

Stanisław Kalisiak - dr inż.
Instytut Elektrotechniki; Politechnika Szczecińska
Barzyk Grzegorz - mgr inż.
Instytut Elektrotechniki; Politechnika Szczecińska

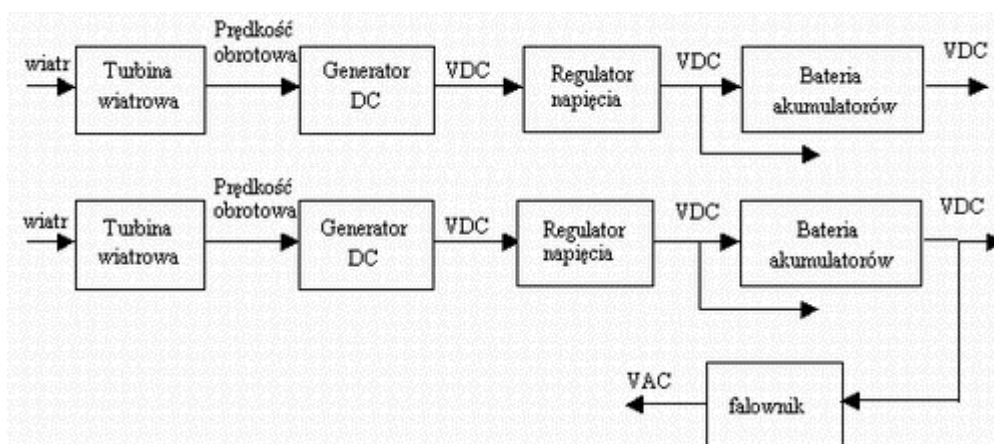
UKŁAD PRACY SIŁOWNI WIATROWEJ WSPÓŁPRACUJĄCY ZARÓWNO Z SIECIĄ SZTYWNĄ JAK I Z ODBIORNIKIEM AUTONOMICZNYM

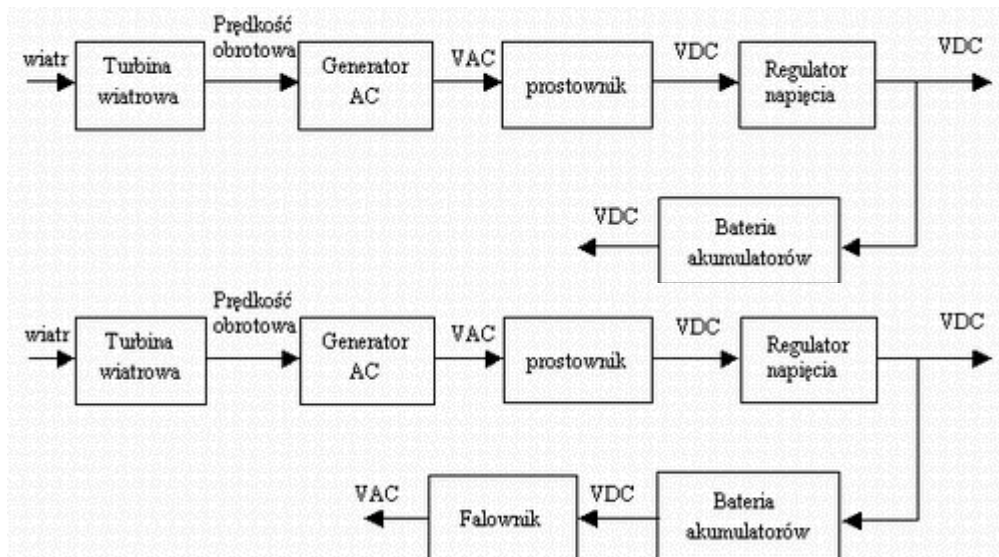
STRESZCZENIE: W artykule zaprezentowano i omówiono energoelektroniczny układ pracy siłowni wiatrowej pozwalający na pracę zarówno z siecią sztywną, jak i z odbiornikiem autonomiczny. Przedstawiono przykładowe typy konwersji energii wiatru na energię elektryczną, zanalizowano zastosowanie pośredniczącego obwodu prądu stałego.

1. Wstęp

Poruszające się molekuly powietrza mają swą prędkość, masę, prędkość oraz wynikającą z nich energię kinetyczną. Owa energia może zostać przesłana poprzez płyty wirnika do generatora energii elektrycznej i dalej poprzez układy transformacji (konwersji) przekazana do odbiornika pracującego tak na sieć sztywną, jak i na odbiornik(i) autonomiczny(e).

Istnieje wiele typów układów konwersji energii (ang. WECS - wind energy conversion system), np. wg [3] najpopularniejsze z nich to:





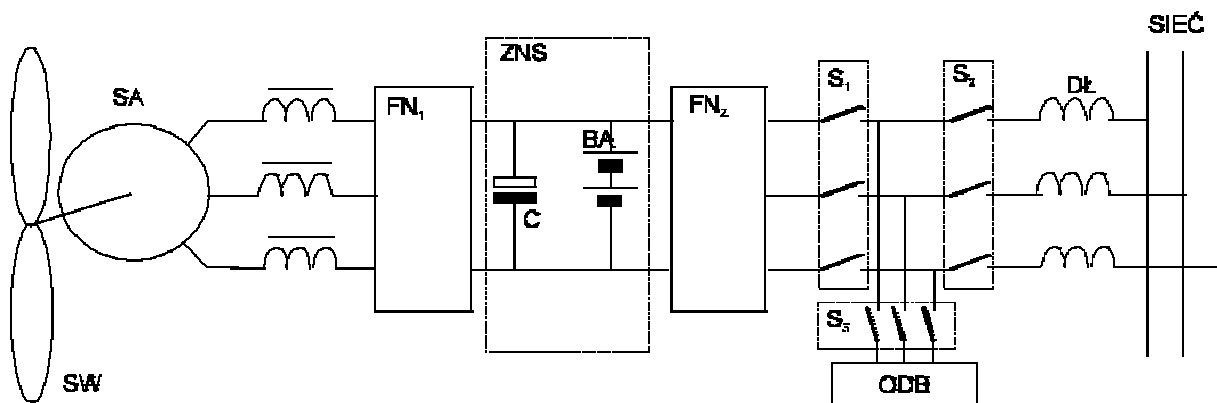
Rys. 1. Przykłady układów konwersji systemów siłowni wiatrowych

Każdy z poszczególnych układów posiada swoje wady, zalety, a także poprzez swą budowę i właściwości również konkretne zastosowanie [3].

Układ pracy siłowni wiatrowej, zaprezentowany przez autorów w [2], jest układem prostym oraz tanim - mało skomplikowanym technicznie, lecz posiadającym szereg ograniczeń eksploatacyjnych, jak chociażby praca tylko na sieć sztywną, niewielki zakres zmian obciążenia i częstotliwości, utrzymywanie niskich przepięć oraz rygorystyczny dobór kondensatorów komutacyjnych.

2. Energoelektroniczny układ pracy siłowni wiatrowej

Problemów opisanych we wstępie artykułu można uniknąć stosując zmodyfikowaną wersję układu, zaprezentowaną poniżej.



Rys.2 Ideowy schemat proponowanego rozwiązania

Przedstawione na rys.2 rozwiązanie pozwala na pracę w systemie przekazywania energii z SA do sieci sztywnej lub na pracę autonomiczną odbiorników poprzez odpowiednie sterowanie łącznikami S_1 - S_2 - S_3 .

W fazie rozruchu SA, z sieci sztywnej lub z baterii umieszczonych w module pośredniczącym prądu stałego - ZNS, pobierana jest energia do dokonania rozruchu układu mechanicznego (co jest niezbędne dla silników o dużym współczynniku szybkobieżności).

Układ sterowania, łagodnie zmieniając kąt wysterowania składowej prądu zasilania powoduje przejście SA do pracy generatorowej. Stan taki może nastąpić jedynie po wykryciu przez system sterowania, prędkości wiatru odpowiadającej założonej przez projektanta "startowej" prędkości siłowni. Jednocześnie taka praca może dodatkowo kompensować wpływ charakteru obciążenia. Przekazywanie energii typu SA- sieć odbywa się w taki sposób, że: falownik FN1 śledząc napięcie SA i jego obroty oraz położenie wału względem stojana jest jednocześnie wysterowany w taki sposób by przekazywał energię z SA do obwodu pośredniczącego prądu stałego - ZNS. W tym stanie ZNS pracuje jak klasyczny UPS.

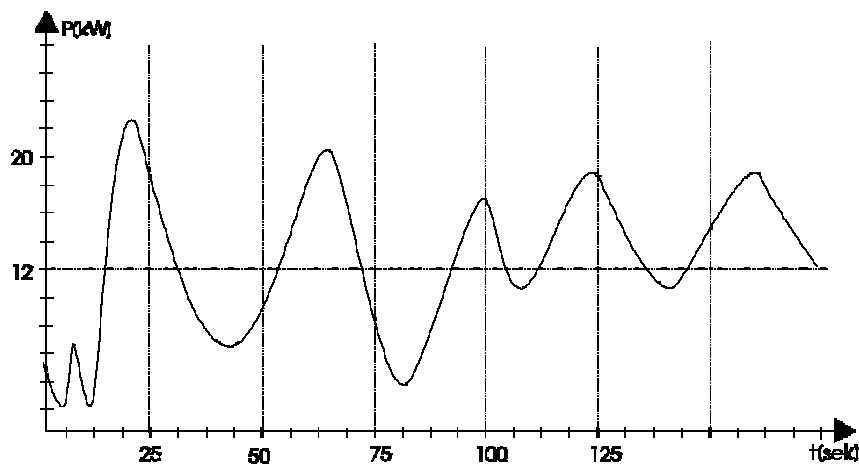
W stanie rozruchu silnika wiatrowego SW, falownik FN2 pracuje jak prostownik liniowy przekazując energię z sieci do ZNS. Natomiast falownik napięcia FN1 zasila silnik asynchroniczny S.A. Po osiągnięciu żądanej prędkości (z uwzględnieniem zadanego współczynnika szybkobieżności) falownik FN1 wysterowany jest płynnie do pracy prostownika liniowego, a natomiast falownik FN2 do pracy typowego UPS-a. Powyższe oznacza również bieżącą kontrolę stanu naładowania baterii akumulatorów, tak by był możliwy w każdej chwili po zatrzymaniu generatora jego ponowny rozruch.

Prostota podanego rozwiązania możliwa jest dzięki zastosowaniu "inteligentnego układu sterowania" jakim jest układ stosujący powiązanie klasycznych regulatorów PID z regulatorami fuzzy logic, którego pracę można spotkać opisaną np. w [1].

Przy długotrwanie utrzymującym się stanie podwyższonej prędkości wiatru ponad dozwoloną, ze wzgl. elektrycznych (termicznych i dynamicznych), układ może odłączyć obciążenie S_1 , lecz może również wysterowując składową pojemnościową wyczekiwać zmniejszenia prędkości wiatru, w celu dodatkowego wykorzystania energii zakumulowanej w postaci momentu GD^2 . Gdy prędkość wiatru mimo to rośnie zagrażając uszkodzeniu mechanicznemu, układ jak standardowe rozwiązania tego typu wymaga użycia hamulców ciernych, bezwładnościowych itp.

W przypadku chwilowych, silnych zmian wiatru (podmuchów), układ energoelektroniczny ze wzgl. na inercję układu mechanicznego oraz metodę konwersji energii elektrycznej poprzez pośredniczący obwód prądu stałego rozstrzyga jednoznacznie często

przyczyniany w polemikach, nierozwiązany (niedostrzegany?) problem występujący przy wielu układach pracy siłowni wiatrowych.



Rys.3 Przykładowy średni przebieg zmian mocy oddawanej przez generator

Zaprezentowany na rys.3 przebieg oddawania mocy przez generator wykonany został w oparciu o typowy generator asynchroniczny oraz rozkład Rayleigha prędkości wiatru dla $v_{sr}=10,2$ m/s. Wynika z niego fakt istnienia dużych chwilowych wahań mocy oddawanej (pulsacji mocy oddawanej), co przy systemach zintegrowanych do pracy z siecią sztywną, w sytuacjach ekstremalnych, może spowodować niepożądane skutki w tejże sieci, do samowzbudzenia włącznie. Owa pulsacja w omawianym układzie pracy, wykorzystującym pośredniczący obwód prądu stałego, przedstawia się jedynie w postaci problemu właściwego doboru baterii akumulatorów pełniących funkcję kolektora energii.

W przypadku bowiem zbyt małej pojemności baterii, stan chwilowej bezwietrzności (dla układu) może spowodować wypadnięcie układu siłowni z pracy generatorowej, zaś przy zbyt dużej pojemności baterii, tzw. przewymiarowanie okupione dużymi kosztami ekonomicznymi.

Analizując otrzymane wyniki, stwierdzić należy potrzebę zapewnienia w baterii energii elektrycznej na czas ok. 30, 60 sek. Dodatkowo wartość pojemności może zostać zwiększona w przypadku konieczności utrzymania napięcia w sieci autonomicznej przez dłuższy czas niż tylko ponowny rozruch generatora. W układzie automatycznej regulacji uwzględniono taką opcję sterowania która pozwala na ograniczenie pulsacji mocy poprzez osłabianie strumienia generatora przy podmuchach wiatru. Pozwala to na stosunkowo duży moment GD^2 układu generator-śmigło oraz wytrzymałości mechanicznej znacznie przewyższający wartość nominalną prędkości obrotowej i nominalnych parametrów elektrycznych generatora

