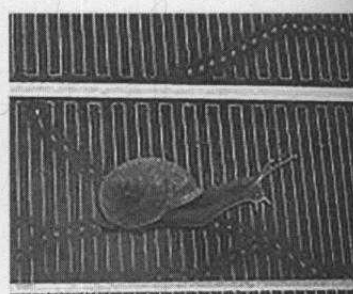
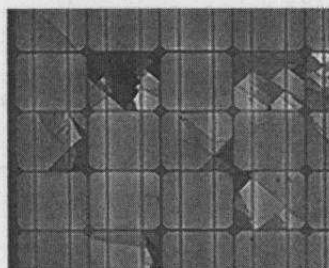


۹۸/۲/۱۰

اصول عیب یابی و بازرسی ماژول های فتوولتائیک



تألیف:

داوود نقویها

مسلم مراد بازفتی

مسعود طلائى پاشیری

سرشناسه	: نقویها، داوود، ۱۳۶۱-
عنوان و نام پدیدآور	: اصول عیب‌یابی و بازرسی ماژول‌های فتوولتائیک/تألیف داوود نقوی‌ها، مسلم مراد بازفتی، مسعود طلائی پاشیری
مشخصات نشر	: اصفهان: مؤسسه علمی دانش پژوهان برین، انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۱۹۲ص.
شابک	: 978-600-417-046-8
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: سیستم‌های فتوولتایی یکپارچه ساختمان
موضوع	: Buildin-integrated photovoltaic systems
شناسه افزوده	: مراد بازفتی، مسلم، ۱۳۶۱-
شناسه افزوده	: طلائی پاشیری، مسعود، ۱۳۶۶-
رده‌بندی کنگر	: ۱۳۹۷ الف۷ن/۸۷ TK1۰
رده‌بندی دیوینی	: ۶۲۱/۳۱۳۳۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۵۰۴۰۶



عنوان	: اصول عیب‌یابی و بررسی رول‌های فتوولتائیک
نگارش	: داوود نقوی‌ها، مسلم مراد بازفتی، مسعود طلائی پاشیری
ناشر	: انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین
نوبت چاپ	: اول- تابستان ۱۳۹۸
شمارگان	: ۵۰۰ جلد
مدیر تولید	: ماندانا مرادی
صفحه‌آرایی	: مینا مشکین‌فر
طراحی جلد	: نرگس دیانی
چاپ متن و جلد	: پارسیان
قطع، شمارش صفحات	: وزیری، ۱۹۲ صفحه
بها	: ۶۷۰۰۰ ریال

ISBN : 978-600-417-046-8

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۴۱۷-۰۴۶-۸

آدرس: اصفهان، صندوق پستی: ۸۹۴-۸۱۴۶۵

همراه: ۰۹۱۳۳۰۰۲۸۷۴

تلفن: ۰۳۱-۳۶۶۳۸۰۲۱

«حق چاپ برای ناشر محفوظ است»

پیشگفتار مؤلفین

با توجه به توسعه احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک در ایران و همچنین پیچیدگی‌ها و اهمیت پنل‌های فتوولتائیک که اصلی‌ترین تجهیز این سامانه‌ها می‌باشند، بسیاری از علاقه‌مندان و سرمایه‌گذاران این حوزه در ارتباط با عیوب نیروگاه‌های فتوولتائیک آگاهی کافی نداشته و دانش فنی لازم در مورد تست‌های پیش از خرید و تست‌های حین بهره‌برداری از پنل‌های فتوولتائیک را ندارند. اگر سرمایه‌گذاران، مالکان و تیم‌های بهره‌برداری از سامانه‌های فتوولتائیک دانش کافی در مورد عیوب پنل‌ها را کسب نمایند، باعث می‌گردد این عیوب را در مراحل اولیه تشخیص داده و پیش از بروز خطا در سامانه‌ها، اقدامات اصلاحی مورد نیاز را انجام دهند. طبیعتاً انجام اقدامات اصلاحی و تعمیراتی به موقع برای سامانه‌های فتوولتائیک موجب می‌گردد عیوب جزئی این سامانه‌ها به موقع رفع شود و منجر به توقف تولید و بروز حوادث غیر ایمن نشود.

از سوی دیگر، در بر اساس استانداردهای معتبر جهانی برای سامانه‌های فتوولتائیک تعریف شده و در کشور دارای شش مرکز آزمون و این زمینه رایج می‌باشند، این سامانه‌ها را از لحاظ کیفیت عملکرد و تطابق با منحنی‌های گارانتی شده توسط کارخانه‌های سازنده مورد ارزیابی قرار می‌دهند. نتایج این تست‌ها منجر به تشخیص عیوب پنهان سامانه‌ها شده و سرمایه‌گذاران و مالکان سامانه‌های فتوولتائیک را در افزایش میزان تولید و همچنین استفاده از خدمات گارانتی کمک می‌نماید.

این کتاب به صورت تخصصی به اصول عیب‌یابی و بازرسی ماژول‌های فتوولتائیک می‌پردازد. در نگارش این کتاب سعی بر آن داریم که ابتدا خریدنده را با تعاریف و تئوری عملکرد سلول‌های فتوولتائیک به عنوان پیش‌نیاز درک اصول عیب‌یابی و بازرسی این تجهیزات آشنا سازیم. سپس در فصول بعد به بررسی انواع عیوب ماژول‌های فتوولتائیک و اصول بازرسی و تست این تجهیزات می‌پردازیم.

به‌طور کلی اهداف نگارش این کتاب عبارتند از:

۱. کمک به خریداران عمده پنل‌های فتوولتائیک در زمینه تست‌های پیش از خرید.
۲. کمک به مالکان و سرمایه‌گذاران در زمینه عیب‌یابی، افزایش راندمان و استفاده از خدمات گارانتی محصولات.
۳. کمک به متولیان توسعه سامانه‌های فتوولتائیک و ناظران این سامانه‌ها در تدوین صحیح و مناسب برنامه‌های تعمیرات و نگهداری.

کتاب حاضر می‌تواند به عنوان یک مرجع کامل، پاسخگوی سؤالات همکاران و مجریان سامانه‌های فتوولتائیک و همچنین متولیان امر توسعه این سامانه‌ها در سطح سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی، شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع برق، استادان و دانشجویان در سطح کشور باشد. خوانندگان این کتاب می‌توانند برای ارسال نظرات، پیشنهادات و سؤالات فنی خود، از طریق پست الکترونیکی با مؤلفین در ارتباط باشند. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ است و هرگونه کپی‌برداری و نشر مطالب به هر طریقی بدون کسب مجوز کتبی ممنوع می‌باشد.

davoodnaghaviha@gmail.com

moslemmbmis@gmail.com

Masoud.talaei66@gmail.com

داوود نقوی‌ها

مسلم مرادبازفتی

مسعود طلایی پاشیری

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱ مقدمه ۲
- ۲-۱ تعاریف فتوولتائیک ۲
- مراجع ۹

فصل دوم: تئوری عملکرد و معرفی انواع ماژول‌های فتوولتائیک

- ۱-۲ نحوه عملکرد سلول‌های فتوولتائیک ۱۲
- ۲-۲ انواع سلول‌های فتوولتائیک از لحاظ فناوری ساخت ۱۶
- ۳-۲ مدل الکتریکال سلول فتوولتائیک ۱۷
- ۱-۳-۲ مدل ایده‌آل سلول فتوولتائیک ۱۷
- ۲-۳-۲ مدل R_s یک سلول فتوولتائیک ۲۰
- ۳-۳-۲ مدل استاندارد یک سلول فتوولتائیک ۲۰
- ۴-۳-۲ مدل دو دیودی سلول فتوولتائیک ۲۱
- ۴-۲ منحنی‌های مشخصه و پارامترهای سلول فتوولتائیک ۲۱
- ۵-۲ منحنی‌های مشخصه و پارامترهای ماژول فتوولتائیک ۲۲
- ۱-۵-۲ عامل پرشوندگی FF (مربوط به یک سلول یک ماژول) ۲۳
- ۲-۵-۲ بازده سلول فتوولتائیک (η_{PV}) ۲۳
- ۳-۵-۲ بازده ماژول فتوولتائیک (η_M) ۲۴
- ۶-۲ عوامل مؤثر بر منحنی مشخصه سلول فتوولتائیک ۲۵
- ۱-۶-۲ تأثیر تابش خورشید بر منحنی مشخصه جریان - ولتاژ سلول فتوولتائیک ۲۵
- ۲-۶-۲ تأثیر دما بر منحنی مشخصه جریان - ولتاژ سلول فتوولتائیک ۲۵
- ۳-۶-۲ تأثیر مقاومت سری و شنت بر منحنی مشخصه جریان - ولتاژ سلول فتوولتائیک ۲۶
- مراجع ۲۷

فصل سوم: بررسی آماری عیوب و خطاهای ماژول‌های فتوولتائیک

۳-۱ بررسی آماری عیوب و خطاهای ماژول‌های فتوولتائیک	۳۰
مراجع	۳۶

فصل چهارم: دسته‌بندی عیوب و خطاهای ماژول‌های فتوولتائیک

تعاریف	۳۸
۴-۱ تعریف خطا در ماژول فتوولتائیک	۳۸
۴-۲ مشکلاتی که مطابق تعریف، خطا محسوب نمی‌شوند	۳۸
۴-۳ خطاهای مهم ایجاد شده بر روی ماژول‌های فتوولتائیک به دلیل عوامل خارجی	۴۰
۴-۳-۱ بس زدن	۴۰
۴-۳-۲ حمل و نقل و نصب	۴۱
۴-۳-۳ خطای کانکتور، اتصالات	۴۲
۴-۳-۴ صاعقه	۴۳
۴-۴ تعریف انواع خطاها و دسته‌بندی آنها	۴۳
۴-۵ تعریف عیب یا نقص	۴۵
۴-۶ تعریف قسمت‌های مختلف ماژول فتوولتائیک	۴۶
مراجع	۴۸

فصل پنجم: معرفی روش‌های اندازه‌گیری و تشخیص خطا در ماژول‌های فتوولتائیک

روش‌های اندازه‌گیری مورد استفاده در تشخیص خطاها	۵۰
۵-۱ بازرسی چشمی	۵۰
۵-۱-۱ بازرسی چشمی مطابق با استانداردهای IEC	۵۰
۵-۱-۲ مستندسازی خطاهای قابل تشخیص از طریق بازرسی چشمی	۵۳
۵-۲ منحنی جریان - ولتاژ	۵۵
۵-۲-۱ معرفی پارامترهای مهم منحنی I-V	۵۶
۵-۲-۲ مقاومت سری و مقاومت موازی	۵۷
۵-۲-۳ دقت اندازه‌گیری	۵۸
۵-۲-۴ تأثیر خطاها بر روی منحنی I-V	۵۹
۵-۳ گرمانگاری	۶۳
۵-۳-۱ گرمانگاری در شرایط پایدار	۶۴

۶۵	 ۵-۳-۱-۱ زاویه تصویر برداری
۶۶	 ۵-۳-۱-۲ فاصله تصویر برداری
۶۷	 ۵-۳-۱-۳ ضریب تشعشع
۶۸	 ۵-۳-۱-۴ روش انجام بازرسی ترموگرافی
۷۰	 ۵-۳-۱-۵ ارزیابی نتایج بازرسی ترموگرافی
۷۴	 ۵-۳-۲ گرمانگاری پالسی (PT)
۷۶	 ۵-۳-۳ گرمانگاری (LIT) Lock-in
۷۹	 ۵-۴ الکترو لومینسنس (EL)
۸۵	 ۵-۵ فلورسینس فرا بنفش
۸۸	 ۵-۶ روش انتقال سیگنال
۹۳	 مراجع

فصل ششم: خطاها و عيوب ماژول‌های فتوولتائیک

۹۷	 ۶-۱-۱ مروری بر خطاهای مشاهده شده در انواع ماژول‌های فتوولتائیک
۹۷	 ۶-۱-۱-۱ لایه لایه شدگی
۹۹	 ۶-۱-۲ از بین رفتن چسبندگی صفحه پشتی ماژول
۱۰۱	 ۶-۱-۳ خطا در جعبه اتصال (جعبه تقسیم)
۱۰۲	 ۶-۱-۴ شکستگی قاب ماژول
۱۰۳	 ۶-۲ بررسی خطاهای مشاهده شده در ماژول‌های سیلیکونی با یفر
۱۰۴	 ۶-۲-۱ تغییر رنگ لایه محافظ
۱۰۶	 ۶-۲-۲ ترک‌های سلولی
۱۱۱	 ۶-۲-۳ خطای معروف به رد پای حلزون
۱۱۲	 ۶-۲-۴ لکه‌های سوختگی
۱۱۴	 ۶-۲-۵ افت توان ناشی از پتانسیل (PID)
۱۲۲	 ۶-۲-۶ قطع شدن سلول و نوارهای اتصال دهنده داخلی رشته‌ها
۱۲۶	 ۶-۲-۷ دیود کنارگذر معیوب
۱۲۹	 ۶-۳-۱ مروری بر عیوب ماژول‌های لایه نازک
۱۲۹	 ۶-۳-۱-۱ آرک‌های کوچک در اتصال دهنده‌های چسبی
۱۳۰	 ۶-۳-۲ نقاط داغ شنت

۴-۶	مروری بر معایب خاصی که در ماژول‌های لایه نازک کادمیوم-تلوراید (CdTe) مشاهده می‌شود.	۱۳۴
۱-۴-۶	شکستن شیشه جلو	۱۳۴
۲-۴-۶	تخریب اتصال پشتی	۱۳۵
۱۳۸	مراجع	۱۳۸
۱۳۹	ضمیمه ۱ الگوهای دمایی موارد غیر عادی حرارتی مربوط به ماژول‌ها	۱۳۹
۱۴۹	ضمیمه ۲ انواع دسته بندی ماژول‌های فتوولتائیک	۱۴۹
۱۶۵	ضمیمه ۳ آشکارسازی عیوب مزارع خورسیدی توسط هواپیماهای بدون سرنشین	۱۶۵
۱۷۱	ضمیمه ۴ مقیاس بوفرت (Beaufort scale)	۱۷۱