

۳ ۵۳۱ ۱۰۸

السلامة الحزب الرحيم

طراح و کنترل پیش بین اینورتر در سیستم های فتوولتائیک

نویسنده: امید آقایی



انتشارات نسل روشن

سرشناسه : آقای، امید، ۱۳۶۹-
 عنوان و نام پدیدآور : طراحی و کنترل پیش‌بین اینورتر در سیستم‌های فتوولتاییک/نویسنده امید آقای.
 مشخصات نشر : تهران: نسل روشن، ۱۳۹۸.
 مشخصات ظاهری : ۹۵ ص.
 شابک : ۲۰۰۰۰۰ ریال 978-622-6676-58-8 ::
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 موضوع : وارونگرهای الکتریکی
 موضوع : Electric inverters
 رده بندی کنگره : ۷۸۷۲TK
 رده بندی دی‌سی : ۶۲۱/۳۸۱۵۳۳۲
 شماره کتابشناسی ملی : ۵۷۱۴۸۰۹

نام کتاب: طراحی و کنترل پیش‌بین اینورتر در سیستم‌های فتوولتاییک
 ناشر: انتشارات نسل روشن
 نویسنده: امید آقای
 صفحه‌آرایی: طاهره پورهاشمی
 طراحی جلد: علیرضا زمانی
 چاپخانه صحافی: نسل روشن
 نوبت چاپ: اول ۱۳۹۸
 شمارگان: ۱۰۰ نسخه
 قیمت: ۲۰۰۰۰۰ ریال
 شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۶۷۶-۵۸-۸



آدرس: تهران - میدان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهید نظری شرقی، پلاک ۶۱ طبقه چهارم واحد ۴۴ B

☎ ۶۶۹۵۳۱۲۶

www.nasleroshan.com

📧 nasle_roshan

📧 @nasleroshan

تمامی مسئولیت‌ها و حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به نویسنده است.

هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق چاپ و برداشت تمام یا قسمتی از اثر را به صورت چاپ، فتوکپی و ... را ندارد و متخلفین به موجب بنده ۲ از ماده ۲ قانون حمایت از ناشرین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست

فصل اول - کلیات و پیشینه موضوع	۱
مقدمه	۳
کاربردها و چگونگی به کارگیری سیستم های فتوولتائیک	۴
طبقه بندی سیستم های فتوولتائیک از لحاظ کاربری	۵
آشنایی با بخش های مختلف یک سیستم فتوولتائیک کامل	۷
سلول، مازول، پنل و آرایه خورشیدی (فتوولتائیک)	۷
دنبال کننده حداکثر توان	۸
واحد ذخیره سازی انرژی در سیستم های فتوولتائیک	۹
شارژ کنترلر	۹
تنظیم کننده ولتاژ خروجی	۹
اینورتر ولتاژ	۱۰
مدل سازی کنترلر فته ولتائیک	۱۰
مدل سلول خورشیدی	۱۰
ادوات الکترونیک قدرت	۱۲
بررسی مبدل ها	۱۳
مبدل های DC-DC	۱۳
مبدل های DC-AC	۱۳
مبدل جریان مستقیم به جریان متناوب (DC/AC) یا اینورتر	۱۳
اینورتر متصل به شبکه	۱۴
اینورتر مستقل از شبکه (off grid inverter)	۱۴
اینورتر های فتوولتائیک	۱۶
کنترل کننده	۱۷
روش های کنترلی مورد استفاده اینورترها	۱۷
کنترل کننده PID (Proportional- Integral-Derivative controller)	۱۸
کنترل کننده مد لغزشی (SMC)	۱۸
کنترل پیش بین مدل (MPC)	۱۹
معایب MPC	۲۰
مرور منابع	۲۰
بررسی کنترل مبدل های DC/DC با استفاده از MPC	۲۰
مبدل باک و مبدل بوست	۲۱
 فصل دوم - الگوریتم جدید کنترل پیش بین	۳۷
مقدمه	۳۹
اصول کلی حاکم بر کنترل پیش بین	۳۹
اجزا مشترک کنترل پیش بین مدل	۴۰

۴۰	مدل پیش‌بینی
۴۱	شاخص عملکرد
۴۱	کار با قیود
۴۱	محاسبه قانون کنترل
۴۳	افق‌های پیش‌بینی و کنترل
۴۳	مدل سلول خورشیدی
۴۵	حداکثر نقطه توان (MPPT)
۴۶	بررسی حداکثر نقطه توان با استفاده از روش کنترل پیش‌بین مدل
۴۸	مدل پیشنهادی
۴۸	تشریح روش پیشنهادی برای مبدل‌های باک و بوست
۴۸	مبدل باک
۵۰	مبدل بوست
۵۲	طرح و استراتژی کنترل پیش‌بین برای مبدل‌های باک و بوست
۵۲	تابع هدف انتخاب شده
۵۴	نتایج شبیه‌سازی مبدل‌های باک و بوست
۵۷	معرفی اینورتر تک طبقه (1-AC)
۵۹	طرح و استراتژی کنترل پیش‌بین مبدل اینورتر
۵۹	تابع هدف انتخاب شده
۶۱	نتیجه‌گیری

۶۳	فصل سوم - نتایج شبیه‌سازی
۶۵	مقدمه
۶۵	محیط شبیه‌سازی متلب
۶۶	مشخصات سیستم جهت شبیه‌سازی
۶۶	شماتیک کلی سیستم طراحی شده
۶۸	نتایج شبیه‌سازی

۷۹	فصل چهارم - نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۸۱	نتیجه‌گیری
۸۱	پیشنهادهای آتی
۸۲	منابع

پیشگفتار

یکی از پرطرفدارترین منابع تولید انرژی تجدیدپذیر سیستم‌های فتوولتائیک است؛ که با کاهش هزینه‌های تولید ادوات نیمه‌هادی، امروزه کاربردهای گسترده‌ای پیدا نموده‌اند. این سیستم‌ها می‌توانند متصل یا جدا از شبکه باشند. اگر مصرف‌کننده‌های سیستم فتوولتائیک از نوع مصرف‌کننده‌های با جریان متناوب باشند، لازم است که ولتاژ خروجی DC تولید شده در پنل فتوولتائیک توسط یک اینورتر به ولتاژ متناوب (AC) تبدیل گردد. به علت سطح ولتاژ پایین پنل‌های فتوولتائیک قبل از اتصال به اینورتر نیازمند مبدل افزایشده ولتاژ DC خواهد بود. این مبدل‌های افزایشده لزوماً باید سستی با بهره ولتاژ بالا (و لذا با زمان وظیفه بیش از ۸۰٪) کار بکنند. بهره‌های ولتاژ بالا موجب افزایش تلفات مبدل و کاهش پایداری آن خواهد شد.

در این کتاب یک مثال خازنی، مبدل بوست، یک باتری متغیر به همراه یک اینورتر تک-طبقه توان طراحی شده است. هدف از انجام این کتاب، کاهش میزان بهره ولتاژ مورد نیاز مبدل بوست DC قبل از اینورتر است؛ به‌طوری‌که مقداری از وظیفه افزایش ولتاژ پنل فتوولتائیک به عهده یک اینورتر تک-طبقه افزایشده ولتاژ قرار می‌گیرد. در حقیقت افزایش ولتاژ در دو مرحله توسط مبدل بوست و اینورتر انجام شود. این روش به استفاده به راحتی و به روش‌های کلاسیک قابل کنترل نبوده و لذا در این کتاب یک استراتژی کنترلی نوین برای کنترل بیش‌بین مدل، جهت کنترل ولتاژ خروجی آن پیشنهاد شده است. استراتژی کنترلی پیشنهادی شامل یک الگوریتم جدید برای خطایی جهت صفر کردن خطای تمامی متغیرهای حالت اینورتر نسبت به مقادیر مرجعشان طراحی شده است. این روش را ابتدا برای مبدل‌های باک و بوست و سپس اینورتر تک-طبقه طراحی و کتاب شده است. عملکرد دینامیکی روش پیشنهادی بر روی سیم‌پل فتوولتائیک مورد مطالعه با ولتاژ مرجع سینوسی بار داده شده، به تست و نتایج عملکرد آن در محیط SIMULINK؛ و نیز در MATLAB شبیه‌سازی و تحلیل شده است. با توجه به نتایج شبیه‌سازی می‌توان به مزیت این سیستم در دنبال کردن سیگنال مرجع با سرعت و دقت بالا اشاره کرد. نتایج شبیه‌سازی توانایی الگوریتم پیشنهادی را در کنترل اینورتر تک-طبقه و مبدل بوست سیستم فتوولتائیک مورد آزمایش را نشان می‌دهد. در تمامی تست‌های انجام شده ردیابی حداکثر توان پنل فتوولتائیک توسط مبدل بوست و با روش هدایت افزایشی (IC) به کمک کنترل پیش‌بین با موفقیت به انجام رسیده است. همچنین منبع باتری به صورت خودکار در لینک DC مابین اینورتر و مبدل بوست به جذب/تأمین، اضافه/کمیاب بودن پنل فتوولتائیک نسبت به توان مصرفی بار پرداخته است.