

Prof. dr hab. inż. Tomasz Tarasiuk

Gdynia, 07.01.2025

Katedra Elektroenergetyki Okrętowej

Wydział Elektryczny

Uniwersytet Morski w Gdyni

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEEITK

14. 01. 2024

Wpłynęło dnia

Zarejestrowano pod nr 510-10-6/24

Podpis 

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy : The Identification of Islanding Incidents in Grid-Connected Distributed Systems Using Phasor Measurement Estimation and Artificial Neural Network Approach

Autor: mgr inż. Mohammad Abu Sarhan

Promotor: dr hab. inż. Andrzej Bień, prof AGH

Promotor pomocniczy: dr inż Szymon Barczentewicz

Dyscyplina: Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne

Recenzję opracowano na wniosek i na podstawie Umowy o Dzieło zawartej pomiędzy Dziekanem Wydziału EAIIB AGH dr hab. inż. Edytą Kucharską, prof. AGH, a prof. dr. hab. inż. Tomaszem Tarasiukiem.

Ogólna charakterystyka i ocena rozprawy

Oceniana rozprawa doktorska podejmuje ważne zagadnienie detekcji pracy wyspowej mikro sieci z generacją rozproszoną, zawierających odnawialne źródła energii elektrycznej. Rozprawa liczy 135 stron i składa się z siedmiu rozdziałów wraz z wprowadzeniem i podsumowaniem. Bibliografia liczy 167 pozycji. Rozprawa została napisana w języku angielskim. Jednak moim zdaniem, w rozprawie występują liczne błędy językowe i niekiedy niezrozumiałe sformułowania, co w stopniu istotnym utrudnia jej lekturę.



Oceniana rozprawa nie zawiera jednoznacznie sformułowanej tezy, natomiast został określony cel i zakres pracy. Autor rozprawy przedstawił problemy związane z detekcją pracy wyspowej mikro sieci, omówił znane metody detekcji wraz z ich wadami i zaletami. Ostatecznie zaproponował rozwiązanie będące połączeniem jednej z metod pasywnych detekcji (wykorzystującej pomiary wartości skutecznej napięcia, częstotliwości i ROCOF) oraz sieci neuronowych co ma umożliwić ograniczenie *non-detection zone* (NDZ) przy zachowaniu zalet metod pasywnych, co było głównym deklarowanym celem podjętych działań. Przedstawione wyniki pomiarów wskazują na przydatność autorskiej koncepcji detekcji pracy wyspowej mikro sieci. Niestety opis badań eksperymentalnych i zastosowanej metodologii wydaje się niepełny, zwłaszcza w przypadku kluczowej, moim zdaniem, Tabeli 6.12. Do tej kwestii ponownie nawiązuję w części Uwagi dyskusyjne.

Większość rozprawy stanowi przegląd istniejącego stanu wiedzy (ok. 90 stron wraz z literaturą), obejmujący zagadnienia związane z metodami detekcji pracy wyspowej mikro sieci, metodami podejmowania decyzji wielokryterialnych oraz pomiarami fazorów. Wprowadzenie liczy aż 24 strony i zawiera ogólną charakterystykę znanych metod detekcji pracy wyspowej, co zostało powtórzone i rozszerzone w kolejnym rozdziale *Literature Review*. Tego rodzaju powtórzenie uważam za zbędne.

Nadto, moim zdaniem rozdział poświęcony metodom podejmowania decyzji wielokryterialnych ma tylko luźny związek z zasadniczą tematyką i głównym celem rozprawy, chociaż Autor wykazał znajomość stosowanych w tym obszarze metod i możliwość wykorzystania do wyboru metody detekcji pracy wyspowej metody AHP (Analytic Hierarchy Process). Niestety w analizie nie uwzględniono proponowanego przez autora i eksperymentalnie zweryfikowanego rozwiązania, opartego o pasywne metody detekcji i sieci neuronowe, zrealizowanego w środowisku MATLAB, a przyjęte wartości wejściowe nie zostały wystarczająco uzasadnione.

Również w innych przypadkach związki pomiędzy poszczególnymi fragmentami rozprawy nie są jasne. Rozdział zawierający charakterystykę *Microgrid Systems Under Test* znajduje się na stronach 102-108 (trzy systemy laboratoryjne), natomiast wyniki pomiarów znajdują się na również stronach 87-93. Nie stwierdzono jednoznacznie której mikro sieci dotyczą. Podobnie, nie podano tej informacji w przypadku wyników przedstawionych na stronach 109-122.

Reasumując, uważam opanowanie techniki pisania rozprawy przez Autora za co najwyżej dostateczne.



Uwagi dyskusyjne

1. Na stronach 87-93 pokazano wyniki eksperymentu polegające na pomiarach wartości skutecznej napięcia, częstotliwości i ROCOF dla trzech przypadków pracy wyspowej i wyłączenia inwertera.
 - ✓ Dlaczego *Load Type* dla Case 3 jest różny od Case 1 i Case 2 (brakuje Non-linear) oraz dlaczego dla różnych przypadków przyjęto różne moce?
 - ✓ Jaką metodę detekcji pracy wyspowej zastosowano i jakie przyjęto wartości graniczne?
 - ✓ Jaki sens ma przedstawienie w Tabelach 4.5-4.7, 4.9-4.11 i 4.13-4.15 wartości maksymalnych, minimalnych i średnich wartości skutecznych napięcia, częstotliwości i ROCOF dla całych przebiegów napięć i prądów, w tym w szczególności dla napięcia i prądu inwertera w praktyce równych 0?
2. Uwaga jak powyżej, dotyczy również rysunków na stronie 112. W jakim celu pokazano przebieg częstotliwości i ROCOF po wyłączeniu inwertera? O jakiej częstotliwości napięcia mówimy, skoro napięcie wynosi zero (patrz rysunki 6.1-6.4)?
3. Którego z wykorzystanych w pracy systemów laboratoryjnych dotyczą wyniki pokazane na stronach 87-93 i w rozdziale *Results and Discussion*?
4. W jaki sposób zgromadzono steki tysięcy obserwacji, o których Autor wspomina na str. 113?
5. Jaka była metodologia badań? Jakie metody detekcji pracy wyspowej wykorzystano w *Tested Inverters* (Tabela 6.12)? Ile powtórzeń wykonano dla każdego z urządzeń? Jakie było obciążenie i jaka była jego charakterystyka? Dlaczego dla czterech urządzeń uzyskano czasy krótsze niż dla propozycji autorskiej? Poza stwierdzeniem tego faktu warto było wykonać pogłębioną analizę.
6. W rozdziale *Multiple-Criteria Decision Assessment* arbitralnie dobrane wartości w Tabeli 3.8 nie zostały wystarczająco uzasadnione. Do jakiej przykładowej, ale rzeczywistej sieci można je odnieść?
7. W podsumowaniu Autor stwierdza, że „the proposed model may not provide the same results when it applies to DC systems”. To wydaje się oczywiste, skoro w proponowanej metodzie wykorzystywane są fazory. Czy Autor widzi możliwość adaptacji rozważanego rozwiązania do tego rodzaju systemów?

Pozostałe uwagi

1. Część z przywołanych norm to poprzednie wersje lub normy wycofane. Dotyczy to następujących dokumentów:

- ✓ IEC 61970 2003 *Energy management system application program interface (EMS-API)*, kolejna wersja jest z roku 2005, a najnowsza została opublikowana już w tym roku,
 - ✓ IEEE *Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces* 1547-2003, kolejna wersja jest z roku 2018,
 - ✓ przywołany w Tabeli 2.1 standard IEEE *Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic (PV) Systems* 929-2000 posiada status *Withdrawn*.
2. Części dokumentów przywołanych w Tabeli 2.1 brakuje w bibliografii.
 3. Brak odnośników do danych przywołanych w Tabelach 2.2-2.4.
 4. Przywołana na stronie 70 Tabela 5 nie istnieje.
 5. W Tabeli 3.10 w kryterium 4 brakuje *Computational intelligent*.
 6. Brak jakichkolwiek opisów oznaczeń w zależnościach (4.1) i (4.2), brakuje też odwołania do literatury.
 7. W zależności (4.4) jest błędne oznaczenie fazora jako $X(t)$.
 8. W Tabeli 4.2 pojawia się w pewnym sensie powtórzenie, pozycje oznaczone jako Ref. [155] i [163]
 9. Czy w zależności (4.8) nie brakuje cyfry 2?
 10. Czy badane inwertery z Tabeli 6.12 wchodzą w skład AGH Energy Center Laboratory? Czy ich liczba to 24 czy 27?
 11. W bibliografii zabrakło konsekwencji, inicjał imienia znajduje się zarówno przed jaki i po nazwisku autora.
 12. Jakość wielu rysunków jest słaba lub bardzo słaba, szczególnie rys. 5.9.

Konkluzja

Podsumowując, pomimo wyżej wymienionych krytycznych uwag stwierdzam, że mgr inż. Mohammad Abu Sarhan prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w obszarze dyscypliny naukowej Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, szczególnie w obszarze mikrosieci. Potrafi odpowiednio zastosować narzędzia badawcze i przeprowadzić eksperyment laboratoryjny. Przedstawił rozprawę doktorską, w której zaproponował rozwiązanie problemu detekcji pracy wyspowej mikrosieci. Moim zdaniem dostatecznie spełni wymagania stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami) i wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony. Jednocześnie chciałbym wskazać na konieczność wyjaśnienia w czasie obrony wątpliwości zawartych w Uwagach dyskusyjnych, zwłaszcza w punkcie 5.

Tomasz Torosik

Tomasz Tarasiuk, Prof. PhD, Eng.
Department of Ship Electrical Power
Engineering
Faculty of Electrical Engineering
Maritime University of Gdynia

Gdynia, January 7, 2025

[stamp:]
RECEPTION
of the Board for the Discipline of
Automation, Electronics, Electrical
Engineering and Space Technologies
[AEEiTK]

Received on 14.01.2024

Registered with reference number 510-10-
6/24

Signature */illegible signature/*

REVIEW OF A DOCTORAL THESIS

Thesis title: The Identification of Islanding Incidents in Grid-Connected Distributed Systems Using Phasor Measurement Estimation and Artificial Neural Network Approach

Author: Mohammad Abu Sarhan, MSc. Eng.

Supervisor: Andrzej Bień, PhD, Eng., professor of the AGH University

Auxiliary supervisor: Szymon Barczentewicz, PhD, Eng.

Discipline: Automation, Electronics, Electrical Engineering and Space Technologies

The review was prepared at the request and on the basis of the Contract for Work concluded between the Dean of the Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering (EAIiB) of the AGH University, Edyta Kucharska, PhD, Eng., professor of AGH, and Tomasz Tarasiuk, Prof. PhD, Eng.

General characteristics and evaluation of the dissertation

The evaluated doctoral dissertation addresses the important issue of detecting the islanding incidents in distributed generation microgrids containing renewable sources of electricity. The dissertation has 135 pages and consists of seven chapters with an introduction and summary. The bibliography contains 167 items. The dissertation is written in English. However, in my opinion, the dissertation contains numerous linguistic errors and sometimes incomprehensible wording, which significantly hinders its reading.

The assessed dissertation does not contain an unambiguously formulated thesis, however the purpose and scope of the work have been defined. The author of the dissertation presented the problems related to the detection of microgrid islanding, discussed the known detection methods together with their disadvantages and advantages. Finally, he proposed a solution combining one of the passive detection methods (using measurements of the effective value of voltage, frequency and ROCOF) and neural networks, which is to enable the reduction of the *non-detection zone* (NDZ) while maintaining the advantages of passive methods, which was the main declared objective of the actions taken. The presented measurement results indicate the usefulness of the author's microgrid islanding detection concept. Unfortunately, the description of the experimental research and the methodology used seems incomplete, especially in the case of the key, in my opinion, Table 6.12. I refer to this issue again in the Discussion Notes section.

The majority of the dissertation is an overview of the existing state of the art (approx. 90 pages together with the literature), covering issues related to microgrid islanding detection methods, multi-criteria decision-making methods and phasor measurement. The introduction has as many as 24 pages and contains a general description of the known methods of detecting islanding incidents, which was repeated and extended in the following chapter: *Literature Review*. I find this kind of repetition unnecessary.

In addition, in my opinion, the chapter on multi-criteria decision-making methods has only a loose connection with the main subject matter and the main objective of the dissertation, although the Author has shown knowledge of the methods used in this area and the possibility of using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method for detecting islanding incidents. Unfortunately, the analysis did not take into account the solution proposed by the author and experimentally verified, based on passive detection methods and neural networks, implemented in the MATLAB environment, and the adopted input values were not sufficiently justified.

Also in other cases, the connections between individual fragments of the dissertation are not clear. The chapter *Microgrid Systems Under Test* containing the characteristics is contained on pages 102-108 (three laboratory systems), while the measurement results are also on pages 87-93. It has not been clearly stated to which microgrid they relate. Similarly, this information is not provided for the results presented on pages 109-122.

To sum up, I consider the Author's mastery of dissertation writing techniques to be at best sufficient.

Discussion Notes

1. On pages 87-93, the results of the experiment consisting in measuring the effective value of voltage, frequency and ROCOF for three cases of islanding and inverter shutdown are presented.
 - ✓ Why is the *Load Type* for Case 3 different from Case 1 and Case 2 (Non-linear is missing) and why are different powers adopted for different cases?
 - ✓ What method of detecting islanding was used and what limit values were adopted?
 - ✓ What is the meaning of presenting in Tables 4.5-4.7, 4.9-4.11 and 4.13-4.15 the values of maximum, minimum and average effective values of voltage, frequency and ROCOF for entire voltage and current waveforms, including in particular for inverter voltage and current in practice equal to 0?
2. Note as above, also applies to drawings on page 112. What is the purpose of showing the frequency and ROCOF waveforms after switching off the inverter? What voltage frequency are we talking about when the voltage is zero (see Figures 6.1-6.4)?
3. Which of the laboratory systems used in the work apply to the results shown on pages 87-93 and in the *Results and Discussion* chapter?
4. How were the hundreds of thousands of observations collected, which the Author mentions on p. 113?
5. What was the research methodology? What methods of detecting islanding were used in *Tested Inverters* (Table 6.12)? How many repetitions were made for each device? What was the load and what was its characteristics? Why were the times obtained for four devices shorter than for the author's proposal? In addition to stating this fact, it was worth conducting an in-depth analysis.
6. In the chapter *Multiple-Criteria Decision Assessment*, the arbitrarily selected values in Table 3.8 were not sufficiently justified. To which example but actual microgrid can they be related?
7. In the summary, the Author states that "the proposed model may not provide the same results when it applies to DC systems". This seems obvious, since the proposed method uses phasors. Does the Author see the possibility of adapting the solution under consideration to such systems?

Other remarks

1. Some of the cited standards are previous versions or withdrawn standards. This concerns the following documents:
 - ✓ IEC 61970 2003 *Energy management system application program interface (EMS-API)*, the next version is from 2005, and the latest one was published this year,
 - ✓ IEEE *Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces* 1547-2003, the next version is from 2018,
 - ✓ the IEEE *Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic (PV) Systems* 929-2000 standard referred to in Table 2.1 has the *Withdrawn* status,
2. Parts of the documents referred to in Table 2.1 are missing from the bibliography.
3. No references to the data cited in Tables 2.2-2.4.
4. Table 5 referred to on page 70 does not exist.
5. In Table 3.10, criterion 4 lacks *Computational intelligent*.
6. No descriptions of the symbols in the formulas (4.1) and (4.2), no reference to the literature.
7. In formula (4.4), the symbol of the phasor $X(t)$ is incorrect.
8. In Table 4.2, a repetition appears in a sense, the items marked as Ref. [155] and [163].
9. Is the number 2 missing in the formula (4.8)?
10. Are the tested inverters from Table 6.12 part of the AGH Energy Center Laboratory?
Is their number 24 or 27?
11. The bibliography lacks consistency, the initial of the name is both before and after the author's name.
12. The quality of many figures is poor or very poor, especially Fig. 5.9.

Conclusion

In conclusion, despite the above-mentioned critical comments, I conclude that Mohammad Abu Sarhan, MSc. Eng., demonstrates general theoretical knowledge in the field of Automation, Electronics, Electrical Engineering and Space Technologies, especially in the field of microgrids. He is able to properly apply research tools and conduct a laboratory experiment. He presented a doctoral dissertation in which he proposed a solution to the problem of detecting microgrid islanding incidents. In my opinion, he sufficiently met the requirements for doctoral dissertations specified in the Act of July 20, 2018 *The Law on*

Higher Education and Science (Journal of Laws of 2018, item 1668, as amended) and I request the admission of the dissertation to the public defence. At the same time, I would like to point out the need to clarify the doubts contained in the Discussion Notes, especially in point 5, during the defence.

/signature/ Tomasz Tarasiuk

