



فرم پیشنهاد طرح کلان ملی

عنوان طرح:

طراحی، ساخت و تدوین دانش فنی اینورترهای متمرکز توان بالای متصل به شبکه برای سیستم‌های تامین توان فتوولتائیک

مجری / مجریان

محمد فرزی

واحد / پژوهشکده

پژوهشکده برق جهاد دانشگاهی

تاریخ ابلاغ طرح:



عنوان طرح: طراحی، ساخت و تدوین دانش فنی اینوترترهای متمرکز توان بالای
متصل به شبکه برای سیستم‌های تامین توان فتوولتائیک

صفحه ۲ از ۳۲

- ۱- فصل اول- خلاصه مدیریتی ۵
- ۱-۱- عنوان طرح: ۵
- ۲-۱- خلاصه طرح: ۵
- ۳-۱- نام مجری: ۵
- ۴-۱- محل اصلی اجرای طرح (نام واحدی/ پژوهشکده که مسئول اصلی اجرای طرح است) ۵
- ۵-۱- نام بهره‌بردار/ مشارکت‌کننده مالی: ۵
- ۶-۱- مدت زمان اجرا (ماه): ۵
- ۷-۱- تاریخ شروع طرح (روز/ماه/ سال طبق ابلاغیه) ۶
- ۸-۱- ماهیت و مقیاس طرح: ۶
- ۹-۱- اعتبار کل مورد نیاز (میلیون ریال): ۶
- ۱۰-۱- برآورد هزینه‌های اجرای طرح (خلاصه جدول مالی): ۶
- ۲- فصل دوم: کلیات طرح ۷
- ۱-۲- مسئله و راهکار ۷
- ۱-۱-۲- شرح مسئله ۷
- ۲-۱-۲- راهکار ارائه شده در طرح ۸
- ۲-۲- کلیات فنی طرح ۱۰
- ۱-۲-۲- جزییات طرح از منظر فنی ۱۲
- ۲-۲-۲- جزییات طرح از منظر ساختاری ۱۳
- ۳-۲- اهمیت و جذابیت طرح ۱۴
- ۱-۳-۲- جذابیت فناورانه ۱۵
- ۲-۳-۲- جذابیت اقتصادی ۱۶
- ۳-۳-۲- جذابیت اجتماعی ۱۷
- ۴-۲- بازار ۱۸
- ۱-۴-۲- تقاضای بازار ۱۸
- میزان رقابت در بازار ۱۸



عنوان طرح: طراحی، ساخت و تدوین دانش فنی اینورترهای متمرکز توان
بالای متصل به شبکه برای سیستم‌های تامین توان فتوولتائیک

صفحه ۳ از ۳۲

- ۱۹..... رقبا ۵-۲-۱۹
- ۱۹..... راهکارهای کنونی ۵-۲-۱۹
- ۱۹..... مزیت رقابتی راهکار فعلی ۵-۲-۱۹
- ۲۰..... اجرا ۳-۱۹
- ۲۰..... برنامه بازاریابی / تجاریسازی / فروش ۳-۱-۲۰
- ۲۰..... عملیات اجرایی ۳-۲-۲۰
- ۲۰..... محل اجرای طرح و زیرساختها ۳-۲-۱-۲۰
- ۲۰..... تجهیزات و مواد اصلی مورد نیاز ۳-۲-۲-۲۰
- ۲۰..... مجوز و استاندارد ۳-۳-۲۰
- ۲۰..... استانداردهای مورد نیاز ۳-۳-۱-۲۰
- ۲۱..... مجوزهای مورد نیاز ۳-۳-۲-۲۱
- ۲۱..... پروانه های مورد نیاز ۳-۳-۳-۲۱
- ۲۱..... شرح خدمات، زمان بندی و فاز بندی طرح ۴-۳-۲۱
- ۲۳..... شاخص ها و مقاطع گزارش دهی ۳-۵-۲۳
- ۲۳..... برآوردهای مالی و هزینههای طرح ۳-۶-۲۳
- ۲۳..... هزینههای پرسنلی ۳-۶-۱-۲۳
- ۲۵..... هزینه دستگاهها و تجهیزات مورد نیاز ۳-۶-۲-۲۵
- ۲۵..... سایر هزینهها (اجاره، خرید خدمت ، و...) ۳-۶-۳-۲۵
- ۲۵..... مجموع هزینهها (جدول و نمودار) ۳-۶-۴-۲۵
- ۲۷..... اطلاعات مجری ۴-۲۷
- ۲۷..... معرفی مجری ۴-۱-۲۷
- ۲۷..... سوابق مجری ۴-۲-۲۷
- ۲۷..... سوابق فنی-صنعتی مجری در رابطه با موضوع طرح ۴-۱-۲-۲۷
- ۲۷..... سوابق علمی مجری در رابطه با موضوع طرح ۴-۲-۲-۲۷
- ۲۷..... تیم اجرایی، همکاران و مشاوران ۴-۳-۲۷
- ۲۷..... تیم اجرایی ۴-۱-۳-۲۷
- ۲۸..... همکاران ۴-۲-۳-۲۸



عنوان طرح: طراحی، ساخت و تدوین دانش فنی اینورترهای متمرکز توان
بالای متصل به شبکه برای سیستم‌های تامین توان فتوولتائیک

صفحه ۴ از ۳۲

- ۳-۳-۴- مشاوران ۲۸
- ۴-۴- اطلاعات تماس ۲۸
- ۵- پیوست شماره ۱: شرح خدمات و برنامه زمانبندی ۲۹
- ۶- پیوست شماره ۲: رزومه مجری ۳۰



۱- فصل اول - خلاصه مدیریتی

۱-۱- عنوان طرح:

طراحی، ساخت و تدوین دانش فنی اینورترهای متمرکز توان بالای متصل به شبکه برای سیستم‌های تامین توان فتوولتائیک

۱-۲- خلاصه طرح:

مهم‌ترین جزء یک سیستم تامین توان فتوولتائیک برای انطباق و انتقال انرژی آرایه‌های فتوولتائیک به مصرف‌کننده محلی و یا شبکه برق، اینورتر متمرکز متصل به شبکه است. منظور از انطباق، تطبیق دامنه موج متناوب تولیدی و همگام‌سازی فرکانس آن با شبکه سستی است. منظور از انتقال انرژی نیز تزریق توان حقیقی تولیدی آرایه‌ها به مصرف‌کننده محلی و یا شبکه برق (شبکه برق می‌تواند شبکه توزیع ۴۰۰V یا شبکه فوق توزیع ۲۰kV باشد) می‌باشد. هدف از طرح پیشنهادی، دستیابی به دانش فنی طراحی، مهندسی و ساخت این نوع اینورترها و پست کامپکت آنهاست که عمدتاً به دلیل متمرکز بودن، توان بالایی نیز دارند. در واقع، طرح پیشنهادی به دنبال بومی‌سازی فناوری‌ای در کشور است که تاکنون به صورت وارداتی بوده و دستیابی به دانش آن علی‌رغم چالش‌های پیش‌رو در نیل به آن، سبب بومی‌سازی فناوری ساخت نیروگاه‌های غیرمتمرکز مبتنی بر فتوولتائیک در کشور و تسهیل در امر تامین تجهیزات مرتبط با آن می‌گردد.

۱-۳- نام مجری:

پژوهشکده برق جهاد دانشگاهی

۱-۴- محل اصلی اجرای طرح (نام واحدی/ پژوهشکده که مسئول اصلی اجرای طرح است)

پژوهشکده برق جهاد دانشگاهی

۱-۵- نام بهره‌بردار/ مشارکت‌کننده مالی:

۱-۶- مدت زمان اجرا (ماه):

۱۲ ماه



عنوان طرح: طراحی، ساخت و تدوین دانش فنی اینورترهای متمرکز توان
بالای متصل به شبکه برای سیستم‌های تامین توان فتوولتائیک

صفحه ۶ از ۳۲

۱-۷- تاریخ شروع طرح (روز/ماه/سال طبق ابلاغیه)

۱-۸- ماهیت و مقیاس طرح:

ساخت یک پست کامپکت قابل استفاده در صنعت برق تا توان ادعا شده

۱-۹- اعتبار کل مورد نیاز (میلیون ریال):

هشتاد و هشت میلیارد و سیصد و نود و دو میلیون ریال

۱-۱۰- برآورد هزینه‌های اجرای طرح (خلاصه جدول مالی):

ردیف	نوع هزینه	هزینه ریالی	هزینه ارزی
۱	نیروی انسانی	۹,۸۸۲,۰۰۰,۰۰۰	-
۲	وسایل و مواد مصرفی	۵۵,۷۵۰,۰۰۰,۰۰۰	-
۳	دستگاه‌ها و تجهیزات غیرمصرفی	۲۱,۷۶۰,۰۰۰,۰۰۰	-
۴	خرید خدمات / اجاره	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	-
۵	-	-	-
۶	-	-	-
۷	-	-	-
جمع کل هزینه‌های طرح (میلیون ریال):		۸۸,۳۹۲,۰۰۰,۰۰۰	

۲- فصل دوم: کلیات طرح

۲-۱- مسئله و راهکار

۲-۱-۱- شرح مسئله

یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت برق ایران که در چندسال اخیر بسیار محسوس بوده، چالش تامین توان الکتریکی مورد نیاز مصرف‌کننده‌ها در شبکه برق است. در ریشه یابی علل بروز این چالش جدید می‌توان به نکات قابل تامل زیر اشاره نمود:

۱. رشد مصرف‌کننده‌های الکتریکی نوظهور و به تبع آن افزایش میزان مصرف انرژی
 ۲. عدم بهره‌برداری از نیروگاه‌های جدید جهت افزایش بیشینه ظرفیت قابل تولید
 ۳. خارج شدن تمام/بخشی از ظرفیت نیروگاهی کشور به دلیل خرابی و عدم امکان تعمیرات در شرایط تحریم
 ۴. عدم توسعه و کمبود نیروگاه‌های کوچک غیرمتمرکز و پشتیبان شبکه برق
 ۵. تغییرات آب و هوایی کاهش تولید برق آبی کشور در اثر کاهش بارندگی‌ها
- عوامل اساسی فوق از یک‌سو و رویکرد تاکید بر سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های متمرکز سنتی از سوی دیگر، سبب شد میزان مصرف از میزان تولید پیشی بگیرد. در حال حاضر ظرفیت تولید انرژی در کشور، ۸۵ هزار مگاوات بوده و طبق سند برنامه‌ریزی وزارت نیرو، این عدد باید به ۱۲۰ هزار مگاوات ساعت در طی ۴ سال آتی برسد. یکی از روش‌های تامین توان الکتریکی که سرمایه‌گذاری در آن در چندسال گذشته کم‌رنگ بود، نیروگاه‌های فتوولتائیک است. در کشور به واسطه موقعیت جغرافیایی و نزدیکی به خط استوا، حداقل میزان تابش 5500 W/m^2 تا 6500 W/m^2 در بسیاری از مناطق آن وجود دارد. در ریشه‌یابی علل کمی اقبال برای سرمایه‌گذاری در این حوزه، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

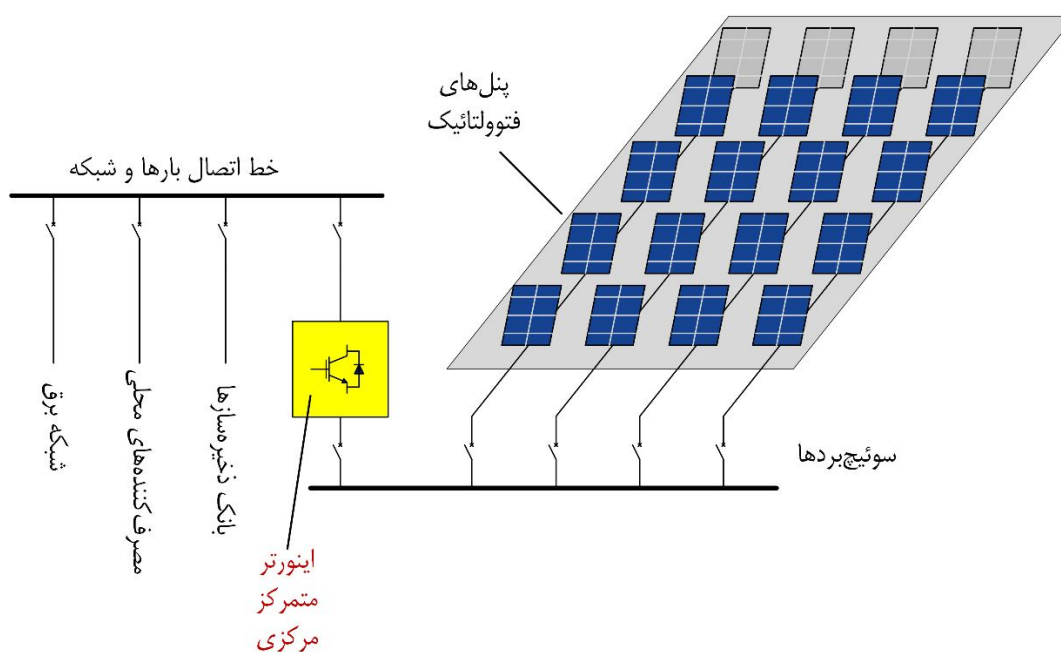
۱. چالش‌های اقتصادی بازار برق تولیدی این دست از نیروگاه‌ها که توسط متولی امر تاکنون برطرف نشده است.
 ۲. وابستگی به خارج از کشور برای تامین سیستم‌ها و اجزای نیروگاه‌های برق فتوولتائیک به‌خصوص اینورترهای پرفرکانس آن که در شرایط تحریم هزینه نهایی تامین آن نیز قابل ملاحظه می‌گردد.
 ۳. عدم انطباق دانش فنی داخل کشور با تکنولوژی روز دنیا در طراحی و ساخت این نوع از نیروگاه‌ها
- اگر چالش‌های تامین سرمایه اولیه و مسائل اقتصادی تامین توان فتوولتائیک را حل شده و عزم کشور را برای تحقق نیروگاه‌های فتوولتائیک، مطابق با سند توسعه نیروگاهی جدید کشور، جدی در نظر بگیریم، موارد ۲ و ۳ یادشده در درجه اهمیت بسیار بالایی قرار می‌گیرند زیرا:

۱. وجود تکنولوژی داخلی در توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک از هزینه سرمایه‌گذاری اولیه که عمدتاً ارزی است و نه ریالی می‌کاهد.
 ۲. از خروجی سرمایه‌گذاری به عمل آورده و مانع صرف ارز می‌شود.
 ۳. بومی شدن تکنولوژی تجهیزات الکترونیکی و الکترونیک قدرتی این نیروگاه‌ها موجب تسهیل در خدمات و تعمیرات و بی‌نیازی از خارج از کشور در این حوزه می‌شود.
 ۴. فرصت‌های شغلی بسیاری برای فارغ التحصیلان و نیروهای متخصص دانشگاهی ایجاد می‌شود.
 ۵. تدوین دانش فنی ساخت این اجزا موجب تربیت نیروهای متخصص جدید در این حوزه می‌شود.
 ۶. توسعه این تجهیزات به همراه نشان‌سازی تجاری و بازاریابی صحیح سبب افزودن یک محصول جدید به سبد خدمات فنی و مهندسی کشور گردیده و لذا می‌توان به یک خدمت جدید مهندسی برای عرضه و صادرات به خارج از کشور دست‌یافت.
 ۷. قرارگیری در مرز دانش بین المللی که همواره یکی از مهم‌ترین رویکردهای کشور بوده، از دیگر دستاوردهای ورود به این صنعت است که در شرایط تحریمی قابل توجه خواهد بود.
 ۸. ایجاد یک بستر آزمایشگاهی برای ارزیابی عملکرد اینورترهای متمرکز مرکزی به تبع اجرای طرح.
- لذا فناوری‌های درون یک نیروگاه تجدیدپذیر فتوولتائیک و وابستگی به واردات آنها به عنوان یک مساله و چالش برای توسعه این نیروگاه‌ها در کشور است.

۲-۱-۲- راهکار ارائه شده در طرح

شکل ۱ دیاگرام اجزای یک سیستم تامین توان فتوولتائیک را شامل آرایه‌های فتوولتائیک، کلیدهای سری-موازی‌سازی و پنل سوئیچینگ آنها و اینورتر متمرکز مرکزی؛ نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، مهم‌ترین جزء این سیستم تامین توان برای انطباق و انتقال انرژی آرایه‌های فتوولتائیک به مصرف‌کننده محلی و یا شبکه برق، **اینورتر متمرکز** متصل به شبکه است. منظور از انطباق، تطبیق دامنه موج متناوب تولیدی و همگام‌سازی فرکانس آن با شبکه سنتی است. منظور از انتقال انرژی نیز تزریق توان حقیقی تولیدی آرایه‌ها به مصرف‌کننده محلی و یا شبکه برق (شبکه برق می‌تواند شبکه توزیع ۴۰۰V یا شبکه فوق توزیع ۲۰kV

متمرکز بودن، توان بالایی نیز دارند. در واقع، طرح پیشنهادی به دنبال بومی‌سازی فناوری‌ای در کشور است که تاکنون به صورت وارداتی بوده و دستیابی به دانش آن علی‌رغم چالش‌های پیش‌رو در نیل به آن، سبب بومی‌سازی فناوری ساخت نیروگاه‌های غیرمتمرکز مبتنی بر فتوولتائیک در کشور و تسهیل در امر تامین تجهیزات مرتبط با آن می‌گردد.

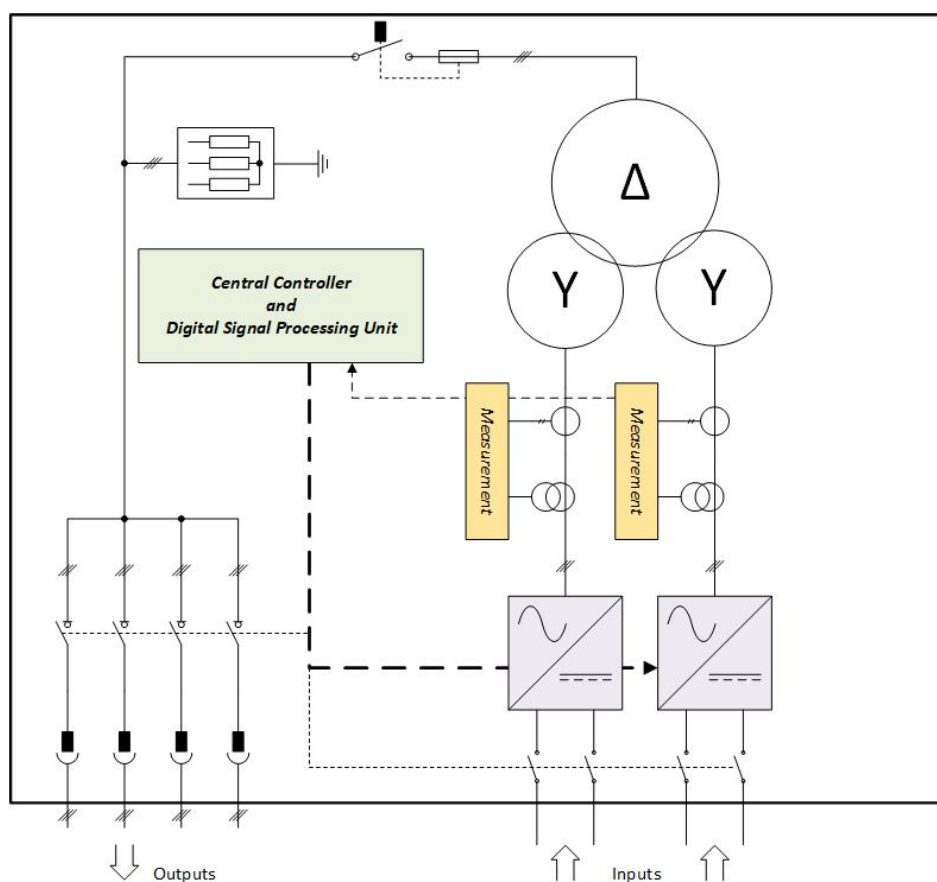


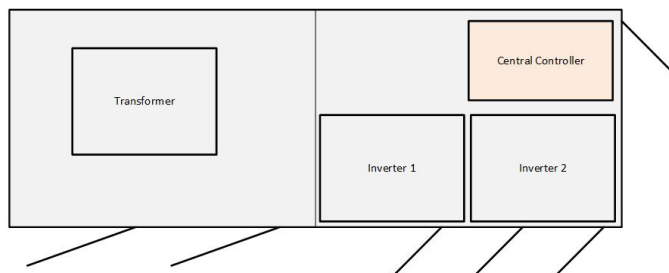
شکل ۱- نمودار یک سیستم توان فتوولتائیک

اینورتر متمرکز مرکزی به عنوان یک پست برق فتوولتائیک شامل مجموعه‌ای از ادوات الکترونیکی، الکترونیک قدرت، ترانسفورماتور سیستم‌های حفاظتی و سوئیچ بردها است که وظیفه دریافت توان از آرایه فتوولتائیک و تزریق توان حقیقی به شبکه را بر عهده دارد. در اینجا این سیستم همواره سعی می‌کند نقطه کار پنل‌ها را در نقطه بیشینه توان خود نگه داشته و همچنین ضمن رعایت اصول و استاندارد اتصال به شبکه و مصرف‌کننده‌ها، توان حقیقی تولیدی آن‌ها را به مصرف‌کننده‌ها و شبکه تزریق نماید. یک اینورتر متمرکز مرکزی شامل سلول‌های قدرت DC/DC با قابلیت استخراج نقطه بیشینه توان، بانک خازنی، سلول قدرت DC/AC و شبکه فیلتر و ترانسفورماتور برای اتصال مستقیم به شبکه است. برخلاف اینورترهای متداول سیستم‌های درایو محرکه‌های الکتریکی، اینورترهای سیستم‌های خورشیدی باید به قابلیت‌هایی نظیر کار در نقطه بیشینه توان پنل فتوولتائیک، حفاظت جزیره‌ای شدن، سیستم همگام‌ساز فرکانس با فرکانس شبکه، سیستم کنترل توان حقیقی تزریقی و ثبات داده‌ها نیز مجهز باشند که طرح حاضر به دنبال دستیابی به فناوری و ساخت این نوع پست‌ها است.

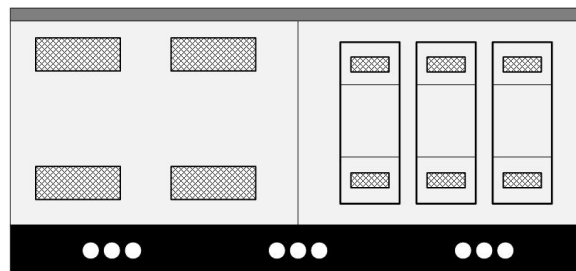
۲-۲- کلیات فنی طرح

شکل ۲ ساختار طرح پیشنهادی به عنوان یک اینورتر متمرکز مرکزی به همراه اجزای یک پست کامپکت را نشان می‌دهد. این طرح شامل دو اینورتر در ورودی است که از ورودی به مجموعه آرایه فتوولتائیک متصل گردیده و خروجی آن به واسطه یک ترانسفورماتور فرکانس پایین به خروجی اینورتر دیگر وصل می‌شود. مبدل طبقه DC/AC وظیفه تولید یک موج متناوب هم فرکانس با شبکه از خط DC ورودی خود را برعهده دارد. این مبدل برای اتصال به شبکه باید یا به کمک شبکه فیلتر و یا به کمک ترانسفورماتور متصل گردد. سایر اجزای این پست کامپکت شامل اندازه گیرهای جریان، یک کنترل کننده مرکزی برای کنترل اینورترها، برق گیرها، ادوات گراندینگ، ادواتی نظیر کلیدهای قدرت و سوئیچ برد ورودی می‌باشد.





نمای از بالا



نمای روبرو

شکل ۲- نمودار ساختار طرح پیشنهادی، نمایی از یک پست کامپکت شامل طرح پیشنهادی



۱-۲-۲- جزئیات طرح از منظر فنی

خروجی‌های عینی و کمی طرح پیشنهادی یک دستگاه اینورتر متمرکز مرکزی با مشخصات پیش‌بینی شده در جدول ۱ و طرح شکل ۲ است.

جدول ۱- خروجی‌های کمی طرح پیشنهادی

مشخصات	مقادیر
محدوده ولتاژ ورودی DC (محل اتصال پنل)	۳۰۰ تا ۵۰۰ ولت
محدوده حداکثر توان پنل فتوولتائیک	۷۰۰ تا ۹۰۰ کیلووات
محدوده ولتاژ خط DC اینورتر	۶۰۰ تا ۷۵۰ ولت
ولتاژ متناوب خروجی اینورتر	۴۰۰ ولت
ولتاژ متناوب خروجی سمت شبکه	۲۰ کیلوولت
تعداد فاز خروجی	۳ فاز
حداکثر توان قابل حصول از خروجی اینورتر	۸۰۰ کیلووات
راندمان اروپایی پیش‌بینی شده برای دستیابی	بیش از ۹۵٪
حداکثر اعوجاجات هارمونیکی شکل موج خروجی متناوب	۵٪ مطابق استاندارد IEEE519
محدوده فرکانسی خروجی	۴۷/۵ تا ۵۱/۵ هرتز
ضریب قدرت خروجی	از ۰/۹ پسفاز تا ۰/۹ پیشفاز
خنکساز	هواخنک
محل اتصال بار	۴۰۰V و ۲۰kV در محدوده توان سیستم

مشخصات کمی ارائه‌شده قابل اندازه‌گیری است. شایان ذکر است دانش فنی قابل تعمیم به سطوح توان بالاتر نیز می‌باشد. همچنین می‌توان با اضافه نمودن ترانسفورماتور ولتاژ متوسط به این طرح در آینده، با همان دانش فنی بدست آمده امکان اتصال و تزریق توان به شبکه ولتاژ متوسط را فراهم نمود



۲-۲-۲- جزئیات طرح از منظر ساختاری

مجموعه جهاد دانشگاهی علم و صنعت بیش از ۳۰ سال در حوزه الکترونیک قدرت در صنعت کشور فعالیت داشته و حاصل آن محصولات متنوعی نظیر ترانس-رکتیفایرهای ترکشن، ترانس-رکتیفایرهای الکتروفیلترها، انواع UPS ها و شارژرهای صنعتی، تجهیزات سیستم رانش قطارها و سیستم‌های درایو محرکه‌های الکتریکی ولتاژ-متوسط توان بالا می‌باشد. مخاطبین این مجموعه صنایع بالادستی کشور نظیر نفت، گاز، پتروشیمی، سیمان، فولاد و فلزات اساسی و رنگین می‌باشند. کار در حوزه طراحی، مهندسی و ساخت اینورترهای محرکه‌های الکتریکی در سطوح ولتاژ و توان‌های مختلف و تجارب پیشین کارفرمایی، این مجموعه را برآن داشته‌است تا پا به عرصه طراحی، مهندسی و ساخت اینورترهای متمرکز مرکزی سیستم های نیروگاهی تامین توان فتوولتائیک بگذارد. از این رو، طرح پیشنهادی را برای دستیابی به دانش فنی این محصول راهبردی ارائه نموده است. خلاصه ای از فواید طرح پیشنهادی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- فواید اجرای طرح پیشنهادی

فایده طرح	خلاصه خروجی کمی طرح
دستیابی به فناوری مورد نیاز	ساخت یک دستگاه اینورتر متمرکز مرکزی برای نیروگاه‌های فتوولتائیک
ایجاد پنجره درآمدی جدید برای واحد مجری	توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک از اهداف اصلی دولت در سند ۴ ساله تحول وزارت نیرو بوده. لذا واحد مجری امکان ورود به بازاری را خواهد داشت که نمونه مشابه داخلی ندارد
افزایش توان علمی گروه و مراکز	تربیت حداقل ۵ نفر نیروی انسانی متخصص در این حوزه
افزایش توان ارائه خدمات تخصصی	امکان ایجاد خدمات مهندسی برای سیستم‌های موجود خارجی
توانمندسازی اعضای جهاد دانشگاهی	دستیابی به دانش فنی طراحی، مهندسی و ساخت اینورترهای متمرکز مرکزی برای نیروگاه‌های فتوولتائیک
بومی‌سازی یک فناوری جدید که در اختیار شرکت‌های خارجی است	امکان رقابت با شرکت‌های خارجی فعال در این زمینه



۳-۲- اهمیت و جذابیت طرح

فایده طرح	خلاصه خروجی کمی طرح
دستیابی به فناوری مورد نیاز	ساخت یک دستگاه اینورتر متمرکز مرکزی برای نیروگاه‌های فتوولتائیک
ایجاد پنجره درآمدی	توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک از اهداف اصلی دولت در سند ۴ ساله تحول وزارت نیرو بوده. لذا واحد مجری امکان ورود به بازاری را خواهد داشت که نمونه مشابه داخلی ندارد
افزایش توان علمی گروه‌ها و مراکز پژوهشی	تربیت حداقل ۱۵ نفر نیروی انسانی متخصص با ساخت هر سیستم در این حوزه
افزایش توان ارائه خدمات تخصصی	امکان ایجاد خدمات مهندسی برای سیستم‌های موجود خارجی
بومی‌سازی یک فناوری جدید که در اختیار شرکت‌های خارجی است	امکان رقابت با شرکت‌های خارجی فعال در این زمینه

در صورت عدم تامین مالی و به تبع آن اجرا نشدن این طرح، همچنان در کشور برای طراحی، ساخت و بهره‌برداری از نیروگاه‌های خورشیدی نیاز به واردات خواهد بود و ارزیابی در این حوزه همچنان ادامه خواهد داشت که موجب اتلاف سرمایه ملی است. از دیدگاه علمی نیز، نیروی متخصص، کارآمد و صاحب دانش و فناوری در این حوزه تربیت نشده و لذا از لحاظ علمی و فناوری علاوه بر وابستگی، دچار عقب‌ماندگی علمی نیز خواهیم شد.



۱-۳-۲- جذابیت فناوریانه

• تاثیر بر جایگاه کشور در منطقه و دنیا/اهمیت استراتژیک

اینورترهای متمرکز مرکزی فتوولتائیک توسط شرکت هایی نظیر SMA، ABB، MIKROTEK، ENPHASE، Solar Edge و ... در توان های مختلف تا ۸۸۰ کیلووات ساخته شده است. نتیجه حاصل از آن توسعه قابل توجه نیروگاه های فتوولتائیک در کشورهای خارجی است. نمونه اینورترهای SMA در کشور به صورت وارداتی موجود است. در کشور ما تاکنون شرکتی در حوزه ساخت اینورترهای توان بالای فتوولتائیک برای اتصال به شبکه توزیع ۲۰۰۰۰ تلاشی انجام نداده است. تمرکز شرکت های داخلی بر اینورترها و شارژکنترلرهای خورشیدی خانگی بوده است. تقویت کشور در دیپلماسی فناوری بین المللی، جذب پرسنل متخصص، تشویق به سرمایه گذاری های جدید، تولید فناوری های دانش بنیان از اهم موارد بوده است.

فناوری سیستم های خورشیدی علاقه مندان بسیاری در میان متخصصین و دانشجویان در حال تحصیل در کشور دارد. اما به دلیل وارداتی بودن این فناوری و بومی نبودن آن، بیشتر متخصصین این حوزه مهاجرت نموده اند. حال در یک افق ۵ ساله و تحقق زیرساخت های لازم که طرح حاضر یکی از ملزومات آن است، موضوع بازگشت مهاجرین متخصص در این حوزه به کشور نیز دور از انتظار نیست. موضوع طرح از موضوعات روز بین المللی است و امکان جذب تحصیل کرده های خارجی نیز میسر است.



• ایجاد زمینه‌های جدید

۱. وجود تکنولوژی داخلی در توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک از هزینه سرمایه‌گذاری اولیه که عمدتاً ارزی است و نه ریالی می‌کاهد.
۲. از خروجی سرمایه‌گذاری به عمل آورده و مانع صرف ارز می‌شود.
۳. بومی شدن تکنولوژی تجهیزات الکترونیکی و الکترونیک قدرتی این نیروگاه‌ها موجب تسهیل در خدمات و تعمیرات و بی‌نیازی از خارج از کشور در این حوزه می‌شود.
۴. فرصت‌های شغلی بسیاری برای فارغ التحصیلان و نیروهای متخصص دانشگاهی ایجاد می‌شود.
۵. تدوین دانش فنی ساخت این اجزا موجب تربیت نیروهای متخصص جدید در این حوزه می‌شود.
۶. توسعه این تجهیزات به همراه نشان‌سازی تجاری و بازاریابی صحیح سبب افزودن یک محصول جدید به سبد خدمات فنی و مهندسی کشور گردیده و لذا می‌توان به یک خدمت جدید مهندسی برای عرضه و صادرات به خارج از کشور دست‌یافت.
۷. قرارگیری در مرز دانش بین المللی که همواره یکی از مهم‌ترین رویکردهای کشور بوده، از دیگر دستاوردهای ورود به این صنعت است که در شرایط تحریمی قابل توجه خواهد بود.
۸. ایجاد یک بستر آزمایشگاهی برای ارزیابی عملکرد اینورترهای متمرکز مرکزی (آزمایشگاه مرجع) به تبع اجرای طرح.

• تنوع کاربردها

از دستاوردهای علمی این فناوری به غیر از استفاده در نیروگاه‌های فتوولتائیک می‌توان در سایر انواع نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک استفاده نمود. این فناوری شاخه‌ای از درخت فناوری الکترونیک قدرت است و مجموعه مبدل‌های الکتریکی و الکترونیکی مورد استفاده در سیستم‌های قدرت متأثر از آن؛ UPS های صنعتی و اداری؛ سیستم‌های ذخیره ساز انرژی، مجموعه‌های کنترل پیشینه توان؛ اینورترهای نیروگاه‌های بادی، ادوات FACTS و شبکه‌های انتقال و توزیع کوچک DC و AC، ادوات کنترل دور موتور و برگشت انرژی به شبکه و ... همگی می‌توانند از نتایج این طرح بهره‌مند باشند.

۲-۳-۲- جذابیت اقتصادی

• تولید ثروت

هر مبدل با ادوات جانبی حدود ۱۵۰ هزار یورو قیمت دارد که تاکنون به طور کامل وارداتی بوده و با تولید در کشور از خروج این میزان ارز در تولید نیروگاه‌های خورشیدی صرفه جویی خواهد شد.



• صادرات

نیروگاه های خورشیدی از اصلی ترین مولفه های تولید انرژی الکتریکی در سال های آتی است بسیاری از کشورها برنامه های بلند مدتی برای توسعه این نوع نیروگاه ها دارند و سهم برق تولیدی جهان از منابع تجدیدپذیر و خورشیدی سیر صعودی دارد. در کشور ما هم برنامه دولت محترم برای ایجاد ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ مگاوات نیروگاه خورشیدی، بازاری به اندازه ۶۰۰۰ دستگاه از این محصول را در چهار سال آینده تضمین می کند. طبعاً با فعال شدن و تقویت دیپلماسی فناوری می توان صادرات به کشورهای منطقه را نیز محقق کرد.

۳-۳-۲- جذابیت اجتماعی

• ارتقای غرور ملی

بومی سازی هر فناوری که کشور به واردات آن وابسته بوده و در تحریم است به نوعی انحصار شکنی و عمل به شعار «ما می توانیم» است که بر غرور ملی می افزاید.

• امنیت ملی

رفع وابستگی به خارج در زمینه های حساس کشور و جلوگیری از خروج ارز از کشور، تولید ثروت با دانش بومی؛ توسعه پایدار، کنترل آلودگی محیط زیست، حفاظت از ذخایر فسیلی کشور از دستاوردهای ملی این طرح است. همچنین انتظار می رود پیوست فرهنگی- اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی با توجه به برنامه های سازمان انرژی های نو و بهره وری انرژی (ساتبا) در توسعه نیروگاه های خورشیدی، توسط این سازمان برای تمامی بخش های این نوع نیروگاه ها از جمله اینورترهای متمرکز که موضوع این پیشنهاد است، تدوین و ارائه شود. با توجه به ساخت داخل سخت افزاری و نرم افزاری اینورترها در کشور می توان مدعی شد که سیستم در برابر حملات سایبری و خرابکاری های از قبل برنامه ریزی شده دشمنان از مصونیت کامل برخوردار است.



• کیفیت زندگی و سلامت

ایجاد اشتغال برای متخصصین و نیروهای کارآمد سبب کاهش بیکاری و در نتیجه کاهش فقر می شود که سلامت روان جامعه را به همراه دارد. نیروگاه های خورشیدی عمدتاً در مناطق محروم و بیابانی ایجاد شده و اشتغال پایداری را در این مناطق به دنبال دارد. فناوری سیستم‌های خورشیدی علاقه‌مندان بسیاری در میان متخصصین و دانشجویان در حال تحصیل در کشور دارد. اما به دلیل وارداتی بودن این فناوری و بومی نبودن آن، بیشتر متخصصین این حوزه مهاجرت نموده اند. حال در یک افق ۵ ساله و تحقق زیرساخت‌های لازم که طرح حاضر یکی از لازمه‌های آن است، موضوع بازگشت مهاجرین متخصص در این حوزه به کشور نیز دور از انتظار نیست. موضوع طرح از موضوعات روز بین المللی است. امکان جذب تحصیل کرده‌های خارجی نیز میسر است.

• اشتغال تخصصی

در این زمینه، برای طی شدن فرآیند تولید این محصول صنعتی طبیعتاً نیروهایی جذب محیط کار می شوند. پس از اتمام طرح نیز به واسطه بازاریابی محصول و اهمیت این محصول در افق اهداف ۴ ساله وزارت نیرو، اشتغال قابل توجهی ایجاد خواهد شد.

۴-۲- بازار

۴-۲-۱- تقاضای بازار

نیروگاه های خورشیدی از اصلی ترین مولفه های تولید انرژی الکتریکی در سال های آتی خواهند بود و بسیاری از کشورها برنامه های بلند مدتی را برای توسعه این نوع نیروگاه ها دارند و سهم برق تولیدی جهان از منابع تجدیدپذیر و خورشیدی سیر صعودی دارد. در کشور ما نیز برنامه دولت محترم برای ایجاد ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ مگاوات نیروگاه خورشیدی، بازاری به اندازه ۶۰۰۰ دستگاه از این محصول را در چهار سال آینده تضمین می کند.

میزان رقابت در بازار

اینورترهای متمرکز مرکزی فتوولتائیک توسط شرکت هایی نظیر SMA، ABB، MIKROTEK، ENPHASE، Solar و Edge در توان های مختلف تا ۸۸۰ کیلووات ساخته شده است. نتیجه حاصل از آن توسعه قابل توجه نیروگاه های فتوولتائیک در کشورهای خارجی است. نمونه اینورترهای SMA در کشور به صورت وارداتی موجود است. در کشور تاکنون شرکتی در حوزه ساخت اینورترهای توان بالای فتوولتائیک برای اتصال به شبکه توزیع ۲۰ kV تلاشی انجام نداده است. تمرکز شرکت های داخلی بر اینورترها و شارژکنترلرهای خورشیدی خانگی بوده است.



۲-۵- رقبا

۲-۵-۱- راهکارهای کنونی

اینورترهای متمرکز مرکزی فتوولتائیک توسط شرکت‌هایی نظیر SMA، ABB، MIKROTEK، ENPHASE، Solar Edge و ... در توان‌های مختلف تا ۸۸۰ کیلووات ساخته شده است. نتیجه حاصل از آن توسعه قابل توجه نیروگاه‌های فتوولتائیک در کشورهای خارجی است. نمونه اینورترهای SMA در کشور به صورت وارداتی موجود است. در کشور تاکنون شرکتی در حوزه ساخت اینورترهای توان بالای فتوولتائیک برای اتصال به شبکه توزیع ۲۰ kV تلاشی انجام نداده است. تمرکز شرکت‌های داخلی بر اینورترها و شارژکنترلرهای خورشیدی خانگی بوده است.

۲-۵-۲- مزیت رقابتی راهکار فعلی

- راه حل فعلی کشور واردات است اما طرح پیشنهادی در مقایسه با راه حل موجود موارد زیر را محقق می‌کند:
- ۱- وجود تکنولوژی داخلی در توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک از هزینه سرمایه‌گذاری اولیه که عمدتاً ارزی است و نه ریالی می‌کاهد.
 - ۲- از خروجی سرمایه‌گذاری به عمل آورده و مانع صرف ارز می‌شود.
 - ۳- بومی شدن تکنولوژی تجهیزات الکترونیکی و الکترونیک قدرتی این نیروگاه‌ها موجب تسهیل در خدمات و تعمیرات و بی‌نیازی از خارج از کشور در این حوزه می‌شود.
 - ۴- فرصت‌های شغلی بسیاری برای فارغ التحصیلان و نیروهای متخصص دانشگاهی ایجاد می‌شود.
 - ۵- تدوین دانش فنی ساخت این اجزا موجب تربیت نیروهای متخصص جدید در این حوزه می‌شود.
 - ۶- توسعه این تجهیزات به همراه نشان‌سازی تجاری و بازاریابی صحیح سبب افزودن یک محصول جدید به سبد خدمات فنی و مهندسی کشور گردیده و لذا می‌توان به یک خدمت جدید مهندسی برای عرضه و صادرات به خارج از کشور دست یافت.
 - ۷- قرارگیری در مرز دانش بین المللی که همواره یکی از مهم‌ترین رویکردهای کشور بوده، از دیگر دستاوردهای ورود به این صنعت است که در شرایط تحریمی قابل توجه خواهد بود.
 - ۸- ایجاد یک بستر آزمایشگاهی برای ارزیابی عملکرد اینورترهای متمرکز مرکزی (آزمایشگاه مرجع) به تبع اجرای طرح.



۳- اجرا

۳-۱- برنامه بازاریابی / تجاری سازی / فروش

توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک از اهداف اصلی دولت در سند ۴ ساله تحول وزارت نیرو بوده، لذا واحد مجری امکان ورود به بازاری را خواهد داشت که نمونه مشابه داخلی ندارد. همچنین این فناوری یکی از مهم‌ترین اجزای نیروگاه‌های خورشیدی است. با توجه به مناسب بودن تابش خورشیدی در کشور، این نیروگاه‌ها گزینه اصلی برای توسعه در کشور هستند. نیروگاه‌های خورشیدی از اصلی‌ترین مولفه‌های تولید انرژی الکتریکی در سال‌های آتی است بسیاری از کشورها برنامه‌های بلند مدتی برای توسعه این نوع نیروگاه‌ها دارند و سهم برق تولیدی جهان از منابع تجدیدپذیر و خورشیدی سیر صعودی دارد. در کشور ما هم برنامه دولت محترم برای ایجاد ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ مگاوات نیروگاه خورشیدی، بازاری به اندازه ۶۰۰۰ دستگاه از این محصول را در چهار سال آینده تضمین می‌کند.

۳-۲- عملیات اجرایی

۳-۲-۱- محل اجرای طرح و زیرساخت‌ها

کلیه مراحل طرح در واحدهای جهاد دانشگاهی واحد علم و صنعت و پژوهشکده برق انجام می‌پذیرد.

۳-۲-۲- تجهیزات و مواد اصلی مورد نیاز

در بخش ۲-۶-۳ ارائه شده است. لازم به ذکر است نیمه‌هادی‌ها از طریق خرید خارجی تامین می‌شوند که البته همه آنها در قالب قیمت ریالی دیده شده‌اند. باقی موارد در کشور موجود و قابل تهیه است.

۳-۳- مجوز و استاندارد

۳-۳-۱- استانداردهای مورد نیاز

این محصول باید تاییدیه استانداردهای مرتبط با اینورترهای خورشیدی را دریافت کند مانند IEC61683 و IEC62109 که البته دریافت آن با توجه به آنکه مجموعه جهاد دانشگاهی علم و صنعت پیشتر استانداردهای IEEE1566 و IEC60۱۴۶ را برای سایر مبدل‌های الکترونیک قدرت ساخته شده دریافت کرده است، امری سهل تلقی می‌گردد.



عنوان طرح: طراحی، ساخت و تدوین دانش فنی اینورترهای متمرکز توان
بالای متصل به شبکه برای سیستم‌های تامین توان فتوولتائیک

صفحه ۲۱ از ۳۲

۳-۳-۲- مجوزهای مورد نیاز

انتظار می‌رود پیوست فرهنگی-اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی با توجه به برنامه‌های سازمان انرژی‌های نو و بهره‌وری انرژی (ساتبا) در توسعه نیروگاه‌های خورشیدی، توسط این سازمان برای تمامی بخش‌های این نوع نیروگاه‌ها از جمله اینورترهای متمرکز که موضوع این پیشنهاد است، تدوین و ارائه شود.

۳-۳-۳- پروانه های مورد نیاز

پروانه تولید

۳-۴- شرح خدمات، زمان بندی و فازبندی طرح