

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242555 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **438155**

(22) Data zgłoszenia: **2021.06.14**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.12.20 BUP 38/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.03.13 WUP 11/2023**

(51) MKP:

H02K 16/00 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

F03D 9/25 (2016.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA,
Częstochowa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**MAREK LIS, Częstochowa, PL
ANDRZEJ POPENDA, Częstochowa, PL**

(54) Tytuł:

Generator przeciwbieżny z elektryczną transmisją mocy mechanicznej

PL 242555 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest generator przeciwbieżny z elektryczną transmisją mocy mechanicznej.

Typowa maszyna elektryczna zawiera zespół stojana, który jest konstrukcją stacjonarną, oraz zespół wirnika wraz z wałem napędowym, który porusza się ruchem obrotowym względem zespołu stojana. Stojan konwencjonalnej maszyny prądu przemiennego, indukcyjnej lub synchronicznej, zawiera uzwojenia, podczas gdy wirnik, w zależności od typu maszyny, zawiera magnesy trwałe lub elektromagnesy albo uzwojenia w postaci cewek lub klatki. Znane są również maszyny elektryczne o odwróconych rolach stojana i wirnika, do których należy zaliczyć m. in. konwencjonalne maszyny prądu stałego. Stojan i wirnik maszyny synchronicznej lub indukcyjnej są skonfigurowane do współpracy ze sobą w celu wytwarzania wirującego pola magnetycznego, które indukuje napięcia w uzwojeniach maszyny.

Jedną z wad konwencjonalnych maszyn elektrycznych prądu przemiennego jest to, że napięcie indukowane w uzwojeniach oraz jego częstotliwość są bezpośrednio lub blisko skorelowane z prędkością obrotową wirnika, co oznacza, że w celu zwiększenia wartości napięć indukowanych oraz ich częstotliwości należy stosować maszyny o znacznej prędkości obrotowej, co pociąga za sobą wzrost energii mechanicznej dostarczanej do wału i może przyczynić się do spadku sprawności maszyny elektrycznej. Analogiczne problemy związane z korelacją prędkości obrotowej i napięcia indukowanego dotyczą maszyn prądu stałego. Inną wadą jest to, że sterowanie wysokoobrotowymi maszynami elektrycznymi jest skomplikowane, ponieważ im wyższa prędkość obrotowa, tym bardziej skomplikowana jest jej regulacja i/lub utrzymywanie na stałym poziomie.

Znane są również napędy generatorów elektrycznych, np. turbiny wiatrowe, które charakteryzują się niską prędkością obrotową i w celu jej podwyższenia trzeba stosować przekładnię mechaniczną. Istnieje zatem zapotrzebowanie na maszyny elektryczne, które umożliwiają generowanie napięć o odpowiedniej wartości i częstotliwości przy niskich prędkościach obrotowych.

Oprócz opisanych maszyn jednowirnikowych o zwiększonej prędkości obrotowej znane są również z opisów patentowych dwuwirnikowe maszyny elektryczne np. z DE10002092, w których występuje efekt zwiększenia napięcia indukowanego w uzwojeniach oraz jego częstotliwości. Są to maszyny napędzane przeciwbieżnie dwiema niezależnymi turbinami np. GB2447283, DE 19543458 czy w lub przekazujące napęd z wału jednego wirnika na drugi za pośrednictwem przekładni mechanicznej np. w WO2019142221 i US2012068472. W drugim rozwiązaniu efekt zwiększenia napięcia indukowanego w uzwojeniach oraz jego częstotliwości osiągnięto poprzez zastosowanie rotacji przeciwnej między przewodem a polem magnetycznym, zwiększając w ten sposób prędkość względną, przy jednoczesnym utrzymaniu niskiej prędkości wału. W związku z tym, poprzez obrót w przeciwnych kierunkach, zwiększono wydajność maszyny ze względu na to, że to samo napięcie wyjściowe jest wytwarzane przy niższej prędkości wejściowej. Wprowadzenie opartego na przekładni mechanicznej zespołu napędowego do generatora dwuwirnikowego o jednym wale napędowym zapewniło uzyskanie większej prędkości względnej obu wirników w porównaniu do prędkości względnej między stojanem a wirnikiem w generatorze konwencjonalnego typu, przy zachowaniu tej samej prędkości obrotowej wału napędowego. Jednocześnie zwiększona prędkość względna wirników w generatorze dwuwirnikowym, przy zachowaniu równoważnego momentu obrotowego na wale generatorów obu typów, zwiększyła moc wyjściową generatora dwuwirnikowego w porównaniu z generatorem konwencjonalnym.

Niniejszy wynalazek pozwala zwiększyć wydajność maszyny w sposób wyłącznie elektryczny, tj. bez potrzeby stosowania podwójnego napędu zewnętrznego lub przekładni mechanicznej. Zastąpienie przekładni mechanicznej napędem elektrycznym skutkuje redukcją niekorzystnych zjawisk związanych z zastosowaniem przekładni mechanicznej, np. luzów czy strat energii w przekładni, szczególnie przy podwyższaniu prędkości.

Ogólnie wiadomo, że zwiększenie napięcia maszyn elektrycznych prądu przemiennego, powiązane z jednoczesnym zwiększeniem częstotliwości, pozwala na uzyskanie większej mocy wyjściowej przy zachowaniu tych samych parametrów konstrukcyjnych obwodu magnetycznego oraz uzwojenia twornika, tj. liczby zwojów i przekroju przewodów, a w rezultacie nie ulegają zmianie wymiary geometryczne maszyny.

Celem wynalazku jest opracowanie takiej konstrukcji generatora przeciwbieżnego z elektryczną transmisją mocy mechanicznej, który będzie miał wyższą wydajność w porównaniu z konwencjonalnymi generatorami prądu przemiennego, polegającej na uzyskaniu wyższych wartości generowanego napięcia i częstotliwości bez konieczności podwyższania prędkości obrotowej wału lub na uzyskaniu tego

samego napięcia i częstotliwości przy niższej prędkości wejściowej, oraz o odmiennym sposobie uzyskania wyższej wydajności niż w generatorach dwuwirnikowych znanych z opisów patentowych.

Istotą wynalazku jest generator przeciwbieżny z elektryczną transmisją mocy mechanicznej znamienny tym, że na wale z jedną końcówką napędową osadzony jest nieruchomo względem wału wirnik współbieżny pierwszej struktury prądnicowej pakietowany rdzeń prądnicy dwuwirnikowej z uzwojeniem trójfazowym, wokół którego obrotowo względem korpusu generatora umocowany jest cylindrycznie wirnik przeciwbieżny pierwszej struktury prądnicowej lity rdzeń prądnicy dwuwirnikowej z magnesami trwałymi osadzony na wewnętrznej powierzchni wirnika. Na zewnętrznej powierzchni wirnika umiejscowiony jest pakietowany rdzeń z uzwojeniem klatkowym wewnętrznej struktury silnikowej. Wokół wirnika nieruchomo względem korpusu generatora umiejscowiony jest cylindrycznie stojan wewnętrznej struktury silnikowej pakietowany rdzeń stojana z trójfazowym uzwojeniem. Obok wirnika współbieżnego pierwszej struktury prądnicowej na wale jest zamocowany nieruchomo względem wału, w zależności od wariantu, lity rdzeń wirnika drugiej struktury prądnicowej prądnicy jednowirnikowej z magnesami trwałymi (fig. 1) lub pakietowany rdzeń wirnika przetwornicy częstotliwości z trójfazowym uzwojeniem umieszczonym w żłobkach (fig. 3). Wokół wirnika drugiej struktury prądnicowej (fig. 1) lub przetwornicy częstotliwości (fig. 3) osadzony jest nieruchomo w korpusie generatora pakietowany rdzeń stojana, odpowiednio, drugiej struktury prądnicowej lub przetwornicy częstotliwości z trójfazowym uzwojeniem. W zależności od wariantu od uzwojenia prądnicy dwuwirnikowej za pośrednictwem pierścieni ślizgowych i szczotek (fig. 1 i 2) lub bezpośrednio od uzwojenia przetwornicy częstotliwości (fig. 3) są wyprowadzone przewody zasilające na zewnątrz korpusu. Korzystnie w zależności od wariantu, trójfazowe uzwojenie drugiej struktury prądnicowej prądnicy jednowirnikowej (fig. 1) lub trójfazowe uzwojenie pierwszej struktury prądnicowej prądnicy dwuwirnikowej (fig. 2) lub uzwojenie trójfazowe przetwornicy częstotliwości (fig. 3) jest połączone elektrycznie poprzez wiązkę przewodów łączących lub przewodów zasilających z trójfazowym uzwojeniem wewnętrznej struktury silnikowej, co skutkuje względną prędkością obrotową wirników pierwszej struktury prądnicowej prądnicy dwuwirnikowej będącą sumą prędkości obrotowej wału generatora specjalnego wykonania i własnej prędkości obrotowej struktury silnikowej. Wyższe wartości generowanego napięcia i częstotliwości w porównaniu z konwencjonalnymi generatorami prądu przemiennego, proporcjonalne do względnej prędkości wirników prądnicy dwuwirnikowej, uzyskuje się bez podwyższania prędkości obrotowej wału lub liczby biegunów maszyny. Korzystnie generator posiada jeden wał napędowy oraz dwa lub trzy wirniki, z których jeden wiruje przeciwbieżnie względem pozostałych. Transmisja mocy mechanicznej do wirnika przeciwbieżnego jest realizowana na drodze elektrycznej, tzn. bez udziału przekładni mechanicznej.

Generator przeciwbieżny z elektryczną transmisją mocy mechanicznej, będący przedmiotem wynalazku, jest maszyną elektryczną wielostrukturową o jednym wale, z jedną lub dwiema strukturami prądnicowymi i jedną strukturą silnikową albo jedną strukturą prądnicową, jedną strukturą silnikową i jedną strukturą przetwarzającą częstotliwość. Struktury prądnicowe są opisane jako prądnica dwuwirnikowa, która jest prądnicą główną, i prądnica jednowirnikowa, która jest prądnicą pomocniczą. Są to prądnice prądu przemiennego. Wirniki prądnicy dwuwirnikowej są napędzane w przeciwnych kierunkach, natomiast elektryczna transmisja mocy mechanicznej zawiera silnikowy napęd wirnika przeciwbieżnego zasilany przez prądnicę jednowirnikową, prądnicę dwuwirnikową lub przetwornicę częstotliwości.

Istotą rozwiązania jest uzyskanie wyższych wartości generowanego napięcia i częstotliwości na wyjściu generatora przeciwbieżnego niż w przypadku konwencjonalnych generatorów prądu przemiennego bez konieczności podwyższania prędkości obrotowej wału. Generator przeciwbieżny jest napędzany jednostronnie, np. przez turbinę wiatrową, natomiast moc mechaniczna jest transmitowana: do wirnika współbieżnego prądnicy dwuwirnikowej bezpośrednio poprzez wał oraz do wirnika przeciwbieżnego za pośrednictwem elektrycznej transmisji mocy mechanicznej.

Wynalazek został uwidoczniony na rysunku na figurach 1, 2 i 3.

Fig. 1 przedstawia generator, gdzie: 1 – przewody zasilające, 2 – pakietowany rdzeń prądnicy jednowirnikowej, 3 – uzwojenie trójfazowe prądnicy jednowirnikowej umieszczone w żłobkach, 4 – korpus generatora, 5 – przewody łączące, 6 – uzwojenie klatkowe silnika indukcyjnego, 7 – pakietowany rdzeń silnika indukcyjnego z uzwojeniem klatkowym, 8 – pakietowany rdzeń silnika indukcyjnego z uzwojeniem trójfazowym, 9 – uzwojenie trójfazowe silnika indukcyjnego, 10 – wirnik przeciwbieżny, 11 – łożyska wirnika przeciwbieżnego, 12 – łożyska wału generatora, 13 – wał generatora, 14 – uzwojenie trójfazowe prądnicy dwuwirnikowej, 15 – pakietowany rdzeń prądnicy dwuwirnikowej z uzwojeniem trójfazowym, 16 – magnes trwały prądnicy dwuwirnikowej, 17 – lity rdzeń prądnicy dwuwirnikowej,

18 – magnes trwały prądnicy jednowirnikowej, 19 – lity rdzeń prądnicy jednowirnikowej, 20 – pierścienie ślizgowe, 21 – szczotki.

Fig. 2 przedstawia generator – wariant zredukowany, oznaczenia jak na fig. 1.

Fig. 3 przedstawia generator elektryczny przeciwbieżny z elektryczną transmisją mocy mechanicznej – wariant bezszczotkowy, gdzie: 2 – pakietowany rdzeń stojana przetwornicy częstotliwości, 3 – trójfazowe uzwojenie stojana przetwornicy częstotliwości umieszczone w żłobkach, 18 – trójfazowe uzwojenie wirnika przetwornicy częstotliwości umieszczone w żłobkach, 19 – pakietowany rdzeń wirnika przetwornicy częstotliwości, pozostałe oznaczenia jak na fig. 1.

Przykład I

Wirnik współbieżny prądnicy dwuwirnikowej, osadzony na wale 13, jest złożony z pakietowanego rdzenia 15 z trójfazowym uzwojeniem 14. Wirnik przeciwbieżny 10 jest złożony z litego rdzenia 17 z magnesami trwałymi 16. Elektryczna transmisja mocy mechanicznej podstawowego wariantu generatora (fig. 1) jest złożona z jednowirnikowej prądnicy prądu przemiennego, np. prądnicy synchronicznej, oraz silnika prądu przemiennego, np. silnika indukcyjnego klatkowego. Prądnica jednowirnikowa jest złożona z litego rdzenia wirnika 19 z magnesami trwałymi 18 osadzonego na wale 13 oraz pakietowanego rdzenia stojana 2 z uzwojeniem trójfazowym 3 osadzonego w korpusie 4 generatora. Silnik prądu przemiennego jest złożony z pakietowanego rdzenia stojana 8 z uzwojeniem trójfazowym 9 osadzonego w korpusie 4 oraz pakietowanego rdzenia wirnika 7 z uzwojeniem klatkowym 6 osadzonego na zewnętrznej powierzchni wirnika przeciwbieżnego 10. Wirnik współbieżny prądnicy dwuwirnikowej oraz wirnik prądnicy jednowirnikowej są zamontowane obrotowo w korpusie 4 poprzez łożyska 12, natomiast wirnik przeciwbieżny 10 prądnicy dwuwirnikowej jest zamontowany obrotowo w korpusie 4 poprzez łożyska 11.

Pakietowany rdzeń wirnika współbieżnego 15 prądnicy dwuwirnikowej jest oddzielony szczeliną powietrzną od litego rdzenia wirnika przeciwbieżnego 17 z magnesami trwałymi 16. W trójfazowym uzwojeniu 14, poruszającym się ruchem obrotowym w wirującym polu magnetycznym wzbudzonym magnesami trwałymi 16, indukują się napięcia o częstotliwości $f_1 = p_1 \cdot (n_1 + n_2) / 60$, gdzie n_1 – prędkość obrotowa wału 13 generatora wraz z wirnikiem współbieżnym, n_2 – prędkość obrotowa wirnika przeciwbieżnego 10, p_1 – liczba par biegunów prądnicy dwuwirnikowej. Wartość napięcia indukowanego w uzwojeniu 14 jest proporcjonalna do częstotliwości f_1 .

Pod wpływem wirującego pola magnetycznego wzbudzonego magnesami trwałymi 18 w trójfazowym uzwojeniu 3 prądnicy jednowirnikowej indukują się napięcia o częstotliwości $f_2 = p_2 \cdot n_1 / 60$, gdzie p_2 – liczba par biegunów prądnicy jednowirnikowej. Uzwojenie trójfazowe 3 jest połączone elektrycznie trzema przewodami łączącymi 5 z uzwojeniem trójfazowym 9 silnika wewnętrznego. Napięcie z uzwojenia trójfazowego 3 jest doprowadzone poprzez te przewody do uzwojenia trójfazowego 9, które wytwarza pole magnetyczne wirujące z prędkością n_{2s} , gdzie $n_{2s} = 60 \cdot f_2 / p_s$, p_s – liczba par biegunów silnika. Pakietowany rdzeń 8 z uzwojeniem trójfazowym jest oddzielony szczeliną powietrzną od pakietowanego rdzenia 7 z uzwojeniem klatkowym. Pole wirujące indukuje w prętach klatki 6 napięcia, które wymuszają przepływ prądu w zamkniętym uzwojeniu klatkowym. W wyniku oddziaływania pól magnetycznych powstaje moment elektromagnetyczny, który napędza wirnik przeciwbieżny 10 z prędkością obrotową n_2 , gdzie n_2 – prędkość obrotowa wewnętrznego napędu silnikowego zależna od momentu elektromagnetycznego zgodnie z charakterystyką mechaniczną silnika.

Przykład II

Elektryczna transmisja mocy mechanicznej zredukowanego wariantu generatora (fig. 2) jest oparta na silniku prądu przemiennego, np. silniku indukcyjnym klatkowym, zasilanym przez prądnicę dwuwirnikową. W trójfazowym uzwojeniu 14, poruszającym się ruchem obrotowym w wirującym polu magnetycznym wzbudzonym magnesami trwałymi 16, indukują się napięcia o częstotliwości $f_1 = p_1 \cdot (n_1 + n_2) / 60$, gdzie n_1 – prędkość obrotowa wału 13 generatora wraz z wirnikiem współbieżnym, n_2 – prędkość obrotowa wirnika przeciwbieżnego 10, p_1 – liczba par biegunów prądnicy dwuwirnikowej. Wartość napięcia indukowanego w uzwojeniu 14 jest proporcjonalna do częstotliwości f_1 .

Uzwojenie trójfazowe 14 jest połączone elektrycznie za pośrednictwem pierścieni ślizgowych 20 i szczotek 21 z uzwojeniem trójfazowym 9 silnika wewnętrznego. Napięcie z uzwojenia trójfazowego 14 jest doprowadzone do uzwojenia trójfazowego 9, które wytwarza pole magnetyczne wirujące z prędkością n_{2s} , gdzie $n_{2s} = 60 \cdot f_1 / p_s$, p_s – liczba par biegunów silnika. Pakietowany rdzeń 8 z uzwojeniem trójfazowym jest oddzielony szczeliną powietrzną od pakietowanego rdzenia 7 z uzwojeniem klatkowym. Pole wirujące indukuje w prętach klatki 6 napięcia, które wymuszają przepływ prądu w zamkniętym

uzwojeniu klatkowym. W wyniku oddziaływania pól magnetycznych powstaje moment elektromagnetyczny, który napędza wirnik przeciwbieżny 10 z prędkością obrotową n_2 , gdzie n_2 – prędkość obrotowa wewnętrznego napędu silnikowego zależna od momentu elektromagnetycznego zgodnie z charakterystyką mechaniczną silnika.

Przykład III

Elektryczna transmisja mocy mechanicznej bez szczotkowego wariantu generatora (fig. 3) jest oparta na silniku prądu przemiennego, np. silniku indukcyjnym klatkowym, oraz przetwornicy częstotliwości. Przetwornica częstotliwości jest złożona z pakietowanego rdzenia wirnika 19 z trójfazowym uzwojeniem 18 osadzonego na wale 13 oraz pakietowanego rdzenia stojana 2 z uzwojeniem trójfazowym 3 osadzonego w korpusie 4 generatora.

W trójfazowym uzwojeniu 14, poruszającym się ruchem obrotowym w wirującym polu magnetycznym wzbudzonym magnesami trwałymi 16, indukują się napięcia o częstotliwości $f_1 = p_1 \cdot (n_1 + n_2) / 60$, gdzie n_1 – prędkość obrotowa wału 13 generatora wraz z wirnikiem współbieżnym, n_2 – prędkość obrotowa wirnika przeciwbieżnego 10, p_1 – liczba par biegunów prądnicy dwuwirnikowej. Wartość napięcia indukowanego w uzwojeniu 14 jest proporcjonalna do częstotliwości f_1 .

Uzwojenie trójfazowe 14 jest połączone elektrycznie trzema przewodami łączącymi 5 z uzwojeniem trójfazowym 18 wirnika przetwornicy częstotliwości. Napięcie z uzwojenia trójfazowego 14 jest doprowadzone poprzez te przewody do uzwojenia trójfazowego 18, które wytwarza pole magnetyczne wirujące. Pakietowany rdzeń 19 jest oddzielony szczeliną powietrzną od pakietowanego rdzenia stojana 2 przetwornicy częstotliwości. Pole wirujące indukuje w uzwojeniu 3 napięcia o częstotliwości $f_2 = p_r \cdot n_1 / 60 + f_1$, gdzie p_r – liczba par biegunów przetwornicy częstotliwości. Uzwojenie 3 jest połączone elektrycznie z przewodami zasilającymi 1 oraz z uzwojeniem trójfazowym 9. Napięcie z uzwojenia trójfazowego 3 jest doprowadzone poprzez te przewody do uzwojenia trójfazowego 9, które wytwarza pole magnetyczne wirujące z prędkością n_{2s} , gdzie $n_{2s} = 60 \cdot f_2 / p_s$, p_s – liczba par biegunów silnika. Wartość napięcia indukowanego w uzwojeniu 3 jest proporcjonalna do częstotliwości f_2 . Pakietowany rdzeń 8 z uzwojeniem trójfazowym jest oddzielony szczeliną powietrzną od pakietowanego rdzenia 7 z uzwojeniem klatkowym. Pole wirujące indukuje w prętach klatki 6 napięcia, które wymuszają przepływ prądu w zamkniętym uzwojeniu klatkowym. W wyniku oddziaływania pól magnetycznych powstaje moment elektromagnetyczny, który napędza wirnik przeciwbieżny 10 z prędkością obrotową n_2 , gdzie n_2 – prędkość obrotowa silnika zależna od momentu elektromagnetycznego zgodnie z charakterystyką mechaniczną silnika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Generator przeciwbieżny z elektryczną transmisją mocy mechanicznej **znamienny tym**, że na wale z jedną końcówką napędową 13 osadzony jest nieruchomo względem wału wirnik współbieżny pierwszej struktury prądnicowej, pakietowany rdzeń 14 prądnicy dwuwirnikowej z uzwojeniem trójfazowym 15, wokół którego obrotowo względem korpusu 4 generatora umocowany jest cylindrycznie wirnik przeciwbieżny pierwszej struktury prądnicowej, lity rdzeń 17 prądnicy dwuwirnikowej z magnesami trwałymi 16, osadzony na wewnętrznej powierzchni wirnika 10, a na zewnętrznej powierzchni wirnika 10 umiejscowiony jest pakietowany rdzeń 7 z uzwojeniem klatkowym 6 wewnętrznej struktury silnikowej, oraz wokół wirnika 10 nieruchomo względem korpusu 4 generatora umiejscowiony jest cylindrycznie stojan wewnętrznej struktury silnikowej, pakietowany rdzeń stojana 8 z trójfazowym uzwojeniem 9, natomiast obok wirnika współbieżnego pierwszej struktury prądnicowej na wale 13 jest zamocowany nieruchomo względem wału, w zależności od wariantu, lity rdzeń wirnika 19 drugiej struktury prądnicowej, prądnicy jednowirnikowej, z magnesami trwałymi 18 lub pakietowany rdzeń wirnika 19 przetwornicy częstotliwości z trójfazowym uzwojeniem 18 umieszczonym w żłobkach, zaś wokół wirnika drugiej struktury prądnicowej lub przetwornicy częstotliwości osadzony jest nieruchomo w korpusie generatora 4 pakietowany rdzeń stojana 2, odpowiednio, drugiej struktury prądnicowej lub przetwornicy częstotliwości z trójfazowym uzwojeniem 3, od uzwojenia 14 prądnicy dwuwirnikowej za pośrednictwem pierścieni ślizgowych 20 i szczotek 21 lub bezpośrednio od uzwojenia 3 przetwornicy częstotliwości są wyprowadzone przewody zasilające 1 na zewnątrz korpusu 4.

2. Generator wg zastrz. 1 **znamienny tym**, że trójfazowe uzwojenie 3 drugiej struktury prądnicowej, prądnicy jednowirnikowej, lub trójfazowe uzwojenie 14 pierwszej struktury prądnicowej, prądnicy dwuwirnikowej, lub uzwojenie trójfazowe 3 przetwornicy częstotliwości, jest połączone elektrycznie poprzez wiązkę przewodów łączących 5 lub przewodów zasilających 1 z trójfazowym uzwojeniem 9 wewnętrznej struktury silnikowej.
3. Generator przeciwbieżny wg zastrz. 1 lub 2 **znamienny tym**, że posiada jeden wał napędowy oraz dwa lub trzy wirniki, z których jeden wiruje przeciwbieżnie względem pozostałych.

Rysunki

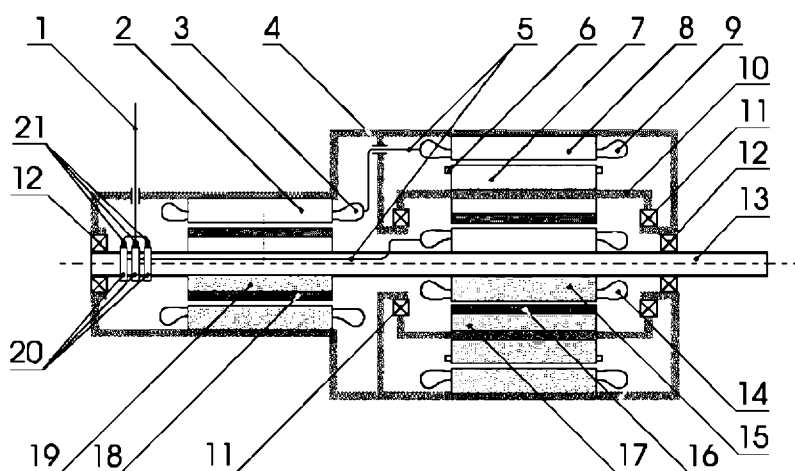


Fig. 1

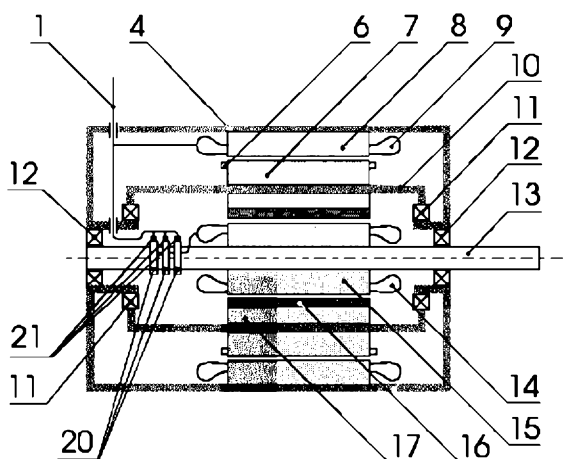


Fig. 2

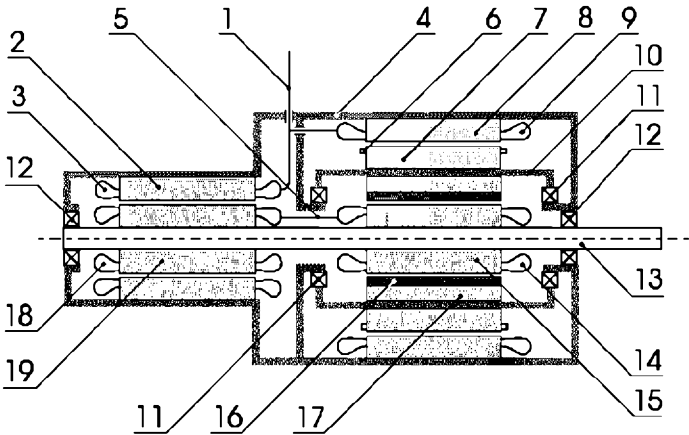


Fig. 3