

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری

ابرسانا در صنعت برق

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ دکتر ارسلان حکمتی

✦ دکتر وحید دادمهر

✦ مهندس محمدرضا ده‌آفرین

✦ مهندس ام‌الله دهقانی سانیچ

✦ دکتر مسعود رجبی

✦ دکتر هادی سلامتی

✦ دکتر مهدی فردمنش

✦ دکتر مهدی وکیلیان

مدیر پروژه: مهندس حسین کوهانی

گروه پژوهشی مواد غیرفلزی

راهبر: معاونت فناوری

ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر

سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

ویرایش اول

۱۳۹۴

مقدمه

یکی از مشکلات عمده صنعت برق، تلفات انرژی از قسمت‌های مختلف این صنعت می‌باشد که موجب وارد آمدن خسارات عظیم مالی به صنعت می‌گردد. این خسارت‌ها شامل خسارت‌های مربوط به تعمیر و هزینه‌های ناشی از هدر رفت انرژی تولیدی می‌باشد. یک راهکار مناسب برای کاهش تلفات و افزایش طول عمر تجهیزات مختلف صنعت برق استفاده از تجهیزات مبتنی بر فناوری‌های ابررسانا در صنعت برق است. مواد ابررسانا به سبب اینکه مقاومت الکتریکی ندارند انرژی الکتریکی را بدون هدر دادن انرژی هدایت کرده و هنگام استفاده گرم نشده، از این رو عمر مفید بیشتری دارند. از سوی دیگر استفاده از تجهیزات مبتنی بر فناوری‌های ابررسانا تا حد زیادی حوادث غیرمترقبه را کاهش داده و سبب افزایش ایمنی خطوط انتقال و توزیع برق می‌گردند.

گسترده‌گی کاربرد تجهیزات ابررسانا و نوین بودن این فناوری‌ها در جهان از یک سو و الزامات قانونی، سیاسی، دفاعی و اجتماعی آن‌ها از سوی دیگر سبب اهمیت یافتن توسعه این فناوری‌ها در کشور شده است. با توجه به اهمیت یافتن پدیده ابررسانایی، توسعه مناسب و کارای این فناوری در صنعت برق نیازمند رویکردی برنامه‌محور و نگاهی راهبردی به موضوع بوده و عملی ساختن این اقدامات مستلزم برنامه‌ریزی استراتژیک و تدوین سندی راهبردی می‌باشد.

چشم انداز توسعه فناوری ابرسانا در صنعت برق

با انکابه خداوند متعال صنعت برق کشور در اقیانوس ۱۴۰۴ و در راستای
تحقق سند چشم انداز بیست ساله، با تأکید بر خود اتکالی و با
بهره گیری از دانش و فناوری های پیشرفته و مبتنی بر نیروی
انسانی بومی و ضمن توجه به مقوله حفظ محیط زیست، دستیابی به
دانش فنی ساخت و بهره برداری از تجهیزات کارا و مناسب
بر پایه ی فناوری ابرسانا در صنعت برق کشور را به منظور افزایش
کیفیت توان، پایداری شبکه و کاهش تلفات الکتریکی و هزینه های
صنعت برق کشور در حوزه های انتقال و توزیع دنبال می نماید.

اهداف توسعه فناوری

- دستیابی به سیستم تولید پیوسته سیم و نوار ابررسانا در مقیاس صنعتی
- تحقیق و پژوهش در خصوص ترانسفورماتور ابررسانا
- تحقیق و پژوهش در خصوص کابل ابررسانا در کشور و استفاده از آن در شبکه انتقال و توزیع برق
- تحقیق و پژوهش در خصوص سیستم محدودساز ابررسانا در کشور
- تحقیق و پژوهش در خصوص سیستم ذخیره‌ساز انرژی مبتنی بر فناوری ابررسانا در کشور
- تحقیق و پژوهش در زمینه دستیابی به نسل بعدی (سوم) سیم‌های ابررسانا
- ارتقای جایگاه علمی دانشگاه‌های کشور در حوزه به‌کارگیری فناوری‌های ابررسانا

راهبردهای توسعه فناوری

جدول روش اکتساب راهبرد ۱

روش اکتساب پیشنهادی	فناوری
توسعه درون‌زا	فناوری تولید YBCO
توسعه درون‌زا	فناوری تولید BSCCO
خرید خارجی	فناوری تولید Niobiumtin
خرید خارجی	فناوری تولید MgB2
خرید خارجی	فناوری تولید Niobiumtitanium

راهبرد یک: دستیابی به دانش فنی فناوری‌های تولید BSCCO و YBCO.

جدول روش اکتساب راهبرد ۲

روش اکتساب پیشنهادی	فناوری
توسعه درون‌زا	فناوری به‌کارگیری BSCCO در کابل تک فاز
توسعه درون‌زا	فناوری به‌کارگیری YBCO در کابل تک فاز
توسعه درون‌زا	فناوری به‌کارگیری BSCCO در محدودساز
توسعه درون‌زا	فناوری به‌کارگیری BSCCO در کابل سه فاز
توسعه درون‌زا	فناوری به‌کارگیری YBCO در کابل سه فاز
خرید خارجی	فناوری به‌کارگیری Niobiumtitanium در کابل سه فاز
خرید خارجی	فناوری به‌کارگیری Niobiumtin در کابل سه فاز

روش اکتساب پیشنهادی	فناوری
خرید خارجی	فناوری به کارگیری MgB2 در کابل سه فاز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtin در ذخیره‌ساز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtitanium در ذخیره‌ساز
توسعه درون‌زا	فناوری به کارگیری BSCCO در ذخیره‌ساز
توسعه درون‌زا	فناوری به کارگیری YBCO در ذخیره‌ساز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtin در کابل تک فاز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtitanium در کابل تک فاز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtin در محدودساز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtitanium در محدودساز
توسعه درون‌زا	فناوری به کارگیری YBCO در محدودساز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری MgB2 در ذخیره‌ساز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری MgB2 در کابل تک فاز
خرید خارجی	فناوری به کارگیری MgB2 در محدودساز
توسعه درون‌زا	فناوری به کارگیری BSCCO در ترانسفورماتور
توسعه درون‌زا	فناوری به کارگیری YBCO در ترانسفورماتور
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtitanium در ترانسفورماتور
خرید خارجی	فناوری به کارگیری MgB2 در ترانسفورماتور
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtin در ترانسفورماتور
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtitanium در خازن همزمان
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtin در خازن همزمان
خرید خارجی	فناوری به کارگیری YBCO در خازن همزمان
خرید خارجی	فناوری به کارگیری MgB2 در خازن همزمان
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtitanium در فلاپویل
خرید خارجی	فناوری به کارگیری Niobiumtin در فلاپویل
خرید خارجی	فناوری به کارگیری BSCCO در خازن همزمان
خرید خارجی	فناوری به کارگیری BSCCO در فلاپویل
خرید خارجی	فناوری به کارگیری MgB2 در فلاپویل
خرید خارجی	فناوری به کارگیری YBCO در فلاپویل

راهبرد دو : دستیابی به دانش فنی فناوری‌های به کارگیری BSCCO و YBCO در کابل تک فاز و سه فاز، محدودساز، ذخیره‌ساز و ترانسفورماتور و فناوری در کابل تک فاز و سه فاز، محدودساز، ذخیره‌ساز و ترانسفورماتور.

اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری

اقدامات فنی :

- اقدام ۱: مطالعات فنی-اقتصادی به‌کارگیری تجهیزات با اولویت مبتنی بر ابرسانا
- اقدام ۲: تسلط به دانش فنی ساخت (سنتز) پودرهای ابرسانا دما بالا
- اقدام ۳: تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت (آزمایشگاهی، نیمه‌صنعتی و صنعتی) سیم و نوار ابرسانای دما بالا
- اقدام ۴: تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی (آزمایشگاهی، نیمه‌صنعتی و صنعتی)

در دمای پایین جهت استفاده در تجهیزات با اولویت مبتنی بر ابرسانا

- اقدام ۵: تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت (آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی) کابل ابرسانا (تک فاز و سه‌فاز)

- اقدام ۶: تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت (آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی) محدودساز جریان خطا ابرسانا

- اقدام ۷: تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت (آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی) ترانسفورماتور ابرسانا

- اقدام ۸: تسلط به دانش فنی طراحی و ساخت سیستم ذخیره‌ساز انرژی ابرسانا

اقدامات غیرفنی :

- اقدام ۱: حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات کاربردی در حوزه ابرسانا به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی

- اقدام ۲: ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی

- اقدام ۳: ایجاد سامانه اتصال آنلاین دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی مختلف این حوزه به یکدیگر

- اقدام ۴: ایجاد انجمن‌های دانشی در ارتباط با فناوری‌های ابرسانا در کشور

- اقدام ۵: جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه ابرسانا

اقدام ۶: رایزنی با دستگاه‌های ذی‌ربط جهت افزایش ارتباطات میان مراکز علمی و تحقیقاتی کشور با مراکز علمی و تحقیقاتی و شرکت‌های معتبر کشورهای پیشرو جهت انتقال فناوری‌های به‌کارگیری مواد ابرسانا در تجهیزات صنعت برق

اقدام ۷: تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های ابرسانا میان دانشگاه‌ها و صنعت برق

اقدام ۸: تهیه و انتشار نشریه تخصصی در حوزه فناوری‌های ابرسانا

اقدام ۹: تهیه و چاپ مجله حاوی اطلاعاتی در رابطه با فعالیت‌ها و دستاوردهای دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقات مختلف در حوزه ابرسانا

اقدام ۱۰: برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی مرتبط جهت ارائه آخرین دستاوردها در حوزه ابرسانا

اقدام ۱۱: برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه ابرسانا

اقدام ۱۲: تسهیل قوانین گمرکی مربوط به مواد و قطعات مورد نیاز تحقیق و توسعه در حوزه ابرسانا

اقدام ۱۳: تدوین و اجرای آیین‌نامه حمایت مالی از مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها

اقدام ۱۴: اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم

در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های ابرسانا

اقدام ۱۵: تدوین و اجرای اساس‌نامه حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه ابرسانا

اقدام ۱۶: تدوین و اجرای آیین‌نامه به‌کارگیری نیروهای متخصص و کارآمد حوزه ابرسانایی در صنایع مرتبط

اقدام ۱۷: ایجاد یک مرکز آزمایشگاهی مجهز مربوط به حوزه ابرسانا ارائه دهنده خدمات به بازیگران فعال در این حوزه

اقدام ۱۸: تدوین استانداردها و شاخص‌هایی برای ارزیابی مواد ابرسانا و تجهیزات مبتنی بر مواد ابرسانا در کشور

اقدام ۱۹: تأسیس ستاد ابرسانایی در کشور جهت نظارت بر فعالیت‌ها، هماهنگی و جهت‌دهی به اقدامات

اقدام ۲۰: تهیه و تدوین نقشه‌راه ابرسانایی کشور

پروژه‌های اجرایی

۱. طراحی و ساخت سیستم تولید پودرهای ابرسانای دما بالا در مقیاس نیمه‌صنعتی
۲. طراحی و ساخت ذخیره‌ساز انرژی ابرسانا در مقیاس آزمایشگاهی
۳. شبیه‌سازی ذخیره‌ساز انرژی ابرسانا برای تعیین شرایط بهینه عملیاتی با استفاده از نرم‌افزار Flux
۴. طراحی و ساخت ترانسفورماتور ابرسانا ۲۰/۰/۴ kV – ۲ MVA
۵. طراحی و ساخت ترانسفورماتور ابرسانا ۲۰/۰/۴ kV – ۵۰ kVA
۶. طراحی و ساخت ترانسفورماتور ابرسانا در مقیاس آزمایشگاهی
۷. شبیه‌سازی ترانسفورماتور ابرسانا برای تعیین شرایط بهینه عملیاتی با استفاده از نرم‌افزار Flux
۸. طراحی و ساخت محدودساز جریان خطا ابرسانا در رده ۶۳ kV (فوق توزیع)
۹. طراحی و ساخت محدودساز جریان خطا ابرسانا در رده ۲۰ kV (توزیع)
۱۰. طراحی و ساخت محدودساز جریان خطا ابرسانا در مقیاس آزمایشگاهی
۱۱. شبیه‌سازی محدودساز جریان خطا ابرسانا برای تعیین شرایط بهینه عملیاتی با استفاده از نرم‌افزار Flux
۱۲. طراحی و ساخت کابل ابرسانا سه‌فاز در مقیاس نیمه‌صنعتی (۲۰ kV)
۱۳. طراحی و ساخت کابل ابرسانا سه‌فاز در مقیاس آزمایشگاهی
۱۴. طراحی و ساخت کابل ابرسانا تک‌فاز در مقیاس نیمه‌صنعتی (۲۰ kV)
۱۵. طراحی و ساخت کابل ابرسانا تک‌فاز در مقیاس آزمایشگاهی
۱۶. شبیه‌سازی کابل ابرسانا برای تعیین شرایط بهینه عملیاتی با استفاده از نرم‌افزار Flux
۱۷. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در ذخیره‌ساز انرژی ابرسانا در مقیاس صنعتی
۱۸. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در ذخیره‌ساز انرژی ابرسانا در مقیاس نیمه‌صنعتی
۱۹. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در ذخیره‌ساز انرژی ابرسانا در مقیاس آزمایشگاهی
۲۰. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در محدودساز جریان خطای ابرسانا در مقیاس صنعتی

۲۱. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در محدودساز جریان خطای ابررسانا در مقیاس نیمه‌صنعتی
۲۲. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در محدودساز جریان خطای ابررسانا در مقیاس آزمایشگاهی
۲۳. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در ترانسفورماتور ابررسانا در مقیاس صنعتی
۲۴. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در کابل ابررسانا در مقیاس صنعتی
۲۵. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در کابل ابررسانا در مقیاس نیمه‌صنعتی
۲۶. طراحی و ساخت سیستم‌های خنک‌کن و عایق‌بندی در دمای پایین جهت استفاده در کابل ابررسانا در مقیاس آزمایشگاهی
۲۷. طراحی و ساخت سیستم عایق‌بندی الکتریکی سیم و نوار ابررسانا
۲۸. طراحی و ساخت سیستم پوشش‌دهی نوار نقره
۲۹. طراحی و ساخت سیستم تولید سیم و نوار ابررسانای نسل دوم (دما بالا) به صورت پیوسته در مقیاس صنعتی
۳۰. طراحی و ساخت سیستم تولید سیم و نوار ابررسانای نسل اول (دما بالا) به صورت پیوسته در مقیاس صنعتی
۳۱. طراحی و ساخت سیستم شکل‌دهی و جوش لیزری تیوب نقره
۳۲. طراحی و ساخت کوره تولید پیوسته قابل کنترل
۳۳. طراحی و ساخت سیستم تولید سیم و نوار ابررسانای نسل اول (دما بالا) در مقیاس نیمه‌صنعتی
۳۴. طراحی و ساخت سیستم تولید سیم و نوار ابررسانای نسل دوم (دما بالا) در مقیاس نیمه‌صنعتی
۳۵. طراحی و ساخت سیستم تولید پودرهای ابررسانای دما بالا در مقیاس صنعتی
۳۶. طراحی و ساخت ذخیره‌ساز انرژی ابررسانا در مقیاس نیمه‌صنعتی (۱MJ)

رهنگاشت (نقشه‌راه) توسعه فناوری ابررسانا در صنعت برق

ابتدای ۱۳۹۹ تا انتهای ۱۴۰۳	ابتدای ۱۳۹۷ تا انتهای ۱۳۹۸	ابتدای ۱۳۹۶ تا انتهای ۱۳۹۶	ابتدای ۱۳۹۴ تا انتهای ۱۳۹۵
<ul style="list-style-type: none"> جذب و پذیرش واحدهای تحقیقاتی در مراکز رشد جهت کمک به صنعتی شدن دانش به دست آمده در حوزه ابررسانا برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی مرتبط جهت ارائه آخرین دستاوردها در حوزه ابررسانا برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های آموزشی برای صنایع مرتبط با حوزه ابررسانا اعزام نیروی متخصص به مراکز تحقیقاتی و صنعتی خارج از کشور جهت کسب دانش و مهارت‌های لازم در حوزه صنعتی‌سازی فناوری‌های ابررسانا 		<ul style="list-style-type: none"> رایزنی با دستگاه‌های ذی‌ربط جهت افزایش ارتباطات میان مراکز علمی و تحقیقاتی کشور با مراکز علمی و تحقیقاتی و شرکت‌های معتبر کشورهای پیشرو جهت انتقال فناوری‌های به‌کارگیری مواد ابررسانا در تجهیزات صنعت برق تهیه و تدوین نقشه‌راه ابررسانایی کشور 	<ul style="list-style-type: none"> ایجاد سامانه اتصال آنلاین دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی مختلف این حوزه به یکدیگر تسهیل قوانین گمرکی مربوط به مواد و قطعات مورد نیاز تحقیق و توسعه در حوزه ابررسانا ایجاد یک مرکز آزمایشگاهی مجهز مربوط به حوزه ابررسانا ارائه‌دهنده خدمات به بازیگران فعال در این حوزه تدوین استانداردها و شاخص‌هایی برای ارزیابی مواد ابررسانا و تجهیزات مبتنی بر مواد ابررسانا در کشور تأسیس ستاد ابررسانایی در کشور جهت نظارت بر فعالیت‌ها، هماهنگی و جهت‌دهی به اقدامات
	<ul style="list-style-type: none"> تعریف پروژه‌های مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های ابررسانا میان دانشگاه‌ها و صنعت برق تهیه و انتشار نشریه تخصصی در حوزه فناوری‌های ابررسانا تهیه و چاپ مجله حاوی اطلاعاتی در رابطه با فعالیت‌ها و دستاوردهای دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقات مختلف در حوزه ابررسانا تدوین و اجرای اساس‌نامه حمایت از تشکیل و فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه ابررسانا 		
		<ul style="list-style-type: none"> ایجاد انجمن‌های دانشی در ارتباط با فناوری‌های ابررسانا در کشور تدوین و اجرای آیین‌نامه حمایت مالی از مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها تدوین و اجرای آیین‌نامه به‌کارگیری نیروهای متخصص و کارآمد حوزه ابررسانایی در صنایع مرتبط 	
<ul style="list-style-type: none"> حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و مقالات کاربردی در حوزه ابررسانا به شکل کمک‌های مالی و ارائه خدمات آزمایشگاهی 	<ul style="list-style-type: none"> ایجاد و به‌روزرسانی یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده پژوهشگران این حوزه و به اشتراک گذاشتن دانش تولید شده توسط آن‌ها در این بانک اطلاعاتی 		

