

Kazimierz HERLENDER¹, Jacek REZMER²

Politechnika Wrocławska, Instytut Elektroenergetyki (1)
Politechnika Wrocławska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii(2)

Badawczy System Fotowoltaiczny

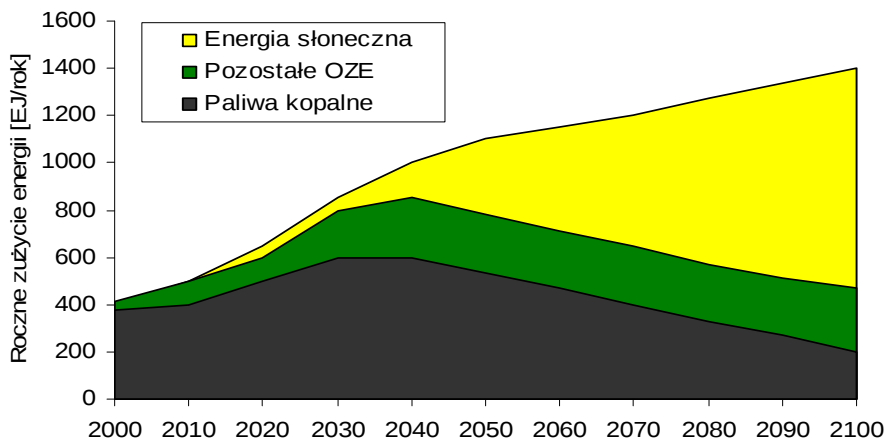
Streszczenie: W artykule zaprezentowano stanowisko do badań systemów fotowoltaicznych utworzone na Wydziale Elektrycznym Politechniki Wrocławskiej. Perspektywa znaczącego rozwoju tego typu źródeł energii elektrycznej wymaga prowadzenia prac pozwalających na efektywne i bezpieczne ich stosowanie w systemie elektroenergetycznym. Możliwości badawcze obejmują pomiar, gromadzenie danych pomiarowych oraz ich analizę w zakresie, jakości energii, porównania technologii oraz inteligentnych pomiarów.

Słowa kluczowe: odnawialne źródła energii, system fotowoltaiczny, inteligentne pomiary

Wprowadzenie

Perspektywa wyczerpania się zasobów paliw oraz obawy o stan środowiska naturalnego w ostatnich latach zwiększyły zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii elektrycznej. Technologie odnawialnych źródeł rozwijają się tak szybko, że obecnie zaczynają konkurować z konwencjonalnymi systemami wytwórczymi.

Prognozy pokazują, że znaczenie energii promieniowania słonecznego będzie wciąż rosło. Raporty energetyczne organizacji EREC i Greenpeace z roku 2010 oraz Niemieckiej Rady ds. Rozwoju Globalnego (WGBU) z roku 2011 przewidują znaczny udział odnawialnych źródeł energii w następnych latach, przy czym największy udział będzie miała energia produkowana w elektrowniach wiatrowych, wodnych oraz fotowoltaicznych. (rys.1)



Rys. 1. Prognoza zużycia energii do roku 2100

Niekwestionowany rozwój energetyki ze źródeł odnawialnych wprowadza nowe relatywnie słabo zbadane zagadnienia, związane z wytwarzaniem i przesyłem energii elektrycznej, wzbudzające duże zainteresowanie energetyki zawodowej.

Stany awaryjne, przejściowe oraz oddziaływanie OZE na krótko i długofalową sprawność systemu, wpływ zakłóceń jakości energii na system i współpraca z systemem elektroenergetycznym, a także inteligentne monitorowanie i sterowanie to główne problemy badawcze.

W zakresie tym istnieje duże zapotrzebowanie na rezultaty prac badawczych ze strony jednostek samorządu lokalnego i organów administracji państwowej dotyczące analiz możliwości wykorzystania tych źródeł na rynku lokalnym. Wyniki badań pozwolą na stosownie tego typu rozwiązań w regionie w ramach programów unijnych wspierających rozwój odnawialnych źródeł energii i ekologii.

Badawczy System Fotowoltaiczny

Badawczy System Fotowoltaiczny zbudowany na Wydziale Elektrycznym Politechniki Wrocławskiej umożliwia prowadzenie prac dotyczących wytwarzania energii elektrycznej z energii słonecznej.

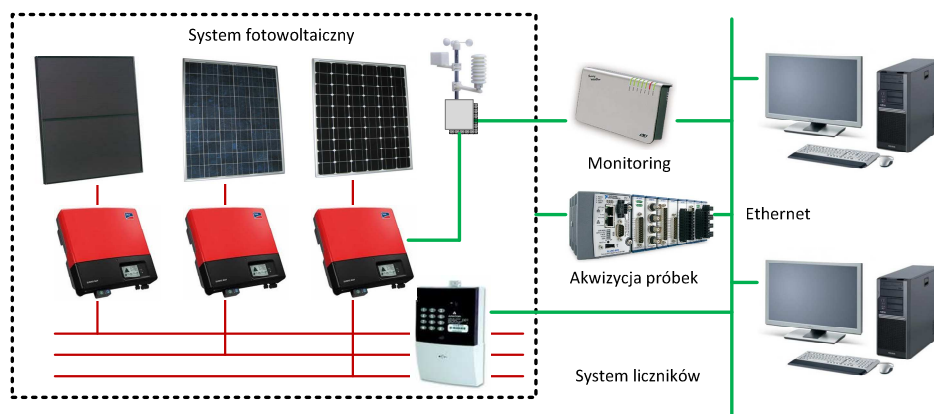
System sfinansowany przez Fundusz Nauki i Technologii Polskiej w ramach grantu rozwojowego jest elementem długoplanowego projektu mającego przyczynić się do rozwoju grupy badawczej w dotychczas mało poznanej tematyce współpracy urządzeń energetyki odnawialnej z systemem elektroenergetycznym. Niewątpliwie, w dalszej perspektywie czasowej, takie źródła energii będą stosowane w coraz większym zakresie. Szerokie i wielokierunkowe badania rzeczywistych obiektów ma podstawowe znaczenie dla zapewnienia w przyszłości czystej ekologicznie i taniej energii o wysokich parametrach jakościowych.

Zainstalowany system solarny o mocy 15kW, połączony bezpośrednio z systemem elektroenergetycznym, pozwala badać wzajemne oddziaływania, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień jakości energii.

Równolegle są prowadzone długofalowe badania wydajności, zmian parametrów, wpływu środowiska i zanieczyszczeń na wydajność systemu.

Możliwości badawcze systemu obejmują pomiar, gromadzenie danych pomiarowych oraz ich analizę. Analiza prowadzona jest w oparciu o systemy cyfrowego przetwarzania danych oraz inteligentne systemy licznikowe. Wyniki prowadzonych badań są przetwarzane on-line oraz udostępniane poprzez sieć komputerową. Rysunek 2 przedstawia schemat systemu.

Otwartość systemów monitorowania pozwala na implementację własnych algorytmów obliczeniowych oraz transmisji danych.



Rys. 2. Schemat Badawczego Systemu Fotowoltaicznego

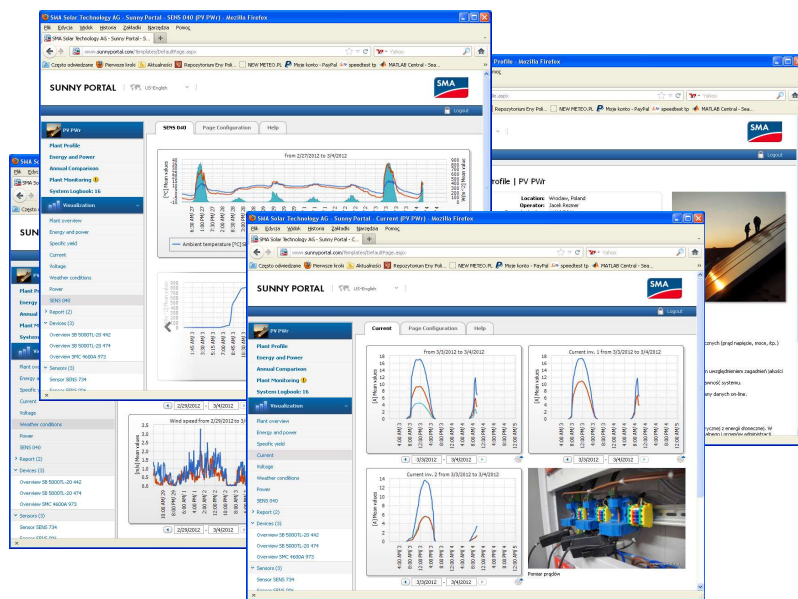
VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

Budowa systemu

Zainstalowano moduły fotowoltaiczne trzech różnych typów: monokrystaliczne, polikrystaliczne i cienkowarstwowe, co pozwala na badania porównawcze uwzględniające własności poszczególnych technologii. Każdy z typów modułów o mocy 5kW jest włączony poprzez osobny inwerter do sieci elektrycznej niskiego napięcia. Posiadają również niezależny pomiar nasłonecznienia i warunków temperaturowych. Umożliwia to analizy porównawcze zarówno pod względem parametrów elektrycznych jak i środowiskowych.

Monitoring systemu

Rozbudowany system monitorowania można podzielić na 3 grupy. Monitorowanie standardowe producenta inwerterów, które umożliwia rejestrację z 30 sekundowym czasem uśredniania temperatury paneli i otoczenia, prędkości wiatru oraz mocy promieniowania słonecznego, a także elektrycznej mocy wyjściowej, napięć i prądów DC oraz napięć i prądów AC. Dane rejestrowane są automatycznie, przesyłane do bazy danych oraz prezentowane na specjalistycznej stronie internetowej (Rys.3)



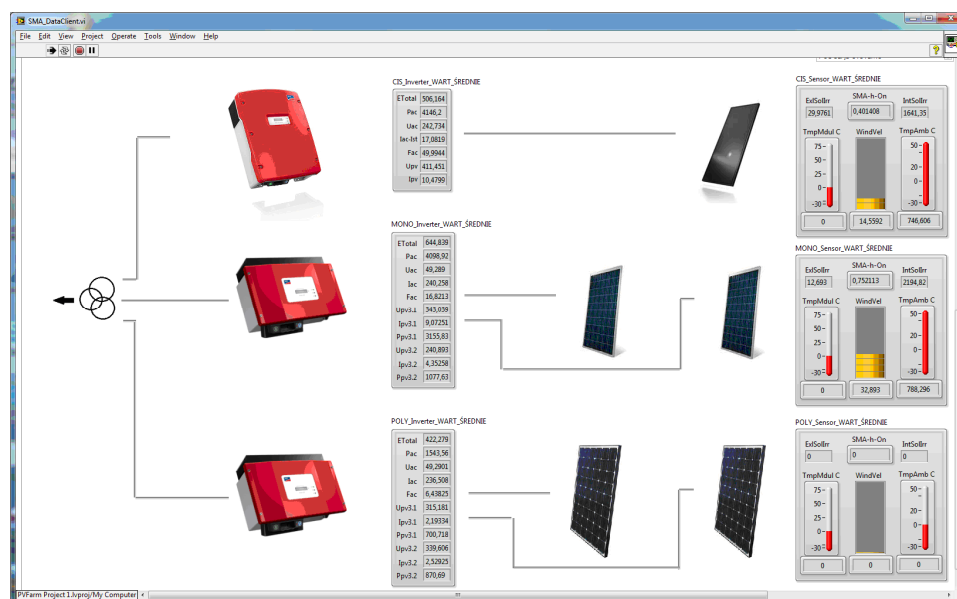
Rys. 3. System prezentacji danych monitorowania parametrów systemu fotowoltaicznego

Drugą grupę stanowi oparty na oprogramowaniu LabView i kontrolerze typu CompactRIO pomiarowy system czasu rzeczywistego. Kontroler wykorzystuje procesor o taktowaniu 400 MHz oraz 8-słotowy panel z wbudowanym, konfigurowalnym układem FPGA. Układ jest wyposażony w karty szybkich wejść analogowych, które poprzez czujniki hallotronowe próbują prądy i napięcia. System pomiarowy jest otwarty i pozwala na tworzenie aplikacji wykorzystujących zaawansowane zależności czasowe, kontrolę i przetwarzanie sygnałów.

Część programową uzupełnia aplikacja systemu cRIO utworzona w graficznym środowisku programistycznym LabVIEW. Przeznaczona jest do ciągłego monitorowania sygnałów elektrycznych z częstotliwością próbkowania 20kHz i 12 bitową rozdzielczością kart pomiarowych. Program umożliwia graficzną wizualizację monitorowania parametrów w czasie rzeczywistym oraz zapis do bazy danych. (Rys.4).

Akwizycja przebiegów oscyloskopowych wyzwalana jest czasem lub przekroczeniami zdefiniowanych poziomów sygnałów. Może do nich należeć np. przekroczenie zadanego przedziału wartości chwilowych, zanik sygnałów, przekroczenie zadanej wartości zniekształceń itp. Dane są automatycznie oznaczane i zapisywane do bazy.

Aplikacja współpracuje także z serwerem OPC producenta, co pozwala wykorzystać we własnych aplikacjach informacje dostarczane przez system monitorowania inwerterów.



Rys. 4. Wizualizacja monitorowania parametrów systemu w czasie rzeczywistym

Trzecia grupa monitorowania tworzy inteligentny pomiar licznikowy. Elektroniczne liczniki dwukierunkowe w technologii transmisji danych PLC oraz radiowej rejestrują nie tylko ilość energii wytwarzanej przez źródło, ale pozwalają także na śledzenie wartości napięć i prądów, częstotliwości, mocy czynnej i biernej oraz współczynnika mocy. System licznikowy jest elementem badań związanych z zagadnieniami inteligentnych pomiarów.

Oferta badawcza

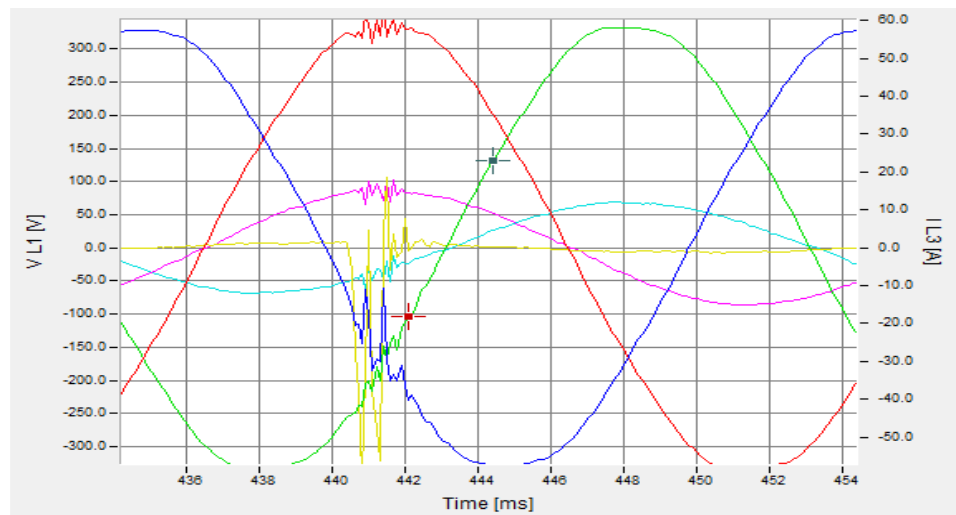
Grupa badawcza utworzona przez Zakład Elektrotechniki Teoretycznej, Zakład Sieci i Systemów Elektroenergetycznych oraz Zakład Urządzeń Elektroenergetycznych, posiada znaczący dorobek badawczy w zakresie kompatybilności urządzeń szeroko pojętej energetyki odnawialnej i jakości energii elektrycznej. Fotowoltaiczne Stanowisko Badawcze pozwala rozszerzyć ofertę badawczą Wydziału. Należy do nich:

- Analiza wzajemnego oddziaływania systemów (fotowoltaicznego i systemu el-en), ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień jakości energii.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

- Rzeczywiste i wywołane stany awaryjne, przejściowe, ich oddziaływanie na krótko i długofalową sprawność systemu.
- Badanie jakości energii w systemach z energetyką rozproszoną
- Projektowanie systemów transmisji, przetwarzania i wizualizacji danych na potrzeby inteligentnych pomiarów w systemach OZE.
- Badania porównawcze dla paneli różnych typów.
- Ocena długofalowa doświadczeń eksploatacyjnych w obecności dużych narażeń środowiskowych (zapylenie, zakłócenia, itp.)

Przykładem prowadzonych badań jest rejestracja wpływu systemu fotowoltaicznego na system elektroenergetyczny podczas awarii jednego z inwerterów. Na rysunku 5 przedstawiono przebiegi napięć i prądów wszystkich faz podczas pracy awaryjnej. Wyniki badań pokazują znaczne pogorszenie parametrów jakościowych energii elektrycznej. Należy zauważyć, że żadne standardowe zabezpieczenie zarówno inwerterów jak i sieci nie wyeliminowało zakłócenia. Przykład pokazuje, jak ważne jest badanie tego typu systemów zarówno pod względem eksploatacyjnym jak i monitorowania pracy. Masowa produkcja źródeł i instalacja w systemie rozproszonym powinna zapewniać prawidłową i bezpieczną pracę całego systemu.



Rys. 5. Rejestracja napięć i prądów, system fotowoltaiczny z uszkodzonym inwerterem

Podsumowanie

Badawczy System Fotowoltaiczny pozwala na rozszerzenie zakresu prac badawczych dla energetyki, ekologii i zrównoważonego rozwoju społecznego. Oferta badawcza dotyczy zakłóceń jakości energii elektrycznej i współpracy odnawialnych źródeł energii z systemem elektroenergetycznym. Niebagatelne staje się także zdobywanie doświadczenia i wiedzy pozwalającej modelować oraz prowadzić symulacje nieliniowych i zmiennych w czasie źródeł energii. Budowa systemu transmisji i przetwarzania danych, sieci integrującej rozproszone systemy generacji są krokiem do opracowań inteligentnych pomiarów i elektroenergetycznych sieci wirtualnych.

Prowadzone badania wzmacniają rolę uczelni, jako jednostki nowoczesnej, atrakcyjnej i pozytywnie postrzeganej, jako ośrodek naukowy i dydaktyczny, gdzie studenci zdobywają najnowszą, poszukiwaną na rynku pracy wiedzę, firmy znajdują efektywne i szybkie rozwiązania, a mieszkańcy regionu widząc efekty prac badawczych popierają rozwój najnowszych technologii.

Bibliografia

1. „World in Transition. A Social Contract for Sustainability” German Advisory Council on Global Change (WBGU), Berlin 2011.
2. „Dokumentacja powykonawcza -Badawczy System Fotowoltaiczny” Skorut Sp.z.o.o.
3. „Dokumentacja techniczna” SMA Solar Technology AG
4. „Dokumentacja techniczna” National Instruments Poland Sp. z o.o.
5. „Dokumentacja techniczna” Apator S.A.

Autorzy: dr inż. Kazimierz Herlender; Instytut Elektroenergetyki Politechniki Wrocławskiej, wyb. St. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, email: kazimierz.herlender@pwr.wroc.pl
dr inż. Jacek Rezmer; Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii Politechniki Wrocławskiej, wyb. St. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, email: jacek.rezmer@pwr.wroc.pl