یکپارچه سازی وسایل نقلیه الکتریکی با سیستم تغذیه الکتریکی(سیستم توزیع برق)

چارچوبی مفهومی برای یکپارچه سازی وسایل الکتریکی با سیستم تغذیه الکتریکی ارائه شده؛ تاثیرات و مزایای کاربرد آن مورد بحث قرار گرفته شده است.

چکیده| مقاله جاری به ارائه چارچوبی مفهومی در زمینه یکپارچه سازی موفق وسایل الکتریکی با سیستم های تغذیه الکتریکی می پردازد. چارچوب پیشنهادی , دو حوزه اصلی را پوشش می دهد: عملیات فنی شبکه و محیط بازار الکتریکی. همه بازیگران حاضر در این دو فرایند و نیز فعالیتهای آنها , بهمراه جزئیات مورد بررسی قرار گرفته شده اند. چندین شبیه سازی نیز بمنظور نمایش تاثیرات/مزایای احتمالی ناشی از این یکپارچه سازی ارائه شده است که شامل تحلیل حالت پایدار و رفتار پویا می باشد.

کلیدواژگان| جمع کننده , سرویسهای فرعی (کمکی) , مخزن (ذخیره سازی )وسایل نقلیه , کنترل سلسله مراتبی , ریزشبکه , ریزشبکه چندگانه , وسیله به شبکه

نامگذاریها :

EV وسایل نقلیه

V2g وسیله به شبکه

Res منابع انرژی قابل تجدید

Mv ولتاژ متوسط

Dso اپراتور سیستم توزیع

Lv ولتاژ پائین

Cau واحد جمع کننده مرکزی

Mgau واحد جمع کننده ریزشبکه

Hv ولتاژ بالا

Vc کنترل کننده وسیله

Cvc گروه کنترلرهای وسایل

Genco شرکت تولید

Tso اپراتور سیستم انتقال

Mg ریزشبکه

Mmg ریزشبکه چندگانه

Mgcc کنترلر مرکزی ریزشبکه

Camc کنترلر مستقل مدیریت مرکزی

Dms سیستم مدیریت توزیع

Agc کنترل تولید خودکار

1. مقدمه

راه حل آینده برای کمیابی سوختهای فسیلی و نیز مسایل محیطی مرتبط با کاربرد وسیع آن , احتمالا به کاربرد گسترده EV ها منتهی می شود. در حال حاضر , سه نوع مرتبط وسیله نقلیه الکتریکی آماده ورود به بازار می باشد : EV های کامل , EV های سلول سوخت , و EV های هیبرید [1],[2] . evهای سلول سوخت و باتری فقط توسط تغذیه الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرند و ev های هیبرید فعلی دارای موتور سوخت داخلی نیز می باشند. از آنجایی که این وسایل به کاربرد باتری با ظرفیت انرژی بالا و نیاز شارژ بار الکتریکی عظیمی نیازمندند, گسترش بالای این مفهوم تاثیرات قابل ملاحظه ای را در طراحی و عملیات سیستم تغذیه الکتریکی ایجاد می کند ولی از کاربرد منابع انرژی غیر آلاینده نیز بهر می برد [3][4]. در مرجع [5] و [6] , نشان داده شده که چگونه ev ها قادر به تغییر احتمالی تقاضای انرژی خواهند شد و در [7] تاثیرتت اقتصادی برای کاربردهای الکتریکی ارائه شده است. در [8] چالشهای ظهور اولیه ev ها توصیف شده است شامل هزینه و تکنولوژی باتری ,تامین مالی زیرساختارها , پیش نیازهای آئین نامه ای , واسط بخش تغذیه الکتریکی و موضوعات پذیرش مشتری. سرانجام در [9] در کنار تغییرات الگوری تقاضا , تاثیرات فنی شبکه نیز شناسایی شده است یعنی بار ترانسفورمرهای ایستگاه های فرعی و تاثیر دما در عمر مورد انتظار آنها.

در زمان پارک و اتصال به شبکه تغذیه , ev انرژی را جذب و ذخیره می کند و همچنین قادر به برگشت الکتریسیته به شبکه نیز می باشد. عمل دوم , ویژگی متمایز مفهوم v2g می باشد که اجازه نظارت چندین سرویس فرعی مانند توان پیک و سرویسهای چرخشی را ممکن می سازد [1] . بمنظور ارائه این سرویسها , باید هر ev دارای تجهیزاتی اضافی مانند واسط الکترونیکی برای اتصال به شبکه باشد تا بتوان انرژی الکتریکی قابل کنترلی را تبادل نمود ,ابزار اندازه گیری و واسط ارتباطی دوطرفه برای ارتباط با واحد جمع کننده که وظیفه مدیریت تعداد زیادی از ev ها را بعهده دارد که در [10] توصیف شده است.

گسترش وسیع ev ها شامل موارد زیر می باشد :

* ارزیابی تاثیراتی که ممکن است شارژ باتری بر عملیات سیستم داشته باشد.
* شناسایی مدیریت عملیاتی موثر و استراتژی های کنترلی با در نظر داشتن دوره های شارژ باتری.
* شناسایی بهترین استراتژی های قابل پذیرش برای کاربرد ترجیحی res برای شارژ ev ها.
* ارزیابی پتانسیل ev برای مشارکت در تدارک خدمات تغذیه شامل تهیه معکوس و توزیع تغذیه در مفهوم v2g .

در موضوعات مربوط به تدارک خدمات فرعی , ev ها می توانند قادر به تامین تغذیه اضافی برای تقاضای بار پیک , اجرای تغییر بار در سطح توزیع یا ارائه ذخایر معکوس یا تنظیم سیستم یعنی اگر در برخی از نقاط شبکه توزیع با عملیات قطع مواجه شویم .

برای ارزیابی دقیق تاثیر این ابزار ذخیره سازی /بار جدید , چندین سناریوی گسترش باید مطالعه شده تا متغیرهای چندگانه مانند نوع وسیله (ناوگان یا شخصی ), تکنولوژی بکار رفته (الکتریکی , هیبریدی یا سلول سوخت ) , رفتار مالک , الگوی ترافیک , مکان پارک ئ اتصال وسایل نقلیه به شبکه , نوع اتصال بین ev و شبکه و نیز معماری کنترل شبکه در نظر گرفته شوند.

جایگزینی وسایل نقلیه موجود با ev ها نیز به زیرساختارهای شارژ محلی خاصی مورد نیاز است . چندین راه حل برای تناسب نیازهای مالک ev بنظر می رسد :

* ایستگاه های شارژ اختصاصی ev های ناوگان
* ایستگاه های شارژ سریع
* ایستگاه های جایگزینی باتری
* نقاط شارژ شخصی عمومی و محلی برای شارژ کندتر.

همه موارد باید در شناسایی مسایل ناشی از تغییرات آینده در برنامه حمل و نقل مورد بررسی قرار گیرند. با اینحال , در مقاله جاری فقط شارژ کند در خانه و نقاط شارژ عمومی مناطق مسکونی مورد بررسی قرار گرفته شده است.

انتظار می رود نفوذ با مقیاس بالای ev ها منجر به افزایش مصرف الکتریسیته در زمان شارژ شود.در نتیجه , جریانهای تغذیه , افت شبکه و الگوهای مشخصه ولتاز در شبکه بمیزان قابل توجهی دچار تغییر می شود. همچنین قابلیت EV برای فراهم کردن انرژی سیستم نیز بر جریان های شبکه تاثیر می گذارد. ترکیب همه این اثرات ممکن است در جاهایی منجر به تقویت شبکه شود. با اینحال , بسته به استراتژی پذیرفته شده برای شارژ شبکه , امکان به تغویق انداختن تقویت نیز ممکن است حاصل شود.

همچنین انتظار می رود میزانی از RES متناوب که بطور امن با سیستم تغذیه الکتریسیته یکپارچه می شود , ناشی از ظرفیت ذخیره سازی افزایش یابد [11]. با توجه به غیر قابل کنترل بودن این منابع انرژی , از آنجایی که فقط در زمان مهیا بودن منابع اولیه قابل تجدید , انرژی تولید می شود , قابلیت ev در ذخیره سازی انرژی و تزریق بعدی آن به سیستم از اتلاف آن جلوگیری می کند و منجر به کاهش استفاده از واحدهای سوخت فسیلی مرسوم و زنراتورهای گران در ساعات اوج می شود [12]. این امر امکان کاهش انتشار آلاینده ها [12] و هزینه های تولید انرژی می شود و تاثیراتی قوی در رفتار بازار الکتریسیته ایجاد خواهد کرد [13].

تحقیقات اخیر [11] , [14-16] بمنظور ارائه مکانیزم های جدیدی که یکپارچه سازی ev را ساده تر و آنرا برای مالکان , کاربردها و بطور کلی برای محیط سودمند تر می نماید , انجام شده اند.

مقاله جاری به توصیف چارچوبی مفهومی برای کنار آمدن با مدیریت فنی شبکه و عملیات بازار در آینده بمنظور کنترل شارژ ev بروشی موثر می پردازد. برای اثبات کارایی پیشنهادی معماری کنترل شبکه و چالرچوب بازار , دو تحقیق موردی ارائه شده است که مقایسه کارایی عملیاتی شبکه در آن با استراتژی های کنترل پیشرفته شارژ Ev و روشهای شارژ کنترل نشده روبرو می باشد. مطالعه موردی اول به شناسایی تاثیرات ev ها در شبکه mv و نیز مزایای DSO های ناشی از پذیرش روش شارژ هوشمند می پردازد. تحقیق مورد دوم به شناسایی Ev ها در رفتار پویای شبکه lv کوچک و شبکه mv بزرگ می پردازد که هر دو بصورت جدا (جزیره ای oslanded) عمل می کنند.

ii. معماری کنترل شبکه و چارچوب بازار

مدیریت فنی سیستم تغذیه الکتریکی با گسترش مقیاس بالای ev ها , نیازمند شارژ باتری و ترکیب آیتمهای زیر می باشد :

* مدیریت متمرکز سلسه مراتبی و ساختار کنترل
* کنترل محلی واقع در واسط شبکه ev

در حقیقت , کاربرد ساده ابزار واسط شبکه ev هوشمند , همه مسایل ناشی از یکپارچه سازی ev در شبکه توزیع را حل نمی کند. این واسط می تواند زمانی موثر باشد که با افت ولتاژ ناشی از شارژ Ev بوسیله کاهش شارژ نرخ محلی با روشهای کنترل افت ولتاژ کنار بیاید ولی در شناسایی موضوعات نیازمند سطح کنترل بالاتر شکست می خورد مانند مدیریت سطح تراکم شاخه ها یا تواناسازی ev ها برای شرکت در بازار الکتریسیته . بهمین دلیل , کنترل هماهنگ و مدیریت سلسله مراتبی و ساختار کنترل مسئول عملیات کل شبکه مورد نیاز می باشد که باید حاوی مدیریت ev نیز باشد. در نتیجه عملیات موثر چنین سیستم هایی به ترکیب حالات کنترل متمرکز و محلی بستگی دارد. روش کنترل دوم به ایجاد زیرساختار ارتباطی کافی که قادر به اداره همه اطللاعات مورد نیاز تبادل بین موجودیت های کنترل ساختار سلسله مراتب و Ev باشد نیاز دارد.

در عملیات معمولی شبکه , ev ها توسط واحدهای جدیدی – جمع کننده ها—کنترل می شوند که کارکرد اصلی آنها توسط ev ها بر اساس خواست مالک برای فرصتهای تجاری در بازار الکتریسیته گروه بندی می شود .

با اینحال , بخاطر نامعلومی های مرتبط با زمان و مکان , شارژ وسایل نقلیه توسط مالکان ev , به ساختارهای ارزیابی شبکه که توسط dso ها با قابلیت عملیات در زمان شارژ در شرایط غیر طبیعی مانند عملیات در شرایط نزدیک به محدوده های فتی یا حالات اضطراری مثل عملیات جدا نیاز می باشد. در این موقعیتها , ev ممکن است بطور همزمان دو نقطه تنظیم متفاوت را دریافت کند : یکی از جمع کننده و دیگری از ساختارهای مدیریت و ارزیابی تحت نظارت DSO . برای جلوگیری از سرپیچی های شبکه عملیاتی , سیگنالهای DSO سیگنالهای جمع کننده را لغو می کنند.

ساختار پیشنهادی مدیریت بازار و فنی در شکل1 توصیف شده است. ستونهای سمت راست توصیفگر عملیات بازار و ستونهای سمت چپ , چارچوب عملیاتی فنی می باشند. این ساختار کنترل و مدیریت قادر به اداره شرایط عملیاتی بیان شده قبلی می باشد.

1. عملیات طبیعی سیستم

همانطور که در بالا ذکر شد , بمنظور مدیریتتعداد زیادی از ev های پارک شده در نواحی جغرافیایی بزرگ که شبکه های mv و lv در آن قرار دارد , وجود جمع کننده لازم بوده که بعنوان واسط بین ev ها و بازار الکتریسیته خدمت می کنند. این جمع کننده ها قادر به گروه بندی ev ها می باشند طوریکه نشان دهنده یک وسیله بار/ذخیره سازی با اندازه کافی برای شرکت در بازار الکتریسیته بروشی مشابه با [10] باشند.

با توجه به پیچیدگی اطلاعاتی که جمع کننده برای جمع آوری و پردازش بدان نیاز مند است , ساختار مدیریت سلسله مراتبی مستقل از DSO در مقاله جاری پیشنهاد شده است (شکل 1) . از آنجایی که هر جمع کننده مسئول ناحیه جغرافیایی بزرگی می باشد , دو نوع موجودیت مختلف ترکیب شده اند : cau و mgau . cau موجودیتی است که مراقب ماکزیمم 20000 مشتری بوده و توسط هر یک از ایستگاه های فرعی hv/mv تغذیه می شود, با چندین جریان رو به پائین mgau در ارتباط است که آنها نیز به نوبه خود در ایستگاه های فرعی mv/lv با ماکزیمم 400 مشتری در هر کدام , قرار دارند . mgau بمنظور کاهش ارتباط و بار محاسباتی مورد نیاز پیاده سازی واقعی مفهوم ایجاد شده و برای واحد مرکزی جمع کننده یعنی cau اطلاعات پردازش شده قبلی بر اساس گروه های ev موجود در شبکه های lv را فراهم کند. می بایستی هر EV دارای یک واحد واسط خاص باشد—VC – تا ارتباط طرفه بین vc و سیستم مدیریت شارژ رو به بالا برقرار شود. علاوه بر VC , عنصر جدیدی با نام CVC وجود دارد که برای کنترل شارژ تعداد زیاد اتصالات طاحی شده است (مانند مراکز فروش) و مستقیما از شبکه mv تغذیه می شود. کنترلرهای مجزای EV تحت مدیریت یک cvc دارای ارتباط vc فعال با کنترلرهای سلسله مراتب بالاتر نیستند. برای عملیات طبیعی , vc مستقیما با mgau و cvc نیز مستقیما با cau تعامل دارد.

بر اساس داده های پیشین , جمع کننده , رفتار بازار را برای روز بعد پیش بینی کرده و پیشنهادات خرید و فروش را آماده می سازد. با این تعریف , برای جلوگیری از وقوع مشکلات تراکم و ولتاژ , بایستی مذاکره قبلی با dso در شبکه توزیع انجام شود. جمع کننده ها پیشنهاد های روز بعد خود را به dso د اده تا از نظر عملی بودن فنی مورد تحلیل قرار گیرد. در صورت معتبر بودن , جمع کننده می تواند مذاکره بازار را انجام دهد. در غیر اینصورت , dso از جمع کننده خواسته تا تغییرات مورد نیاز برای تضمین عملیات امن شبکه توزیع را در روز بعد انجام دهد. قابل پیش بینی است که در این مورد , dso باید خسارت این سرویس جمع کننده رابدهد. Dso حتی ممکن است از جمع کننده تغییرات بیشتری بخواهد تا افت انرژی در شبکه توزیع کاهش یابد.

اگر قیمت بازار الکتریسیته مقرون بصرفه باشد (یعنی شامل هزینه تولید الکتریسیته , انتقال و توزیع ) نتیجه مستقیم تغییرات قیمت ساعتی انرژیباعث هموار (صاف) شدن نمودار بار روزانه می شود. در پاسخ به قیمتهای انرژی , جمع کننده ها باید بطور طبیعی تغییر بار را بمنظور ارائه انرژی به مشتری با هزینه کمتر انجام دهند. آنها انرژی را از بازار و اصولا در طول شب با قیمتهای پائینتر می خرند تا ev های مشتریان خود را شارژ نمایند و در طول روز در ساعات اوج آنرا می فروشند و از قابلیت ذخیره سازی ev مشتری سود می برند. جمع کننده ها برای بدست آوردن انرژی مستقیما با خرده فروشان و برای فروش با genco رقابت می کنند.

برای سود برد ن از قابلیت ev بمنظور فراهم ساخت ذخایر , ev نیز باید در بازار الکتریسیته این سرویس سیستم را به tso پیشنهاد کرده و با genco رقابت کند.

پس از مذاکرات بازار , TSO شروع به ارزیابی زمانبندی /بار نموده و اگر مشکلی در زمینه سیستم انتقال پیش بینی شود , اصلاحاتی برای زمانبندی ها در نظر گرفته شده تا شرایط عملیاتی قابل اجرا بدست آید.

جمع کننده , هر روزه , ev های تحت حوزه خود را بر اساس چیزی که قبلا در مذاکرات بازار تعریف شده و توسط tso اعتبار سنجی شده با ارسال نقاط تنظیم به vc یا cvc مربوطه با نرخ شارژ یا درخواست تهیه سرویسهای فرعی مدیریت می کند. برای اجرای موفقیت آمیزی چنین کار پیچیده ای لازم است تا دوره های ثابت (که ممکن است 15 دقیقه ای باشند ) , مشخص شده , وضعیت شارژ هر باتری Ev به جمع کننده منتقل شود تا اطمینان حاصل شود که در پایان دوره شارژ باتریها بر اساس درخواست مالک ev شارژ شوند.

باتریها و پارکینگ های جدید نیز خدماتی هستند که جمع کننده ها می توانند در بازاراهای دیگر مورد مذاکره قرار دهند که د ر[10] ذکر شده و در شکل 1 لحاظ شده اند. با اینحال , این مذاکرات موازی بازار مقاله جاری شناسایی نمی شوند.

مسیرهای تحقیقی دیگر روشهایی با کمی تفاوت برای بررسی یکپارچی سازی ev توسعه داده اند مثلا در یک نمونه مسئولیتهای فنی و تجاری بروشی یکپارچه مدیریت می شود [16] . این امر نیازمند دانش متمرکز در زمینه وضعیت شارژ در لحظه اتصال و زمان اتمام برای هر ev و داده های فنی و مشخصه بار شبکه می باشد.

1. عملیات غیر طبیعی سیستم یا حالت اضطراری

وقتی عملیات طبیعی فنی شبکه به خطر بیفتد , می توان مدیریت بازار را بوسیله dso از طریق سلسله مراتب کنترل عملیات فنی شکل 1 ابطال نمود. برای این شرایط اضطراری یا غیر طبیعی باید با مفهوم سازگاری mg[17] و mmg[18] مشخص شود. در حقیقت mg و mmg هر دو وجود مانیتورینگ و مدریت سلسله مراتبی را در نظر دارند که شامل زیرساختاری ارتباطی مناسب , مدیریت وجود ev ها چه بصورت تکی متصل شده به lv یا گروهی از ev ها (ایستگاه شارژ یا شارژ سریع ) متصل به mv می باشند. در lv mg , یک mgcc می تواند باتریهای ev را بوسیله vc کنترل کند.

همانطور که در ستون عملیات فنی شکل 1 مشخص شده , در محیط mmg , عناصر شبکه mv شامل mg و cvc را می توان از نظر فنی بوسیله یک واحد کنترل مدیریت نمود که camc نام دارد و باید در ایستگاه های فرعی hv/mv نصب شود. همه camc ها تحت نظارت یک dms می باشند که مستقیما توسط dso کنترل می شود. حائز اهمیت است که در شرایط غیر طبیعی یا حالات اضطراری , همه وظایف مدیریتی و کنترلی بر عهده dso بوده و بوسیله واحد کنترل اصلی اجرا , dms و دیگر واحدهای توزیع شده اجرا می شود : camc و mgcc [18] .

Iii. تاثیرات فنی یکپارچه سازی وسایل نفلیه الکتریکی در شبکه ولتاژ متوسط

همانطور که قبلا ذکر شد , گسترش وسیع اتصال ev به شبکه توزیع برق می تواند برخی مسایل عملیاتی را ایجاد نماید مانند تراکم شاخه یا افت بالای ولتاژ .

شبکه های توزیع طوری طراحی شده اند که قادر به آماده سازی همه بارهای سیستم تحت یک فاکتور همزمانی خاص برای ساعت اوج باشند . با یکپارچه سازی ev ها و شبکه , ممکن است مسایل تراکم رخ دهد اگر ev ها بجای پیروی از روشهای کنترل شده مانند کار جاری , از سیاست شارژ آزاد پیروی کنند. اگر چنین روشهایی پذیرفته نشوند , ممکن است به سرمایه گذاری های وسیع تقویت شبکه نیاز باشد.

مطالعات اولیه بر اساس این موضوع در برخی شبکه های توزیع انجام شده است. در این بخش نتایج تاثیر ev بر یک شبکه توزیع mv نمونه و استراتژی شارژ پیشرفته برای یکپارچه سازی تعداد بیشتری ev در یک شبکه بدون توجه به تقویت زیرساختارها ارائه شده است .

1. معماری شبکه ولتاژ متوسط

شکل 2 توصیف گر شبکه mv بکار رفته در این تحقیق می باشد. و متناظر با یک شبکه 15kv نیمه شهری معمولی می باشد که با وجود حلقه ای بودن , با استفاده از پیکربندی محوری مشخص شده است (شاخه های نقطه چین باز می باشند ) . این شبکه دارای دو نقطه تغذیه می باشد که بوسیله اشکال دایره ای مشخص شده اند و به دو ناحیه انرژی می رسانند. ناحیه جدا شده با شاخه های باز در شکل علامت گذاری شده اند. ولتاژ خاص در نقاط تغذیه 1.05 p.u. می باشد.

بمنظور شبیه سازی 24h , یک نمودار روزانه نمونه برای شبکه نیمه شهری mv استفاده شده است. این نمودار که در شکل 3 نمایش داده شده است توسط نمودار بار جمع کننده نمونه های مختلفی از مصرف کنندگان پرتقالی بدست آمده است.

1. مشخصات و مدلسازی وسایل الکتریکی

تعداد کل وسایل بررسی شده مرتبط با ناحیه نموداری این شبکه تقریبا 12700 می باشد که با فرض مقدار میانگین 1.5 وسیله در هر خانه تعیین شده است.

ناوگان ev بررسی شده شامل وسایل متصل شده هیبرید و دو نوع وسیله تمام الکتریکی می باشد که هر یک دارای توان متفاوتی می باشند : 1.5kw برای هیبرید (با ظرفیت باتری 6kwh) [19] , 3kw برای ev متوسط (12kwh) و 6kw برای ev بزرگ (24kwh) [21] . سه نوع وسیله بررسی شده نمایانگر اتومبیلهایی با محدوده رانندگی متفاوت ساخته شده توسط سازندگان می باشند که مطابق با نیازهای خاص مشتریان می باشند. فرض شده که سهم هیبریدها بر اساس تعداد کل ev ها , 20% باشد. 80% باقیمانده بطور برابر ev های بزرگ و متوسط در نظر گرفته شده اند.

متوسط زمان شارژ هر ev4 ساعت در توان اسمی آنها فرض شده است و autonomy (خودگردانی ) آنها بر اساس مصرف انرژی از باتری 30km برای هیبرید , 75km برای ev متوسط و 150km برای ev بزرگ در نظر گرفته شده است(با فرض مصرف .20kwh/km برای هیبرید و .16kwh.km برای ev های متوسط و بزرگ). با این فرض که فاصله متوسط سفر برای هر وسیله 35km باشد و اینکه هیبرید ها نیمی از مسافت خود را در حالت الکریسیته طی می کنند , تناوب شارژ میانگین و انرژی شارژ باید 3.3kwh در روز برای هیبرید و 10.9kwh در هر دو رورز برای evمتوسط و 22.4kwh در هر 4 روز برای ev بزرگ باشد. با اینحال , بخاطر بالابودن میزان عدم قطعیت برای رفتار رانندگان و تناوب شارژ ,بدترین حالت ممکن فرض شده یعنی زمانی که همه evها باتریهای خود را در یک روز شارژ کنند.

1. نتایج شارژ خاموش (dumb)

ماکزیمم تعداد ev هایی که می توانند بطور امن در شبکه وارد شوند با استفاده از روش شارژ خاموش تعیین شده است یعنی مالکان ev بطور کامل آزادند تا وسایل خود را پس از پارک کردن متصل و شارژ کنند بدون هیچ گونه کنترل شارژ توسط جمع کننده . شارژ بطور خودکار زمانی شروع می شود که ev متصل شده و چهار ساعت بعد خاتمه می یابد. Evb ها بطور متناسب با توان مسکونی نصب شده در هر گره در شبکه توزیع می شوند.

استدلال تعیین ماکزیمم ev ها در شارژ خاموش شامل افزایش سهم آن در گامهای کوچک می باشد تا زمانی که از مقادیر ولتاژ یا حدود تراکم شاخه های جریان توان سرپیچی رخ دهد. الگوریتم بکار رفته برای این پروسه در شکل 4 توصیف شده است.

شکل 5 توزیع بار Ev را نشان داده که بوسیله الگوریتم شکل 4 بدست آمده است با فرض الگوی ترافیک معمول پرتقالی ها در مناطق مسکونی [22] و فرض اینکه مالکان ev وسایل خود را زمانی شارژ می کنند که از سفر روزانه خود به خانه رسیده اند که منجر به تحمیل افزایش بار مصرف شده و بمدت 4 ساعت طول می کشد. در این حالت , سهم مجاز وسایل معمولی که باید با ev ها جایگزین شوند 10% بوده زیرا محدودیت شبکه برای این سطح از نفوذ ev بدست آمده است.

ارزیابی تاثیر یکپارچه سازی ev در مشخصه ولتاژ و سطوح تراکم خطوط توان شبکه توزیع mv انتخاب شده با استفاده از نرم افزار psse برای اجرای شبیه سازی حالت پایدار انجام شده است. تحقیقات جریان توان برای ساعت اوج بار برای سناریوی اصلی ( با فرض عدم اتصال Ev به شبکه mv ) و سناریوی با 10% اتصال ev اجرا شده است (با فرض روش شارژ خاموش) تا شارژ ولتاژ در سطح تراکم شاخه ها ارزیابی شود. برای ارزیابی افت روزانه 24 جریان توان در هر سناریو اجرا شد. برای مقایسه مناسب بین دو سناریو , نتایج بر اساس ارزیابی تاثیر شبکه در جدول 1 و 2 و شکل 5و 6 تفسیر شده اند.

با نگاه به جدول 1 می توان تاثیر نفوذ Ev در مشخصه ولتاژ برخی باسهای دور از نقاط تغذیه (از نظر الکتریکی ) را برای ساعات اوج ارزیابی نمود. باسهای باقیمانده که در جدول 1 نیستند از تغییرات ولتاژ مشابهی رنج می برند ولی 5 مورد نشان داده شده آنهایی هستند که دارای بیشترین افت ولتاژ می باشند.

همانطور که می توان دید حد پائینتر ولتاژ (.95p.u.) تقریبا در سناریوی با 10% ev بدست آمده است . پس این درصد نشان دهنده حد عملی یکپارچه سازی ev با روش شارژ خاموش می باشد.

جدول 2 نشان دهنده ارزیابی سطح تراکم 6 خط با بیشترین بار در شبکه می باشد برای پرتراکم ترین ساعات.

مقدار افت روزانه 10.21 mwh برای سناریوی بدون Ev و 11.78 mwh با 10% ev می باشد.

شکل 6 تاثیر 10% ev را در نمودار بار شبکه نشان می دهد.

1. پیاده سازی استراتژی های شارژ پیشرفته برای یکپارچه سازی تعداد زیاد وسایل الکتریکی

همانطور که در شکل 3 و 5 می بینیم , ساعات اوج بار در نواحی مسکونی همزمان با شروع شارژ تعداد زیادی از وسایل نقلیه می باشد که پس از الگوهای ترافیک معمول رخ می دهد. در نتیجه ev های موجود در این زمان متصل می شوند. بدون وجود اقدامات کنترلی , شروع شارژ سریعا منجر به وخیم تر شدن شرایط عملیات قبلی می شود که نتایج آن در بخش قبلی نشان داده شده است. ممکن است الگوهای جریان روی شاخه ها درنزدیکی نقاط تغذیه افزایش شاخصی پیدا کنند. ولتاژ نیز شاهد افت شاخصی خواهد شد.

با تحلیل این نتایج , براحتی می توان فهمید که شبکه توزیع بدون تغییر عملیات معمول شبکه و پروسه های برنامه ریزی قادر به اداره 10% ev می باشد یا نه.همچنین افزایش مصرف بار در ساعات اوج ناشی از اتصال ev ها , به سطوح تولید بیشتری نیازمند می باشد [12] , که منجر به افزایش قیمت الکتریسیته می شود [8] .

با اینحال , روشهای مختلف می توانند با این مسئله کنار بیایند و یکپارچه سازی میزان بیشتری از Ev ها را ممکن سازند و از صرف هزینه های اضافی برای تقویت شبکه جلوگیری کنند.

دو راه حل بدین هدف تست شده است: سیستم سیاست تعرفه ای دوگانه ساده و روش پیچیده تری بر مبنی مکانیزم شارژ هوشمند که باید توسط dso اجرا شود تا مسایل شبکه مانند تراکم بالا یا افت بالای ولتاژ مدیریت شوند.

سیاست تعرفه دوگانه , موقعیتی را شبیه سازی می کند که الکتریسیته در برخی ساعات خاص ارزانتر باشد. جمع کننده ممکن است این روش را بوسیله ایجاد قرارداده های تعرفه دوگانه ساده با مالکین ev پیاده سازی کند تا این مالکین از قیمت ارزانتری سود ببرند. برای تحقیق جاری , فرض شده که دوره های ارزانتر الکتریسیته بین ساعات 24 و 8 و 23 و 24 می باشند. همچنین فرض شده که مشوقهای اقتصادی این سیاست کافیست تا 25% از مالکین ev به آن بپیوندند. پس 75% مالکین ev وسایل خود را بر اساس مشخصه بار شارژ خاموش و 25% تصادفی آنها در دوره های ارزان وسایل خود را شارژ می کنند یعنی 25% ev ها در ساعت 23 شروع به شارژ می کنند.

الگوریتم شارژ هوشمند در ناحیه سایه دار شکل 7 مشخص شده است . dso می تواند قبل از مذاکرات بازار از آن بعنوان ابزار عملیاتی برای تنظیم جمع کننده استفاده کند تا مقدار بار Ev مورد نیاز انتقال یافته و عملیات ایمن شبکه توزیع در روز بعد تضمین شود مخصوصا طی ساعات اوج.

شکل 7: الگوریتم توسعه داده شده برای به حداکثر رسانی تعداد ev هایی که بطور ایمن به شبکه وصل می شوند با استفاده از شارژ هوشمند (بدون تقویت شبکه )

الگوریتم کامل در شکل 8 نشان داده شده است که شامل شارژ هوشمند (بخش سایه دار) برای ارزیابی ماکزیمم ظرفیت یکپارچه سازی ev شبکه می باشد. حلقه خارجی اضافه شده به الگوریتم شبکه هوشمند می تواند به ابزار برنامه ریزی شبکه تبدیل شود.

همانطور که می بینیم روش شارژ هوشمند فقط زمانی موثر است که شبکه دارای ظرفیت کافی برای ارائه همه توان مورد نیاز ev ها باشد. اگر تعداد ev ها در حال رشد باشد , به زمانی خواهیم رسید که تقویت زیرساختارهای شبکه اجتناب ناپذیر خواهد بود حتی با استفاده از شارژ هوشمند.

1. نتایج سیاست تعرفه دوگانه و شارژ دوگانه

مشخصه بار ev بدست آمده با سیاست تعرفه دوگانه و الگوریتم شارژ هوشمند طی یک روز کامل در شکل 8 ارائه شده است.

سهم مجاز ev هایی که قادر به اتصال به شبکه mv می باشند در تعرفه دوگانه 14% و در شارژ هوشمند 52% می باشد. نتایج شارژ هوشمند با شیفت دادن بدست آمده است , تقریبا با دوره شارژ 50% ev . این بدان معناست که اتصال 52% از ev ها نیازمند آنست که جمع کننده بر 50% ev ها عمل کند , شارژ آنها را از ساعات اوج به ساعات میانی شیفت دهد تا عملیات شبکه در محدوده فنی قرار گیرد.

جدول 3 , اثرات نفوذ ev در مشخصه ولتاژ باسهای مشابه را نشان می دهد که در سناریوی شارژ خاموش تحلیل شده اند.

نتایج سناریو با 10% ev ها , با شارژ خاموش مجددا به هدف مقایسه در جداول 3 و4 ارائه شده اند.

افت ولتاژ میانگین در 5 باس , 1.1% برای سناریوی تعرفه دوگانه و 1.2% برای شارژ هوشمند می باشد. این نتیجه قابل توجه بوده , با توجه به اینکه در سناریوی شارژ هوشمند , سطح اتصال ev ها بیش از سه برابر تعرفه دوگانه بوده است.

ولتاژ باس 1 برای تعرفه دوگانه با 14% ev ها , تقریبا به حد پائین می رسد که .95p.u. می باشد. در نتیجه 14% یکپارچه سازی ev حد تعرفه دوگانه را نشان می دهد. حد پائین ولتاژ نیز برای سناریوی شارژ هوشمند بدست می آید که نشان می دهد 52% اتصال Ev را در روش هوشمند داریم. این امر نشان می دهد که ولتاژ در این مورد خاص , فاکتوری محدود کننده برای تعداد بالاتر اتصالات می باشد. برای همین سطح اتصال حد پائین ولتاژ به مقدار ماکزیمم شاخه ها می رسد.

همانطور که می توان دید , شارژ هوشمند اجازه شارژ بیشترین تعداد ev را بدون سرپیچی از محدوده های ولتاژ ممکن می سازد. برای سطوح اتصال پائینتر سیاست تعرفه دوگانه دارای تاثیر مثبتی بر کارایی شبکه می باشد ولی در سطوح بالاتر استراتژی خوبی نیست زیرا تعداد زیادی از ev ها را بطور همزمان در حدود ساعت 23 شارژ کرده که منجر به کاهش مقدار ولتاژ می شود.

جدول 4 نشان دهنده سطوح تراکم در 6 خط جدول 2 می باشد.

افزایش میانگین سطح تراکم 6 خط , 13% برای تعرفه دوگانه و 20.8% برای شارژ هوشمند می باشد.

با اینکه این مهمترین جنبه شبکه نیست , تراکم شاخه ها نیز یکی از موضوعاتیست که توجه خاصی را می طلبد زیرا می تواند به یکی از عوامل محدود کننده سطوح بالاتر اتصال ev در شبکه های با مشخصه های متفاوت تبدیل شود.

شکل 9 نشان دهندده مقایسه کامل بار شاخه در ساعات اوج سناریو بدون ev (تصویر بالای سمت چپ) و با 52% ev (سه تای باقیمانده) بمنظور ارائه مروری کلی و کیفی بر سه تاثیر روشهای شارژ در این موضوع می باشد.

شکل 10 نشان دهنده مقادیر مطلق افت برای روزهای انتخاب شده می باشد که به محور عمودی سمت چپ اشاره دارد و مقدار آن نسبت به مصرف انرژی کل (علامتهای صلیب) به محور عمودی سمت راست اشاره دارد.

همانطور که انتظار می رود , روش شارژ هوشمند دارای نتایج بهتری بوده و توزیع بار را در طول روز متحد الشکل تر می کند و در نتیجه منجر به کاهش تقاضای پیک شبکه می شود.از نظر افت , دوره های پیک مهمتر می باشند زیرا متناسب با مربع جریان می باشند که در چنین شرایطی خیلی بالا می باشد.

بمنظور تضمین سطوح قدرتمندی قابل قبول و بعدبندی مناسب ایستگاه های فرعی توزیع hv/mv , برنامه ریزی شبکه باید بار اوج را در نظر داشته باشد , یعنی لحظه ای که سیستم شرایط عملیاتی بیشتری را تقاضا می کند. پس تحلیل تاثیر شارژ ev در شبکه در ساعات اوج دارای اهمیت خاصی می باشد .

جدول 5 نشان دهنده بار اوج در mv برای همه سناریوهای بررسی شده و همه روشهای شارژ پیاده سازی شده می باشد.

با روش شارژ خاموش , بار ساعات اوج از سناریوی بدون evتا سناریوی دارای 52% ev شاهد 85% افزایش می باشد که با تعریفه دوگانه این مقدار 96% می رسد. وقتی شارژ هوشمند بکار گرفته شود , بار اوج فقط 11% افزایش داشته که موفقیت بزرگی می باشد زیرا 52% ev ها که در حدود 6500 وسیله می باشند متصل شده و تقاضای 111mwh (40% مصرف انرژی روزانه شبکه) در روز را دارند. مقادیر پررنگ جدول مقادیر بارپیک بدست آمده برای هر روش شارژ می باشند وقتی ماکزیمم درصد مجاز ev ها بدست آمده باشد.

نمودار بار شبکه برای این سناریو با 52% ev در شکل 11 نشان داده شده است.

شایان ذکر است که ساعات اوج روش شارژ خاموش از 21 به 24 تغییر کرده و در تعرفه دوگانه و هوشمندد از 21 به 23.

iv. بهبود عملیات پویای سیستم

چندین مزیت باالقوه نیز از یکپارچه سازی Ev در رفتار پویای سیستم تغذیه الکتریکی بدست می آید. از دیدگاه شبکه , یک باتری ev را می توان به عنوان ابزار ذخیره سازی اضافی در زمان اتصال در نظر گرفت و از آن مهمتر بعنوان بار با قابلیت کنترل بالا و انعطاف پذیر. در مدیریت شبکه و چارچوب عملیات بازار طراحی شده , ذخایر نیز توسط ev ها قابل توزیع می باشند.

با اینحال بسته به نوع ذخیره تهیه شده ev بمیزان متفاوتی به زیرساختارهای کنترلی و بازیکنان مختلف بازار تکیه دارد. در این مقاله تعاریف ذخائر اولیه , ثانویه و سوم بر اساس کتاب راهنمای هملیات ucte ارائه شده اند [23].

برای کنترل فرکانس اولیه , مالکین ev درخواست خود را به طرف توزیع اولیه و بوسیله mgau به جمع کننده منتقل می کنند. وقتی این تبادل انجام شد , Ev بعنوان ذخیره اولیه برچسب خورده و کنترل بطور محلی فعال می شود. با صدور اجازه نظارت سرویس , دوباره ev سیگنالی به جمع کننده ارسال کرده و اگر سرویس در چارچوب آئین نامه ای جدیدی قابل پرداخت باشد , Ev بر اساس د.ره زمانی ارائه سرویس شامل پاداش می شود.

در کنترل ثانویه عملیات agc در مرکز سلسله مراتب کنترلی قرار می گیرد. Tso که مسئول agc می باشد , سرویسهای ثانویه ای را در بازار الکتریسیته بدست آورده که نیازمند genco و جمع کننده می باشد. سپس بر اساس سرویسهای ذخیره ثانویه مذاکره شده در بازار با tso , جمع کننده نقاط تنظیمی را به ev درخواست کننده ارسال می کند. نقاط تنظیمی که ev از جمع کننده دریافت می کند منجر به پذیرش شارژ بار برای دوره زمانی که agc نیازمند آن است می شود.

بر اساس عملیات پویای سیستم ایزوله شده , ناشی از کاهش قدرتمندی آن , انعطاف ev مورد نظر را می توان برای اجرای کنترل فرکانس اولیه بمنظور بهبود رفتار پویای سیستم سراسری بکار برد. این امر باعث گسترش بیشتر res متناوب در بخشهایی (جزیره هایی (island) ) شده که جهش سیستم عامل محدود کننده میزان یکپارچگی می باشد. برعکس , در سیستم همبندی شده (بهم پیوسته) قدرتمندی عملیات بالا بوده و انحراف فرکانس نیز خیلی کوچک بوده که بتوان آنرا در سطح ev شناسایی نمود. پس کنترل اصلی دارای مهمترین اهمیت نیست و تهیه ذخایر ثانویه و سوم , تمرکز اصلی می باشد. با ارائه ذخیره ثانویه , Ev ها از گروه های تولید آلاینده تر و گرانتر اجتناب کرده که ممکن است در پاسخ به کاربرد کامل ذخیره ثانویه سنتی , استفاده از منابع سوم را شروع کنند.

همچنین همانطور که قبلا ذکر شد , مفاهیم یکپارچه سازی ممکن است با دیگر مفاهیم مانند mg و mmg ترکیب شده تا اصل انرژی جدیدی را بسازند. در این بافت , ev ها باعث کاهش نیاز ذخیره اختصاصی می شود که توسعه مفهوم را با کاهش هزینه سرمایه گذاری و بهبود کارایی سیستم در حالات اضطراری تسهیل می کند.

در این بخش دو تحقیق مرتبط با کنترل فرکانس اولیه برای دو عملیات اضطراری mg و بخشهای فیزیکی ارائه شده که مقدمه ای بر مدلسازی واسط شبکه ev (vc) برای این موارد می باشد.

1. مدلسازی واسسط شبکه Ev

برای عملیاتی کردن تمام حالات طراحی شده , باید یک کنترل واسط الکترونیکی مناسب انتخاب شود متفاوت از پل دیود ساده که معمولا برای این اهداف استفاده می شود. این واسط باید قادر به دریافت نقاط تنظیم برای اجرای اقدامات کنترلی متمرکز مانند تهیه ذخیره ثانویه باشد و شرایط عملیاتی ev را بعنوان واکنشی به شاخصهای محلی بپذیرد مثلا برای تهیه ذخیره اولیه. مسلما , کاهش (استهلاک , تخفیف) ارائه شده توسط بار ev بمیزان زیادی به جمعیت وسایل پارک شده بستگی دارد که که در طول روز متفاوت می باشد و به تنظیم پارامتر هایی مثلا د رagc نیازمند است.

شکل 13: کنترل افت vc

شکل 14: نمودار خط مجزای mg بررسی شده

اگر فرکانس سیستم , علامتی لحظه ای از تعادل توان شبکه باشد , باید آنرا برای شارژ و دشارژ باتریهای ev توان فعال بکار ببریم. پیاده سازی این روش به حلقه فاز قفل نیاز دارد (یا روشی معادل) تا انحراف فرکانس در هر واسط شبکه ev اندازه گیری شود. با اینحال , تاخیرات ایجاد شده با چنین الگوریتمی کاملا کاهش داده شده و بر کارایی روش کنترل اثر نمی گذارند [24] . آنگاه حلقه افت کنترل فرکانس [25] را می توان برای تنظیم نقطه توان فعال واسط معکوس گر ev (شکل 12) بکار برد که بخشی از vc می باشد. در این روش , واسط شبکه هوشمند ev قادر به پاسخ گویی محلی به تغییرات فرکانس بوده و بجای راه حل شارژ خاموش باتری استفاده می شود.

در این روش کنترل , به یک نوار بی پتانسیل نیاز است که در آن ev ها به انحراف فرکانس پاسخ نمی دهند تا طول عمر باتری و در نتیجه همکاری سودمند دوطرف تضمین شود: اپراتور شبکه و مالک ev . این نوار بی پتانسیل و نیز شیبهای افت باید بر اساس ترکیب سیستم و خواست مالک تنظیم شده تا به تنظیم فرکانس سیستم کمک شود. پس از چندین تست در تحقیقات موردی جاری , یک منطقه بی پتانسیل (مرده) .1-hz بکار گرفته شده و افت mw/hz تعریف شد.

چون در مفهوم v2g باتریهای Ev , می توانند توان فعال را جذب یا تزریق کنند , یک بلوک اشباع با حد بالا و پائین نیز مورد نیاز می باشد. بلوکی که نقظه تنظیم حالت پایدار توان فعال را فراهم می کند نیز باید لحاظ شده و بعنوان افست افت کار کند. این بلوک نشان دهنده وضعیت مصرف معمولی evمی باشد.

شکل شماتیک پیکربندی افت را نشان داده که برای این استراتژی کنترل واسط شبکه ev پیاده سازی شده است. برای انحراف فرکانس بیشتر از نوار بی پتانسیل تعریف شده , باتری ev بر اساس یکی از شیبهای داده شده پاسخ می دهد. اگر فرکانس دارای انحراف منفی باشد , ابتدا مصرف توان باتری کم شده و اگر فرمانس دچار کاهش بیشتری شود توان به شبکه تزریق می شود. برعکس اگر انحراف مثبت باشد باتری مصرف توان را افزایش می دهد. فرکانس قطع صفر (zero- crossing) F0 و فرکانسی که در آن توان ماکزیمم به شبکه fneg تزریق می شود پارامترهای انتخاب آزادی بوده که بر اساس شیبهای مورد نیاز و حالات عملیاتی (بار قابل کنترل یا v2g ) تنظیم می شوند. Fneg فقط زمانی وجود دارد که ev ها در حالت عملیاتی v2g کار می کنند.

1. عملیات ریزشبکه

از آنجایی که ev ها قابلیت ذخیره سازی بیشتری فراهم کرده و درجه بالایی از قابلیت کنترل را در زمان شارژ دارند می توان فرض کرد که یک lv mg بتوان در حالت جزیره ای با کارایی بهبود یافته عمل کند.

در نتیجه استراتژی کنترل تعریف شده در بخش قبلی در mg تست شده و در شکل 14 ارائه شده است با استفاده از شبیه ساز matlab/simulink توصیف شده در [17] . این mg مرکب از یک ابزار ذخیره سازی مرکزی که واحد کنترل اصلی فرکانس برای عملیات جزیره ای می باشد , چندین ریزمنبع (ریزتوربین و پانل خورشیدی pv ) و نیز بارهای قابل کنترل می باشد. برای ارزیابی کارایی کنترل فرکانس اصلی mg با استفاده از این روش کنترلی , یک فاز سیگنال (l1) و یک بار سه فاز (l3) قطع شده اند (l1 در t=5s و l3 در t=2s ) و مجددا وصل شده اند(l1 در t=10s و l3 در t=8s ). تاثیر بر شبکه در شکل 15 نشان داده شده است. افت ولتاژ اولیه ناشی از جداسازی (بار محلی بزرگتر از تولید است ) می باشد : فرض شده برای t<=0s , mg در حالت متصل شده بوده و فرکانس 50h است.

در شکل 15a از آنجایی که فرکانسها غالب می باشند , می توان نتیجه گرفت که طی بخش زیادی از این بازه زمانی تولید از بار بیشتر می باشد. در نتیجه می توان وسیله ذخیره سازی را شارژ نمود مانند ev حداقل در بار کم. اگر ev ها با نرخ شارژ ثابت به شبکه متصل باشند تغییرات فرکانس به سمت پائین روی داده که در شکل 15b نشان داده شده اند. در شکل 15b , واحد ذحیره سازی اصلی mg باید انرژی را در بخش عمده ای از بازه زمانی به شبکه تزریق کند تا جبران عدم تطابق تولید/بار شود. پذیرش پویای بار باتری ev , در زمانی که فرکانس پائینتر از 50hz باشد , پروسه ای مناسب بوده که منجر به کاهش ظرفیت انرژی ذخیره سازی مرکزی مورد نیاز می باشد. در شکل 15c و d می توان دید که فرکانس سیستم تحت تاثیر انتخاب مقدار فرکانس zero-crossing f0 و رفتار پویای عالی بدست آمده در شکل 15d می باشد.

1. سیستم های ایزوله شده بزگتر

با در نظر داشتن سیستم ایزوله شده بزرگ , تحقیق توصیف شده در [11] مزایای استفاده از v2g را برای به حداکثر رسانی یکپارچه سازی res متناوب در جزیره ارزیابی می کند.

این جزیره با محدوده بار الکتریکی 1770kW در ساعات غیر اوج تا 4200kw در ساعات اوج مشخص می شود. سیستم تولید آن مرکب از 4 واحد دیزلی (دو 1500lw و دو 1800kw که تنظیم فرکانس ثانویه و اولیه را انجام می دهند و رفرنس ولتاژ را نیز بوجودمی آورند) ,دو توربین بادی (هر یک 660kw) و نفوذ pv متوسط می باشد.هدف این مطالعه ارزیابی امکان یکپارچه سازی یک توربین بادی دیگر بدون به خطر انداختن رفتار پویای سیستم می باشد. با در نظر داشتن میانگین یک وسیله در هر خانه , فرض شده است که ناوگان محلی وسایل نقلیه مرکب از 2150 وسیله با 15% سطح یکپارچه سازی ev می باشد.

برای ژنراتورهای دیزلی مرسوم , مدل درجه چهارم معمولی از نوشتجات [26] استفاده شده است. تنظیم فرمانس بوسیله حلقه های کنترل انتگرالی و تناسبی اجرا شده است. ژنراتورهای بادی بعنوان ژنراتورهای القایی ساده مانند [26] مدلسازی شده اند.

با استفاده matlab/simulink سیستم ر اساس اصول عمومی بکار رفته در تحقیقات پایداری رفتار پویا در سیستم های قدرت مرسوم ساخته شده است که شامل خفظ مدل منابع در حوزه زمان (راه حل مجموعه معادلات تفاضلی ) و استفاده از مدل حوزه فرکانس حالت پایدار برای نمایش عناصر الکتریکی و پیوندهای آنها می باشد. روش معمول استفاده شده در سیستم های توان مرسوم پذیرفته شده که در آن از گذار سریع چشم پوشی شده [27,28] و شبکه الکتریکی با ماتریسهای ادمیتانس آن در فریم مرجع d-q نشان داده شده اند.

روش شناسی توسعه داده شده برای ارزیابی این افزایش پتانسیل ژنراتور بادی با ev بصورت زیر است:

1. سیستم ایزوله بر اساس بار و میزان تولید موجود مشخص شده است. همه عناصر در یک سیستم تک باس مدلسازی و متصل شده اند.
2. سپس نفوذ ev مشخص شده و مدل اتصالات شبکه ev که در بخش iv-a تشریح شد مورد استفاده قرار گرفت (با مشخصه کنترل فرکانس اولیه)
3. کاهش ناگهانی تولید توربین بادی شبیه سازی شده و تاثیر آن بر فرکانس سیستم برای دو موقعیت مختلف ارزیابی شد: a) زمانی که ev ها فقط در حالت شارژ بوده و b) زمانی که در کنترل فرکانس اولیه نقش داشته اند . دوره انتخاب شده برای اجرای این تحقیق ساعات غیر اوج بوده است(5) که قدرت باد سهم قبال ملاحظه ای در تولید الکتریسیته داشته است. چنین دوره ای به این دلیل انتخاب شد که نشان دهنده بدترین حالت انحراف فرکانس می باشد. ناشی از وابستگی بالای سیستم به باد , اگر کاهش ناگهانی در سرعت باد رخ دهد , فرکانس سیستم تا سطوحی بحرانی شاهد افت می شود.
4. میزان تولید باد (با افزایش ظرفیت برق بادی ) افزایش یافته و با تکرار گام 3 عملی بودن این موقعیت جدید ارزیابی شده است.

شبیه سازی ها با استفاده از matlab/simulink انجام شده است. نتایج اصلی بدست آمده در زمینه انحراف فرکانس پس از افت ناگهانی سرعت باد از 9.5 به 6 m/s در شکل 16 نمایش داده شده است. در شرایط اصلی فرکانس تا 49.40hz افت داشته است. در این مورد فقط واحدا دیزلی مسئول کنترل فرکانس بوده است , افت فرکانس فقط تا 49.65hz بوده و تجاوز بیش از حد قبلی متوقف می شود.

وقتی ev ها در کنترل فرکانس نقش داشته اند , موقعیت میراشده کم که در حالت فقط شارژ تصحیح شده ناپدید شد , زیرا معکوسگر های ev دارای تاخیر پاسخ کوچکی بوده اند. پس ev ها بوسیله ایجاد پایداری بیشتر سیستم توسط vc واسط بندی شده اند فقط با کاهش سطح مصرف از 401 به 141kw در زمان افت فرمانس مانند شکل 17 . این امر باعث ایجاد واکنش کوچکتر اولیه واحدهای دیزلی شده که باعث افزایش خروجی آن در زمان بازگشت بار evبه حالت نرمال و جایگزینی سهم تدریجی ev شده است. پدیدیه قابل مشاهده دیگر آنست که وقتی افت فرکانس شروع می شود در هر دو حالت سیستم بطور برابری رشد می کند (evolve) . این امر ناشی از نوار بی پتانسیل در کنترل افت ev می باشد که از سایش زودرس باتریها جلوگیری کرده و از واکنش Evبه انحراف کوچک فرکانس نیز جلوگیری می کند.

از آنجایی که ممکن است با پذیرش این واسط شبکه evهوشمند , انحراف فرکانس بمیزان زیادی میرا شود می توان فرض کرد که تولید باد بدون بخطر انداختن کیفیت از بعد فرکانس قابل افزایش است. بمنظور ارزیابی عملی بودن این فرضیه , افزایش ظرفیت قدرت باد برای سناریوهای تحلیل شده بررسی شده است.

برای اجرای تصحیح امر , یک ژنراتور سوم مشابه با بقیه به عملیات سیستم افزوده شد. در این حالت فرکانس سیستم در زمان حالت فقط شارژ , تا 49.13hz افت داشته (در تصویر نشان داده نشده ) و با سهیم کردن ev ها در کنترل فرکانس به 49.47hz رسیده است. در مورد آخر ev ها برق را به شبکه تغذیه کرده اند (شکل 17) . با اینحال , تزریق سراسری برق به 6kw نیاز داشته که خیلی کم است.

پس می توان تصحیح کرد که این سیستم باعث بهبود شاخص کارایی در زمان استفاده از ev ها بوده تا به کنترل فرکانس کمک شود. حتی می توان یک ژنراتور دیگر را برای بهبود کارایی عملیات سیستم اضافه نمود.

v. نتیجه گیری

گسترش بزرگ ev چالشهای سنگینی را به عملیات و مدیریت سیستم های الکتریکی آینده تحمیل می نماید. چنین سناریوهایی به توسعه چارچوبهای کافی فنی و عملیاتی بازار نیاز دارند مانند نمونه ای که درکار جاری بمنظور کاهش تاثیرات منفی ممکن ev و افزایش مزایای احتمالی آنها بحث شد . نمایش/راه اندازی واقبعی مفهوم سیالیت (حرکت) الکتریکی را باید در مرحله اول لحاظ نمود و استفاده فزاینده ev ها بوسیله ناوگان وسایل نقلیه (تاکسی ها , سرویسهای حمل و نقل , سرویسهای تجاری , سرویسهای شهری) که بتدریج به بخش عمومی گسترش پیدا می کند. این مرحله اول روشی برای یادگیری و تنظیم راه حل برای توسعه گسترده مفهوم به بخش عمومی و مجاز ساختن اپراتورهای شبکه برای بهبود راه حل بر اساس طراحی , مدیریت و کنترل سیستم تغذیه فراهم می کند.

نتایج بدست آمده از مطالعات موردی جاری , نشان می دهد که پذیرش استراتژی های کنترل متمرکز شارژ ev اجازه یکپارچه سازی بیشتر ev ها به سیستم را ممکن می سازد بدون نیاز به تقویت شبکه. این طرح شارژ عملیات شبکه ها در شرایط کم فشارتر را ممکن می سازد با بهبود مشخصه ولتاژ و سطح تراکم کمتر. همچنین پذیرش سطح محلی کنترل قرار داده شده در واسط وسیله باعث کارایی بهتر عملیات در حالت عملیات مجزا می شود و منجر به افزایش امن کمیت resهای متغیر و متناوب نیز می شود (مانند باد و فتوولتاتیک)زیرا باتریهای ev قدرت ارائه جبران سریعتر به سیستم را از خود نشان می دهند.

با اینکه در کار جاری این امر شناسایی نشده , رتبه بندی ترانسفورماتور نیز ممکن است عاملی محدود کننده در یکپارچه سازی ev به شبکه توزیع باشد [9] . ترانسفورمرها دارای ظرفیتی برای سربار موقتی می باشند که باعث شده دوره بار کم بعدی باعث کاهش دمای آنها شود. برای سطوح بالاتر یکپارچه سازی باید الگوریتم شارژ هوشمند را در زمینه کنار آمدن با این مسئله بهبود داد.