



شرکت توانیر

معاونت هماهنگی توزیع

دفتر مهندسی و راهبری شبکه

ملاحظات فنی

بکارگیری سامانه های فتوولتائیک هیبریدی در نیروگاه های انشعابی



کد سند:



شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

ملاحظات فنی

بکارگیری سامانه های فتوولتائیک هیبریدی در نیروگاه های انشعابی

تهیه و تنظیم در معاونت هماهنگی توزیع

۱- هدف

ملاحظات فنی بکارگیری سامانه های فتوولتائیک هیبریدی در نیروگاه های انشعابی

۲- محدوده کاربرد

در این سند به ملاحظات فنی بکارگیری سامانه های فتوولتائیک هیبریدی پرداخته شده است؛ لذا لازم است جهت طراحی و نصب سامانه فتوولتائیک هیبریدی که هدف اصلی آن ها فروش برق به شبکه بوده و برای پشتیبانی از بارهای ضروری خود در شرایط قطع شبکه از اینورتر فتوولتائیک هیبریدی استفاده می کنند، ملاحظات فنی عنوان شده در این سند رعایت شوند. لازم به ذکر است رعایت کلیه الزامات موجود در دستورالعمل های ساتبا برای سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه، برای سامانه های فتوولتائیک هیبریدی نیز الزام می باشد.

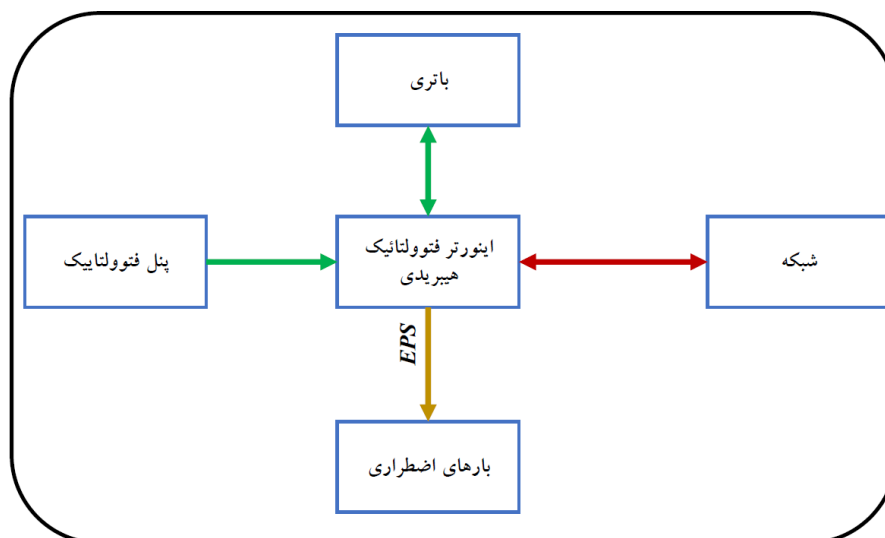
همانطور که اشاره شد، در این سند ملاحظات کلی بکارگیری از سامانه های فتوولتائیک هیبریدی بیان شده و در عین حال بسیاری از بخش های سند نیاز به ارائه جزئیات فنی بیشتری داشته که در اسرع وقت متعاقباً در دستورالعمل مربوطه بیان و به شرکت های توزیع ابلاغ خواهد شد.

۳- اصطلاحات و تعاریف

- اینورتر فتوولتائیک متصل به شبکه (**Grid-tied PV Inverter** یا **On-grid PV Inverter**): اینورترهای فتوولتائیک متصل به شبکه تجهیز است که تبدیل برق DC به AC و ردیابی بیشینه توان (¹MPPT) را انجام می دهد و در شرایط قطع شبکه اصلی، تزریق توان را متوقف می نماید.
- اینورتر فتوولتائیک هیبریدی (**Hybrid PV Inverter**): اینورترهای فتوولتائیک هیبریدی که در ادامه اینورتر هیبریدی نامیده می شوند، به صورت همزمان پنل های فتوولتائیک و باتری ها را به شبکه یا بار متصل می نمایند. این اینورترها علاوه بر دارا بودن قابلیت اینورترهای متصل به شبکه، قادرند تا در مواقعی که شبکه در دسترس نباشد، به صورت جدا از شبکه (**Off-Grid**) بارهای اضطراری را تغذیه نمایند. شکل ۱ این مفهوم را به صورت کلی نمایش داده است.

¹ Maximum Power Point Tracking (MPPT)

- خروجی بارهای اضطراری (EPS^۲): اینورترهای هیبریدی در زمانهایی که شبکه بالادست قطع باشد، از طریق EPS به صورت مستقل از شبکه بارهای اضطراری را تامین می نمایند.



شکل ۱- شماتیک اینورتر هیبریدی

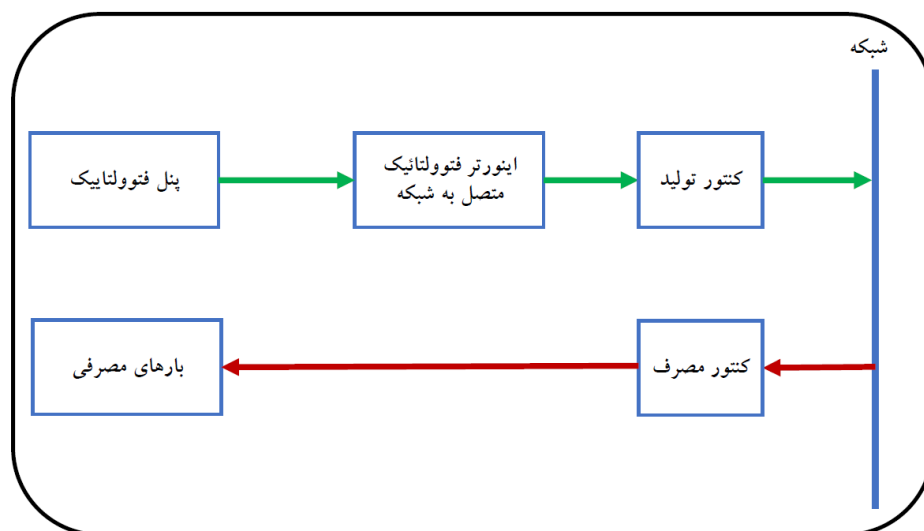
- بارهای اضطراری: بارهایی هستند که در شرایط قطع شبکه نیز باید توسط اینورتر هیبریدی به صورت مستقل از شبکه تامین شوند.
- کلید انتقال اتوماتیک (ATS^۳): این کلید برای تغییر مسیر تغذیه بارهای اضطراری از شبکه به اینورتر هیبریدی و یا بالعکس به صورت اتوماتیک استفاده می شود.
- باتری: وظیفه ذخیره کردن انرژی تولیدی نیروگاه فتوولتائیک را بر عهده دارد تا در زمانهای قطع شبکه سراسری بتوان از انرژی ذخیره شده در آن استفاده نمود.

۴- طرح اتصال سامانه های فتوولتائیک هیبریدی به شبکه

^۲ Emergency Power Supply (EPS)

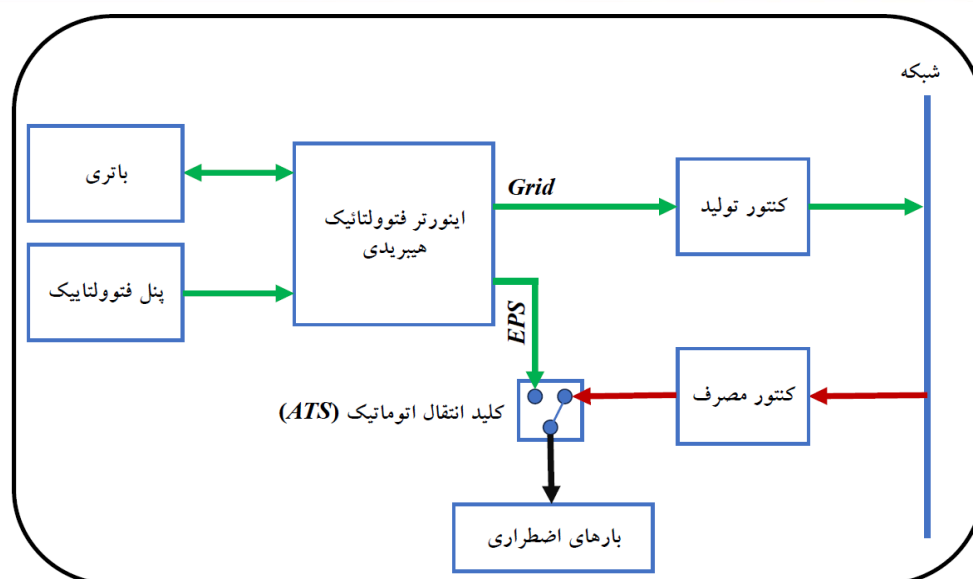
^۳ Automatic Transfer Switch (ATS)

در حال حاضر، نیروگاه های فتوولتائیک انشعابی که شامل اینورترهای متصل به شبکه هستند، با هدف فروش انرژی الکتریکی به شبکه در حال بهره برداری می باشند. این نیروگاه ها به منظور ثبت میزان انرژی تزریقی به شبکه مجهز به کنتور تولید هستند. مشترکان (مالکین نیروگاه) انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را از طریق یک انشعاب مجزا که دارای کنتور مصرف مستقل است تأمین می کنند. در شکل (۲)، شماتیک اتصال یک نیروگاه فتوولتائیک مربوط به مشترک انشعابی کوچک نشان داده شده است.



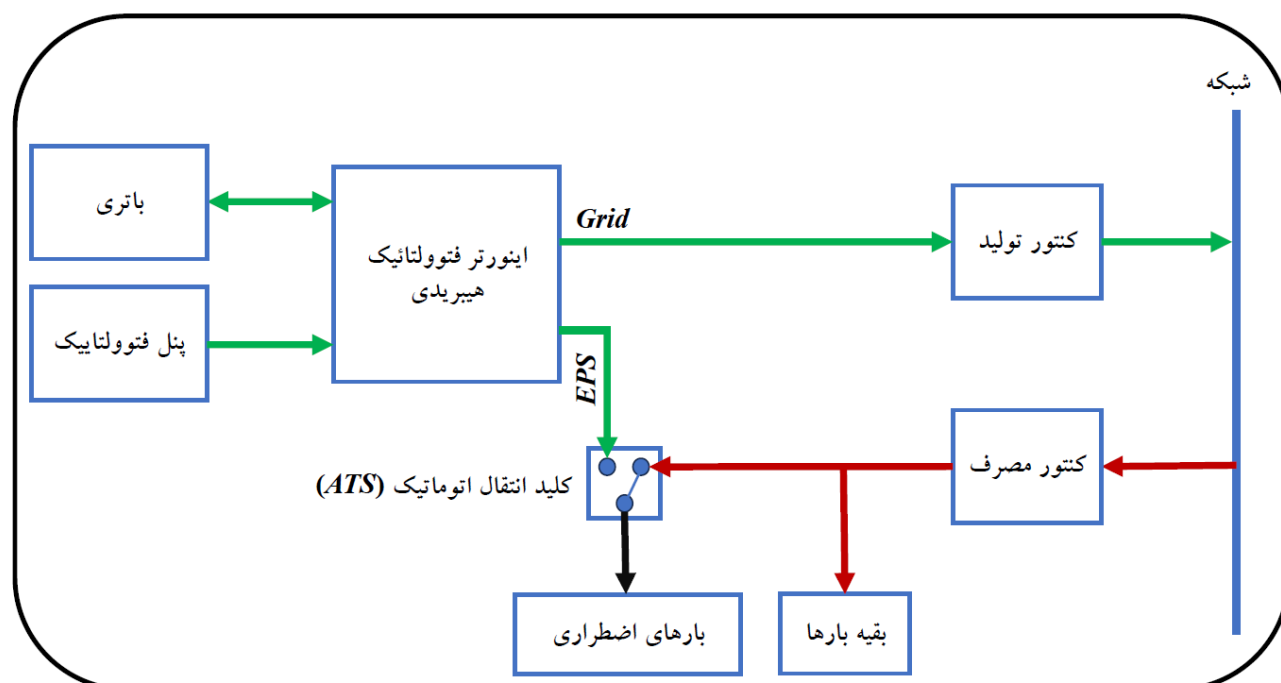
شکل ۲- شماتیک نیروگاه انشعابی متصل به شبکه

در سامانه های فتوولتائیک هیبریدی بارهای اضطراری به خروجی EPS اینورتر هیبرید متصل می شوند. به منظور تفکیک انرژی تولیدی پنل های فتوولتائیک از انرژی مصرفی بارهای اضطراری در سامانه های فتوولتائیک هیبریدی طرح شکل ۳ پیشنهاد می شود. در این طرح یک کلید انتقال اتوماتیک (ATS) در خروجی اینورتر هیبرید قرار می گیرد. هدف از کلید انتقال اتوماتیک (ATS) در این طرح این است که بارهای اضطراری در زمان اتصال به شبکه از سمت کنتور مصرف تأمین شوند (در صورت اتصال مستقیم بارهای مصرفی به خروجی EPS کنتور تولید تفاضل انرژی تولیدی و مصرفی را نشان می دهد). در صورت قطع شبکه بالادست با تغییر حالت کلید اتوماتیک انتقال، بارهای اضطراری توسط اینورتر هیبرید تغذیه می شوند.



شکل ۳- شماتیک نیروگاه انشعابی متصل به شبکه مجهز به اینورتر هیبریدی با قابلیت فروش به شبکه و تغذیه کل بارها در زمان قطع شبکه

در صورت قطع شبکه بالادست، اینورتر هیبریدی به کمک مجموعه باتری و پنل های فتوولتائیک، بارهای مصرفی مشترک را تغذیه خواهد کرد. تحت شرایطی که توان اینورتر و ظرفیت باتری برای تامین کل بارهای مشترک کافی نباشد، در صورتی که مدار سیم کشی داخلی مشترک این امکان را بدهد، می توان مطابق شکل ۴ فقط بخشی از بارها (بارهای ضروری) را به خروجی EPS اینورتر متصل نمود.



شکل ۴- شماتیک نیروگاه انشعابی متصل به شبکه مجهز به اینورتر هیبریدی با قابلیت فروش به شبکه و تغذیه بارهای ضروری در زمان قطع شبکه

۵- ملاحظات فنی سامانه های فتوولتائیک هیبریدی

- در سامانه های با ظرفیت بیش از ۵ کیلووات باید از اینورتر سه فاز استفاده شود (به جز موارد خاص با نظر شرکت های توزیع).
- حداکثر توان قابل نصب سامان های فتوولتائیک هیبریدی مطابق با دستورالعمل های ساتبا و توانیر برای سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه تعیین می شود.
- اینورتر هیبرید در شرایط متصل به شبکه اجازه تزریق توان از شبکه به باتری را ندارد. همچنین در شرایط متصل به شبکه اجازه تزریق توان از باتری به شبکه وجود ندارد. تنظیم مودهای کاری، تنظیمات و پیکربندی اینورتر می بایست با توجه به این موضوع انجام پذیرد.
- برای استفاده از قابلیت تامین بارهای ضروری توسط اینورتر هیبریدی، لازم است تا متقاضی از یک کلید انتقال اتوماتیک (ATS) طبق مدار شکل ۳ یا مدار شکل ۴ استفاده نماید؛ به گونه ای که در زمان قطعی برق شبکه، اتصال بار توسط کلید از منبع تغذیه اول (انشعاب شبکه برق سراسری) قطع شده و به منبع تغذیه دوم (خروجی بار ضروری اینورتر هیبریدی) متصل شود و مجدداً با وصل برق شبکه سراسری، عکس این عمل صورت پذیرد.
- کلید انتقال اتوماتیک (ATS) در سیستم های تک فاز باید هر دو سیم فاز و نول و در سیستم های سه فاز باید هر چهار سیم فاز و نول را بین دو منبع جابه جا نماید.
- لازم است از اتصالات اطمینان حاصل شود تا خروجی EPS اینورتر هیبریدی تحت هیچ شرایطی مستقیماً به شبکه متصل نگردد.
- اینورترهای فتوولتائیک در هر دو نوع متصل به شبکه و هیبریدی دارای کلید قطع زیر بار در سمت DC هستند. در صورتی که اینورتر کلید قطع در سمت DC نداشته باشد، نصب کلید قابل قطع زیر بار در تابلوی DC لازم است.
- در صورتی که استفاده از RCD از سوی سازنده اینورتر الزامی اعلام شده باشد، باید حفاظت RCD نوع B در سمت AC نصب گردد.
- در صورت استفاده از اینورترهای هیبریدی سه فاز امکان عملکرد مناسب آن در بارهای سه فاز نامتعادل و همچنین تغذیه بارهای تکفاز بایستی فراهم باشد.

- تزریق توان راکتیو و ضریب توان کارکرد اینورترهای هیبریدی در شرایط متصل به شبکه مطابق دستورالعمل "اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق ایران" شرکت توانیر، در نظر گرفته شود.
- بایستی اطمینان حاصل شود که مقدار THD ولتاژ خروجی EPS اینورتر هیبرید در شرایط قطع از شبکه کمتر از ۸٪ باشد.
- نصب SPD در تابلوهای سمت AC و DC مطابق با دستورالعمل های فعلی ساتبا انجام می پذیرد.
- اینورترهای هیبریدی با مودهای مختلف می توانند بهره برداری شوند که به صورت نرم افزاری قابل تنظیم است. لازم است تنظیمات مودهای کاری اینورتر هیبریدی و توابع حفاظتی آن مطابق با الزامات این سند و با تایید ناظر شرکت توزیع نیروی برق انجام شود.
- پیکربندی و کلیه تنظیمات اینورتر هیبریدی باید به تایید شرکت توزیع برسد و بعد از تایید، سامانه فتوولتائیک هیبریدی اجازه اتصال به شبکه را خواهد داشت. همچنین در تمام طول دوره بهره برداری، انجام هرگونه تغییر در تنظیمات اینورتر باید تحت مدیریت و نظارت شرکت توزیع باشد.
- در نیروگاه مبتنی بر اینورتر هیبریدی، کنتور باید قابلیت ثبت تعرفه ۱,۸,۰ و تعرفه ۲,۸,۰ را داشته باشد.
- توان بارهای اضطراری نباید از ظرفیت خروجی EPS اینورتر هیبریدی بیشتر باشد. در اتصال بارهای موتوری باید اطمینان حاصل شود که خروجی EPS اینورتر هیبریدی قابلیت تامین جریان راه اندازی بارهای موتوری را دارد.
- خروجی EPS باید به کلید قابل قطع زیر بار و همچنین حفاظت اضافه جریان مناسب مجهز گردد.
- نصب اینورتر هیبریدی و شرایط فیزیکی قرارگیری آن می بایست با توجه به دستورالعمل سازنده اینورتر و دستورالعمل های ساتبا انجام شود.
- موارد ایمنی، نگهداری و نصب باتری ها می بایست با توجه به الزامات سازنده و دستورالعمل های ساتبا رعایت شود.
- نوع باتری متصل به سیستم (سرب اسیدی یا لیتیومی) باید متناسب با مشخصات اینورتر هیبریدی باشد. برخی اینورترها قابلیت اتصال هر دو نوع باتری سرب اسیدی و همچنین لیتیومی را دارا می باشند.
- برای اتصال باتری ها به اینورتر هیبریدی، مشخصات مجموعه باتری ها از نظر ولتاژ و همچنین حداکثر جریان شارژ و دشارژ باید در محدوده مجاز اعلام شده از طرف سازنده اینورتر باشد.
- در مسیر بین باتری و اینورتر هیبریدی بکارگیری کلید DC قابل قطع زیر بار متناسب با ظرفیت باتری ضروری می باشد. این کلید باید هر دو قطب مثبت و منفی را قطع نماید. همچنین حفاظت اضافه جریان برای مسیر باتری لازم است.

- تجهیز حفاظت اضافه جریان باتری باید حداقل دارای ولتاژ نامی ۱۲۵٪ ولتاژ نامی باتری ها باشد. همچنین قدرت قطع آن بیشتر از جریان اتصال کوتاه مجموعه باتری باشد و تا حد امکان نزدیک به مجموعه باتری نصب شود.
- لازم است اجرای سیستم زمین و هم بندی مطابق با دستورالعمل های سازنده اینورتر، استانداردهای ملی و بین المللی نظیر دستورالعمل های سازمان نظام مهندسی، ساتبا و توانیر انجام شود.
- لازم است نول شبکه و سیستم زمین تنها در یک نقطه و در تابلوی کنتور تولید و کنتور مصرف به هم متصل شوند.
- وجود رله اتصال نول به ارت در اینورترهای هیبریدی الزامی می باشد. این رله در زمان قطع شبکه نول و ارت را به هم متصل و پس از وصل مجدد شبکه، اتصال را قطع می نماید.
- در تابلوی انتقال اتوماتیک (ATS) ایترلاک مناسب با توجه به ملاحظات فنی این سند می بایست پیاده سازی شود.
- موازی سازی دو یا چند اینورتر هیبریدی مطابق با دستورالعمل سازنده اینورتر مجاز می باشد.