

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **219834**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **400514**

(22) Data zgłoszenia: **27.08.2012**

(51) Int.Cl.

*F03D 7/02 (2006.01)*

*F03D 7/04 (2006.01)*

*F03D 7/06 (2006.01)*

*F03D 1/00 (2006.01)*

*F03D 3/00 (2006.01)*

---

(54) **Zespół samonaprowadzania turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu na kierunek wiatru**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**03.03.2014 BUP 05/14**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.07.2015 WUP 07/15**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA KRAKOWSKA  
IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JAN RYŚ, Kraków, PL  
MARCIN AUGUSTYN, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Andrzej Stachowski**

---

**PL 219834 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zespół samonaprowadzania turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu (HAWT) na kierunek wiatru, służący do zmiany położenia kątownego głowicy, a także zabezpieczający turbinę przed przekroczeniem obrotów dopuszczalnych.

Wiadomo jest, że uzyskanie optymalnej sprawności turbiny wiatrowej (silnika wiatrowego) wymaga ustawiania głowicy w płaszczyźnie poziomej, zgodnie z kierunkiem wiatru występującym w danym momencie.

W grupie zespołów wykorzystujących energię wiatru do nadażnego naprowadzania głowicy turbiny na jego kierunek spotyka się najczęściej rozwiązania ze sterem kierunkowym lub z pomocniczym silnikiem wiatrowym.

Z opisu patentowego nr PL 170 515 znany jest zespół samonaprowadzania głowicy silnika wiatrowego na kierunek wiatru, który ma wysięgnik sztywno ustalony do głowicy. Na końcu wysięgnika zamocowany jest kierunkowy silnik wiatrowy, sprzężony mechanicznie przekładnią wychylającą z kołem osadzonym na konstrukcji nośnej koncentrycznie z osią obrotu głowicy. Według tego znanego rozwiązania, kierunkowy silnik wiatrowy stanowi silnik karuzelowy, zamocowany na wysięgniku przez pionowe ułożyskowanie osi jego wirnika. Silnik kierunkowy ma parzystą liczbę płatów, których osie połączone są przekładniami bezpośrednio o przełożeniu 1:2 z kołami umocowanymi do wysięgnika. Połączenie to zapewnia prostopadle względem siebie usytuowanie płatów przeciwległych. Oś wirnika silnika kierunkowego napędza przekładnię wychylającą, zawierającą samohamowny zespół ślimakowy, przy czym sprzężenie jej z kołem konstrukcji nośnej jest ustawione w takim położeniu, że po naprowadzeniu wysięgnika na kierunek wiatru, wzdlużne osie przekrojów poprzecznych przeciwległych dwóch płatów silnika kierunkowego przecinają się w punkcie leżącym na wzdlużnej osi wysięgnika. Przy takim układzie płatów występuje równowaga sił, z ukierunkowaniem zaczepionej w osi wirnika silnika kierunkowego wypadkowej z sił działających na płaty - wzdluż osi wysięgnika. Każda zmiana kierunku wiatru powoduje odchylenie siły wypadkowej i pojawienie się momentu obrotowego na osi wirnika. Moment ten przeniesiony przez przekładnię wychylającą na konstrukcję nośną daje korygujące przemieszczenie w stronę zmniejszenia kąta między osią wysięgnika i kierunkiem wiatru.

Opisane wyżej znane rozwiązanie nadaje się do stosowania zwłaszcza w siłowniach wiatrowych z silnikiem głównym typu karuzelowego. Możliwe jest oczywiście jego zastosowanie również i w siłowniach wiatrowych z silnikiem głównym typu śmigłowego o poziomej osi obrotu.

Jednakże, jego stosowanie dla śmigłowych silników głównych jest dopuszczalne tylko przy stabilnym wietrze o niskich i średnich prędkościach, z uwagi na to, że wirniki śmigłowe o poziomej osi obrotu są bardziej wrażliwe na uszkodzenie po przekroczeniu obrotów odpuszczalnych od wolnobieżnych wirników karuzelowych, a znany zespół samonaprowadzania głowicy pozbawiony jest funkcji zabezpieczania wirnika głównego przed przekroczeniem obrotów dopuszczalnych w takich warunkach pogodowych, jak na przykład wichura czy niestabilny wiatr o silnych porywach.

Zagadnieniem technicznym postawionym do rozwiązania jest tak zmodyfikować konstrukcję znanego zespołu samonaprowadzania turbiny wiatrowej na kierunek wiatru, by pozwalała on zabezpieczyć turbinę śmigłową o poziomej osi obrotu przed przekroczeniem obrotów dopuszczalnych.

Okazało się, że można tak sformułowane zdanie rozwiązać, dzięki obrotowemu osadzeniu w znanym wysięgniku koła słonecznego planetarnej przekładni bezpośrednio o przełożeniu 1:2, z kołami obiegowymi której są połączone osie płatów karuzelowego silnika kierunkowego oraz dzięki kinematycznemu sprzęgnięciu wspomnianego koła słonecznego z dwustabilnym mechanizmem nastawczym utwierdzonym na wysięgniku i przestawianym z jednego stabilnego położenia w drugie w funkcji obrotów śmigłowego silnika głównego.

Zgodnie z wynalazkiem, zespół samonaprowadzania turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu na kierunek wiatru, mający sztywno ustalony w głowicy wysięgnik o wzdlużnej osi równoległej do osi turbiny, który ma na końcu kierunkowy silnik wiatrowy sprzężony mechanicznie przekładnią wychylającą z kołem osadzonym na konstrukcji nośnej koncentrycznie z osią obrotu głowicy, przy czym kierunkowy silnik wiatrowy stanowi silnik karuzelowy o pionowej osi obrotu, ułożyskowanej obrotowo względem wysięgnika, wyposażony w parzystą liczbę płatów, których osie są połączone przekładniami bezpośrednio o przełożeniu 1:2, zapewniającymi prostopadle względem siebie usytuowanie płatów przeciwległych, natomiast napędzana od osi silnika kierunkowego przekładnia wychylająca zawiera samohamowny zespół ślimakowy, a jej sprzężenie z kołem konstrukcji nośnej ustalone jest w takim położeniu, że po naprowadzeniu wysięgnika na kierunek wiatru wzdlużne osie przekrojów poprzecznych pary

przeciwległych płatów silnika kierunkowego przecinają się w punkcie leżącym na osi wysięgnika, charakteryzuje się tym, że osie płatów silnika kierunkowego są połączone przez koła obiegowe z kołem słonecznym bezpoślizgowej przekładni planetarnej, które to koło słoneczne jest ułożyskowane obrotowo w wysięgniku i sprzęgnięte z dwustabilnym mechanizmem nastawczym, utwierdzonym na wysięgniku i przestawiającym kątowo koło słoneczne z jednego położenia stabilnego względem wysięgnika o  $90^\circ$  w drugie stabilne względem wysięgnika położenie.

Korzystnie, mechanizm nastawczy stanowi silnik (elektryczny) krokowy, połączony poprzez samohamowną przekładnię z kołem słonecznym.

Korzystnie, mechanizm nastawczy stanowi siłownik elektromagnetyczny połączony dźwignią i wycinkiem koła zębatego z kołem słonecznym.

Po naprowadzeniu osi wysięgnika i osi silnika głównego na kierunek wiatru przez tak zmodyfikowaną konstrukcję znanego zespołu samonaprowadzania, jeżeli obroty silnika głównego są w przedziale wartości dopuszczalnych, to koło słoneczne, z którym kinematycznie połączone są koła obiegowe, osadzone na osiach płatów karuzelowego silnika kierunkowego – znajduje się w pierwszym stabilnym położeniu względem wspornika i wówczas tak samo jak w znanym rozwiązaniu, gdy wysięgnik jest naprowadzony na kierunek wiatru, to wzdłużne osie przekrojów poprzecznych przeciwległych dwóch płatów silnika kierunkowego przecinają się w punkcie leżącym na wzdłużnej osi wysięgnika. Przy takim układzie płatów występuje równowaga sił, z ukierunkowaniem zaczepionej w osi wirnika silnika kierunkowego wypadkowej z sił działających na płaty – wzdłuż osi wysięgnika.

Natomiast, gdy w takim położeniu równowagi, wskutek np. gwałtownego porywu wiatru prędkość obrotowa śmigła wzrośnie powyżej dopuszczalnej, mechanizm nastawczy obraca wspomniane koło o  $90^\circ$  względem wysięgnika w drugie stabilne położenie, co zarazem powoduje przestawienie płatów wirnika kierunkowego z dotychczasowego położenia równowagi w nowe położenie, w którym wzdłużne osie przekrojów poprzecznych przeciwległych dwóch płatów silnika kierunkowego przecinają się w punkcie leżącym poza wzdłużną osią wysięgnika. W takim położeniu płatów następuje odchylenie siły wypadkowej parcia wiatru na płaty od osi wirnika kierunkowego i na osi tego wirnika pojawia się moment obrotowy, tak jakby to wiatr zmienił nagle kierunek. Moment ten, przeniesiony zostaje przez przekładnię wychylającą na konstrukcję nośną, daje korygujące przemieszczenie osi wirnika śmigłowego o  $90^\circ$  od kierunku wiatru i silnik główny nie jest wówczas napędzany.

Gdy obroty silnika głównego zmniejszą się, mechanizm nastawczy z powrotem obraca wspomniane koło o  $90^\circ$  względem wysięgnika w pierwsze położenie, w którym silnik kierunkowy naprowadza wysięgnik i oś obrotu silnika głównego na kierunek wiatru.

Rozwiązanie według wynalazku nadaje się do stosowania w siłowniach wiatrowych o turbinie z poziomą osią obrotu, w każdych warunkach pogodowych, nawet przy silnych wiatrach z huraganowymi porywami oraz wiatrach o zmiennych kierunkach. Zapewnia ono ustawienie głównego wirnika turbiny do kierunku wiatru z jednoczesnym zabezpieczeniem wirnika głównego przed przekroczeniem obrotów dopuszczalnych przy wietrze, który mógłby doprowadzić do uszkodzenia siłowni, gdyby oś obrotu silnika głównego nie była odchylana od jego kierunku.

Wynalazek objaśniono szczegółowo w przedstawionym poniżej przykładzie wykonania, zilustrowanym załączonym rysunkiem, na którym:

figura 1 przedstawia schemat kinematyczny zespołu naprowadzania turbiny o poziomej osi obrotu z zabezpieczeniem przekroczenia obrotów dopuszczalnych;

figura 2a – pracę wirnika kierunkowego zespołu naprowadzania pod wpływem zmiany kierunku wiatru z W1 na W2 w celu zmiany położenia gondoli turbiny;

figura 2b – ustawienie wirnika kierunkowego zespołu naprowadzania oraz gondoli po nastawieniu gondoli na kierunek wiatru W2;

figura 3a – pracę wirnika kierunkowego zespołu naprowadzania w przypadku przekroczenia obrotów dopuszczalnych turbiny głównej;

figura 3b – ustawienie wirnika kierunkowego zespołu naprowadzania oraz gondoli w przypadku przekroczenia obrotów dopuszczalnych turbiny głównej;

figura 4 – widok z góry fragmentu mechanizmu nastawczego o siłowniku elektromagnetycznym;

figura 5 – przekrój poprzeczny X-X na fig. 4.

W prezentowanym przykładzie realizacji, na konstrukcji nośnej 1 (maszcie) zamocowana jest obrotowo poprzez czop 2 gondola turbiny wiatrowej, do której przykładowo zamocowano prądnice 3 napędzaną przez śmigłowy wirnik główny A. Tylna część gondoli posiada wysięgnik 4. Na końcu wysięgnika 4 zamocowana jest dwułopatowa turbina karuzelowa B o pionowej osi obrotu, będąca silni-

kiem kierunkowym zespołu samonaprowadzania głównej turbiny wiatrowej na kierunek wiatru. Ponadto, do wysięgnika jest przytwierdzony mechanizm nastawczy C, służący do zmiany wzajemnego (względego) położenia płatów 5 turbiny B o  $90^\circ$ .

Wirnik turbiny karuzelowej B ma postać równoramiennej belki 6, na której końcach łożyskowane są osie 7 dwóch płatów 5. Wałek główny 8 turbiny kierunkowej B jest poprzez samohamowną przekładnię ślimakową 9 oraz wychylającą przekładnię zębatą 10, połączony z nieruchomym kołem 11, zamocowanym do konstrukcji nośnej 1. Zależnie od położenia mechanizmu nastawczego C, przeniesienie napędu z wałka głównego 8 wirnika B na nieruchome koło 11 powoduje obrót gondoli turbiny na kierunek wiatru lub prostopadle do kierunku wiatru.

Osie 7 płatów 5 turbiny B są połączone z kołami obiegowymi (planetarnymi) Z1 bezpośrednio przekładni planetarnej o przełożeniu 1:2. Koło słoneczne Z2 tej planetarnej przekładni jest ułożyskowane obrotowo w wysięgniku 4 i ustalone względem niego przez mechanizm nastawczy C, sprzęgnięty kinematycznie z kołem Z2. Mechanizm nastawczy C przestawia koło słoneczne Z2 tam i z powrotem – z jednego położenia stabilnego względem wysięgnika 4 o  $90^\circ$  w drugie stabilne względem wysięgnika 4 położenie, w funkcji obrotów wirnika głównego A.

W jednej z korzystnych konstrukcyjnie realizacji wynalazku, pokazanej w tym przykładzie, koło słoneczne Z2 ma tuleję 12, która jest osadzona na łożysku ślizgowym w wysięgniku 4. Po przeciwległej stronie wysięgnika 4, tuleja 12 jest połączona ze ślimacznicą 13, współpracującą ze ślimakiem 14 silnika krokowego mechanizmu nastawczego C. Ponadto, w tym korzystnym wykonaniu, wałek główny 8 turbiny kierunkowej B jest osadzony wewnątrz tulei 12 na łożyskach tocznych.

W innej korzystnej konstrukcyjnie realizacji wynalazku, z mechanizmem nastawczym C zawierającym siłownik elektromagnetyczny, tuleja 12 koła słonecznego Z2 ma po przeciwległej stronie wysięgnika 4 zębaty wieniec 15, który współpracuje z zębatym segmentem 16, który obrotowo jest osadzony na wysięgniku 4 i poprzez dźwignię 17 sprzęgnięty z popychaczem siłownika. Jeżeli w mechanizmie nastawczym C użyty zostanie siłownik jednostronnego działania, to wspomniany zębaty segment 17 jest dodatkowo zaopatrzony w powrotną sprężynę 18.

W obu powyższych przykładach, mechanizm nastawczy C pozwala na obrót koła słonecznego Z2 o  $90^\circ$ , zależnie od obrotów turbiny głównej A.

Przykładowo, mechanizm nastawczy C sterowany może być napięciem generowanym przez prądnicę 3 napędzaną od silnika głównego A, na przykład: w pierwszej pozycji (obroty wirnika są w zakresie wartości dopuszczalnych) gdy napięcie generowane przez prądnicę  $U_{wir} < 230$  V, to napięcie sterujące pracą mechanizmu nastawczego  $U_{se} = 0$  V. Natomiast w drugiej pozycji (tj. gdy obroty wirnika są powyżej wartości dopuszczalnej) i  $U_{wi} < 230$  V, to napięcie sterujące pracą mechanizmu nastawczego  $U_{se} = 24$  V.

Działanie opisanego powyżej przykładowego zespołu samonaprowadzania turbiny przebiega następująco.

Turbina kierunkowa posiada wirnik B z dwoma obrotowymi płatami 5 ustawionymi prostopadle, poruszającymi się ruchem planetarnym, których osie 7 połączone są wspomnianymi przekładniami bezpośrednio. Obrót koła słonecznego (koła sterującego) Z2 o kąt  $0^\circ$  lub  $90^\circ$ , pozwala na zmianę pozycji każdego z płatów o kąt  $0^\circ$  lub  $45^\circ$ , dając tym samym możliwość pracy wirnika B w dwóch trybach:

1) gdy osie przekrojów poprzecznych obu płatów 5 wirnika kierunkowego B usytuowane są tak, by kąt zawarty między nimi a osią wirnika głównego A (a równocześnie osią wysięgnika 4) wynosił  $45^\circ$  – praca siłowni o poziomej osi obrotu w warunkach wietrznych (pozycja płatów wg fig. 2a), mechanizm nastawczy C zajmuje pozycję I pokazaną na fig. 4. Wówczas pozycja koła sterującego Z2 wynosi  $0^\circ$ . Przy takim układzie każda zmiana kierunku wiatru powoduje odchylenie siły wypadkowej i pojawienie się na osi wirnika B momentu obrotowego. Moment ten przeniesiony jest przez przekładnie 9 i 10 na koło 11 konstrukcji nośnej 1 i daje korygujące przemieszczenie w stronę zmniejszania kąta między osią wirnika głównego A i kierunkiem wiatru. Na fig. 2a pokazano turbinę kierunkową w warunkach równowagi kierunkowej, przy wietrze oznaczonym wektorem W1. Przy zmianie kierunku wiatru o kąt  $\beta$  na kierunek W2, płaty 5 silnika wiatrowego B wykonując ruch planetarny obracają wałek 8 wirnika B. Zmiana kierunku wiatru o kąt  $\beta$  na W2 wywołuje na wałku 8 wirnika B moment obrotowy  $M_w$ , który przeniesiony zostaje na elementy zespołu naprowadzenia, a tym samym na nieruchome koło zębate 11 wywołując moment  $M_u$  gondoli, co powoduje korygujące wychylenie osi wirnika głównego o kąt  $\beta$  zgodnie ze zmianą kierunku wiatru z W1 na W2, jak zostało pokazane na fig. 2b;

2) gdy osie przekrojów poprzecznych płatów wirnika kierunkowego zostaną obrócone tak, by kąt zawarty między jednym z nich a osią wirnika głównego wynosił  $90^\circ$  (fig. 3a) – co jest konieczne, gdy turbina o poziomej osi obrotu pracuje w warunkach silnego wiatru W i przekracza obroty dopuszczalne, mechanizm nastawczy zajmuje pozycję II pokazaną linią przerywaną na fig. 4. Wówczas pozycja koła sterującego Z2 wynosi  $90^\circ$ , co powoduje zmianę kąta ustawienia osi wirnika głównego względem kierunku wiatru na niekorzystny (prostopadły) jak pokazano na fig. 3b. Mechanizm nastawczy zmienia położenie płatów wirnika kierunkowego w pozycję II pokazaną na fig. 4, gdy obroty wirnika głównego wzrastają i napięcie na zaciskach prądnicy przekroczy wartość nominalną to. Powrót osi wirnika głównego na kierunek wiatru następuje przez przesterowanie mechanizmu nastawczego w pozycję I (fig. 4), w momencie spadku obrotów turbiny głównej i spadku napięcia na zaciskach prądnicy poniżej wartości nominalnej.

Przesterowanie płatów wirnika kierunkowego B, które zapewnia mechanizm nastawczy C może być realizowane także przy użyciu dowolnego silnika krokowego, siłownika elektromagnetycznego, napędu śrubowego, prowadnicy liniowej.

Zaprezentowane rozwiązanie charakteryzuje się wysoką dokładnością samonaprowadzania nawet przy niskich prędkościach wiatru, a przy kierunkowo zmiennych porywach wiatru wykazuje właściwości przeciw oscylacyjne, nie wywołuje drgań konstrukcji, czemu istotnie sprzyja samohamowność przekładni odchylającej.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Zespół samonaprowadzania turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu na kierunek wiatru, który ma sztywno ustalony w głowicy wysięgnik, o wzdłużnej osi równoległej do osi turbiny, mający na końcu kierunkowy silnik wiatrowy sprzężony mechanicznie przekładnią wychylającą z kołem osadzonym na konstrukcji nośnej, koncentrycznie z osią obrotu głowicy, przy czym kierunkowy silnik wiatrowy stanowi silnik karuzelowy o pionowej osi obrotu, ułożyskowanej obrotowo względem wysięgnika, wyposażony w parzystą liczbę płatów, których osie są połączone przekładniami bezpośrednimi o przełożeniu 1:2, zapewniającymi prostopadłe względem siebie usytuowanie płatów przeciwległych, natomiast napędzana od osi silnika kierunkowego przekładnia wychylająca zawiera samohamowny zespół ślimakowy, a jej sprzężenie z kołem konstrukcji nośnej ustalone jest w takim położeniu, że po naprowadzeniu wysięgnika na kierunek wiatru wzdłużne osie przekrojów poprzecznych pary przeciwległych płatów silnika kierunkowego przecinają się w punkcie leżącym na osi wysięgnika, **znamienny tym**, że osie (7) płatów (5) silnika kierunkowego (B) są połączone przez koła obiegowe (Z1) bezpośredniej przekładni planetarnej z kołem słonecznym (Z2), które to koło słoneczne (Z2) jest ułożyskowane obrotowo w wysięgniku (4) oraz sprzęgnięte z dwustabilnym mechanizmem nastawczym (C), utwierdzonym na wysięgniku (4) i przestawiającym je kątowno z jednego położenia stabilnego względem wysięgnika (4) o  $90^\circ$  w drugie stabilne względem wysięgnika (4) położenie.

2. Zespół samonaprowadzania turbiny wiatrowej według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mechanizm nastawczy (C) stanowi silnik krokowy, połączony poprzez samohamowną przekładnię (13, 14) z kołem słonecznym (Z2).

3. Zespół samonaprowadzania turbiny wiatrowej według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mechanizm nastawczy (C) stanowi siłownik elektromagnetyczny, połączony dźwignią (17) i wycinkiem koła zębatego (16) z kołem słonecznym (Z2).

Rysunki

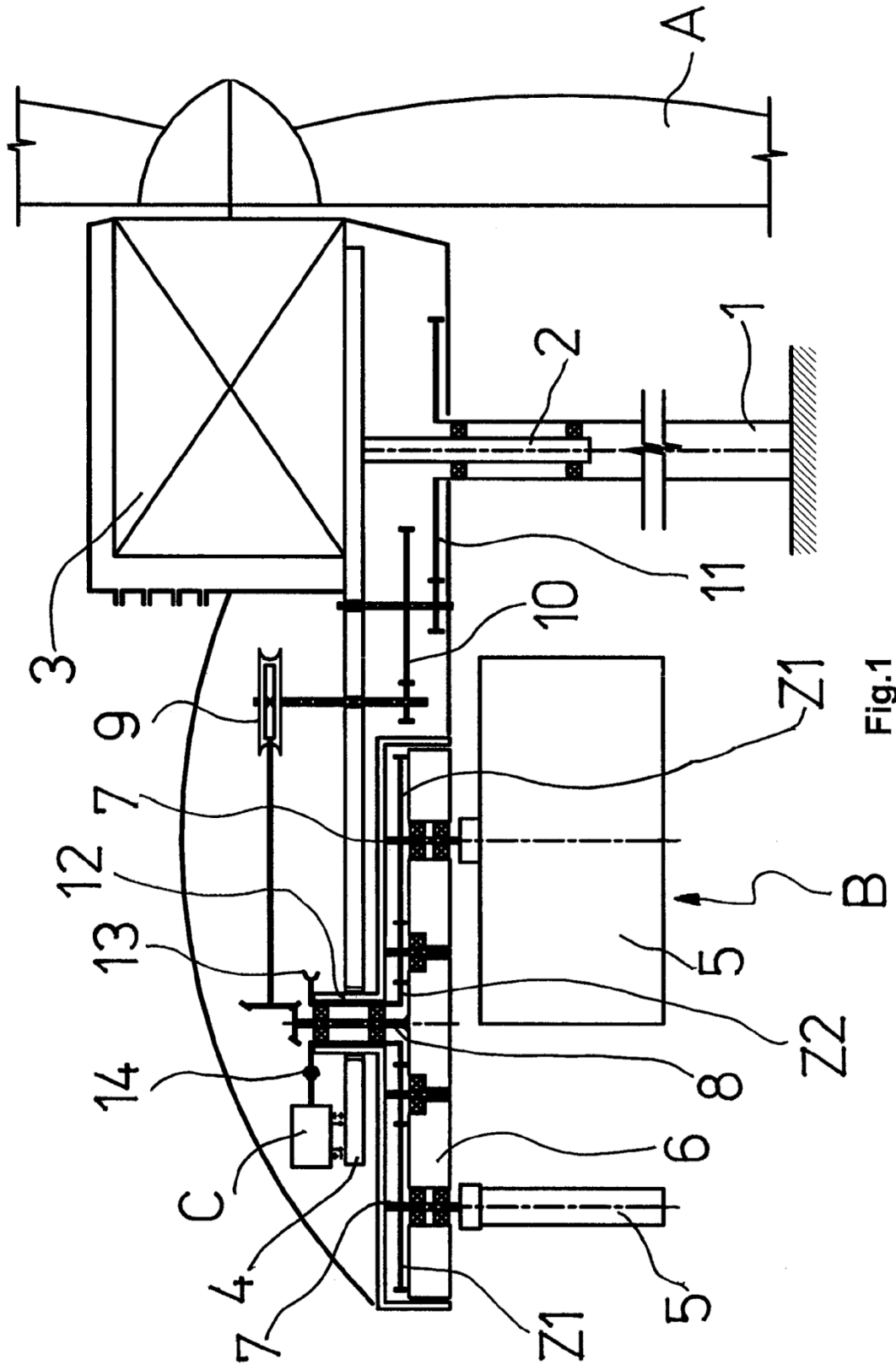


Fig.1

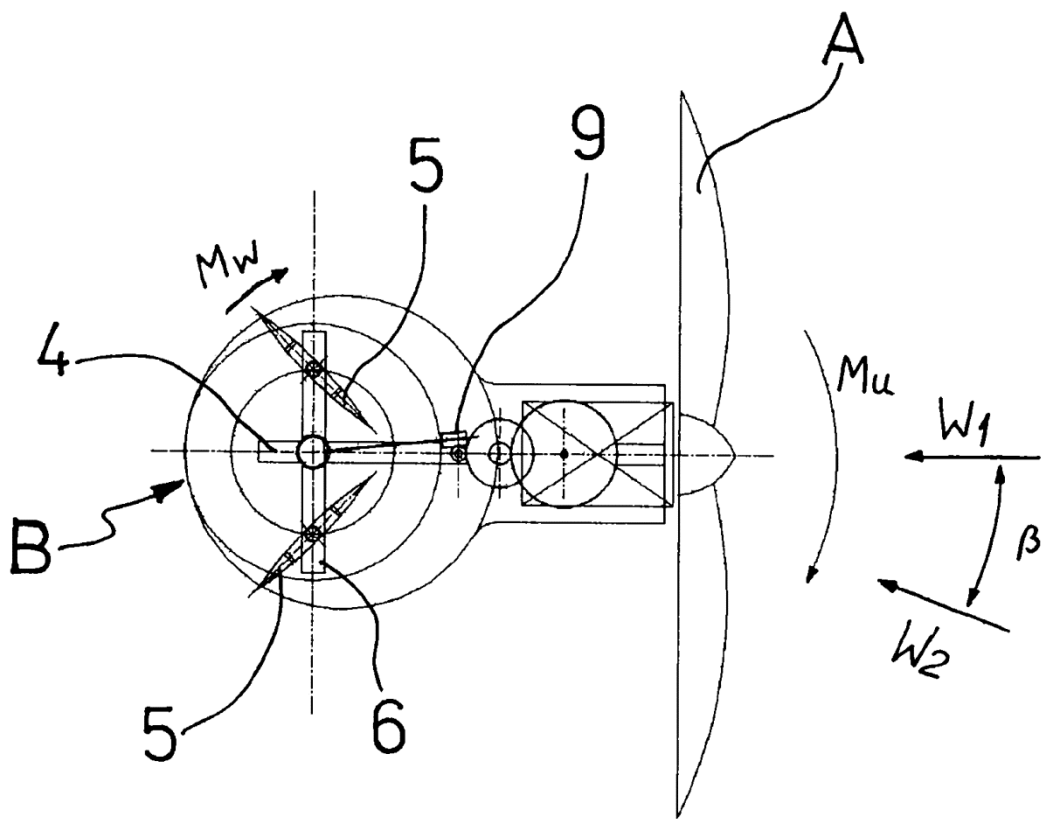
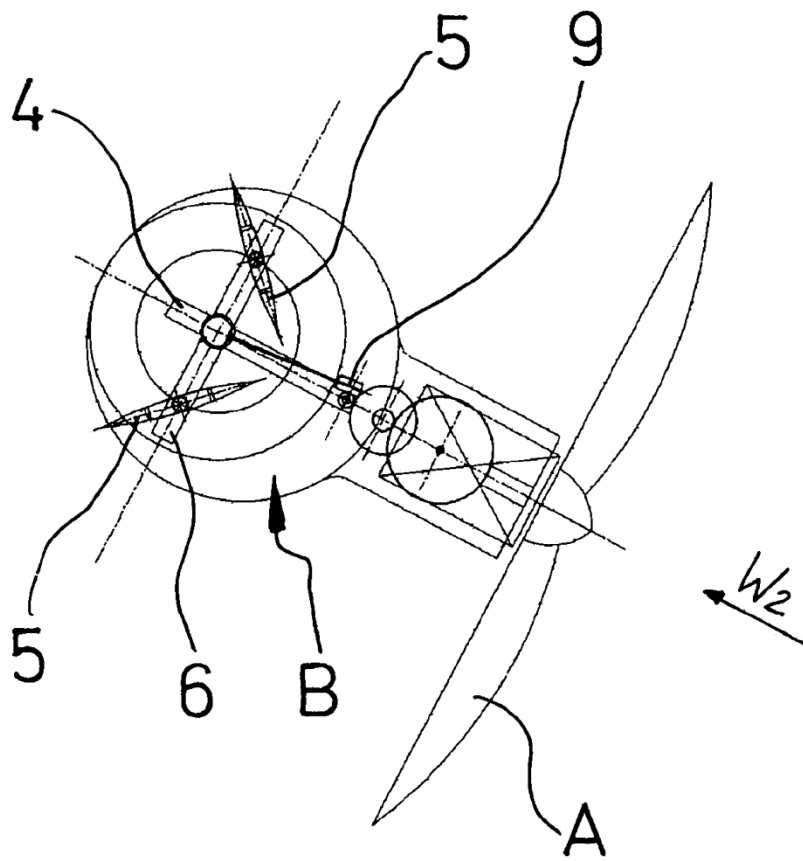


Fig.2 a

**Fig.2 b**

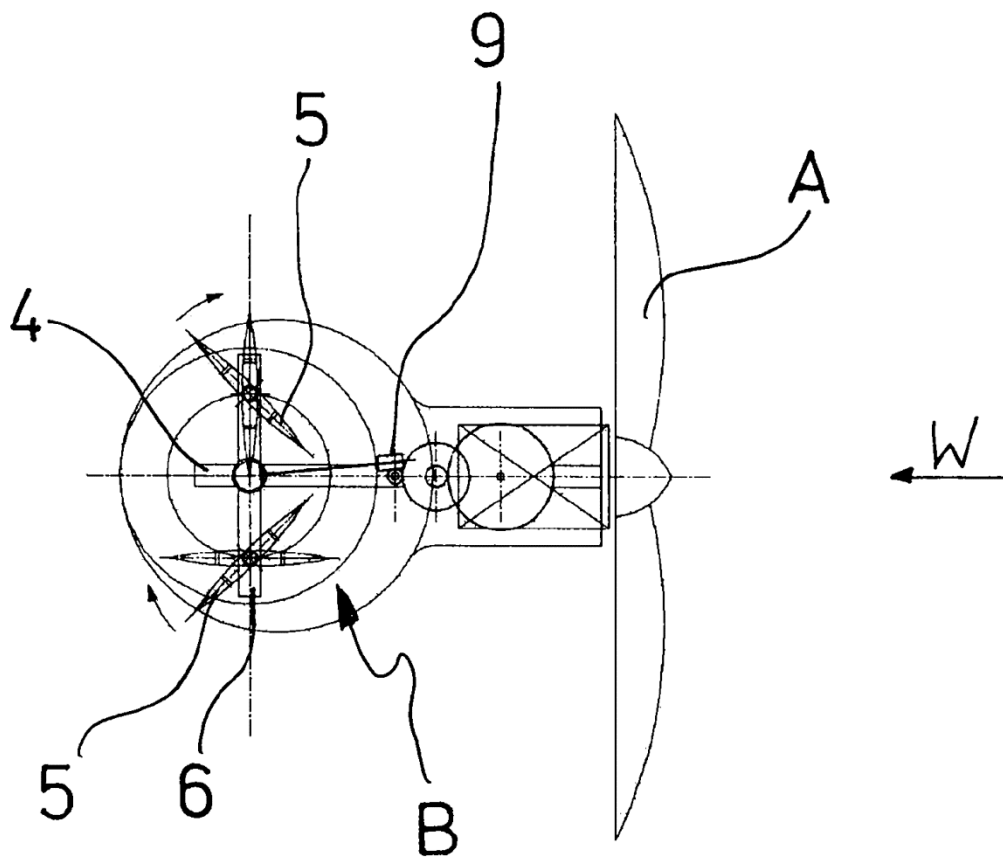


Fig.3 a

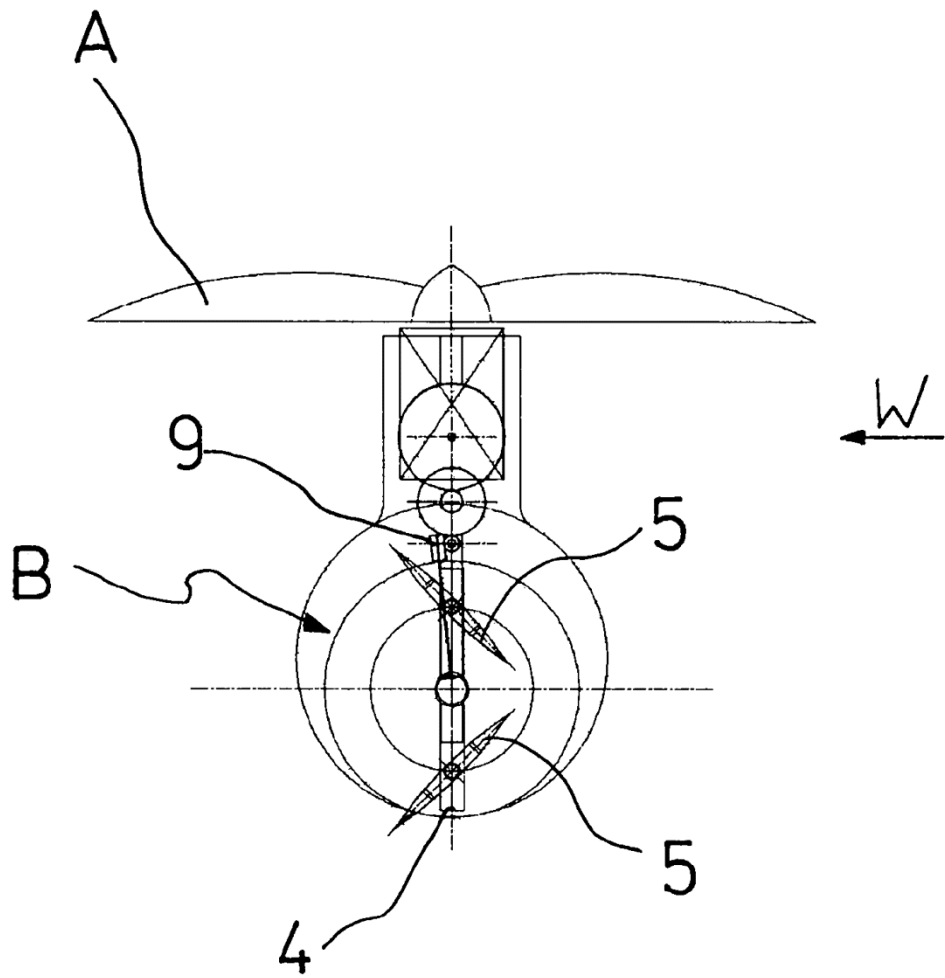


Fig.3 b

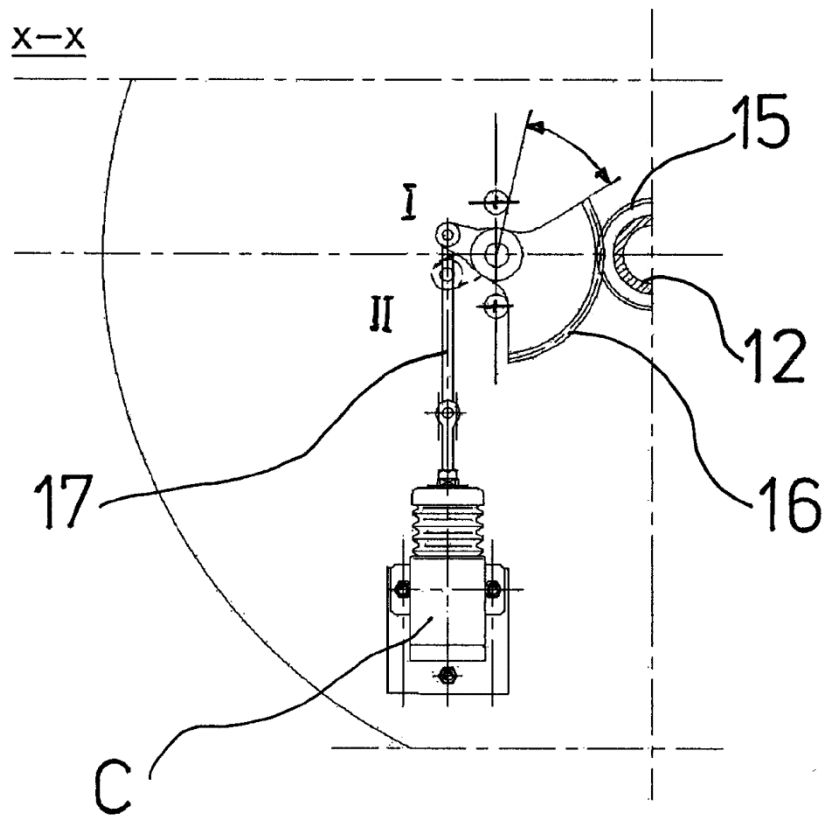
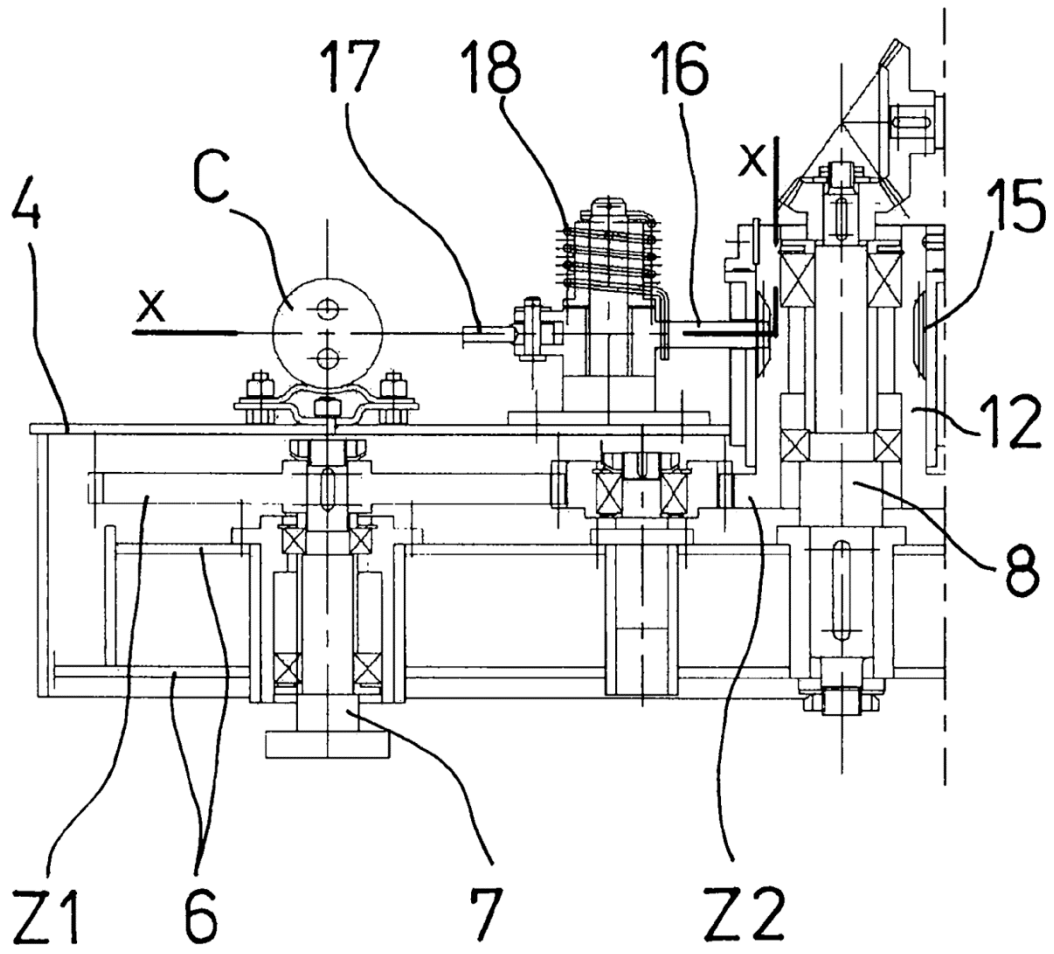


Fig. 4

**Fig.5**