه گیر هوشمند

۱- مقدمه

چالش‌هایی از قبیل افزایش تقاضای انرژی، تغییرات جوی، فرسودگی تجهیزات شبکه، افزایش قیمت انرژی و افزایش وابستگی کشورها به واردات انرژی، از انگیزه‌های اصلی حرکت به سمت دستیابی انرژی‌های پایدار، ایمن و قابل رقابت با منابع انرژی موجود است. به همین سبب سیاستگذاران در سراسر جهان در حال اجرای برنامه هایی برای افزایش بازدهی، امنیت و قابلیت اطمینان سیستم انتقال و توزیع برق با توسعه شبکه کنونی و حرکت به سمت شبکه هوشمند هستند. می‌توان یکی از اجزای قابل کنترل و سازنده شبکه‌های هوشمند[۱] را ریزشبکه ها[۲] نام برد. طبق تعریف یک ریزشبکه بخشی از یک شبکه توزیع است که قادر به تامین بار محلی خود در حالت های کارکرد متصل به شبکه و مستقل (جزیره‌ای) می‌باشد. مشترکین شرکت‌های برق در حال حاضر این حق انتخاب را دارند که توان مورد نیازشان را از شرکتهای برق

Archive of SID
www.SID.ir

موجود خریداری کنند و یا از منابع تولید پراکنده برای برآورده ساختن آنها استفاده کنند. با تحقیقات و توسعه وسیعی که در زمینه فناوری-های تولید پراکنده انجام شده و می‌شود، بسیاری از منابعی که در حال حاضر در بازارهای مصرف قابل دسترس می باشند منابع تولید پراکنده در محدوده مصارف خانگی تا تجاری و صنعتی می باشند. قیمت فناوریهای مختلف تولید پراکنده روز به روز در حال کاهش بوده و با گذشت مدت کوتاهی، این قیمت ها به حدی خواهد رسید که مشترکان برای خرید منابع تولید پراکنده به راحتی و با رغبت اقدام خواهند کرد. با افزایش واحدهای تولید پراکنده در سیستم بخصوص در شبکه توزیع، سیستم کنترل، بهره برداری و روشهای آن باید به گونه ای تغییر یابد که بتوان حداکثر استفاده از این منابع تولید بشود. موارد مهمی از جمله توسعه رو به رشد، گستره وسیع تکنولوژی های مورد استفاده، امکان تبادل انرژی و خرید و فروش آن توسط مشترک و اقتصادی بودن در بخش تولیدات پراکنده[۳] و همچنین دینامیک تولیدات پراکنده بر دو اساس سنتی با اینرسی پایین و بر اساس استفاده از تکنولوژی الکترونیک قدرت سریع ولی بدون اینرسی در کنار کارکرد هوشمند با استفاده از زیرساخت های مخابراتی نوین و پاسخ هوشمند تقاضای بار، چالش‌ها و فرصت های گسترده ای در استفاده از ریزشبکه ها به عنوان پایه های شبکه های هوشمند پدید آورده است.

۲- مزایای شبکه هوشمند

مفهوم اساسی شبکه هوشمند افزودن نظارت، تحلیل، کنترل و توانمندیهای مخابراتی به شبکه قدرت برای افزایش بازدهی سیستم است در حالیکه به صورت همزمان بتوان مصرف را کاهش داد. همچنین شبکه هوشمند مزیت‌های فراوانی از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی بوجود می‌آورد. از نگاه اقتصادی شبکه هوشمند مصرف کلی مصرف کننده‌ها را از طریق افزایش بازدهی سیستم، آموزش مشترکین و شریک نمودن آنها در عملکرد کلی شبکه، و همچنین از طریق پیاده سازی برنامه های مدیریت بار[۴] و پاسخ به تقاضا[۵] کاهش می دهد. از لحاظ زیست محیطی شبکه هوشمند می‌تواند با افزایش مدیریت بار و مصرف، کاهش تولیدات مربوط به زمان پیک بار و افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر از میزان کلی تولید و انتشار گاز دی اکسیدکربن بکاهد.

شبکه هوشمند در بخش توزیع انرژی برق، یک شبکه مدرن با افزایش نفوذ انرژیهای نو در قالب تولیدات پراکنده (DG) می باشد که منجر به نتایج زیر خواهد شد:

- کاهش تلفات شبکه و آلودگی هوا[۱]
- ظهور خودروهای الکتریکی شارژ شونده توسط شبکه[۲]
- کنترل پیک بار شبکه از طریق پاسخ تقاضا (DR) [۳]
- بهبود قابلیت اطمینان از طریق اتوماسیون شبکه توزیع[۴]
- اندازه‌گیری و کنترل مصرف برق با استفاده از زیرساخت‌های مخابراتی[۵]
- کاهش هزینه‌های اجرا و نگهداری
- افزایش بازدهی شبکه قدرت
- بهبود امنیت سیستم

شبکه هوشمند مزیت‌های فراوانی را نیز برای مصرف کننده‌ها ایجاد می‌کند که برخی از مهمترین آنها به شرح زیر می‌باشد:

- امکان اعمال مدیریت مصرف
- صرفه جویی در هزینه‌ها در پی کاهش پیک بار
- صرفه جویی در هزینه‌ها در پی افزایش بازدهی، کیفیت انرژی تحویل داده شده به مصرف کننده
- استفاده از مزایای فناوریهای جدید در کنتورهای پیشرفته
- کاهش هزینه‌های کلی مصرف کنندگان صنعتی
- افزایش خدمات عرضه شده به مشتری در بازار برق

۳- زیر ساخت‌های اصلی شبکه هوشمند

- اتوماسیون توزیع که شامل زیر برنامه های فوق می‌باشد:
  - پاسخ به تقاضا
  - تعادل پروفایل بار
  - رفع مشکلات شبکه توزیع
  - پایش و کنترل تجهیزات از راه دور
- دستگاههای اندازه گیر هوشمند و قابلیت ارتباط دو طرفه AMI[۶] که شامل زیر برنامه های فوق می باشد:
  - قرائت خودکار کنتور
  - مدیریت دارایی‌ها و پیش بینی مصرف
  - قیمت گذاری دینامیک
  - مدیریت برق دزدی، سرقت خدمات و قطعی ها
  - دستگاههای مصرفی هوشمند
- شبکه HAN[۷] جهت ارتباط دستگاه‌های اندازه گیری و مصرفی
- ریز شبکه
- کنترل و بهینه سازی تغذیه که شامل زیر برنامه های فوق می‌باشد:
  - نظارت بر تغذیه،تحلیل و کنترل کیفیت توان
  - مدیریت سمت تقاضا
  - سطح بندی بار، محدودیت بار[۸] و جابه جایی بار
  - آنالیز و کنترل بانک خازنی به صورت خودکار

۴- پیاده‌سازی شبکه‌های هوشمند

پس از نصب سامانه اندازه‌گیری هوشمند، شبکه توزیع دارای زیر ساخت‌های لازم جهت پیاده سازی شبکه هوشمند می‌شود. در این شبکه بستر مخابراتی لازم جهت انتقال اطلاعات فراهم می‌شود و کنتورهای هوشمند در حال تبادل اطلاعات بین مشترکین و شبکه

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شوند و امکان فروش انرژی نیز فراهم می‌شود. در مرکز کنترل، تجهیزات مربوط به زیر ساخت اندازه گیری هوشمند نصب می‌شود. زیر ساخت اندازه‌گیری هوشمند توانایی جمع‌آوری اطلاعات اندازه‌گیری مانند ولتاژ، جریان، وشعیت تجهیزات، وقایع و حوادث را به صورت نزدیک در نقاط راهبردی شبکه‌های توزیع دارد. این ویژگی باعث بهبود نظارت و کنترل سامانه توزیع خواهد شد و بهره برداران شبکه توزیع را بواسطه اطلاعات بهنگام و حیاتی که برای آنها مهیا می کند قادر می-سازد تا تصمیمات مهم در شرایط بحرانی را با صحت و دقت بالا اتخاذ کنند و شبکه را همواره در بهترین حالت نگه دارند. شبکه هوشمند شامل تعداد زیادی از حسگرها و تجهیزاتی است که در کل شبکه نصب می‌شوند. این تجهیزات، مدیریت بهینه تر شبکه را ممکن می‌سازند. مشکل عمده در این راه هزینه‌های سنگین بستر مخابراتی است که برای ایجاد ارتباط با این تجهیزات، مورد نیاز می‌باشد. برای ایجاد ارتباط با این حسگرها و تمام تجهیزات موجود در شبکه های هوشمند دو رویکرد کلی وجود دارد:

- ایجاد یک زیر ساخت مخابراتی مجزا از سامانه اندازه‌گیری هوشمند
- توسعه مخابرات، زیر ساخت اندازه‌گیری هوشمند به تمام بخش‌های یک شبکه برق

بنابراین بستر مخابراتی زیر ساخت اندازه گیری هوشمند امکان کنترل و نظارت پیشرفته، که جزئی از شبکه هوشمند آینده است را فراهم می‌کند.

رویکرد اول هزینه‌های بسیاری در بر داشته و باعث دوباره کاری و اتلاف هزینه و زمان زیادی خواهد شد. در رویکرد دوم با پیاده سازی زیر ساخت اندازه گیری هوشمند، زیر ساخت مخابراتی آن پیاده‌سازی شده است و کافی است دامنه نفوذ زیر ساخت مخابراتی زیر ساخت اندازه گیری هوشمند گسترش یابد و از همین زیر ساخت به منظور قرائت حسگرها و مابقی تجهیزات شبکه هوشمند بهره برداری شود.

در مرکز کنترل نیز ماژول‌های لازم به سیستم اندازه‌گیری هوشمند اضافه شده و سرانجام شبکه هوشمند بنا می‌گردد. اطلاعات در شبکه هوشمند علاوه بر امور پیش گفته شده به منظور تنظیم و کنترل فیدرها، ارائه مدل های بار صحیح با استفاده از سامانه مدیریت اطلاعات، مدیریت انرژی، مدیریت سمت تقاضا و ... استفاده خواهند شد. نرم افزارهای شبکه هوشمند بسیاری از اطلاعات خود را از نرم افزارهای موجود سیستم اندازه گیری هوشمند بدست می‌آورند. این سیستم با نرم افزارهای جانبی مثل GIS و GPS در حال تبادل اطلاعات است و به مدیریت دارایی‌های شبکه یاری می‌رسانند. در شبکه هوشمند، خانه های هوشمند وجود دارد که دارای تبادل نزدیک با شبکه هستند و از طریق انرژی‌های تجدید پذیر نیروی الکتریکی لازم را تولید می‌کنند. مدیریت این پهنای وسیع از تجهیزات در مرکز کنترل شبکه هوشمند انجام می گیرد. در واقع زیر ساخت اندازه‌گیری هوشمند زیر بنای شبکه هوشمند آینده است و از سامانه مخابراتی آن می توان به منظور اتصال و قرائت حسگرها و دیگر تجهیزات موجود در شبکه هوشمند استفاده کرد و اطلاعات را به مرکز کنترل منتقل کرد و زیر ساخت سخت افزاری و نرم افزاری آن برای توسعه شبکه هوشمند الزامی است.

مفهوم شبکه‌های هوشمند لازم می‌دارد که شبکه برق در سمت مصرف‌کننده کاملا قابل کنترل، انعطاف پذیر و مقاوم در برابر حالات غیر عادی و خطاهای شبکه باشد. مفهوم ریزشبکه به عنوان اجزای سازنده شبکه‌های هوشمند آینده توجه زیادی را در این زمینه به خود جلب کرد[۶].

۵- هوشمندسازی منابع در سیستم‌های توزیع هوشمند

هوشمندسازی منابع در شبکه‌های هوشمند موارد مهمی از جمله آیین‌نامه‌ها، متعادل کردن توان و جابجایی تولیدات در طول ۲۴ ساعت روز را در بر می‌گیرد. این بخش از هوشمند سازی شبکه قدرت را در سه دسته کلی می توان بررسی کرد :

- تولیدات پراکنده
- ریزشبکه‌ها
- ذخیره‌کننده‌های انرژی الکتریکی

دسته اول هوشمندسازی منابع در شبکه ، استفاده از تولید پراکنده و تجدیدپذیر، شامل پیاده سازی منابع تولید پراکنده پربازده و تجدید پذیر در ساختمان های صنعتی، تجاری و خانگی است. استفاده از روش های کنترلی جدید در کنار منابع تولید پراکنده با در نظر گرفتن سطوح امنیت ، کیفیت ، قابلیت اطمینان و دسترس پذیری توان در شبکه های توزیع ، دسته دوم هوشمند سازی منابع را به نام ریز شبکه ها شکل می‌دهد که به طور کلی شبکه را در این جهت سوق می دهد که از حالت منفعل و پسیو به حالت فعال و اکتیو تبدیل شوند. ریز شبکه‌ها، شبکه‌های فشار ضعیفی هستند که شامل منابع تولید پراکنده، ذخیره کننده‌های توان، بارهای قابل کنترل و یک سیستم کنترل قوی هستند. ریز شبکه‌ها در بالادست به شبکه فشار متوسط سراسری متصل می شوند و دارای توانایی کار در حالت جدا از شبکه نیز هستند. از دیدگاه مصرف کننده یک ریز شبکه از یک طرف می‌تواند توانایی تامین برق را داشته باشد و از طرف دیگر موجب افزایش کیفیت توان، افزایش قابلیت اطمینان، کاهش انتشار آلودگی، تقویت ولتاژ و ارزان تر شدن انرژی گردد. ریز شبکه ها دارای یک عملکرد هماهنگ برای پاسخگویی به بار و تولید منابع تولید پراکنده، در کنار بیشینه کردن سود رسیده به مشترکین و شبکه بالادست هستند.

با پیشرفت تکنولوژی‌ها و اقتصادی‌تر شدن آن ها امکان استفاده از منابع تولید پراکنده در کنار ذخیره کننده‌های انرژی فراهم شده است. در نتیجه امکان به وجود آمدن ریز شبکه‌ها در سطوح پایین مصرف و

Archive of SID

www.SID.ir

اتصال آنها به شبکه‌های توزیع و مصرف‌کننده های تجاری و خانگی می‌باشد.

ذخیره‌کننده‌های انرژی الکتریکی به طور گسترده به عنوان یک جزء کلیدی در بهبود قابلیت اطمینان و پایداری شبکه هوشمند، دسته سوم هوشمندسازی منابع را در شبکه شکل می‌دهند.

توانایی‌های ریزشبکه هوشمند

- استفاده از منابع تولید کوچک
- بازدهی مناسب انرژی
- امکان ذخیره انرژی
- اندازه‌گیری هوشمند
- بالا بردن امنیت شبکه
- پیش بینی از وضعیت آتی و اصلاح
- شبکه بهینه شده

۶- کیفیت توان در ریزشبکه‌ها

با ورود منابع تولید پراکنده، بعضی از نگرانی‌های شرکتهای برق در مورد از دست دادن مشترکان بوده در حالیکه دیگران سخت به دنبال این مورد هستند که چگونه میتوان قابلیت اطمینان سیستم و مهمتر از آن ایمنی را برای مردم) مصرف کنندگان (و کارکنان شرکت برق تأمین کرد .علاوه بر ایمنی نگرانیهای قابل درکی در مورد عملکرد سیستمهای شرکت برق وجود دارد. یک مشترک و یا گروهی از مشترکان شرکت برق در آینده، گزینه تأمین توان مورد نیازشان بوسیله استفاده از منابع تولید پراکنده و همچنین فروش توان به شبکه و خرید آن توسط دیگران را پیش رو خواهند داشت. انواع مختلف بار که امروزه در سیستم وجود دارند شامل ادوات پیشرفته الکترونیکی می‌باشند که حساسیت زیادی نسبت به مسایل کیفیت توان دارند. از این‌رو، اگر یک ریز شبکه بدرستی طراحی و بهره برداری نشود، مسایل کیفیت توان ممکن است بصورت یک مشکل پدیدار شود.

در [۷] نمونه ی دیگر از مدل سازی ریزشبکه ارئه شده است. استراتژی کنترل برای تقسیم بار بین DGها با حفظ کیفیت ولتاژ، جریان و توان در دو حالت متصل به شبکه و جزیره ای مورد بحث قرار می‌گیرد. نکته مهم در این مدل آن است که هر DG باری را تغذیه می‌کند که می‌تواند نامتعادل و یا غیر خطی باشد. البته این در صورتی است که DGها کانورتری باشند.

نکته دیگر در این مدل، فرض مقاومتی بودن شبکه و در نتیجه دروپ زاویه ولتاژ-توان راکتیو و اندازه ولتاژ- توان اکتیو برای کار در حالت جزیره ای است .در واقع تفاوت حالت متصل به شبکه و حالت جزیره‌ای در این مدل آن است که در حالت متصل به شبکه، کل بار مشترک از شبکه تغذیه می شد وDG ها بخشی از بار محلی خود را تغذیه می‌کردند و هارمونیک و عدم تعادل بار خود را بر طرف می-کردند.

۷- بررسی خطا در زیرشبکه‌ها

در [۸]، به بررسی زمان رفع بحرانی خطا با توجه به انواع خطاهای ممکن در شبکه توزیع پرداخته شده و عنوان شده است که تنظیمات کنونی برای رله های DG ها محافظه کارانه می باشندو در نتیجه با توجه به زمان های محاسبه شده DG ها می توانند در صورت رخداد بسیاری از خطاها در شبکه باقی بمانند.

در حالی که یکی از کاربردهای ایده ریزشبکه و کارکرد جزیره‌ای آن، ادامه کار شبکه در صورت رخداد خطا در شبکه بالادست بود، در [۹] به قاعده موجود در بهره برداری DG ها یعنی قطع آنها در صورت رخداد خطا طبق استانداردهای موجود اشاره شده است .مشکل وقتی اساسی می‌شود که نفوذ DG ها در شبکه بالا رود و خروج این DG ها، سبب کمبود تولید نیرو شود. در نتیجه به پایداری گذرای DG ها با روش لیاپانوف پرداخته شده است تا با توزیع تولید توان، خطر ناپایداری DG ها پس از وقوع خطا برطرف شود .شایان ذکر است که DG های بر پایه ماشین های سنکرون هستند.

در [۱۰] الگوریتم حفاظتی برای آشکارسازی پدیده جزیره‌ای شدن درسیستم های تولید پراکنده معرفی شده است و برای سناریوهای مختلف نظیر جزیره ای شدن، تغییر بار و اختلالات کیفیت توان این الگوریتم مورد آزمایش قرار گرفته است .در این مقاله انواع روشهای مرسوم در زمینه چگونگی تشخیص پدیده جزیره‌ای شدن مرور شده است.

۸- بهینه سازی در زیرشبکه‌ها

در [۱۱] در مورد بهینه سازی مصرف سوخت در یک ریزشبکه جزیره ای با منابع تولید بادی، خورشیدی، گازی وCHP و بارهای گرمایی و الکتریکی پرداخته شده است.

در [۱۲] با توجه به اینکه میزان تولید هر یک از DGها با مکانیسم دروپ تعیین می شود، بهینه سازی مصرف سوخت با قید پایداری ریزشبکه انجام می شود به طوری که انتخاب دروپ بهینه سبب ناپایداری سیستم نشود.

۹- بررسی پایداری در ریزشبکه‌ها

در [۱۳] تأثیر ضریب نفوذ توربین‌های بادی DFIG بر پایداری گذرای ریزشبکه مورد بررسی قرار گرفته است . در این مقاله پایداری گذرای یک ریز شبکه دارای DFIG با درصدهای مختلف نفوذ DFIG و در حالت وصل به شبکه قدرت بررسی شده است .در این مرجع نشان داده شده است که با افزایش ضریب نفوذ DFIG در ریزشبکه، زمان بحرانی برای رفع خطا در شبکه کوتاه تر می شود و این به معنای کاهش حد پایداری شبکه می‌باشد. با بررسی نتایج می‌توان دریافت که ضریب نفوذ مناسب توربین‌های بادی DFIG در ریز شبکه‌ها در دو حالت متصل بر شبکه قدرت و کنترل مستقل بسیار متفاوت است. بر

Archive of SID

www.SID.ir

این اساس لازم است در شبکه های هوشمند در صورت قطع اتصال ریز شبکه از شبکه قدرت، میزان تولید توربین های بادی DFIG و در واقع درصد تأمین بار توسط این توربین ها کاهش یابد تا امنیت گذاری ریز شبکه‌ها به مخاطره نیافتد.

در [۱۴]، پایداری یک ریزشبکه برای انواع پایداری گذرا در اثر برق دار کردن بار در حالت متصل به شبکه، گذر از حالت متصل به شبکه به حالت جزیره ایِ برنامه ریزی شده و گذر از حالت متصل به شبکه به حالت جزیره ای در اثر وقوع خطاهای تک فاز، فاز به فاز و سه فاز موقت و دائم شبیه سازی شده است. اهمیت سرعت تشخیص جزیره شدن و در نتیجه تغییر سریع مد کنترلی و تنظیمات DG های سریع مبتنی بر الکترونیک قدرت، ازدستاوردهای شبیه سازی هاست.

۱۰- کنترل ریزشبکه ها

در [۱۵] از یک سیستم کنترل تطبیقی برای ادامه دادن تغذیه بار پس از ازدست رفتن شبکه اصلی برق استفاده شده است .در این روش سه واحد تولید پراکنده از نوع توربین گاز و بار متصله بصورت امپدانس ثابت در نظر گرفته شده است .استراتژی کنترلی در حالت عملکرد موازی با شبکه، تصحیح ضریب توان و کنترل توان اکتیو بوده در حالی‌که استراتژی پس از جداشدن شبکه، کنترل ولتاژ و فرکانس می-باشد. سیستم کنترل مذکور با اندازه گیری ولتاژ و جریان پایانه خروجی ژنراتور تولید پراکنده و استخراج پارامترهای ششگانه ولتاژ (V) ، ضریب توان (pf) ، نرخ تغییرات ولتاژ (dv) ، نرخ تغییرات توان راکتیو(dQ)، نرخ تغییرات توان اکتیو(dp) و نرخ تغییرات فرکانس(df) وضعیت جاری واحد تولید پراکنده را ارزیابی کرده و با توجه به آن، حالت مناسب کارکرد سیستمهای گاورنر و تحریک آنها را انتخاب می‌کند.

در [۱۶] دو استراتژی کنترلی برای کار یک ریزشبکه درحالت جزیره ای معرفی شده است. شایان ذکر است که تمام DG ها اینورتری هستند و گذراهای کلیدزنی، هارمونیک ها و تلفات اینورتر مدل نمی‌شوند.

در [۱۷]، تأکید اصلی بر روی استراتژی کنترلی به منظور بهره-برداری موازی از سیستمهای تولید پراکنده در یک سیستم تغذیه AC تنها و مستقل می‌باشد. روش کنترلی پیشنهادی با ترکیب دو روش کنترل افت و کنترل توان متوسط ارائه شده است .همچنین یک طرح افت هارمونیکی برای تسهیم میزان هارمونیک جریان‌های بار ارائه شده است. شبیه سازی و نتایج آزمایشگاهی برای دو اینورتر سه فاز موازی با مدولاسیون پهنای پالس که بار مشترکی را تغذیه میکنند ارائه گردیده است.

در [۱۸] یک روش کنترلی به منظور پایداری ولتاژ در شریط مربوط به عملکرد موازی واحدهای تولید پراکنده ارائه شده است همچنین عملکرد شبکه در شرایط وجود بار به صورت موازی با شبکه به همراه در نظر گرفتن امپدانس شبکه شبیه سازی شده است.

در [۱۹] به بررسی و مطالعه کنترل توان و فرکانس در یک سیستم قدرت مستقل شامل واحدهای توربین بادی، دیزل ژنراتور و ادوات ذخیره ساز انرژی پرداخته شده است .مطالعه کنترل توان و فرکانس بر اساس مشخصات واحدهای تولید پراکنده مذکور برای فراهم کردن توان مطلوب برای مشترکان با حداکثر جذب انرژی باد و حداقل مصرف سوخت دیزل انجام گرفته است مدلهای واحدهای تولیدی، سیستم قدرت و کنترل توان -فرکانس ارائه گردیده و ضمناً تحت شرایط مختلف مطالعات شبیه سازی آن ارائه شده است. در این مقاله هر دو نوع واحد تولید پراکنده و واحد دیزل در حالت عملکرد سرعت متغیر بوده و از طریق یک مبدل الکترونیک قدرت به شبکه متصل می باشند .در این مقاله نشان داده شد که این سیستم می‌تواند توان مطلوب و قابل اطمینانی را در یک سیستم قدرت مستقل به مشترکان ارائه کند. ژنراتور مورد استفاده در توربین باد و دیزل ژنراتور از نوع ماشین سنکرون با آهنربای دایم بوده که خروجی آنها از طریق یک مبدل الکترونیک قدرت AC/DC/AC به شبکه متصل می‌شوند. مبدل الکترونیک قدرتی توربین باد با مبدل دیزل سنکرون شده و عمدتاً برای تحویل توان باد و تنظیم تسهیم توان راکتیو بکار می رود.

در [۲۰] یک شبکه روستایی (با 200 مصرف کننده) در حالت جدا و مستقل به منظور مطالعه انتخاب شده که منابع تولید پراکنده مانند میکروتوربین‌ها، پیل سوختی و ادوات ذخیره ساز انرژی از طریق اینورترها به شبکه متصل‌اند. مرجع مذکور تحلیل دینامیکی شبکه مورد نظر را ارائه می‌کند .در این مطالعه استراتژی‌های گوناگونی مانند تغییر بار و تولید، راه اندازی موتورLV و اتصال کوتاه به منظور شبیه-سازی دینامیکی مورد استفاده قرار گرفته است .این مقاله مطالعات رفتار دینامیکی سیستم توزیع مستقل و ایزوله که شامل دو نوع تولید پراکنده مانند میکرو توربین و پیل‌های سوختی که از طریق مبدل الکترونیک قدرت به سیستم متصل می‌شوند را بررسی کرده است.

حوادثی که در این مطالعات در نظر گرفته شده اند عبارتند از:

- تغییرات کند و ناگهانی در بار
- تغییرات تولید (خروج واحدها)
- راه اندازی موتور
- اغتشاشات بزرگ مانند اتصال کوتاه

لازم به ذکر است که ادوات ذخیره کننده انرژی به منظور برآورده ساختن تعادل لحظهای توان به سبب ورود بار جدید مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۱۱- نتیجه

از مهم‌ترین موارد مطالعاتی در خصوص اصلاح شبکه‌های توزیع و بهینه سازی انرژی خصوصا در بخش توزیع بکارگیری و اجرای شبکه‌های هوشمند با طراحی یک سیستم کنترلی دقیق و آنالیزهای احتمالی می‌باشد. دانشگاه صنعتی شیراز به منظور رسیدن به این اهداف مهم اقدام به ایجاد بستر لازم جهت طراحی و ساخت یک شبکه پایلوت در

Archive of SID

www.SID.ir

این زمینه نموده است تا بتواند بستری برای ارزیابی کلیه موانع و نکات مورد مطالعه که در آینده با آن روبرو خواهد شد ایجاد نماید.

مراجع

[1] "The Smart Grid: An Introduction," United States Department of Energy, Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, Washington, DC, 2008. [Online]. Available:http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/DOE_SG_Book_Single_Pages(1).pdf

[2] S. Han, S. Han and K. Sezak, "Development of an optimal vehicle-to-grid aggregator for frequency regulation," IEEE Trans. Smart Grids, Vol. 1, No. 1, pp. 1-8, 2010.

[3] S. M. Amin, "For the good of the Grid," IEEE Power & Energy Magazine, Vol. 6, No. 6, pp. 45-89, 2008.

[4] D. E. Nordell, "Communication Systems for Distribution Automation," in Proc. 2008 IEEE T&D Conf. and Expo., pp. 1-14.

[5] A. Vojdani, "Smart Integration," IEEE Power & Energy Magazine, Vol. 6, No. 6, pp. 71-79, 2008.

[6] N. Hatziargyriou, H. Asano, R. Iravani and C. Marnay, "Microgrids," IEEE Power & Energy Magazine, Vol. 5, No. 4, pp. 78-94, 2007.

[7] R. Majumder, A. Ghosh, G. Ledwich and F. Zare, "Load sharing and power quality enhanced operation of a distributed microgrid," IET Renewable Power Generation, Vol. 3, No. 2, pp. 109-119, 2009.

[8] I. Xyngi, A. Ishchenko, M. Popov and L. van der Sluis, "Transient Stability Analysis of a Distribution Network With Distributed Generators," IEEE Trans. Power Systems, Vol. 24, No. 2, pp. 1102-1104, 2009.

[9] L. Le-Thanh, T. Tran-Quoc, O. Devaux, O. Chilard, C.Kieny, N. Hadjsaid and J. C. Sabonnadiere, "Hybrid methods for transient stability assessment and preventive control for distributed generators," IEEE Power and Energy Society General Meeting -Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, pp. 1-6, 2008.

[10]. Pai F.S. and Huang J., "A Detection Algorithm for Islanding-Prevention of Dispersed
Consumer-Owned Storage and Generating Units", IEEE Trans. Energy Conversion,Vol.16, pp. 346-351, Dec. 2001.

[11] C. A. Hernandez-Aramburo, T. C Green and N. Mugniot, "Fuel consumption minimization of a microgrid," IEEE Trans. Industry Applic., Vol. 41, No. 3, pp. 673-681, 2005.

[12] E. Barklund, N. Pogaku, M. Prodanovic, C. Hernandez-Aramburo and T. C. Green, "Energy Management in Autonomous Microgrid Using Stability-Constrained Droop Control of Inverters," IEEE Trans. Power Electr., Vol. 23, No. 5, pp. 2346-2352, 2008.

[13] J.M. Rodriguez, et al. , " Incidence on Power System Dynamics ofHigh Penetration of Fixed Speed and Doubly Fed Wind Energy Systems:Study of the Spanish Case," IEEE Trans. Power Systems, vol. 18, no.4, pp.1089-1095, May. 2002

[14] F. Katiraei, R. Iravani and P. W. Lehn, "Micro-grid autonomous operation during and subsequent to islanding process," IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 20, No. 1, pp. 248-257, 2005.

[15]. Sishuba S., Redfern M. A., "Adaptive Control System for Continuity of Supply Using Dispersed Generators", IEE Proc. –Gener. Transm. Distrib. Vol. 152, No.1, pp.23-30, Jan.2005

[16] J. A. P. Lopes, C. L. Moreira and A. G. Madureira, "Defining control strategies for MicroGrids islanded operation," IEEE Trans. Power Systems, Vol. 21, No. 2, pp. 916-924, 2006.

[17] F. Katiraei, R. Iravani, N. Hatziargyriou and A. Dimeas, "Microgrids Management," IEEE Power & Energy Magazine, Vol. 6, No. 3, pp. 54-65, 2008.

[19]. Hu Y. and Chen Z., "Modeling of Frequency and Power Control in an Autonomous Power System with Wind Turbines and Diesel Generation Units", Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, IEEE/PES, Page(s):1 – 8, 15-18 Aug. 2005

[20]. Tran-Quoc T., Hadjsaid N., Rami G., Le-Thanh L., Bernard L., Verneau G., Mertz J.L., Corenwinder C., Michalak P. and Boll M., "Dynamic analysis of an insulated distribution network", Power Systems Conference and Exposition, IEEE PES,vol.2, Page(s):815 – 821, 10-13 Oct. 2004

رزومه

مجید نیری پور تحصیلات خود را در مقطع دکتری برق- قدرت در بهمن ماه ۱۳۸۶ از دانشگاه تربیت مدرس تهران به پایان رسانیده است. ایشان هم اکنون بعنوان دانشیار سیستم های قدرت در دانشکده مهندسی برق و الکترونیک دانشگاه صنعتی شیراز مشغول می باشد. نامبرده به عنوان مجری و همکار در پروژه های مختلف طراحی، مشاوره و اجرا در زمینه برق فعالیت و ارائه بیش از ۳۰ مقاله در مجله های معتبر و ۳۰ مقاله کنفرانس حاصل پژوهش نامبرده می باشد. زمینه‌های تحقیقاتی مورد علاقه ایشان عبارتند از: انرژی های نو، اداوات ;FACTS و کیفیت توان.

محمد مهدی قنبریان بعد از دریافت کارشناسی ارشد برق قدرت از دانشگاه علم و صنعت ایران در سال ۸۲، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد کازرون بوده و در کنار تدریس، در شرکتهای برق منطقه ای فارس و شرکتهای وابسته مشغول به فعالیت می باشد. ایشان هم اکنون دانشجوی دکتری برق- قدرت دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شیراز بوده و در زمینه سیستم های توزیع و شبکه های هوشمند و عایق وفشار قوی مشغول تحقیق می باشند.

محمد مهدی منصوری تحصیلات خود را در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد برق بترتیب الکترونیک و قدرت در سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۹ هر دو از دانشگاه صنعتی شریف به پایان رسانده است و هم اکنون دانشجوی دکتری برق، قدرت دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شیراز می‌باشد. نامبرده در سالهای ۱۳۸۰ الی ۱۳۹۰ به عنوان کارشناس ارشد رله و حفاظت در شرکت برق منطقه ای یزد، دفترفنی انتقال مشغول بوده است و در این سالها نیز مدرس مدعو دانشگاه یزد و

Archive of SID
www.SID.ir

دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد بوده است. زمینه‌های تحقیقاتی مورد علاقه ایشان عبارتند از: سیستمهای انرژی نو، رله و حفاظت، الکترونیک قدرت.

زیرنویس

[1] Smart Grid
[2] Micro Grid
[3] Distributed Generation
[4] Load Management
[5] Demand Response
[6] Advanced Metering Infrastructure
[7] Home Area Network
[8] load shading

f SID