

مشخصات فنی مبدل هیبریدی خورشیدی Growatt SPF 6000 ES Plus

این سند شامل جزئیات کامل مشخصات فنی و عملکردی دستگاه اینورتر/شارژ کنترلر هیبریدی خورشیدی مدل Growatt SPF 6000 ES Plus است. این دستگاه برای سیستم‌های برق خورشیدی متصل به شبکه (Grid-Tied) و غیرمتصل به شبکه (Off-Grid) با قابلیت پشتیبان‌گیری قوی طراحی شده است.

۱. مروری کلی بر ویژگی‌های اصلی

مدل SPF 6000 ES Plus یک اینورتر هیبریدی با توان ۶ کیلووات است که مجهز به دو ردیاب نقطه حداکثر توان (MPPT) برای پنل‌های خورشیدی می‌باشد. این دستگاه قابلیت کار در حالت‌های مختلف (اعم از اولویت‌بندی شبکه، اولویت‌بندی باتری، یا اولویت‌بندی خورشیدی) را فراهم می‌آورد.

مشخصات کلی دستگاه SPF 6000 ES Plus

مدل	SPF 6000 ES Plus
توان نامی خروجی	۶۰۰۰ وات (۶ کیلووات)
ولتاژ نامی باتری	۴۸ ولت DC
حداکثر توان ورودی PV	۸۰۰۰ وات (دو MPPT)
حداکثر ولتاژ PV	۵۰۰ ولت DC
شکل موج خروجی	سینوسی خالص

هیبریدی (Hybrid Inverter)	نوع دستگاه
۲ عدد	تعداد ردیاب MPPT

۲. مشخصات فنی ورودی و خروجی (AC برق شبکه و بار)

۲.۱. عملکرد در حالت متصل به شبکه (Line Mode / Bypass Mode)

در این حالت، دستگاه مانند یک سیستم برق بدون وقفه (UPS) عمل کرده و ورودی برق شبکه را مستقیماً به خروجی منتقل می‌کند، در حالی که شارژ باتری‌ها را نیز مدیریت می‌نماید.

ویژگی‌های ورودی AC و کار در حالت Line Mode

مدل اینورتر	SPF 6000 ES Plus
شکل موج ورودی	سینوسی (برق شبکه یا ژنراتور)
ولتاژ نامی ورودی	۲۳۰ ولت متناوب (تک فاز)
ولتاژ قطع پایین (حالت UPS)	۱۷۰ ولت ± ۷ ولت
ولتاژ وصل مجدد پایین (UPS)	۱۸۰ ولت ± ۷ ولت
ولتاژ قطع بالا	۲۸۰ ولت ± ۷ ولت

ولتاژ وصل مجدد بالا	۲۷۰ ولت ± ۷ ولت
دامنه فرکانس نامی	۵۰ / ۶۰ هرتز (تشخیص خودکار)
راندمان در Line Mode	> ۹۵٪ در بار نامی و باتری کاملاً شارژ
حداکثر جریان ورودی شبکه	۴۰ آمپر

۲.۲. عملکرد در حالت اینورتر (Inverter Mode / Off-Grid Operation)

هنگامی که برق شبکه قطع می‌شود، دستگاه با استفاده از انرژی ذخیره شده در باتری‌ها یا پنل‌های خورشیدی، برق AC خروجی را تولید می‌کند.

مشخصات حالت اینورتر (Inverter Mode)

توان خروجی نامی	۶ کیلوولت‌آمپر / ۶۰۰۰ وات
شکل موج خروجی	سینوسی خالص (Pure Sine Wave)
تنظیم ولتاژ خروجی	۲۳۰ ولت $\pm ۵\%$
فرکانس خروجی	۵۰ هرتز (قابل تنظیم)
جریان نامی خروجی	۲۷ آمپر

تا ۹۳٪	راندمان پیک در حالت اینورتر
۵ ثانیه در بار $\leq 150\%$ ؛ ۱۰ ثانیه در $110-150\%$	محافظ اضافه بار
۲ برابر توان نامی به مدت ۵ ثانیه (۱۲۰۰۰ وات)	ظرفیت لحظه‌ای (پیک)
معمولاً ۱۰-۲۰ میلی‌ثانیه	زمان انتقال (Switchover Time)

۳. مشخصات ورودی DC (باتری و پنل‌های خورشیدی)

۳.۱. مشخصات مربوط به باتری

اینورتر SPF 6000 ES Plus برای کار با سیستم‌های باتری ۴۸ ولت طراحی شده است و از انواع باتری‌های سرب-اسید و لیتیومی پشتیبانی می‌کند.

مشخصات اتصال و کارکرد باتری

۴۸ ولت DC	ولتاژ DC نامی ورودی
۸۰ آمپر (قابل تنظیم)	حداکثر جریان شارژ از شبکه (AC Charging Current)
۴۶ ولت DC	ولتاژ استارت سرد (حالت سرب-اسید)
۴۴ ولت DC در بار $< 20\%$	ولتاژ پایین هشدار (سرب-اسید در بار کم)
۴۲ ولت DC	ولتاژ قطع کامل باتری

ولتاژ شارژ حجمی (Bulk) - Flooded	۵۸/۴ ولت DC
ولتاژ شارژ حجمی (Bulk) - AGM/Gel	۵۶/۴ ولت DC
ولتاژ شارژ شناور (Float)	۵۴ ولت DC

نکته مهم در مورد باتری‌های لیتیومی: در صورت استفاده از باتری‌های لیتیومی، ولتاژهای

شارژ باید توسط پارامترهای BMS (سیستم مدیریت باتری) تنظیم شوند. تنظیمات

پیش‌فرض دستگاه برای باتری‌های سرب-اسید است.

۳.۲. مشخصات آرایه خورشیدی (PV Input)

اینورتر مجهز به دو ردیاب MPPT مستقل است که به کاربران اجازه می‌دهد آرایه‌های

خورشیدی را در دو رشته مجزا بهینه کنند.

مشخصات شارژ خورشیدی (Solar Charge Mode)

توان ماکزیمم آرایه خورشیدی (Total PV Power)	۸۰۰۰ وات) دو MPPT مستقل)
حداکثر جریان ورودی هر MPPT	۱۶ آمپر
دامنه ولتاژ MPPT	۱۲۰ تا ۴۵۰ ولت DC
ولتاژ باز مدار ماکزیمم (Voc Max) PV	۵۰۰ ولت DC
ولتاژ کاری نامی PV	حدود ۴۰۰ ولت DC

تعداد MPPT	۲ عدد
جریان شارژ ماکزیمم از PV	حدود ۲۷ آمپر (بسته به ولتاژ باتری)

برای اطمینان از عملکرد صحیح MPPT و محافظت از دستگاه، باید ولتاژ باز مدار (Voc) در سردترین دما، از ۵۰۰ ولت تجاوز نکند. رابطه مهم برای ولتاژ در دمای پایین عبارت است از:

$$[\text{Voc}(\text{cold}) = \text{Voc}(\text{STC}) \times \left(1 + \text{Temp}_c \times 0.0032 \right)]$$

که در آن Temp_c دمای استاندارد تست (۲۵ درجه سانتی‌گراد) منهای دمای طراحی محیط است.

۴. راندمان و مدیریت شارژ ترکیبی

۴.۱. حداکثر جریان شارژ

این دستگاه قابلیت ترکیب جریان شارژ از برق شبکه (یا ژنراتور) و پنل‌های خورشیدی را دارد که این امر انعطاف‌پذیری سیستم را بالا می‌برد.

مدیریت جریان شارژ

حداکثر جریان شارژ (AC فقط از شبکه)	۸۰ آمپر
حداکثر جریان شارژ (Solar فقط از PV)	حدود ۲۷ آمپر (بسته به MPPT)
حداکثر جریان شارژ ترکیبی (Total Max Charge Current)	۱۰۰ آمپر (حداکثر جریان ترکیبی PV و AC)

اولویت شارژ: کاربر می‌تواند تنظیم کند که شارژ باتری ابتدا توسط PV انجام شود (Solar First) یا توسط برق شبکه/ژنراتور (AC First)، یا به صورت ترکیبی.

۵. مشخصات محیطی و فیزیکی

طراحی فیزیکی دستگاه برای اطمینان از عملکرد پایدار در شرایط مختلف محیطی انجام شده است.

مشخصات فیزیکی و محیطی

ابعاد (عمق × عرض × ارتفاع)	۱۶۰ × ۴۴۰ × ۶۸۰ میلی‌متر
وزن خالص	حدود ۲۴ کیلوگرم
نوع خنک‌کننده	فن فعال (Forced Air Cooling)
محدوده دمای عملیاتی	۲۰- تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد (با کاهش توان در دماهای بالا)
رطوبت نسبی	۰ تا ۹۵٪ (بدون تراکم)
استانداردهای ایمنی	IEC 62109-1, IEC 62109-2
استانداردهای EMC	CISPR 11, FCC Part 15 Class B
درجه حفاظت محیطی	(IP20 مناسب نصب داخلی)

۶. ویژگی‌های نظارتی و ارتباطی

اینورتر SPF 6000 ES Plus امکان نظارت پیشرفته را از طریق پورت‌های ارتباطی مختلف فراهم می‌آورد.

پورت‌ها و قابلیت‌های ارتباطی

پورت ارتباطی استاندارد	USB ، RS232
پورت ارتباطی قابل ارتقا	(RS485 برای اتصال موازی یا مانیتورینگ تحت شبکه)
امکان نظارت از راه دور	پشتیبانی از ماژول‌های (WiFi/GPRS اختیاری)
خروجی رله خشک	دارای رله برای سیگنال‌های خارجی (مانند قطع کردن ژنراتور یا کنترل بار)
نمایشگر	صفحه نمایش LCD رنگی با نور پس‌زمینه

۷. تنظیمات پیشرفته و پروتکل‌های ارتباطی

تنظیمات پارامترها امکان سفارشی‌سازی رفتار اینورتر را بر اساس نیازهای خاص سیستم خورشیدی (مانند بار مصرفی، نوع باتری و منابع شارژ موجود) فراهم می‌آورد. پارامترهای اصلی شامل موارد زیر هستند:

- **Setting 1:** تعیین اولویت منبع خروجی (Grid/Battery/Solar)
- **Setting 2:** تنظیم ولتاژ شارژ شناور و حجمی برای انواع باتری.
- **Setting 13:** تنظیم جریان شارژ شبکه (مثلاً محدود کردن جریان ورودی به ۱۶ آمپر برای ژنراتورهای ضعیف).

• **Setting 20:** تنظیم ولتاژ بازگشت اینورتر (Return Voltage)

اتصال موازی (Parallel Operation): این مدل اجازه اتصال تا ۹ دستگاه به صورت موازی را فراهم می‌کند تا توان خروجی کل به $(9 \times 6 \text{ kW} = 54 \text{ kW})$ افزایش یابد. این کار نیازمند مازول‌های ارتباطی RS485 و نرم‌افزار مدیریتی مناسب است.

قدرت خروجی در ولتاژهای مختلف باتری: با توجه به اینکه دستگاه ۴۸ ولتی است، توان خروجی نامی ۶۰۰۰ وات تنها در صورتی قابل دستیابی است که جریان خروجی از حد مجاز باتری تجاوز نکند. حداکثر جریان DC مورد نیاز برای ۶۰۰۰ وات خروجی (با فرض بازده ۹۰٪ و ولتاژ باتری ۴۸ ولت) به شرح زیر است:

$$I_{\text{DC}} \approx \frac{6000 \text{ W}}{48 \text{ V}} \times 0.90 \\ \approx 112.5 \text{ A}$$

این جریان توسط تعداد مازول‌های باتری متصل شده تعیین می‌گردد و باید توسط فیوزها و کابل‌کشی مناسب محافظت شود.

تهیه و ترجمه | Isfahantech | نسخه Installer Edition فارسی | منبع Growatt :

Technologies Co. Ltd (2022-11)

پایان مستندات فنی