

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **234358**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **423923**

(51) Int.Cl.
H02K 3/28 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **18.12.2017**

(54)

Prądnica wzbudzana magnesami trwałymi

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

27.08.2018 BUP 18/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.02.2020 WUP 02/20

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ-INSTYTUT
NAPĘDÓW I MASZYN ELEKTRYCZNYCH
KOMEL, Katowice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**TADEUSZ GLINKA, Gliwice, PL
STANISŁAW GAWRON, Tychy, PL
JAKUB BERNATT, Tychy, PL
ROBERT ROSSA, Katowice, PL**

PL 234358 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest prądnica trójfazowa synchroniczna wzbudzana magnesami trwałymi dedykowana do elektrowni wiatrowej i elektrowni wodnej pracujących przy zmiennej prędkości obrotowej.

Prądnice wzbudzane magnesami trwałymi mają strumień wzbudzenia o wartości stałej. Napięcie rotacji i częstotliwość prądnic są liniową funkcją prędkości obrotowej. W elektrowniach wiatrowych korzystnie jest aby turbina wiatrowa pracowała ze zmienną prędkością obrotową uzależnioną od prędkości wiatru. Turbina wiatrowa pozyskuje maksymalną moc ze strugi wiatru tylko wówczas, gdy jej prędkość obrotowa jest dopasowana do prędkości wiatru. Przy małych prędkościach wiatru, np. 5 m/sek, prędkość turbiny powinna być mała, a przy dużych prędkościach wiatru, większych od 10 m/sek, prędkość turbiny powinna być odpowiednio większa. Podobnie turbina wodna powinna mieć dostosowaną prędkość obrotową do ciśnienia wody. Aby przetworzyć moc mechaniczną turbiny wiatrowej bądź turbiny wodnej na energię elektryczną, prądnica powinna być dostosowana do pracy przy zmiennej prędkości obrotowej turbiny. Przy małej prędkości obrotowej uzwojenie powinno mieć dużo zwojów, aby napięcie prądnicy było możliwie duże, natomiast przekrój uzwojenia może być mniejszy gdyż moc i prąd nie są duże. Przy dużej prędkości obrotowej liczba zwojów uzwojenia może być odpowiednio mniejsza natomiast przekrój uzwojenia odpowiednio większy. Prądnice w standardowym wykonaniu uzwojenia mają uzwojenie wykonane o liczbie zwojów i przekroju dostosowane do jednej prędkości obrotowej, najczęściej odpowiadającej prędkości wiatru 12 m/sek.

Z opisów patentowych: WO 2017/180850 A1, US 2016/0036308 A1 i US 2006/0220486 A1 znane są prądnice w których każda faza ma kilka uzwojeń (sekcji). Sekcje uzwojenia są łączone: szeregowo, równolegle i szeregowo-równolegle za pomocą łączników elektronicznych. Układy elektroniczne są znacznie droższe od wyłączników elektromechanicznych, poza tym w uzwojeniach wysokiego napięcia nie można ich stosować. Zachodzi zatem potrzeba konstrukcji prądnic możliwie tanich i przystosowanych do współpracy z turbinami wiatrowymi i wodnymi pracującymi ze zmienną prędkością obrotową. Celem rozwiązania jest prądnica, która może efektywnie generować energię przy małej i dużej prędkości obrotowej.

Według wynalazku prądnica trójfazowa wzbudzana magnesami trwałymi z uzwojeniem twornika podzielonym na dwie sekcje, przy czym sekcje te są łączone szeregowo lub równolegle. Łączenie sekcji realizują wyłączniki W. Końce uzwojenia pierwszej sekcji są zwarte, a początki uzwojenia tej sekcji są połączone ze stykami stałymi wyłącznika trójbiegunowego oraz z wyłącznikiem dwubiegunowym, do styków ruchomych wyłącznika trójbiegunowego są dołączone końce uzwojenia drugiej sekcji, a trzecie styki nieruchome wyłącznika trójbiegunowego są zwarte, drugie styki wyłącznika dwubiegunowego są połączone z początkami drugiej sekcji uzwojenia.

Wyłączniki trójbiegunowy i dwubiegunowy są wzajemnie blokowane.

W prądnicach z uzwojeniem twornika podzielonym na trzy sekcje końce pierwszej sekcji uzwojenia są zwarte, a początki uzwojenia tej sekcji są połączone ze stykami stałymi pierwszego wyłącznika trójbiegunowego oraz z pierwszym wyłącznikiem dwubiegunowym, do styków ruchomych pierwszego wyłącznika trójbiegunowego są dołączone końce drugiej sekcji uzwojenia, a trzecie styki nieruchome tego wyłącznika są zwarte, drugie styki pierwszego wyłącznika dwubiegunowego są połączone z początkami trzeciej sekcji uzwojenia, a także początki drugiej sekcji uzwojenia są połączone ze stykami stałymi drugiego wyłącznika trójbiegunowego oraz z drugim wyłącznikiem dwubiegunowym, do styków ruchomych drugiego wyłącznika trójbiegunowego są dołączone końce trzeciej sekcji uzwojenia, a trzecie styki nieruchome drugiego wyłącznika trójbiegunowego są zwarte, drugie styki wyłącznika dwubiegunowego są połączone z początkami trzeciej sekcji uzwojenia. Wyłączniki pierwsze trójbiegunowy i dwubiegunowy są wzajemnie blokowane, a także drugie wyłączniki trójbiegunowy i dwubiegunowy są wzajemnie blokowane.

Przedmiot wynalazku jest zilustrowany w przykładzie rozwiązania na rysunkach na których: fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu, fig. 2 schemat układu przy podziale uzwojenia prądnicy na dwie sekcje, fig. 3. schemat układu przy podziale uzwojenia prądnicy na trzy sekcje i fig. 4 schemat wyłącznika trójbiegunowego.

Prądnica **P** wzbudzana magnesami trwałymi jest trójfazowa i ma podzielone uzwojenie twornika na dwie sekcje **1** i **2**, przy czym sekcje te mogą być łączone szeregowo lub równolegle. Łączenie sekcji realizuje blok wyłączników **W**. Końce pierwszej sekcji **1** uzwojenia są zwarte, a początki uzwojenia sekcji **1** są połączone ze stykami stałymi wyłącznika trójbiegunowego **4** oraz z wyłącznikiem dwubiegunowym

5, do styków ruchomych wyłącznika trójbiegunowego 4 są dołączone końce drugiej sekcji 2 uzwojenia, a trzecie styki nieruchome wyłącznika 4 są zwarte, drugie styki wyłącznika dwubiegunowego 5 są połączone z początkami uzwojenia sekcji 2. Schemat połączenia sekcji 1 i sekcji 2 uzwojenia z wyłącznikami 4 i 5 pokazano na rysunku fig. 2. Wyłączniki 4 i 5 muszą być wzajemnie blokowane. Gdy wyłącznik 4 łączy sekcje szeregowo to wyłącznik 5 musi być otwarty. Gdy wyłącznik 4 łączy sekcje uzwojenia w układ gwiazdy to wyłącznik 5 jest zamknięty i łączy sekcje uzwojenia równolegle.

W prądnicy z uzwojeniem twornika podzielonym na trzy sekcje 1, 2, 3 końce pierwszej sekcji 1 uzwojenia są zwarte, a początki sekcji 1 są połączone ze stykami stałymi pierwszego wyłącznika trójbiegunowego 4 oraz z pierwszym wyłącznikiem dwubiegunowym 5, do styków ruchomych wyłącznika trójbiegunowego 4 są dołączone końce drugiej sekcji 2 uzwojenia, a trzecie styki nieruchome wyłącznika 4 są zwarte, drugie styki wyłącznika dwubiegunowego 5 są połączone z początkami trzeciej sekcji 3 uzwojenia, a także początki sekcji 2 uzwojenia są połączone ze stykami stałymi drugiego wyłącznika trójbiegunowego 6 oraz z drugim wyłącznikiem dwubiegunowym 7, do styków ruchomych wyłącznika trójbiegunowego 6 są dołączone końce sekcji 3 uzwojenia a trzecie styki nieruchome wyłącznika 6 są zwarte, drugie styki wyłącznika dwubiegunowego 7 są połączone z początkami uzwojenia sekcji 3. Schemat połączenia sekcji 1, 2 i 3 uzwojenia z wyłącznikami 4 i 5 oraz 6 i 7 pokazano na rysunku fig. 3. Wyłączniki 4 i 5 oraz 6 i 7 muszą być wzajemnie blokowane. Gdy wyłączniki 4 i 6 łączą sekcje szeregowo to wyłączniki 5 i 7 muszą być otwarte. Gdy wyłączniki 4 i 6 łączą sekcje uzwojenia w układ gwiazdy to wyłączniki 5 i 7 są zamknięte i łączą sekcje uzwojenia równolegle.

Korzystnie jest gdy sterownik mikroprocesorowy S mierzy parametry pracy prądnicy P: napięcie U , prąd I , częstotliwość f i steruje załączaniem i wyłączaniem wyłączników W. Napięcie U i częstotliwość f prądnicy są zależne od prędkości obrotowej, zatem połączenie prądnicy z siecią elektroenergetyczną jest poprzez falownik 8.

Przedstawione układy umożliwiają uzyskanie dwóch wariantowych układów połączenia uzwojenia: szeregowego i równoległego. Uzwojenie może być podzielone na więcej sekcji. Podział uzwojenia na cztery sekcje umożliwia uzyskanie trzech wariantów połączenia sekcji: szeregowo, mieszane i równoległe. W układzie szeregowym wszystkie sekcje są połączone szeregowo. W układzie mieszanym sekcje pierwsza i druga oraz sekcje trzecia i czwarta są połączone szeregowo i te podwójne sekcje są połączone równoległe. W układzie równoległym wszystkie sekcje są połączone równoległe. Wyłączniki trójbiegunowe 4 i 6 mogą być zrealizowane poprzez połączenia dwóch wyłączników dwubiegunowych wzajemnie blokowanych jak to pokazano na rysunku fig. 4. Styki ruchome wyłączników 4 i 6 oznaczono a1, a2, a3, a styki nieruchome b1, b2, b3 oraz c1, c2, c3.

Prądnica P z uzwojeniem podzielonym na sekcje jest przystosowana do pracy przy zmiennej prędkości obrotowej. Turbina wiatrowa, aby pozyskać maksymalną moc wiatru, powinna dostosowywać swoją prędkość obrotową do prędkości wiatru. Podobnie turbina wodna powinna mieć dostosowaną prędkość obrotową do ciśnienia wody. Połączenie turbiny wiatrowej bądź turbiny wodnej z prądnicą P pozwala uzyskać maksymalną efektywność energetyczną elektrowni.

Prądnica P z uzwojeniem podzielonym na sekcje pracująca przy zmiennej prędkości obrotowej elektrowni wiatrowej bądź elektrowni wodnej może przekazywać więcej energii do sieci elektroenergetycznej. Przy małych prędkościach obrotowych wszystkie sekcje uzwojenia są połączone szeregowo, napięcia sekcji dodają się, falownik 8 ma odpowiednio wyższe napięcie na wejściu. Przy większych prędkościach wiatru sekcje uzwojenia są połączone równoległe, wówczas prąd falownika 8 jest sumą prądów w sekcjach uzwojenia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Prądnica wzbudzana magnesami trwałymi z uzwojeniem twornika podzielonym na dwie sekcje, przy czym sekcje te są łączone szeregowo lub równoległe, a łączenie realizuje blok wyłączników W, **znamienna tym**, że: końce pierwszej sekcji (1) uzwojenia są zwarte, a początki uzwojenia sekcji (1) są połączone ze stykami stałymi wyłącznika trójbiegunowego (4) oraz z wyłącznikiem dwubiegunowym (5), do styków ruchomych wyłącznika trójbiegunowego (4) są dołączone końce drugiej sekcji (2) uzwojenia, a trzecie styki nieruchome wyłącznika (4) są zwarte, drugie styki wyłącznika dwubiegunowego (5) są połączone z początkami sekcji (2) uzwojenia.

2. Prądnica według zastrz. 1, **znamienna tym**, że wyłączniki trójbiegunowy (4) i dwubiegunowy (5) są wzajemnie blokowane.
3. Prądnica wzbudzana magnesami trwałymi z uzwojeniem twornika podzielonym na trzy sekcje, przy czym sekcje te są łączone szeregowo lub równolegle, a łączenie realizuje blok wyłączników W, **znamienna tym**, że końce pierwszej sekcji (1) uzwojenia są zwarte, a początki uzwojenia sekcji (1) są połączone ze stykami stałymi pierwszego wyłącznika trójbiegunowego (4) oraz z pierwszym wyłącznikiem dwubiegunowym (5) do styków ruchomych wyłącznika trójbiegunowego (4) są dołączone końce drugiej sekcji (2) uzwojenia, a trzecie styki nieruchome wyłącznika (4) są zwarte, drugie styki wyłącznika dwubiegunowego (5) są połączone z początkami trzeciej sekcji (3) uzwojenia, a także początki sekcji (2) uzwojenia są połączone ze stykami stałymi drugiego wyłącznika trójbiegunowego (6) oraz z drugim wyłącznikiem dwubiegunowym (7), do styków ruchomych wyłącznika trójbiegunowego (6) są dołączone końce uzwojenia sekcji (3), a trzecie styki nieruchome wyłącznika (6) są zwarte, drugie styki wyłącznika dwubiegunowego (7) są połączone początkami uzwojenia sekcji (3).
4. Prądnica według zastrz. 3, **znamienna tym**, że pierwsze wyłączniki trójbiegunowy (4) i dwubiegunowy (5) są wzajemnie blokowane a także drugie wyłączniki trójbiegunowy (6) i dwubiegunowy (7) są wzajemnie blokowane.

Rysunki

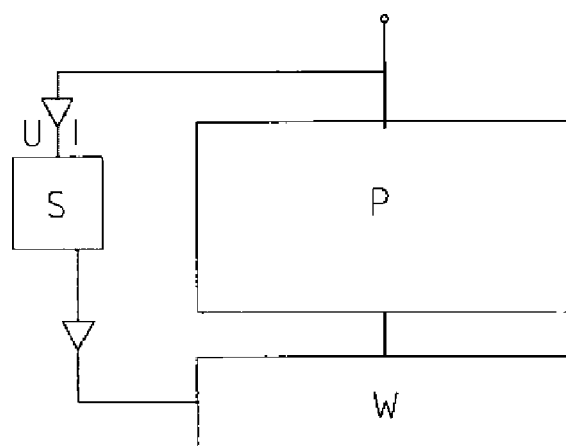


Fig. 1

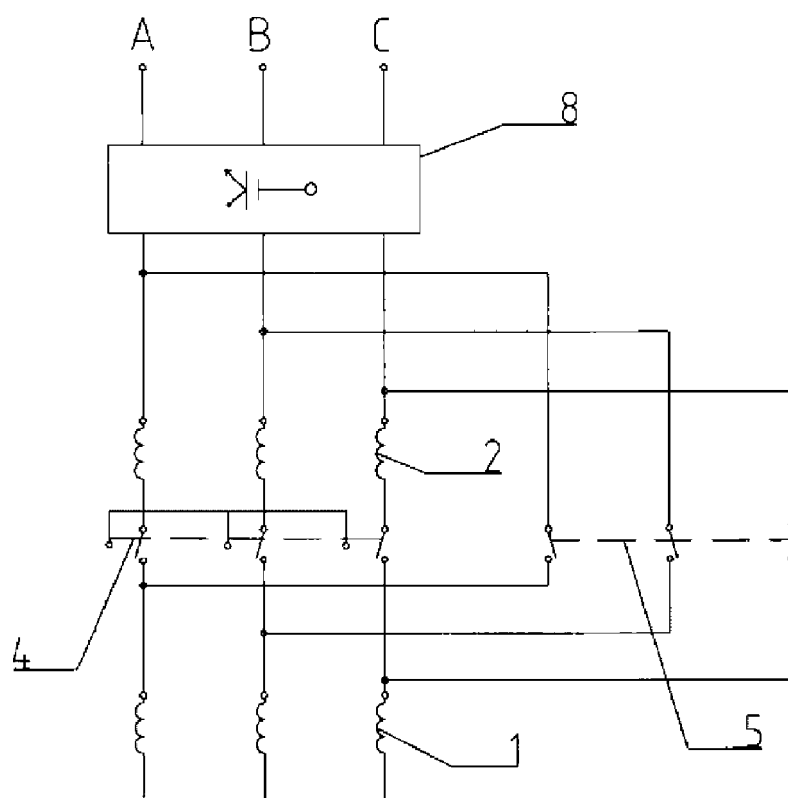


Fig. 2

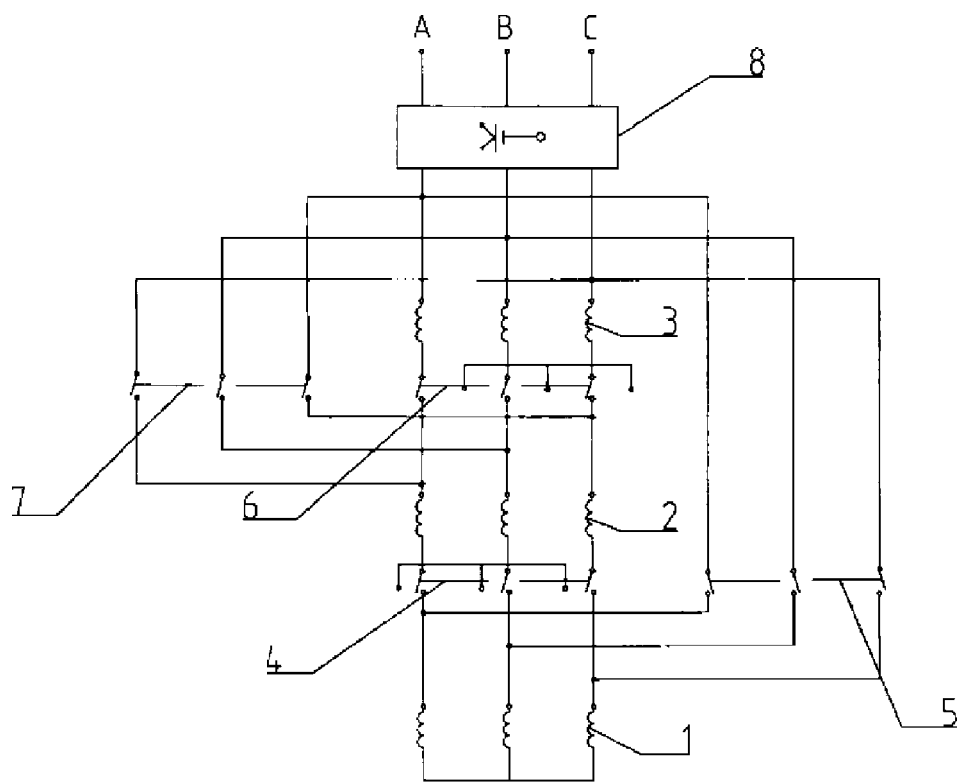


Fig. 3

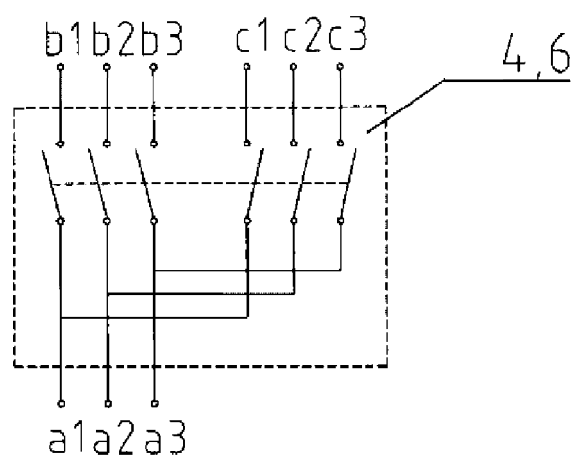


Fig 4