بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده آموزشهای الکترونیکی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی ابزاردقیق و اتوماسیون صنایع نفت

عنوان پایان نامه

ردیابی نقطه ماکزیمم توان سلولهای خورشیدی با استفاده از تکنیک های فازی و نامساوی ماتریسی خطی

توسط

پیام صولتیان ترک

استاد راهنما:

دکترمریم دهقانی

شهریور ماه ۱۳۹۲

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب پیام صولتیان ترک (۸۹۷۲۱۷) دانشجوی رشته‌ی مهندسی برق گرایش ابزاردقیق و اتوماسیون صنایع نفت دانشکده‌ی آموزشهای الکترونیکی اظهار می‌کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: پیام صولتیان ترک

تاریخ و امضا: ۹۷/۷/۶

به نام خدا

ردیابی نقطه ماکزیمم توان سیستمهای فتوولتاییک با استفاده از تکنیک های فازی و نامساوی ماتریسی خطی

به کوشش

پیام صولتیان ترک

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی

از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مهندسی برق- ابزاردقیق و اتوماسیون صنایع نفت

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته پایان نامه، با درجه‌ی: عالی

دکتر مریم دهقانی، استادیار بخش مهندسی قدرت و کنترل(استاد راهنما)(رییس کمیته).....

دکتر علیرضا خیاطیان دانشیار بخش مهندسی قدرت و کنترل(استاد مشاور).....

دکتر ابراهیم فرجاه دانشیار بخش مهندسی قدرت و کنترل(استاد مشاور).....

شهریورماه ۱۳۹۲

تقدیم به

تقدیم به خدایی که در تمام نوشته‌هایم جاری است

و وجود مقدس آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم.

موهایشان سپید شد تا ما رو سفید شویم

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند

تقدیم به فرشته‌های مهربان و زیبای زندگیم پدرم، مادرم

سپاسگزاری

من علمنی حرفا فقد صیرنی عبدا

هر کس به من کلمه ای بیاموزد مرا بنده خویش کرده است.

مولای متقیان حضرت علی (ع)

سپاس بی کران پروردگار یکتا که ما را هستی بخشید، به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت .

اکنون در آستانه راهی نو به پاس نعمات بی حد پروردگار، بر خود لازم می دانـم مراتـب سـپاس صمیمانه خود را از :

سرکار خانم دکتر مریم دهقانی که با رهنمودهای ارزنده خود راهگشای اینجانب بودند، اعلام می نمایم.

چکیده

ردیابی نقطه ماکزیمم توان سیستمهای فتوولتاییک با استفاده از تکنیک‌های فازی و نامساوی ماتریسی خطی

به کوشش

پیام صولتیان ترک

امروزه بشر با دو بحران جدی روبرو است. جوامع صنعتی با مشکل محیط زیست مواجه هستند و از طرف دیگر سوخت مصرفی آنها با سرعت روزافزون در حال تمام شدن است. همچنین از آنجا که مشکل آلودگی و کمبود منابع اولیه برای سوختهای نیز وجود خواهد داشت، نمی توان از آن به عنوان یک سوخت جایگزین مناسب نام برد. خورشید منبع انرژی است بدون هیچگونه آلودگی، که می توان به عنوان یک منبع سوخت دائمی آنرا جایگزین مناسبی برای سوخت های فعلی درنظر گرفت. از آنجا که توان خروجی سلولهای خورشیدی با توجه به دما و شدت تابش تغییر می کند، به یک مدار کنترل نیاز می باشد که در تمام ساعات روز، حداکثر توان را از سلول دریافت و به شبکه تحویل دهد. در این پایان نامه در ابتدا با استفاده از روش تطبیقی اختلال و مشاهده، مقدار مرجع جهت اعمال به کنترلر PI معمولی محاسبه می گردد. در ادامه به علت وجود عدم قطعیتها در سیستم، نیاز به اعمال کنترل مقاوم احساس شد. به همین منظور از نامساوی ماتریسی خطی جهت یافتن گین های کنترلر فیدبک حالت استفاده شده و پارامترهای کنترلر PID از گین های بدست آمده تنظیم می شود. در قسمت بعدی از روش فازی در نامساوی ماتریسی خطی بهره گرفته شده است. در پایان عملکرد مناسب دو کنترلر جدید اعمال شده در مقایسه با کنترلر PI به ازای دو ورودی شیب و پله بررسی شده است.

کلمات کلیدی: ردیابی ماکزیمم نقطه توان، فتوولتاییک، نامساوی ماتریسی خطی، فازی، کنترلرPID

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- شرح مسئله و مرور کلی مقالات ۵

فصل دوم: معرفی مدل سیستم فتوولتاییک

۲-۱- مقدمه..... ۱۱

۲-۲- تابش خورشیدی..... ۱۱

۲-۳- سلول فتوولتاییک ۱۴

۲-۴- نظریه سلولهای فتوولتاییک ۱۵

۲-۵- مدار معادل سلول خورشیدی و منحنی مشخصه‌های آن ۱۷

۲-۶- سلول، واحد، آرایه ۲۰

۲-۷-اندازه گیری تابش خورشیدی ۲۱

فصل سوم: الگوریتمهای ردیابی نقطه توان ماکزیمم در سلولهای فتوولتاییک

۳-۱- مقدمه..... ۲۵

۳-۲- انواع روشهای ردیابی نقطه ماکزیمم توان ۲۶

۳-۳- الگوریتم اختلال و مشاهده ۲۸

۳-۴- الگوریتم هدایت افزایشی..... ۳۱

۳-۵- روش های جریان اتصال کوتاه و ولتاژ مدار باز ۳۴

۳-۶- روش کنترل فازی ۳۶
۳-۷- روش شبکه های عصبی ۳۷
۳-۸- روش کنترل همبستگی ریپل ۳۸
۳-۹- روش ماکزیمم سازی جریان یا ولتاژ بار ۳۹
۳-۱۰- روش کنترل فیدبک ۴۰
۳-۱۱- روش استفاده از رفتار مقاومتی ورودی کانورترهای قدرت ۴۱
۳-۱۲- روش جستجوی اکسترمم ۴۳
۳-۱۳- جمع‌بندی و نتیجه گیری ۴۵
فصل چهارم: کاربرد نامساوی ماتریسی خطی در ردیابی ماکزیمم نقطه توان
۴-۱- مقدمه ۴۸
۴-۲- نامساوی ماتریسی خطی ۴۹
۴-۳- شرح مساله ۷۱
فصل پنجم: شبیه‌سازی
۵-۱- مقدمه ۷۷
۵-۲- شبیه‌سازی آرایه فتوولتاییک ۷۷
۵-۳- شبیه‌سازی انقال ماکزیمم توان سلولهای فتوولتاییک با کنترلر PI ۸۲
۵-۴- شبیه‌سازی انقال ماکزیمم توان سلولهای فتوولتاییک به وسیله کنترلرPID تنظیم شده بر مبنای نامساوی ماتریسی خطی ۸۵
۵-۵- شبیه سازی انتقال ماکزیمم توان سلولهای فتوولتاییک به وسیله کنترلرPIDتنظیم شده برمبنای الگوریتم فازی نامساویهای ماتریسی خطی ۸۹
۵-۶- مقایسه روش‌های فوق ۹۳
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۶-۱- نتیجه گیری ۹۸
۶-۲-پیشنهاد برای کارهای آینده ۹۹
مراجع ۱۰۰

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱. الگوریتم مشاهده و اختلال ۳۰
جدول۳-۲. جدول قوانین ۳۶
جدول ۵-۱. مقادیر شبیه سازی ۸۶

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل۱-۱. تعداد مقالات سالانه ارائه شده در زمینه ردیابی نقطه توان ماکزیمم ۶
شکل۲-۱. اجزای مختلف تابش جهانی روی زمین هنگام برخورد به سطح ۱۳
شکل۲-۲. تعریف زاویه زنیت و air mass ۱۴
شکل ۲-۳. تزریق سیلیکون ۱۶
شکل ۲-۴. تولید جفت الکترون وحفره با تابش نور ۱۶
شکل ۲-۵. ساختار یک سلول خورشیدی سیلیکن کریستالی ۱۷
شکل ۲-۶. مدار معادلی برای سلول یا ماژول خورشیدی ۱۸
شکل ۲-۷. یک منحنی جریان ولتاژ (I-V) نوعی برای یک سلول خورشیدی به ازای بارهای مختلف ۱۸
شکل ۲-۸. منحنی مشخصه های خروجی پانل فتوولتاییک ۱۹
شکل ۲-۹. سلول، واحد، آرایه ۲۰
شکل ۲-۱۰. منحنی ولتاژ جریان خروجی برای دو سلول به صورت منفرد و هنگامی که به صورت سری یا موازی ترکیب شده اند ۲۱
شکل۲-۱۱. پیرانومتر ۲۳
شکل۲-۱۲. پیرلومتر و ردیاب خورشیدی ۲۳
شکل۲-۱۳. پیرانومتر سایه ای ۲۳
شکل ۲-۱۴. آلبادومتر ۲۳
شکل۳-۱. بلوک دیاگرام سیستم ردیابی ماکزیمم نقطه توان بوسیله پارامترهای خروجی ۲۶

شکل۳-۲. بلوک دیاگرام سیستم ردیابی ماکزیمم نقطه توان بوسیله پارامترهای ورودی ۲۶
شکل۳-۳. ناحیه عملکرد روی منحنی توان-ولتاژ ۲۹
شکل۳-۴. فلوچارت ردیابی ماکزیمم نقطه توان به روش اختلال و مشاهده ۲۹
شکل ۳-۵. مشکل روش اختلال و مشاهده ۳۱
شکل۳-۶. فلوچارت الگوریتم ردیابی ماکزیمم نقطه توان به روش هدایت افزایشی ۳۳
شکل۳-۷. لایه های شبکه عصبی ۳۷
شکل۳-۸. نوع بارهای مختلف ۱:ولتاژی ۲:مقاومتی ۳:مقاومت و منبع ولتاژ ۴:جریانی ۴۰
شکل۳-۹. ساختار سیستم ردیابی نقطه ماکزیمم توان ۴۱
شکل۳-۱۰. بلوک دیاگرام کنترل مقاومت یک کانورتر بوستر ۴۲
شکل۳-۱۱. توان خروجی ماژول فتوولتاییک نسبت به توان واقعی ومیزان کارآیی ردیابی.... ۴۲
شکل ۳-۱۲.بلوک دیاگرام یک سیستم جستجوی اکسترمم ۴۳
شکل ۳-۱۳. منحنی خروجی یک سلول خورشیدی ۴۵
شکل ۴-۱. ناحیه $S(\alpha, \rho, \theta)$ ۵۴
شکل۴-۲. مدل کانورتر بوستر (a)-برای Ton (b) -برای Toff ۶۳
شکل ۴-۳. ساختار نهایی مدل فازی کانورتر بوست ۶۴
شکل ۴-۴. ناحیه $S(\propto)$ ۷۱
شکل ۴-۵. مدل مداری بوستر ۷۲
شکل ۵-۱. شبیه سازی یک آرایه ۶ سلولی فتوولتاییک جهت رسم منحنی های P-I و V-I ۷۸
شکل ۵-۲. منحنی P-I در تابش(w/m2) ۱۰۰۰ و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد ۷۹
شکل ۵-۳. منحنی V-I در تابش(w/m2) ۱۰۰۰ و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد ۷۹
شکل ۵-۴. منحنی P-I در تابش(w/m2) ۸۰۰ و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد ۷۹
شکل ۵-۵. منحنی V-I در تابش(w/m2) ۸۰۰ و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد ۷۹
شکل ۵-۶. منحنی P-I در تابش(w/m2) ۱۰۰۰ و دمای ۴۵ درجه سانتیگراد ۸۰
شکل ۵-۷. منحنی V-I در تابش(w/m2) ۱۰۰۰ و دمای ۴۵ درجه سانتیگراد ۸۰
شکل ۵-۸. مدل سلول فتوولتائیک ۸۰

شکل۵-۹. مدل شبیه سازی ریاضی سلول فتوولتاییک ۸۱
شکل ۵-۱۰. مدل مداری کانورتر بوستر در اتصال به پانل فتوولتاییک..... ۸۲
شکل۵-۱۱. مدل ریاضی کانورتر بوستر ۸۲
شکل ۵-۱۲. نمودار شبیه سازی انتقال ماکزیمم توان سلولهای خورشیدی ۸۳
شکل ۵-۱۳.پارامترهای PID ۸۴
شکل ۵-۱۴. پارامترهای مبدل بوستر ۸۴
شکل۵-۱۵. خروجی جریان Ipv ۸۴
شکل ۵-۱۶. میزان اختلاف جریان خروجی از جریان Iref..... ۸۴
شکل ۵-۱۷. مدل کنترلر PID با پارامترهای نامساوی ماتریسی خطی ۸۸
شکل ۵-۱۸. مقدار خروجی Ipv با مقدار مرجع ۴.۹۵ ..... ۸۸
شکل ۵-۱۹. میزان اختلاف جریان خروجی از جریان Iref (Error)..... ۸۸
شکل ۵-۲۰. پارامترهای PID بدست آمده از نامساوی ماتریسی خطی ۸۹
شکل ۵-۲۱. پارامترهای مبدل کانورتر بوستر..... ۸۹
شکل ۵-۲۲. مقدار خروجی Ipv با مقدار مرجع ۴.۹۵ ..... ۹۲
شکل ۵-۲۳. میزان اختلاف جریان خروجی از جریان Iref (Error)..... ۹۲
شکل ۵-۲۴. پارامترهای PID بدست آمده از نامساوی ماتریسی خطی ۹۲
شکل ۵-۲۵. پارامترهای مبدل کانورتر بوستر..... ۹۲
شکل ۵-۲۶. مقدار خروجی Ipv با مقدار مرجع۴.۹۵و۲.۸۵و۱.۸۵..... ۹۳
شکل ۵-۲۷. میزان اختلاف جریان خروجی از جریان Iref (Error)..... ۹۳
شکل ۵-۲۸. مقدار خروجی Ipv با مقدار مرجع ۴.۹۵و۲.۸۵و۱.۸۵ ..... ۹۴
شکل ۵-۲۹. میزان اختلاف جریان خروجی از جریان Iref (Error)..... ۹۴
شکل ۵-۳۰. مقدار خروجی Ipv با مقدار مرجع ۴.۹۵و۲.۸۵و۱.۸۵ ..... ۹۴
شکل ۵-۳۱. میزان اختلاف جریان خروجی از جریان Iref (Error)..... ۹۴
شکل ۵-۳۲. خروجی به ازای ورودی شیب برای کنترلر نامساوی ماتریسی خطی ۹۵
شکل ۵-۳۳. خروجی به ازای ورودی شیب برای کنترلر PI ۹۵
شکل ۵-۳۴. خروجی به ازای ورودی شیب برای کنترلر نامساوی ماتریسی خطی فازی ۹۵

شکل ۵-۳۵. کنترل همزمان ولتاژخروجی و ردیابی ماکزیمم توان با دو مبدل بوست ۹۶
شکل ۵-۳۶. کنترل همزمان ولتاژخروجی و ردیابی ماکزیمم توان با یک مبدل بوست و استفاده از سوییچ ۹۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه:

امروزه بشر با دو بحران بزرگ روبرو است و بیش از آنچه ما ظاهراً تشخیص می‌دهیم، با یکدیگر ارتباط دارند. از یک طرف جوامع صنعتی و همچنین شهرهای بزرگ با مشکل آلودگی محیط زیست مواجه هستند و از طرف دیگر مشاهده می‌شود که مواد اولیه و سوخت مورد نیاز صنایع و خودروها با شتاب روز افزون در حال اتمام است.

اثرات مصرف بالای انرژی در زمین، آب و هوا آشکارا مشخص می‌باشد و ما تنها راه حل را در پائین آوردن میزان مصرف انرژی می‌دانیم، حال آن که این امر نمی‌تواند به طور موثر ادامه داشته باشد. توجه به انرژی اتمی به عنوان جانشینی برای سوخت‌های فسیلی نیز چندان موفقیت آمیز نبوده است.

صرف هزینه‌های سنگین و همچنین تشعشات خطرناکی که از نیروگاه‌های اتمی در فضا پخش شده، نتیجه مثبتی نداشته است و اگر یکی از این نیروگاه‌ها منفجر شود زیان‌های فراوان و جبران‌ناپذیری به بار خواهد آورد. به علاوه به مشکل اساسی که در مورد مواد سوختی نظیر نفت، گاز و زغال سنگ داشتیم بر می‌خوریم، بدین معنی که معادن اورانیم که سوخت این نیروگاه‌ها را تأمین می‌کند، منابع محدودی هستند و روزی خواهد رسید که این ذخائر پایان خواهد یافت و ماده‌ای که جایگزین آن شود وجود نخواهد داشت.

از این رو، انرژی خورشیدی از سالم‌ترین منابع انرژی است که نه تنها پاسخگوی نیاز بشر است، بلکه هیچگونه آلودگی ایجاد نمی‌کند. مقدار انرژی که زمین به مدت سه روز از خورشید دریافت می‌کند بیش از تمام ذخائر سوختی است که در روی زمین قرار دارد. اما آنچه که باعث

می‌شود بشر به دیگر منابع انرژی روی بیاورد این است کـه اسـتفاده از آن منـابع ارزانتـر تمـام می‌شود. روش‌های متداول تبدیل انرژی تابشی خورشید عبارتند از:

الف) تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی حرارتی

ب) تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی

ج) تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی شیمیائی.

روش‌های ب و ج دارای بازدهی بیشتری هستند.

یکی از راه‌های تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی استفاده از سلول‌های خورشـیدی است. در این ابزار نیمه هادی، بر اثر تابش خورشید بارهای الکتریکی مثبت و منفی (الکتـرون و حفره) به وجود می‌آید و بر اثر میدان الکتریکی داخل سلول خورشـیدی ایـن بارهـا از یکـدیگر جدا می‌شوند. به عنوان مثال، در پیوند p-n الکترون‌های ناحیه p به ناحیه n می‌رونـد و حفـره های ناحیه n به ناحیه p منتقل می‌شوند. در نتیجه دیود مانند یک باطری عمل می‌کند[1].

از سلولهای خورشیدی هم می‌توان در زمین استفاده کرد و هم در فضا. کاربرد زمینـی آن در گذشته به خاطر هزینه زیادی که داشت بسیار محدود بـود. یـک نیروگـاه چهـار کیلـو واتـی از باطری‌های خورشیدی ده‌ها میلیون تومان خرج داشت. ولی امروزه با پیشرفت‌های مختلفی کـه در علوم الکترونیک، فیزیـک و تکنولـوژی تولیـد و سـاخت نیمـه هـادی‌هـا ایجـاد شـده اسـت کاربردهای زمینی این وسائل رو به افـزایش اسـت. امـا در عـین حـال در زمینـه‌هـای نظـامی، مخابرات و حتی در روستاها و مناطقی که دور از نیروگاه هستند، استفاده مـی‌شـوند. امـروزه از سلول‌های خورشیدی در مخابرات ارتش، برای دادن پیام‌های رادیـویی در فاصـله‌هـای زیـاد، در چراغ‌های خطر واقع در اتوبان‌ها و شاهراه‌ها، در ایستگاه‌های رادیو و تلویزیون و جهت نیرو دادن به خطوط تلفن روستاهای دور افتاده استفاده می‌گردد. همچنین از این وسیله در دستگاه‌هـایی از قبیل نورسنج، ساعت‌های دیواری، ماشین حساب و ... استفاده می‌شود.

بنابراین چند نمونه از کاربردهای معمول سلول‌های خورشیدی عبارتند از:

۱) تامین نیروی حرکتی ماهواره‌ها و سفینه‌های فضایی.

۲) تامین انرژی لازم دستگاه‌هایی که نیاز به ولتاژهای کمتری دارند مثل ماشین حسـاب و ساعت

۳) تهیه برق شهری توسط نیروگاه‌های فتوولتائیک

۴) تامین نیروی لازم برای حرکت خودروها و قایق‌های کوچک

اولین استفاده فضائی این ابزار در سفینه و نگاردیک[1] بود و پس از آن استفاده از سلول‌های خورشیدی در ماهواره‌ها و سفینه‌های فضائی مرسوم گردید. امروزه این وسیله در رصدخانه‌های فضائی، ماهواره‌های ارتباطی و تلویزیونی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با تمام اهمیتی که این ابزار نیمه هادی دارند، در کشور ما صنعت ساخت این گونه وسائل و ابزار کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

اثر فتوولتائیک که اساس ساخت سلول‌های خورشیدی و دیودهای نوری را تشکیل می‌دهد، در سال ۱۸۳۹ توسط شخصی به نام Becqueral کشف گردید [32] و [1]. وی پی برد که وقتی نور را به طور مستقیم به یک طرف محلول الکترولیت می‌تاباند، ولتاژ سلول افزایش می‌یابد. این اثر در ساختار حالت جامد سلنیوم نیز در سال ۱۸۷۶ توسط دو نفر به اسامی Adams و Day کشف گردید.

با این تحول، هفت سال بعد اولین سلول فتوولتائیک از جنس سلنیوم توسط فردی به نام Fritt ساخته شد[1]. با این اکتشاف فعالیت‌های زیادی برای گسترش تکنولوژی ابزارهای فتوولتائیک صورت پذیرفت. توسعه یکسوکننده‌های مس- اکسیدمس، عایق جدید را در ساخت سلول های فتوولتائیک با این ساختار ایجاد نمود. همراه با گسترش ابزار فتوولتائیک مس- اکسیدمس، ابزار سلنیومی نیز تکمیل گردید، به طوری که به سرعت جای آن را گرفت.

عمده تحول در ساخت سلول‌های خورشیدی، از سال‌های کشف اثر فتوولتائیک در سیلیکان آغاز شد. این عنصر که در طبیعت به وفور یافت می‌شود و دسترسی به آن ارزانتر از بقیه مواد است، از خصوصیاتی برخوردار است که در ساخت سلول‌های خورشیدی اهمیت ویژه ای دارد و تا به امروز در صنعت ساخت سلول‌های خورشیدی بی‌رقیب مانده است.

اصلی‌ترین کاربرد الکتریسیته خورشیدی در مناطق دوردست، اما نورگیر است که هیچ‌گونه منبع الکتریسیته دیگری در نزدیکی آن نیست و یا در مناطقی که تامین سوخت برای ژنراتور مطمئن نبوده و یا گران تمام می‌شود.

الکتریسیته خورشیدی در حال حاضر در پروژه‌های خیلی بزرگ از قبیل پمپاژ آب شرب و آبیاری، روشنایی و هشداردهی در ایستگاه‌های کوچک در طول خط راه آهن، تامین توان

[1] Vengardik

ایستگاه‌های مخابراتی و در حفاظت کاتدیک از لوله کشی‌ها، برای جلوگیری از زنگ زدگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از وسایل مورد استفاده در خانه‌ها و اداره‌ها می‌توانند با الکتریسیته خورشیدی کار کنند. در این جا لیستی از مثال‌ها آورده می‌شود.

مصارف خانگی: روشنائی، رادیو، تلویزیون، فن‌های خنک کننده، یخچال‌های در سایز کوچک و ... .

مصارف مدرسه: روشنایی، دستگاه‌های الکتریکی موجود در آزمایشگاه، ویدئو پروژکتورها و ....

مصارف بیمارستان و محل کار: روشنایی، یخچال، آزمایشگاه(میکروسکوپ نوری، سانتری فیوژ، رنگ سنج و ماشین جوجه کشی و...)، فرستنده و گیرنده رادیوئی موج کوتاه، ماشین حساب، کامپیوترهای کوچک، کولرها و ... .

مصارف مزرعه و کارگاه: حصار الکتریکی، پمپ آب، لحیم کاری و جوش‌کاری دریل برقی.

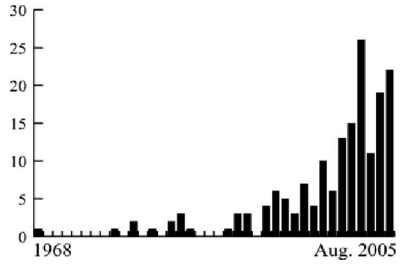
در همگی کاربردهای ذکر شده در بالا توان پائین برای کار دستگاه‌ها نیاز می‌باشد، بنابراین انرژی الکتریکی خیلی کمی برای کار کردن نیاز دارند. این وسایل گزینه‌های خوبی برای کار با الکتریسیته خورشیدی می‌باشند چون به خاطر توان پایین تعداد واحد سلول کمی برای کار نیاز دارند. [1]

۱-۲- شرح مسئله و مرور کلی مقالات:

میزان توان خروجی سلول فتوولتاییک متناسب با شرایط کاری(سطح تابش، دما، طول عمر) تغییر می کند و سلول فتوولتاییک ماکزیمم توان خود را در یک نقطه کاری خاص که نقطه ماکزیمم توان[1] نامیده می‌شود، تحویل می‌دهد. برخلاف منابع انرژی مرسوم، مطلوب است که سیستم فتوولتاییک در این نقطه کار کند. از اینرو با توجه به متغیر بودن شرایط محیطی و همچنین مشخصه الکتریکی بار، برای دستیابی به عملکرد سیستم در این نقطه، به یک شبکه تطبیق دهنده متغیر با زمان که به عنوان واسطی بین منبع متغیر و بار باشد، نیاز است تا

[1] Maximum Power Point

حداکثر توان خروجی قابل دسترس را، صرف‌نظر از شرایط جوی و تغییرات بـار، تحویـل دهـد. این سیستم ردیابی نقطه ماکزیمم توان چیزی جز یک مبدل قدرت[1] بـا یـک الگـوریتم کنتـرل مناسب نمی‌باشد. مدارات نقطه ماکزیمم توان اغلب توسط مد کلید زنی کـانورتر DC-DC بـا کنترل مدولاسیون عرض پالس[2] تحقق می‌یابد. در شکل ۱-۱، سیر افزایشی تعداد مقالات ارائـه شده در نشریات، بیان‌گر اهمیت موضـوع ردیـابی نقطـه مـاکزیمم تـوان در زمینـه فتوولتاییـک می‌باشد.



شکل ۱-۱. تعداد مقالات سالانه ارائه شده در زمینه ردیابی نقطه توان ماکزیمم [2]

از جمله نکاتی که با توجه به منحنی مشخصه خروجی آرایه فتوولتاییک بدست می‌آید، ایـن است که خروجی پانل فتوولتاییک[3] تابعی است از شدت تـابش و دمـا، همچنـین نشـان‌دهنـده مشخصه غیرخطی توان خروجی پانل در برابر ولتاژ یا جریان خروجـی مـی‌باشـد. مطلـوب ایـن است که در تمام لحظات حداکثر توان ممکن را از آرایه دریافـت کـرد، کـه بـا اسـتفاده از یـک مبدل الکترونیک قدرت و کنترل ولتاژ یا جریان می‌توان به این هدف دست یافـت. از آنجـا کـه نقطه عملکرد با حداکثر توان خروجی با تغییرات شرایط جوی تغییر می کند، مقدار مرجع برای جریان یا ولتاژ نیز باید با توجه به شرایط جوی تغییر کند، که این عمل با استفاده از یـک مـدار ردیابی ماکزیمم نقطه کار[4] انجام می‌گیرد.

تاکنون روش‌های متفاوتی در مقـالات مختلـف جهـت انتقـال مـاکزیمم تـوان بـه خروجـی فتوولتاییک صورت پذیرفته است. در [3] دکتر معلم از روش کنترلی خاصی جهت کنترل بهـره

[1] Power Converter
[2] Pulse Width Modulator
[3] Photovoltaic
[4] Maximum Power Point Tracking