

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **227068**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **404600**

(51) Int.Cl.
G01R 21/06 (2006.01)
G05F 1/67 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **08.07.2013**

(54)

Sposób określania maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

19.01.2015 BUP 02/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.10.2017 WUP 10/17

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MAREK NIECHAJ, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Tomasz Milczek

PL 227068 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób określania maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego, zwłaszcza w systemie pomiarowym.

Dotychczas znane i powszechnie stosowane są, w systemach pomiarowych, sposoby określające maksymalną moc przyrządu fotowoltaicznego, w szczególności modułu fotowoltaicznego bądź zestawu modułów fotowoltaicznych, wymagające podłączenia do przyrządu fotowoltaicznego odbiornika energii elektrycznej – J. Kolano „Systemy fotowoltaiczne zasilające elektryczne układy napędowe”, Postępy Napędu Elektrycznego i Energoelektroniki PAN, Lublin 2002, str. 20, 50, 92, 105, 133.

Z europejskiego opisu patentowego EP2372486 znany jest sposób i układ śledzenia maksymalnego punktu pracy modułu fotowoltaicznego, który to sposób obejmuje pomiar prądu modułu fotowoltaicznego, pomiar napięcia wyjściowego modułu fotowoltaicznego i obliczenie mocy modułu jako rezultatu zmierzonego prądu i napięcia wyjściowego. Sposób ten obejmuje ponadto wyodrębnianie wybranej harmonicznej obliczonej mocy, wyodrębnianie wybranej harmonicznej zmierzonego napięcia, pomnożenie wyodrębnionych składowych harmonicznych mocy i napięcia, wyodrębnienie składowej stałej z otrzymanego wyniku i utworzenie sygnału sterującego do sterowania falownika podłączonego do modułu fotowoltaicznego, przy użyciu w algorytmie PI wyodrębnionej składowej stałej.

Z japońskiego zgłoszenia patentowego JPH0764657 znany jest sposób sterowania nadążnego maksymalną mocą dla fotowoltaicznego źródła energii. Część arytmetyczna przelicza wyjściowe napięcie i prąd z baterii słonecznej, które są mierzone w części pomiarowej. W ten sposób uzyskana zostaje wartość bieżącej mocy. Blok decyzji porównuje wartość bieżącą mocy z wartością mocy z sektora ślepego, otrzymaną przez kontrolowanie przepisanej wartości zadanej mocy i steruje określonym blokiem maksymalnego napięcia pracy na charakterystyce, gdzie jest podłączone wyjście baterii słonecznej. Następnie wartość zadana napięcia steruje wartością napięcia przez napięcie o zalecanej szerokości kroku i na podstawie różnicy z wartością mocy sektora ślepego ustawia wartość napięcia następnego polecenia.

Z chińskiego opisu patentowego CN102486530 znany jest sposób badania mocy w celu śledzenia maksymalnej mocy baterii fotowoltaicznej. Sposób ten obejmuje następujące etapy: pomiar pierwszego napięcia wyjściowego i pierwszego prądu wyjściowego baterii fotowoltaicznej przy pierwszym współczynniku wypełnienia, wybór długości kroku dostrojenia współczynnika wypełnienia i obliczenie pierwszej mocy, dostrojenie pierwszego współczynnika wypełnienia w zależności od długości kroku dostrojenia współczynnika wypełnienia w celu uzyskania przynajmniej jednej dostrojonej wartości współczynnika wypełnienia, następnie obliczenie mocy odpowiadającej ostatniej dostrojonej wartości, porównanie mocy z pierwszą mocą aby wybrać maksymalną wartość mocy i wybór współczynnika wypełnienia odpowiadającego maksymalnej wartości mocy, i dostrojenie mocy wyjściowej baterii fotowoltaicznej według zadanej wartości współczynnika wypełnienia.

Z amerykańskiego opisu patentowego US2013027020 znany jest sposób określania punktu mocy maksymalnej generatora fotowoltaicznego przez zmianę co najmniej jednego parametru spośród napięcia wyszukiwania i prądu wyszukiwania w maksymalnie przeszukiwanym obszarze poszukiwań na charakterystyce mocy/napięcia. Sposób obejmuje inicjowanie przez zdefiniowanie punktu startowego o napięciu początkowym i prądzie początkowym, poszukiwanie punktu mocy maksymalnej w co najmniej jednym kierunku przeszukiwania przez powtarzaną zmianę napięcia wyszukiwania lub prądu wyszukiwania w obszarze poszukiwań z uwzględnieniem przynajmniej dwóch warunków ograniczających obszar poszukiwań, w którym co najmniej jeden z warunków ograniczających obszar poszukiwań jest określony przy pomocy oceny parametrów podanych w stanie pracy już osiągniętym podczas poszukiwań i zakończenia wyszukiwania jeśli przynajmniej jeden z co najmniej dwóch warunków ograniczających obszar poszukiwań jest spełniony.

Z amerykańskiego zgłoszenia patentowego US2007027644 znany jest sposób odnajdywania mocy maksymalnej generatora fotowoltaicznego wykorzystujący regulator MPP (punktu pracy z maksymalną mocą) przekształtnika prądu fotowoltaicznego, za pomocą którego maksymalna moc generatora jest ustawiana jako punkt pracy na charakterystyce, co zapewnia lepszą wydajność gdy generator jest częściowo zasłonięty. Osiąga się to przez wyłączenie regulatora MPP w celu obciążenia i/lub odciążenia generatora by umożliwić ustalenie nowego punktu pracy generatora na charakterystyce, a następnie ponowne włączenie regulatora MPP.

Z chińskiego opisu patentowego CN102608413 znany jest sposób i układ określenia punktu mocy maksymalnej generacji mocy fotowoltaicznej, który ujawnia sposób określania punktu mocy

maksymalnej generacji mocy fotowoltaicznej. Układ i metoda mają zalety gdyż punkt maksymalnej mocy monitorowania jest poszukiwany ze zmienną wielkością kroku.

Niedogodnością wymienionych rozwiązań jest nieekonomiczność, gdyż wymagana jest inwestycja w odbiornik energii elektrycznej, ewentualny układ chłodzenia tego odbiornika, a także w układ mający na celu zapewnienie pracy przyrządu fotowoltaicznego z maksymalną mocą, czyli w punkcie MPP na charakterystyce prądowo-napięciowej przyrządu. Cechą charakterystyczną tych sposobów jest dokonywanie pomiaru napięcia lub prądu przyrządu fotowoltaicznego pracującego pod obciążeniem, zwłaszcza w okolicy MPP, a więc sposoby te są oparte na pomiarze napięcia lub prądu dotyczącego jednego, tego samego punktu pracy przyrządu. Realizacja tych sposobów skutkuje więc koniecznością poboru mocy elektrycznej z przyrządu fotowoltaicznego, często o znacznej wartości.

Istotą sposobu określania maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego, zwłaszcza w systemie pomiarowym, w którym dokonuje się pomiaru napięcia lub pomiaru prądu jednego lub więcej ogniw fotowoltaicznych wchodzących w skład przyrządu fotowoltaicznego, jest to że dokonuje się pomiaru napięcia U_0 jałowego jednego lub więcej ogniw fotowoltaicznych wchodzących w skład przyrządu fotowoltaicznego, które pracują w stanie biegu jałowego, oraz dokonuje się pomiaru prądu I_z zwarcia jednego lub więcej ogniw fotowoltaicznych wchodzących w skład przyrządu fotowoltaicznego, które pracują w stanie zwarcia. Z kolei dokonuje się obliczenia maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego jako iloczynu trzech parametrów: zmierzonego napięcia U_0 jałowego, zmierzonego prądu I_z zwarcia oraz współczynnika k będącego funkcją napięcia U_0 jałowego i prądu I_z zwarcia w postaci podanej zależności:

$$k = a + b \cdot U_0 + c \cdot I_z + \frac{d}{I_z}.$$

Stałe a , b , c , d są liczbami rzeczywistymi, które są wielkościami charakterystycznymi dla konkretnego typu i konfiguracji połączeń ogniw przyrządu fotowoltaicznego.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala określać maksymalną moc, zwłaszcza w systemie pomiarowym, w sposób ciągły, dokładny i relatywnie tańszy od rozwiązań wymagających obciążania przyrządu fotowoltaicznego odbiornikiem energii elektrycznej, a więc wymagających poboru mocy z tego przyrządu. Dzięki pomiarowi napięcia i pomiarowi prądu w dwóch skrajnie odmiennych stanach pracy przyrządu (stanie biegu jałowego i stanie zwarcia), moc pobierana z przyrządu fotowoltaicznego jest niemal równa zero, a więc nie istnieje problem oddania lub wytrącenia w postaci ciepła tej mocy. System pomiarowy oparty na wynalazku pracuje w Katedrze Napędów i Maszyn Elektrycznych Politechniki Lubelskiej.

Sposób określania maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego, zwłaszcza w systemie pomiarowym, polega na tym że dokonuje się pomiaru napięcia U_0 jałowego jednego lub więcej ogniw fotowoltaicznych wchodzących w skład przyrządu fotowoltaicznego, które pracują w stanie biegu jałowego, oraz dokonuje się pomiaru prądu I_z zwarcia jednego lub więcej ogniw fotowoltaicznych wchodzących w skład przyrządu fotowoltaicznego, które pracują w stanie zwarcia, przy czym z punktu widzenia istoty wynalazku obojętny jest podział ogniw przyrządu na te które pracują w stanie jałowym i na te które pracują w stanie zwarcia, w tym możliwe jest wykorzystanie jednego lub więcej tych samych ogniw fotowoltaicznych do naprzemiennego pomiaru ich napięcia jałowego oraz prądu zwarcia. Następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego jako iloczynu trzech parametrów: zmierzonego napięcia U_0 jałowego, zmierzonego prądu I_z zwarcia oraz współczynnika k będącego funkcją napięcia U_0 jałowego i prądu I_z zwarcia w postaci podanej zależności:

$$k = a + b \cdot U_0 + c \cdot I_z + \frac{d}{I_z},$$

przy czym stałe a , b , c , d są liczbami rzeczywistymi, które są wielkościami charakterystycznymi dla konkretnego typu i konfiguracji połączeń ogniw przyrządu fotowoltaicznego. Stałe te można określić na podstawie charakterystyk prądowo-napięciowych lub prądowo-mocowych przyrządu fotowoltaicznego, przy różnych temperaturach i różnych wartościach napromienienia ogniw fotowoltaicznych, wyznaczonych bądź laboratoryjnie, bądź na podstawie danych od producenta przyrządu fotowoltaicznego. Procedura określenia stałych a , b , c , d na podstawie wyżej wymienionych charakterystyk ma na celu uzyskanie takich ich wartości, by błąd obliczania maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego przy wykorzystaniu wynalazku był możliwie najmniejszy w szerokim zakresie temperatur i wartości napromienienia, mogących wystąpić podczas pracy przyrządu fotowoltaicznego.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób określania maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego, zwłaszcza w systemie pomiarowym, w którym dokonuje się pomiaru napięcia lub pomiaru prądu jednego lub więcej ogniw fotowoltaicznych wchodzących w skład przyrządu fotowoltaicznego, **znamienny tym**, że dokonuje się pomiaru napięcia (U_0) jałowego jednego lub więcej ogniw fotowoltaicznych wchodzących w skład przyrządu fotowoltaicznego, które pracują w stanie biegu jałowego, oraz dokonuje się pomiaru prądu (I_z) zwarcia jednego lub więcej ogniw fotowoltaicznych wchodzących w skład przyrządu fotowoltaicznego, które pracują w stanie zwarcia. Z kolei dokonuje się obliczenia maksymalnej mocy przyrządu fotowoltaicznego jako iloczynu trzech parametrów: zmierzonego napięcia (U_0) jałowego, zmierzonego prądu (I_z) zwarcia oraz współczynnika (k) będącego funkcją napięcia (U_0) jałowego i prądu (I_z) zwarcia w postaci podanej zależności:

$$k = a + b \cdot U_0 + c \cdot I_z + \frac{d}{I_z}$$

przy czym

stałe (a), (b), (c), (d) są liczbami rzeczywistymi, które są wielkościami charakterystycznymi dla konkretnego typu i konfiguracji połączeń ogniw przyrządu fotowoltaicznego.