فصلنامه رویکردهای نوین در تحقیقات علوم پایه، فنی و مهندسی
سال چهارم، شماره ۱۴،پاییز ۱۴۰۰
ISSN: ۲٦٤٥-٥٤٣٩
www.jonarbset.ir

بالا بردن انرژی شبکه‌های توزیع مبتنی بر بخش توان راکتیوDG

سجاد اعظمی [۱] ، علی اصغر عسکری [۲] ، سعید جعفرپور [۳]

[۱] دانشجوی دکترای برق،دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات (نویسنده مسئول)
[۲] دانشجوی کارشناسی برق،دانشکده فنی و حرفه ای امام خمینی(ره) سبزوار
[۳] دانشجوی کارشناسی مهندسی برق،مرکز آموزش عالی شهرضا

چکیده

رشد روزافزون مصرف انرژی الکتریکی و به تبع آن رشد فزاینده سرمایه گذاری در بخش توزیع و نیز وجود بخش عمدهایی از تلفات کل سیستم در شبکههای توزیع باعث شده است که برنامهریزی بهینه در حوزه شبکههای توزیع بسیار مهم و حایز اهمیت باشد. انرژی الکتریکی در افزایش رفاه و توسعه اقتصادی کشورها نقش بسزایی دارد، همچنین لزوم ایجاد تعادل لحظه به لحظه بازار و عدم امکان ذخیرهسازی انرژی الکتریکی در حجم بالا باعث شده است که بازار برق از اهمیت بالایی در این حوزه برخوردار باشد. امروزه با بکارگیری منابع تولید پراکنده DG و تبدیل شبکههای توزیع از حالت غیرفعال به فعال و نیز امکان تولید در نزدیکی محل مصرف، شرایط جهت کاهش تلفات شبکه بیش از پیش مساعد گردیده است. از سوی دیگر نصب DGدر شبکه، زمانی منجر به حداقل تلفات انرژی شده که بر اساس توپولوژی شبکه در انواع، اندازه ها و مکانهای مناسب صورت پذیرد. بر این اساس در این مقالهدر یک شبکه توزیع ۳۳ شینه آزمایشی و در حضور بارهای وابسته به ولتاژ و متغیر با زمان و ضمن رعایت تمامی قیود، اندازه و مکان مناسبDGها با هدف کمینهسازی تلفات انرژی تعیین می گردد. در شبکه های آتی معمولا منابع و برنامه ها به صورت ترکیبی در مطالعات مطرح می گردند. اهداف ترکیب تکنولوژی ها و برنامه های مختلف در کنار یکدیگر عمدتا شامل: کاهش پیک بار، کاهش هزینه انرژی، بهبود پارامترهای فنی شامل پروفیل ولتاژ و تلفات و جایابی منابع ذخیره بر اساس تاثیر آنها در میزان کاهش پیک شبکه و تلفات و یا ترکیب آن با برنامه های مدیریت بار مورد بررسی قرار می گیرد.

واژه‌های کلیدی: شبکه توزیع، توان راکتیو، انرژی

۱. مقدمه

استفاده ازتولیدات پراکنده و مخصوصا منابع انرژی تجدیدپذیر در سالهای اخیرگسترش روزافزونی یافته است .عرضه برق سازگار با محیط زیست، محدودیت ساخت خطوط انتقال جدید وکاهش استفاده از منابع سوختی از جمله مزایای تولیدات پراکنده می باشد. کاربرد روزافزون منابع انرژی تجدیدپذیر برکنترل ولتاژ وتوان راکتیو به عنوان اصلی ترین وظیفه اپراتورهای سیستم توزیع تاثیر میگذارد. کوچک خطوط این اثر را X/Rساختارشعاعی این شبکه ها و نسبت تقویت می کند.

درحال حاضر پنل های فتوولتائیک خورشیدی برای تولید توان الکتریکی به عنوان منبع انرژی پاک و پایدار استفاده می شوند که میتوانند بارخطوط انتقال راکاهش دهند. نفوذ شدید سیستمهای فتوولتائیک درسیستم توزیع موقعیت ها و چالش های فراوانی برای شرکت های توزیع ایجاد میکند . با تغییر سریع شدت تابش های خورشیدی ولتاژها در سیستم دچار افتی افزایشی می شوند، که با استفاده از تجهیزات کند کنترل ولتاژ و توان راکتیو قابل جبران نیستند و این میتواند منجربه افت کیفیت توان در شبکه شود . سیستم فتوولتائیک دارای اینورتر با پاسخ سریع با قابلیت کنترل توان راکتیو میتواند درصورت مشکلات زودگذر وپیش بینی نشده ولتاژ، توان راکتیو لازم را تولید یا مصرف نماید وتوان راکتیو هر واحد می تواند به عنوان یک ابزار اضافی در بهبود بهینه سازی سیستم توزیع باشد[۱].

۲. انرژی

حضورگسترده منابع انرژی پراکنده، منجر به ایجاد مفهومی جدید گردید،که با درنظرگرفتن منابع (ADN)با نام شبکه های توزیع فعال انرژی پراکنده به منظور دسترسی به اهداف خاص بهره برداری، مدیریت ازجمله این اهداف میتوان به بهره برداری وکنترل ها به منظورکاهش هزینه ها، کاهش تلفات، بهبودکنترل DERبهینه -ولتاژ، افزایش کیفیت توان و تأخیردرسرمایه گذاری اشاره کرد.

۳. شبکه های توزیع

با مطرح شدن بارهای نهایی به عنوان یک پشتیبان توان راکتیو مباحثی جدیدی مطرح میشود در بررسی این مفهوم در شبکه های انتقال پرداخته شده است. این مراجع یک ساختار کنترلی را مطرح کرده اند که می تواند برای کنترل توان راکتیو مصرف کننده های نهایی به کار رود[۲]. ساختار کنترل هوشمند پیشنهادی مبتنی بر سیستم مدیریت فرمان در حوادث است که برای فرمان دادن، هماهنگی و کنترل پاسخ های اضطراری مورد استفاده قرار می گیرد .۱ . Power Factor Control (PFC) 2. Incident Command System (ICS)نکته ای که در این مراجع به آن توجه نشـ ده، شبکهٔ توزیع و مسئلهٔ کنترل ولتاژ در این نوع شبکه هاست. و علاوه بر بررسی شبکهٔ انتقال، استفاده از ساختار چندعاملی را به عنوان بستری مناسب برای اجرای سیستم مدیریت فرمان در حوادث معرفی کرده است. در این سیستم، رله های فیدر به عنوان مراکزی هستند که اطلاعات و فعالیت های کنترلی مورد نیاز درلایه های کنترلی مورد نظر را مدیریت میکنند. این مرجع نحوهٔمدلسازی شبکهٔ توزیع را نیز بررسی کرده، اما نحوهٔ به دست آوردن شین های کاندیدا را بررسی نکرده و نیز از مدلی استفاده کرده که به صورت کنترل مرکزی بوده و نیازمند زیرساختهای مخابراتی بالایی است. همین موضوع موجب میشود که مدل ارائه شده از کارایی خوبی در شبکه های هوشمند برخوردار نباشد .یک ساختار تنظیم غیرسلسله مراتبی و غیرمتمرکز را ارائه کرده که بدون هیچ فرایند مرکزی، مقادیر واقعی تابع هدف را محاسبه میکند. این روش با هماهنگ کردن بهره برداری منابع تولید پراکنده با ادوات متعارف کنترل ولتاژ، بهره برداری کارآمد و مطمئنی را برای شبکه تضمین میکند. در این روش، از کنترل کننده های توزیع شده استفاده شده و در آن، هر کنترل کننده مقدار ولتاژ شین مشخصی از شبکهٔ هوشمند را که مجهز به منابع تولید پراکنده است، کنترل میکند .در این مرجع، بحثی از مصرف کنندگان نهایی نشده و نحوهٔ مدلسازی این منابع مورد بررسی قرار نگرفته است .یک ساختار کنترلی غیرمتمرکزِ برون خط ۴را برای واحدهای

تولید پراکنده پیشنهاد کرده است. طبق تحلیل انجام شده در این مرجع، هماهنگی برون خط نیاز به اعمال تغییر و اصلاح سیستم های کنترلی را از میان برداشته و تبادل اطلاعات نیز تنها در صورتی نیاز است که تغییرات مهمی در ساختار سیستم توزیع اتفاق افتاده باشد[۳]. این مرجع تنها منابع تولید پراکندهٔ بادی و فتوولتاییک را بررسی کرده و بحثی از مصرف کنندگان نهایی و پشتیبانی توان راکتیو توسط این منابع مطرح نکرده است .الگوریتمی برای کنترل ولتاژ بهینهٔ شبکهٔ توزیع ثانویه ارائه کرده که طبق بحث صورت گرفته در این مقاله، درنظرگرفتن تمام شین ها در سیستم های بزرگ، بار محاسباتی سنگینی را تحمیل میکند و درنتیجه غیرعملیاتی است. ازاین رو، کنترل توزیع شدهٔ بهینهٔ ولتاژ با لحاظ کردن منابع تولید پراکنده ارائه شده است . این مرجع، تنها از منابع تولید پراکنده به عنوان ابزاری برای کنترل ولتاژ استفاده کرده و منابع کنترل توان راکتیو موجود در مصرف کننده ها ی نهایی را مورد بررسی قرار نداده است. برای کنترل ولتاژ در شبکه های هوشمند، مدلی مبتنی بر حساسیت ولتاژ و استفاده از منابع تولید پراکنده ارائه شده است. ابزارهای کنترل توان راکتیو در این مرجع تنها منابع تولید پراکنده هستند و بحثی از منابع توان راکتیو موجود در مصرف کننده های نهایی نشده است[۴].

۴. توان راکتیو

کنترل ولتاژ و توان راکتیو درشبکه های توزیع به صورت گسترده برای کاهش تلفات وجبران ولتاژ بالاهای سیستم بکار رفته است. افزایش نفوذ بارهای غیرخطی و وجود منابع انرژی تجدیدپذیر منجر به پیچیدگی بیشتر مسئله شده است .کنترل روزانه آفلاین ابزاری برای هماهنگ کردن کنترل کننده های متمرکز وکنترل کننده های محلی مدیریت سیستم توزیع است . تاکنون روش های کنترل ولتاژ و توان راکتیو متعددی پیشنهاد شده است .در بیشتر مطالعات گذشته کنترل ولتاژ و توان راکتیو روزانه با درنظرگرفتن منابع تولید پراکنده و شرایط سینوسی بهینه سازی شده است. دریک استراتژی هماهنگ کنترل ولتاژ و توان راکتیو درحضورمنابع تولید پراکنده وکنترل کننده های مرسوم شامل کنترل کننده های ترانسفورماتور و خازن ها ارائه شده است .دربرخی از کارهای گذشته ظرفیت توان نیز به صورت قابل برنامه ریزی مورد استفاده PV راکتیو اینورتر سیستم قرارگرفته است .درمسئلهٔ نگهداشتن ولتاژ در محدودهٔ مورد نیاز با توجه به این واقعیت که سیستم قدرت بارهای بی شماری را تغذیه می کند و از طریق واحدهای ژنراتوری زیادی نیز تغذیه میشود، مسئلهٔ پراهمیتی است. به علت ناکارآمد بودن انتقال توان راکتیو در طی مسافت های طولانی، کنترل ولتاژ باید توسط ابزارهای خاصی که در سراسر سیستم نصب و گسترده شده اند، صورت گیرد. انتخاب و هماهنگی مناسب تجهیزات برای کنترل کردن توان راکتیو و ولتاژ ، یکی از چالش ها ی اصلی پیشِ روی مهندسان و پژوهشگران سیستم قدرت است .

مواد و روش:

مقاله حاضر یک مقاله ای می باشد که پس از جستجو در مقالات ISI، Scopus و از پایگاه اطلاع رسانی جهاد دانشگاهی SID و MAGIRAN نیز استفاده های فراوان شده است. جستجوی کتابخانه ای برای جمع آوری گزارشات از کتب خلاصه مقالات کنگره ها نیز انجام شد. سعی شده است تمامی مقالات و خلاصه مقالات معتبر داخلی و خارجی مرتبط مرور شود[۵].

۵. نتیجه‌گیری

مساله کنترل و مدیریت انرژی در شبکه‌های برق جزء یکی از اصلی ترین امور محوله به سیستم نظارتی و حفاظتی این گونه از شبکه‌ها می‌باشد. از طرفی مدیریت جریان توان اکتیو و راکتیو تولیدی نیروگاه‌ها به سمت مصرف کننده و پخش بهینه آنها در شبکه برق عملکرد مطلوبی را برای آنها رقم خواهد زد، اما انتقال توان راکتیو از سمت تولید کننده‌های بزرگ به سمت نقاط مصرف، با توجه به فاصله طولانی، مقرون به صرفه نخواهد بود. لذا استفاده از بخش تولید توان راکتیوDG۱ها و کنترل بهینه بر روی آنها می‌تواند به عملکرد منابع تولید بزرگ کمک شایانی نماید.

پیشرفت تکنولوژی در حوزه الکترونیک قدرت و همچنین استفاده از اینورترهای۲هوشمند با قابلیت بکارگیری سوئیچ‌های نقطه باز نرم در کنار سیستم‌های تولید پراکنده می‌تواند باعث افزایش قابلیت اطمینان و کنترل پذیری شبکه گردد. با مطالعه دقیق کارهای گذشته در این زمینه، مشاهده گردیده است که در زمینه هماهنگی عملیاتی میان این گونه از تجهیزات در یک شبکه یکپارچه، مطالعه دقیقی صورت نپذیرفته است .در صورتی که با مطالعه دقیق و بکارگیری مناسب اینگونه از تجهیزات در کنار هم می‌توان به نتایج قابل قبولی در کنترل ولتاژ، توان راکتیو و توزیع بار بر روی فیدرها دست یافت.

نتایج مطالعات نشان می دهد که نیروگاه مجازی میتواند به عنوان شبکه توزیع فعال، هم در سمت مصرف و هم در سمت تولید نقش ایفا کند . به عنوان خرده فروش میتواند تقاضای اکتیو و راکتیو شبکه توزیع را تأمین نماید .به عنوان ها،بارهای قطعه پذیرو DGیک جمع کننده میتواند با تجمیع ذخیره سازهای انرژی حضور این واحدها را در بازار انرژی و خدمات جانبی رزرو چرخان و راکتیو فراهم آورد و درنهایت به عنوان یک مشترک همانند مصرف کنندگان عمده می توانند برای تأمین تقاضای اکتیو و راکتیو خود در بازار برق شرکت کنند . نتایج نشان میدهد، نیروگاه مجازی در ساعاتی که قیمت پیش بینی شده بازار رزرو چرخان بیشتر از قیمت پیش بینی شده بازار انرژی است، به عنوان یک مصرف کننده در بازار شرکت خواهد کرد و مازاد تولید خود را در بازار رزرو ارائه خواهد کرد تا سود بیشتری از حضوردر بازار همزمان کسب نماید.

۶. مراجع

[1] M. Singh, V. Khadkikar, A. Chandra, and R. K. Varma, Grid interconnection of renewable energy sources at thedistribution level with power-quality improvementfeatures, IEEE Trans. Power Del.., vol. 26, no. 1, pp.307–315, Jan. 2011.

[2] Yeh H-G, Gayme DF, Low SH. Adaptive VAR control for distribution circuits with photovoltaic generators.IEEE Trans Power Syst 2012; 27:1656–6۳.۵.

[3] A. A. S. Algarni, and K. Bhattacharya, “Disco operationconsidering DG units and their goodness factors,”IEEETransaction. Power Syst., vol. 24, no. 4, pp. 1831-1۸۴۰,۲۰۰۹.

[4] S. Abapour, K. Zare, B. Mohammadi-Ivatloo, “Evaluationof technical risks in distribution network along withdistributed generation based on active management,”IETGener. Transm. Distrib., vol. 8, no. ۴, □□. ۶۰۹-۶۱۸, ۲۰۱۴.

[5] Aquino-Lugo, A. A., Klump, R., Overbye, T. J., "A control framework for the smart grid for voltage support using agentbased technologies", IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 2, No. 1, pp. ۱۷۳-۱۸۰, □□□. ۲۰۱۱.