



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

مدل تابش-گرا برای ماژول فتوولتائیک با استفاده از / Matlab

Simulink

چکیده

این مقاله، یک مدل جدید را برای ماژول فتوولتائیک (PV) ارائه می دهد که با استفاده از نرم افزار / Matlab / Simulink پیاده سازی و تحلیل می شود. با توجه به اثر تابش نور خورشید روی دمای سلول، مدل ارائه شده، دمای محیط را به عنوان ورودی مرجع در نظر می گیرد و از تابش خورشیدی به عنوان یک پارامتر متغیر منحصر به فرد استفاده می نماید. سپس دمای سلول به صراحت توسط شدت نور خورشید تحت تاثیر قرار می گیرد. مشخصات جریان و توان خروجی با استفاده از مدل ارائه شده PV شبیه سازی می شود. تایید مدل از طریق اندازه گیری تجربی صورت می گیرد. تاثیر تابش خورشیدی بر دمای سلول باعث می شود که مشخصه خروجی عملی تر به نظر برسد. علاوه بر این، مدل PV تابش-گرا، تجزیه و تحلیل پویایی سیستم قدرت PV و بهینه سازی را به راحتی با استفاده از پارامترهای زیست محیطی درجه حرارت محیط و تابش خورشید میسر می سازد.

کلمات کلیدی: مدل PV تابش-گرا؛ محیط Matlab / Simulink

1. مقدمه

امروزه، مردم در مورد سوخت فسیلی مصرف شده در نرخ کنونی بالا و همچنین آسیب زیست محیطی ناشی از تولید برق معمولی بسیار نگران هستند. منابع انرژی تجدید پذیر، نقش قابل توجهی در تامین انرژی جهان در آینده آینده ایفا خواهند نمود. در میان منابع انرژی تجدید پذیر، انرژی خورشیدی به دلیل حضور آن در همه جا، فراوانی، و پایداری، ضروری ترین و منبع پیش شرط انرژی پایدار است. صرف نظر از تناوب نور خورشید، انرژی خورشیدی به طور گسترده ای در دسترس است و هزینه آن کاملاً رایگان است. به تازگی، سیستم فتوولتائیک (PV) که به خوبی شناخته شده است و به طور گسترده ای برای تبدیل انرژی خورشیدی در کاربردهای برق مورد استفاده قرار گرفته است. این منبع انرژی می تواند در حال حاضر برق مستقیم (DC) را بدون اثرات زیست محیطی و انتشار از طریق

تابش خورشیدی تولید کند. به عنوان یک دستگاه نیمه هادی، سیستم PV استاتیک، کامل، و عاری از قطعات متحرک است. این مشخصات باعث شده است که هزینه های بهره برداری و نگهداری آن بسیار کم باشد.

سلول PV نشان دهنده واحد تبدیل اساسی یک سیستم ژنراتور برق PV است. تابش خورشیدی، دمای سلول PV و ولتاژ عملیاتی به شدت مشخصات جریان خروجی و قدرت PV را تحت تاثیر قرار می دهد. با مشخصات غیر خطی، مدل PV برای اولین بار برای طراحی ردیاب حداکثر نقطه توان (MPPT) برای کاربردهای سیستم PV ساخته شده است. بسیاری از مدل های PV ریاضی در شبیه سازی کامپیوتری برای بیش از سه دهه گذشته ساخته شده اند (Tsai؛ 1982، Angrist؛ 2008 و همکاران). این مدل ها به طور استاندارد مشخصات خروجی را توصیف می کنند که به طور عمده توسط تابش خورشیدی، دمای سلول، و ولتاژ بار تحت تاثیر قرار می گیرد. در واقع، ناحیه مادون قرمز (IR) طیف خورشیدی با حدود 42٪ از انرژی خورشیدی، گرما تولید می کند و به افزایش درجه حرارت در سلول های خورشیدی مبتنی بر نیمه هادی معمولی کمک می کند. دمای سلول عمدتاً وابسته به شدت تابش و دمای محیط (Ventre و Messenger، 2000) است. علاوه بر این، افزایش تابش، جریان نوری را بالا می برد اما به تخریب دمای اضافی جریان PV و توان خروجی منجر می شود (Patel، 1999). کار قبلی (Tsai و همکاران، 2008) نشان داد که تمام مدل های PV بدون در نظر گرفتن اثر شدت نور خورشید بر دمای سلول ساخته می شوند. این کار به من انگیزه داد تا یک مدل PV شدت-گرای نور خورشید را با در نظر گرفتن اثر تابش بر دمای سلول توسعه دهم. به تازگی، تعدادی از بسته های نرم افزاری شبیه سازی الکترونیک مبتنی بر مولفه توانی، مانند SPICE و محیط Matlab / Simulink، در طراحی و توسعه کاربردهای الکترونیک قدرت محبوب شده اند. یک کتابخانه سلول خورشیدی که جدید بود، در R2008b در جعبه ابزار Sim Electronics 1.3 نرم افزار Simulink می باشد. با این حال، این مدل های پیاده سازی شده توسط SPICE و Matlab / Simulink برای کاربردهای واقعی مناسب نیستند چرا که آنها اثر شدت نور خورشید در دمای سلول را در نظر نمی گیرند. یکپارچگی مدل های PV با مدل توربین بادی در ابزار محیط Matlab / Simulink SimPowerSystem برای تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم های قدرت تجدید پذیر مناسب تر است. بر اساس مدل PV عمومی (Tsai و همکاران، 2008)، این مقاله

بیشتر یک مدل PV جدید را به طور مستقیم برای در نظر گرفتن اثر شدت نور خورشید در دمای سلول پیاده سازی می نماید.

سهم اصلی این مقاله، اجرای مدل PV تابش-گرا است که می تواند استراتژی کاربر از الگوریتم MPPT را با در نظر گرفتن اثر تابش نور خورشید در دمای سلول توجیه نماید. تایید مدل ارائه PV شده با انجام یک سری از اندازه گیری های تجربی تایید می شود.

2. مدل های فتوولتائیک

سلول PV شامل یک پیوند p-n ساخته شده در یک ویفر نازک و یا لایه ای از نیمه هادی می شود. در واقع، تبدیل فتوولتائیک، یک تبدیل مستقیم تابش الکترومغناطیسی به برق است. با قرار گرفتن در معرض به نور خورشید، فوتون با انرژی بزرگتر از انرژی باند-گپ نیمه هادی جذب می شود و برخی جفت های الکترون-حفره متناسب با اشعه برخوردی را ایجاد می کند. تحت تاثیر داخلی میدانهای الکتریکی تاخیری پیوند P-N، این حامل ها از هم جدا جاروب می شوند و یک جریان نوری را ایجاد می کنند که به طور مستقیم با تابش خورشید متناسب است. سیستم P-V به طور طبیعی نمایشگر مشخصات I-V و P-V غیرخطی است که به تابش و درجه حرارت سلول خورشیدی بستگی دارد.

فهرست واژگان

A فاکتور ایده آل

EG انرژی باندگپ برای نیمه هادی استفاده شده در سلول (برحسب الکترون ولت)

IPH جریان تولید شده-نوری از جریان نوری برحسب آمپر (A)

IRS جریان اشباع سلول برحسب آمپر (A) در دمای مرجع و تابش خورشیدی

IS اشباع سلول جریان تاریک برحسب آمپر (A)

ISC جریان اتصال کوتاه سلول برحسب آمپر (A) در 25 درجه و تابش خورشیدی 1 kW/m^2

K ثابت بولتزمن $(=1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$

KI ضریب دمای جریان اتصال کوتاه سلول

NP عدد موازی سلول

Ns تعداد سری سلول

Q بار الکتریکی ($=1.6 \times 10^{-19} \text{ }^{\circ}\text{C}$)

RS مقاومت سری برحسب اهم (Ω)

RSH مقاومت موازی برحسب اهم (Ω)

tC زمان مرکز تابع گاوسی بر حسب ساعت

TAmb دمای محیط برحسب کلوین (K)

TC دمای سلول برحسب کلوین (K)

Tref دمای مرجع سلول برحسب کلوین (K)

TNOCT دمای عملیاتی نامی سلول (NOCT) برحسب کلوین (K) برای عملیات در مدار باز با شرایط زیر: دمای

محیط 20 درجه، تابش AM 1.5، $\lambda = 0.8 \text{ kW/m}^2$ و سرعت باد کمتر از 1 m/s

حروف یونانی

σ انحراف استاندارد تابع گاوسی

λ تابش خورشیدی برحسب kW/m^2

$\lambda_{\max}$ شدت تابش ماکزیمم در زمان معین (برحسب kW/m^2)

2.1. مدل سلول PV

شرح ریاضی عمومی مشخصه خروجی I-V برای یک سلول PV برای بیش از سه دهه مطالعه شده است. مدل مدار

معادل در شکل a1 نشان داده شده است. این مدل متشکل از یک جریان نوری، دیود، مقاومت موازی بروز دهنده

جریان نشتی و مقاومت سری توصیف کننده مقاومت داخلی به شارش جریان است. معادله مشخصه I-V به شرح زیر داده می شود (Enrique و همکاران Villalva, 2007 و همکاران، 2009):

$$I = I_{PH} - I_S \left[\exp \left(\frac{q}{kT_C A} (V + IR) \right) - 1 \right] - \frac{V + IR_S}{R_{SH}} \quad (1)$$

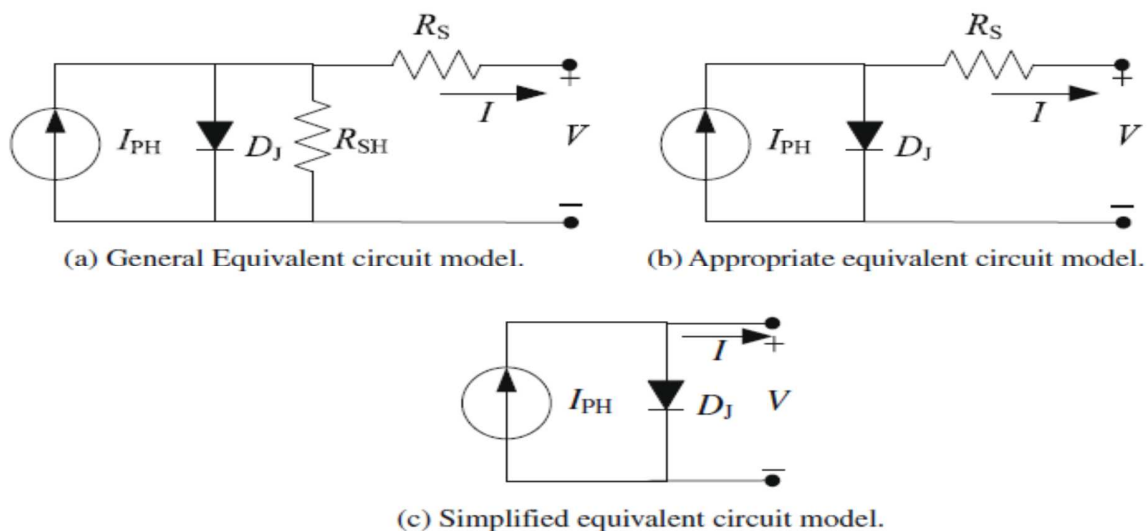
که در آن I_{PH} جریان نوری تولید شده، I_S اشباع سلول جریان تاریک، q مخفف بار الکترون $(=1.6 \times 10^{-19} \text{ } ^\circ\text{C})$ ، k ثابت Boltzmann $(=1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$ است، T_C درجه حرارت سلول در کلون (K) است، A یک عامل ایده آل است، R_{SH} مقاومت شنت، و R_S مقاومت سری است. جریان فتوولتائیک به طور عمده به شرح زیر به شدت تابش و درجه حرارت سلول بستگی دارد (Enrique و همکاران، 2007؛ Villalva و همکاران، 2009)

$$I_{PH} = [I_{SC} + K_I(T_C - T_{Ref})]\lambda \quad (2)$$

که در آن I_{SC} جریان اتصال کوتاه سلول در 25 درجه سانتیگراد و 1 کیلو وات / متر مربع از تابش خورشیدی است، K_I ضریب دمایی جریان اتصال کوتاه سلول، T_{Ref} دمای سلول مرجع است، و λ تابش خورشیدی در کیلو وات / متر مربع است. از سوی دیگر، جریان اشباع سلول با دمای سلول تغییر می کند که به صورت توضیح داده شده توسط (Enrique و همکاران Villalva ...2007 و همکاران، 2009) تغییر می کند

$$I_S = I_{RS} \left(\frac{T_C}{T_{Ref}} \right)^3 \exp \left[\frac{qE_G}{kA} \left(\frac{1}{T_{Ref}} - \frac{1}{T_C} \right) \right] \quad (3)$$

که در آن I_{RS} جریان اشباع معکوس سلول در دمای مرجع و تابش خورشیدی است، E_G انرژی باندگپ نیمه هادی مورد استفاده در سلول است. عامل ایده آل A همانطور که در جدول 1 فهرست شده به تکنولوژی PV بستگی دارد (Shen و Hua، 1998)، که به عنوان 1.3 برای سیلیکن چندبلوری (Poly-Si) در این مقاله انتخاب می شود.



شکل 1. مدل های مختلف سلول های خورشیدی PV.

R_{SH} مقاومت شنت به طور معکوس با جریان نشتی شنت به زمین مرتبط می شود. به طور کلی، بازده PV به تغییر در R_{SH} غیر حساس است که می توان فرض نمود که بدون جریان نشتی به بی نهایت میل می کند. از سوی دیگر، تغییر کم در R_S به طور قابل توجهی روی توان خروجی P-V تاثیر می گذارد. مدل های مناسب برای سلول های خورشیدی PV با پیچیدگی مناسب که در شکل c1 نشان داده شده است (Hua و Shen، 1998؛ Bellini و همکاران، 2009). معادله (1) می تواند به صورت زیر بازنویسی شود

$$I = I_{PH} - I_S \left[\exp \left(\frac{q}{kT_C A} (V + IR_S) \right) - 1 \right] \quad (4)$$

جدول 1 وابستگی فاکتور A به تکنولوژی PV.

Technology	A
Si-mono	1.2
Si-poly	1.3
a-Si:H	1.8
a-Si:H tandem	3.3
a-Si:H triple	5
CdTe	1.5
CIS	1.5
AsGa	1.3

برای یک سلول PV ایده آل، نه افت سری و نه جریان نشتی وجود دارد، یعنی $R_S = 0$ و $R_{SH} = 1$ ، بنابراین مدار معادل سلول های خورشیدی PV را می توان همانطور که در شکل C1 نشان داده است ساده سازی نمود (Ventre و Messenger، 2000). در نهایت، معادله (1) می تواند ساده سازی شود

$$I = I_{PH} - I_S \left[\exp \left(\frac{qV}{kT_{CA}} \right) - 1 \right] \quad (5)$$

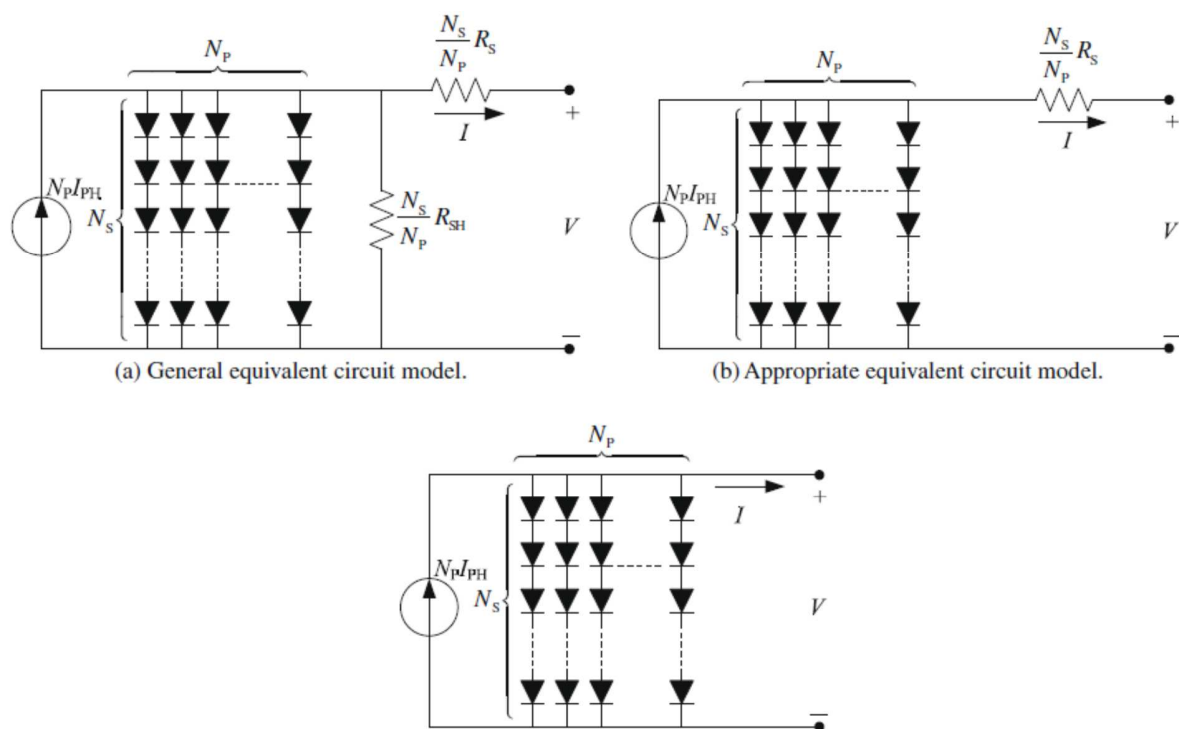
2.2. ماژول PV و مدل آرایه

به طور کلی، توان خروجی یک سلول معمولی PV در ولتاژ خروجی 0.5 V کمتر از 2W است. بنابراین، سلول های PV در یک ماژول پیکربندی سری-موازی برای تولید قدرت کافی و ولتاژ خروجی بالا متصل می شوند. برای سیستم های فتوولتائیک، آرایه PV، یک گروه از چندین ماژول PV است که از نظر الکتریکی در مدارهای سری و موازی متصل و برای تولید ولتاژ مورد نیاز است. مدار معادل برای ماژول خورشیدی مرتب شده به صورت N_P شاخه موازی و N_S شاخه سری در شکل A2 نشان داده شده است. معادله ترمینال برای جریان و ولتاژ آرایه سلولی به شرح زیر می شود (Veerachary و همکاران، 2002؛ Veerachary و Shinoy، 2005؛ Kim، 2005؛ Kim و همکاران، 2006).

$$I = N_P I_{PH} - N_P I_S \left[\exp \left(\frac{q}{kT_{CA}} \left(\frac{V}{N_S} + I \frac{R_S}{N_P} \right) \right) - 1 \right] - \frac{\frac{N_P}{N_S} V + I R_S}{R_{SH}} \quad (6)$$

در واقع، بازده PV حساس به تغییرات کوچک در R_S اما بی اعتنا به تنوع در R_{SH} است. برای یک ماژول PV یا آرایه، مقاومت سری ظاهراً مهم می شود و مقاومت شنت به بی نهایت میل می کند، با فرض اینکه باز باشد. مدار معادل مناسب برای تمام سلول PV، ماژول، و آرایه تعمیم داده می شود و در شکل B2 بیان می شود. این را می توان نشان داد که $N_S = N_P = 1$ برای یک سلول PV. سپس معادله (6) می تواند به صورت زیر بازنویسی شود

$$I = N_P I_{PH} - N_P I_S \left[\exp \left(\frac{q}{kT_{CA}} \left(\frac{V}{N_S} + I \frac{R_S}{N_P} \right) \right) - 1 \right] \quad (7)$$



شکل 2. مدل های مختلف ماژول خورشیدی در N_P شاخه موازی و N_S شاخه سری.

ساده ترین مدل در شکل 2c نشان داده شده است. مدار معادل توسط معادله زیر (Wasynczuk, 1989؛

Hussein و همکاران، 1995) توصیف می شود

$$I = N_P I_{PH} - N_P I_S \left[\exp \left(\frac{qV}{N_S k T_c A} \right) - 1 \right] \quad (8)$$

2.3. اثر شدت نور خورشید بر دمای سلول

Bing با تابش نور خورشید روشن می شود، سلول PV، بخشی از پتانسیل های فتوولتائیک را به طور مستقیم به برق تبدیل می کند. با این حال، قدرت باقی مانده جریان نوری به حرارت سلول منجر می شود و درجه حرارت سلول را بالا می برد. بنابراین، می تواند انتظار رود که سلول بالاتر از دمای محیط کار کند، و درجه حرارت سلول تابعی از درجه حرارت محیط و تابش نور خورشید است. زمانی که سلول های PV به ماژول نصب می شوند، ماژول ها به طور کلی بر روی فلز قرار می گیرند، و سپس با پوشش ضدانعکاسی برای به حداقل رساندن انعکاس و همچنین به عنوان یک ورقه ویژه برای حفاظت مکانیکی پوشیده می شوند. کسر نور خورشید جذب شده به برق تبدیل نمی شود و

باعث می شود که دمای سلول کلی با تابش خورشیدی تغییر نماید. تغییرات درجه حرارت سلول می تواند از نظر کمی ارزیابی شود و کاملاً دقیق با تقریب خطی تخمین زده شود (Messenger و Ventre, 2000)

$$T_C = T_{Amb} + \left(\frac{T_{NOCT} - 20}{0.8} \right) \lambda \quad (9)$$

که در آن T_{Amb} دمای محیط، و T_{NOCT} دمای سلول عامل اسمی (NOCT) برای عملیات در مدار باز با شرایط زیر است: دمای محیط 20°C ، تابش 1.5 AM ، $\lambda = 0.8 \text{ kW/m}^2$ ، و سرعت باد کمتر از 1 متر/ثانیه .

3. مدل تابش-گرا و شبیه سازی

3.1. تعیین پارامترهای PV

برای مثال، با توجه به ماژول PV 60 Solarex MSX، مشخصات کلیدی در جدول 2 ذکر شده است. برای بررسی مشخصات محصول سازنده PV می تواند تمام پارامترهای مدل را تعیین کند. مهم ترین پارامترهای گسترده برای توصیف عملکرد سلول های الکتریکی استفاده شده V_{oc} ولتاژ مدار باز و جریان اتصال کوتاه I_{sc} هستند. با توجه به ولتاژ مدار باز V_{oc} برابر با PV در دمای مرجع، جریان اشباع معکوس در دمای مرجع را می توان تقریباً بدون در نظر گرفتن جریان شنت-نشت به دست آورد

$$I_{RS} = \frac{I_{SC}}{\exp\left(\frac{qV_{OC}}{kAT_{Ref}}\right) - 1} \quad (10)$$

جدول 2 مشخصات Solarex MSX 60 (1 کیلو وات / متر مربع، 25°C درجه سانتیگراد).

توان پیک معمول (Pp)

ولتاژ در توان پیک (Vpp)

جریان در توان پیک (Ipp)

جریان اتصال کوتاه (Isc)

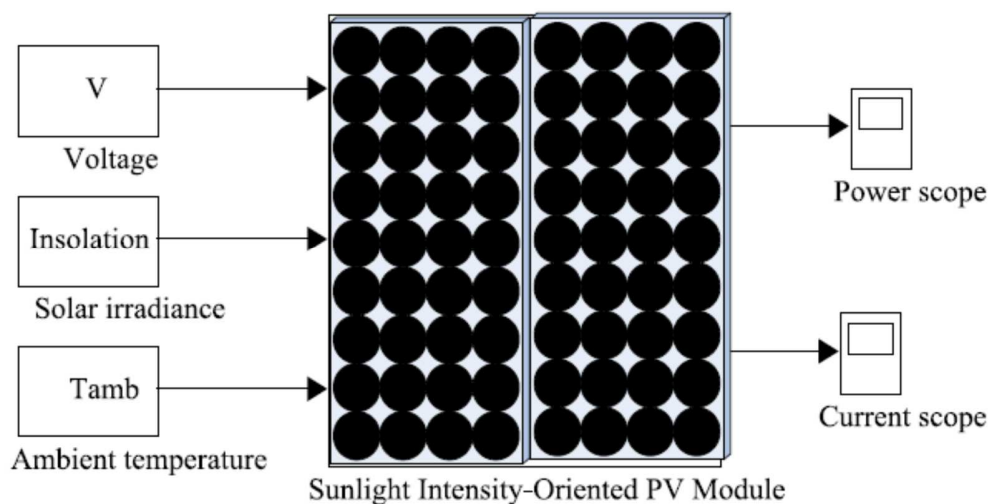
ولتاژ مدار باز (Voc)

ضریب دما برای ولتاژ مدار باز

ضریب دما برای جریان اتصال کوتاه (Kt)

اثر تخمینی دما روی توان

دمای سلول عملیاتی نامی (NOCT)



شکل 3a. ماژول تابش-گرا PV ماسک شده

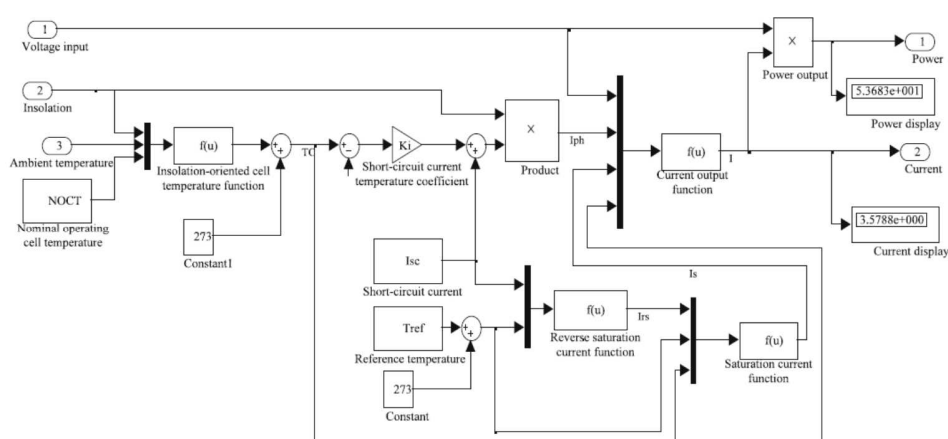
از سوی دیگر، روابط (2) - (4) ضمنی و غیر خطی هستند. بنابراین، رسیدن به یک راه حل تحلیلی با دادن مجموعه ای از پارامترهای مدل در یک دما و تابش خاص دشوار است. با نادیده گرفتن دیود و نشت جریان کوچک زمین با ولتاژ ترمینال صفر، جریان اتصال کوتاه I_{sc} با جریان نوری I_{PH} برابر است.

3.2. مدل سازی و تجزیه و تحلیل عملکرد

یک مدل تابش-گرا از ماژول PV با استفاده از محیط Matlab / Simulink برای نشان دادن و بررسی مشخصات خروجی غیر خطی I-V و P-V ماژول PV ساخته شده است که اثر شدت تابش در دمای سلول را در نظر می گیرد. بلوک دیاگرام مدل ارائه، اجرا و در شکل 3a و 3b نشان داده شده است. نماد $f(u)$ در کتابخانه بلوک تابع نشان داده شده در شکل 3b. نماد تابع ساخته شده در نرم افزار Simulink است. هر تابع با استفاده از یک نماد با حروف معنی دار آن قابل خواندن و قابل نگهداری است. دمای سلول که یک تابع تقریب خطی از دما و تابش محیط

در معادله. (10) است در تابع درجه حرارت سلول تابش-گرا پیاده سازی شده است. تابع جریان اشباع برای اجرای معادله (3) است. برای اینکه مدل جدید PV آسان تر استفاده و درک شود، یک فایل تصویری از آیکون PV به عنوان یک آیکون پوشش استفاده می شود. نماد نیز در شکل 3a نشان داده شده است. علاوه بر این، مدل ماسک دار برای داشتن یک کادر محاوره ای طراحی شده است که در شکل 3c نشان داده شده است. که در آن پارامترهای ماژول PV را می توان با همان روش کتابخانه بلوک نرم افزار Simulink پیکربندی نمود.

برای یک مدل تابش-گرا از ماژول PV، تغییرات درجه حرارت سلول تحت تاثیر تابش نور خورشید مورد توجه قرار گرفته و اثر آن بر جریان و قدرت خروجی را می توان به طور همزمان مورد مطالعه قرار داد. هر دوی مشخصات I-V و P-V برای ماژول PV در تابش و دماهای مختلف انجام می شوند و نتایج به دست آمده در شکل 4a و 4b نشان داده شده است. با مقایسه توان خروجی حداکثر در شکل 4b بدون در نظر گرفتن اثر شدت نور خورشید در دمای سلول (Ventre و Messenger، 2000؛ Tsai و همکاران، 2008)، افزایش درجه حرارت سلول به کاهش عملکرد سلول منجر می شود که این پیش بینی را ثابت می کند. از سوی دیگر، ولتاژ عامل MPPT برای شدت نور خورشید مختلف بسته می شود و حدود 15 V است. با توجه به اثر شدت نور خورشید بر دمای سلول، ولتاژ عملیاتی ماژول PV را می توان در 15 V برای یک عملیات نزدیک به MPPT بدون دستگاه MPPT (Huang و همکاران، 2006) تثبیت نمود.



شکل 3b. پیاده سازی زیرسیستم ماژول تابش-گرا PV.

Function Block Parameters: Sunlight Intensity-Oriented PV Module

Subsystem (mask)

Parameters

Open-Circuit voltage (V)
21.1

Short-Circuit current (A)
3.8

Short-circuit current temperature coefficient (mA/C)
3e-3

Nominal operating cell temperature (C)
49

Cell series number
36

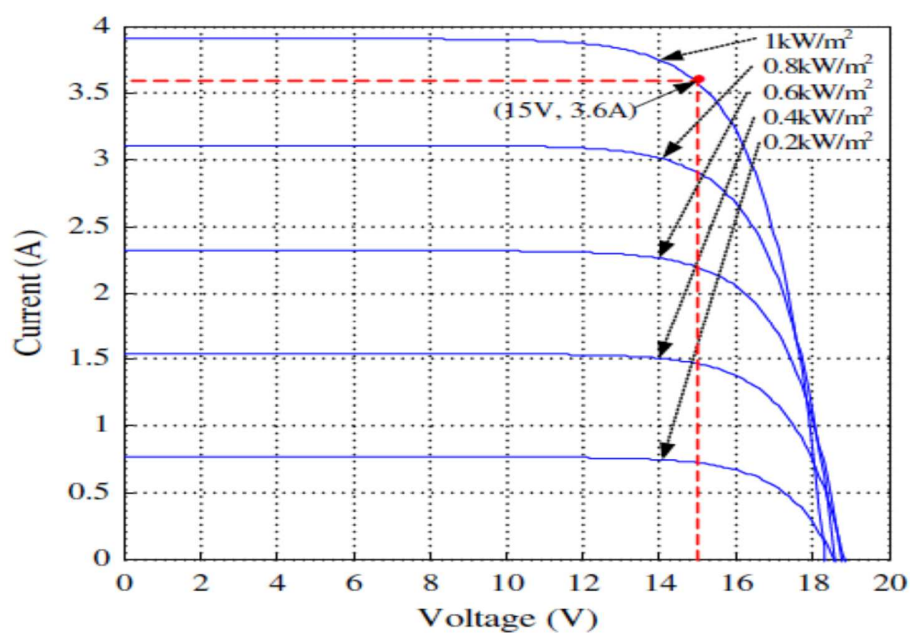
Cell parallel number
1

Reference temperature (C)
25

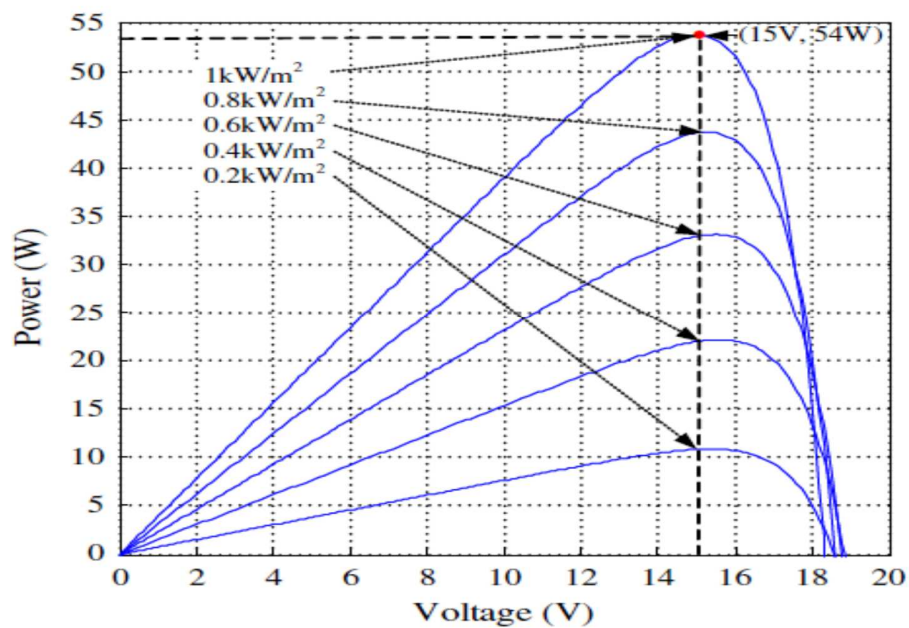
Ideal factor 1.3

OK Cancel Help Apply

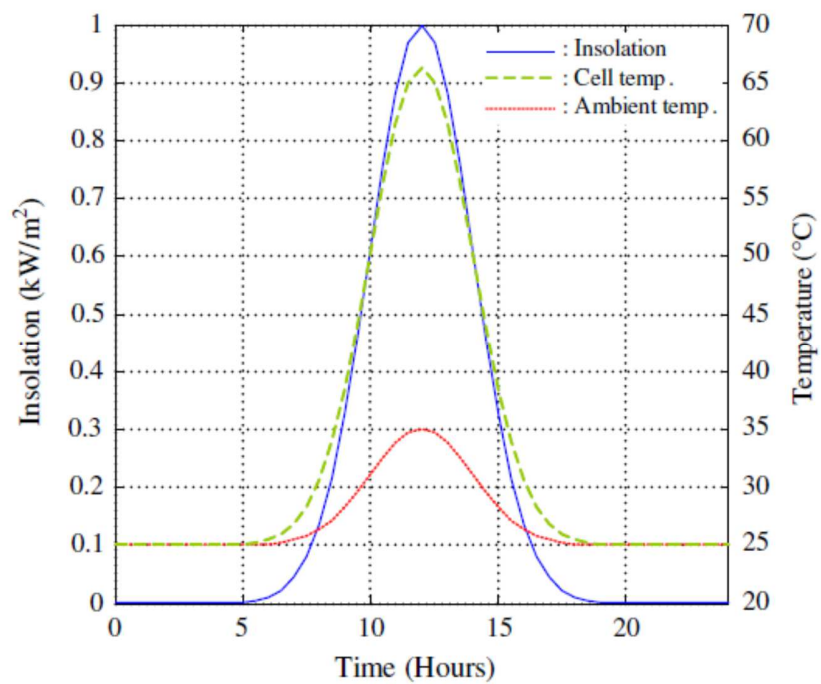
شکل 3c. کادر محاوره ای مازول تابش-گرا PV.



شکل 4a. مشخصات I-V خروجی با λ متفاوت.



شکل 4b. مشخصات خروجی P-V با λ متفاوت.



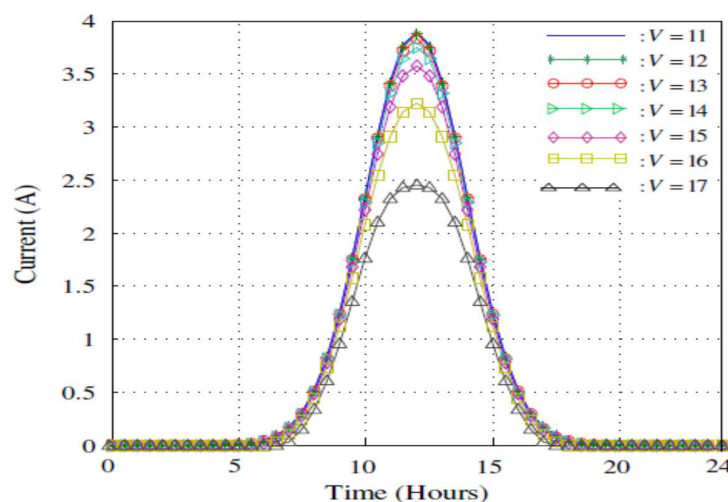
شکل 5. شدت نور خورشید، دمای محیط و سلول در قالب تابع گاوسی برای یک روز نمونه.

3.3. نتایج شبیه سازی

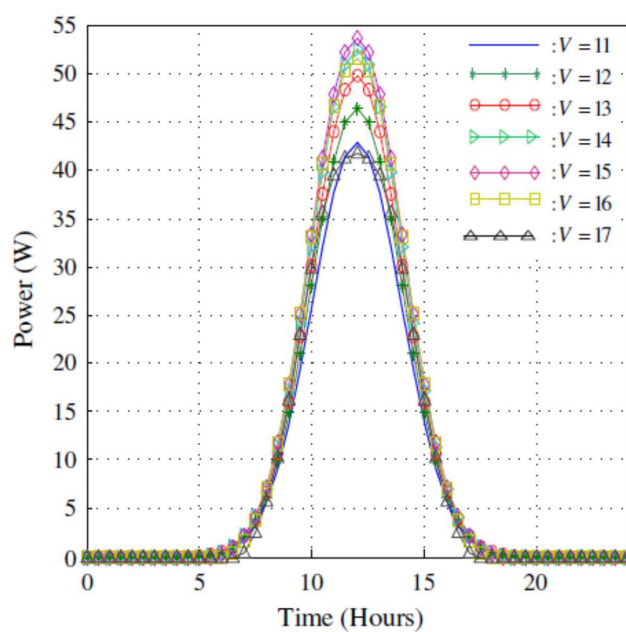
برای پیاده سازی آسان، شدت تابش خورشیدی برای یک روز نمونه یک تابع توزیع گاوسی تعریف شده به صورت زیر فرض می شود (Ventre و Messenger، 2000)

$$\lambda(t) = \lambda_{\max} \exp \left[-\frac{(t - t_c)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (11)$$

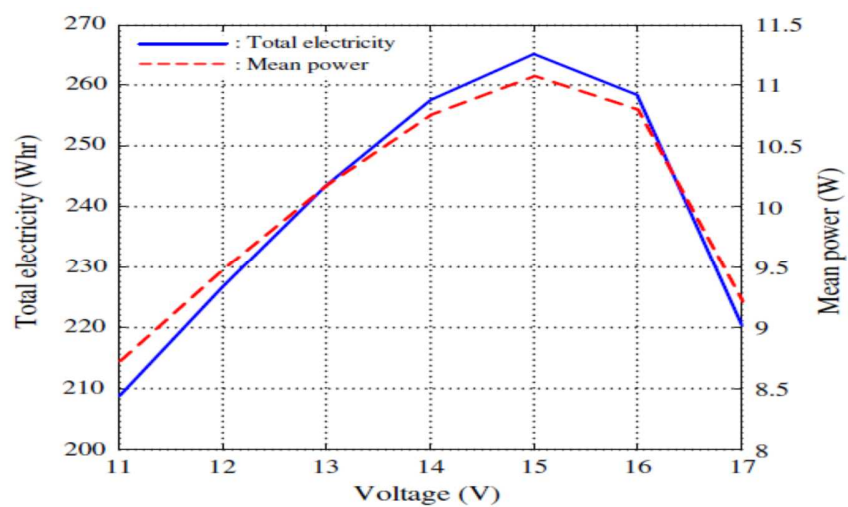
که در آن $\lambda_{\max}$ شدت نور خورشید حداکثر در یک زمان معین، t_c زمان مرکز، و σ انحراف استاندارد از تابع گاوسی است. شکل 5 نشان دهنده یک نمودار توزیع گاوسی تابع برای شدت تابش خورشیدی برای یک روز نمونه با شرایط: $\lambda_{\max} = 1 \text{ kW/m}^2$ ، $t_c = 12$ و $\sigma = 0.5$ است. اوج شدت نور خورشید در ظهر رخ می دهد. علاوه بر این، فرض بر این است که دمای محیط برای چنین روز نمونه یک توزیع تابع گاوسی است. برای تغییرات در تابش خورشیدی و دمای محیط، دمای سلول را می توان با معادله (10) برآورد نمود. هر دوی دمای محیط و دمای سلول ها نیز در شکل 5 نشان داده شده است. برای مدل تابش-گرا از ماژول PV، دمای سلول با تابش نور خورشید تحت تاثیر قرار می گیرد. برای ولتاژ خروجی مختلف، جریان خروجی و قدرت در شکل 6a و 6b برای یک روز نمونه به دست آمده است. علاوه بر این، برای مقایسه آسان، الکتریسیته کلی و متوسط توان خروجی برای ولتاژ خروجی مختلف نمونه روز محاسبه شده و در شکل 6c نشان داده شده است. توجه داشته باشید که حداکثر برق 265.1208 W ساعت است و حداکثر قدرت از طریق این دوره از یک روز نمونه 11.0467 W که با ولتاژ خروجی ثابت شده در 15 V رخ می دهد.



شکل 6a. مشخصات جریان در طول روز نمونه برای ولتاژ متفاوت.



شکل 6b. مشخصات توان در طول روز نمونه برای ولتاژهای مختلف.



شکل 6c. الکتریسیته کلی و میانگین توان برای ولتاژهای خروجی مختلف.

4. تأیید تجربی

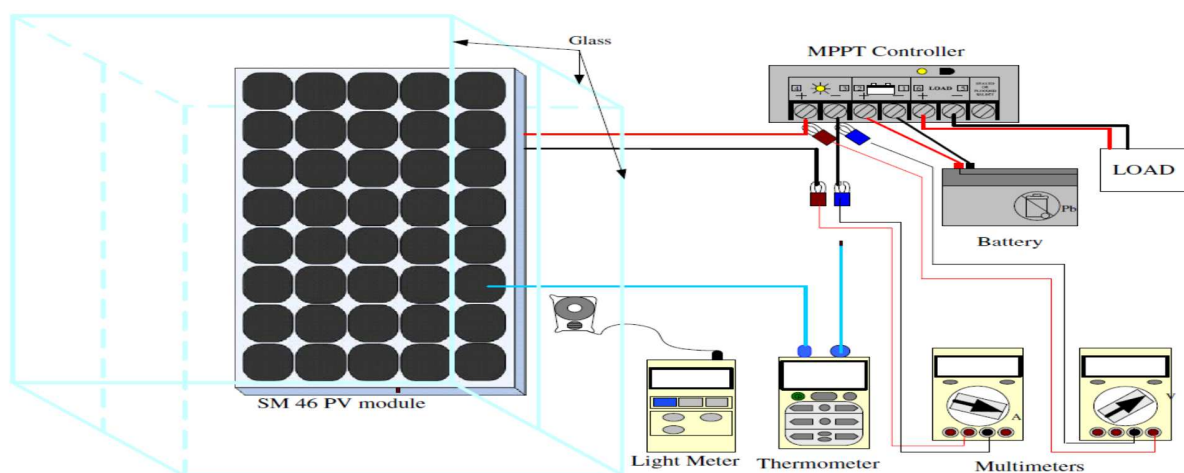
4.1. تنظیم تجربی

به منظور بررسی بیشتر صحت مدل ارائه PV، آزمایش انجام شده است. همانطور که در شکل 7 نشان داده شده است، اسباب آزمایشی شامل یک ماژول زیمنس SM46 PV، یک کنترلر MPPT، یک باتری ذخیره سازی، یک فن الکتریکی به عنوان یک بار، و برخی تجهیزات اندازه گیری می شود. یک پوشش شیشه ای که شفاف و تهویه می باشد برای محافظت ماژول PV از باد استفاده می شود. این باعث می شود که سرعت باد کمتر از 1 متر/ثانیه برای شرایط NOCT مناسب باشد. اسباب آزمایشی در مرکز مطالعات و توسعه (ERDC) دانشگاه Da-Yeh در تحقیقات تایوان تنظیم شد و ماژول PV در موقعیت جنوب مواجه و در یک زاویه شیب 23.5 درجه قرار داده شد. نور Lutron LX-1102 یک متری در میزان اریب بودن ماژول PV برای اندازه گیری برخورد تابش خورشیدی در صفحه PV ثابت شد. یک دماسنج TES-1314 با کانال ورودی دوگانه برای اندازه گیری دمای محیط و دمای پوشش شیشه ای روی سلول PV به عنوان مرجع برای دمای سلول مورد استفاده قرار گرفت. دو مولتی متر CIE 8050 به ترتیب به موازات ولتاژ کار اندازه گیری شده و به صورت سری برای اندازه گیری جریان خروجی انجام قرار داده شدند. سپس قدرت خروجی ماژول PV به دست آمد.

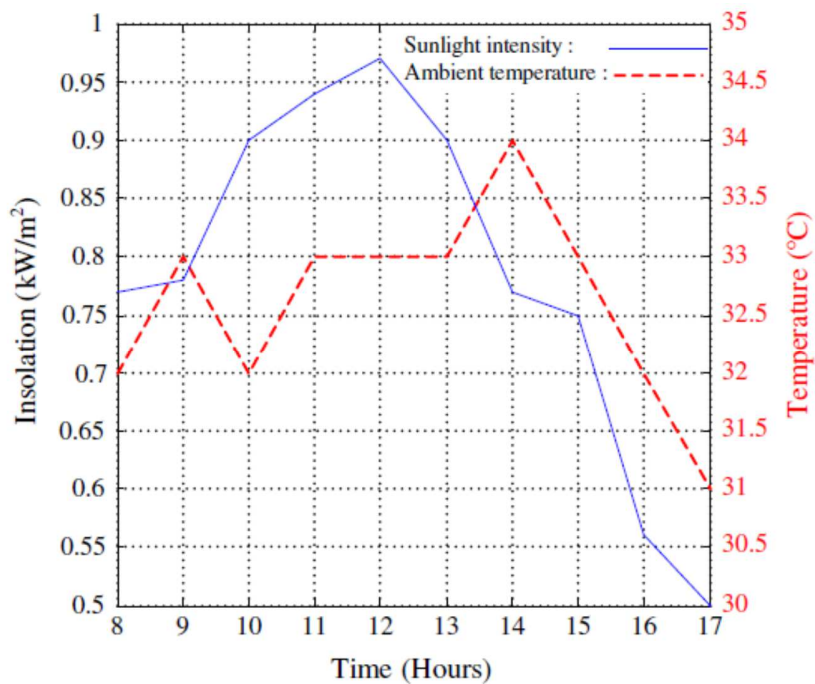
4.2. نتایج اندازه گیری و اعتبار مدل

یک اندازه گیری 9 ساعته برای تنظیم آزمایش 8:00-17:00 برای هر روز از 26/05/2009 به 26/07/2009 مورد آزمایش قرار گرفت. همه مشاهدات از شدت نور خورشید، حرارت، ولتاژ کار و جریان خروجی ماژول PV در فواصل 1-ساعت ثبت شد. تغییرات ساعتی شدت نور خورشید و دمای محیط برای یک روز معمولی (01/07/2009) در ماه های تابستان در شکل 8 نشان داده شده است. به منظور بررسی این فرض n-MPPT، ولتاژ عملیاتی مدل ارائه شده در 13.2 V تثبیت شده است. جریان و توان خروجی نتایج شبیه سازی را می توان با تابش خورشیدی و دمای محیط به دست آورد. ولتاژ و جریان عملیاتی نتایج تجربی به طور مستقیم توسط چند مولتی متر اندازه گیری شدند. در نتیجه توان خروجی، ضریب ولتاژ و جریان اندازه گیری شده است. نتایج تجربی و شبیه سازی تغییر در درجه حرارت سلول PV و توان خروجی P-V در شکل 9a و b نشان داده شده است. شکل 9a درجه حرارت اندازه گیری ماژول PV تقریبی را برای موارد شبیه سازی شده از مدل ارائه شده PV نشان می دهد. تفاوت به طور کلی

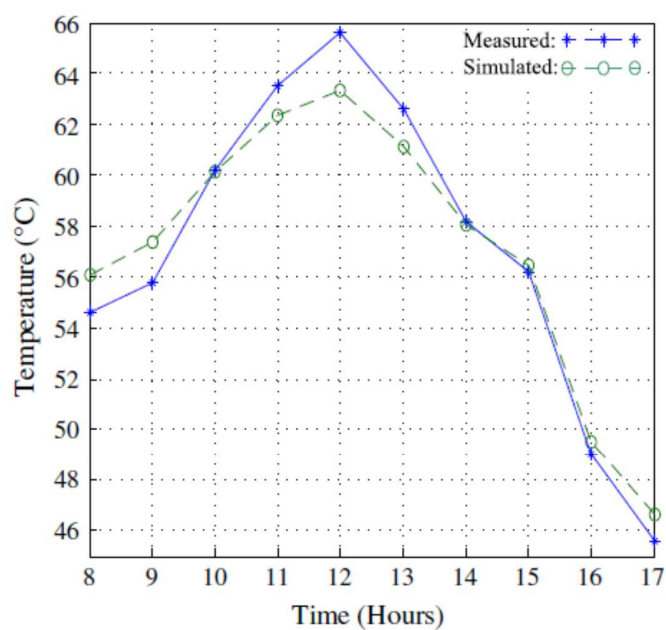
کمتر از 2.29 درجه سانتیگراد و انحراف استاندارد 1.28 درجه سانتیگراد است. از سوی دیگر، هر دو نتایج اندازه گیری و شبیه سازی برای توان خروجی ماژول PV حدوداً همانند شکل 9b است. تفاوت کمتر از 1.06 W است و انحراف استاندارد 0.32 W است. این، فرض نزدیک به MPPT را ثابت می کند. همانطور که قبلاً ذکر شد، هر دو دمای سلول و توان خروجی مدل PV پیشنهادی به طور کلی به موارد اندازه گیری شده نزدیک است. دقت مقادیر شبیه سازی در ظرف دو برابر انحراف استاندارد مقادیر اندازه گیری قرار می گیرد.



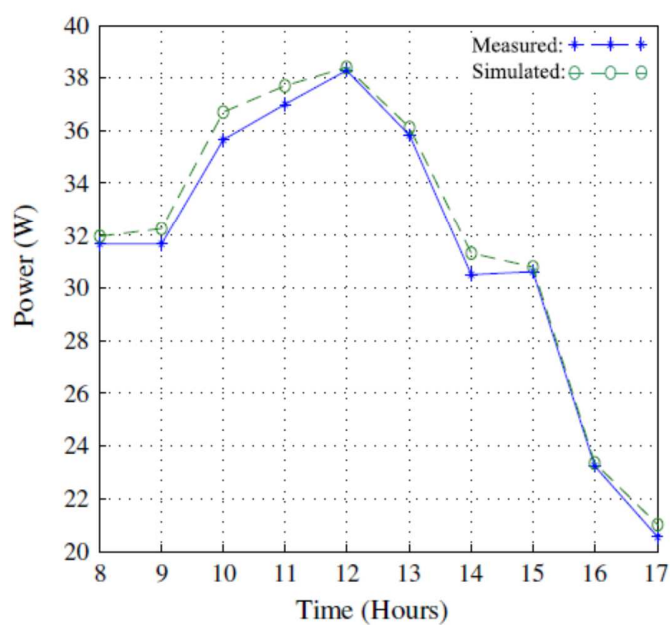
شکل 7. دیاگرام شماتیک اسباب آزمایشی.



شکل 8. تغییر ساعتی شدت نور خورشید و دمای محیط از یک روز عادی.



(a) Cell temperature response.



(b) Output power response.

شکل 9. درجه حرارت و قدرت خروجی ماژول SM46 PV در پاسخ به تغییرات ساعتی شدت نور خورشید و دمای محیط از یک روز عادی.

5. نتایج

یک مدل رایج PV، تابش نور خورشید و درجه حرارت سلول را به عنوان پارامترهای ورودی اتخاذ می کند. در واقع، دمای سلول عمدتاً توسط تابش خورشیدی و دمای محیط تحت تاثیر قرار می گیرد. مدل پیشنهادی با در نظر گرفتن دمای محیط به عنوان ورودی مرجع، ارزیابی مدل تابش-گرا را به راحتی با در نظر گرفتن اثر شدت تابش در دمای سلول ممکن می سازد. این مدل با استفاده از محیط Matlab / Simulink پیاده سازی شده است و در کتابخانه بلوک نرم افزار Simulink قرار داده شده است. مدل پیشنهادی از طریق یک آزمایش تنظیم تایید شد تا از صحت و قابلیت استفاده اطمینان حاصل شود. از سوی دیگر، با در نظر گرفتن اثر شدت نور خورشید در دمای سلول، ولتاژ عملیاتی ماژول PV می تواند برای عملیات تقریبی MPPT بدون ادوات MPPT تثبیت شود.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

✓ لیست مقالات ترجمه شده

✓ لیست مقالات ترجمه شده رایگان

✓ لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی