دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش قدرت

عنوان:

طراحی سیستم‌های فتوولتاییک در حالت مستقل از شبکه (مینی شبکه)

استاد راهنما

دکتر رضا نوروزیان

نگارش

منصور اسماعیل زاده اقدم

تابستان ۱۳۹۸

چکیده

از یک سیستم خورشیدی[۱] با توجه به میزان توان سلول[۲] خورشیدی در تبدیل انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی و مدت زمان تابش نور خورشید می‌توان با ذخیره سازی انرژی در باتری خورشیدی با میزان توان مشخص به منظور تامین انرژی مورد نیاز جهت روشنایی یک لامپ، روشنایی منزل، روشنایی معابر،روشنایی نقاط دور از دسترس برق سراسری و... استفاده کرد.

در یک سیستم روشنایی خورشیدی مهمترین مسئله جهت بهینه و اقتصادی بودن سیستم، هم خوانی اجزا مختلف سیستم می‌باشد. قبل از راه اندازی سیستم می‌بایست میزان قدرت پنل خورشیدی[۳] در تبدیل انرژی نور تابیده شده به انرژی الکتریکی، میزان توان ذخیره سازی[۴] و جریان دهی باتری و انتخاب قطعات مناسب جهت ساخت مدار مبدل[۵] با توجه به نوع مصرف، محاسبه شده و به کار گرفته شود.

جهت طراحی و بهره‌برداری بهینه از سیستم‌های خورشیدی مستلزم به بدست آوردن پارامترهای مختلفی نظیر: موقعیت محل نصب سیستم خورشیدی، توان موردنیاز، هزینه سرمایه گذاری و... می‌باشیم تا اجزای سیستم خورشیدی نظیر: تعداد پنل، جنس سلول، ماژول[۶]، نوع و اندازه‌ی باتری[۷]، اینورتر[۸] و شارژ کنترلر[۹] و... به خوبی طراحی شود. به کمک فصل‌های ارایه شده در این پایان‌نامه، در راستای بدست آوردن طراحی بی‌نظیر برای سیستم‌های خورشیدی برمی‌آییم.

---

۱ solar system ۲ Solar Cells ۳ Solar Panel ۴ Storage power

۵ circuit ۶ Solar module ۷ Battery ۸ inverter

۹ Charge Controller

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: انرژی خورشیدی و سیستم‌های مستقل از شبکه ۹

۱-۱ مقدمه ۱۰

۱-۲ اجزای سیستم‌های خورشیدی ۱۰

۱-۳ اجزای اصلی سیستم‌های فتوولتاییک ۱۱

۱-۳-۱ ماژول ۱۲

۱-۳-۲ مبدل ۱۲

۱-۳-۳ باتری ۱۲

۱-۴ دسته بندی سیستم‌های فتوولتاییک با توجه به کاربرد آنها ۱۲

۱-۴-۱ سیستم‌های مستقل از شبکه‌ی سراسری برق ۱۲

۱-۴-۲ سیستم‌های متصل به شبکه‌ی سراسری برق ۱۲

۱-۵ طرح کلی از یک سیستم مستقل از شبکه‌ی برق سراسری ۱۳

۱-۶ طرح آرایه‌ی فتوولتاییک ۱۴

۱-۷ مزایای سیستم‌های فتوولتاییک مستقل از شبکه برق سراسری ۱۵

فصل دوم: کاربرد سیستم‌های فتوولتاییک ۱۶

۲-۱ مقدمه ۱۷
۲-۲ مزایای استفاده از سیستم خورشیدی مستقل از شبکه ۱۷
۲-۳ کاربردهای سیستم مستقل از شبکه ۱۸
۲-۳-۱ پمپاژ خورشیدی ۱۸
۲-۳-۲ روشنایی خورشیدی ۱۹
۲-۳-۲-۱ روشنایی داخلی ۱۹
۲-۳-۲-۲ روشنایی خارجی ۱۹
۲-۳-۲-۳ اجزای تشکیل دهنده سیستم روشنایی خورشیدی ۱۹
۲-۳-۲-۴ طرز کار چراغ‌های خورشیدی ۲۰
۲-۳-۳ یخچال های خورشیدی ۲۱
۲-۳-۴ یخچال های خورشیدی ۲۱
۲-۳-۵ آب نمای فتوولتاییک ۲۱
۲-۳-۶ ماشین حساب، ساعت، رادیو، ضبط صوت و وسایل بازی کودکانه ۲۲
۲-۳-۷ چراغ راهنمایی رانندگی و چشمک زن خورشیدی ۲۲
۲-۳-۷-۱ خصوصیات چراغ راهنمایی رانندگی خورشیدی ۲۳
فصل سوم: باتری در سیستم‌های خورشیدی ۲۴
۳-۱ مقدمه ۲۵
۳-۲ کارکرد باتری ۲۷

۳-۳ دسته بندی باتری‌ها از نظر کاربرد ۲۹
۳-۴ دسته بندی باتری‌ها از نظر شارژ ۲۹
۳-۴-۱ باتری‌های شارژ نشدنی (یک بار مصرف) ۳۰
۳-۴-۲ باتری‌های شارژشدنی ۳۲
۳-۴-۲-۱ مقاصد استفاده از باتری‌های قابل شارژ ۳۲
۳-۴-۲-۲ انواع باتری‌های قابل شارژ ۳۳
۳-۴-۲-۳ انواع باتری‌های قابل شارژ از لحاظ شیمیایی ۳۳
۳-۵ توان الکتریکی باتری ۳۳
۳-۶ خطر و نقص باتری ۳۴
۳-۶-۱ انفجار ۳۴
۳-۶-۲ نشتی ۳۴
۳-۶-۳ ملاحظات زیستگاهی ۳۵
۳-۷ باتری‌های سرب- اسید ۳۵
۳-۷-۱ نقطه ضعف اصلی باتری سرب اسید ۳۷
۳-۸ ساختار یک باتری نمونه ۳۸
۳-۸-۱ صفحه شبکه ۳۸
۳-۸-۲ دریچه ۳۹
۳-۹ اجزای باتری سرب اسید ۳۹

۳-۱۰ عوامل موثر بر طول عمر باتری‌های VRLA ۴۱
۳-۱۱ شرایط نگهداری و انبارداری باتری ۴۳
فصل چهارم: اینورتر در سیستم‌های خورشیدی ۴۴
۴-۱ مقدمه ۴۵
۴-۲ کاربرد اینورتر ۴۵
۴-۳ طبقه بندی مراحل طراحی اینورترها ۴۷
۴-۳-۱ آی سی ۴۰۴۰۷ ۵۱
۴-۳-۲ بخش قدرت ۵۱
۴-۳-۲-۱ ترانزیستورها ۵۱
۴-۳-۲-۲ ترانسفورماتور ۵۳
فصل پنجم: شارژ کنترلر ۵۴
۵-۱ مقدمه ۵۵
۵-۲ انواع شارژ کنترلر ۵۵
۵-۲-۱ تفاوت شارژ کنترلر MPPT با شارژ کنترلر PWM ۵۵
۵-۳ شارژ کنترلر مستقل ۵۶
فصل ششم: پمپاژ خورشیدی ۵۹

۶-۱ مقدمه ۶۰
۶-۲ مکان‌های کاربرد سیستم‌های پمپاژ خورشیدی ۶۰
۶-۳ ویژگی‌های سیستم پمپاژ خورشیدی ۶۱
۶-۴ مزایای انرژی‌های نو (خورشید و باد) در آبیاری ۶۳
۶-۵ اجزای اصلی سیستم پمپاژ خورشیدی ۶۵
۶-۶ مکانیزم ذخیره در سیستم پمپ‌های آب خورشیدی ۶۵
۶-۷ انواع پمپ‌های آب خورشیدی ۶۷
۶-۸ عوامل موثر در طراحی یک سیستم پمپاژ خورشیدی ۶۸
۶-۹ مزیت سیستم‌های پمپ آب خورشیدی جدید نسبت به سیستم های قدیمی ۶۸
۶-۱۰ مزیت سیستم‌های پمپ آب خورشیدی AC سه فاز ۶۹
۶-۱۱ پارامترهای تعریف و طراحی سیستم پمپ آب فتوولتاییک ۷۱
۶-۱۲ تعیین پارامترهای سیستم پمپاژ خورشیدی ۷۲

فصل هفتم: مثال کاربردی از سیستم‌های خورشیدی ۷۷

۷-۱ مقدمه ۷۸
۷-۲ نکات مورد توجه در انتخاب آرایه‌های خورشیدی ۷۹
۷-۳ اجزای اصلی سیستم خورشیدی برای مینی شبکه‌ها ۷۹

۷-۴ اندازه سیستم فتوولتائیک خورشیدی برای مینی شبکه‌ها ۸۰
۷-۴-۱ محاسبه مقدار توان مورد نیاز برای مینی شبکه‌ها ۸۱
۷-۴-۲ اندازه و تعداد پنل خورشیدی ۸۱
۷-۴-۳ توان و اندازه اینورتر خورشیدی ۸۲
۷-۴-۴ اندازه باتری خورشیدی ۸۳
۷-۴-۵ محاسبه‌ی اندازه شارژ کنترلر خورشیدی ۸۴
۷-۴-۵-۱ مبانی کنترل کننده شارژ خورشیدی(MPPT) ۸۴
۷-۵ محاسبه سیستم خورشیدی برای باغ (مطالعه موردی یک مینی شبکه) ۸۵
فصل هشتم: نتیجه گیری و منابع ۸۶

فصل ۱

انرژی خورشیدی و سیستم‌های مستقل از شبکه

۱-۱ مقدمه

انرژی خورشید انرژی‌ای تجدید پذیر و اساس کار سیستم‌های فتوولتاییک است. انرژی الکتریکی خورشیدی منبع اصلی انرژی برای سفینه‌های فضایی از زمان شروع برنامه‌های فضایی بوده است همچنین، حدوداً از سه دهه‌ی پیش از آن برای تأمین انرژی در مصارف شهری و کشاورزی استفاده می‌شود. دریک دهه‌ی گذشته، از انرژی خورشیدی برای تأمین انرژی خانه‌ها و ساختمان‌های شهری به طور گسترده استفاده شده که نتیجه‌ی پیشرفت در تکنولوژی خورشیدی به همراه تغییرات درساختار صنعت الکترونیک است و خواهد بود.

۱-۲ اجزای سیستم‌های خورشیدی

سیستمهای فتوولتاییک دارای اجزای مختلفی مانند: مبدل، آرایه‌های خورشیدی ، باتری و غیره هستند که در دو حالت متصل به شبکه و مستقل از شبکه کار می‌کنند. طراحی سیستم فتوولتاییک شامل انتخاب ماژول فتوولتاییک، تعیین تعداد ماژول مورد نیاز، تعیین نحوه چیدمان ماژول‌ها به منظور تشکیل آرایه فتوولتاییک، انتخاب ظرفیت مبدل، تعیین مشخصات سیستم ذخیره (در صورت نیاز) و تعیین مشخصات سایر اجزای جانبی سیستم فتوولتاییک می‌باشد، کلیه مراحل مذکور به منظور دستیابی به هدف تعیین شده طراحی انجام می‌گیرد. بنابراین برای شروع طراحی باید ابتدا هدف و منظور از طراحی سیستم فتوولتاییک تعیین گردد. برای طراحی سیستم‌های فتوو لتاییک مستقل از شبکه و متصل به شبکه می‌توان اهداف و معیارهای مختلف تعیین نمود. عواملی مانند کاربری‌های مختلف سیستم‌های

فتوولتاییک، شرایط محیطی و اقلیمی، محدودیت‌های مکانی و مالی می‌توانند تعیین کننده معیار طراحی باشند. مشخصات سیستم‌های فتوولتاییک اقتضا می‌کند که در مراحل طراحی، تاثیر عوامل مختلف مانند شرایط آب و هوایی، آلودگی‌های محیطی، وضعیت تابش خورشید، مشخصات مصرف کننده‌های انرژی الکتریکی، میزان بهره برداری اجزای سیستم فتوولتاییک و سایر مشخصات آنها لحاظ گردد. در این فصل ابتدا اصول و تمهیدات اولیه لازم برای طراحی سیستمهای فتوولتاییک عنوان می‌شود. سپس به طراحی یک سیستم فتوولتاییک با توجه به اهداف و قیود تعیین شده می‌پردازیم.

انرژی نور خورشید الکترون‌های سلول‌های فتوولتاییک را وادار به حرکت می‌کنند و هر سلول ۲ الی ۴ آمپر را با توجه به اندازه‌ی سلول با ولتاژ خروجی ۰٫۵ ولت تامیین می‌کند.

محدودیت‌های سیستم‌های فتوولتاییک بیشتر از سایر مولدهاست، توان خروجی نسبتا پایین، قیمت بالای سلول‌های فتوولتاییک، مشخصات جغرافیایی و آب و هوایی خاص برای تولید توان از جمله این محدودیت هاست. با وجود محدودیت‌ها به دلیل پاکی انرژی تولیدی، تولید برق توسط فتوولتایک مورد توجه است.

۱-۳ اجزای اصلی سیستم‌های فتوولتاییک

انواع مختلف سیستم‌های فتوولتاییک وجود دارد، اما همه‌ی آنها متشکل از سه جزء اصلی هستند:

ماژول ، مبدل و باتری

۱-۳-۱ مـاژول: انرژی خورشید را به الکتریسیته تبدیل می‌کند.

۱-۳-۲ مبدل: الکتریسیته را به جریان متناوب تبدیل می‌کنـد تـا از آن بتـوان در مصارف مختلف خانگی استفاده کرد.

۱-۳-۳ باتری: انرژی الکتریسیته‌ی اضافی تولید شـده در سیسـتم را ذخیـره می‌کند. که ممکن است سیستم متصل به شبکه باشد و نیازی به باتری نباشد.

دیگراجزای جانبی سیستم عبارتند از: سیم‌ها، سوئیچ برای قطع جریان، سازه‌های پشتیبانی و... .

۱-۴ دسته بندی سیستم‌های فتوولتاییک با توجه به کاربرد آنها

۱-۴-۱ سیستم‌های مستقل از شبکه‌ی سراسری برق

۱-۴-۲ سیستم‌های متصل به شبکه‌ی سراسری برق

در این گزارش باتوجه به عنوان آن به بررسی سیستم‌های مستقل از شبکه‌ی سراسری برق می‌پردازیم.

طراحی سیستم‌های فتوولتاییک مستقل از شبکه به گونه‌ای است که باید مستقل از شبکه‌ی برق سراسری عمـل نمـوده و قابلیت تغذیه بارهای متصل که به صورت متناوب یا مستقیم باشند را داشته باشد یعنی به دلیل عدم وجود شبکه برق سراسری، تمامی توان می‌بایستی از طریق سیستم فتوولتاییک تامین شـود. بنابراین برای طراحی اینگونه واحدها، بایستی مـدل بـار و کـل تـوان مورد

نیاز بار در یک دوره شبانه روزی محاسبه شود و ظرفیت واحد و تعداد آرایه‌های فتوولتاییک براین اساس محاسبه شود.

سیستم‌های فتوولتاییک قابلیت تولید پیوسته توان را در مدت شبانه روز ندارند یعنی با نبودن نور خورشید در زمان‌های ابری بودن هوا و شرایط بد جوی و شب هنگام سیستم فتوولتاییک قابلیت تولید انرژی را ندارد لذا میزان تولید توان آن کاملاً به شرایط جوی وابسته می‌باشد. برای تغذیه مناسب و مطمئن بار باید واحد فتوولتاییک به سیستم ذخیره ساز انرژی مجهز شود. ظرفیت ذخیره ساز انرژی به میزان مصرف بار در ساعت‌هایی که تولید وجود ندارد، بستگی دارد. برای افزایش قابلیت اطمینان بهره برداری، باید سیستم ذخیره ساز انرژی قابلیت تغذیه کل بار سیستم را بدون استفاده از انرژی سیستم فتوولتاییک برای چند روز داشته باشد. زیرا در صورتیکه چند روز متوالی شرایط جوی مناسب نباشد (چند روز ابری متوالی)، می‌بایست بارهای محلی را تغذیه نماید. ظرفیت باتری و ذخیره ساز به اندازه‌ی بار و میزان مورد استفاده‌ی بار از انرژی در زمان خاموش بودن سیستم فتوولتاییک وابسته است.

۱-۵ طرح کلی از یک سیستم مستقل از شبکه‌ی برق سراسری

همانگونه که دیده می‌شود، سیستم فتوولتاییک مجهز به باتری برای ذخیره انرژی است و قابلیت تغذیه بارهای مستقیم و متناوب را دارا می‌باشد.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

منابع:

- ❖ ماهنامه پیام دریا، ماهنامه اطلاعات علمی، مقاله اختراعات ایرانیان در پهنه دریانوردی و نجوم (جعفر سپهری)
- ❖ مقاله اختراعات و اکتشافات ایران و جهان
- ❖ Design of Small Photovoltaic (PV) Solar-Powered Water Pump Systems
- ❖ Cover photo courtesy of Nicholle Kovach, Basin Engineer, USDA NRCS
- ❖ Pumping Water Using Solar Energy for Irrigation
- ❖ School of Science and Engineering Capstone Final Report
- ❖ Design and Performance of Photovoltaic Water Pumping Systems:Comprehensive Review towards a Renewable Strategy for Mozambique
- ❖ Journal of Power and Energy Engineering
- ❖ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور جمهوری اسلامیایران
- ❖ تاریخچه مختصری از کاربرد انرژی خورشیدی در جهان و ایران دانشجویان شریف
- ❖ Tutorial Pvsyst Sa
- ❖ PVSYST SA - Route du Bois-de-Bay ۱۰۷ - ۱۲۴۲ Satigny - Switzerland