

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری تجهیزات الکترونیک قدرت در شبکه برق

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

مدیر پروژه: مهندس احمد اسماعیلی
گروه پژوهشی الکترونیک صنعتی

راهبر: معاونت فناوری
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر
سفارش دهنده: وزارت نیرو

دکتر محمد آراسته

دکتر مصطفی پرنیانی

دکتر شاهرخ فرهنگی

دکتر گئورگ قره‌پتیان

دکتر حمیدرضا کارشناس

مهندس بهرام هوشانفر

دکتر عبدالامیر یاقوتی

دکتر علی یزدیان ورجانی

ویرایش اول

۱۳۹۴

مقدمه

شبکه برق در دو دهه اخیر مواجه با تغییرات و دگرگونیهای وسیعی شده است. این تغییرات باعث توجه روزافزون به استفاده از تجهیزات الکترونیک قدرت در شبکه شده است. از جمله تغییرات عمده شبکه برق می‌توان به تجدید ساختار شبکه برق، توسعه شبکه‌های هوشمند و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره نمود. توسعه شبکه‌های هوشمند و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان راهکار اصلی مواجهه با پدیده گرم شدن زمین مطرح است. بدون شک تصور شبکه هوشمند و انرژی‌های تجدیدپذیر بدون تجهیزات الکترونیک قدرت محال است و اساس این شبکه‌ها بر بکارگیری تجهیزاتی الکترونیک قدرت با قابلیت کنترل پذیری بالا است. از طرفی شبکه‌های برق در آینده برای اینکه بتوانند نیازهایی از جمله بار مصرفی، قابلیت اطمینان، امنیت و اقتصادی بودن را برآورده سازند باید دارای ویژگی تعاملی و خودکار بودن باشند. این تصویر نیازمند تکنولوژی‌های متعددی است که از جمله مهمترین آن الکترونیک قدرت است. تجهیزات الکترونیک قدرت بطور کلی دارای نقش‌هایی از قبیل تبدیل انرژی الکتریکی از شکل AC به DC و بر عکس، تغییر شکل موج ولتاژ یا جریان، تغییر آرایش شبکه برق، فراهم نمودن امپدانس مجازی قابل کنترل و ... در شبکه هستند.

برای تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری تجهیزات الکترونیک قدرت در شبکه برق، ابتدا انواع فناوری‌های تجهیزات الکترونیک قدرت برای کاربردهای مختلف در دنیا شناسایی شد و میزان هزینه‌کرد کشورهای مختلف در امر تحقیق و توسعه این تجهیزات بررسی گردید. سپس بر اساس رهنمودهای کمیته راهبری پروژه که متشکل از نخبگان دانشگاهی و نمایندگان دستگاه‌های حاکمیتی دخیل در این صنعت بودند و با استفاده از روش مصاحبه با خبرگان حوزه فناوری‌های تجهیزات الکترونیک قدرت (که سال‌ها در این صنعت مشغول به فعالیت هستند) و همچنین ارسال پرسشنامه برای سایر نخبگان این صنعت، چشم انداز و اولویت‌های مختلف کاربرد تجهیزات الکترونیک قدرت برای کشور در یک افق ۱۰ ساله (سال ۱۴۰۴) استخراج گردید. در گام بعد چالش‌های توسعه فناوری‌های تجهیزات الکترونیک قدرتمشخص و با توجه به این چالشها، سیاست‌ها و اقدامات لازم جهت توسعه فناوری‌شناسایی گردید. همچنین پروژه‌هایی جهت توسعه فناوری‌های تجهیزات الکترونیک قدرت اولویت‌دار تدوین شد.

چشم‌انداز توسعه فناوری تجهیزات الکترونیک قدرت در شبکه برق

با اتکال به خداوند متعال، در راستای تحقق
جهت‌گیری‌های کلان صنعت برق در زمینه توسعه
انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش تلفات انرژی، بهبود
بهره‌وری، قابلیت اطمینان و پایداری شبکه و افزایش
صادرات برق به کشورهای همسایه، حوزه فناوری
تجهیزات الکترونیک قدرت کشور با تکیه بر توانمندی
متخصصان داخلی، قطب فناوری الکترونیک قدرت
منطقه در سال ۱۴۰۴ خواهد بود.

اهداف توسعه فناوری

- دستیابی به جایگاه نخست مصرف در بازار داخلی با قابلیت رقابتی بین‌المللی
- پیشتازی در طراحی، تولید و بهره‌برداری از تجهیزات تولید شده بومی در میان کشورهای منطقه
- دستیابی به سهمی از بازارهای بین‌المللی به ویژه بازارهای منطقه
- برخورداری مراکز آموزشی و پژوهشی کشور از دانش روز دنیا در زمینه فناوری‌های جدید و نوظهور با رویکرد ساخت نمونه‌های آزمایشگاهی

راهبردهای توسعه فناوری

با توجه به مطالعات صورت گرفته اولویتهای توسعه فناوری عبارتند از توسعه فناوری تجهیزات:

- Solar cell Power Conditioning system
- Wind turbine Power Conditioning system
- D-STATCOM-(Distribution Static Synchronous Compensator)
- DVR- (Dynamic Voltage Restorer)
- APF- (Active Power Filter)
- STS- (Static Transfer Switch)
- TSC- (Thyristor-Switched Capacitor)
- TCR- (Thyristor-Controlled Reactor)
- TSC- (Thyristor-Switched Capacitor(LV))
- Battery energy storage system
- Gas turbine SFC
- Excitation system

راهبردهای توسعه فناوری به قرار زیر تدوین شده است.

- توسعه فناوری مبدل مقیاس کامل توربین بادی چندصدکیلوواتی با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری مبدل الکترونیک قدرت مقیاس کامل توربین باد دومگاواتی با بهره‌گیری از روش‌های همکاری فناورانه
- توسعه فناوری اینورتر فتوولتائیک چند ده کیلوواتی متصل به شبکه با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری اینورتر فتوولتائیک نیروگاهی با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری SVC قابل‌جابجایی با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری SVC با ظرفیت بالا با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری D-STATCOM با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری STS صنعتی با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری DVR صنعتی با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری TSC تجاری با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه فناوری ذخیره ساز انرژی باطری صنعتی با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه دانش فنی طراحی و تهیه نقشه‌های اجرایی SFC با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی
- توسعه دانش فنی طراحی و تهیه نقشه‌های اجرایی سیستم تحریک با رویکرد تحقیق و توسعه داخلی

اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری

اقدامات

- تشکیل شورای راهبری توسعه فناوری تجهیزات الکترونیک قدرت
- تعریف پروژه‌های ملی مورد حمایت دولت در راستای نیازمندی‌های کشور
- تدوین قوانین، مقررات و دستورالعمل‌ها در جهت حمایت از توسعه فناوری تجهیزات الکترونیک قدرت
- تدوین استاندارد تجهیزات الکترونیک قدرت به منظور بهبود کیفیت تجهیزات وارداتی و ساخت داخل و ایجاد کمیته‌ای برای نظارت بر استانداردها
- حمایت از ایجاد محیط مناسب تست عملیاتی و ایجاد آزمایشگاه شبیه ساز بلادرنگ طراحی، توسعه و آزمون تجهیزات الکترونیک قدرت
- حمایت از تجهیز آزمایشگاه‌های تحقیقاتی موجود و تشکیل شبکه آزمایشگاهی
- استمرار مطالعات راهبردی مورد نیاز در خصوص فناوری تجهیزات الکترونیک قدرت
- ایجاد سازوکارهای مختلف انگیزشی - حمایتی از شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات اولویت‌دار نظیر اعطای معافیت‌های مالیاتی، اعطای وام و ...
- کمک به ایجاد و تقویت جایگاه تشکل‌های علمی، صنفی و غیردولتی حامی توسعه فناوری تجهیزات الکترونیک قدرت
- حمایت از تحقیق و پژوهش بویژه پژوهش‌های نیاز محور مرتبط با تجهیزات الکترونیک قدرت
- تسهیل ورود سرمایه‌گذاران خطر پذیر
- تربیت و جذب نیروی انسانی متخصص مورد نیاز
- بهره‌گیری از ظرفیت‌های مالی سایر ارگان‌های دولتی مرتبط (صندوق‌های توسعه فناوری و بودجه‌های تحقیق و توسعه)

سیاست‌ها

- حمایت از برگزاری رویدادهای علمی و صنفی نظیر نمایشگاه‌ها و کنفرانس‌ها و..
- تضمین وجود قوانین، مقررات و برنامه‌های بلندمدت
- تنظیم قوانین و دستورالعمل‌های مناسب جهت حمایت از تولیدکنندگان تجهیزات الکترونیک قدرت در حوزه‌های اولویت‌دار
- توسعه سرمایه‌های انسانی کارآمد
- تحریک ایجاد زیرساخت‌های دانشی در حوزه‌های تجهیزات الکترونیک قدرت در شبکه برق (آزمایشگاه‌های تخصصی)
- تحریک و سازماندهی استفاده از ظرفیت صندوق‌های توسعه فناوری در جهت حمایت مالی هرچه بهتر و بیشتر از سازندگان تجهیزات الکترونیک قدرت
- ایجاد فضا برای توسعه فعالیت‌های متولیان جهت‌دهی به پژوهش‌های حوزه‌های فناورانه
- ایجاد فضا برای توسعه توانایی بازیگران (به عنوان مثال از طریق یادگیری و آزمایش)

پروژه‌های اجرایی

۱. طراحی و ساخت مبدل الکترونیک قدرت مقیاس کامل توربین بادی مبتنی بر ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم ۲۵۰ کیلوواتی

در این پروژه مبدل الکترونیک قدرت یک توربین باد ۲۵۰ کیلوواتی با ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم طراحی و ساخته خواهد شد. سایر اجزاء توربین در این پروژه به شکل مناسب تهیه و خریداری خواهد شد.

۲. طراحی و ساخت مبدل الکترونیک قدرت مقیاس کامل توربین بادی مبتنی بر ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم ۲ مگاواتی

در این پروژه مبدل الکترونیک قدرت یک توربین باد ۲ مگاواتی با ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم طراحی و ساخته خواهد شد. سایر اجزاء توربین در این پروژه به شکل مناسب تهیه و خریداری خواهد شد.

۳. طراحی و ساخت اینورتر فتوولتائیک متصل به شبکه با توان پنج کیلووات

کشور ایران دارای پتانسیل تابشی مناسبی برای استفاده از انرژی خورشیدی است و از نظر فرهنگی نیز فتوولتائیک برای جامعه شناخته شده است. بنابراین با کسب دانش فنی و ساخت مدار قدرت و کنترل مبدل فتوولتائیک می‌توان عرصه را برای تولید ملی آن هموار نمود. این پروژه تحقیقاتی بر ساخت نمونه‌ی صنعتی سیستم فتوولتائیک ۵ کیلوواتی تمرکز خواهد داشت.

۴. طراحی و ساخت اینورتر فتوولتائیک نیروگاهی یک مگاواتی نیمه صنعتی

در کشورهای پهناور تولید برق فتوولتائیک به روش متمرکز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنرو که ایران دارای نواحی وسیع با پتانسیل تابشی مناسبی است لذا بهره‌برداری به روش متمرکز می‌تواند انتخاب مناسبی باشد. این پروژه به طراحی و ساخت یک نیروگاه فتوولتائیک با ظرفیت یک مگاوات تمرکز خواهد داشت.

۵. طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی SVC قابل جابجایی با ظرفیت ۱۲ مگاوار

در این پروژه یک SVC با ظرفیت ۱۲ مگاوار ساخته خواهد شد. طراحی بخش الکترونیک قدرت این SVC بصورت ماژولار خواهد بود که براحتی قابل توسعه باشد. طراحی مجموعه بصورتی خواهد بود که بتوان آن را داخل یک کانتینر جاسازی نموده و قابلیت جابجایی و نصب در زمان اندک را داشته باشد.

۶. طراحی و ساخت صنعتی SVC قابل جابجایی با ظرفیت ۵ تا ۱۵ مگاوار

این پروژه با توجه به دانش کسب شده از پروژه ساخت نمونه نیمه صنعتی تحقیقاتی، بر ساخت صنعتی تجهیز SVC قابل جابجایی با ظرفیت ۵ تا ۱۵ مگاوار تمرکز خواهد داشت.

۷. طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی SVC با ظرفیت ۷۰-۱۳۰ مگاوار

در این پروژه یک SVC با ظرفیت ۷۰ تا ۱۳۰ مگاوار ساخته خواهد شد. طراحی بخش الکترونیک قدرت این SVC بصورت ماژولار خواهد بود.

۸. طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی D-STATCOM با ظرفیت $2 \pm$ مگاوار

این پروژه تحقیقاتی بر ساخت نمونه اولیه کارکردی تجهیز D-STATCOM تمرکز خواهد داشت. در انتهای طرح تحقیقاتی انتظار می‌رود که بتوان یک D-STATCOM با ظرفیت ۲ مگاواوری طراحی و نمونه اولیه آنرا ساخت.

۹. طراحی و ساخت صنعتی D-STATCOM با ظرفیت چندمگاواوری

این پروژه با توجه به دانش کسب شده از پروژه ساخت نمونه نیمه صنعتی تحقیقاتی، بر ساخت صنعتی تجهیز D-STATCOM قابل جابجایی با ظرفیت کمتر از ۱۰ مگاوار تمرکز خواهد داشت.

۱۰. طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی STS با ولتاژ ۴۰۰ ولت و ۴۰۰ آمپر

در این پروژه طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی STS با ولتاژ ۴۰۰ ولت و ۴۰۰ آمپر مد نظر است. با ساخت این نمونه و با توجه به اینکه سیستم کنترل طراحی شده عمومیت دارد، در صورت نیاز می‌توان آنرا برای هر سطح ولتاژ و جریان نامی دیگر توسعه داد.

۱۱. طراحی و ساخت DVR نیمه صنعتی به ظرفیت ۳۰۰ کیلو ولت آمپر و ولتاژ ۴۰۰ ولت

در این پروژه با طراحی و ساخت DVR نیمه صنعتی به ظرفیت ۳۰۰ کیلو ولت آمپر و ولتاژ ۴۰۰ ولت مدنظر است. محصول نهایی یک DVR با قابلیت حفاظت از بار در مقابل اغتشاشات شبکه و همچنین حذف اغتشاشات جریان بار در حد استاندارد است.

۱۲. طراحی و ساخت نمونه صنعتی TSC به ظرفیت ۴۰۰ کیلووار

در این پروژه دستیابی به دانش فنی طراحی و ساخت یک نمونه TSC صنعتی مدنظر قرار دارد.

۱۳. طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ذخیره ساز انرژی باطری به ظرفیت دو مگاوات ساعت

در این پروژه هدف ساخت یک نمونه ذخیره ساز انرژی باطری با ظرفیت یک مگاوات و دو مگاوات ساعت است.

۱۴. طراحی و ساخت نمونه صنعتی ذخیره ساز انرژی باطری به ظرفیت یک تا ۵ مگاوات ساعت

در این پروژه با تکیه بر دانش حاصل از ساخت نمونه نیمه صنعتی، ساخت صنعتی ذخیره ساز انرژی باطری با ظرفیت یک تا پنج مگاوات ساعت مدنظر است.

۱۵. طراحی و ساخت مبدل پیل سوختی با توان پنج کیلووات

در پروژه پیشنهادی هدف دستیابی به دانش فنی ساخت مبدلهای الکترونیک قدرت پیل سوختی در مقیاس کوچکو تأمین نیاز کشور در این زمینه است.

۱۶. طراحی و ساخت صنعتی مبدل پیل سوختی با توان پنج کیلووات

در این پروژه هدف دستیابی بهنمونه صنعتی/تجاری مبدلهای الکترونیک قدرت پیل سوختی در مقیاس کوچک و تأمین نیاز کشور در این زمینه است.

۱۷. دستیابی به دانش فنی طراحی و تهیه نقشه‌های اجرایی SFC در کاربرد نیروگاه گازی و تلمبه ذخیره‌ای

در این پروژه هدف دستیابی به دانش فنی طراحی و تهیه نقشه‌های اجرایی SFC در کاربرد نیروگاه گازی و تلمبه ذخیره‌ای.

۱۸. دستیابی به دانش فنی طراحی و تهیه نقشه‌های اجرایی سیستم تحریک در کاربرد نیروگاه گازی و آبی

در این پروژه هدف دستیابی به دانش فنی طراحی و تهیه نقشه‌های اجرایی SFC در کاربرد نیروگاه گازی و آبی است.

۱۹. طرح راه اندازی آزمایشگاه شبیه ساز بلادرنگ جهت طراحی، توسعه و آزمون تجهیزات الکترونیک قدرت

هدف از این طرح فراهم نمودن آزمایشگاهی جهت تست کلیه تجهیزات الکترونیک قدرت تا ظرفیت ۵ مگاوات آمپر است.

