

STRESZCZENIE

„Optymalizacja struktury hybrydowego systemu zasilania typu słoneczno-wiatrowego”

Rozprawa ma charakter interdyscyplinarny z pogranicza elektrotechniki oraz energetyki odnawialnej i dotyczy zagadnień optymalizacji struktury hybrydowego systemu zasilania typu słoneczno-wiatrowego. W początkowej części pracy opisano aspekty ekologiczne i ekonomiczne energetyki odnawialnej, zamieszczono przegląd metod optymalizacji stosowanych w zagadnieniach wytwarzania energii z OZE oraz określono cel, tezę, zadania szczegółowe i zakres pracy.

W pracy podjęto ważny i niedostatecznie do tej pory rozpoznany naukowo temat, który sformułowano w postaci następującej tezy badawczej: *zastosowanie odpowiednio opracowanych modeli turbiny wiatrowej i modułu PV oraz zmodyfikowanej metody algorytmu genetycznego pozwala na wyznaczenie optymalnej, pod względem wykorzystania dostępnej energii pierwotnej wiatru i słońca, struktury hybrydowego systemu zasilania typu on-grid, pracującego w ustalonej lokalizacji geograficznej i przeznaczonego do współpracy z odbiornikiem o zadanym profilu obciążenia.*

W dysertacji zaprezentowano autorski algorytm optymalizacji struktury hybrydowego układu wytwarzania energii elektrycznej typu słoneczno-wiatrowego obejmujący: maksymalizację wydajności energetycznej układu, minimalizację jednostkowego kosztu wytworzenia energii elektrycznej, minimalizację ilości energii elektrycznej kupowanej z sieci elektroenergetycznej do zasilania obiektu o znanym profilu obciążenia, przy uwzględnieniu aktualnie obowiązujących na terenie Polski uwarunkowań prawnych oraz lokalizacji geograficznej układu.

Na podstawie przyjętych: postaci funkcji celu, struktury wektora zmiennych decyzyjnych i ograniczeń dokonano wyboru metody optymalizacyjnej. Do rozwiązania zadania, przede wszystkim ze względu na wielomodalny charakter funkcji celu, wykorzystano zmodyfikowaną metodę algorytmu genetycznego, którą zaimplementowano w środowisku MATLAB. Część analiz mocy w układzie generacyjnym przeprowadzono z zastosowaniem funkcji opracowanych w środowisku Visual Studio (język C#).

Zrealizowane przez Autora badania wstępne pozwoliły ustalić postać modelu matematycznego i numerycznego układu, który umożliwia wykonanie wymaganych analiz pracy układu słoneczno-wiatrowego w zadowalającym dla zadań optymalizacyjnych czasie.

Obliczenia optymalizacyjne (maksymalizacja wydajności energetycznej, minimalizacja jednostkowego kosztu wytworzenia energii elektrycznej, minimalizacja ilości energii elektrycznej kupowanej z sieci elektroenergetycznej) przeprowadzono dla 11 konfiguracji struktury układu odzwierciedlających różne procentowe udziały mocy sekcji słonecznej (PV) i wiatrowej (TW) w mocy znamionowej: PV0/TW100, PV10/TW90, PV20/TW80, PV30/TW70, PV40/TW60, PV50/TW50, PV60/TW40, PV70/TW30, PV80/TW20, PV90/TW10, PV100/TW0, trzech mocy znamionowych układu (10 kW, 50 kW i 100 kW), dwóch przedziałów ograniczających moc znamionową: szerszego (10%) i węższego (5%) oraz danych pomiarowych prędkości wiatru i irradiancji z obszaru Polski południowo-wschodniej z dwóch lat (2011 i 2012).

Przeprowadzono szczegółową analizę i dyskusję uzyskanych wyników, także pod kątem wskazania zbioru wytycznych do projektowania hybrydowych systemów generacyjnych typu słoneczno-wiatrowego. Pracę kończą podsumowanie i wnioski.

Tomasz Jarmuda

SUMMARY

“Optimisation of the Structure of the Solar-Wind Hybrid Power Supply System”

The dissertation is of interdisciplinary character within the field of electrical engineering and renewable energy and concerns the issues connected with the optimisation of the hybrid structure of the solar-wind power supply system. The initial part of the paper describes ecological and economic aspects of renewable energy, along with the overview of optimisation methods used in the problems connected with generation of electrical energy from renewable energy sources, as well as it specifies the objective, thesis, the detailed tasks and the scope of work.

The study discusses an important and insufficiently scientifically described subject that was formulated in the form of the following research thesis: *the application of properly developed wind turbine and PV module models, as well as the modified genetic algorithm model allows to determine the optimum hybrid structure on the on-grid power supply system, with regard to the use of available primary wind and sun energy, operating in the agreed geographical location and designed to cooperate with the receiver with the set load profile.*

The dissertation presents the Author's algorithm of optimisation of the hybrid structure system for generation of solar-wind energy, covering: maximisation of energy efficiency of the system, minimisation of the unit cost of generation of electrical energy, minimisation of the amount of electrical energy purchased from the electrical power network to supply power to the facility with the known load profile, with consideration of legal conditions currently applicable in Poland and geographical location of the system.

The optimisation method was selected on the basis of the following assumptions: form of the target function, structure of decision variable vectors and limitations. For the purposes of solving the task, a modified genetic algorithm method implemented in the MATLAB environment was used due to a multi-modal character of the target function. Part of the power analyses in the generation system was conducted using the functions developed in the Visual Studio environment (C# language).

The preliminary research conducted by the Author allowed to determine the form of mathematical and numerical model of the system that enables to perform the required analyses of operation of the solar-wind system within the time satisfactory for the optimisation tasks.

The optimisation calculations (maximisation of energy efficiency, minimization of the unit cost of generation of electrical energy, minimisation of the amount of energy purchased from the electrical power network) were conducted for 11 configurations of the system's structure reflecting different percentage shares of the solar section power (PV) and wind section power (TW) in the rated power: PV0/TW100, PV10/TW90, PV20/TW80, PV30/TW70, PV40/TW60, PV50/TW50, PV60/TW40, PV70/TW30, PV80/TW20, PV90/TW10, PV100/TW0, three rated powers of the system (10 kW, 50 kW and 100 kW), two ranges limiting the rated power: wider (10%) and narrower (5%), and measurement data of wind speed and irradiance from south-eastern Poland from two years (2011 and 2012).

A detailed analysis was conducted along with the discussion of the obtained results, also with regard to the development of the set of guidelines for designing the generation hybrid systems of the solar-wind type. The study ends with the summary and conclusions.

Tomasz Jarmuda