

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.: „Modelowanie elementów składowych systemów fotowoltaicznych”

Przedmiotem pracy jest modelowanie elementów składowych systemów fotowoltaicznych w programie SPICE. Systemy fotowoltaiczne są coraz powszechniej stosowane w układach zasilających. Podstawowym ich komponentem są ogniwa fotowoltaiczne. Ponadto systemy te zawierają akumulatory oraz układy impulsowego przetwarzania energii elektrycznej. Nieustannie udoskonalane konstrukcje ogniw fotowoltaicznych, akumulatorów, przetwornic dc-dc i falowników powodują, że ciągle aktualne jest zadanie modelowania właściwości komponentów systemów fotowoltaicznych.

W literaturze można znaleźć bardzo dużo pozycji dotyczących modelowania ogniw fotowoltaicznych czy pozostałych komponentów systemu PV. Modele te jednak opisują rozważane elementy w sposób bardzo uproszczony, to znaczy pominięto w nich właściwości cieplne i dynamikę ogniw fotowoltaicznych, akumulatorów oraz przekształtników energoelektronicznych (przetwornic dc-dc lub falowników). Z kolei, metody analizy przetwornic dc-dc znane z literatury są ograniczone do częstotliwości kluczkowania nie przekraczających wartości 200 kHz i dotyczą głównie pracy tych układów w stanie ustalonym.

Celem pracy było opracowanie elektrotermicznych modeli komponentów instalacji fotowoltaicznych, a w szczególności ogniw i paneli fotowoltaicznych i weryfikacja tych modeli w rzeczywistych systemach fotowoltaicznych.

Sformułowano następującą tezę pracy: „Zjawiska termiczne w istotny sposób wpływają na właściwości elementów składowych fotowoltaicznego systemu zasilającego, a wpływ ten można efektywnie modelować przy wykorzystaniu skupionych elektrotermicznych modeli elementów składowych takiego systemu, pracującego przy różnych warunkach atmosferycznych.”

W pracy zaproponowano elektrotermiczny model krzemowych ogniw i paneli fotowoltaicznych, elektrotermiczny model przekształtników energoelektronicznych oraz model łańcucha paneli fotowoltaicznych w formie dedykowanej dla programu SPICE. Przedstawiono sposób estymacji parametrów elektrycznych, optycznych i termicznych opracowanych modeli. Wykazano, że zarówno temperatura otoczenia, jak i zjawisko samonagrzewania, zmiany gęstość mocy promieniowania oraz zmiany wartości kąta padania światła oświetlającego fotoogniwa w istotny sposób wpływają na charakterystyki poszczególnych komponentów fotowoltaicznego systemu zasilającego.

Dowodzono, iż możliwe jest uwzględnienie zjawisk termicznych oraz nasłonecznienia przy modelowaniu elementów składowych systemu PV i analizie parametrów elektrycznych i termicznych tych elementów, przy wykorzystaniu skupionych elektrotermicznych modeli elementów, rozważanych systemów, dedykowanych do programu SPICE. Uwzględnienie zmian gęstości mocy promieniowania słonecznego i temperatury wnętrza elementów składowych systemu fotowoltaicznego, pozwoliło na wyznaczenie wydajności laboratoryjnej i rzeczywistej instalacji fotowoltaicznej. Istotne znaczenie mają również zweryfikowane doświadczalnie wyniki symulacji charakterystyk zarówno poszczególnych komponentów systemu, jak i obu badanych instalacji PV. Ich analiza pozwoliła na ocenę wpływu zmian dobowych i sezonowych temperatury oraz nasłonecznienia na właściwości rozważanych w pracy instalacji fotowoltaicznych.

Uzyskane wyniki analiz komputerowych i pomiarów dowodzą słuszność postawionej w pracy tezy. Sformułowane elektrotermiczne modele komponentów systemów fotowoltaicznych mogą być użyteczne dla projektantów fotowoltaicznych systemów zasilających.