پیشرفت در نیروگاه‌های فتوولتائیک خورشیدی

مؤلفین:

محمد ربیع اسلام - فاز رحمن - شو وی

مترجمین:

دکتر علیرضا سیادتان

(دانشیار گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب-گروه سیستم های انرژی، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تورنتو، کانادا)

مهندس حامد کریمی

(دانشجوی دکتری مهندسی برق، دانشگاه شهید بهشتی)

موسسه فرهنگی انتشاراتی آفتاب کیتی

www.ketab.ir

عنوان و نام پدیدآور	:	پیشرفت در نیروگاه‌های فتوولتائیک خوشیدی/ مولفین: ربیع اسلام، فاز رحمن، شو، وی؛ مترجمین: علیرضا سیادتان، حامد کریمی؛ ویرایش شورای بررسی موسسه فرهنگی انتشاراتی آفتاب گیتی
مشخصات نشر	:	تهران: آفتاب گیتی، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۲۶۵ صفحه.
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۶۴۶۵-۶۶-۳
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Advances in Solar Photovoltaic Power Plants,2016
موضوع	:	انرژی های پایان ناپذیر: Renewable energy sources
موضوع	:	برق- تولید: Electric power production
موضوع	:	مدارهای الکتریکی: Electronic circuits
موضوع	:	برق- سیستم های فتوولتائیک- نوآوری Photovoltaic Power system--Technological
موضوع	:	الکترونیک قدرت: Power Electronic
شناسه افزوده	:	اسلام، ربیع، ویراستار: Md. Rabiul Islam
شناسه افزوده	:	رحمن، فاز Faz Rahman
شناسه افزوده	:	شو، وی، ۱۹۶۴- ویراستار: Wei Xu,1964
شناسه افزوده	:	سیادتان، علیرضا، ۱۳۸۷- مترجم: Siadatan, Alireza
شناسه افزوده	:	کریمی، حامد، ۱۳۷۳- مترجم: Karimi,Hamed
رده بندی کنگره	:	TJ -۸۰۸
رده بندی دیویی	:	۶۲۱/۰۴۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۶۹۴۵۶۵

موسسه فرهنگی انتشاراتی آفتاب گیتی

تهران. میدان انقلاب. بازار بزرگ کتاب. واحد ۲۲ ... و پخش همراه ۰۹۱۲۳۳۴۲۳۶۲

عنوان: پیشرفت در نیروگاه های فتوولتائیک خورشیدی

مترجمین: علیرضا سیادتان، حامد کریمی

صفحه آرایی و طراحی جلد: محمد رضا سعادتی

ویرایش: شورای بررسی موسسه فرهنگی انتشاراتی آفتاب گیتی

نشر و پخش: موسسه فرهنگی انتشاراتی آفتاب گیتی

نوبت چاپ: اول ، ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

چاپ: سازمان چاپ طهرانی

قیمت: ۴۰۰۰۰ تومان

شابک: ۳-۶۶-۶۴۶۵-۶۲۲-۹۷۸

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

www.ketab.ir

مقدمه مترجمین:

امروزه، بحران‌های سیاسی، اقتصادی و مسائلی نظیر محدودیت دوام ذخایر فسیلی، نگرانی‌های زیست محیطی، افزایش جمعیت، رشد اقتصادی و ضریب مصرف، همگی مباحث جهان مشمولی هستند که با گستردگی تمام، فکر اندیشمندان را در یافتن راهکارهای مناسب در حل مناسب معضلات انرژی در جهان، به خصوص بحران‌های زیست محیطی، به خود مشغول داشته است. در این میان استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر یعنی استفاده از منابع انرژی که در مقایسه با طول عمر انسان‌ها به صورت مداوم در حال جایگزینی هستند مانند انرژی خورشیدکه از بهترین راهکارهای پیش روی بشر به شمار می‌رود مورد توجه واقع شده است. این کتاب بر روی آخرین تحقیقات و پیشرفت های نیروگاه های فتوولتائیک (PV) تأکید دارد و پوشش گسترده ای از نظریه های اساسی، فعالیت های پژوهشی فعلی و فعالیت های توسعه و رویکردهای جدیدی که برای برطرف کردن برخی از محدودیت های حیاتی در تکنولوژی های تلفیق شبکه امروز ارائه می شود، فراهم می کند. محتوای ارائه شده به طور فعال از توسعه دهنده نیروگاه های تجدید پذیر و برنامه های کاربردی شبکه هوشمند پشتیبانی می کند. این کتاب برای دانشجویان متخصصان و دانشجویان تحصیلات تکمیلی در زمینه های برق و الکترونیک و برای درک تکنولوژی های مرتبط با نیروگاه های فتوولتائیک، تکنیک های کنترل و بهینه سازی را در حوزه وسیع کاربردها مورد بحث قرار می دهد، که شامل نتایج نظری جدید و کاربردهای روش های تازه توسعه یافته سیستم های PV می باشد. و از طریق تکنیک های کنترل کلاسیک. استفاده از راهبردهای کنترل و بهینه سازی پیشرفته بر اساس مدل های خطی شده و مدل های کاملا مستمر (یا گسسته) را ترویج می دهد. این استراتژی های جدید نه تنها عملکرد سیستم های PV را افزایش می دهد، بلکه هزینه های تولید شده در کیلووات ساعت را نیز کاهش می دهد. با وجود تلاش های فراوان در ویرایش کتاب، مطمئنیم که هنوز نواقص در این اثر موجود است. از اساتید دانشجویان عزیز خواهشمندیم هر گونه کاستی و نقض در این ترجمه را با اغماض بنگرند. و در انتها یادآور می شود هرگونه نظر، پرسش و انتقاد و پیشنهاد از سوی مترجمین مورد استقبال می باشد و در چاپ و ویرایش آتی لحاظ خواهد شد.

علیرضا سیادتان
(siadatan@wtiau.ac.ir - a.siadatan@utoronto.ca)
حامد کریمی
(H_karimi@sbu.ac.ir)

www.ketab.ir

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

فصل ۱: ساختار اینورتر های متصل به شبکه ۱۵

۱-۱- مقدمه ۱۴

۱-۲- مروری بر اینوورترهای PV متصل به شبکه ۱۵

۱-۲-۱- ساختار مرکزی ۱۶

۱-۲-۲- ساختار رشته ای ۱۹

۱-۳- ساختار اینورتر چند رشته ای ۲۲

۱-۳-۱- رفتار حالت تبدیل مشترک ۲۳

۱-۴- روش های کاهش جریان نشتی ۲۵

۱-۴-۱- ایزولاسیون گالوانیک ۲۵

۱-۵- برش CMV ۲۷

۱-۶- توپولوژی های اینورترهای PV بدون ترانس ۲۸

۱-۶-۱- ساختار تمام پل ۲۸

۱-۶-۲- ساختار H5 ..... ۳۰

۱-۶-۳- ساختار HERIC ۳۳

۱-۶-۴- ساختار OH ۳۳

۱-۶-۵- ساختار HBZVR-D ۳۴

۱-۷- آنالیز تلفات ۳۵

۱-۸- خلاصه ۳۷

فصل۲: تکنیک های کنترل پیشرفته ۴۱

۲-۱- مقدمه ۴۰

۲-۱- مبانی فیزیکی و مدل ریاضی PV ۴۱

۲-۲- مدل ریاضی ۴۱

۲-۲-۲- خصوصیات خروجی سلول PV ۴۳

۲-۲-۳- تئوری پایه MPPT ۴۴

۲-۴- توپولوژی کلی سیستم PV برای MPPT ۴۵

۲-۴-۱- ساختار متصل به شبکه دو مرحله ای ۴۵

۲-۴-۲- کنترل MPPT بر اساس اینورتر ۴۵

۲-۴-۳- کنترل MPPT بر اساس مبدل DC/DC ۴۶

۲-۵- ساختار یکپارچه متصل به شبکه ۴۷

۲-۵-۱- ساختار کنترل سه حلقه ای ۴۸

www.ketab.ir

عنوان — صفحه

۲-۵-۲- ساختار کنترل دو حلقه ای ۴۸
۲-۶- روش پیشرفته MPPT ۴۹
۲-۶-۱- الگوریتم فازی ۴۹
۲-۶-۲- فازی سازی ۵۰
۲-۶-۳- علم استدلال فازی ۵۱
۲-۶-۴- نافازی سازی ۵۲
۲-۷ کنترل MPPT بر اساس شبکه های عصبی ۵۲
۲-۷-۱- کنترل مبتنی بر شبکه عصبی ۵۳
۲-۷-۲- روش MPPT گام متغیر ۵۵
۲-۷-۳- الگوریتم گام متغیر بهبود یافته ۵۶
۲-۷-۴- الگوریتم گام متغیر جدید ۵۸
۲-۸- الگوریتم تعقیب ۶۱
۲-۸-۱- روش اصلاح خط جدید ۶۱
۲-۹- الگوریتم احتمال ۶۶
۲-۹-۱- ردیابی ولتاژ ثابت ۶۶
۲-۹-۲- الگوریتم احتمال ۶۸
۲-۱۰ خلاصه ۷۰
فصل۳: روش های ردیابی نقطه حداکثر توان ۷۸
۳-۱- مقدمه ۷۶
۳-۲- معیارهای ارزیابی روش های MPPT ۷۷
۳-۳- روش های رایج MPPT ۷۸
۳-۳-۱- براورد نقطه حداکثر توان ۷۸
۳-۳-۲- روش های تپه نوردی ۸۰
۳-۳-۳- روش های هوش مصنوعی ۸۴
۳-۴- روش های دیگر ۸۶
۳-۴-۱- روش بتا ۸۶
۳-۴-۲- پیش بینی منحنی سهموی ۸۷
۳-۴-۳- کنترل همبستگی موجک ۸۷
۳-۴-۴- کنترل جستجوی اکسترمم ۸۸
۳-۴-۵- قضیه جستجو با دو نیم کردن ۸۸
۳-۴-۶- کنترل حالت کشویی ۸۸
۳-۴-۷- بهینه سازی پارامترهای خروجی ۸۹
۳-۵- روش های طراحی شده برای MPPT تحت شرایط محیطی غیریکنواخت ۹۰
۳-۵-۱- اصلاح روش های رایج برای MPPT تحت شرایط محیطی غیریکنواخت ۹۰

www.ketab.ir

صفحه

عنوان

۳-۵-۲- بازنشانی دوره ای و اسکن دوره ای منحنی ۹۱
۳-۵-۳ روش دو مرحله ای ۹۲
۳-۶- روش های مبتنی بر مشاهدات از مشخصه های I-V و P-V برای MPPT تحت شرایط محیطی غیر یکنواخت ۹۳
۳-۷- روش های طراحی شده به طور ویژه برای MPPT تحت شرایط محیطی غیریکنواخت ۹۴
۳-۷-۱- جستجوی خط ۹۴
۳-۷-۲- بهینه سازی ازدحام ذرات ۹۴
۳-۷-۳- تبرید شبیه سازی شده ۹۵
۳-۸ خلاصه ۹۶
فصل۴: روش ها- تجربی پیش بینی انتشار انرژی ۱۰۸
۴-۱ مقدمه ۱۰۶
۴-۲ مدل پارامتری پیش بینی تابش خورشیدی ۱۰۸
۴-۳ مدل پارامتریک برای پیش بینی نور خورشید ۱۰۸
۴-۳-۱- مدل دما براساس پارامتر ۱۱۰
۴-۳-۲- مدل های چند پارامتری ترکیبی برای پیش بینی انتشار نور خورشید ۱۱۰
۴-۳-۳- مدل چند پارامتری برای پیش بینی تولید انرژی ۱۱۱
۴-۳-۴- مدل پیش بینی تغییرات کلی پارامتریک ۱۱۲
۴-۴- عوامل ورودی در نظر گرفته شده بر تابش خورشیدی پیش بینی ۱۱۳
۴-۴-۱- ساعت افتابی نسبی ۱۱۳
۴-۴-۲- نسبت دما ۱۱۴
۴-۴-۳- جرم هوا در حداکثر تابش خورشید ۱۱۵
۴-۵- مدل تجربی چند پارامتری ۱۱۷
۴-۶- مطالعات موردی برای پیش‌بینی تابش افقی ۱۱۷
۴-۷- بررسی عملکرد مدل پیش بینی تغذیه ۱۱۹
۴-۸- مدل پیش بینی انرژی از طریق عملکرد و تجزیه و تحلیل ۱۲۲
۴-۸-۱- تجزیه و تحلیل عملکرد سیستم توزیع PV خورشیدی ۱۲۳
۴-۸-۲- تجزیه و تحلیل Exergy سیستم خورشیدی PV ۱۲۵
۴-۸-۳- ارزیابی از دست رفتن اکزرژی حرارتی ۱۲۵
۴-۹- مدل تجربی برای پیش بینی انرژی ۱۲۸
۴-۱۰- خلاصه ۱۳۰
فصل۵: بررسی کنترل حالت جزیره ای ۱۳۸
۵-۱- مقدمه ۱۳۶
۵-۲- اصول جزیره سازی در سیستم های تولید پراکنده ۱۳۸

www.ketab.ir

عنوان | صفحه

۵ ۲ ۱- انواع حالت های جزیره ای ۱۳۹
۵-۲-۲- لزوم جلوگیری از جزیره ای شدن ۱۴۰
۵-۲-۳- روش های تشخیص ضد جزیره شدن ۱۴۱
۵-۲-۴- روش تشخیص ضد جزیره شدن محلی ۱۴۳
۵-۲-۵- روش های پسیو ۱۴۳
۵-۳- حفاظت ولتاژ - فرکانس ۱۴۴
۵-۳-۱- تشخیص پرش فاز ولتاژ ۱۴۷
۵-۳-۲- روش فعال ۱۴۸
۵ ۳ ۳ اندازه گیری امپدانس ۱۴۹
۵-۳-۴- حد فرکانس ۱۵۱
۵ ۳ ۵ شیفت ولتاژ ۱۵۲
۵-۳-۶- شیفت فرکانس ۱۵۳
۵-۴- روش های شناسایی حالت فعال جزیره ای ۱۵۳
۵-۴-۱- روش های ترکیبی ضد جزیره ۱۵۴
۵-۴-۲- روش های تشخیص از راه دور حالت جزیره ای ۱۵۵
۵ ۴ ۳- روش های سودمند ۱۵۶
۵-۴-۴- ورودی امپدانس ۱۵۶
۵-۴-۵- مدل روش ارتباط روش جزیره ای ۱۵۷
۵-۴-۶ ساختار طرح انتقال ۱۵۸
۵-۴-۷- ارتباط خطوط انتقال قدرت (PLCC) ۱۵۸
۵-۴-۸ سایر روش های شناسایی ارتباطات جزیره ۱۵۹
۵-۵- بررسی و تحلیل ۱۵۹
۵-۶- شبیه سازی کنترل حالت جزیره ای ۱۶۱
۵-۶-۱- شبیه سازی ولتاژ و حفاظت فرکانس ۱۶۱
۵-۶-۲ شبیه سازی مقدار فرکانس فعال ۱۶۴
۵ ۷ خلاصه ۱۷۰
فصل ۶: ارزیابی پایداری و ترکیب سیستم های قدرت با واحد های PV ۱۷۸
۶ ۱ مقدمه ۱۷۸
۶ ۲ تشریح سیستم ۱۷۹
۶-۳-۱- ژنراتور سنکرون ۱۸۰
۶-۳-۲- ژنراتور خورشیدی PV ۱۸۱
۶ ۴ ۱ تحلیل استاتیکی ۱۸۲
۶-۴-۲- پروفیل ولتاژ سیستم ۱۸۳
۶-۴-۳- تلفات توان سیستم ۱۸۴

www.ketab.ir

عنوان — صفحه
۶-۴-۴- پایداری استاتیکی ولتاژ سیستم ۱۸۴
۶-۴-۵ تحلیل دینامیکی ۱۸۵
۶-۵- خلاصه ۱۹۰
فصل ۷: تکنولوژی ذخیره سازی انرژی ۱۹۳
۷-۱ مقدمه ۱۹۴
۷-۲ الکتریسیته و ذخیره آن ۱۹۵
۷-۲-۱- ذخیره انرژی تجدید پذیر از تولید فتوولتائیک ۱۹۷
۷-۲-۲- تکنولوژی های ذخیره انرژی ۱۹۸
۷-۲-۳ نقش تکنولوژی ذخیره انرژی ۲۰۰
۷-۲-۴ تکنولوژی های متفاوت ذخیره انرژی ۲۰۰
۷-۳- ذخیره انرژی مکانیکی ۲۰۰
۷-۳-۱- ذخیره برقابی پمپ شده PHS ۲۰۰
۷-۳-۲ ذخیره انرژی هوای فشرده CAES ۲۰۱
۷-۴- ذخیره انرژی الکتریکی ۲۰۳
۷-۴-۱- ذخیره انرژی مغناطیسی ابررسانا ۲۰۳
۷-۴-۲- خازن های الکتروشیمیایی ۲۰۴
۷-۴-۳- خازن های پیزوالکتریک ۲۰۵
۷-۴-۴- ذخیره انرژی شیمیایی (باتری ها) ۲۰۶
۷-۴-۵- باتری سرب اسید ۲۰۷
۷-۴-۶- باتری نیکل - کادمیوم ۲۰۸
۷-۴-۷- باتری سولفور سدیم ۲۰۹
۷-۴-۸ باتری کلریدنیکل سدیم ۲۱۰
۷-۴-۹- باتری یون - لیتیوم ۲۱۰
۷-۵- خلاصه ۲۱۲
فصل ۸: مدل سازی ذخیره انرژی مغناطیسی ابررسانا ۲۱۴
۸-۱- مقدمه ۲۱۶
۸-۲- مدل سازی و تایید SMES ۲۱۹
۸-۲-۱- مدار مبدل انرژی ۲۱۹
۸-۳- محاسبه تلفات AC در ابررسانا ۲۲۲
۸-۳-۱- مدل مدارمیدان ابررسانا ۲۲۶
۸-۴- تجزیه و تحلیل شبیه سازی ۲۲۸
۸-۵- تایید تجربی ۲۳۰
۸-۶- میکرو فتوولتائیک مبتنی برSMES ۲۳۵
۸-۶-۱- ساختار سیستم ۲۳۵

www.ketab.ir

عنوان صفحه

۸-۶-۲- مدل شبیه سازی و پیاده سازی ۲۳۶
۸ ۷ طراحی کویل SMES ۲۳۸
۸-۸- ارزیابی عملکرد ۲۴۰
۸-۹- خلاصه ۲۴۵

www.ketab.ir