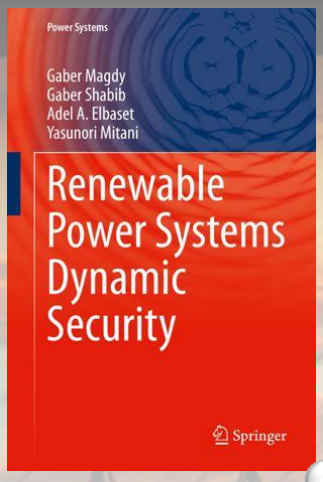
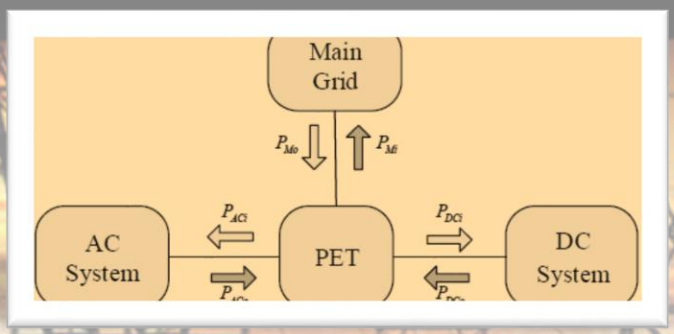
بروندادهای تخصصی

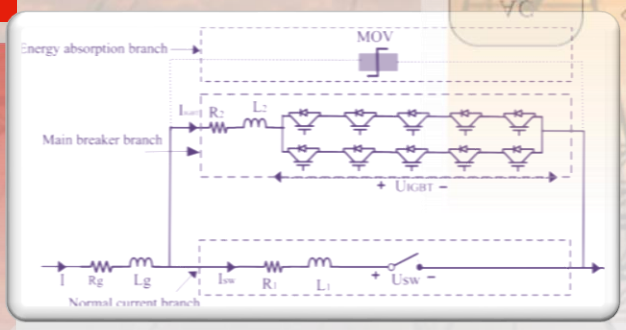
گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

سال چهارم، شماره ۱۵، زمستان۱۳۹۸

پژوهشگاه نیرو. گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست







به‌نام خدا

گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

صاحب‌امتیاز: پژوهشگاه نیرو

مدیرمسئول: مجتبی گیلوانژاد

سردبیر: هادی نوروزی

مدیر اجرایی: هادی نوروزی

گرافیست و صفحه‌آرا: هادی نوروزی

ویراستار: هادی نوروزی، آرمان صفایی

عکس روی جلد: هادی نوروزی

همکاران این شماره: مجتبی گیلوانژاد، آرمان صفایی، فرشید منصوربخت، پژمان خزایی، علی کدیور، امیرحسین محمدزاده نیاکی، هادی نوروزی

هم کاران گروه: مجتبی گیلوانژاد، فرشید منصوربخت، آرمان صفایی، علی کدیور، امیرحسین محمدزاده نیاکی، پژمان خزایی و هادی نوروزی

همکاران معاونت پژوهشی: مسعود حسنی مرزونی، نوشین فرودی

ناشر:

نشانی الکترونیکی: hnorouzi@nri.ac.ir

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای پونک باختری، پژوهشگاه نیرو، گروه تجهیزات خط وپست

تلفن: ۸۸۵۹۰۱۷۳-۰۲۱

اعضای هیئت‌تحریریه:

مجتبی گیلوانژاد، فرشید منصوربخت، آرمان صفایی، علی کدیور، امیرحسین محمدزاده نیاکی، پژمان خزایی و هادی نوروزی

اهداف و رویکرد:

«بروندادهای تخصصی گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست» با هدف ایجاد بستر مناسب برای تبادل اطلاعات مربوط به تجهیزات خط و پست به صورت داخل پژوهشگاهی منتشر می‌شود.

این مجموعه از هرگونه پیشنهاد یا انتقاد برای هرچه بهتر شدن مطالب استقبال می‌کند و استفاده از مطالب آن با ذکر منبع بلامانع است.

مسئولیت مطالب، مقالات و پژوهش های درج‌شده بر عهده نویسندگان است.

فهرست مطالب

- سخن سردبیر ۱
- طراحی و ساخت کلید فشارمتوسط دو مگاواتی DC ۲
- استفاده از شبکه‌های توزیع هیبریدی DC/AC ۸
- خبر و گزارش ۲۶
- معرفی کتاب ۳۴

سخن سردبیر

سپاس خداوند را که هستی، نام از او یافت و خرد را بی‌میانجی حکمت آموخت تا او را بشناسیم که شناخت او، از شناخت خود و دنیای اطراف خود شروع می‌شود.

بدون شک یکی از ویژگی‌های عصر حاضر این است که نشر و تبادل اطلاعات همزمان با پیشرفت تکنولوژی و فناوری در زمینه‌های مختلف علمی، با سرعت زیاد در حال انجام است. در مورد سیستم‌های قدرت و تجهیزات مرتبط با آن نیز چه در زمینه تکنولوژی و چه در زمینه پژوهش‌ها و خدمات انجام یافته، تغییرات رو به جلو بوده و پیشرفت‌های زیادی در مراحل مختلف تولید تا توزیع و مصرف برق، شکل گرفته است. تجهیزات و فعالیت‌های مربوط به خط و پست نیز از این مقوله مستثنی نبوده و با توجه به اهمیت فراوان آن، در کارایی سیستم قدرت نقش بسزایی دارد. پروژه‌ها و تحقیقات انجام شده در گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست پژوهشگاه نیرو، همواره در مسیر پیشرفت و در سطح فعالیت‌های پیشرو در دنیا می‌باشد. با توجه به اهمیت نشر و تبادل اطلاعات سعی شده است که این نشریه پژواکی از انواع فعالیت‌های پژوهشی و تخصصی انجام شده در گروه باشد تا بتوان با استفاده از نشر این فعالیت‌ها در قالب گزارشات و مقالات، ارتباط مناسبی با گروه‌های مختلف داخل پژوهشگاه و همچنین سایر مراکز علمی و تحقیقاتی مثل دانشگاه‌ها برقرار کرد.

هادی نوروزی

گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

شروع پروژه

طراحی و ساخت کلید فشارمتوسط دو مگاواتی DC

مدیر پروژه: علی کدیور

استفاده از خطوط DC در سطوح ولتاژی متفاوت روز به روز در حال افزایش است. جریان اتصال کوتاه در خطوطDC با خطوط AC از منظر دامنه و وجود صفر جریان متفاوت میبا شد. به دلیل طراحی و ماهیت با امپدانس کم خطوطDC پیک جریان اتصال کوتاه بالا و به صورت افزایشی خواهد بود. عدم حضور صفر در جریان اتصـــال کوتاه نیز باعث می شـــود امکان قطع آن با کلیدهای متداول AC امکانپذیر نبوده و نیازمند تمهیدات ا ضافه میبا شد. این کلیدها برخلاف کلیدهای معمول شامل بخ شهای کموتا سیون، قطع جریان و بخش مهارکننده انرژی (برقگیر) نا شی از قطع خواهند بود. هدف در این پروژه طراحی و ساخت یک نمونه دو مگاواتی از کلیدهای DC مبتنی بر یک طرح پیشنهادی است.

مطالعات متعددی امروزه بر کلیدهای با ســـطوح ولتاژ بالا و پایین انجام شـــده اســـت. اما کلیدهای فـشارمتو سط به عنوان یکی از المانهای حفاظتی مهم در ریز شبکه های DC نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. شایان ذکر است که در سطوح ولتاژ بالا نیز همچنان این خلاء وجود داشته و هنوز طراحی نهایی بهینه جهت قطع جریان هایDC بزرگ ارائه نـشده ا ست. راهکارهای متفاوتی جهت طراحی این د سته از کلیدها وجود

دارد. رویکرد سنتی طراحی این کلیدها مبتنی بر کلیدهای نیمه هادی میباشد. ضعف اساسی این روش تلفات بالای کلیدهای نیمه هادی در حالت وصل و هزینه بسیار بالای پیادهسازی این توپولوژی میباشد.

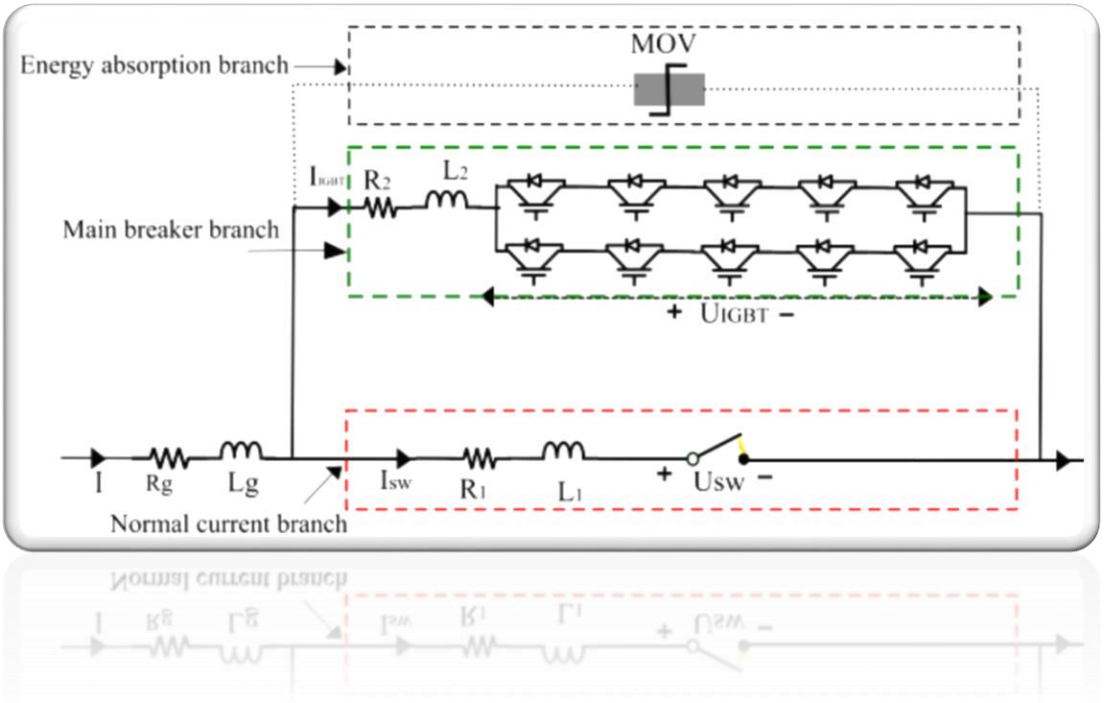
یک ساختار دیگر، طراحی مبتنی بر کلیدهای مکانیکی و مدار تزریق جریان ا ست. در این د ست کلیدها، هنگام رخ داد خطا، مدار تزریق جریان با دریافت فرمان، یک موج جریان با فرکانس مشخص را تولید میکند. این موج با موج جریان اتصال کوتاه ترکیب شده و در نهایت ایجاد یک صفر جریان مجازی برای کلید مکانیکی میکند. ضعف اساسی این توپولوژی در مدت زمان طولانی عملکرد آن میباشد.

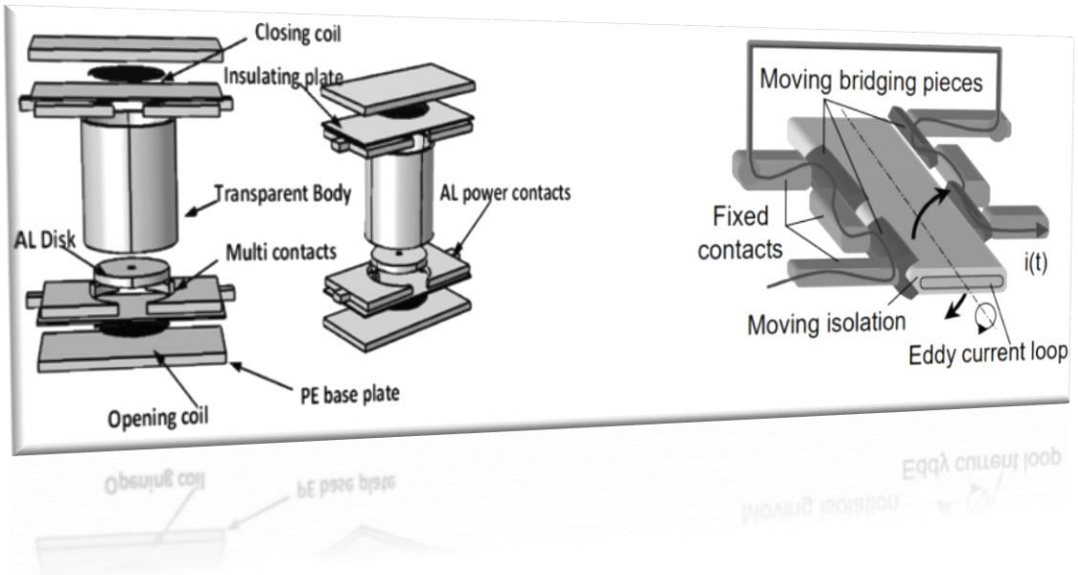
ساختار دیگر، مبتنی بر ا ستفاده ترکیبی از کلیدهای نیمه هادی و کلید مکانیکی ا ست. در این ساختار، با ترکیبی از از یک قطع کننده سریع سری شده با کلیدهای نیمه‌هادی، جریان به شاخه دیگر که متشکل از مجموعه زیادی ازIGBT ها هدایت شده و فرایند قطع تکمیل میگردد. ضعف این طرح نیز سرعت عملکرد متوسط و هزینه زیاد آن بوده و لذا برای سطوح جریانی بالا مناسب می باشد.

در این پروژه هدف، ارائه یک طرح جدید در قالب سه م سیر عبور جریان ا ست که ضمن دا شتن زمان عملکرد کمتر از ۱۰ میلی ثانیه تلفات بالای کلیدهای نیمه هادی در حالت وصل و هزینه بسیار بالای پیاده‌سازی را ندارد و لذا برای سطوح جریانی کم (حدود توانهای چند مگاوات) مناسب می باشد. رنج ولتاژ عملکرد و سرعت عملکرد در مطالعات مشخص می‌شود اما حدود ١٤ کیلوولت و ۱۲۰ آمپر و زمان عملکرد

کمتر از ۱۰ میلی ثانیه مناسب خواهد بود. شماتیک کلید در شکل یک نشان داده شده است که در ادامه به همراه مکانیزم عملکرد و مکانیزم خاموش‌کنندگی توضیح داده خواهد شد.

- مسیر اول : مسیر اصلی جریان میباشد. این مسیر شامل یک انتقال دهنده سریع جریان (کموتاتور) است. در حالت نرمال، جریان از این مسیر عبور خواهد کرد و تلفات آن بسیار پایین خواهد بود.
- مسیر دوم: بخش قطع کننده جریان می باشد .این بخش از کلیدهای نیمه هادی تشکیل خواهد شد. در حین خطا، پس از کموته شدن جریان از مسیر اصلی به این مسیر، جریان توسط کلیدهای نیمه هادی قطع خواهد شد.
- مسیر سوم: بخش دمپینگ انرژی پس از قطع جریان با توجه به سطح ولتاژ شبکه DC برقگیرها به صورت موازی با کلید جهت دمپ انرژی موجود در سیستم و کم کردن جریان اقدام خواهد کرد.


Energy absorption branch
MOV
Main breaker branch
I_{IGBT} R_2 L_2
+ U_{IGBT} −
I Rg Lg
Normal current branch
I_{sw} R_1 L_1
+ Usw −


Closing coil
Insulating plate
Transparent Body
AL power contacts
AL Disk
Multi contacts
PE base plate
Opening coil
Moving bridging pieces
Fixed contacts
i(t)
Moving isolation
Eddy current loop

سه دستاور مشخص از این پروژه عبارتند از:

- تهیه دانش فنی لازم جهت طراحی کلیدهای فشار متوسط DC
- ساخت و تست یک نمونه 2 مگاوتی از کلیدهای DC
- ارائه طرح لازم جهت افزایش قابلیت توان قابل قطع کلید طراحی شده

در این راستا با توجه به توضیحات ارائه شده، مراحل انجام کار به صورت ذیل خواهد بود:

- فاز اول: تبین ساختار کلیدهای فشار متوسط DC

در این بخش، ساختارهای متفاوت کلیدهای MVDC در دنیا مورد بررر سی قرار خواهد گرفت و نقاط قوت و ضعف هر یک م شخص خواهد شد .همچنین بخش های متفاوت کلید مورد برر سی قرار گرفته و چالشها و استرسهای ولتاژی و جریانی مورد تحمل این کلیدها تعیین خواهد شد.

- فاز دوم: طراحی و شبیه‌سازی

در این بخش کلید پی شنهادی در سه بخش طراحی قطع کننده سریع جریان، شاخه قطع کننده و جذب کننده انرژی مورد بحث و برر سی قرار خواهد گرفت .طرح منا سب برای هر بخش ارائه خواهد شد . شبیه سازی لازم برای هر بخش بای ستی انجام گردد و کارایی بخ شها مورد ارزیابی قرار گیرد .بخش قطع کننده جریان متشکل از طراحی و انتخاب کانتکت ها، طراحی مکانیزم فرمان مناسب و محفظه قطع خواهد بود.

- فاز سوم:ساخت کلید

در این فاز از پروژه بخشهای متفاوت طراحی شده در فاز دوم بایستی تهیه و ساخته شود.

- فاز چهارم:تست کلید ساخته شده

در این بخش کلید طراحی شده در لینک DC یا مدار مناسب بایستی مورد تست قرار گیرد و کارایی خود را در قطع جریان نشان دهد.

البته تامین آزمایشگاه یا لینک DC با توجه به ناموجود بودن در ایران، در اسکوپ پروژه دیده نشده است لیکن تستهای ولتاژی بر اساس IEEE 1709-2018 لحاظ خواهد شد.

- فاز پنجم:ارائه طرح توسعه

به منظور افزایش قابلیت قدرت قطع کلید، در این بخش پیشنهادات لازم جهت ایجاد تغییرات لازم جهت ارتقا این کلید برای قطع توان های بالاتر ارائه خواهد شد و همچنین با ارائه شبیه سازی های لازم این پیشنهادات مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

پژوهش

استفاده از شبکه‌های توزیع هیبریدی DC/AC

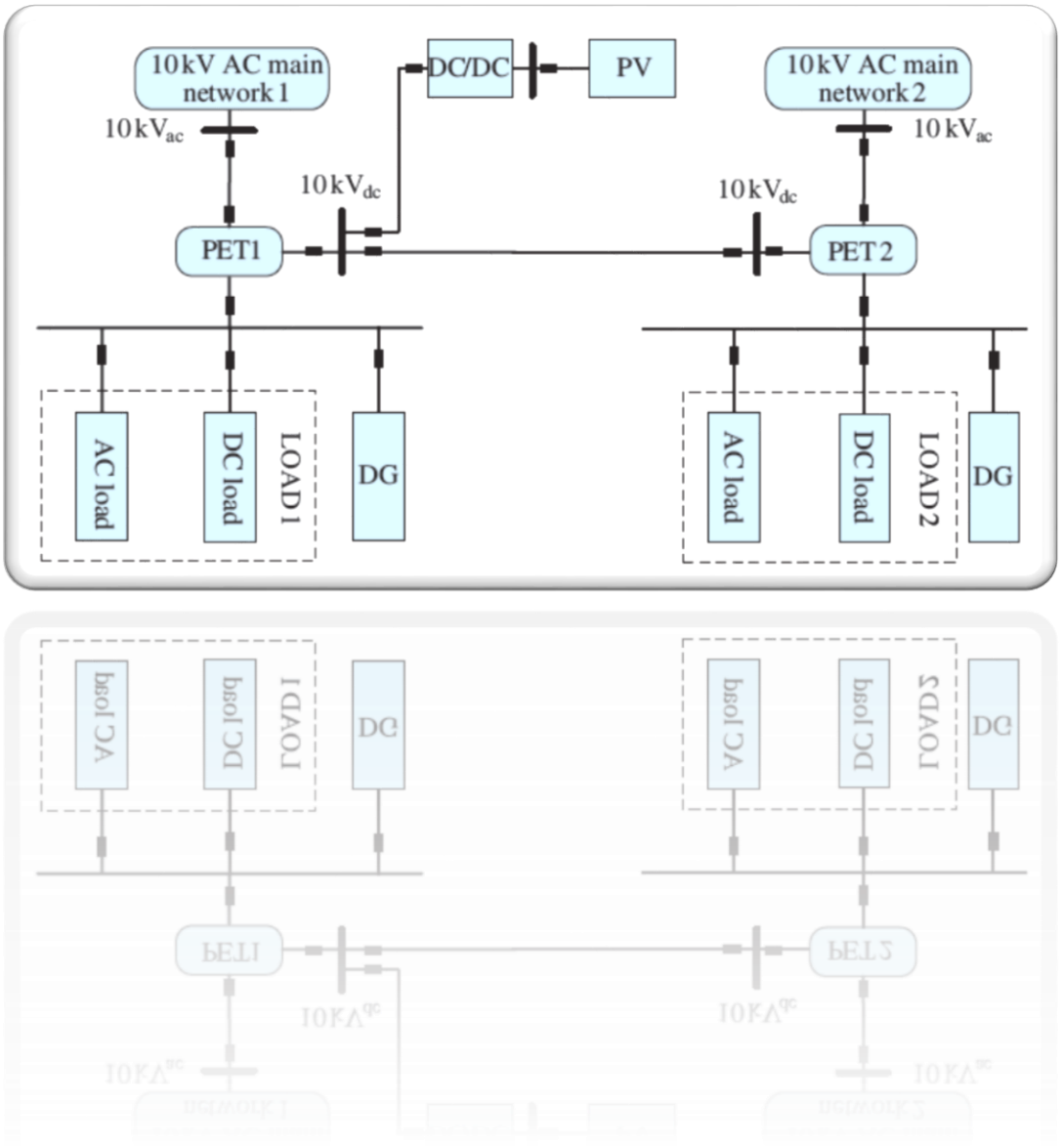
تهیه کننده: هادی نوروزی، مجتبی گیلوانژاد

اصلاح و تغییر در سیستم‌های قدرت با توجه به وجود انواع چالش‌های موجود در شبکه در طول سالیان اخیر همواره وجود داشته است. در مورد شبکه توزیع نیز یکی از نگرش‌های اساسی شرکت‌های توزیع برق ا صلاح و تغییرات شبکه همزمان با روند تو سعه این شبکه‌ها بوده ا ست. در واقع هر طرح تو سعه‌ای که در شبکه انجام می‌گیرد می‌تواند فر صت منا سبی را جهت ایجاد تغییرات و ا صلاح ا ساسی در شبکه موجود نیز ایجاد کند. اما ب سیاری از تغییرات و ا صلاحاتی که در شبکه به وجود می‌آید ناگزیر بوده و به سبب وجود معضلات و چالش‌های اساسی در سیستم باید صورت پذیرد. چالش‌هایی از قبیل تغییرات سطوح بار، کاهش منابع مالی، مشکلات قابلیت اطمینان شبکه، تلفات سیستم، فرسودگی تجهیزات، شرایط و عمر شبکه، ایجاد قوانین جدید، نیاز به تو سعه فناوری‌های جدید، تغییر ماهیت بارها و نیاز به تطبیق دادن شرایط با و ضعیت جدید و سایر عوامل فنی و اقتصادی از جمله مهمترین دلایل ایجاد تغییرات در شبکه می‌باشند.

سیستم‌های توزیع در کلانشهرها با توجه به وسعت شبکه به صورت شدیدتر نیز با چالش‌های ذکر شده مواجه می‌باشند. در واقع با توجه به چالش‌های مختص کلانشهرها از قبیل مشکل تراکم، زیبایی شهری،

آلودگی، قیمت زمین، رشـــد روزافزون بار و تنوع آن، تغییرات منابع تامین توان، رشـــد منابع تولید پراکنده و

سایر موارد، نیاز است که یک استراتژی مناسب جهت توسعه و اصلاح در شبکه توزیع وجود داشته باشد.



یکی از تغییرات مهمی که نیاز اســـت در مورد شـــبکه توزیع اتفاق بیافتد تغییر در نگرش طراحی اولیه از

جمله نوع شبکه از لحاظ AC (جریان متناوب) و DC (جریان مستقیم) می‌باشد. هر کدام از شبکه‌های AC

و DC دارای مزایا و معایبی می‌باشند که در طول زمان و با توجه به مشخصات سیستم و شرایط شبکه جهت برقرسانی به مشترکین انتخاب شده‌اند. با توجه به تاریخچه ایجاد شبکه‌های قدرت، در ابتدا شبکه‌های DC جهت تامین بارهای روشنایی انتخاب شده بودند اما با ظهور بارهای صنعتی و شناخت مزیت‌های سیستم AC تمایل به سمت استفاده از این شبکه‌های AC افزایش یافت بطوریکه تا چند سال قبل اکثر شبکه‌های موجود در دنیا از نوع AC گشته‌اند.

اما با توجه به رشـــد بارهای DC در شـــبکه و ظهور منابع تولید پراکنده که غالبا دارای خروجی جریان مستقیم می‌باشند، استفاده از شبکه‌های DC توجیه پیدا کرده است. در واقع کاربرد شبکه‌های DC می‌تواند از دو دیدگاه زیر مورد بررسی قرار گیرد:

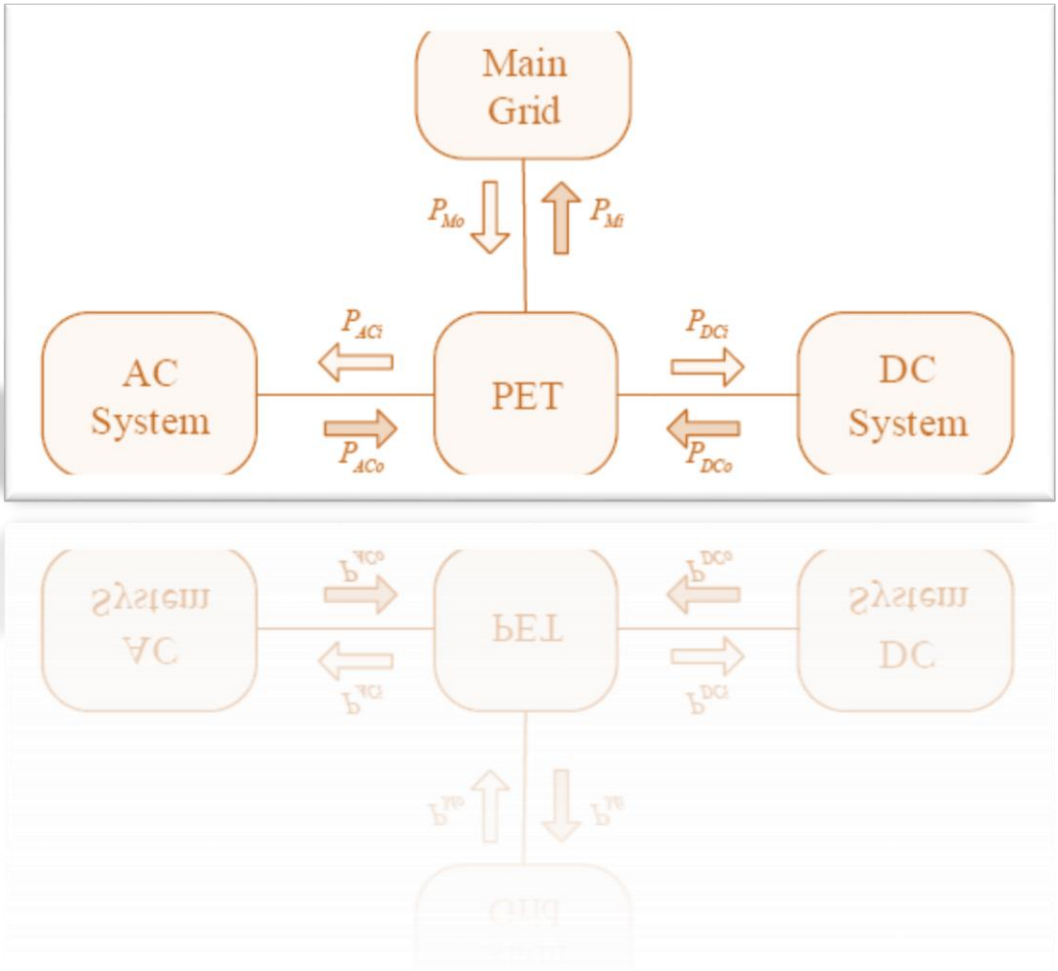
- افزایش بارهای DC

وجود بارهای DC از قبیل لامپ های LED، تجهیزات کامپیوتری و الکترونیکی، موتورهای جریان مستقیم و سایر بارها، استفاده از مبدل‌های الکترونیک قدرت در شبکه‌های مرسوم AC را افزایش داده اســـت که این افزایش منجر به چالش‌هایی از قبیل افزایش تلفات، کاهش قابلیت اطمینان، کاهش کیفیت توان در شبکه، افزایش هزینه و کاهش بازدهی شده است. با توجه به موارد ذکر شده تغذیه این بارها به صورت DC منجر به حذف این معضلات شده و باعث بهبود وضعیت سیستم می‌گردد.

- افزایش منابع تولید پراکنده در شبکه

امروزه اســـتفاده از انواع منابع تولید پراکنده در شـــبکه‌های قدرت در حال افزایش می‌باشـــد. سلول‌های خورشیدی، پیل‌های سوختی، میکروتوربین‌ها، ذخیره‌سازهای انرژی، نیروگاه‌های بادی از جمله انواع منابع جدیدی می‌باشند که ساختار شبکه قدرت را از حالت سنتی که در آن ژنراتورهای

سنکرون به صورت از بالا به پایین شبکه را تغذیه می‌کردند، خارج کرده ا ست و شبکه از حالت پسیو به حالت اکتیو درآمده است. با توجه به این موضوع معضلاتی از قبیل افزایش تعداد مبدل‌های الکترونیک قدرت، کاهش راندمان، افزایش هزینه، افزایش میزان هارمونیک‌ها در شـــبکه و کاهش کیفیت توان در صـــورت اتصـــال این منابع به شـــبکه‌های AC ایجاد می‌گردد. در صـــورت تغییر شبکه‌های مرسوم AC به DC این موارد می‌تواند برطرف گردد و باعث بهبود شبکه شود.



بطور کلی اســتفاده از شــبکه‌های DC دارای مزیت‌هایی می‌باشــد که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش تلفات

با توجه به حذف مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم DC در نتیجه تلفات این تجهیزات نیز در سیستم حذف شده و در نتیجه تلفات کل شبکه پایین می‌آید. البته باید در نظر داشت که با توجه به وجود بارهای AC در شــبکه تجهیزات الکترونیک قدرت در شــبکه‌های DC همچنان وجود خواهند داشت و لذا تلفات کل سیستم تا شی از وجود مبدل‌های الکترونیک قدرت بستگی به میزان بارهای DC و AC خواهد داشــت. همچنین با توجه به حذف اثر پوســتی در هادی‌ها در حالت DC مقاومت معادل خط نیز کاهش یافته و در نتیجه خود این مســئله نیز دلیل دیگری برای کاهش میزان تلفات می‌باشد.

- افزایش قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان در این شــبکه را می‌توان از دو دیدگاه بررســی کرد، در واقع با توجه به حذف مبدل‌های الکتورنیک قدرت نرخ خرابی این تجهیزات از سیستم حذف شده و در نتیجه می‌توان گفت که در مجموع نرخ خروج شــبکه پایین می‌آید. همچنین با وجود شــبکه DC در صــورتی که یکی از

هادی‌ها به علت وقوع خطا قطع شود، در واقع تنها یکی از قطب‌های DC از مدار خارج خواهد شد اما در سیستم AC با توجه به اینکه شبکه به صورت سه فاز متقارن می‌باشد در صورت وجود خطا در یکی از فازها سیستم به صورت سه فاز قطع شده و در نتیجه میزان بار قطع شده افزایش خواهد داشت.

- افزایش کیفیت توان

یکی از معضلات اساسی وجود انواع مبدل‌های الکترونیک قدرت در شبکه ایجاد هارمونیک در سیستم می‌باشد که به علت خاصیت غیر خطی این تجهیزات به وجود می‌آید. در واقع با کاهش تجهیزات الکترونیک قدرت می‌توان گفت منابع تولید هارمونیک نیز کاهش یافته و در نتیجه شاخص‌های کیفیت توان در شبکه بهبود می‌یابند.

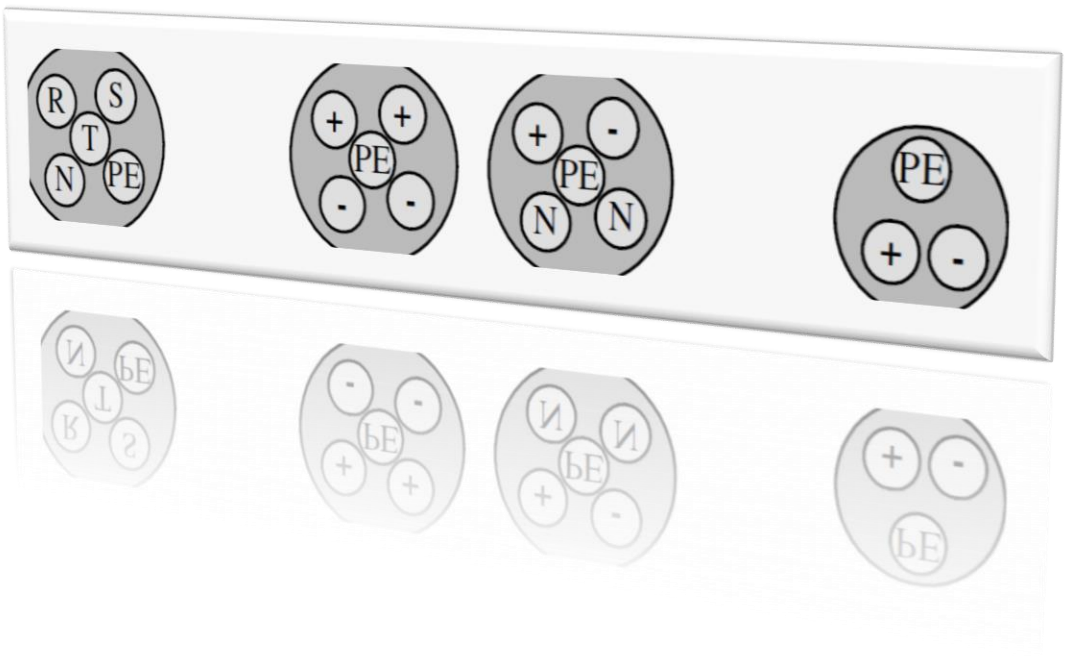
- افزایش توان انتقالی

یکی از مزیت‌های تبدیل شبکه‌های AC به DC افزایش میزان توان انتقالی بدون تعویض هادی می‌باشد. در واقع درصورتیکه شبکه سه فاز AC به شبکه DC با دو قطب مثبت و منفی تبدیل گردد در آنصورت میزان توان انتقالی از شبکه DC مقداری بالاتر خواهد بود. همچنین در صورتیکه اثر پوستی هادی‌ها نیز در نظر گرفته شود با توجه به اینکه این پدیده در حالت AC باعث افزایش

مقاومت معادل هادی می‌گردد در واقع میزان توان انتقالی با توجه به روابط زیر مقداری نیز بالاتر

خواهد رفت.

$$V_{dc} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} V_{LLac}$$
$$P_{dc} = 2V_{dc} I$$
$$P_{ac} = \sqrt{3} V_{LLac} I \cos(\phi)$$
$$\frac{P_{dc}}{P_{ac}} = \frac{2V_{dc}}{\sqrt{3}V_{LLac}\cos(\phi)} = \frac{2\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}V_{LLac}}{\sqrt{3}V_{LLac}\cos(\phi)} = 2\frac{\sqrt{2}}{3\cos(\phi)}$$

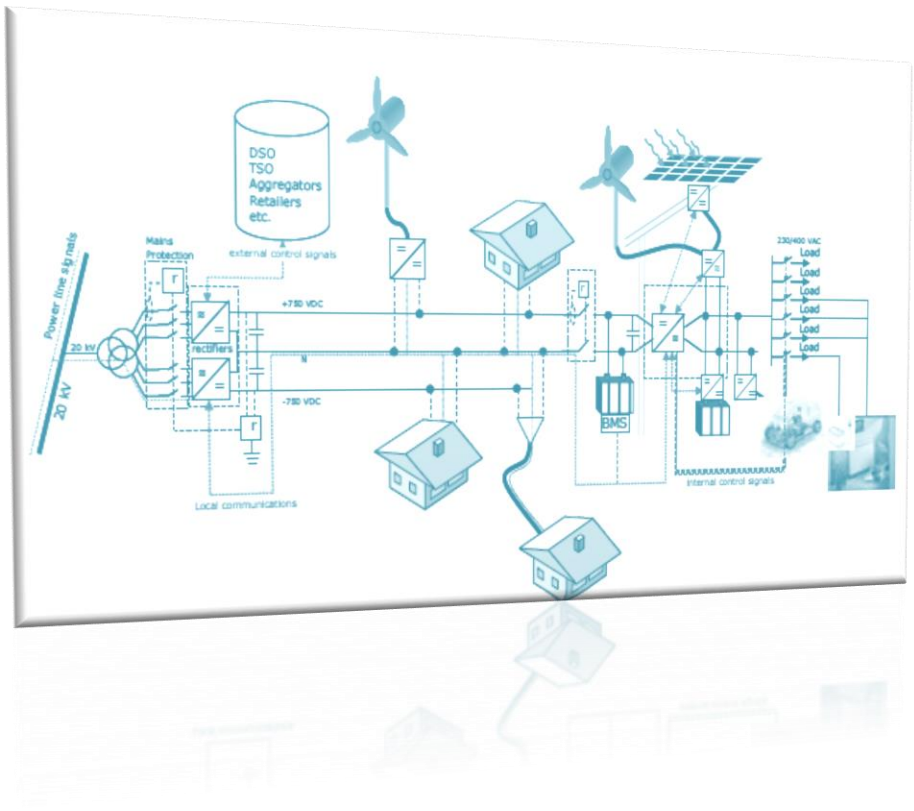


- کاهش افت ولتاژ

کاهش میزان افت ولتاژ در شـــرایط DC به دو علت روی می‌دهد یکی به خاطر کاهش مقاومت معادل به علت حذف اثر پوســـتی بوده و دلیل دوم نبود راکتانس معادل هادی و در واقع حذف توان راکتو در شبکه می‌باشد.

- کاهش معضلات کنترل شبکه

با توجه به اینکه در شـــبکه‌های DC دیگر پارامترهای فاز و فرکانس وجود ندارد عملا از تعداد متغیرهای کنترلی کم شده و در نتیجه چالش‌های مرتبط با کنترل شبکه نیز کاهش می‌یابد.



- کاهش هزینه‌ها

با توجه به مزیت‌های عنوان شـــده می‌توان در مجموع نتیجه گرفت که هر کدام از مواردی که با ایجاد شبکه‌های DC بهبود می‌یابد در واقع هزینه کل سیستم کاهش خواهد یافت. موارد نظیر کاهش تلفات، افزایش توان، افزایش قابلیت اطمینان و بهبود کیفیت توان در مجموع در جهت کاهش هزینه‌ها خواهد شد.

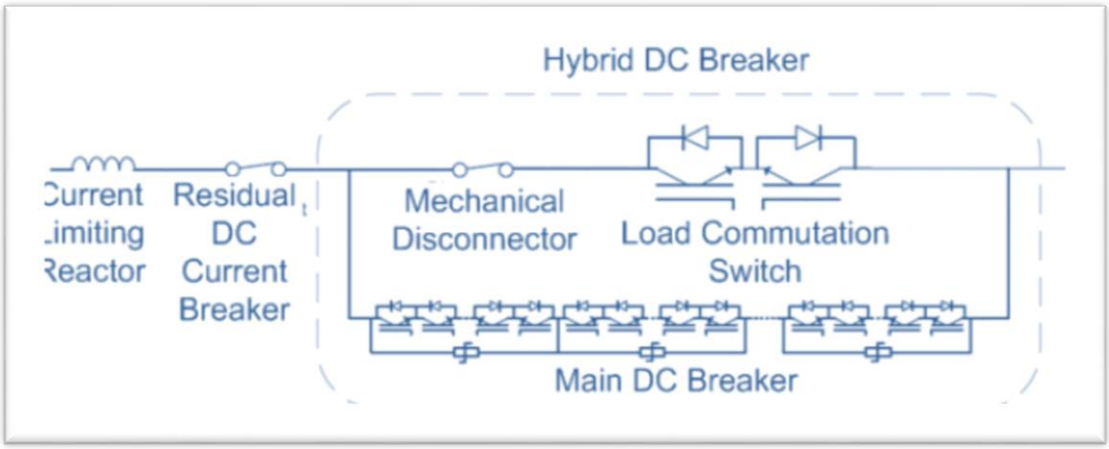
شبکه‌های DC اگرچه دارای انواع مزیت‌ها می‌باشد اما با چالش‌هایی نیز همراه خواهد بود که چند نمونه از آنها در زیر آورده شده است:

- چالش‌های حفاظتی

یکی از عمده‌ترین چالش‌ها در این شبکه‌ها نحوه حفاظت سیستم به دلیل عدم تناسب و سازگاری با حفاظت در شبکه‌های AC می‌باشد. در واقع انواع خطاهایی که در سیستم DC روی می‌دهد نسبت به شبکه AC متفاوت بوده و در نتیجه نحوه حفاظت این سیستم‌ها با روش‌های مرسوم فرق خواهد داشت.

- قطع‌کننده‌های جریان

کلیدهای قدرت در سیستم AC با توجه به عبور جریان خطا از صفر عمل می‌کند وعمل قطع در لحظه ناپایداری قوس الکتریکی روی می‌دهد. اما در سیستم DC با توجه به اینکه جریان به صورت مستقیم می‌باشد در نتیجه لحظه صفر به صورت طبیعی وجود ندارد لذا قوس همیشه در حالت انرژی‌دار می‌باشد و لذا قطع جریان می‌تواند برای شبکه با چالش همراه باشد.



- نحوه زمین‌کردن

یکی از چالش‌هایی که در شبکه DC می‌تواند وجود داشته باشد نحوه زمین کردن سیستم و مدار معادل شبکه می‌باشد. در واقع تعداد قطب‌های یک شبکه DC و نوع اتصالات می‌تواند به عنوان یک چالش در این شبکه‌ها معرفی گردد.

- چالش‌های بهره‌برداری

با توجه به اینکه شبکه‌های موجود از نوع AC می‌باشند لذا تغییر در نوع سیستم و تبدیل آنها به DC با چالش‌های بهره‌برداری نیز مواجه خواهد بود.

- انتخاب ولتاژ شبکه

ولتاژ بهره‌برداری از شبکه فشار تاثیر مهمی و زیادی بر خصوصیات و در نتیجه طراحی آن سیستم دارد. ولتاژ انتخاب شده موارد مهمی از ویژگی‌های سیستم از قبیل حداکثر طول هر فیدر و بارگذاری آن، تعداد فیدرها و تعداد پست‌های توزیع برق‌رسانی شده از هر فیدر را مشخص می سازد. همچنین با توجه به ولتاژ انتخاب شده تعداد مشترکینی که در یک وقفه و یا خروج تحت تاثیر قرار می‌گیرند، تلفات سیستم، برنامه‌های بهره‌برداری و روش‌های تعمیر و نگهداری مؤثر و در مجموع هزینه‌های سالانه، می‌تواند برای یک شبکه متفاوت باشد. با توجه به موارد ذکرشده انتخاب

ولتاژ نه تنها در شـــبکه AC بلکه در شـــبکه DC نیز از فرآیندهای مهم خواهد بود. یکی دیگر از مواردی که می‌تواند بر روی ســـطح ولتاژ شـــبکه DC تاثیرگذار باشـــد تعداد و ولتاژ بارهای DC و همچنین منابع تولید توان در سیستم می‌باشد.

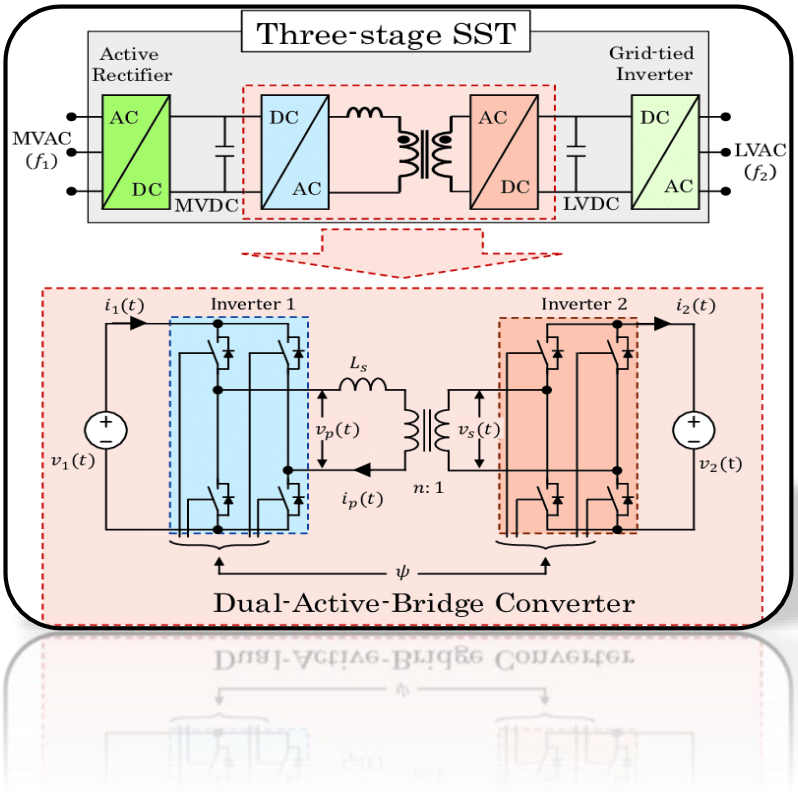
- چالش‌های تغذیه بارهای AC

همانطور که پیش‌تر نیز بیان شد در صورت استفاده از سیستم DC در شبکه بارهای از نوع AC نیاز به مبدل‌های ولتاژ جخت تامین بار خواهند داشت که این مبدل‌ها خود باعث ایجاد معضلاتی از قبیل افزایش میزان تلفات، کاهش راندمان، ایجاد مشـــکلات کیفیت توان و افزایش هزینه‌ها خواهد بود.

- توپولوژی و ساختار شبکه

یکی دیگر از مواردی که در مورد شـبکه‌های DC وجود دارد توپولوژی و سـاختار سـیسـتم از لحاظ نحوه اتصالات باس‌ها به شبکه می‌باشد. سیستم‌های توزیع معمولا به صورت شعاعی بوده و در نتیجه جریان انتقال توان به صـــورت یکســـویه می‌باشـــد. اما با وجود منابع تولید پراکنده نحوه شارش توان تغییر کرده و سیستم دارای معضلاتی خواهد بود که در مورد شبکه‌های DC نیز این امر مصداق دارد.

با توجه به مزیت‌ها و معضـــلاتی که برای هر کدام از شـــبکه‌های AC و DC بیان شـــده یکی از بهترین راهکارهای جهت رفع این معضـــلات و دســـتیابی به حداکثر مزیت‌های عنوان شـــده اســـتفاده از شـــبکه‌های هیبریدی و یا ترکیبی AC/DC می‌با شد. در واقع ا ستفاده از این نوع شبکه با وجود همزمان بار AC و DC یک راه‌حل جامع جهت دستیابی به بهترین ساختار شبکه مورد نظر می‌باشد. همچنین باید توجه داشت یکی از تجهیزاتی که در این زمینه بـ سیار می‌تواند مفید واقع شود تراز سفورماتورهای حالت جامد (Solid State Transformer) می‌باشند.

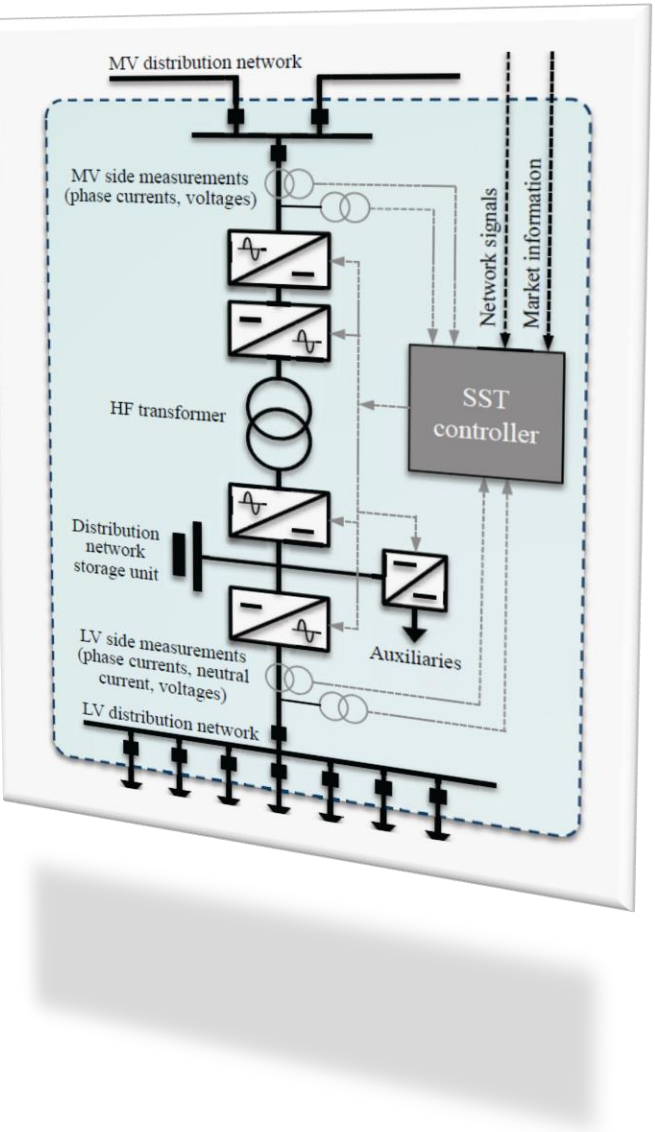


این نوع از ترانسفورماتورها با عناوین دیگری نظیر ترانسفورماتورهای مبتنی بر الکترونیک قدرت (Power Electronic Transformer) و یا ترانسفورماتورهای هوشمند (Intelligent Transformer Universal) شناخته می‌شوند.

این ترانسفورماتورها با استفاده از ادوات نیمه‌هادی قدرت و ترانسفورماتورهای فرکانس بالا قابلیت تبدیل سطح ولتاژ و کنترل توان را دارند. ترانسفورماتور حالت جامد به عنوان یک روتر انرژی سه پورت و تبادل کننده توان معرفی می‌شود و می‌تواند سیستم توزیع، سیستم AC مسکونی و سیستم DC را تجمیع کند. به منظور بهبود راندمان سیستم، منابع و بارهای DC به پورت DC متصل می‌شوند، در حالی که منابع و بارهای AC به پورت AC متصل می شوند. ویژگی‌های سه پورتی بودن ترانسفورماتورهای حالت جامد آن را برای ایجاد شبکه‌های هیبریدی که عملکرد بهتری در مقایسه با شبکه‌های معمولی AC و DC دارد، بسیار مناسب تر می‌کند.

ترانسفورماتور حالت جامد، یک تجهیز گران قیمت با توانایی‌های عملکردی گسترده می‌باشد. ترانسفورماتور SST کنترل مسیر شارش توان الکتریکی و اتصال انعطاف‌پذیر منابع تولید پراکنده را به شبکه میسر می‌سازد. همچنین شارش توان که در بهره برداری امن و پایدار شبکه حائز اهمیت است، به وسیله این

تجهیز قابل کنترل می‌باشد. البته این قابلیت‌ها طبیعتاً با هزینه و پیچیدگی بیشتری نسبت به سیستم‌های متداول همراه خواهد بود.



به طور کلی می‌توان گفت ترانسفورماتورهای حالت جامد دارای کارکردها و مزایای زیر می‌باشند:

- کنترل سطح ولتاژ
- کاهش حجم و وزن

- رگولاسیون آنی و لحظه‌ای ولتاژ
- جداسازی خطا
- اصلاح ضریب توان
- کنترل پخش توان‌های اکتیو و راکتیو
- کنترل جریان خطا در سمت فشار قوی و فشار ضعیف
- قابلیت بالای رگولاسیون ولتاژ
- امکان تفاوت فرکانس خروجی با ورودی و تعدد فازهای خروجی
- امکان داشتن ورودی یا خروجی *DC*
- رفع مشکلات افت ولتاژ (در صورت دارا بودن ذخیره‌ساز)
- رفع مشکل عدم توازن بار و حل مشکل جریان سیم نول و تلفات ناشی از این مساله و همچنین حذف یا کاهش پدیده عدم تعادل در شبکه توزیع
- کنترل پذیری بالا با توجه به استفاده از ادوات الکترونیک
- قدرت ضریب توان واحد
- عدم تاثیرپذیری از افت ولتاژ یا اضافه ولتاژها با توجه به وجود لینک *DC* در سیستم *SST*

- قابلیت تشخیص خطا و حفاظت
- تأمین درگاه‌های *AC* و *DC* جهت استفاده و اتصال مناسب منابع تولید پراکنده و عناصر ذخیره‌ساز و در نتیجه افزایش قابلیت اطمینان سیستم توزیع
- فراهم کردن امکان پیاده‌سازی شبکه‌های هوشمند توزیع برق از طریق یک شبکه امن مخابراتی برای تضمین پایداری و بهره‌برداری بهینه سیستم‌های توزیع
- حجم و وزن کمتر با توجه به استفاده از ترانسفورماتور فرکانس بالا. حجم ترانسفورماتور با فرکانس آن نسبت عکس دارد.

همچنین برخی محدودیت‌های ترانسفورماتور حالت جامد عبارتند از: طراحی پیچیده، هزینه بالای پیاده سازی، عدم اطمینان در مورد بهره‌وری مناسب. در مقایسه با ترانسفورماتور فرکانس پایین سنتی در سال‌های اخیر هزینه تجهیزات الکترونیک قدرت کاهش یافته و قطعات با قابلیت اطمینان بالاتر، تلفات کم، توان بالا و فرکانس بالاتر تولید شده‌اند.

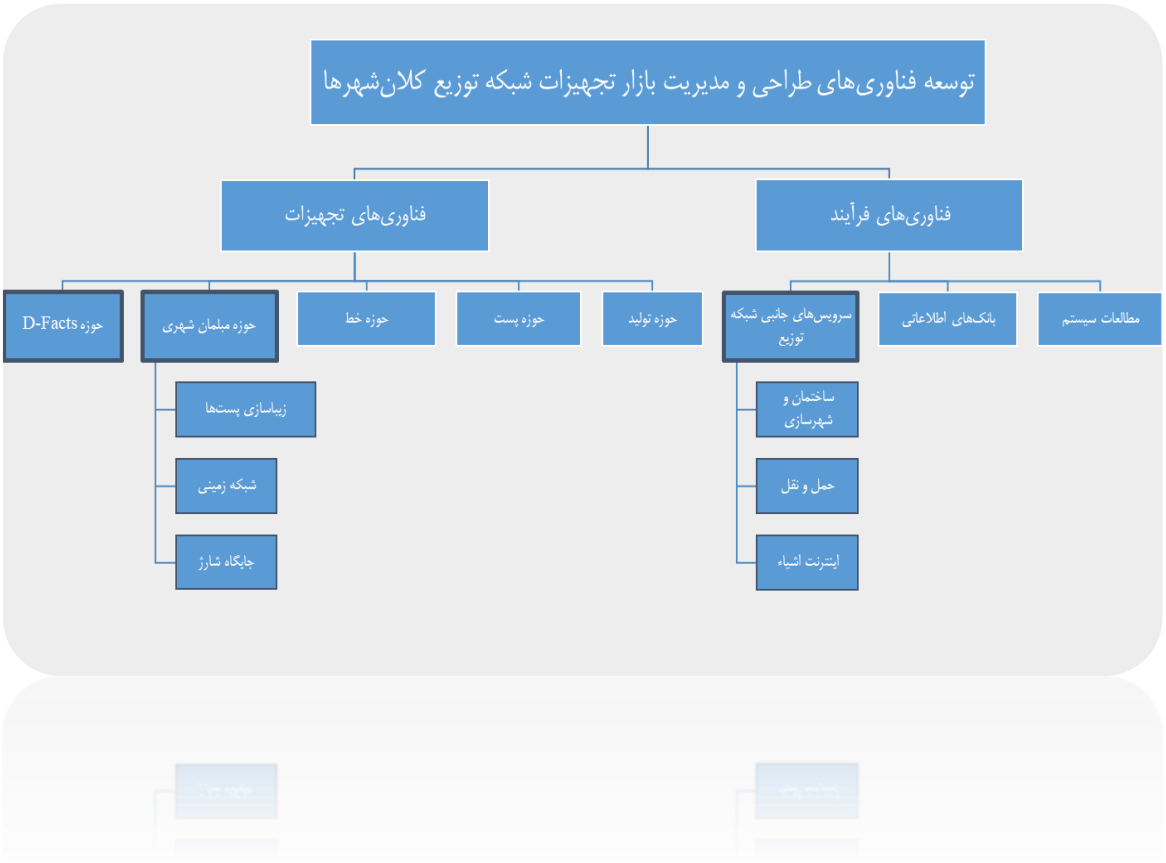
اختتام پروژه

بازنگری سند راهبردی توسعه فناوری‌های مرتبط با طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها

مجری سند: مجتبی گیلوانژاد

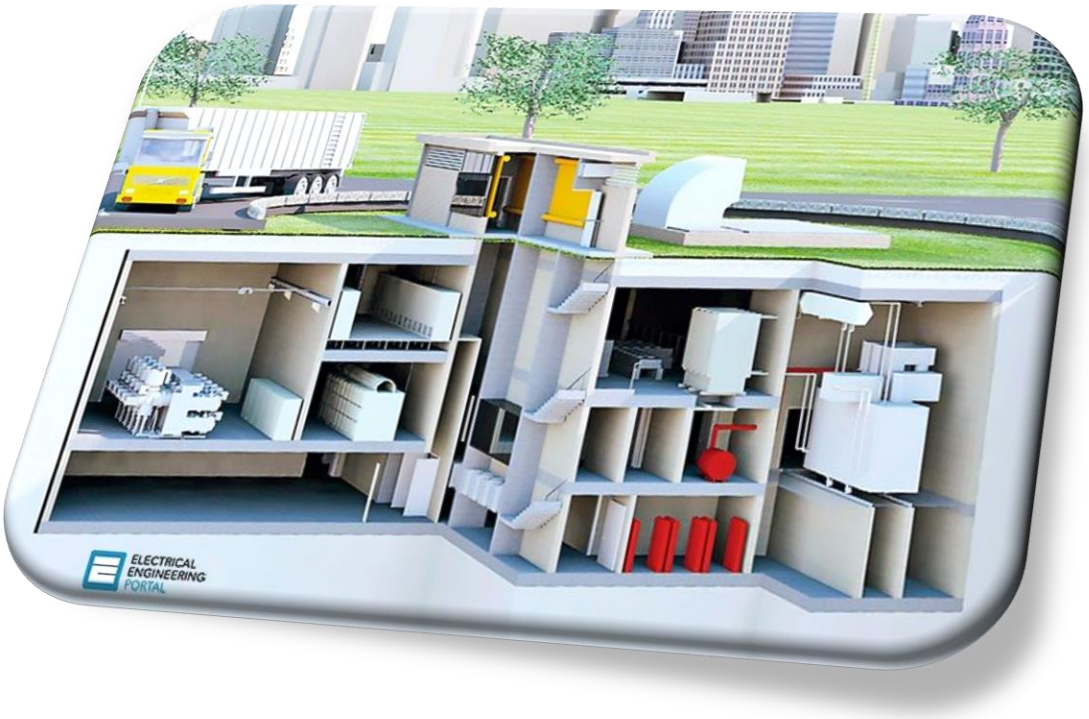
هر برنامه‌ریزی نیازمند ارزیابی و به روزر سانی بوده و بدون آن نمی‌توان از اجرای برنامه اطمینان حا صل نمود. در سند تو سعه فناوری‌های مرتبط با طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها نیز نمی‌توان بدون ارزیابی و به روزرسانی ، به نحوه عملکرد و اثربخشی ارکان مختلف سند(که براساس نقشه‌راه این سند صورت می‌گیرد) پی برد. همچنین با توجه به اینکه نقشه‌راه یک سند زنده و پویا برای تحرکات بخش‌های مختلف صنعت برق کشور در جهت حصول به اهداف این صنعت می‌با شد، ضرورت دارد در بازه‌های زمانی مشخصی به بازنگری و به‌روزرسانی این سند پرداخته شود.

صنعت توزیع در دنیا با وجود کلان‌شهرهای مهم به سرعت در حال پی‌شرفت می‌با شد که این پی‌شرفت مستلزم انجام تحقیقات و برقراری زیرساخت‌های لازم می‌باشد.آینده پژوهی هر فناوری که یکی از ابزارهای مهم به منظور دستیابی به هوشمندی فناوری است، روشی است که جهت تشخیص و شناسایی محتمل‌ترین ابداعات آتی بشر و توسعه فناوری در آینده مورد استفاده قرار می‌گیرد.



در واقع آینده پژوهی با بهره‌گیری از طیف وســـیعی از روش‌ها، به گمانه‌زنی نظام‌مند در ارتباط با آینده یک فناوری مبادرت می‌ورزد. اینکه فناوری در آینده دستخوش چه تغییرات بنیادی و اساسی می‌گردد. سند توسعه فناوری‌های مرتبط با طراحی شبکه توزیع کلانشهرها در سال ۹۴ تهیه شده است که امروز با گذشت ۳ سال نیاز به بررسی آینده پژوهی مجدد آینده پژوهی در این زمینه احساس می‌شود.

علاوه بر این وجود هم‌پوشـــانی برخی از پروژه‌های این ســـند با ســـایر ســـندهای فعال معاونت فناوری پژوهشگاه نیرو، نیاز به بازنگری در برخی از اقدامات و پروژه‌های اجرایی را ضروری می‌سازد. علاوه بر این موارد بروز چالش‌هایی نوظهور در شبکه توزیع کلانشهرها اولویت‌های صنعت توزیع را دستخوش تغییراتی کرده است، وجود چنین اولویت‌های نوظهوری باعث می‌شود که مواردی از این دست در سند زنده و پویای توسعه فناوری‌های مرتبط با طراحی شبکه توزیع کلانشهرها مدنظر قرار گیرد.

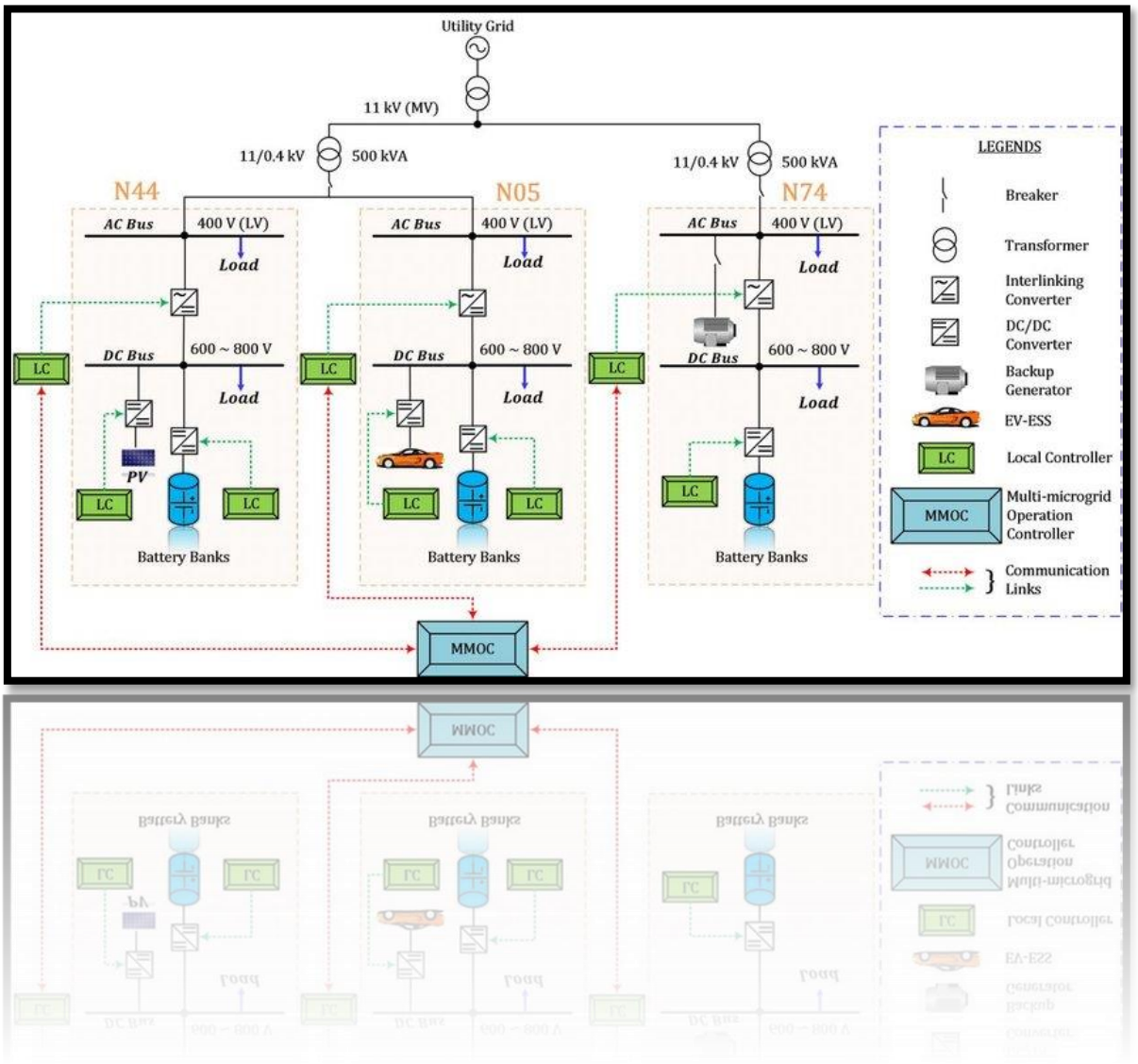


از مهمترین اقداماتی که در این پروژه انجام گرفت عبارتند از:

- به روزرسانی درخت فناوری و حوزه‌های فناورانه
- آینده پژوهی فناوری‌های مرتبط با طراحی شبکه توزیع کلانشهرها
- بررسی پروژه‌های سندهای مرتبط با عنوان سند توسعه فناوری‌های مرتبط با طراحی شبکه توزیع کلانشهرها به منظور جلوگیری از همپوشانی
- تدوین پروژه های اجرایی
- بودجه ریزی و زمان بندی

- تقسیم کار ملی(نگاشت نهادی مطلوب)

- ترسیم ره نگاشت

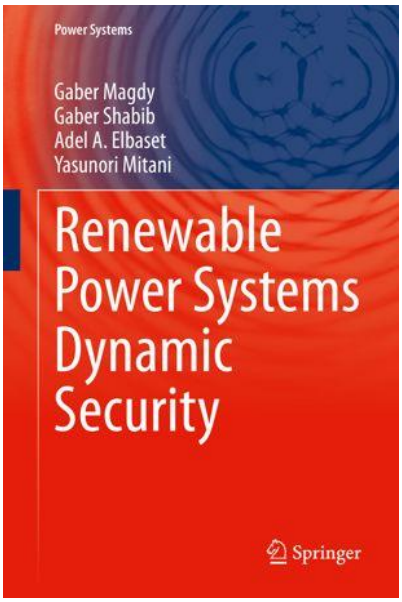


همچنین پروژه‌های مختلفی که در این سند وجود دارد در زمینه‌هایی که در زیر آمده است دسته‌بندی شده‌اند:

- تدوین سند راهبردی توسعه فناوری‌های با اولویت مورد استفاده در شبکه توزیع کلانشهرها
- راه‌اندازی و تجهیز آزمایشگاه‌های مرجع مورد نیاز
- تدوین دستورالعمل‌های نظارت بر نصب تجهیزات مورد استفاده در سطح شبکه توزیع کلانشهرها
- محاسبه و تعیین جریمه خاموشی برای شرکت‌های توزیع کلانشهرها
- رفع موانع خصوصی‌سازی کامل شرکت‌های توزیع کلانشهرها
- تدوین دستورالعمل‌های نصب، نظارت بر نصب و بهره‌برداری مورد نیاز برای فناوری‌های مورد استفاده در طراحی شبکه توزیع کلانشهرها
- تدوین دستورالعمل‌های نصب، نظارت بر نصب و بهره‌برداری مورد نیاز برای فناوری‌های مورد استفاده در طراحی شبکه توزیع کلانشهرها

- فراهم کردن بستر فعالیت پیمانکاران واجد شرایط در سطح شبکه توزیع کلانشهرها
- کمک به بهبود کیفیت طراحی و احداث شبکه‌های توزیع کلانشهرها
- به‌کارگیری نرم‌افزارهای مانیتورینگ و کنترل (خودکار) شبکه در مراکز بهره‌برداری و دیسپاچینگ شبکه توزیع
- به‌روزرسانی پایگاه اطلاعاتی تجهیزات نصب شده در شبکه توزیع کلانشهرها و مرتبط کردن آن‌ها با نرم‌افزارهای دیگر
- تدوین استاندارد کیفی تجهیزات حوزه خط، پست و تولید

- تدوین آیین‌نامه واردات تجهیزات حوزه تولید
- تدوین دستورالعمل الزام‌آور استفاده از خطوط و پست‌های با اولویت در شبکه توزیع در کلانشهرها
- برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی تجهیزات مربوط به حوزه *D-Facts* و تولید برق در شبکه توزیع کلانشهرها
- برگزاری دوره‌های آموزشی و کنفرانس‌های تخصصی در زمینه استفاده از ذخیره‌سازها و جبرانسازها در شبکه توزیع
- به‌کارگیری آزمایشی تجهیزات *D-Facts* و ذخیره‌سازها در یکی از شرکت‌های توزیع کلانشهرها
- تدوین دستورالعمل خرید تجهیزات مورد استفاده در شبکه توزیع کلانشهرها و تنوع‌زدایی از آن‌ها
- تقویت آمادگی شرکت‌های توزیع کلانشهرها برای مواجهه با حوادث غیرمترقبه



Title:* *Renewable Power Systems Dynamic Security

Edited by : *Gaber Magdy,Gaber Shabib,Adel A. Elbaset Yasunori Mitani*

Publisher: Springer Press

عنوان فارسی: امنیت دینامیکی سیستم‌های قدرت تجدیدپذیر

سال انتشار: *2020*

ناشر: *Springer Press*

این کتاب تکنیک ها و رویکردهای نوآورانه ای را برای حفظ امنیت دینامیکی سیستم های مدرن که نفوذ زیادی از منابع انرژی تجدید پذیر (RES) در آن وجود دارد، ارائه می دهد. تعدادی از استراتژی‌ها و برنامه‌های کنترل فرکانس برای رفع و جلوگیری از مشکلات پایداری در فرکانس و ولتاژ سیستم در این کتاب پیشنهاد می‌شود که می‌تواند منجر به جلوگیری از قطع برق یا خاموشی گسترده شود.

این کتاب شامل هفت فصل می‌باشد که از مهمترین فصول آن عبارتند از:

- استراتژی جدید برای کنترل فرکانس سیتم با حضور نیروگاه بادی

- یک برنامه جامع حفاظت دیجیتالی برای میکروگریدهای با اینرسی کم با توجه به نفوذ زیاد منابع تجدیدپذیر
- ارزیابی دینامیکی امنیت میکروگریدهای با اینرسی کم بر اساس مفهوم کنترل اینرسی مجازی
- یک روند جدید در کنترل سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر بر اساس ژنراتور سنکرون مجازی
- طرح کنترل دیجیتال غیر متمرکز در سیستم های چند منبع بر اساس روش مپینگ