



چهارمین کنفرانس ملی ایده‌های نو در مهندسی برق



۲۰۲۱ آبان ماه ۱۳۹۴ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

بررسی تعقیب نقطه توان حداکثر (mppt) در سلول‌های خورشیدی بامبدل بوست

مهسا ریسمانچیان^۱، سارا دادخواه^۲ و محمدرضا امینی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی مهندسی برق و الکترونیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، mhs.electronic@gmail.com

^۲ دانشجوی کارشناسی مهندسی برق-الکترونیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) goodmotif2014@gmail.com

^۳ عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، mrezaaminy@yahoo.com

چکیده- در این مقاله یک سیستم MPPT برای دریافت بیشترین توان از سلول خورشیدی پیشنهاد شده که آن را با استفاده از یکی از میکروکنترلرهای خانواده AVR (Atmega 32)، به صورت کامل پیاده سازی کرده ایم. ما در کار خود توسط میکرو ابتدا سیگنال‌های ولتاژ و جریان خروجی سلول خورشیدی را نمونه برداری کرده و سپس توسط روش P&O (petrub-and-observe) که با استفاده از برنامه نویسی میکرو آن را پیاده سازی کرده ایم، مقدار ضریب (Duty cycle) PWM میکرو به صورت متغیر به یک مبدل سویچینگ بوست اعمال می‌شود. نتایج تجربی حاصل از این کار نشان می‌دهد که سیستم پیشنهادی از قابلیت خوبی جهت دریافت بیشترین توان از سلول خورشیدی برخوردار است و می‌تواند به عنوان یک سیستم مطمئن مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه- توان، میکروکنترلر AVR، MPPT

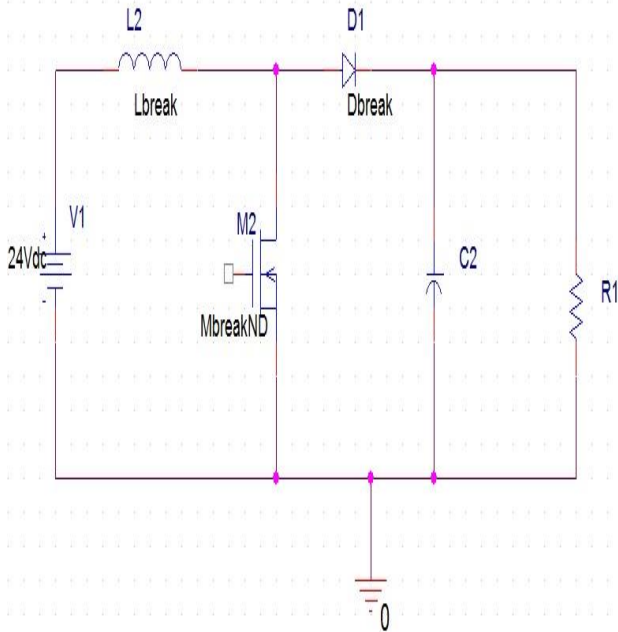
(constant voltage) در روش اول جریان نقطه کار اندکی تغییر داده می شود سپس مقدار dp/di حساب می شود. اگر این مقدار عددی مثبت بود نشانگر این است که مسیر تغییر ولتاژ درست است. این روند آنقدر تکرار می شود تا dp/di منفی شود. در این حالت بهترین نقطه کار سلول خورشیدی به دست آمده است. لازم به ذکر است که این روش مرسوم تر از دو روش دیگر است. در روش رسانایی افزایشی از di/dv برای محاسبه علامت dp/dv استفاده می شود، عیب این روش علاوه بر نوسانات ناخواسته، بالا رفتن زمان محاسبات می باشد در روش سوم ابتدا ولتاژ مدار باز سلول اندازه گیری می شود و پس از آن ولتاژ نقطه کار را ۷۶٪ (ولتاژ مدار باز سلول خورشیدی عددی ثابت است) برابر ولتاژ مدار باز می گیریم، این روش نسبت به ۲ روش دیگر کمتر مورد استفاده قرار می گیرد چرا که جریان در زمان های اندازه گیری ولتاژ مدار باز صفر می باشد. ما در مقاله خود از روش اول استفاده کرده ایم. بدین صورت که با استفاده از یک سنسور، جریان سلول را نمونه برداری کرده و با توجه به تغییرات dp/di (Duty cycle) را دقیقاً تنظیم می نماییم.

۲- سیستم تولید توان خورشیدی

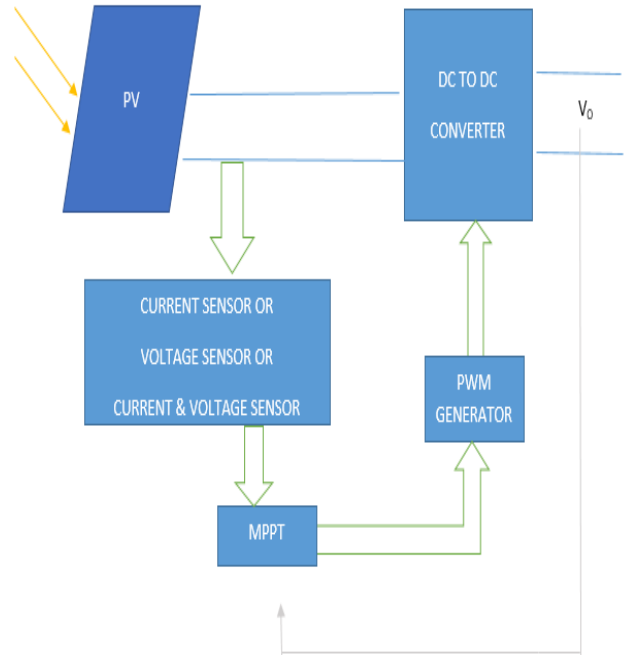
ساختار سیستم های تولید توان خورشیدی را به شیوه های مختلفی می توان پیاده سازی نمود. به طور کلی این ساختارها مطابق شکل (۱) قابل نمایش است. این ساختار به سه بخش پانل خورشیدی، مبدل DC به DC و کنترل و ردیابی حداکثر توان قابل تقسیم است.

۱- مقدمه

انرژی ستاره خورشید یکی از منابع عمده ی انرژی در منظومه شمسی می باشد. طبق آخرین برآوردهای رسمی اعلام شده عمر این منبع انرژی بیش از چهارده میلیارد سال می باشد. در هر ثانیه ۲,۴ میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می شود و این کره نورانی را می توان به عنوان منبع عظیم انرژی تا پنج میلیارد سال آینده به حساب آورد. ایران با داشتن ۳۰۰ روز آفتابی در سال جزو بهترین کشورهای دنیا در زمینه پتانسیل انرژی خورشیدی در جهان می باشد، استفاده از انرژی خورشیدی یکی از بهترین راه های برق رسانی و تولید انرژی در مقایسه با دیگر مدل های انتقال انرژی به نقاط دور افتاده در کشور از نظر هزینه، حمل و نقل، نگهداری و عوامل مشابه می باشد. انرژی خورشیدی را به وسیله ابزاری به نام سلول های خورشیدی (PV) می توان به انرژی الکتریکی تبدیل کرد. مقدار انرژی دریافتی از سلول خورشیدی به عوامل زیادی همچون زاویه قرارگیری پنل ها، شرایط جوی، میزان تابش دما و وابسته است. در مورد وضعیت قرارگیری صفحات خورشیدی باید بیان کرد که بهینه سازی این پارامتر وابسته به عوامل مکانیکی و مستلزم هزینه های زیادی می باشد. یکی از کم هزینه ترین در عین حال موثرترین روش های دریافت بیشترین توان از صفحات خورشیدی، ردیابی الکتریکی نقطه حداکثر توان می باشد که در شرایط جوی مختلف سعی در دریافت بیشترین توان ممکن از سلول را دارد. با یک تکنیک ردیابی نقطه حداکثر توان (MPPT) بسیار ساده، ولتاژ و یا جریان سلول خورشیدی با ولتاژ ثابت مبنا (یا جریان) در شرایط جوی خاص مقایسه می شود که با ولتاژ (یا جریان) سلول خورشیدی در نقطه توان حداکثر مطابقت دارد. در حالت کلی ۳ نوع MPPT دارد: (۱) آشفتن و مشاهده کردن (Perturb-and-observe)، (۲) رسانایی افزایشی (incremental conductance) و (۳) ولتاژ ثابت



شکل (۲) مدل مبدل بوست



شکل ۱: بلوک دیاگرام سیستم توان تولید خورشیدی

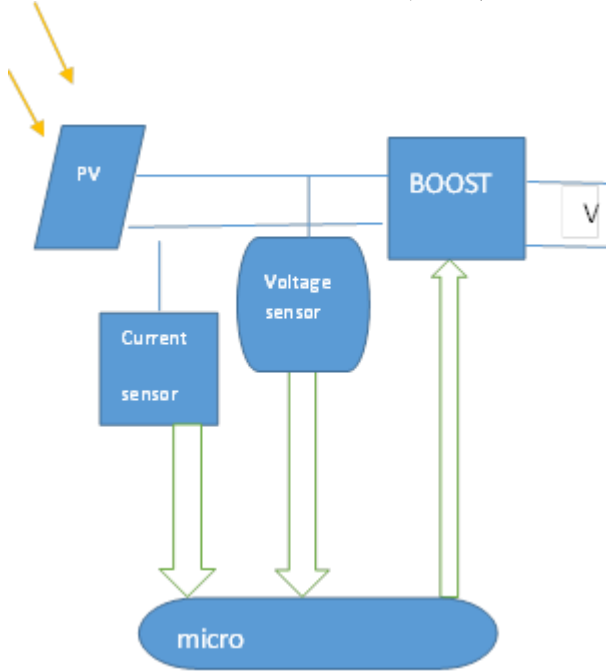
۱-۲- مبدل DC به DC

انواع مختلفی از مبدل های DC به DC وجود دارد ، اما به علت پایین بودن ولتاژ خروجی سلول خورشیدی به طور معمول از مبدل افزایش دهنده $Boost$ ولتاژ ، در ساختار سیستم تولید توان خورشیدی استفاده می گردد. شکل (۲) مبدل $Boost$ پیشنهادی را نشان می دهد . علت استفاده از مبدل افزایش دهنده علاوه بر افزایش ولتاژ خروجی سیستم ، متغیر بودن سبکها و قالب بندی های مورد استفاده مقاومت ورودی مبدل با تغییر سیکل کاری سیگنال PWM اعمال است. این ویژگی مبدل این قابلیت را می دهد که با تغییر سیکل کاری بتوان ولتاژ نقطه کار سلول خورشیدی را تغییر داد. هم اکنون به طراحی مبدل می پردازیم ؛ فرکانس سوئیچینگ ماسفت مبدل را ۴۰ کیلوهرتز در نظر می گیریم. ولتاژ ورودی مبدل ۲۴ ولت و ولتاژ خروجی آن را ۱۰۰ ولت در نظر گرفتیم.

$$C = \frac{I_O D}{\Delta V_O F_{SW}} = \frac{0.5 \times 0.75}{2 \times 40} = 15 \mu H \quad (1)$$

با در نظر گرفتن رابطه ی (۲) و قرار دادن مقدار ولتاژ خروجی برابر ۱۰۰ ولت ، مقدار مقاومت خروجی را ۲۰۰ اهم به دست می آوریم.

بلوک دیاگرام مدار پیشنهادی به صورت شکل (۳) است.



شکل (۳) : بلوک دیاگرام مدار پیشنهادی

$$\frac{V_O}{V_{in}} = \frac{1}{1-D} = \frac{100}{25}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

(2)

مقدار خازن از رابطه ی زیر حاصل می شود:

$$C = \frac{I_O D}{\Delta V_O F_{SW}} = \frac{0.5 \times 0.75}{2 \times 40} = 15 \mu H \quad (3)$$

$$C = \frac{I_O D}{\Delta V_O F_{SW}} = \frac{0.5 \times 0.75}{2 \times 40} = 1$$

مقدار سلف نیز از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$L = \frac{V_O D}{\Delta I_L F_{SW}} = \frac{25(0.75)}{1.6(40)} = 937.5 \mu H \quad (4)$$

۲-۳- روش پیشنهادی ردیابی نقطه حداکثر توان

در این روش بر اساس اندازه گیری ولتاژ و جریان خروجی سلول ، توان لحظه ای دریافتی از سلول را محاسبه نموده و مقدار آن را با توان لحظه قبل مقایسه کرده و سپس با استفاده از مبدل افزایشنده Boost قرار گرفته شده در خروجی آرایه با تغییر سیکل کاری تولید کننده پالس PWM جریان خروجی آرایه را در جریان مطلوب که نقطه حداکثر توان است ، قرار می دهد. هسته پردازنده اطلاعات سیستم ، که یک میکروکنترلر است، با گرفتن مقدار توان خروجی سلول در هر لحظه مقدار جریان را در نقطه حداکثر توان نگه می دارد.

۲-۲- کنترل و ردیابی نقطه ی حد اکثر توان

این بخش می تواند شامل سنسورها ، تولید کننده موج PWM و سیستم پیاده کننده ی ردیابی نقطه حداکثر توان باشد. این بخش با دارا بودن سیستم کنترلی MPPT بسته به روش موجود با اندازه گیری پارامترهای مورد نیاز نقطه کار مناسب که همان نقطه حداکثر توان خروجی سلول خورشیدی است، یافت می کند. سپس با توجه به این شرایط با اعمال فرمان مناسب تغییر سیکل کاری به مبدل موج PWM ، این مبدل ولتاژ خروجی سلول خورشیدی را به نقطه کار مناسب سوق می دهد

بحث و نتیجه گیری

در این مقاله ما سیستم MPPT سلول خورشیدی را با استفاده از میکروکنترلر AVR به طور کامل پیاده سازی کردیم. میکروکنترلر Atmega32 با نمونه برداری از ولتاژ و جریان سلول، ضریب D پالس PWM خروجی خود را چنان تغییر داد که منجر به دریافت بیشترین توان از سلول خورشیدی شد. با توجه به استفاده از MOSFET در مبدل بوست تلفات توان کاهش پیدا کرد و همچنین IC استفاده شده جهت نمونه گیری از جریان نیز علاوه بر کم کردن تلفات مدار، دقت اندازه گیری جریان را بالا برد

مراجع

[1] سید مسعود، مقدس تفرشی، منابع تولید انرژی در قرن بیست و یکم، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۸۶.

[۲] جاوید خراسانی، علی اکبر قره ویسی، مسعود رشیدی نژاد و علی مراد خواجه زاد، بهبود سرعت ردیابی نقطه ماکزیمم توان در سیستم فتوولتائیک، بیستمین کنفرانس بین المللی برق تهران، ۲۰۰۵

[3] R. Y. D] R.J. Wai, "High Step-up Converter with Coupled-Inductor," IEEE Transaction on Power Electronics, Vol. 20, pp. 1025-1035, September 2005.

[4] C. C. TSENG C.J., "Novel ZVT PWM converters with active snubbers IEEE Trans Power Electron". Vol.13, 1988.pp.861-869

[5] E.Adib.and.H.Farzanehfard,"Familyofzero-conmenttransition, PWMconverters," IEEE Trans.Ind.Electron



چهارمین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق



۲۰۲۱ آبان ماه ۱۳۹۴ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)