

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **207390**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **361492**

(22) Data zgłoszenia: **29.07.2003**

(51) Int.Cl.

F03D 7/00 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

G05F 5/00 (2006.01)

H02P 9/00 (2006.01)

(54)

**Sposób i układ sterowania indukcyjnego generatora
pierścieniowego elektrowni wiatrowej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

07.02.2005 BUP 03/05

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.12.2010 WUP 12/10

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JACEK ZARUDZKI, Szczyglice, PL
JERZY SKWARCZYŃSKI, Kraków, PL
ALEKSANDER DZIADECKI, Kraków, PL
JANUSZ GRZEGORSKI, Kraków, PL
JÓZEF SKOTNICZNY, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Elżbieta Postolek

PL 207390 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ sterowania indukcyjnego generatora pierścieniowego elektrowni wiatrowej, znajdujący zastosowanie w elektrowniach wiatrowych współpracujących z systemem elektroenergetycznym i pracujących z odzyskiem energii poślizgu.

Znany z literatury technicznej (W. Jarzyna „Sterowanie generatora asynchronicznego napędzanego zmiennoprędkościową turbiną wiatrową”, III Konferencja „Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym”, SENE'97 Łódź-Arturówek 1997, str 247-252) sposób sterowania generatora asynchronicznego połączonego w układzie kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie, a napędzanego poprzez przekładnię turbiną wiatrową *zmiennoprędkościową* polega na zadawaniu prądu kaskady zaworowej za pomocą układu sterowania w zależności od wielkości prądu obwodu stałoprądowego kaskady zaworowej i aktualnej prędkości wiatru.

Znany z wyżej podanej literatury technicznej układ sterowania indukcyjnego generatora pierścieniowego napędzanego silnikiem wiatrowym zawiera asynchroniczny generator pierścieniowy, połączony w układzie kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie w taki sposób, że jego wirnik jest przyłączony poprzez prostownik, dławik, sterowany przekształtnik tyrystorowy oraz transformator sieciowy do sieci elektroenergetycznej, do której podłączony jest bezpośrednio również stojan tego generatora. Ponadto do zaworów przekształtnika tyrystorowego podłączone jest wyjście elektronicznego układu sterowania, którego jedno wejście połączone jest z układem pomiarowym prądu obwodu stałoprądowego kaskady zaworowej, a drugie wejście połączone jest z zadajnikiem prądu, zaś kolejne z anemometrem.

Sposób, według wynalazku, polegający na sterowaniu za pomocą układu sterowania wielkością prądu wirnika indukcyjnego generatora pierścieniowego połączonego w układzie kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie, charakteryzuje się tym, że dla danej prędkości wiatru mierzonej za pomocą anemometru wytwarza się za pomocą przemiennika częstotliwości w stojanie indukcyjnego generatora pierścieniowego wirujące pole magnetyczne o prędkości obrotowej mniejszej od prędkości obrotowej wirnika indukcyjnego generatora pierścieniowego, mierzonej za pomocą układu pomiaru prędkości i równocześnie steruje się w znany sposób prądem wirnika tego generatora tak, że moc oddawana do sieci elektroenergetycznej jest maksymalna.

Układ, według wynalazku, w którym indukcyjny generator pierścieniowy elektrowni wiatrowej napędzany jest poprzez przekładnię silnikiem wiatrowym i połączony jest w układzie kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie w taki sposób, że jego wirnik jest przyłączony poprzez prostownik, dławik, sterowany przekształtnik tyrystorowy z podłączonym układem sterowania oraz transformator sieciowy do sieci elektroenergetycznej, z którą połączony jest również jego stojan, przy czym do układu sterowania podłączony jest anemometr, zadajnik prądu i układ pomiaru prądu wirnika generatora charakteryzuje się tym, że stojan indukcyjnego generatora pierścieniowego połączony jest z siecią elektroenergetyczną poprzez przemiennik częstotliwości, którego wejście sterujące jest połączone z drugim wyjściem znanego układu sterowania, do którego dołączony jest dodatkowo układ pomiaru prędkości wirnika generatora pierścieniowego.

Rozwiązanie, według wynalazku, umożliwia zwiększenie sprawności elektrowni wiatrowej w zakresie małych prędkości wiatru, dzięki zastosowaniu zmiennej częstotliwości napięcia lub prądu stojana indukcyjnego generatora pierścieniowego.

Przedmiot wynalazku uwidoczony jest w przykładowym wykonaniu na rysunku, który przedstawia schemat układu.

Sposób sterowania indukcyjnego generatora pierścieniowego elektrowni wiatrowej, według wynalazku, połączonego w układzie kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie polega na tym, że steruje się w znany sposób wielkością prądu wirnika 5 indukcyjnego generatora pierścieniowego 1 w zależności od prędkości wiatru mierzonej za pomocą anemometru 13 i wielkości prądu wirnika 5 mierzonego za pomocą układu pomiaru prądu 15. Równocześnie, dla danej prędkości wiatru, za pomocą przemiennika częstotliwości 11 wytwarza się w stojanie 4 indukcyjnego generatora pierścieniowego 1 wirujące pole magnetyczne o prędkości obrotowej mniejszej od mierzonej za pomocą układu pomiaru prędkości 16 prędkości obrotowej wirnika 5 generatora 1 tak, że moc oddawana do sieci elektroenergetycznej 6 jest maksymalna.

Układ, według wynalazku, zawiera indukcyjny generator pierścieniowy 1 sprzężony poprzez przekładnię mechaniczną 2 z silnikiem wiatrowym 3. Generator 1 połączony jest w układzie kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie w taki sposób, że zarówno jego stojan 4 jak i wirnik 5 są

podłączone do sieci elektroenergetycznej 6, przy czym wirnik 5 indukcyjnego generatora pierścieniowego 1 jest podłączony poprzez prostownik 7, dławik 8, sterowany przekształtnik tyrystorowy 9 oraz transformator sieciowy 10, natomiast stojan 4 generatora 1 połączony jest z siecią elektroenergetyczną 6 poprzez przemiennik częstotliwości 11, a wejście sterujące przemiennika częstotliwości 11 jest połączone z drugim wyjściem znanego układu sterowania 12 połączonego z wejściem sterującym przekształtnika tyrystorowego 9, przy czym do układu sterowania 12 podłączony jest anemometr 13, zadajnik prądu 14 i układ pomiaru prądu 15 wirnika 5 generatora 1 włączony w obwód stałoprądowy kaskady zaworowej oraz dodatkowo układ pomiaru prędkości 16 wirnika 5 generatora 1.

Działanie układu według wynalazku polega na tym, że na podstawie mierzonego sygnału prądu wirnika 5 z układu pomiarowego prądu 15 i sygnału prędkości obrotowej wirnika 5 generatora 1 z układu pomiaru prędkości 16 oraz sygnału prędkości wiatru z anemometru 13 w układzie sterowania 12 przez porównanie z wyznaczoną uprzednio krzywą zmian maksymalnej sprawności elektrowni wiatrowej wypracowywany jest sygnał zmiany wartości prądu sterujący pracą tyrystorowego przekształtnika sterowanego 9 kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie i równocześnie sygnał zmiany częstotliwości wirującego pola magnetycznego sterujący pracą przemiennika częstotliwości 11 włączonego w obwód stojana 4 indukcyjnego generatora pierścieniowego 1 wytwarzającego wirujące pole magnetyczne. Krzywa zmian maksymalnej sprawności elektrowni wiatrowej określana jest w oparciu o prąd wirnika 5, jego prędkość obrotową prędkość wiatru oraz częstotliwość wirującego pola magnetycznego stojana 4 generatora 1. Prędkość obrotowa wirnika 5 generatora 1, a więc i sprzęgniętego z nim silnika wiatrowego 3, jest regulowana zarówno poprzez zmianę prądu wirnika 5 generatora 1 kaskady zaworowej, jak również poprzez zmianę częstotliwości napięcia lub prądu stojana 4 generatora 1. Kryterium, według którego jest ustalana, przy danej prędkości wiatru, wartość prądu wirnika 5 generatora 1 kaskady zaworowej i częstotliwość napięcia lub prądu stojana 4 generatora 1 wynika z krzywych mocy silnika wiatrowego 3 oraz sprawności całego układu przetwarzania energii wiatru na energię elektryczną. W silniku wiatrowym 3 maksimum oddawanej przez niego mocy występuje przy prędkościach obrotowych wzrastających wraz ze wzrostem prędkości wiatru. Z kolei, sprawność przetwarzania energii w obwodzie wirnika 5 generatora 1 wraz z przyłączonymi do niego układami energoelektronicznymi kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie oraz w obwodzie jego stojana 4 z przyłączonym przemiennikiem częstotliwości 11 zależy nieliniowo od prędkości obrotowej wirnika 5 generatora 1, częstotliwości napięcia lub prądu stojana 4 generatora 1 oraz od wartości prądu wirnika 5 generatora 1. W czasie pracy elektrowni wiatrowej, ze wzrostem prędkości wiatru mierzonej anemometrem 13, częstotliwość napięcia lub prądu stojana 4 generatora 1 jest zwiększana tak, aby wartości znamionowych parametrów elektrycznych generatora 1 nie zostały przekroczone, natomiast w zakresie niskich prędkości wiatru, gdy prędkość wirnika 5 generatora 1 maleje, sygnał sterujący z układu sterowania 12 powoduje obniżenie również częstotliwości napięcia lub prądu stojana 4 generatora 1 do takiej wartości, że moc oddawana do sieci energetycznej 6 przez elektrownię wiatrową uzyskuje wartość maksymalną.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób sterowania indukcyjnego generatora pierścieniowego elektrowni wiatrowej połączonego w układzie kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie polegający na sterowaniu za pomocą układu sterowania wielkością prądu wirnika generatora, **znamienny tym**, że dla danej prędkości wiatru mierzonej za pomocą anemometru (13) wytwarza się za pomocą przemiennika częstotliwości (11) w stojanie (4) indukcyjnego generatora pierścieniowego (1) wirujące pole magnetyczne o prędkości obrotowej mniejszej od prędkości obrotowej wirnika (5) indukcyjnego generatora pierścieniowego (1) mierzonej za pomocą układu pomiaru prędkości obrotowej (16) i równocześnie steruje się w znany sposób prądem wirnika (5) indukcyjnego generatora pierścieniowego (1) tak, że moc oddawana do sieci elektroenergetycznej (6) jest maksymalna.

2. Układ sterowania indukcyjnego generatora pierścieniowego elektrowni wiatrowej połączonego w układzie kaskady zaworowej pracującej nadsynchronicznie w taki sposób, że jego wirnik jest przyłączony poprzez prostownik, dławik, sterowany przekształtnik tyrystorowy z podłączonym układem sterowania oraz transformator sieciowy do sieci elektroenergetycznej, z którą połączony jest również jego stojan, a napędzany poprzez przekładnię silnikiem wiatrowym, przy czym do układu sterowania podłączony jest anemometr, zadajnik prądu i układ pomiaru prądu wirnika generatora, **znamienny tym**,

że stojan (4) indukcyjnego generatora pierścieniowego (1) połączony jest z siecią elektroenergetyczną (6) poprzez przemiennik częstotliwości (11), którego wejście sterujące jest połączone z drugim wyjściem znanego układu sterowania (12), do którego dołączony jest dodatkowo układ pomiaru prędkości (16) wirnika (5) generatora (1).

Rysunek

