ششمین همایش بین المللی دانش و فناوری
مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک ایران
6th International Conference on Science and Technology of
Electrical, Computer and Mechanical Engineering of Iran
* ارائه گواهینامه ملی و بین المللی معتبر به شرکت کنندگان *
www.utconf.ir

نیروگاه مجازی و کاربرد آن در صنعت برق

1- مهران حسین زاده دیزج 2-مژگان جباری ترکمانی

1- شرکت مهندسی قدس نیرو2:شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

1-دانشجوی دکتری برق-الکترونیک

2-دانشجوی دکتری برق-قدرت

Email:mehran72002@gmail.com
Email:mozhgan.jabbari.t@gmail.com

چکیده

با توجه به رشد روز افزون مصرف انرژی در سطح جهان،روش های تولید، انتقال، توزیع و مصرف انـرژی درحـال دگرگـونی اسـت. ازجمله تکنولوژی های جدید که امروزه در حال پیشرفت است می توان به توربین های بادی، واحدهای بیومس و بیوگاز، سی اچ پـی ها(CHP) ،پیلهای سوختی (FC) ونیروگاه های برق آبی کوچک اشاره کرد. از طرف دیگر تمایل بسیاری از کشورها بـه اسـتفاده از منابع انرژی تجدید پذیر(RES)و روند رو به رشد تولیدات پراکنده (DG) نیاز به یک سیستم قدرت انطباقی برای ادغام و یکپارچـه سازی این دو با مد کاری مجتمع را محسوس می کند. برای دستیابی به اجتماع موردنظربه یک شبکه هوشمند، مرکب از ژنراتورهای غیرمتمرکزوبارهای قابل کنترل در قالب نیروگاه مجازی (VPP) نیاز است.این مقاله سعی دارد به بررسی موضوعات پیرامون نیروگاه مجازی،ازجمله تعریف و مفهوم آن، ساختار واجزای اصلی،بحث های مربوط به طراحی، عملکرد و انواع نیروگاه مجازی بپردازد.

کلمات کلیدی: نیروگاه مجازی،بیومس،بیوگاز،صنعت برق

مقدمه

همزمان با رشد و توسعه منابع انرژی پراکنده (DER)وانرژی های تجدید پذیر(RES)برخی جنبه های فنی و اقتصادی آنها نیزموردتوجه قرارگرفته است که نیازمند یک سیستم انرژی پایدار است. برخی از این مسائل فنی و اقتصادی را می توان در ذیل مشاهده کرد.جنبه های فنی:کاهش مشکلات زیست محیطی، افزایش تنوع تولیدات انرژی پراکنده، افزایش بازده انرژی، کاهش پیچیدگی عملیاتی ناشی از افزایش تولیدات پراکنده.(DG) جنبه های اقتصادی: تغییر سیستم بازار انحصاری به بازار رقابتی، به حداکثر رساندن فرصت های شغلی و درآمدی، استفاده بهینه از همه ظرفیت های موجود، کاهش ریسک های مالی برای دستیابی به این جنبه های فنی و اقتصادی و تلاش برای تجمیع منابع انرژی پراکنده در جهت مشارکت در بازارهای برق عمده فروشی مفاهیم جدیدی همچون هاب انرژی، ریز شبکه و نیروگاه مجازی (VPP) پدید آمده است. تاکنون و تا قبل از طرح ایده هایی همچون نیروگاه مجازی منابع انرژی پراکنده باچالش هایی همراه بوده اند که در ذیل به آنها اشاره میشود:محدودیت شرکت در بازارهای

رقابتی: با توجه به مقیاس کوچک ذخیره سازهای انرژی، بارهای باقابلیت کنترل و منابع انرژی مدولار، واحدهای DERاز مداخله و شرکت در بازارهای برق منع شده بودند. طبیعت و ماهیت تناوبی:ازآنجایی که خروجی بسیاری ازفناوری های تولید انرژی جدید همانند توربین های بادی،سلول های خورشیدی به شرایط آب و هوایی وابسته است،درنتیجه خروجی آنهابه سختی قابل پیش بینی و دارای نوسانات زیادی است که باعث عدم توازن های انرژی در شبکه و سیستم قدرت میشوند.فعالیت جداگانه:به سبب تفاوت مالکیتDERها، عدم همکاری و ارتباط در این واحدها به چشم می خورد و اغلب اوقات جداگانه در حال انجام فعالیت هستند که این انزوا قابلیت آنهارا برای برطرف کردن نیازهای شبکه های محلی محدود کرده است. برای رسیدگی به این مشکلات ایده نیروگاه مجازی که توسط محققان و پژوهشگران زیادی موردبررسی قرارگرفته است مطرح شده است، که در این طرح اجازه سهیم شدن در بازار برق، فعالیت به صورت گروهی و کنترل نوسانات به واحدهایDERداده میشود.

نیروگاه مجازی:

نیروگاه برق مجازی (Virtual power plant):دستگاه‌های تولید پراکنده همانند میکرو سی اچ پی، انرژی بادی، نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک، تولیدکننده های الکتریسیته به کمک انرژی‌های تجدید پذیر و مانند آن است که همگی به وسیله یک بخش کنترل مرکزی با هم اداره می‌شود. این نیروگاه مزایای زیادی همانند توانایی تحویل برق تولیدی با واکنش سریع نسبت به بار پیک را دارد.بااین که ایده نیروگاه مجازی مدتی است مطرح شده اما در حقیقت این ایده در مرحله فرضیه است و تعریف مشخصی در ادبیات برای آن نشده است،تعریف های گوناگون که دررفرنس های مختلف به آن اشاره شده در ذیل آمده است:VPP در پروژه FENIX به این صورت تعریف شده است: VPP ظرفیت تعداد زیادی DER های متنوع راباهم تجمیع وادغام میکندVPP.یک پروفایل عملیاتی مرکب از پارامترهای مشخص هر DERایجاد و اثرات شبکه بر روی خروجیDER ها را یکپارچه سازی میکند. VPPیک نمایش منسجم وانعطاف پذیر از تولیدات ودارایی هایDER هاست که می تواند برای شرکت در بازارهای برق و پیشنهاد ارائه خدمات به اپراتور سیستم مورداستفاده قرار گیرد .VPP از تعدادی فناوری های تولید گوناگون که قابلیت اتصال به نقاط مختلف شبکه توزیع را دارامی باشند تشکیل شده است. VPP به صورت انبوهی از منابع انرژی پراکنده که در نقاط مختلفی از شبکه انتقال پخش شده اند عنوان شده است.VPP تحت عنوان یک نهادغیرهمگن همراه با مولتی تکنولوژی ها و مولتی سایت های متفاوت تعریف شده است .VPPبه یک ریزشبکه مستقل و خودکفا تشبیه شده است.

مفهوم نیروگاه مجازی:

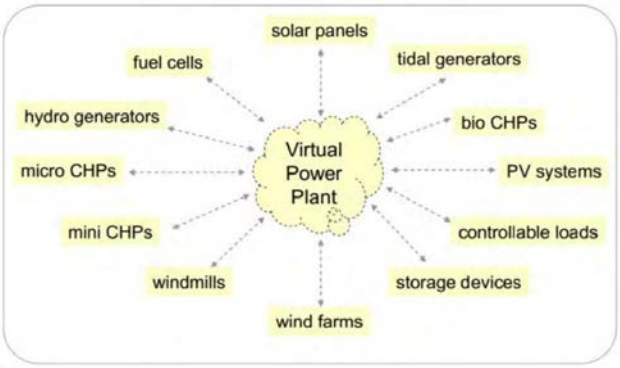
چنانچه یک مصرف‌کننده برق که در میزان و زمان مصرف خود انعطاف‌پذیری دارد بتواند سبدی از اجزای فوق را تحت‌مدیریت خود درآورد عملا تبدیل به یک مصرف‌کننده–تولیدکننده می‌شود که طبق ادبیات این موضوع، اصطلاحا یک Prosumerترکیبی از دو

واژه Producer به معنای تولیدکننده و Consumer به معنای مصرف‌کننده برق) خواهد شد. یک مصرف‌کننده تولیدکننده قادر خواهد بود بر اساس متغیرهای فنی میزان و زمان تولید و مصرف برق خود، نرخ و تعرفه‌های تولید و مصرف برق و همچنین کسب درآمد از مشارکت در طرح‌های پاسخگویی بار که توسط وزارت نیرو با کاهش مصرف برق مورد تشویق قرار می‌گیرند، موجب حداکثرسازی سود این مشارکت شود. به‌عنوان مثال شرایطی را در نظر داشته باشید که با مناسب‌بودن وضع تولید، اقدام به فروش مازاد تولید به شبکه برق یا ذخیره‌سازی برق در باتری‌های بزرگ برای عرضه در مواقع موردنیاز کند یا به‌جای مصرف حداکثری در زمان پیک شبکه، مصرف غیرضرور را به سایر اوقات شبانه‌روز منتقل کند و از تشویق‌های شرکت برق بهره‌مند شود.مدیریت این سبد تولید و مصرف برق می‌تواند توسط یک نهاد صورت پذیرد که معمولا تحت‌عنوان شرکت‌های خدمات انرژی (Energy Services Companies-ESCO) در جهان مطرح هستند و از طریق حداکثرسازی کسب سود از تولید برق نیروگاه‌های همکار با او، بر اساس مزیت‌های رقابتی یا حمایت‌های دولتی و مدیریت مصرف مشترکان همکار برای برخورداری از مزیت‌های رقابتی یا مشوق‌های شرکت‌های برق، علاوه بر کمک به شبکه سراسری برق برای تامین برق مصرف‌کنندگان، موجب رونق کسب و کار مردمی در حوزه انرژی خواهند شد.اگرچه که مفهوم برق مجازی در عمل موجب انجام رفتاری واقعی در سمت تقاضا برای استمرار برق‌رسانی به مصرف‌کنندگان می‌شود، لیکن پیاده‌سازی آن به زیرساخت‌هایی نیاز دارد که از جمله می‌توان به سامانه‌های اندازه‌گیری، پایش و کنترل یک شبکه شامل Prosumer ها اشاره کرد که فراتر از سامانه‌های فرماندهی و کنترل امروزی شبکه‌های برق است و تحت مفهوم شبکه هوشمند تعریف شده و زیرساخت‌های ضروری این مصرف‌کنندگان برق فعال را که در عرصه تولید برق و همچنین بازرگانی برق فعالیت خواهند کرد را امکان‌پذیر می‌سازد.همچنین یک زیرساخت منسجم نرخ و تعرفه تولید و مصرف برق با سازوکارهای شفاف مالی و بازرگانی برق در ابعاد خرد از دیگر نیازمندی‌های استقرار مفهوم برق مجازی است.ارائه خدمات عمومی مانند برق بدون مشارکت خدمات‌گیرندگان امری بسیار دشوار است و پیچیدگی روزافزون جوامع بشری در محیط با عدم‌قطعیت فراوان امروزی، این مشارکت را بیش از پیش ضروری می‌سازد.برق مجازی با رویکرد خدمت‌محور که در آن نهادهای مختلف درخصوص پیاده‌سازی مدیریت بهینه تاسیسات تولیدکننده–مصرف‌کننده برق، با درنظرگرفتن درخواست‌های انواع مختلف برنامه‌های پاسخگویی بار همکاری می‌کنند تعریف می‌شود. طرح‌های پاسخگویی باری که با هدف مصرف بهینه برق توسط مشترکان، برنامه‌های قیمت‌محور تا رویدادمحور که هم شامل کارکردهای بهره‌برداری شرایط عادی و هم اقدامات شرایط اضطراری شبکه‌های مدرن برق را پوشش می‌دهد.

به چه نوع نیروگاه هایی مجازی گویند:

در ابتدا برای درک بیشتر مفهوم نیروگاه مجازی، آشنایی با تولیدات پراکنده و منابع انرژی پراکنده موردنیازاست. تولیدات پراکنده به تولیدات انرژی برق متصل به شبکه فشار متوسط (1تا33کیلوولت) یا شبکه فشار ضعیف (زیر1کیلوولت) اطلاق میگردد، و منابع انرژی پراکنده به مجموعه تولیدات پراکنده، بارهای قابل کنترل وذخیره سازهای انرژی متصل به شبکه فشار متوسط (1تا69کیلوولت) یا فشار ضعیف (زیر1کیلوولت) گفته میشود.ازنظرIEEEتولید پراکنده، یک ساختار تولید انرژی

با مقیاس کوچکترنسبت به سیستم تولید انرژی مرکزی به شمارمی آیدکه قابلیت اتصال به شبکه قدرت رااز هرنقطه ای دارا هست.در حالت کلی نیروگاه مجازی به خوشه ای از تولیدات پراکنده،ذخیره سازهای انرژی و بارهای باقابلیت کنترل که توسط یک سیستم کنترل مرکزی تحت مدیریت منسجم قرارگرفته اندگفته می شود.



شکل 1:نیروگاه مجازی

این شکل نشان دهنده وجود یک نهاد هماهنگ کننده مرکزی بین تولید، ذخیره، توزیع و مصرف انرژی الکتریکی میباشد که در اصطلاح به این نهاد، اپراتور نیروگاه مجازی(VPPO)گفته میشود. ارتباط و هماهنگی بین این مراکزبه صورت دوطرفه و توسط سیستم مدیریت انرژی(EMS)انجام میشود. سیستم مدیریت انرژی ذکرشده میتواند طبق اهدافی که از قبل برای آن تعریف شده به فعالیت بپردازد،ازجمله این اهداف می توان به کاهش گازهای گلخانه ای، کاهش هزینه های مربوط به تولید و افزایش بهره وری انرژی اشاره کرد.درراه رسیدن به این اهداف سیستم ممکن است با مشکلاتی همچون پیچیدگی پیش بینی اوضاع واحدهای بادی و فتوولتائیک(PV)و نیز خطاهای به وجودآمده در این پیش بینی ها مواجه شود، که برای رفع و کاهش اینگونه مسائل می توان از ادواتی مانند سیستم ذخیره انرژی (ESS)یا مدیریت سیستم شبکه(NSM) استفاده کرد.

ساختار و تشکیلات یک نیروگاه مجازی:

1:فناوری تولید

2:فناوری اطلاعات ICT

3:فناوری ذخیره انرژی تولید شده

فناوری تولید:

- سیستم تولید همزمان برق و حرارت CHP
- واحدهای بیومس و بیوگاز
- نیروگاه های کوچک
- نیروگاه های بزرگ
- توربین های بادی
- سلول های خورشیدی

در این رابطه تمامی تولیدات پراکنده به دودسته طبقه بندی می شوند:

1. ژنراتور توزیع خانگی(DDG)

این واحد کوچک برای استفاده در مصارف خانگی، تجاری و صنعتی به صورت اختصاصی به کاربرده می شود.در این واحدها برای جبران کمبود انرژی از شبکه اصلی کمک گرفته میشودهمچنین ممکن است که مازاد انرژی ،تولیدی در صورت عدم وجود ذخیره سازهای اختصاصی به شبکه اصلی تزریق شود.

2. ژنراتور توزیع عمومی (PDG)

هدف اصلی این واحد تزریق انرژی در شبکه قدرت است و به یک مصرف کننده خاص تعلق ندارد.

فناوری مخابره اطلاعات ICT:

ازمهمترین شرایط برای کارایی بهینه یک نیروگاه مجازی وجود یک تکنولوژی و زیرساخت قوی مخابره اطلاعات می باشد. ازفناوری های مطرح شده در این زمینه به موارد زیرمی توان اشاره کرد:

- سیستم مدیریت انرژی EMS
- کنترل نظارتی و دریافت داده SCADA
- مرکز دیسپاچینگ توزیع DCC

فناوری ذخیره انرژی:

هدف سیستم های ذخیره انرژی برای تعدیل و توازن اختلافات بین عرضه و تقاضای انرژی در سطحی معین می باشند.کاربرد ESS ها در مورد تولیدات غیر قابل دیسپاچ یا نوسانی همچون توربین های بادی و واحد های فتوولتاییک می باشد.از جمله ESSهای مطرح برای ادغام با نیروگاه مجازی می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

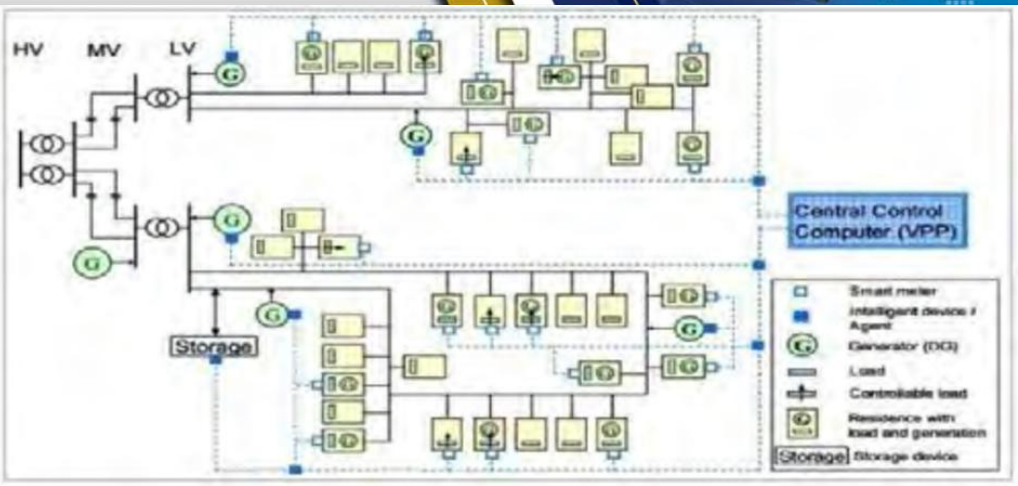
- ذخیره انرژی با تلمبه هیدرولیکی HPES
- ذخیره انرژی با هوای فشرده CAES
- ذخیره انرژی با چرخ لنگر FWES
- ذخیره انرژی باابررسانای مغناطیسی SMES
- سیستم ذخیره انرژی به وسیله باتری BESS
- ذخیره انرژی با ابر خازن SCES
- پیل سوختی FC

طراحی نیروگاه مجازی:

موارد اصلی که در طراحی یک نیروگاه مجازی از اهمیت بالایی برخوردار است امکانات تخصصی،فرصتهای اقتصادی و قیود نظارتی می باشد.یک نیروگاه مجازی برای اینکه بتواند نیازهای طرف های مورد قرارداد خود را برطرف کند مستلزم یک سری شرایط و قیود فنی، اقتصادی و نظارتی میباشد که در ادامه به آنها پرداخته می شود.

از نظر فنی:

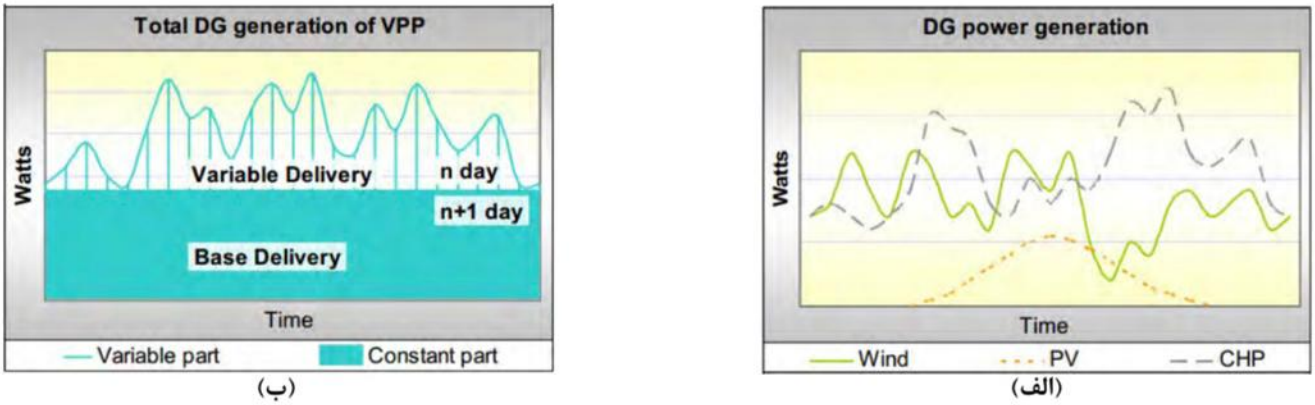
به منظورکنترل و نظارت بر کلیه فعالیت های موجود در یک نیروگاه مجازی اعم از بخش تولید، ذخیره، توزیع و مصرف، نیروگاه مجازی باید مجهز به امکانات وفناوری های نرم افزاری و تبادل اطلاعات و همچنین دستگاه های هوشمند اندازه گیری و کنترلی پیشرفته باشد. اپراتور نیروگاه مجازی جهت تبادل اطلاعات بابخش های یادشده از طریق یک سری عامل های واسطه گر به کامپیوتر کنترل مرکزی CCCمتصل هستند. بدیهی است که عملکرد اپراتور سیستم در قبالVPPهای کوچک و بزرگ متفاوت است به گونه ای که برای واحدهای قابل دسترس نزدیک درنتیجه VPPکوچکترداری عملکرد متمرکز و برای واحدهای دورتر یعنیVPPبزرگترداری عملکرد نامتمرکز خواهد بودکه برایVPPبزرگترنیازمند عوامل تصمیم گیری افزون بر عوامل واسطه گر مطابق الگوریتم های از قبل پیش بینی شده می باشد. این سیستم چند عاملیتی همانگونه که در شکل شماره 2مشاهده میشود درون زیرساخت های بخش فناوری مخابره اطلاعات نصب و استقرارمی یابد.



شکل 2:VPPبا کنترل نا متمرکز توسط عامل ها

جنبه های اقتصادی:

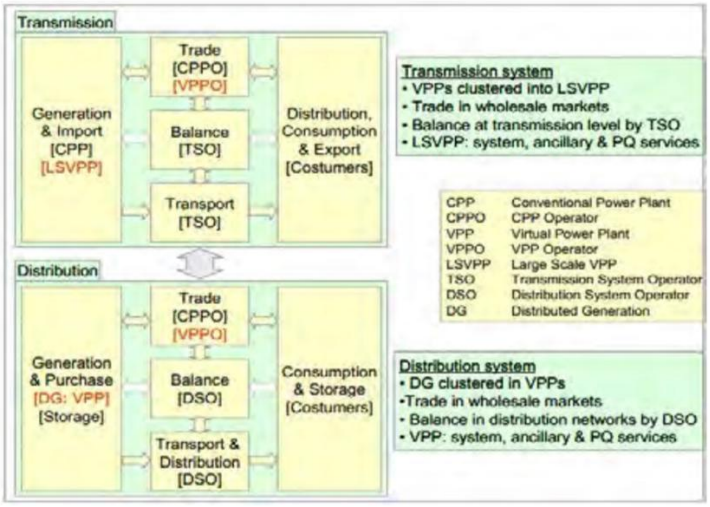
نیروگاه مجازی برای سهیم شدن در بازارهای برق عمده فروشی نیازمند گسترش اطلاعات خود با استفاده ازسیستم های نرم افزاری دقیق برای پیش بینی انرژی تولیدی خود می باشد. این پیش بینی می تواند از روی نظاره بر اطلاعات موجود در قرارداد های صاحبان DGشامل حداکثر ظرفیت و تعهدات واحدDGهمراه باپیش بینی وضعیت آب وهوا و تولیدات حقیقی شود. بر اساس این اطلاعات اپراتور سیستم قادر است طرح ها وبرنامه های تولیدی را افزایش دهد که خود این طرح هارا نیزمیتوان به دو بخش طرح هاوبرنامه های ثابت و متغیرتقسیم بندی کرد.



شکل 3:تولید پراکنده مربوط به انرژی تحویلی VPPبه شبکه

جنبه های نظارتی:

با توجه به محدودیت های کنترلی و نظارتی کشورهای میزبانVPPOمیتواندهم به صورت مستقل به فعالیت بپردازد هم با اپراتور شبکه ترکیب شود.ازاین رودرمکان هایی کهVPPOدر نزدیک اپراتور شبکه واقع شده است یک جدایی مابین بازارهای برق غیر وابسته وبخش های تولید و انتقال رخ می دهد. در تولید انرژی در سطح توزیع هرVPPمیتواندبه صورت مستقل در بازارهای برق عمده فروشی به تجارت بپردازد، اما در سطح انتقال هرVPPمستقل جزئی از یکLSVPP4می باشد که با کمک TSOمی تواندهمانند یک نیروگاه معمولی به فعالیت خود ادامه دهد. با توجه به مطالب گفته شدهVPPبه همراه اپراتور خودمی تواند موقعیت خود را دربازارهای برق فعلی و آتیه مشخص کند و طرح های تولیدی خود رابرنامه ریزی کند.



شکل 4:وضعیت VPP در بازار های آینده

انواع نیروگاه های مجازی:

ازلحاظ فنی و اقتصادی نیروگاه های مجازی رامیتوان به دودسته نیروگاه های مجازی صنعتی TVPPونیروگاههای مجازی تجاری CVPPتقسیم بندی کرد.

نیروگاه مجازی صنعتی TVPP:

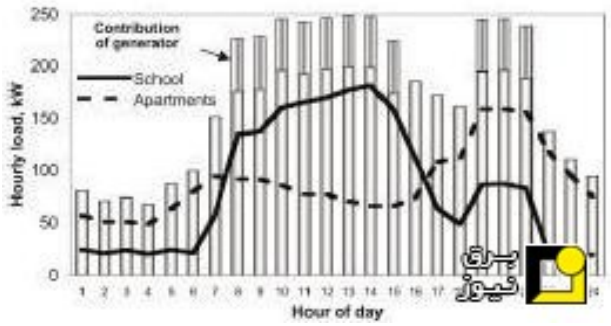
TVPPازDERهای همان منطقه جغرافیایی که در آن حضور دارد تشکیل شده است.ازجمله خدمات و وظایفTVPPمیتوانبه آماده سازی دستگاه اپراتورانتقال برای ارائه خدمات جانبی و همچنین مدیریت سیستم محلی برای اپراتور سیستم توزیع اشاره کرد

نیروگاه مجازی تجاری CVPP:

CVPPیک سیستم تجاری ایجاد می کند و درجنبه های عملی شبکه دخالتی ندارد، بنابراین واحدهایDERاین اجازه را دارند تا در سرتاسر هر دو شبکه انتقال و توزیع به صورت پراکنده به فعالیت بپردازند. به همین دلیل امکان دارد که در هر ناحیه از بخش سیستم توزیع چندینCVPPوجود داشته باشد..

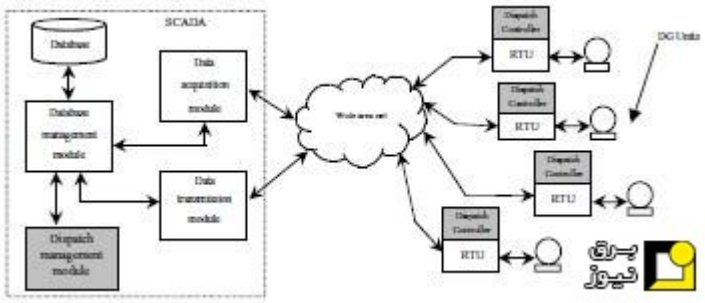
مزایا و معایب نیروگاه های مجازی:

نیروگاه مجازی زمانی کاربرد دارد که تعداد زیادی ساختمان با تاسیسات تولید پراکنده (distributed generation) یا DG و یا تعدادی ساختمان دارای یک قبض برق مشترک باشند در حالی که یک یا چند ساختمان از بین آن‌ها قابلیت تولید برق در محل را داشته باشند. به این حالت، نیروگاه تولید مجازی می‌گویند، زیرا نیروگاه‌های خرد به عنوان یک نیروگاه واحد تحت مدیریت قرار می‌گیرند .در این شرایط تنظیم هر کدام از ژنراتورها وابسته به بار ساختمان‌های مختلف خواهد بود. باید یک بهینه‌سازی کلی بر روی کل تولیدکنندگان انجام گیرد .در مقیاس بزرگ‌تر، کل منطقه جغرافیایی با هزاران واحد تولید پراکنده از دید تبادل توان و یا یک اپراتور مستقل سیستم (independent system operator) یا ISOبه صورت یک VGP قابل دیسپاچ شدن در نظر گرفته می‌شود.شکل زیر مثالی از استفاده از یک ژنراتور برای گروهی از ساختمان‌ها است. در این شکل فرض شده است که یک مدرسه ابتدایی دارای یک قرارداد اتصالی با ساختمان‌های مسکونی اطراف خود می‌باشد. شکل بارهای الکتریکی مدرسه به صورت خط ممتد و برای مجموع آپارتمان‌ها به صورت نقطه‌چین نشان داده شده است .میله‌های عمودی نشان‌دهنده بارهای دانه‌دانه است. در این سناریو یک ژنراتور ۵۰ کیلوواتی در مدرسه در جایی به کار می‌افتد که بارهای دانه‌ای بزرگ‌تر از ۲۰۰ کیلووات باشد. مشارکت ژنراتور با بخش بالایی تیره‌تر هر میله نشان داده می‌شود. شکل بار ترکیبی این ساختمان‌ها از زمان‌بندی‌های مختلف مصرف این دو نوع ساختمان سود می‌برد. به این ترتیب که فاکتور بار (load factor)افزایش می‌یابد، ولی بار ترکیبی شبکه چندان بالاتر از بار کاری مدرسه به تنهایی نخواهد بود. با تقسیم هزینه‌های کاری ژنراتور به علاوه افزودن صرفه‌جویی حاصل از هزینه‌های پیک، مشارکت هر ساختمان در هزینه‌های کلی کاهش می‌یابد.



شکل 5:میزان انرژی در ساعت

یک شکل شماتیک برای VGB در زیر نشان داده شده است. قایل شدن تفاوت بین تجهیزات محاسباتی واقع شده در سایت مرکزی و هر واحد تولید پراکنده یا DG قابل توجه است.



شکل6:شماتیک VGB

نتیجه گیری:

در این مقاله همانطورکه مشاهده کردید به مرورو بررسی کلی بحث تازه مطرح شده نیروگاه مجازی ازجمله تعریفات و مفاهیم مختلفی که در منابع متفاوت وجود دارد اشاره شد و گفته شد که چگونه این سیستم مدیریت انرژی نوظهورتوانسته تحول عظیمی درزمینه های تولید، انتقال، ذخیره، توزیع و مصرف انرژی برق به وجودآورد. با استفاده از مفهوم نیروگاه مجازی کلیه واحدهای تولیدکننده انرژی اعم از کوچک و بزرگ می توانند در بازارهای برق سهیم شوند و به کسب سود حاصل از فروش انرژی تولیدی خود و خد مات جانبی که می توانند در کنار فروش خود ارائه دهند بپردازند،درحالی که تا قبل از طرح ایده نیروگاه مجازی، نیروگاه های دورافتاده و کوچک هیچ شانسی برای مشارکت در بازارهای برق عمده فروشی را نداشتند. به طورکلی نیروگاه مجازی منافعی برای کلیه اعضاء مرتبط با این سیستم مدیریت انرژی فراهم آورده است که به صورت خلاصه این منافع برای هریک از ذی نفعان در ذیل گردآوری شده است برای صاحبان واحدهای:DERافزایش میزان دارایی ها از طریق بازارهای برق، کاهش ریسک های مالی از طریق متراکم سازی، بهبود توانایی برای مذاکره اوضاع تجاری، کسب ارزش های انعطافپذیربرایDSOها وTSOها،افزایش مشاهده پذیری واحدهایDER ،استفاده از کنترل انعطاف پذیرواحدهایDER، کاهش پیچیدگی ناشی از رشد تولیدات پراکنده، اصلاح استفاده ازسرمایه های شبکه، اصلاح هماهنگی بینDSOوTSO.برای سیاست گذاران:گشایش بازارهای برق بر روی واحدهای کوچک،مقرون به صرفه بودن ادغام منابع تجدید پذیر، افزایش راندمان جهانی سیستم قدرت، ایجاد فرصت های شغلی جدید، اصلاح انتخاب مصرف کنندگان.برای تأمین کنندگان وتدوین کنندگان:ارائه پیشنهادهای جدید برای مصرف کنندگان، کاهش ریسک های تجاری، ایجادفرصت هایکسب وکارجدید.

منابع:

[1] H.Saboori, M.Mohammadi, R.Taghi; "VirtualPowerPlant(VPP), Definition, Concept, Componentsand Types", power and energy engineering conference(APPEEC)2011 Asia Pacific, March 2011.
[2] Martin Braun; "Virtual Power Plants in Real ApplicationsPilot Demonstrations in Spain and England as part of the European project FENIX",2009.

[3] D.Pudjianto, C.Ramsay, and G.Strbac, "Virtual power plant and system integration of distributed energy resources", IET Renewable Power Generation, vol 1, issue 1, pp. 10 - 16, Mar 2007.

[4] F.Bignucolo, R.Caldon, and V.Prandoni, "The Voltage Control on MV Distribution Networks with Aggregated DG Units (VPP), Proceedings ofthe 41st International, vol 1, pp. 187-192, Sep 2006.

[5] H.Morais, M.Cardoso, L.Castanheira, Z.Vale, and I.Praca, "A decision-support simulation tool for virtual power producers", IEEE International Conference on Future Power Systems, Amsterdam (Netherlands), pp.1-6, Nov 2005.

[6] H.Morais, P.Kadar, M.Cardoso, Z.Vale, and H.Khodr, "VPP operating in the isolated grid", IEEE Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, Pittsburgh (PA), pp.1-6. Jul 2008.

[7] K.ElBakari, Member, IEEE, and W. L. Kling, Member, IEEE; "Virtual Power Plants: an Answer to Increasing Distributed Generation", ISGT Europe, IEEE PES, pp. 1-6, 2010.

[8] T.G.Werner, R.Remberg; "Technical, Economical and Regulatory Aspects of Virtual Power Plants", DRPT2008, pp. 6-9, April 2008.