

Artur Pakosz, Zbigniew Goryca
Zespół Szkół Elektronicznych, Radom
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im Kazimierza Pułaskiego, Radom

REGULATOR POZIOMU OBCIĄŻENIA MAŁEJ ELEKTROWNI WIATROWEJ

REGULATOR FOR WIND TURBINE GENERATOR

Streszczenie: Sterownik do regulacji obciążenia elektrowni wiatrowej o mocy 3kW opracowano w oparciu o mikrokontroler AtMega. Jego zadaniem jest dostosowanie obciążenia do mocy dostarczonej przez generator. Układ dokonuje pomiaru prądu oraz napięcia, oblicza moc i załącza odpowiednie obciążenie. W charakterze odbiornika energii zastosowano grzałki podgrzewające wodę. Regulator posiada możliwość zdalnej kontroli poprzez sieć Ethernet. Komunikaty o stanie pracy i awarii mogą być wysyłane w formie sms'a na ustalony numer telefonu. Sterownik wyposażono w zabezpieczenia przed przekroczeniem granicznej prędkości generatora oraz detekcję przepalenia którejkolwiek grzałki. Podstawowe parametry jak: prąd, napięcie, moc, prędkość generatora i prędkość wiatru są prezentowane i archiwizowane w panelu operatorskim.

Abstract: Controller being based on AtMega microcontroller allowing for control the load of wind power plant of 3kW has been designed. Its aim is to adjust the load to the power provided by wind power plant. The device measures the current and voltage, calculates the power and switches the proper load on. Heaters warming the water up were used as the load of the power plant. The controller allows for remote control via Ethernet. Messages concerning the status and malfunctions of the power plant are sent as sms to the chosen number of mobile phone. The controller is fitted with the over-speed circuit and detection of heater blown. The basic parameters such as: current, voltage, power, generator speed and wind speed are presented and recorded in operator terminal.

Słowa kluczowe: regulator obciążenia, elektrownia wiatrowa, podgrzewanie wody

Keywords: wind power plant controller, heaters, warming the water up

1. Wstęp

Moc wytwarzana przez turbinę wiatrową zależy od trzeciej potęgi prędkości wiatru [1]. Zatem aby cała dostępna energia była wykorzystana należy obciążenie turbiny zmieniać zgodnie z tą zależnością. Zadanie takie dobrze spełniają układy sterowania wyposażone w algorytmy śledzenia mocy maksymalnej (MPPT) [6]. Układy takie bazują głównie na regulacji mocy przez zmiany szerokości impulsów PWM [2]. Jak wykazują doświadczenia eksploatacyjne układy PWM wnoszą do otoczenia szereg niekorzystnych zakłóceń. Ograniczenie wpływu tych zakłóceń jest często trudne i kosztowne. Poniższa praca pokazuje inny, zdaniem autorów równie dobry, sposób dostosowania obciążenia do zmieniających się ciągle warunków wietrznych. Opracowany układ nie generuje zakłóceń, gdyż zmiany obciążenia zachodzą nie częściej niż raz na sekundę. Zastosowanie czterech grzałek o mocach zmieniających się dwukrotnie umożliwia otrzymanie szesnastu stopni obciążenia, co w zupełności wystarcza do przybliżonego odwzorowania charaktery-

styki turbiny. Z uwagi na ciągle zmieniające się warunki wietrzne i konieczność częstego przełączenia obciążenia w układzie zastosowano łączniki półprzewodnikowe w postaci tranzystorów IGBT. Opracowane przez autorów urządzenie jest jednym z elementów służących do podgrzewania wody w instalacji centralnego ogrzewania. Pośredniczy ono w przekazywaniu wytworzonej energii elektrycznej do grzałek wodnych. Układ dokonuje pomiaru prądu oraz napięcia wytworzonego przez generator i załącza obciążenie o odpowiedniej mocy. Zastosowane grzałki mają moc 200W, 400W, 800W, 1600W, 2000W przez co można z dobrą dokładnością dopasować obciążenie do mocy wytworzonej, a tym samym uzyskać wyższą temperaturę nośnika grzewczego.

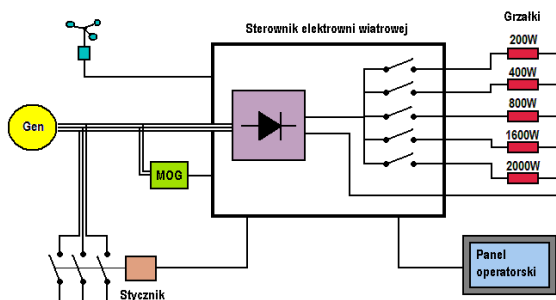
2. Założenia konstrukcyjne

Parametry sterownika:

- maksymalna moc sterownika 2kW,
- dynamiczne dopasowanie obciążenia,
- pomiar generowanego napięcia,

- pomiar prądu obciążenia,
- pomiar prędkości obrotowej generatora,
- pomiar prędkości wiatru,
- detekcja uszkodzenia grzałek,
- zabezpieczenie przed przekroczeniem, granicznej prędkości obrotowej generatora,
- archiwizacja pomiarów,
- kontrola pracy przez sieć Ethernet,
- informacja o stanie pracy sms'em.

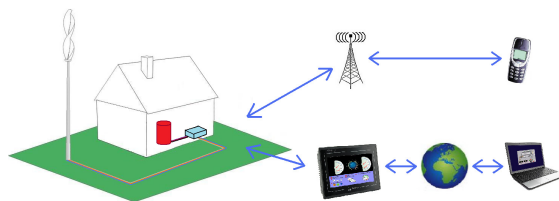
3. Konstrukcja sterownika



Rys. 1. Schemat blokowy układu sterowania pracą elektrowni wiatrowej

Sterownik podłączony jest do turbiny o pionowej osi obrotu o mocy 3kW [3,4,5], co prezentuje rysunek nr 1. Jako obciążenie zostały użyte grzałki elektryczne o różnych mocach. Grzałki: 200W, 400W, 800W, 1600W przeznaczone są do pracy ciągłej w instalacji centralnego ogrzewania, zaś 2000W do pracy chwilowej w celu wyhamowania generatora, gdy przekroczy ustaloną prędkość obrotową. Następnie po zadanim czasie uzwojenia generatora zostają zwarte do momentu zmniejszenia się prędkości wiatru. Sygnał o prędkości wiatru pobierany jest z wiatromierza. Układem decyzyjnym w sterowniku jest mikrokontroler AtMega. Informację o wartości napięcia i prądu procesor pobiera z przetworników analogowo-cyfrowych. Aby proces odczytu przebiegał szybciej użyto przetworników z wyjściem równoległym, w tym przypadku odczyt następuje w jednym taktie zegara. Sam pomiar prądu realizowany jest za pomocą czujnika halla z wyjściem napięciowym zgodnym ze standardem TTL. Napięcie wyjściowe z czujnika zależne jest liniowo od mierzonego prądu. Do pomiaru prędkości obrotowej generatora zastosowano miernik prędkości obrotowej, autorskie rozwiązanie, który daje sygnał o częstotliwości proporcjonalnej do prędkości prądnicy. Elementami wykonawczymi są tranzystory IGBT przymocowane do radiatorów. W celu wyeli-

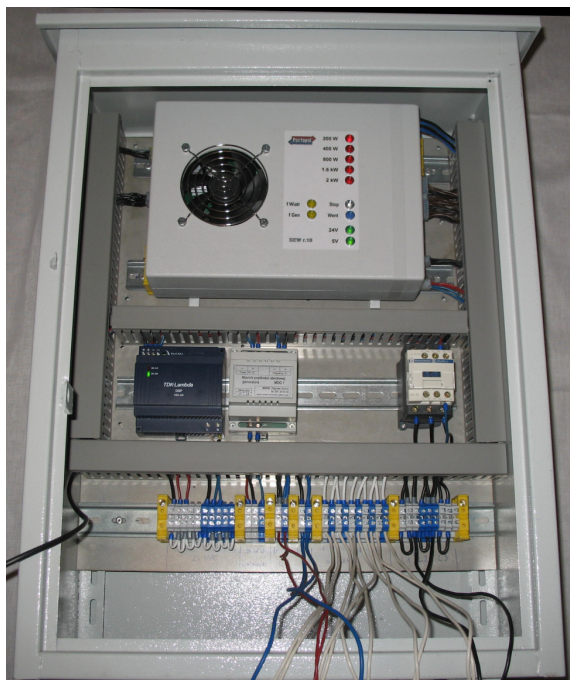
minowania wpływu zakłóceń elektromagnetycznych obwody mocy odseparowane zostały od mikrokontrolera. Opócz chłodzenia naturalnego zamocowano wentylator w celu wymuszenia przepływu powietrza. Sterownik posiada możliwość komunikacji z komputerem przy pomocy łączu RS232C. Łącze to może zostać użyte do komunikacji z panelem operatorzkiem, na którym archiwizowane są zmierzone wartości: daty, godziny, napięcia, prądu, prędkości generatora oraz prędkości wiatru. Dane mogą być zapamiętywane w pamięci zewnętrznej SD/MMC, CF lub Flash podłączonej do portu USB. Panel operatorzki dzięki wbudowanemu złączu Ethernet umożliwia zdalny nadzór nad pracą elektrowni, wskazuje bieżące parametry, wyświetla histogram. Drugie łącze szeregowo może zostać użyte do komunikacji z modułem GSM, dzięki któremu użytkownik otrzymuje informacje o stanie pracy elektrowni. Możliwości komunikacji uwidocznił na rysunku nr 2. W przypadku stanów awaryjnych, jak np. przepalenie się którejkolwiek grzałki, sterownik poprzez moduł GSM wysyła wiadomość z informacją o przyczynie awarii, a następnie dzwoni pod wskazany numer telefonu. Moduł może odbierać polecenia w postaci sms'a od użytkownika. Stan pracy sygnalizowany jest również za pomocą diod LED umieszczonych na obudowie sterownika.



Rys. 2. Możliwości komunikacji ze sterownikiem elektrowni wiatrowej

4. Wstępne badania laboratoryjne

Testy laboratoryjne polegały na podłączeniu autotransformatora do złącza mocy, miejsca gdzie ma być podłączony generator. Jako obciążenie posłużyły odbiorniki rezystancyjne. Pokrętkiem zmieniano moc podawaną na wejście sterownika i obserwowano reakcję urządzenia. Sterownik został przetestowany w laboratorium, jednakże dopiero praca w terenie pozwoli zweryfikować poprawność działania urządzenia.



Zdjęcie 1. Widok sterownika elektrowni wiatrowej

5. Wnioski

Wolnoobrotowe, bezprzekładniowe prądnice z magnesami trwałymi znajdują coraz częstsze zastosowanie w małych elektrowniach wiatrowych przeznaczonych do wspomagania układu grzewczego domów jednorodzinnych [7], a zaprezentowany w pracy sterownik umożliwia uzyskanie wyższej temperatury czynnika grzewczego, tym samym efektywne wykorzystanie wytworzonej energii elektrycznej.

6. Literatura

- [1]. Czuczman J., Czerepaniak M., Szur I., Golurowski P.: *Generatory synchroniczne do autonomicznych, bezprzekładniowych elektrowni wiatrowych*, XII Konferencja „Problemy Eksploatacji Maszyn i Napędów Elektrycznych”, Ustroń 18-20 maj, 2005.
- [2]. Baranowski R.: *Mikrokontrolery AVR ATmega w praktyce*, BTC, Warszawa 2005.
- [3]. Goryca Z.: *Wolnoobrotowy generator tarczowy do małej elektrowni wiatrowej*, XVI Konferencja „Problemy Eksploatacji Maszyn i Napędów Elektrycznych”, Ryto 28-30 maj, 2008.
- [4]. Goryca Z., Młodzikowski P.: *Analiza konstrukcji bezprzekładniowych prądnic do małych elektrowni wiatrowych*, Konferencja Podstawowe Problemy Energoelektroniki, Elektromechaniki i Mechatroniki” PPEEm, Wisła 14-17.12.2009.
- [5]. Goryca Z., Malinowski M., Pakosz A.: *Wielobiegunowa maszyna z magnesami trwałymi o zredukowanym momencie zaczepowym*, Zgłoszenie patentowe nr P-395663 z dnia 15.07.2011.

[6]. Pelczar P.: *Elektrownia wiatrowa w systemie energetycznym. Pomiary, zjawiska, ocena*. Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Wroclawska, Wrocław 2008.

[7]. Polak A., Beżański A.: *Małe elektrownie wiatrowe-przykłady praktycznego zastosowania*, XII Konferencja „Problemy Eksploatacji Maszyn i Napędów Elektrycznych”, Ustroń 18-20 maj, 2005.

Autorzy

dr hab. inż. Zbigniew Goryca prof. P.R.
 Uniwersytet Technologiczno–Humanistyczny
 w Radomiu, Wydział Transportu
 i Elektrotechniki, Instytut Automatyki
 i Telematyki, ul. Malczewskiego 29
 26-600 Radom
 tel. +(48-48) 361-77-26, 601-25-05-30
 fax: +(48-48) 361-70-12
 e-mail: tgoryca@kki.net.pl
 z.goryca@pr.radom.pl

mgr inż. Artur Pakosz
 Zespół Szkół Elektronicznych
 ul. Sadkowska 19, 26-600 Radom
 tel. 663-301-290
 e-mail: apakosz@wp.pl