علوم زیست محیطی و دانش جغرافیا

ارزیابی و تحلیل کاربرد شبیه‌سازی نیروگاه مجازی در شبکه برق

فرید تیموری منفرد[۱]* سید مجید کشاورز[۲]

چکیده

تولید پراکنده به تولید برق در نزدیکی محل مصرف‌کننده با استفاده از واحدهای تولیدی با مقیاس کوچک اشاره می‌نماید. منابع انرژی پراکنده, انرژی‌های تجدید پذیر و تولید ترکیبی (تولید هم‌زمان برق و حرارت) می‌باشند. نیروگاه برق مجازی به مجموعه‌ای از تأسیسات تولید پراکنده نظیر توربین‌های بادی, نیروگاه‌های برق خورشیدی, نیروگاه‌های آبی کوچک و هرگونه منبع تولید برق که توانایی همکاری با یکدیگر را در یک منطقه محلی دارند و همگی توسط یک واحد کنترل مرکزی کنترل می‌شوند, اطلاق می‌گردد. نیروگاه برق مجازی تحت آزمون‌های مختلف اعتبارسنجی و اتصالات شبکه‌ای (متصل به شبکه و خارج از شبکه) قرارگرفته و از مرتبه اعتبار و شایستگی بالایی برخوردار می‌باشد. این پژوهش شامل مروری بر برخی ایده‌های نیروگاه مجازی که فهم بهتر و دید کلی‌تری در این زمینه بیان می‌کنند می‌شود برخی ساختارهای کلی کنترلی شرح داده‌شده‌اند و زمینه‌های آزمایشی معرفی می‌شوند گسترش و عملکرد نیروگاه مجازی با در نظرگیری چالش‌های فنی اقتصادی و قانونی بررسی‌شده .است چگونگی کنترل شبکه توزیع به‌وسیله نیروگاه مجازی بیان‌شده است. نتیجه حاصل از آن نشان می‌دهد که با حضور منابع ذخیره‌ساز و امکان حضور در بازار رزرو سود بیشتری نصیب نیروگاه مجازی می‌شود.

کلید واژه: نیروگاه مجازی، اینترنت و برق، ریز شبکه، شبکه توزیع.

مقدمه

افزایش گرایش به سمت انرژی‌های تجدید پذیر و تولید برق و حرارت در نزدیکی ،بار در کنار امکان ذخیره‌سازی و مدیریت تقاضا به تغییرات قابل‌توجهی در عملکرد سیستم منتج شده است که در آن سهم قابل‌توجه ای از برق به‌وسیله فنّاوری‌های مرتبط با تولید پراکنده تولیدمی‌گردد علی‌رغم مزایای آشکار پیوستن تجهیزات و تولید پراکنده به شبکه‌های توزیع ، معمول سازی آشناسازی آن‌ها با شبکه‌های توزیع ،سنتی آن‌ها را با چالش‌های جدیدی در عملکرد سیستم مواجه نموده .است. تمامی این چالش‌ها می‌توانند به‌وسیله یک شبکه هوشمندتر نشان داده شود در تعریف شبکه هوشمند باید گفت که شبکه هوشمند مفهومی است برای تبدیل شبکه قدرت با استفاده از

[۱] نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی، رشته برق قدرت، دانشگاه فنی حرفه ای یاسوج

tymwryfryd۳۰@gmail.com

[۲] دپارتمان مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه فنی و حرفه ای استان یاسوج، ایران

Skeshavarz.tvu@ac.i

کنترل خودکار و فنّاوری ارتباط اتو دیگر برگه‌های فنّاوری اطلاعات که در هر سه بخش تولید انتقال و توزیع ابزارهای خلاقانه و فنّاوری‌های جدید را هم در خصوص مصرف‌کننده و تجهیز ارائه می‌دهد.[۳]

یک شبکه الکتریکی هوشمند می‌تواند اعمال همه مصرف‌کنندگان متصل به شبکه تولیدکنندگان و یا هر دوره باهم به‌منظور بازدهی پخش بار و اهداف اقتصادی با در نظر گرفتن امنیت الکتریکی سیستم تکمیل کند از طرفی گسترش انرژی‌های تجدید پذیر در شبکه قدرت الزاماً ایجاد می‌کند که شبکه هوشمند این بخش را نیز حمایت کند. برای ارتباط بین شبکه الکتریکی هوشمند با انرژی‌های تجدید پذیر نیروگاه مجازی به‌عنوان یک پل ارتباطی مطرح گردید از طرفی نیروگاه مجازی به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های شبکه هوشمند در نظر گرفته می‌شود که از طرفی به‌طور مستقیم به شبکه هوشمند متصل شده و از طرفی اجزاء یا گروهی از اجزاء (عمدتاً) انرژی‌های (تجدید پذیر به‌کاررفته در شبکه هوشمند را مدیریت می‌کند مفهوم نیروگاه مجازی مفهوم جدیدی نیست این ایده ایست که از زمان اولین بحث‌ها از چگونگی ترکیب انرژی‌های تجدید پذیر و همچنین ذخیره انرژی به اذهان خطور کرد درواقع یک نیروگاه مجازی عمل وجود ندارد یک نیروگاه در دنیای دیجیتال است که می‌تواند تولید سنتی را به سمت شبکه هوشمند انتقال دهد و توانایی فعال ساختن انرژی‌های تجدید پذیر را داشته باشد.

به‌منظور یکپارچه‌سازی منابع گوناگون انرژی کوچک ما نیاز به یک سیستم مدیریت انرژی با مدل‌های اطلاعاتی خوب داریم که نشان‌دهنده منابع انرژی در یکسو و از سوی دیگر بازار انرژی باشد. نیروگاه‌های مجازی باعث تحقق این شرایط و بهترین راه برای ادغام تعداد زیادی از منابع انرژی با شبکه و بازار هستند.[۳]

نیروگاه مجازی virtual power plant مجموعه‌ای از دستگاه‌های تولید پراکنده همانند توربین‌های بادی ، نیروگاه‌های برق‌آبی ،کوچک تولیدکننده‌های الکتریسیته به کمک انرژی‌های تجدید پذیر و همانند آن است که همگی به‌وسیله یک بخش مرکزی باهم اداره می‌شوند. نیروگاه‌های مجازی برای به حداکثر رساندن سود صاحبان دارایی و همچنین ایجاد توازن در شبکه طراحی‌شده.اند آن‌ها می‌توانند نوسانات بار را از طریق پیش‌بینی اندازه‌گیری‌های پیشرفته و کنترل کامپیوتری تطابق دهند و می‌توانند در همان زمان بهینه‌سازی منابع انرژی را انجام دهند. نیروگاه‌های مجازی می‌توانند مانند دیگر نیروگاه‌های معمولی به‌کاررفته شوند. آن‌ها می‌توانند بازارهای انرژی و محیط‌های مختلف نظارتی را هدف قرار دهند. همچنین می‌توانند نقش مهمی را به‌عنوان تولیدکنندگان متمرکز انرژی بازی کنند.

ادبیات تحقیق

اینترنت انرژی

نیروگاه مجازی در اصل نشان‌دهنده یک اینترنت انرژی است که شبکه‌های موجود ،مناسب متل الکتریسیته و خدمات تقاضا را برای مشتریان سازمان‌دهی می‌کند نیروگاه‌های مجازی یک پلتفرم بهینه‌سازی ایدئال برای تحول آینده شرکت برق .است انعطاف‌پذیری در عرضه و تقاضا به‌طور فزاینده‌ای برای دوره‌های کاهش بار سریع و رفع خطاهای پیش‌بینی‌شده لازم خواهد بود. این انعطاف‌پذیری در آینده نزدیک به یک کالا تبدیل خواهد شد. نیروگاه‌های مجازی می‌توانند تولیدات اضافی که از همین انعطاف‌پذیری به دست می‌آید را به شبکه ارائه دهد.

به‌منظور یکپارچه‌سازی منابع گوناگون انرژی‌های کوچک ما نیاز به یک سیستم مدیریت انرژی با مدل‌های اطلاعاتی خوب داریم که نشان‌دهنده منابع انرژی در یک‌سو و از سوی دیگر بازار انرژی باشد. نیروگاه‌های مجازی باعث تحقق این شرایط و بهترین راه برای ادغام تعداد زیادی از منابع انرژی با شبکه و بازار هستند.

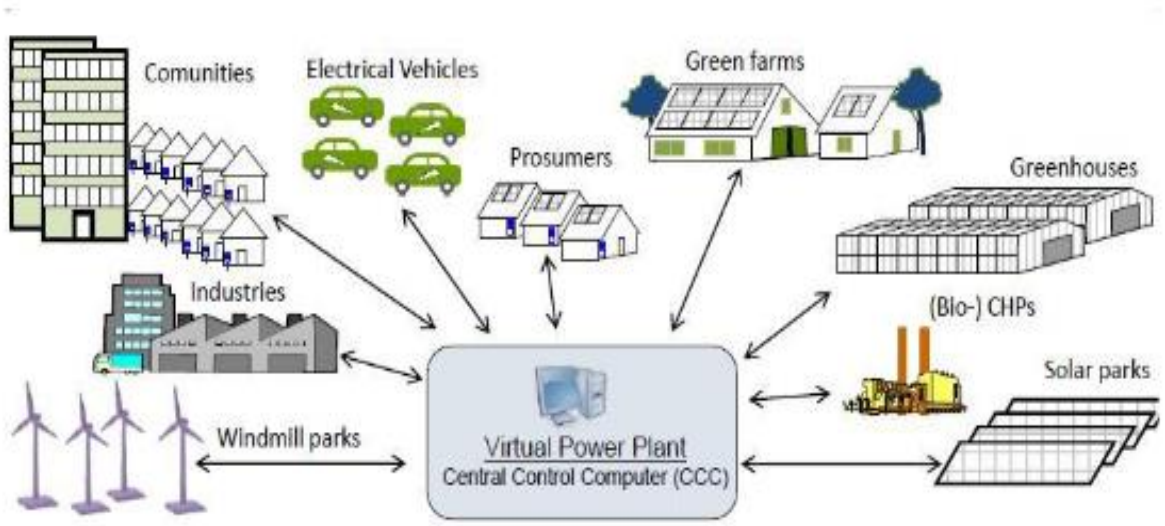
این نیروگاه‌ها می‌توانند مانند دیگر نیروگاه‌های معمولی به کار گرفته شوند آن‌ها می‌توانند بازارهای انرژی و محیط‌های مختلف نظارتی را مورد هدف قرار دهند. همچنین می‌توانند نقش مهمی را به‌عنوان تولیدکنندگان متمرکز انرژی بازی کنند.[۳]

رقابت غیرواقعی

نیروگاه مجازی از اطلاعات ،ارزان در دسترس و فناوری‌های ارتباطی استفاده می‌کنند درحالی‌که روندهای فنّاوری‌های دیگر مانند سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی هزینه‌های نسبتاً سنگین را متحمل می‌شوند همچنین نیروگاه‌های مجازی می‌توانند از هزینه‌های و راه‌اندازی تجهیزات گران‌قیمت جلوگیری کنند.

نیروگاه‌های مجازی می‌توانند انرژی موردنیاز در زمان پیک‌بار را تحویل داده و می‌توانند انرژی مازاد را ذخیره کنند جمع کننده انرژی گزینه‌های بیشتری نسبت به یک نیروگاه واحد دارد. سایر سایت‌ها شامل بهبود بازده انرژی شبکه و امنیت صرفه‌جویی در هزینه و خطر سیستم‌های انتقال افزایش ارزش زیرساخت‌های موجود و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای نسبت به نیروگاه‌هایی است که در ساعت پیک‌بار کار می.کنند و مهم‌تر اینکه مجازی‌ها می‌توانند ادغام کارآمدتری از منابع انرژی تجدید پذیر به شبکه برق با بالانس تغییرپذیرشان را انجام دهند.

به‌عنوان‌مثال اگر یک منبع تولید انرژی باد کمی بیشتر از پیش‌بینی و دیگری تولیدی کمتر از پیش‌بینی داشته باشند به‌وسیله نیروگاه‌های مجازی یکدیگر را جبران می‌کنند و درنتیجه یک پیش‌بینی دقیق از آن برای فروش ظرفیت در بازار برق و یا بهره‌برداری سیستم دارد.



شکل (۱) شکل سیستم ارتباط مرکزی نیروگاه مجازی

دو رویکرد برای استفاده از نیروگاه مجازی در سیستم قدرت وجود دارد:

الف) با سیستم قدرت یکی شود نقش(بالانسینگ در شرکت برق)

ب) به‌عنوان سیستم جدید و مستقل در سیستم قدرت باشد(علاوه بر بالانسینگ عضوی از بازار)

یک نیروگاه مجازی همچنین می‌تواند منابع انرژی تجدید پذیر متغیر را با منابع پایدار ترکیب کند طور مثال استفاده از انعطاف‌پذیری منابع زیست‌توده برای صاف کردن هرگونه اختلافی که بین برنامه‌ریزی‌شده و تولید واقعی هست.

ایده ترکیب واحدهای تولید زمانی ایی را وارد سیستم کنیم پیچیده‌تر شود. پس به تعادل در سیستم به روش‌های مختلفی می‌توان دست‌یافت. خاموش کردن تعدادی از تأسیسات برق همان اثر بالا بردن تولیدات را خواهد داشت. یا ما می‌توانیم تصمیم به روشن کردن واحدهای بزرگ مصرف برق در لحظه‌ای که تولید در سیستم در اوج خود است بگیریم بااین‌حال هسته نیروگاه مجازی از یک مکانیزم هماهنگی تشکیل‌شده است که با توجه به تعداد زیادی از منابع تولید و مصرف‌کنندگان نهایی برق تصمیمات منسجمی گیرد که دستاوردش در پیش‌بینی پایداری خروجی است. این کار باعث ایجاد شرایط بهتر برای احدت منابع انرژی تجدیدی تیر نیروگاه مجازی می‌توانند برای یک قرارداد بسیار مطلوب با شرکت‌های برق مذاکرکنند.

نیروگاه مجازی چگونه کار می‌کند؟

نیروگاه مجازی متکی بر سیستم‌های نرم‌افزاری برای توزیع و بهینه‌سازی تولید از راه دور و به‌طور خودکار سمت تقاضا یا منابع ذخیره‌سازی در یک سیستم امن متصل به وب است [۱]. به‌منظور ایجاد منابع گوناگون و ،مستقل به یک شبکه برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پیچیده نیاز است نرم‌افزار عنصری کلیدی است که تمام‌کارها را می.کند همچنین باید یک سرور سیستم نصب‌شده در اتاق کنترل با کانال‌های ارتباطی امن مانند تلفن همراه با اتصالات DSL برای اتصال به سیستم مدیریت انرژی وجود داشته باشد.

همچنین باید چندین برنامه کاربردی پیشرفته در سیستم مدیریت انرژی از قبیل نرم‌افزار و برنامه‌های کاربردی پیش‌بینی برنامه‌ریزی و کنترل تولید خودکار وجود داشته باشد نیروگاه مجازی از پیش‌بینی آب‌وهوا برای محاسبه بارهای حرارتی و الکتریکی و همچنین برای پیش‌بینی واحدهای تجدید پذیر استفاده می‌کند این پیش‌بینی‌ها در نرم‌افزار برنامه‌ریزی استفاده می‌شود. این برنامه محاسبات را برای کل نیروگاه و تمام منابع انرژی توزیع‌شده انجام می‌دهد.

در حال حاضر هیچ ارتباط استاندارد برای مکاتبه بین سیستم‌های کنترل نیروگاه مجازی و منابع انرژی‌های توزیع‌شده وجود ندارد. امروزه شما نیازمند دانستن این هستید که چه راه‌هایی ارتباطات .کنند گاهی اوقات هزینه‌ها برای ارتباط زیاد است اگر شما نیاز به یک منبع انرژی را تأمین بزرگ دارید نیازمند کشف بهترین راه بین واحدها و نیروگاه مجازی هستید.

فقدان یک رابط استاندارد تنها مشکل فنی نیروگاه‌های مجازی است اما مشکل غیر فنی، شرایط بازار و شرایط مختلف نظارتی در بازارهای انرژی است. یعنی یک مفهوم کلی از کارکرد نیروگاه مجازی وجود ندارد. شرایط بازار آلمان از انگلستان متفاوت و این‌ها از ایالات‌متحده متفاوت هستند باید برای هر بازار انرژی یک نیروگاه مجازی تعریف شود اما شما ممکن است یک سیستم آلمانی برای استفاده در کانادا یا ایالات‌متحده را تطبیق دهید.

بازارهای انرژی اغلب در حال تغییر اهداف هستند برای نمونه یک پروژه نیروگاه مجازی در آلمان برای تبادل انرژی یک منطقه خاص با استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر بود که مرجع نظارتی برخی جنبه‌های پروژه را که مطابق با شرایط آیین‌نامه نبود را تائید نکرد بنابراین پروژه ملزم ب تغییر مدل برای شرکت در بازار رزرو می.شود دو سال بعد مقررات تغییر می‌کند و نیروگاه مجازی می‌تواند در بازار انرژی به‌صورت مستقیم شرکت کند اهمیت ویژه نیروگاه‌های مجازی به خاطر هزینه‌ای پایین آن‌هاست. با توجه به بیشتر شدن منابع انرژی تجدید پذیر در سیستم‌های انرژی این مسئله باید تغییر کند اما این تغییر اتفاق میافتد یعنی مفهوم نیروگاه مجازی در بازارهای انرژی معمول خواهد شد. [۳]

همان‌طور که می‌بینیم در کشورهایی مانند انگلستان و فرانسه این مفهوم بیشتر مطرح‌شده است البته مفاهیم مورداستفاده و موتر جدید برای انرژی‌های تجدید پذیر برای شرکت در بازار موردنیاز در غیر این صورت محدودیت‌های شبکه‌های الکتریکی افزایش انرژی‌های تجدید پذیر را محدود می‌کند.

فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از نیروگاه مجازی

فرصت‌ها:

- یکپارچه‌سازی DERهای شبکه
- زیرساخت‌های مشترک فناوری اطلاعات و ارتباطات برای نیروگاه‌های مجازی و شبکه‌های فعال
- بالانسینگ محلی و کمک به حفظ بالانس سیستم
- پشتیبانی از مدیریت بار و پرشدگی خطوط
- خدمات شبکه به اپراتورها باعث کاهش هزینه‌های گسترش شبکه می‌شود
- مشارکت فردی در مقابل انبوه بازارهای انرژی

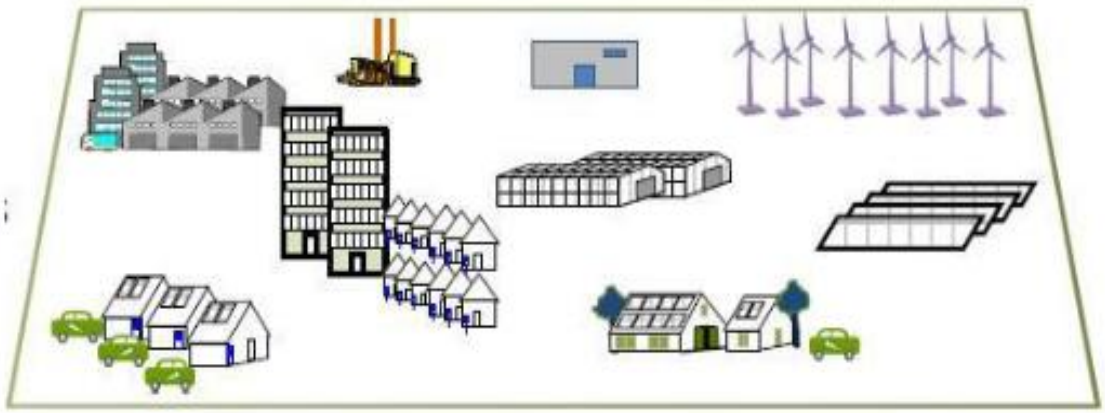
چالش‌ها:

- آیین‌نامه‌ها با توجه به وجود اپراتور شبکه توزیع به‌عنوان اپراتور نیروگاه مجازی نوشته شود؟
- کدام قسمت مسئول بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات ارتباطات است؟
- مقررات و تعرفه‌های خدمات نیروگاه مجازی توسط اپراتورهای تجاری ارائه می‌شوند؟

در ادامه به بررسی این فرصت‌ها و چالش‌ها خواهیم پرداخت.

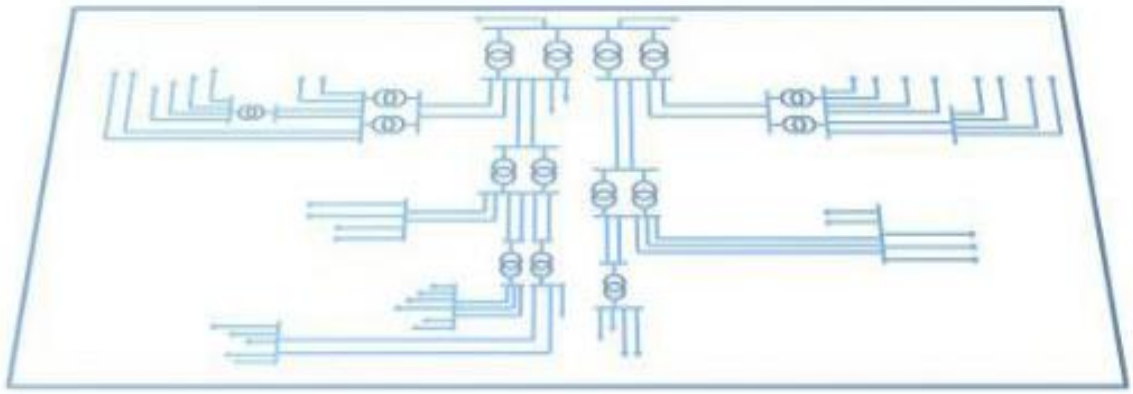
عناصر اساسی نیروگاه مجازی

الف) منابع تولید پراکنده انرژی(DER)[۲]



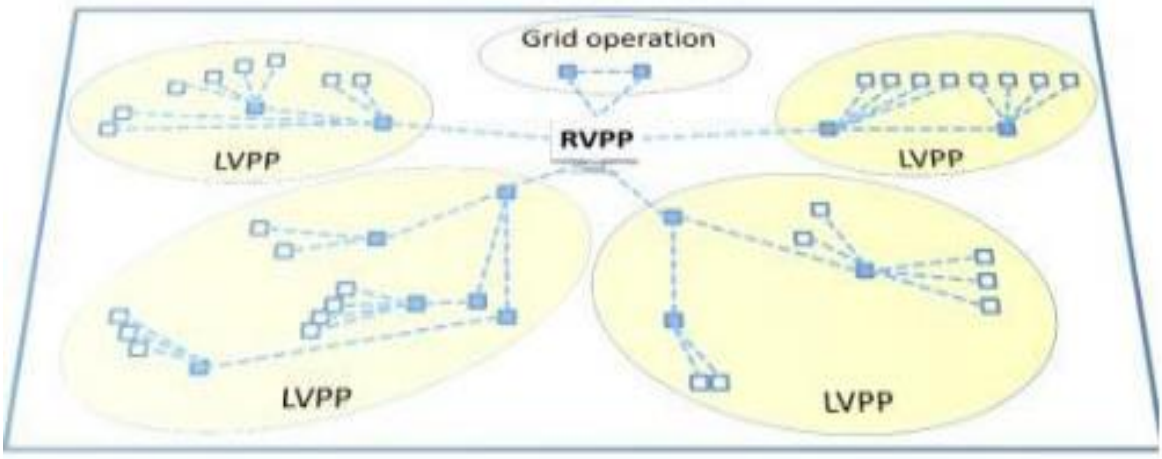
شکل (۲) شکل عناصر اساسی سیستم نیروگاه مجازی(تولید پراکنده)

ب) شبکه توزیع



شکل (۳) شکل عناصر اساسی سیستم نیروگاه مجازی(شبکه توزیع)

ج) زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و کنترل فعال



شکل (۴) شکل عناصر اساسی سیستم نیروگاه مجازی (زیرساخت ارتباطی)

زیرساخت اندازه‌گیری پیشرفته (Advanced Measuring Infrastructure) یکی از اجزای مهم واصلی نیروگاه مجازی زیرساخت‌های اندازه‌گیری پیشرفته است و سیستم کنتر شبکه هوشمند را تشکیل می‌دهد. سیستم AMI یک سیستم یکپارچه شامل سخت‌افزار و نرم‌افزار شبکه و بستر مخابراتی می‌باشد که اطلاعاتی نظیر مصرف تقاضا ولتاژ ، جریان و اطلاعات دیگر را به‌صورت بلادرنگ از سمت مصرف‌کننده دریافت می‌کند.

چالش

باوجوداین پتانسیل بسیاری از کمیسیون‌های نظارتی از صدور مجوز سرمایه‌گذاری ساخت کامل AMI خودداری کرده‌اند و در انتظار نمایش متقاعدکننده‌ای از منافع خالص اجتماعی هستند حالی که بازده موتر برخی هزینه‌ها را جبران کرده و می‌تواند منجر به موارد تجاری مثبت شود تقریباً تمام تجزیه‌وتحلیل هزینه و فایده‌ی AMI تشخیص داده که اگر این سیستم‌ها نیز مورداستفاده قرار گیرند

افزایش بهره‌وری انرژی و مدیریت بار پاسخ‌دهی بار یا پاسخ‌دهی قیمت را فراهم می‌کند و موارد تجاری تا حد زیادی بهبود می‌یابد به حداکثر رساندن سود و مزایای AMI نیازمند مشارکت آگاهانه و مشتری مداری است.[۳]

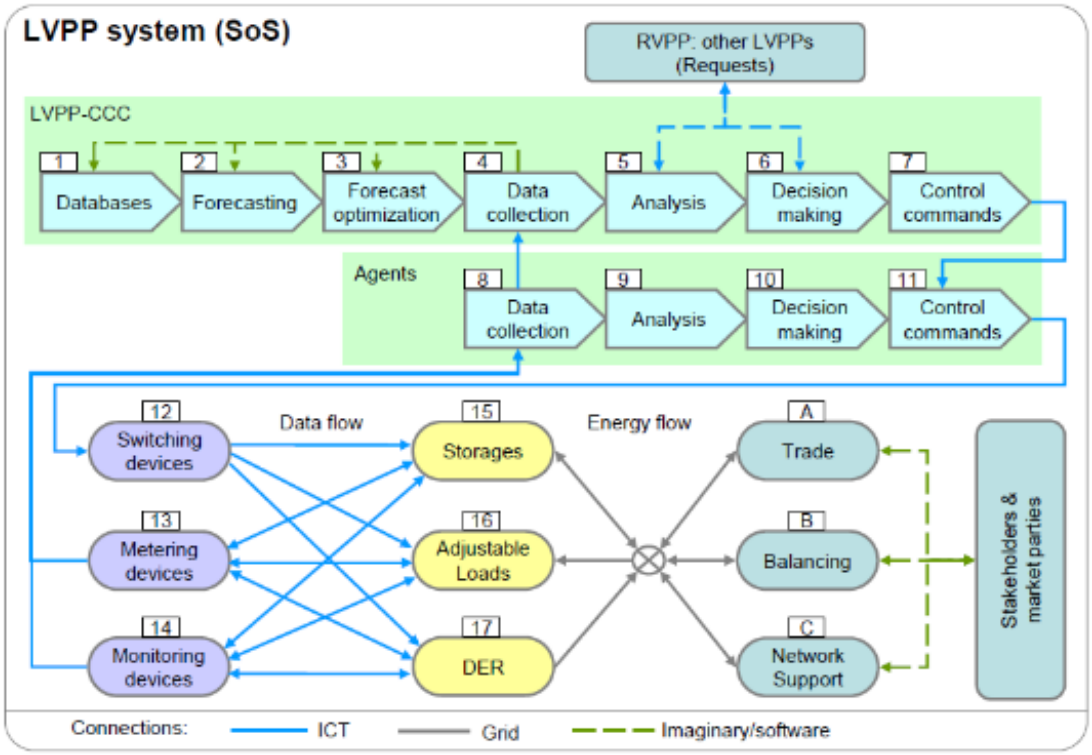
فنّاوری ارائه خدمات فرآیندهای تجاری و طرح‌های سازمانی را برای نیروگاه مجازی متصور می‌سازد و نیروگاه مجازی را قادر به مقابله با چالش‌های بسیاری مثل یکپارچه‌سازی کامل منابع در سمت تقاضا در طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های الکتریکی می‌کند.

قبل از هر چیز در این میان تأسیسات باید مشتریان را متقاعد کند و همچنین سرمایه‌گذاری مشتریان را در کاهش تقاضای بلندمدت برای مشارکت فعال در کنترل بار کوتاه‌مدت فراهم کند. AMI منابع دیگر فنّاوری کانال‌های ارتباطی مستعد و منعطف را در میان تأمین‌کنندگان ،انرژی مشتریان و تجهیزات در دو سمت انداز گیری فراهم می‌کند و در حال لازم پیدا کند و در حال لازم پیدا کردن محتوای مؤثر برای این کانال‌ها لازم است.

استلزامات یک سیستم نیروگاه مجازی

بر اساس الزامات و منافع ذینفعان بهره‌برداری از نیروگاه مجازی باید شامل موارد زیر باشد:

- تجارت: برای بهینه‌سازی مزایای شرکت‌کنندگان
- حفظ تعادل: برای افزایش پایداری و قابلیت اطمینان سیستم
- خدمات شبکه: برای کاهش پرشدگی شبکه و جلوگیری از هزینه‌های مازاد



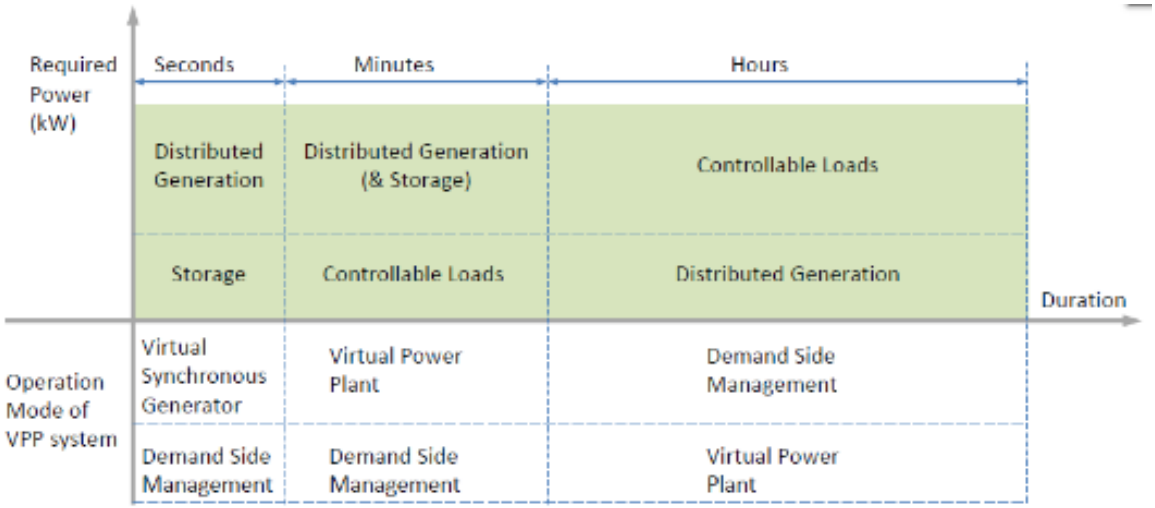
شکل (۵) شکل الزامات یک سیستم نیروگاه مجازی

تجارت: اساس تحویل با توجه به حداقل از کل تولید برق تغییر .شود. تغییر متغیر در بلوک تجاری با توجه به حداقل تولید برق در کل همان دوره ز زمانی تقسیم‌شده است کل تولید برق پیش‌بینی نیروگاه مجازی از یکپارچه‌سازی تولید برق پی بینی شده‌ای از مجموعه‌هاست. پیش‌بینی هر رده بر مبنای قرارداد پیش‌بینی آب‌وهوایی داده‌های تاریخی است.

تعادل: با توجه به مشکلات بالانس شبکه‌های برق پایداری و قابلیت پیش‌بینی تکامل‌یافته است. وقتی‌که می‌توانیم تغییر در تولید یا مصرف که به‌دقت تعریف‌شده است را محدود کنیم ما قادر به مذاکره درباره قراردادهای بهتر با شرکت برق هستیم.

شرکت‌هایی که مصرف‌کننده بزرگ برق هستند تمایل دارند که تولید الکتریسیته برای بخشی از برق موردنیاز خود داشته باشند همچنین بسیاری از فرآیندها نیازمند حرارت است و ترکیب ژنراتورهای حرارتی با تولید برق کارایی بالاتری ایجاد می‌کند.[۴]

فرض کنید ما یک تعداد از امکانات تولید برق را دارا هستیم بسیاری از آن‌ها در یک محل متمرکزشده‌اند که استفاده زیادی از برق نمی‌کنند اما همچنان برق تولیدمی.شود ما می‌توانیم از این دسته از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان به‌عنوان نیروگاه مجازی بهره‌برداری کنیم.



شکل (۶) نقش نیروگاه مجازی در حفظ تعادل سیستم

کاربرد نیروگاه مجازی

- کنترل ولتاژ به‌وسیله تهیه توان راکتیو [۵]
- آمادگی برای پیشامدهای شبکه
- ارائه رزرو بلادرنگ
- مشارکت در بازار انرژی
- خدمات شبکه (کیفیت توان و پرشدگی)
- پیک زدایی افزایش قابلیت اطمینان و افزایش امنیت سیستم قدرت
- کنترل اولیه تانویه و تالتیه بالانس

کاربرد کنونی پاسخ‌دهی خودکار به تقاضا

پاسخ‌دهی خودکار تقاضا یک کاربرد مهم از رویکرد نیروگاه مجازی است که در حال حاضر به خوبـ در بازارهای تجاری و صنعتی تثبیت‌شده است. در پروژه تحویل خودکار مشتری به‌طورمعمول با کنترل و فناوری اطلاعات فروشنده پشتیبانی می‌شود یا به‌وسیله یک ابزار به اپراتور مستقل سیستم ابلاغ می‌شود.

مشتری عملکرد کاهش تقاضا را جبران می‌کند و ممکن است برخی از آن جبران ساری‌ها را به اشخاص ثالث برای حمایت مداوم معطوف سازد. غول‌های صنعت که به‌عنوان ارائه‌دهندگان سرویس کامل وارد این بازار شده‌اند به‌عنوان رقبای جدیدی هستند که تمایل به IT دارند. این شرکت‌ها به‌طورمعمول مجموعه‌ای از خدمات شامل طراحی تأسیسات کنترل و تله‌متری مدیریت از راه دور تجهیزات ،انرژی مدیریت پاسخ به تماس‌ها برای کاهش تقاضا و تحقق الزامات فنی اجرایی مانند نظارت و تائید عملکرد را فراهم می‌کنند. [۶]

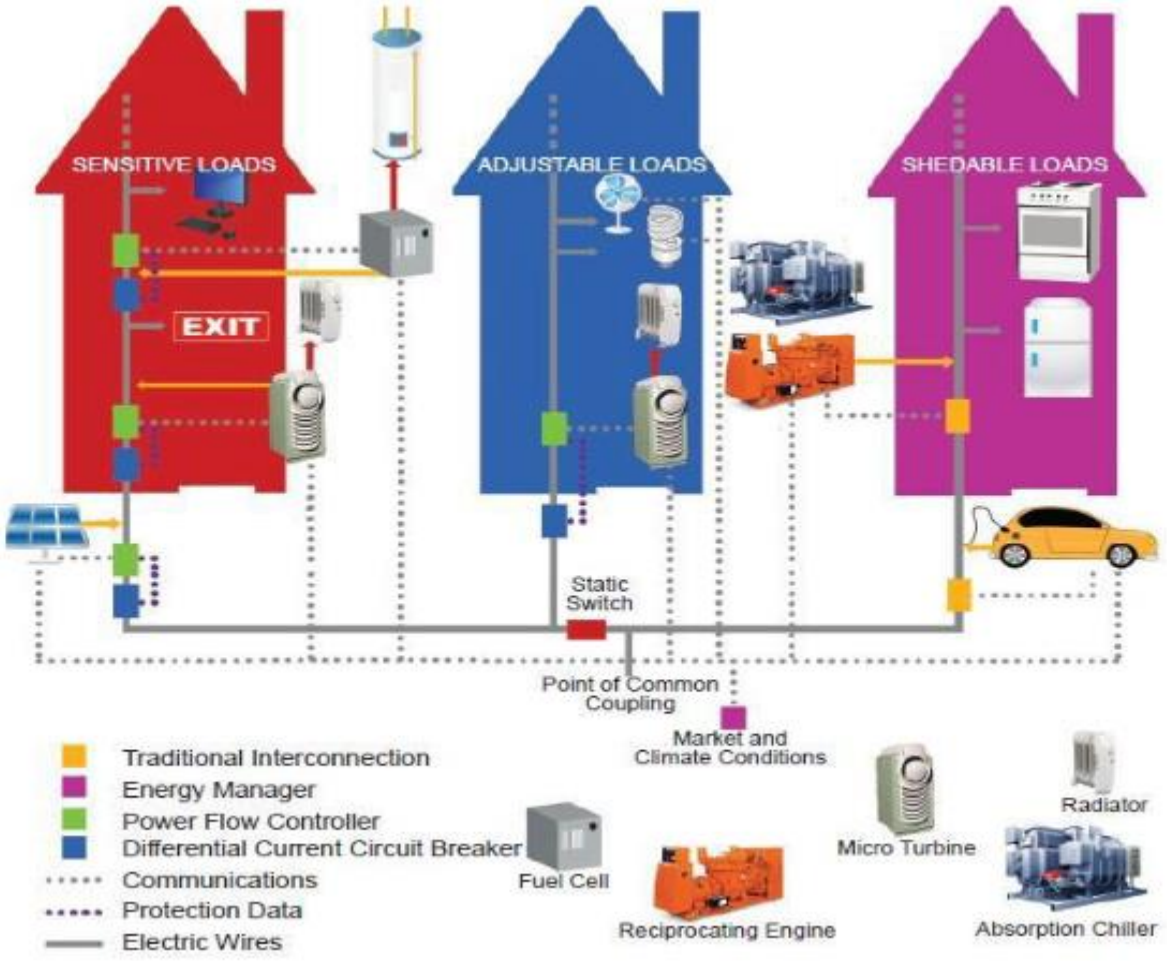
تحویل خودکار در حال تبدیل‌شده ب یک مقطع مهم در حوزه‌های قانونی و بازارهاست. به‌عنوان منابع پاسخ‌دهی تقاضای فعال باید برای سه درصد از کل ظرفیت موردنیاز نصب‌شده پاسخگو باشد در مورد بازار ظرفیت آینده نیوانگلندی به اپراتور سیستم توضیح دهند. بااین‌حال ارزیابی از باز سوابق برنامه ممکن نیست درواقع در طول پاسخ‌دهی بار عملیات را کنترل می‌کند.

در بخش مسکونی تأسیسات به مدت طولانی از کنترل باریک طرفه سیستم‌های تهویه مطب ،مرکزی آب‌گرم‌کن‌ها و پمپ‌های استخر به‌منظور کاهش بارهای پیک در مواجهه با شرایط اضطراری استفاده می کردند.

در سال ۲۰۰۶، ۲۳۲ برنامه در بهره‌برداری و کنترل بیش از مگاوات بار انجام گرفت بطوری که لوازم فعال شبکه هوشمند و کنترل کنندهها در دسترس تر و ارزان تر شدند. مشتریان سیگنال های قیمت دینامیکی که قادر به انتخاب قیمت نهایی بود که) در آن تنظیمات ترموستات به‌صورت خودکار انجام می(شد را دریافت میکردند و یا آب گرم‌کن و یا عملکرد یخچال و فریزر به‌طور خودکار کاهش می‌یافت.

پدیده در حال ظهور ریز شبکه ها(Microgrids)

ریز شبکه یک شبکه محلی است که شامل واحدهای تولید پراکنده سیستم ذخیره انرژی و بارهای متصل به شبکه است که ممکن است در حالات متصل به شبکه اصلی یا مستقل از آن در حال کار باشد. درواقع ریز ،شبکه شبکه توزیع کوچکی است که می‌تواند به‌صورت جزیره ای به شبه متصل شود مفهوم در حال ظهور ریز شبکه برآمده از مفاهیم فنی و تجاری گسترش‌یافته در DR خودکار .است صاحبان محیطهای بزرگ مانند بیمارستان ها دانشگاه ها و پایگاه های نظامی به کاوش در مزایای اقتصادی استفاده از عملیات یکپارچه‌سازی بارها و ذخیره‌سازی را آغاز کرده‌اند. این رویکرد صاحبان را برای پی بردن به منافع مالی کاملاز بازده در عرضه انرژی توانا می‌سازد منابع ذخیره‌سازی و تولید پراکنده که برای مصرف داخلی توسعه یافته اند همچنین می‌توانند برای پاسخ‌دهی بار اضطراری پاسخ‌دهی قیمت در دسترس باشند ریز شبکه ها نقش مهمی را در باز کردن قفل پتانسیل عظیم برای مرتب کردن تولید و ذخیره‌سازی پراکنده بازی می‌کنند با فرم فرضیات محافظه کارانه ۵۰ گیگاوات تا سال ۲۰۲۵ برآورد شده است با جمع آوری مزایا در سطح ،کافی این کار برای صاحبان برای انجام برنامه‌ریزی موردنیاز تأسیسات و وظایف مدیریتی مقرون به می‌شود. [۷]



شکل (۷)شکل تصویر مفهومی از یک ریز شبکه

کاربرد در حال ظهور: تنظیم خدمات جانبی به‌واسطه وسایل نقلیه الکتریکی

در صنایع برق و خودرو بسیاری تشخیص داده اند که شارژ خودروهای الکتریکی و وسایل نقلیه الکتریکی هیبریدی به برق وصل شده به‌عنوان مصرف نهایی می‌تواند منحنی بار را یکسان کر استفاده از ظرفیت ها را بهبود بخشد زمان موردنیاز برای شارژ یک وسیله الکتریکی ۲ تا ۵ ساعت خواهد بود اما این وسیله به مدت ۱۰ تا ۱۵ ساعت در روز وصل خواهد شد با استفاده از این برنامه‌ریزی ذخیره‌سازی در باتری اتومبیل می‌تواند طیف گسترده ای از منافع را به اپراتورهای شبکه و مشتریان ارائه دهد اگر به درستی جمع و کنترل شوند.

بیشتر وسایل نقلیه متصل به برق به ارتباطات فعال اینترنت مجهز شده است در یک محیط نیروگاه ،مجازی رانندگان به‌طور خودکار ارتباط اینترنتی را با گردآورنده بار زمانی که وسایل نقلیه به برق متصلند را آغاز کنند.

پایه گذاری نیروگاه مجازی

مدیران تأسیسات سیاست گذاران و قانون گذاران در سطح بالا اساسا بر رفع موانع گسترش یکپار سازی منابع و بهره‌برداری از شبکه موافق می‌باشند. نکات زیر عن کلیدی یک خط مشی برنامه نظارتی برای حمایت از توسعه نیروگاه مجازی را مشخص می‌کند.[۸]

- ایجاد بازار و مکانیزم های قیمت برای هدایت توسعه و به‌کارگیری منابع تقاضا در هر ممکن است توسعه و انتشار دی‌اکسید کربن در سطح ملی و منطقه‌ای نیز ممکن است کاری کند که بازارها با منابع دیگری از کمک خدمت کنند.
- توسعه مداوم انگیزه مشتری در درازمدت و برنامه‌های کمکی فنی برای حمایت از توسعه عناصر کلیدی نیروگاه مجازی
- توسعه و انتشار نظارت استاندارد و تائید پروتکل‌هایی برای طیف گسترده‌ای از منابع تقاضا به‌عنوان‌مثال این کار در حال حاضر در آمریکای شمالی در دست اقدام است به‌وسیله حمایت از هیئت‌های استاندارد انرژی این اقدامات سهم عمدهای عمده‌ای در چارچوب تجاری و نظارتی برای پاسخ به تقاضا و خدمات مرتبط خواهد بود.
- توسعه و انتشار چارچوب منسجم با در نظر گرفتن منابع تقاضا در پیش‌بینی مورداستفاده برای برنامه‌ریزی تأمین این کار به‌ویژه در حوزه‌های اختیاری یعنی جایی که در آن بازارهای روبه‌جلو چنان‌که مناسب است استفاده‌نشده‌اند، مهم خواهد بود.

پروژه‌هایی که تاکنون از نیروگاه مجازی استفاده کرده‌اند:

- شبکه هوشمندSmart Grid
- پروژه فنیکس(اجرای آزمایشی در شبکه قدرت انگلستان واسپانیا)
- پروژه اکو گرید (بازارهای انرژی پراکنده)
- پنجمین برنامه اتحادیه اروپا
- پروژه ادیسون (خودروهای برقی در آمریکا)
- پروژه اجرای VPP و CHP در دانمارک

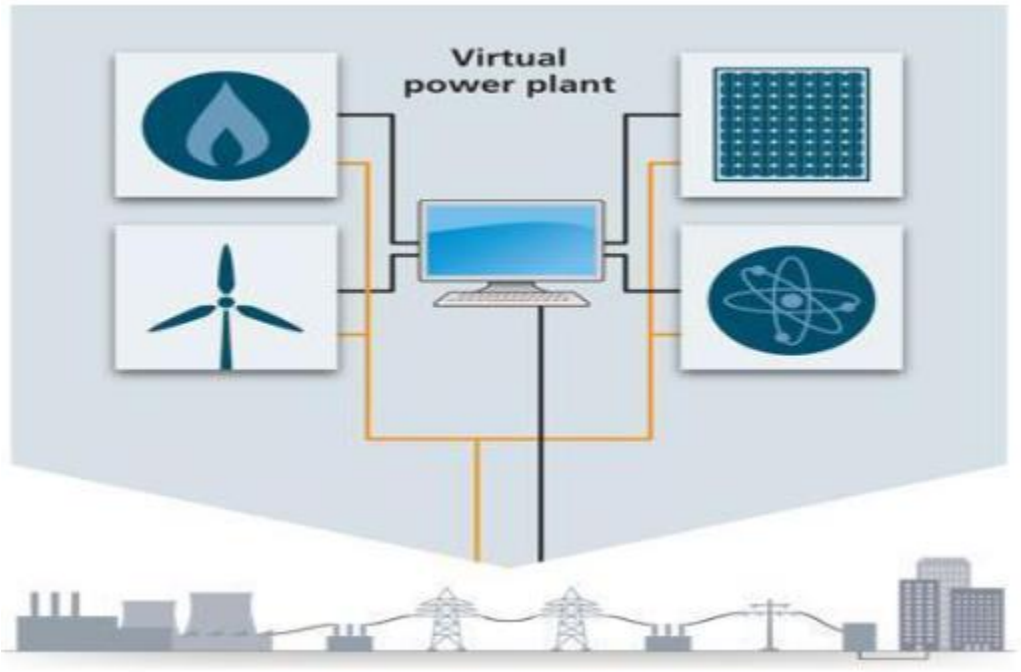
و...

چشم‌انداز آینده برای خدمات و مشتریان

الگوی تجاری سودمند کارکرد و ارتباط با مشتری به‌طور قابل‌توجهی با منابع انرژی که به‌سوی یک سیستم کنترلی بلادرنگ گره‌خورده است تغییر می‌کند. علاوه بر این نقش کلی تأسیسات در رابطه با مدیریت شبکه انرژی به‌عنوان فناوری‌های ذخیره‌سازی و تولید پراکنده تغییر خواهد کرد.

در حال حاضر ارتباط اولیه بین تأسیسات توزیع‌شده و مشتری نهایی صورت‌حساب ماهانه است دنیای نیروگاه مجازی رابطه تأسیسات و مشتری نهایی وابسته‌تر و قوی‌تر می‌شود تأسیسات تهی صورت‌حساب مشتری را ادامه خواهد داد اما این صورت‌حساب پیچیده‌تر است این صورت‌حساب‌ها شامل هزینه‌های تولید و یا ذخیره‌سازی انرژی است که مشتری به شبکه می‌فروشد و همچنین تغییرات قیمت مربوط به مشارکت مشتری و یا انصراف از رویدادهای قطع بار که خود تأسیسات باعث می‌شوند.[۹]

گذشته از صورت‌حساب‌ها تأسیسات و مشتری هر دو نیازمند این هستند که به‌عنوان شریک باکار کنند تأسیسات می‌خواهد منحنی مصرف و شرایط بحرانی بارهای مشتری را بداند مانند یخچال‌ها موتورخانه‌ها و خنک‌کننده‌ها برای اینکه بتواند پتانسیل تولید و یا مدیریت ظرفیت تقاضا را پشتیبانی کند.



شکل (۸) شکل چشم‌انداز نیروگاه مجازی

تولید پراکنده و بارهای قابل کنترل به تأسیسات در بسته بندی و فروش انرژی به شبکه اجاز که قابلیت اطمینان خدمات به مشتریان ضمین کند. این تأسیسات نیاز به برقراری ارتباط و برنامه‌ریزی برای درخواست های بلندمدت و کو مدت مشتریان انرژی بار قابل کنترل و یا ذخیره انرژی برای شبکه بر اساس آب و هو ا، قیمت و یا رویدادهای تأسیسات کنترل شده خواهد داشت.

این رابطه جدید بین تأسیسات و مشتری توسط مفهوم مشتری توسط مفهوم نیروگاه مجازی و شبکه‌های هوشمندف شمند فعال شده است. [۱۰]

بازار برق و الگوریتم‌های بهینه‌سازی

در این فصل به بیان مقدمات لازم در جهت تشریح روش بیان‌شده می‌پردازیم بازار برق و های بهینه‌سازی مورداستفاده در حل این مسئله با تمرکز بر الگوریتم حسابگری زیستی (ژنتیک) هدف این فصل است.

الگوریتم ژنتیک

مقدمه

محدوده کاری الگوریتم ژنتیک بسیار وسیع می‌باشد و هرروز با پیشرفت روزافزون علوم و تکنولوژی استفاده از این روش در بهینه‌سازی و حل مسائل بسیار گسترش‌یافته است الگوریتم ژنتیک یکی از زیرمجموعه‌های محاسبات تکامل‌یافته باشد که رابطه مستقیمی با مبحث هوش مصنوعی دارد. درواقع الگوریتم ژنتیک یکی از زیرمجموعه‌های هوش مصنوعی الگوریتم ژنتیک را می‌توان یک روش جستجوی کلی نامید که از قوانین تکامل بیولوژیک طبیعی تقلید می‌کند . الگوریتم ژنتیک بر روی یکسری از جواب‌های مسئله به امید به دست آوردن جواب‌های بهتر قانون بقای بهترین را اعمال می‌کند.

در هر نسل به کمک فرآیند انتخابی متناسب باارزش جواب‌ها و تولیدمثل جواب‌های انتخاب‌شده به کمک عملگرهایی که از ژنتیک طبیعی تقلیدشده‌اند تقریب‌های بهتری از جواب نهایی به دست می‌آید. این فرایند باعث می‌شود که نسل‌های جدید با شرایط مسئله سازگار تر باشد.

بازار برق و نیروگاه مجازی

ارتباط بین نیروگاه مجازی و بازار برق

نیروگاه مجازی در بازار برق

نیروگاه مجازی می‌تواند بعنوان عضوی از بازار در بازارهای انرژی و رزرو شرکت داشته باشدبرنامه‌ریزی و پیشنهاد قیمت نیروگاه مجازی در بازار برق دارای تفاوت‌های عمدهای با نیروگاه‌های سنتی است. علت این تفاوت ها در زیر آورده شده است.

نیروگاه مجازی می‌تواند نقشی دوگانه تولیدکننده یا مصرف‌کننده در بازار برق داشـ باشد.درصورتی‌که نیروگاه‌های سنتی تنها در نقش تولیدکننده در بازار برق ظاهر می‌شوند. نیروگاه‌های سنتی مجبور به تأمین بار مصرفی در محدوده کاری خود نمی‌باشد درحالی‌که نیروگاه‌های مجازی وظیفه‌دارند بارهای مصرفی خود را نیز پاسخگو باشند.

نیروگاه مجازی می‌تواند از نقاط مختلفی با شبکه متصل باشد به همین علت پیشنهاد قیمت نیروگاه مجازی می‌تواند متأثر از ساختار شبکه و محدودیت‌های شبکه داخل محدوده نیروگاه مجازی باشد.[۱۱]

با توجه به تفاوت‌های ذکرشده نیروگاه مجازی به هنگام شرکت در بازار برق و پیشنهاد قیمت باید قیود امنیت شبکه داخل محدوده نیروگاه مجازی را نیز در کنار قیود واحدهای انرژی پراکنده و تعادل توان تولیدی و مصرفی خود را در نظر داشته باشد. علاوه بر این نیروگاه مجازی باید اطلاعات حقیقی ضعیت منابع انرژی پراکنده خود و میزان ظرفیت تولیدی هر واحد در اختیار داشته باشد.

میس با تخمین بار مصرفی مشترکین خود و قیمت انرژی و رزرو در بازار برق مبادرت به پیشنهاد قیمت در بازار برق می‌کند. برای پیشنهاد قیمت و سوداگری در بازار برق نیروگاه مجازی باید هزینه توان به‌وسیله منابع تولید انرژی خود را معین سازد.

هزینه برای هر یک از منابع انرژی پراکنده به صورت‌های زیر در نظر گرفته‌شده‌اند:

هزینه تأمین توان pus به‌واسطه یک ساعت قطع بار:

$$c_{us}(P_{us}) = a_{us}.P_{us}^2 + b_{us}.P_{us} \qquad (۱)$$

هزینه تولید توان pdg توسط تولید پراکنده:

$$c_{DG}(P_{DG}) = a_{DG}.P_{DG}^2 + b_{DG}.P_{DG}$$

هزینه تولید توان pes به‌وسیله منابع ذخیره‌ساز انرژی:

$$c_{es}(P_{es}) = a_{es}.\left|P_{es}\right| + b_{es}$$

مدل پیشنهادی برای تجارت نیروگاه مجازی در بازار برق:

هدف نیروگاه مجازی از شرکت در بازار برق و تجارت به دست آوردن بیشترین سود از طریق تأمین بار مصرفی مشترکان خود و تبادل توان با بازار برق است. بر این اساس تابع هدف مسئله تجارت زیر برای نیروگاه مجازی در بازار برق تعریف می‌شود:

$$\begin{aligned} profit = & \sum_{t=1:24}\left(\lambda_{E,t}\times P_t + \lambda_{R,t}\times R_t + \lambda_{L,t}\times L_t\right) \\ & - \sum_{t=1:24}\left(\sum_{i\in N_{DG}}\left(\begin{matrix} c_{DG,i,t}\left(P_{DG,i,t}+R_{DG,i,t}\right) \\ + c_{stDG,i,t} + c_{shDG,i,} \end{matrix}\right)\right) \\ & - \sum_{t=1:24}\left(\sum_{j\in N_{es}}\left(c_{es,j,t}\left(P_{es,j,t}\right)\right)\right) \\ & - \sum_{t=1:24}\left(\sum_{k\in N_{us}}\left(c_{us,k,t}\left(P_{us,k,t}+R_{us,k,t}\right)\right)\right) \end{aligned} \qquad (۴)$$

در این رابطه بخش اول نشان‌دهنده درآمد حاصل از تبادل توان با بازار برق انرژی و (رزرو) و تامیز توان برای مشترکین نیروگاه مجازی است. بخش دوم سوم و چهارم رابطه ۳ نشان‌دهنده هزینه واحدهای تولید پراکنده هزینه واحدهای ذخیره‌ساز انرژی و هزینه قطع بار است. در اینجا بازار برق می‌تواند به‌صورت پرداخت به‌اندازه پیشنهاد قیمت یا به‌صورت یکنواخت در نظر گرفته شود بازار رزرو بر اساس پیشنهادهای ظرفیت بسته می‌شود.[۱۲]

تابع هدف پیشنهادشده در رابطه ۴ برای سوداگری در بازار برق باید با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از قبود و محدودیت ها حل شود. بخشی از این قیود مربوط به تعادل انرژی و رزرو تولیدی و مصرفی است که به ترتیب در ۵ و ۶ آورده شده‌اند. در این روابط تلفات توان در شبکه نیروگاه مجازی در نظر گرفته‌شده است.

$$\begin{aligned} & P_t + \sum_{i\in N_{DG}} P_{DG,i,t} + \sum_{j\in N_{es}}\left(\eta_{es,j}\times P_{es,j,t}\right) + \sum_{k\in N_{us}} P_{us,k,t} \\ & = Load_t + PLoss_t \end{aligned} \qquad (۵)$$

$$R_t + \sum_{ieN_{DG}} R_{DG,i,t} + \sum_{jeN_{es}} \left(\eta_{es,j} \times R_{es,j,t}\right) + \sum_{keN_{us}} R_{us,j,t} = \mathrm{Res}_t + RLoss_t \qquad (۶)$$

دسته دیگر قیود مرتبط با منابع انرژی پراکنده در نیروگاه مجازی می‌باشد که توسط روابط ۷ تا ۱۵ بیان‌شده است روابط ۷ تا ۱۲ محدودیت‌های واحدهای تولید پراکنده روابط ۱۳ و ۱۴ محدودیت‌های واحدهای ذخیره‌ساز انرژی و رابطه ۱۵ محدودیت بارهای قابل قطع را مشخص می‌سازد.

$$P_{DG,i}^{\min} \le P_{DG,i,t} + R_{DG,i,t} \le P_{DG,i}^{\max} \qquad (۷)$$

$$R_{DG,i,t} \le \min\left\{(10 \times MSR_i), \left(P_{DG,i}^{\max} - P_{DG,i,t}\right)\right\} \qquad (۸)$$

$$\left[X^{on}(i,t) - T^{on}(i)\right] \times \left[y(i,t-1) - y(i,t)\right] \ge 0 \qquad (۹)$$

$$\left[X^{off}(i,t-1) - T^{off}(i)\right] \times \left[y(i,t-1) - y(i,t)\right] \le 0 \qquad (۱۰)$$

$$X^{on}(i,t) = \left[X^{on}(i,t-1) + 1\right] \times \left[y(i,t-1)\right] \qquad (۱۱)$$

$$X^{off}(i,t) = \left[X^{off}(i,t-1) + 1\right] \times \left[1 - y(i,t-1)\right] \qquad (۱۲)$$

$$P_{es,j}^{\min} \le P_{es,t,j} \le P_{es,j}^{\max} \qquad (۱۳)$$

$$\left|P_{es,t,j}\right| \le R_{CH,j} \qquad (۱۴)$$

$$0 \le P_{us,t,k} + R_{us,t,k} \le P_{us,k}^{\max} \qquad (۱۵)$$

دسته آخر قیود مربوط به شبکه نیروگاه مجازی است که به‌وسیله معادلات ۱۶ تا ۱۹ معین‌شده‌اند. این روابط معادلات عبور توان در داخل یک شبکه توزیع شعاعی را نشان می‌دهد. علاوه بر روابط فوق نامعادلات ۲۰ و ۲۱ قیود امنیت شبکه نیروگاه مجازی را بیان می‌کند.

$$V_j^2 = -\left[r_{ij}P_j + x_{ij}Q_j - \frac{V_i^2}{2}\right] + \sqrt{\left[r_{ij}P_j + x_{ij}Q_j - \frac{V_i^2}{2}\right]^2 - [r_{ij}^2 + x_{ij}^2][P_j^2 + Q_j^2]} \quad (۱۶)$$

$$\sin(\delta_i - \delta_j) = \frac{x_{ij}P_j - r_{ij}Q_j}{V_i V_j} \quad (۱۷)$$

$$P_{loss-ij} = r_{ij}\frac{(P_j^2 + Q_j^2)}{V_j^2} \quad (۱۸)$$

$$Q_{loss-ij} = x_{ij}\frac{(P_j^2 + Q_j^2)}{V_j^2} \quad (۱۹)$$

$$-P_{ij}^{max} \le P_{ij}(t) \le P_{ij}^{max} \quad (۲۰)$$

$$V^{min} \le V \le V^{max} \quad (۲۱)$$

روش‌های گذشته در حل مسئله تجارت:

به‌کارگیری تجزیه بندر در حل مسئله:[۱۳]

تجزیه بندر توسط جی.اف. بندر به‌منظور تحلیل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط (mip) با ابعاد بزرگ معرفی‌شده‌اند این روش معمولاً برای حل مسائل مرتبط با سیستم قدرت نظیر طراحی برنامه‌ریزی شبکه قدرت بهره‌برداری از شبکه قدرت و برخی بهینه‌سازی شبکه قدرت استفاده می‌شود. کاربردهای دیگر این روش در حل مشکلات درزمینهٔ‌های حمل‌ونقل استراتژی‌های جنگی کاربردهای نظامی و ... است.

هنگام استفاده از تجزیه ندر مسئله به یک مسئله اصلی و چند زیر مسئله تجزیه می‌شود. معمولاً مسئله اصلی یک عدد صحیح و زیر مسئله‌ها به‌صورت مسائل خطی هستند. در این روش مسئله حل می‌شود تا حدود بالا و پایین در حضور تعداد محدودی از قیود حاصل

شود. زیر مسئله‌ها از پاسخ مسئله اصلی استفاده می‌کنند تا قیود باقیمانده را برآورده سازند با حل ساله اصلی و زیر مسئله‌ها تابع هدف جدیدی در صورت ممکن بودن جواب در تکرار بعدی جواب در تکرار بعدی پدید می‌آید که حدود بالا و پایین آن در تکرار قبل مشخص‌شده‌اند. درصورتی‌که جواب‌ها ناممکن باشند برش‌هایی از صفحه که به پاسخ‌های ناممکن می‌انجامند به مسئله اصلی معرفی می‌شوند. در تکرار بعد مسئله اصلی با قیود قبل قیود اضافه‌شده حل می‌شوند. جواب نهایی الگوریتم تجزیه بندر از تکرار مسئله اصلی و زیر مسئله‌ها حاصل می‌شود شرط پایین این مسئله به هم رسیدن حدود بالا و پایین جواب است.[۱۴]

طراحی شبکه با نرم‌افزار DIGSILENT

مجموعه نرم‌افزارهای power factory متعلق به شرکت DIgSILENT آلمان می‌باشد. این افزار جامع درزمینهٔ سیستم‌های قدرت قادر است انواع تحلیل و شبیه‌سازی‌های موردنیاز شبکه سیستم‌های قدرت را انجام دهد برخی از این مطالعات عبارت‌اند از:

Generation: تولید انرژی الکتریکی

transmission : انتقال انرژی الکتریکی

distribution : توزیع انرژی الکتریکی

industrial: درزمینهٔ سیستم‌های صنعتی از قبیل ماشین‌های الکتریکی، موتور القایی و ...) در بخش تولید انرژی الکتریکی نرم‌افزار Digsilent قادر است به‌طور کامل به شبیه‌سازی و تحلیل توربین‌های بادی ، تولیدات پراکنده dg و سایر موارد لازم برای شبیه‌سازی سیستم‌های تولید برق را انجام دهد.

در بخش تحلیل و شبیه‌سازی شبکه‌های انتقال نرم‌افزار DIgSILENT دیس اینانت قادر است در پخش بار تحلیل نتایج پخش بار پخش بار بهینه و تحلیل عیب و خطاها ، انجام محاسبات توزیع توان آن اکتیو و راکتیو در سیستم‌های قدرت ، محاسبات و شب سازی ی اتصال کوتاه سیستم‌های قدرت محاسبه- تلفات در بخش انتقال انرژی الکتریکی مدل‌سازی سیستم‌های حفاظت ، انواع پایداری ستم‌های قدرت شبیه‌سازی پایداری گذرا و پایداری (دینامیکی ، هارمونیک‌های سیستم‌های قدرت و ... را به نحو احسنت انجام دهد.[۱۵]

در بخش سیستم‌های های توزیع Digsilent قادر است شبیه‌سازی و تحلیل حفاظت سیستم‌های توزیع ، سوئیچینگ خازنی ، قابلیت اطمینان در بخش توزیع ، محاسبات افت فشار powerfactory بارگذاری خطوط ، پروفیل بار ، مشخصه سازی بارها ، تعیین نقاط باز بهینه سیستم ، تنوع بارهای سیستم توزیع ، تولیدات پراکنده ، محاسبات اتصال کوتاه در بخش توزیع ، محاسبات هارمونیک کیفیت توان و ... را در بخش توزیع و به‌طور کامل انجام دهد.

یکی از کاربردهای خوب این نرم‌افزار توانایی تعریف نیروگاه مجازی است که می‌توان مرتبه اعتبار برای تمام تجهیزات تولید پراکنده موجود در نیروگاه تعریف کرد در ادامه شبکه بیان‌شده در بالا را در نیروگاه مجازی با یک‌مرتبه اعتبار خاص طراحی می‌کنیم.[۱۶] بعد از طراحی شبکه در محیط نرم‌افزار می‌توان به‌صورت زیر نیروگاه مجازی را تعریف کرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف از این تحقیق بررسی نیروگاه مجازی در شبکه برق بود که با توجه این زمینه این فرآیند موردبررسی قرار گرفت.

میدانیم که منابع تولید پراکنده می‌توانند در بهبود قابلیت اطمینان شبکه تأثیر خوبی داشته باشند و باعث حضور بهتر مشترکین در بازار می‌شوند اما این آشفتگی خرده‌فروشی می‌تواند توسط تجمیع بخشی از این منابع در قالب نیروگاه مجازی جبران .شود با حضور نیروگاه مجازی در بازار برق می‌توان سیستم‌های تولید پراکنده و حتی بارها را به‌سادگی مدیریت کرد.

در این تحقیق توابع هدف و قیود به‌کارگیری نیروگاه مجازی در شبکه برق بیان شد و برای یک شبکه نمونه تعریف شد. در ادامه بحث اصول طراحی و اجزای مختلف یک نیروگاه مجازی در نرم‌افزار DIGSILENT بیان شد که به دلیل محدودیت‌های موجود در این نرم‌افزار نمی‌توان نتایج مناسبی را دریافت کرد ولی می‌توان با تعریف نیروگاه مجازی مرتبه اعتبار تجهیزات تولید پراکنده را مشخص کرد.

۱ - بحث تغییرات و عدم قطعیت تجهیزات در نیروگاه مجازی

۲ - بحث الگوریتم‌های تکاملی دیگر در جهت حل مسئله بازار برق و ارتباط آن با نیروگاه مجازی مانند رقابت استعماری, ازدحام ذرات و....

۳-بحث روش‌ها و پروتکل‌های ارتباطی تجهیزات با حضور منابع تولید پراکنده در نیروگاه مجازی

۴- بحث روش‌های حفاظتی تجهیزات با حضور نیروگاه مجازی و ...

منابع

[۱]John Key "Privatisation in The U.K. ۱۹۹۹-۱۹۷۹"، Research Assistance by Robert Metz WWW.JOHNKEY.COM London ۲۰۰۱

[۲]-Ministry of Energy "Privatization of Electricity Distribution in ELSALVADOR" asummary report ۲۰۰۱.

[۳]روحانی؛ یونس،(۱۳۹۴) ارزیابی و تحلیل کاربرد شبیه‌سازی نیروگاه مجازی در شبکه برق، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته برق واحد شاهرود.

[۴] Some European Company (EDF ENEL ...)" Electricity Market Liberalisation Schedual by Country" July ۲۰۰۲

[۵] دستورالعمل خریدوفروش برق توسط شرکت مدیریت شبکه وزارت نیرو تیر ۱۳۸۲.

[۶]Dragičević Tomislav, ŃkrlecDavor, Delimar Marko.۲۰۱۰.

[۷]Bakari K. El, Kling. W. L. ۲۰۱۰. Virtual power plants: an answer to increasing distributed generation.JEEE

[۸]Peikherfeh M., Seifi H, Sheikh-El-Eslami M. K,۲۰۱۱.

[۹]Bakari K. El, Kling. W. L. ۲۰۱۱. Development and operation of virtual power plant system.IEEE.

[۱۰]Ruiz Nerea, Cobelo Iñigo, Oyarzabal José. ۲۰۰۹.

[۱۱]Werner T. G., Remberg R. .۲۰۰۸.

[۱۲]Mashhour E., Moghaddas-Tafreshi S.M. .۲۰۰۹..

[۱۳]Nikonowicz Łukasz, Milewski Jarosław .۲۰۱۲ .Virtual power plants - general

[۱۴]Braun Martin.۲۰۰۹. Virtual Power Plants in Real Applications IEEE

[۱۵]Duvoor Prashanth, ۲۰۱۲, Virtual power plants in competitive wholesale electricity markets Simense Smart Grid Division.

[۱۶]Virtual power plants: a new model for renewables integration,۲۰۱۳.

[۱۷] حیدری کیومرث مروری بر ساختارهای تجربه‌شده در صنعت برق با نگاهی بر ساختار فعلی صنعت برق ایران در نوبت چاپ مجله صنعت برق.

Abstract

Distributed generation refers to the generation of electricity near the consumer's location using small-scale generation units. Scattered energy sources are renewable energies and combined production (simultaneous production of electricity and heat). A virtual power plant refers to a set of distributed production facilities such as wind turbines, solar power plants, small hydropower plants and any power generation sources that have the ability to cooperate with each other in a local area and are all controlled by a central control unit. The virtual power plant has been subjected to various validation tests and network connections (connected to the network and off the network) and has a high level of credibility and competence. This research includes an overview of some virtual power plant ideas that express a better understanding and a more general vision in this field, some general control structures are described and experimental areas are introduced. The distribution network is represented by the virtual power plant. The result shows that with the presence of storage resources and the possibility of being in the reservation market, the virtual power plant will benefit more.