هشتمین کنفرانس سالانه انرژی پاک
8th Annual Clean Energy Conference (ACEC2023)
۱۴-۱۲ اردیبهشت ماه ۱۴۰۲، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل

ACEC2023-02620186

طراحی کنترلر فازی برای مبدل DC-DC از نوع ZETA به منظور ردیابی نقطه حداکثر توان سلول های خورشیدی

علی اصغر قدیمی[۱]، محمدعلی جلالی[۲]، محمدرضا میوه[۳]

[۱]دانشیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اراک، اراک، ایران a-ghadimi@araku.ac.ir
[۲] دانشجو، دانشکده مهندسی برق، موسسه آموزش عالی پیام گلپایگان، گلپایگان، ایران
[۳] استادیار، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه تفرش، تفرش، ایران miveh@tafreshu.ac.ir

چکیده

این مقاله به بررسی کنترلر منطق فازی با استفاده از یک مبدل DC-DC از نوع Zeta جهت بهبود نقطه حداکثر توان در سلول های خورشیدی جدا از شبکه تحت شرایط تابش و دمای متغیر می‌پردازد. تکنیک ارائه شده دارای سرعت پاسخ دهی بالاتری نسبت به تکنیک آشوب و مشاهده می باشد، که به طور گسترده در سطح تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. جهت اثبات عملکرد مناسب تکنیک پیشنهادی، دو کنترلر با شبیه سازی در محیط سیمولینک با یکدیگر مقایسه شده‌اند. در پایان نشان داده شده است که کنترلر منطق فازی مورد استفاده در این مقاله دارای عملکرد بهتری نسبت به کنترلر آشوب و مشاهده است.

واژه های کلیدی : فتوولتائیک، کنترلر منطق فازی، مبدل های DC-DC، الگوریتم ژنتیک.

مقدمه

تامین انرژی همواره یکی از چالش‌های مهم در سر راه توسعه کشورها بوده است. افزایش جمعیت و نیز نیاز به رشد اقتصادی دو محرک بزرگ برای رشد تقاضای انرژی می‌باشد. نیاز به امنیت و پایداری تامین انرژی، کشورها را بر آن داشته است که از وابستگی به سوخت های فسیلی برحذر دارد. همچنین مسائل زیست محیطی نیز در چند سال اخیر به شدت جامعه‌ی جهانی را نسبت به ادامه استفاده بی‌حد و اندازه سوخت‌های فسیلی نگران کرده است. رشد پیوسته تقاضای انرژی در سراسر جهان، جوامع را به فکر منابع جایگزین انداخته است. در این بین انرژی خورشیدی یکی از منابع وافر روی زمین است و انتظار می‌رود تا یکی از منابع اولیه تامین انرژی در آینده باشد. این سیستم تولید انرژی درکنار مزایای زیست محیطی به علت تجهیزات نه چندان زیاد برای نگهداری و همچنین قابلیت انعطاف توان خروجی از چند میکروواوت تا چند مگاوات، مورد توجه جدی در سرا سر جهان قرار دارد. کاربردهای انرژی خورشیدی از صنعت گرفته تا کاربردهای نظامی و تجاری گسترده است. با این وجود استفاده بهینه از انرژی خورشیدی نیازمند تکنولوژی های مدیریت صحیح این‌گونه سیستم‌ها می‌باشد. علیرغم همه مزیت‌هایی که تولید انرژی بدین روش برای ما دارد، هزینه احداث اولیه این سیستم‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای بالاست و راندمان آن به طور چشمگیری پایین است [1].

از آنجا که قدرت خروجی ماژول‌های PV وابسته به سطح تابش خورشید و دمای سلول‌ها می‌باشد تغییر آن‌ها می‌تواند عملکرد سیستم PV را تغییر داده و باعث اختلال در آن شود. در حال حاضر عمده‌ترین چالش سیستم‌های خورشیدی پایین بودن راندمان آن‌ها می‌باشد. دلیل آن را می توان در این دانست که این سلول‌ها فقط در باند محدودی از طیف نور خورشید به کار می‌روند. بیشترین قسمت تابش خورشید تبدیل به الکتریسیته نمی‌شود و صرفا باعث گرم شدن سلول‌ها می‌شود. تغییر دمای سلول خورشیدی و همچنین تغییر شدت تابش باعث می‌شود که توان خروجی سیستم خورشیدی دچار نوسان شود [1]. از این رو دستیابی به حداکثر نقطه توان در اینگونه سیستم‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. مساله حداکثر نقطه توان که آن را با MPPT[۱] می‌شناسیم با دستیابی به حداکثر جریان و ولتاژ به دست می‌آید. در واقع نکته کلیدی در سیستم های فتوولتائیک طراحی الگوریتمی سریع و دقیق برای دستیابی به MPPT می‌باشد. MPPT ماکزیمم نقطه ردیابی توان یک سیستم الکتریکی است که به ماژول‌های PV این امکان را می‌دهد تا حداکثر

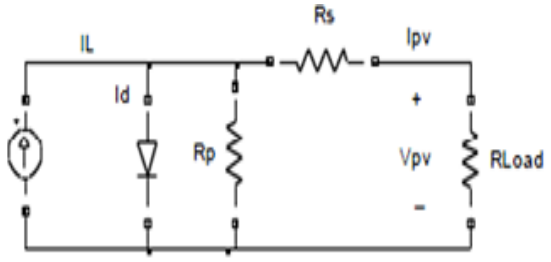
[۱] Maximum power point tracking

قدرت آن‌ها حاصل شود. باید در نظر داشت نقطه کار یک سیستم خورشیدی به وسیله باری که به آن متصل است تعیین می شود. در منحنی مشخصه V-P یک نقطه ماکزیمم وجود دارد که به آن اصطلاحاً MPP می‌گویند. در این نقطه ماژول دارای ماکزیمم عملکرد خود است. زمانی که یک اتصال مستقیم بین ماژول PV و بار وجود داشته باشد خروجی ماژول PV به ندرت در نقطه ماکزیمم قرار می‌گیرد، به همین دلیل عملکرد سیستم بهینه نیست. برای مقابله با این مشکل لازم است تا یک وسیله تطبیق‌گر به سیستم اضافه گردد. این سیستم یک کنترلر MPPT با یک مبدل DC-DC بین منبع و بار می‌باشد. عمده وظیفه MPPT جستجو و فراهم کردن عملکرد بهینه مبدل DC-DC به وسیله واحد کنترل که از یکی از الگوریتم‌های ردیابی شناخته شده MPP استفاده می‌کند می‌باشد[2].

تکنیک‌های MPPT با متدهای کنترلی ساده مانند فیدبک ولتاژ و جریان آغاز شد. سپس تکنیک‌های P&O و هدایت افزایشی معرفی گردید. اخیراً نیز تکنیک‌های هوشمند به صورت گسترده‌ای مورد توجه محققان قرار گرفته است. تاکنون کارهای زیادی توسط محققان در زمینه بهبود عملکرد سیستم‌های فتوولتائیک انجام شده است. عمده این روش‌ها مبتنی بر طراحی روش‌های مناسب برای ردیابی حداکثر نقطه توان می‌باشد. تعداد روش‌های شناخته شده و مرسوم تاکنون به ۱۹ روش رسیده است[2]. تفاوت این روش‌ها در پیچیدگی، تعداد و نوع سنسورها، سرعت، عکس العمل، همگرایی، هزینه و نیاز سخت افزاری می‌باشد. مهم‌ترین این روش‌ها عبارتند از روش Hill Climbing ,P&O[۲] و کنداکتانس افزایشی[۳] وکنترل وابسته به ریپل[۴](RCC) ومدار باز جزیی و اتصال کوتاه جزیی و کنترل منطق فازی. از آنجا که مشخصه ولتاژ–جریان ماژول‌های خورشیدی غیرخطی می‌باشد و دمای محیط و شدت تابش خورشید نیز متغیر است لذا یک سیستم فتوولتائیک سیستمی غیر خطی و متغیر با زمان است و در طراحی کنترل‌کننده آن این نکته حائز اهمیت است[3]. کنترلر منطق فازی یکی از مناسب‌ترین کنترلرهایی است که می توان در سیستم‌های PV استفاده کرد. اثبات شده است که این کنترلر پاسخ بهتری نسبت به سایر کنترلرهای هوشمند دارد. در سال‌های اخیر توجه به این نوع کنترل در سیستم‌های خورشیدی افزایش نشان می دهد. عدم نیاز به مدل ریاضی دقیق و همچنین کاربرد در سیستم‌های غیرخطی باعث شده است که بتوان از این کنترلر به طور گسترده بهره گرفت. این پروژه متمرکز بر روی طراحی کنترلری می‌باشد که با استفاده از آن می‌توان به ماکزیمم قدرت یک سیستم PV دست یافت. با توجه به نکات مطرح شده و ضعف های بیان شده، این مقاله به بررسی استفاده از کنترلر منطق فازی با استفاده از یک مبدل DC-DC از نوع Zeta جهت بهبود نقطه حداکثر توان در سلول‌های خورشیدی جدا از شبکه تحت شرایط تابش و دمای متغیر می‌پردازد.

مدل سازی سیستم خورشیدی

یک سلول خورشیدی اساساً از یک پیوند p-n نیمه هادی تشکیل شده است که انرژی تابشی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. این مدل شامل مقاومت‌های سری و موازی هم می‌شوند که مقاومت سری R_s معمولا مقدار خیلی کوچکی دارد که می‌توان از آن صرفنظر کرد و مقدارش را صفر قرار داد در حالی که مقاومت موازی R_P مقدار خیلی بزرگ دارد و می توان آن را مدار باز در نظر گرفت. همچنین وقتی سلول در تاریکی قرار دارد جریان منبع I_L صفر خواهد بود. زمانی که سلول در معرض نور قرار می‌گیرد جریان DC تولید می شود. تحقیقات نشان می‌دهد که جریان تولیدی بستگی به تابش خورشید، دما و جریان بار دارد. مدار معادل یک سلول PV در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱: مدار معادل یک سلول خورشیدی

مبدل Zeta

معیار انتخاب مبدل‌های DC-DC در سیستم‌های فتوولتائیک وابسته به عوامل مختلفی است از جمله هزینه، راندمان، انعطاف‌پذیری و شارش انرژی است. انعطاف‌پذیری به توانایی مبدل برای نگهداری خروجی با وجود ورودی‌های متفاوت بر می‌گردد [4-5]. در حالی که شارش انرژی تاکیدی بر جریان پیوسته مبدل دارد. در میان مبدل‌های شناخته شده و معروف مبدل BUCK- SEPIC BOOST و CUK دارای این قابلیت می‌باشند که ولتاژ ورودی را افزایش و یا کاهش دهند. از این رو این مبدل‌ها می‌توانند همه سطوح انرژی تابشی در سیستم فتوولتائیک را برای ما انتقال دهند. مبدل‌های Buck وBoost به علت فقدان انعطاف‌پذیری مبدل‌های چندان مناسبی نیستند. به طور مثال در سیستم‌های فتوولتائیکی که به منظور شارژ باتری به کار می‌روند، هر دو مبدل Buck و Boost قادر به شارژ پیوسته باتری با وجود تغییر در عملیات MPPT نیستند چرا که منحنی ولتاژ-توان با تغییر سطح تابش تغییر می‌کند و از این رو ولتاژ مورد نیاز برای ایجاد ماکزیمم توان تغییر پیدا می‌کند. مبدل بوست معمولا راندمانی بالاتر از مبدل SEPIC دارد هرچند که ولتاژ خروجی همیشه از ولتاژ ورودی آن بالاتر است که

[۲] Perturb & Observe
[۳] Incremental Conductance
[۴] Ripple Correlation Control

باعث عدم انعطاف پذیری در دستیابی به ماکزیمم توان می شود [4]. در [5] تنها ملاک برای انتخاب بین دو مبدل Sepic و cuk آن است که خروجی مبدل Cuk معکوس ورودی آن می‌باشد و به همین دلیل مبدل Sepic به آن ترجیح داده شده است. به طور کلی اجماعی در جهت اینکه کدام یک از مبدل‌های dc-dc مناسب تر هستند وجود ندارد. در [6] نویسندگان چنین ادعا می‌کنند که حتی با وجود انتخاب بهترین و دقیق‌ترین نوع الگوریتم ردیابی نقطه حداکثر توان همچنان در مواردی نتیجه مطلوب به دست نیامده است. از این رو انتخاب مناسب مبدل DC-DC ضرورت پیدا می‌کند. در مرجع [7] به بررسی تاثیر مبدل‌های DC-DC از جهت راندمان ردیابی پرداخته شده است و مبدل های BUCK, Boost, BUCK-Boost,CUK,SEPIC, ZETA با در نظر گرفتن بار مقاومتی تحلیل شده‌اند. نویسندگان در پایان به این نتیجه رسیده‌اند که در مبدل‌های BUCK وBOOST امکان شکست در ردیابی حداکثر توان وجود دارد و ممکن است سیستم از رسیدن به نقطه ماکزیمم توان باز بماند. در [8] پس از بررسی نتایج عملکرد سه مبدل sepic، cuk و zeta نویسندگان به این نتیجه دست یافته‌اند که هر سه مبدل کارایی خوبی در مورد حصول ولتاژ خروجی و میزان ریپل خروجی داشته‌اند و انتخاب آنها بسته به شرایط کاری دارد. بر اساس مطالب ذکر شده در بالا، مبدل zeta بر سایر مبدل های مرسوم براساس کارائی و نیز نوآوری ترجیح داده شد.

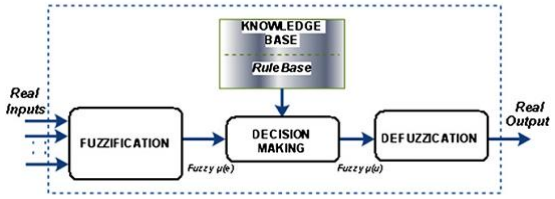
طراحی سیستم کنترلی

الگوریتم ژنتیک یکی از روش‌های بهینه‌سازی تکاملی است که به عنوان یک روش بهینه سازی قوی دارای کاربرد وسیع می‌باشد و از اصول "تئوری تکاملی تدریجی " در طبیعت تقلید می‌کند. این الگوریتم با توجه به سرعت زیاد و همچنین قابلیت یافتن ماکزیمم و مینیمم مطلق بر روی طیف وسیعی از توابع، کاربرد زیادی در مهندسی پیدا کرده است. لذا می توان از این الگوریتم در مسایل مختلف اعم از خطی، غیر خطی، پیوسته یا گسسته، مقید بودن یا بدون قید بهره گرفت. از جمله می‌توان برای تنظیم بهینه کنترلر فازی به صورت خودکار از الگوریتم ژنتیک استفاده کرد.

الگوریتم ژنتیک در مقایسه با سایر روشهای جستجو مزایای قابل توجهی دارد. از جمله اینکه این الگوریتم به جای کار کردن بر روی یک جواب و بهینه سازی آن در تکرارهای بعدی بر روی دسته‌ای از جواب‌ها به طور همزمان کار می‌کند و به تدریج به سمت نقطه بهینه همگرا می‌شود. بنابراین احتمال اینکه در دام مینیمم‌های موضعی قرار بگیرد بسیار کم است. این الگوریتم تنها به اطلاعات ورودی – خروجی سیستم نیاز دارد و بنابراین هیچ گونه قیدی از جمله خطی بودن، پیوسته بودن و یا مشتق پذیر بودن بر تابع تحمیل نمی‌شود. از این رو قابل کاربرد به دسته وسیعی از مسایل است[9] .

کنترلر فازی

کنترل منطق فازی ابتدا توسط دکتر لطفی زاده در سال ۱۹۷۵ ارائه شد. کنترل فازی یک روش کنترلی غیرخطی است با ساختار خاص است که رفتاری شبیه به آنچه انسان خبره به هنگام کنترل سیستم انجام می‌دهد از خود نشان می‌دهد. کنترل‌کننده‌های فازی بر خلاف کنترل‌کننده‌های کلاسیک، بدون نیاز به مدل دقیق ریاضی از سیستم با استفاده از تجربیات افراد خبره که در قالب قوانین اگر- انگاه بیان می‌شود، به کنترل سیستم می‌پردازد. شکل ۲ مکانیزم منطق فازی را نشان می دهد.



شکل ۲: مکانیزم منطق فازی

کنترل منطق فازی دارای ۴ مرحله است[10]:

a) فازی سازی که مقادیر را جهت ورود به سیستم آماده می‌کند.

b) قواعد فازی سازی که رفتار کنترلر را به وسیله قواعد اگر- آنگاه تعیین می‌کند.

c) موتور استنتاجی که ورودی فازی توسط قواعد فازی را به خروجی می‌رساند.

d) غیرفازی‌سازی که مقادیر فازی را به مقادیر قابل فهم برای سیستم تبدیل می‌کند.

در این مقاله روش کار به این شکل است که اگر آخرین تغییر در سیگنال کنترل(D) باعث شود تا توان افزایش یابد حرکت به سوی مسیر فعلی ادامه پیدا می‌کند در غیر این صورت اگر باعث شود تا قدرت کاهش یابد حرکت به سوی عکس حالت فعلی می‌باشد. روش منطق فازی به کار گرفته شده روش ممدانی است. این روش در واقع به طور پیوسته حرکت به سوی نقطه‌ای از آرایه خورشیدی که نزدیک‌ترین نقطه، به نقطه ماکزیمم توان است انجام می‌دهد. دو ورودی پیشنهاد داده شده در این جا ردیابی خطا و تغییر خطا می‌باشد.

$$E(n) = \frac{P(n) - P(n-1)}{V(n) - V(n-1)} \quad (1)$$

$$\Delta E(n) = E(n) - E(n-1) \quad (2)$$

E و ΔE خطا و تغییر خطا، n زمان نمونه‌برداری و P(n) قدرت لحظه‌ای تولید شده توسط PV و V(n) ولتاژ لحظه‌ای می باشد. متغییر خروجی یک سیگنال (PWM) است که به آن D گفته می‌شود،که به مبدل Zeta فرستاده می‌شود. ما در این مقاله با استفاده از جدول قواعد فازی طبق [5] اقدام به ایجاد یک کنترلر فازی ۵ متغیره به صورت معمول کرده‌ایم. در بخش بعدی با استفاده از الگوریتم ژنتیک این فایل فازی را بهینه سازی کرده‌ایم. قواعد فازی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: قواعد فازی

e / e′	N-II	N-I	Z	P-I	P-II
N-II	N4	N4	N4	N3	Z
N-I	N4	N2	N1	Z	P3
Z	N4	N1	Z	P1	P4
P-I	N3	Z	P1	P2	P4
P-II	Z	P3	P4	P4	P4

بهینه سازی کنترلر فازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک

موقعیت الگوریتم ژنتیک مبتنی بر مفاهیم تئوری تکامل بنا شـــده است و یک راه حل موثر جستجو فضای مساله پیچیده و بزرگ برای دســتیابی به راه حل‌های بهینه و ســریع از طریق روش ســعی و خطا تصــادفی می‌باشــد. الگوریتم ژنتیک با ایجاد یک جمعیت اولیه رندم شروع می شود و به سمت بهتر شدن مساله به و سیله اعمال فرآیند ژنتیک پیش می‌رود. مکانیزم این الگوریتم به شرح زیر است[11]:

۱ تعیین زنجیره کروموزوم‌ها

۲ تعیین تابع معیار تابع.

۳ تولید جمعیت اولیه

۴ تولید نسل بعدی یا توقف الگوریتم ژنتیک

از الگوریتم ژنتیک جهتtu

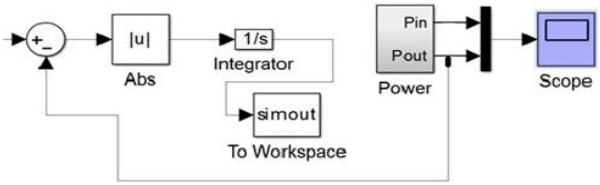
ne کردن توابع عضــویت اســتفاده شــده اســت. اولین مرحله برای اســتفاده از الگوریتم ژنتیک در جهت بهینه‌ســازی ســیســتم فازی کدینگ ضــرایب توابع عضــویت می باشــد. در این مقاله به علت اینکه بهینه‌سازی صرفا بر روی توابع عضویت انجام شده است از بهینه‌سازی قواعد فازی صــرف نظر کرده‌ایم. توابع ما در این پروژه از نوع توابع مثلثی می‌باشــند که دارای ســه نقطه برای کدگذاری می‌باشــند. برای کدگذاری توابع عضــویت به طور نمونه نقاط 1, 2, 3 برای هر تابع عضویت لحاظ شده است. همان طور که در «*شکل۴*» مشخص است برای هر تابع عضویت سه نقطه در نظر گرفته شده است که این سه نقطه در کدنویسی برای هر Param مشخص گردیده است. نکته مهم در مورد این Paramها این اســت که به طور مثال نقطه ۱ نباید از نقطه‌ی ۲ بزرگتر باشــد و همچنین نقطه ۲ نباید از نقطه ۳ بزرگتر باشد برای جلوگیری از ایجاد چنین مشکلی در سیستم باید قیود لازم را تعریف نمود. می‌توان این کار را از طریق نو شتن یک کد منا سب و یا از طریق یک ماتریس ایجاد نمود. در اینجا دامنه توابع ورودی و خروجی متغیرها به صورت {-100,100} در نظر گرفته شده است. ذکر این نکته مهم است که این مقادیر از محاسبه ماکزیمم و مینیمم هر متغیر در سیتم PV جدا از شبکه می باشد[12-13].

خطای مطلق انتگرال (IAE) به عنوان تابع هدف تنظیم شده ا ست. این شاخص می‌تواند عملکرد دینامیکی و استاتیک سیستم کنترل را تخمین بزند.

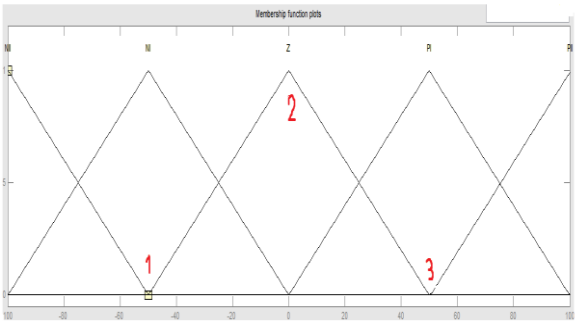
هدف از کنترلر به د ست آوردن خروجی‌ای با حدقل اور شوت و زمان نشست می‌با شد. در کاربردهای کنترلی، تابع هدف معمولا به صورت تابعی از خطای پاســخ و یا انتگرال خطای خروجی در دنبال کردن ورودی مورد نظر اســت. کوچک شــدن این تابع باید نشــان دهنده براز ندگی بهتر جواب باشــد. بدین منظور معمولا از توابع هدفی همچون : ITAE، IAE، ISEو MSE اســتفاده می‌شــود[11]. در این مقاله از معیار IAE در تابع هدف الگوریتم ژنتیک ا ستفاده شده است که در آن :

$$IAE = \int_0^{\infty} |e(t)| dt \qquad (4)$$

در جایی که $e(t) = P(t)_{expect} - P(t)_{PV}$ تعریف می‌شود $P(t)_{expect}$حداکثر قدرتی است که در شرایط STC می‌توان از این نوع آرایه خورشیدی به دست آورد و $P(t)_{PV}$ توان ثابت فراهم شده به وسیله ماژول PV است. شکل۳ مدل سیمولینک اجرای تابع معیار را نمایش می دهد. شکل ۴ تابع عضویت فازی را نشان می دهد.



شکل ۳ اجرای تابع معیار در محیط سیمولینک متلب



شکل ٤ توابع عضویت فازی

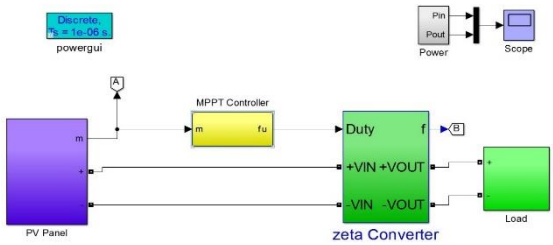
نتایج و شبیه سازی

به منظور تست کارایی کنترلرفازی بهینه‌سازی شده، قسمت‌های مختلف سیستم PV طبق شکل ۵ به وسیله بلوک‌های جداگانه در محیط سیمولینک نرم افزار متلب مدل‌سازی شده‌اند. مشخصات پنل خورشیدی استفاده شده در این مقاله در جدول ۲ آورده شده است. در ادامه عملکرد سیستم کنترلری به کار گرفته شده با روش P&O مقایسه شده است. عمل مقایسه در سطح تابشی ۰ تا۱۰۰۰ w/m^2

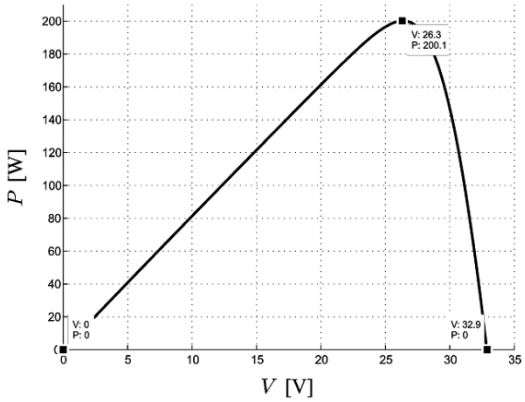
و دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی گراد صورت گرفته است. لازم به ذکر است شرایط مبدل DC-DC از نوع Zeta برای کنترلر P&O مشابه شرایط استفاده شده در کنترلر فازی ژنتیکی بهینه شده می‌باشد. شکل ۶ منحنی مشخصه V-P آرایه خورشیدی مورد بررسی در تحت شرایط تابشی و دمای ثابت را نشان می دهد. شکل ۷ شکل موج ولتاژ خروجی مبدل Zeta را نشان می دهد. مشاهده می‌گردد که کنترلر P&O دارای زمان نشست زیاد و همچنین نوسان زیاد در شرایط گذرا و ماندگار است. از شکل۸ به وضوح مشاهده می‌گردد کنترلر بهینه‌سازی شده فازی پاسخی سریعتر دارد در حالی که P&O به زمان بیشتری نیاز دارد. پاسخ MPPT برای حالت های مختلف تابش در شکل ۹ نشان داده شده است.

جدول ۱: پارامترهای PV مدل KC200GT در شرایط STC[۵]

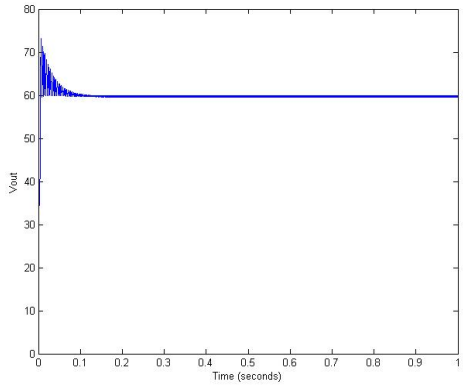
ماکزیمم قدرت Pmax	۲۱۰
ولتاژ Vmax	۲۶,۳
ولتاژ مدار باز	۳۳
جریان اتصال کوتاه	۸,۲۱



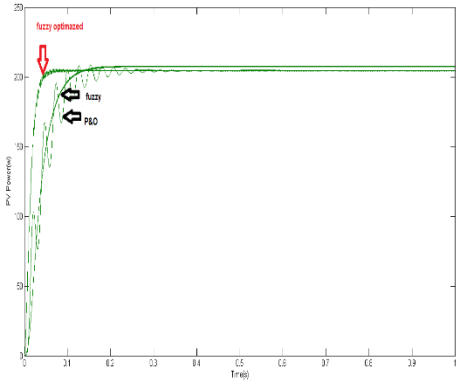
شکل ۵: شکل های بلوکی شبیه سازی اشده در محیط سیمولینک متلب



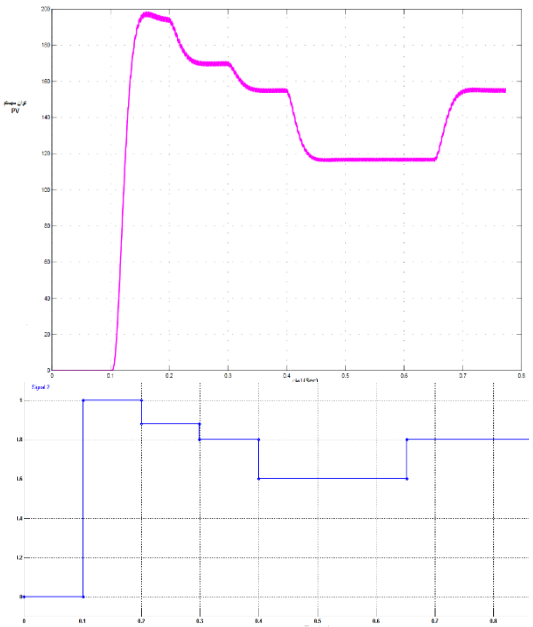
شکل ٦: منحنی مشخصه V-P آرایه خورشیدی مورد بررسی در تحت شرایط تابشی و دمای ثابت



شکل ۷: شکل موج ولتاژ خروجی مبدل Zeta



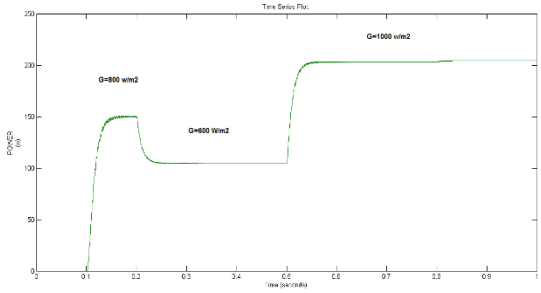
شکل ۸: مقایسه روش‌های P&O و فازی بهینه شده و فازی معمولی



شکل ۹: پاسخ MPPT برای حالت های مختلف تابش

[۵] Standard temperature condition

در شکل ۱۰ در آخرین مرحله از شبیه سازی انجام گرفته نیز با تغییر تابش و دما از حدود ۸۰۰ تا۱۰۰۰ w/m^2 و تغییرات دمایی از ۱۸ تا ۳۵ درجه سانتی گراد عملکرد کنترلر بررسی گردیده است. جدول۳ عملکرد کنترلر فازی بهینه شده را نشان می دهد. جدول ۴ پارامترهای الگوریتم ژنتیک را نشان می دهد.



شکل ۱۰: ازریابی کنترلر فازی بهینه شده در سطوح تابشی متفاوت

جدول۳: عملکرد کنترلر فازی بهینه شده

پارامتر	مقدار
اورشوت	۰/۰۰۵درصد
زمان خیز	۰/۵۲ثانیه
خطای حالت ماندگار	۰/۰۲۰

جدول ٤: پارامترهای الگوریتم ژنتیک

پارامتر	مقدار
Population size	50
generation	50
Selection method	Roulette Wheel
Rate of crossover	0.8
Mutation Method	Gaussian
Rate of Mutation	0.03

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

در ابتدا شبیه سازی مدل PV مورد بررسی قرار گرفت که منحنی مشخصه مدل به کار گرفته شده مطابق با مشخصه داده شده در دیتا شیت سازنده بود. سپس علت انتخاب مبدل Zeta و همچنین نحوه مدل‌سازی این مبدل بیان شد و نشان داده شد که این مبدل می‌تواند در سیستم‌های خورشیدی کاربرد زیادی داشته باشد. سپس کنترلر فازی بهینه سازی شده از طریق الگوریتم ژنتیک نمایش داده شد. روش بهینه‌سازی تنها بر روی توابع عضویت اعمال شد و از تغییر قواعد فازی اجتناب گردید. در پایان عملکرد سیستم PV از طریق کنترلر پیشنهادی تحلیل و با روش معمول P&O مقایسه گردید. نتایج نشان داد که کنترلر پیشنهادی ما دارای عملکرد بهتری نسبت به روش های P&O و کنترلر فازی کلاسیک می‌باشد.

مراجع

[1] Sepehr Sheikhipoor, Ali Asghar Ghadimi, Amin Mirzaei, “A sensor-less control and optimal energy management algorithm for a stand-alone photovoltaic system considering partial shading condition,” ISA Transactions, Vol. 128, 2022.

[2] Moacyr Aureliano, “Evaluation of the Main MPPT Techniques for Photovoltaic Applications,” IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL.60, NO . 3, MARCH 2013.

[3] Amin Mirzaei, Majid Forooghi, Ali Asghar Ghadimi, Amir Hossein Abolmasoumi, Mohammad Reza Riahi, “Design and construction of a charge controller for stand-alone PVbattery hybrid system by using a new control strategy and power management,” Solar Energy, Vol. 149, 2017.

[4] Ahmed Al Nabulsi and rached Dhaouadi, " Efficiency Optimization of a DSP-Based Standalone PV system Using fuzzy logic and Dual-MPPT control", IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS, , VOL. 8, NO. 3AUGUST 2012.

[5] Ahmad El Khateb, “Fuzzy-Logic-Controller-Based SEPIC Converter for Maximum Power Point Tracking,” IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 50, NO. 4, JULY/AUGUST 2014

[6] Ali H.Ahmad, Nashwan saleh sultan, " Design and Implementation of Controlled Zeta Converter Power Supply", American Journal of Electrical and Electronic Engineering, vol.2, NO.3, 121-128, 2014

[7] Geoffrey R. Walker, “Cascaded DC–DC Converter Connection of Photovoltaic Modules,” IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 19, NO. 4, JULY 2004

[8] N.Karthick, I.Manoj, "Performance Characteristics of Various DC-DC Converters for Efficient Solar Energy," National Conference on recent Trends and Developments in Sustainable Green Technologies, PP. 266-269, JANUARY 2015

[۹] سرافرازی ، م، تنظیم خودکار کنترل کننده های فازی با استفاده الگوریتم ژنتیک، اولین کنفرانس سیستم های فازی و هوش مصنوعی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۴

[10] Tejpal Singh Cheema,"Fuzzy Logic Based MPPT Algorithm for Solar PV Systems", International Journal of innovative research& Development, vol3, PP 367-370, May 2014

[11] A.A.S. Mohamed, Alberto Berzoy and Osama Mohammed," Optimized-Fuzzy MPPT Controller Using GA for Stand-alone Photovoltaic Pumping System", IEEE, PP 2213-18, 2014

[12] Pitalua Diaz N., Lagunas Jimenez R.," Tuning Fuzzy Control Rules via Genetic Algorithms: An Experimental Evaluation", Research Journal of Recent Sciences, Vol. 2(10),81-87, October 2013

[13] A. Messai, A. Mellit, "Maximum power point tracking using a GA optimized fuzzy logic controller and its FPGA implementation", solar energy ScienceDirect,85(2011)265-277, 5 january 2011

گواهی ارائه مقاله به‌صورت مجازی

هشتمین کنفرانس سالانه انرژی پاک

بدینوسیله گواهی می‌شود مقاله با عنوان

طراحی کنترلر فازی برای مبدل DC-DC از نوع ZETA به منظور ردیابی نقطه حداکثر توان سلول‌های خورشیدی

توسط نویسنده

علی اصغر قدیمی

در هشتمین کنفرانس سالانه انرژی پاک مورخ ۱۲ الی ۱۴ اردیبهشت ماه ۱۴۰۲ در دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل ارائه شده است.

دکتر روزبه شفقت
دبیر کنفرانس

دکتر عباس رامیار
دبیر علمی کنفرانس

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

ISC
Islamic World Science Citation Center
کد اختصاصی:
۰۲۲۲۱-۵۰۳۰۷

CIVILICA