



Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 30.XI.1966 (P 117 704)

Pierwszeństwo: 07.III.1966 Niemiecka
Republika
Demokratyczna

Opublikowano: 28.II.1970

Kl. 65 f¹, 3

MKP B 63 h

93/24

UKD

Twórca wynalazku: mgr inż. Klaus Götzen

Właściciel patentu: Institut für Schiffbautechnik, Wolgast (Niemiecka
Republika Demokratyczna)

Układ do równoległej pracy trójfazowych prądnic z trójfazową
maszyną, napędzającą wał statku

1

Wynalazek dotyczy układu do równoległej pracy trójfazowych prądnic, z trójfazową maszyną napędzającą wał statku, wyposażonego w przestawialną śrubę. W celu lepszego wykorzystania głównych maszyn i pokładowych generatorów z silnikami wysokoprężnymi w różnych warunkach ruchu statków z przestawialnymi śrubami, łączy się trójfazowe maszyny wału przez przekładnie zębate lub inne z przewodem wału, albo z główną maszyną. Aby liczbę obrotów głównej maszyny, a tym samym i częstotliwość trójfazowej maszyny wału utrzymać w przybliżeniu stałą w czasie manewrowania statkiem, reguluje się szybkość i kierunek ruchu statku tylko przez przestawianie skoku przestawnej śruby.

W znanych rozwiązaniach trójfazowa maszyna wału pracuje jako generator, ogólnie biorąc, tylko na sieć oddzieloną od sieci innych generatorów trójfazowych. Praca równoległa jest możliwa tylko wtedy, gdy nie ma żadnych manewrów maszyną. Przy przestawianiu śruby statku, obciążenie głównych maszyn, a odpowiednio do charakterystyki również i liczba obrotów głównych maszyn, podlega większym wahaniom i przy równoległej pracy prądnicy maszyny wału z innymi prądnicami trójfazowymi, poszczególne prądnice są wtedy nierównomiernie obciążone. W celu uniknięcia przeciążeń, jeżeli spodziewane jest manewrowanie maszynami, wówczas rezygnuje się z równoległej pracy prąd-

2

nic trójfazowych z trójfazową maszyną wału jako generatorem.

Jeżeli trójfazowa maszyna wału ma pracować jako silnik, wówczas jedną prądnicę trójfazową odłącza się od sieci, synchronizuje z trójfazową maszyną wału i włącza równolegle. Dla przejęcia obciążenia trzeba za pomocą regulatora liczby obrotów zwiększać liczbę obrotów silnika pomocniczego napędzającego prądnicę trójfazową tak długo, aż trójfazowa maszyna wału pobierze konieczną moc elektryczną. Odłączanie sieci pokładowej, konieczne przy pracy trójfazowej maszyny wału jako generatora, powoduje konieczność przełączania szeregu odbiorników na tę lub inną sieć pokładową, zależnie od obciążenia.

Przy przechodzeniu z pracy trójfazowej maszyny wału jako generatora na pracę jako silnika, trzeba stosować szereg przełączeń i nastawiać. Przy wzrastającym obciążeniu sieci pokładowej nie można mocy uwalnianej przy zmniejszaniu poboru mocy maszyny wału pracującej jako silnik, przekazywać do sieci pokładowej. Automatyzowanie urządzenia jest wyjątkowo trudne, gdyż z uwagi na przejście z jednego rodzaju pracy na drugi trzeba stosować wiele połączeń.

Wynalazek ma na celu zmniejszenie obsługi i ilości materiałów oraz uniknięcie omyłkowych manipulacji łączeniowych i wykluczenie przeciążania w przypadku maszyn pracujących równolegle. Zadaniem wynalazku jest opracowanie takiego układu,

który przy równoległej pracy prądnic trójfazowych z trójfazową maszyną wału pracującą zarówno jako silnik jak i jako generator, umożliwiłaby utrzymywanie stałego, nastawionego rozkładu obciążenia, a przy zmianach obciążenia w sieci pokładowej i w urządzeniach do głównego napędu statku zapobiegał przeciążaniu poszczególnych, równolegle pracujących maszyn.

Według wynalazku zadanie to rozwiązano w ten sposób, że sumę czynnej mocy elektrycznej, pobieranej z sieci pokładowej przez odbiorniki, mierzy się w urządzeniu pomiarowym przewidzianym w sieci pokładowej i przetworzone wielkości zmierzone podaje do maszyny matematycznej z przyrządem sterującym, przetwarzania w niej i jako wielkości wyjściowe doprowadza do członów napędowych, umieszczonych przy równolegle pracujących silnikach pomocniczych. Członcy te sterują zasilaniem pomocniczych silników paliwem w zależności od wielkości wyjściowych i tym samym ustalają elektryczną moc czynną, dostarczaną przez trójfazowe generatory.

W ten sposób ustalany jest pobór lub oddawanie czynnej mocy elektrycznej trójfazowej maszyny wału, będący różnicą między sumą czynnej mocy pobranej z sieci pokładowej przez odbiorniki i sumą czynnej mocy dostarczonej do tej sieci przez równolegle pracujące generatory trójfazowe. Przez ustalenie charakterystyki maszyny matematycznej i przyrządu sterującego można w granicach określonych przez maksymalnie dopuszczalne moce dobrać każde przyporządkowanie wartości obciążenia maszyny wału i generatorów trójfazowych.

Aby uprościć rozdzielanie obciążenia i umożliwić przejście w ruchu z pracy trójfazowej maszyny wału jako generatora na pracę jako silnika i odwrotnie, zastosowano człon nastawczy, za pomocą którego można w znany sposób zmieniać w określonych granicach charakterystykę maszyny matematycznej i przyrządu sterującego.

Aby przy dołączaniu i odłączaniu poszczególnych trójfazowych generatorów zachować nastawione w maszynie matematycznej i przyrządzie sterującym przyporządkowanie rozdziału mocy według wynalazku, liczbę równolegle pracujących generatorów trójfazowych podaje się do maszyny matematycznej i przyrządu sterującego w postaci nieciągłych sygnałów. W zależności od nich za pomocą logicznego łączenia oraz bramek, przez włączanie dobranych członów przenoszących zmienia się współczynnik przenoszenia maszyny matematycznej i przyrządu sterującego tak, że nastawione przyporządkowanie rozdziału obciążenia pozostaje niezmiennie lub zostaje przesunięte w korzystny sposób.

Jako członcy napędowe korzystnie jest stosować elektrohydrauliczne serworegulatory o hydraulicznych cylindrach roboczych i suwaki sterujące, uruchamiane za pomocą członów nastawczych. Ruch nastawiania członów napędowych jest przenoszony na listwy sterujące pomp wtryskowych paliwa, przy czym w kierunku na małe napełnienie listwy sterujące są przestawiane działaniem człon napędowego, a w kierunku na duże napełnienie przez docisk do członu napędowego za pomocą spręży-

ny. Dzięki temu regulator liczby obrotów silników pomocniczych, działający jako regulator granicznej liczby obrotów, może reagować przy przekraczaniu nastawionej granicznej liczby obrotów i odpowiednio sterować dawkowaniem paliwa.

Aby uniknąć dłuższego przeciążania silników pomocniczych zamontowano odłączniki ograniczniki, które ograniczają zakres nastawiania listwy sterującej pompy wtryskowej przy pracy urządzenia z układem według wynalazku do wartości niższych od wartości maksymalnej, a po ich odłączeniu umożliwia się pełny suw dźwigni napełniania.

Układ według wynalazku umożliwia równoległą pracę trójfazowej maszyny wału jako generatora i jako silnika z siecią pokładową we wszystkich warunkach ruchu. Nastawiony rozkład obciążenia zostaje utrzymany nawet przy nagłych nawrotach. Wahania mocy w sieci pokładowej są wyrównywane przez generatory trójfazowe, a po wykorzystaniu ich pełnej mocy — przez trójfazową maszynę wału. Przeciążenia są wyeliminowane, a automatyzowanie układu zasilania statku w energię elektryczną jest stosunkowo łatwe i unika się zbędnych połączeń.

Wynalazek przedstawiony jest na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat całego układu, fig. 2 wykres mocy, a fig. 3 schemat człon napędowego.

Główne maszyny 1, 2 poprzez sprzęgła 3, 4 oraz przekładnię 5 napędzają przestawialną śrubę 6 i trójfazową maszynę wałową 7. Jeżeli trójfazowa maszyna 7 pracuje jako generator, to przez zamknięty łącznik 8 zasilają pokładową sieć 9. Sieć tę zasilają również trójfazowe generatory 10, 11, 12 przez łączniki 13, 14 i 15, przy czym liczbę tych generatorów dobiera się w zależności od poboru mocy przez odbiorniki. Generatory 10, 11 i 12 są napędzane przez pomocnicze silniki 16, 17 i 18.

Czynna moc elektryczna, doprowadzana z sieci 9 do odbiorników, jest mierzona w urządzeniu pomiarowym 19, korzystnie w generatorze Halla, a wielkość mierzona jest po przetworzeniu doprowadzana do maszyny matematycznej z przyrządem sterującym 20. W maszynie tej z przyrządem sterującym 20 doprowadzona wielkość, za pomocą znanych połączeń i elementów składowych, stosowanych w technice maszyn matematycznych i sterowania, jest przerabiana, wzmacniana i kierowana dalej do członów napędowych 21, 22, 23.

Członcy te sterują pompami wtryskowymi 24, 25, 26, a tym samym i regulują ilość paliwa dostarczanego do cylindrów silników, określając w ten sposób wielkość momentu obrotowego silników, moc silników i czynną moc elektryczną, oddawaną przez generatory trójfazowe 10, 11, 12 do sieci 9. Z drugiej strony, całkowita czynna moc elektryczna sieci 9, oddawana przez wszystkie generatory 10, 11 i 12 oraz przez trójfazową maszynę wałową 7, mierzona przez urządzenie pomiarowe 19, jest również określana przez pobór mocy odbiorników, zasilanych z tej sieci. Różnica między czynną mocą zapotrzebowaną przez odbiorniki i dostarczaną przez trójfazowe generatory 10, 11, 12 daje moc elektryczną trójfazowej maszyny wałowej 7.

Jeżeli czynna moc dostarczona przez generatory 10, 11, 12 jest mniejsza niż czynna moc pobierana przez odbiorniki, wówczas trójfazowa maszyna wałowa 7 pracuje jako generator i dostarcza różnicę mocy do sieci pokładowej.

Gdy zaś czynna moc dostarczana przez generatory 10, 11, 12 jest większa od pobieranej przez odbiorniki, wtedy trójfazowa maszyna wałowa 7 musi przyjąć różnicę mocy i pracować jako silnik. Wielkość czynnej mocy maszyny wałowej 7 oraz przejście z pracy jako generatora na pracę jako silnika i odwrotnie, nastawia się przez przestawianie charakterystyki sterowania maszyny matematycznej z przyrządem sterującym 20 za pomocą nastawczego członka 27 w granicach określonych przez dopuszczalne obciążenia pomocniczych silników 16, 17 i 18 maszyny wałowej 7.

Na wykresie przedstawionym na fig. 2 na osi odciętych podano sumę czynnej mocy elektrycznej P_{el1} odbiorników, a na osi rzędnych czynną moc elektryczną P_{el2} dostarczaną przez generatory trójfazowe 10, 11, 12. Jeżeli człon nastawczy 27 jest tak nastawiony, że pobierana czynna moc P_{el1} jest dostarczana przez generatory 10, 11, 12, wówczas linia charakterystyki sterowania przechodzi pod kątem 45° przez początek układu.

Jeżeli zaś wielkości regulowane przez człony napędowe 21, 22, 23 są przez człon nastawczy 27 podwyższane o pewną stałą wielkość wówczas linia charakterystyki sterowania przesuwana się równolegle ku górze. Czynna moc dostarczana przez generatory 10, 11, 12 staje się większa niż moc pobierana i trójfazowa maszyna wałowa 7 pracuje jako silnik.

Górną granicę przesuwania linii charakterystyki sterowania osiąga się wtedy, gdy czynna moc dostarczana przez generatory 10, 11, 12 jest większa od mocy czynnej pobieranej przez odbiorniki o pobór znamionowej mocy P_{zn2} trójfazowej maszyny wałowej 7, pracującej jako silnik. Jeżeli wielkości nastawiane, oddawane przez człony napędowe 21, 22, 23, zostają zmniejszone o pewną stałą wielkość, wówczas linia charakterystyki zostaje przesunięta na dół i trójfazowe generatory 10, 11, 12 dostarczają czynną moc mniejszą od pobieranej przez odbiorniki.

Trójfazowa maszyna wałowa 7 pracuje wtedy jako generator i dostarcza czynną moc elektryczną do sieci pokładowej 9. Dolną granicę przesuwania linii charakterystyki P_{zn2} sterowania osiąga się wtedy, gdy maszyna wałowa 7, pracująca jako generator, pracuje z mocą znamionową. Suma mocy znamionowych ΣP_{el2} pracujących równolegle generatorów 10, 11, 12 stanowi górną granicę pola charakterystyki.

Jeżeli czynna moc pobierana z sieci pokładowej 9 przez odbiorniki jest stosunkowo niewielka, wówczas uruchamia się tylko część agregatów pokładowych, składających się z generatorów trójfazowych 10, 11, 12 i pomocniczych silników 16, 17, 18. Aby zapewnić rozkład obciążeń nastawiony na człon nastawczy 27, należy tak wyregulować układ, aby będące w ruchu agregaty przejęły taki udział obciążenia, jaki miały agregaty zatrzymane. Uży-

skuje się to przez zwiększanie wielkości nastawienia przekazywanych przez napędowe człony 21, 22, 23.

Zmiany tych wielkości są dokonywane w zależności od sygnałów podawanych przez pomocnicze styki łączników 13, 14, 15 do maszyny matematycznej z przyrządem sterującym 20. Za pomocą znanych, cyfrowo połączonych, logicznych elementów składowych bramek, sygnały te powodują włączenie lub wyłączenie członów mnożących, zmieniając w ten sposób współczynnik przenoszenia maszyny matematycznej z przyrządem sterującym 20. Jeżeli wszystkie agregaty pokładowe są wyłączone, wówczas tylko trójfazowa maszyna wałowa zasila sieć 9.

Przy równoległej pracy agregatów pokładowych i maszyny wałowej 7 liczba obrotów tej maszyny określa częstotliwość sieci pokładowej 9, a tym samym i liczbę obrotów pomocniczych 16, 17, 18. Regulatory 28, 29, 30 liczby obrotów pomocniczych silników 16, 17 i 18 nastawia się na liczbę obrotów wyższą od odpowiadającej zakresowi pracy dla częstotliwości sieci, które działają jako regulatory granicznej liczby obrotów. W normalnych okolicznościach nie działają one i napełnianie za pomocą pomp wtryskowych 24, 25, 26 jest regulowane całkowicie przez napędowe człony 21, 22, 23.

Jeżeli przez otwarcie łącznika 8 przewidziane zostanie połączenie między siecią pokładową 9, trójfazową maszyną wałową 7 i głównymi maszynami 1, 2, wówczas utrzymywanie stałej częstotliwości sieci nie może się odbywać przez maszynę wałową 7 od regulatorów głównych maszyn 1, 2. Cyfrowe sterowanie w maszynie matematycznej z przyrządem sterującym 20, po wyzwoleniu przez otwarcie pomocniczego styku łącznika 8, nastawia napędowe człony 21, 22, 23 na największe napełnienie. Dzięki temu liczba obrotów pomocniczych silników 16, 17, 18 ulega zwiększeniu i regulatory 28, 29, 30 liczby obrotów, przez zmienianie napełniania na pompach wtryskowych 24, 25, 26, przejmują regulowanie liczby obrotów.

W celu zapewnienia krótkich czasów nastawiania i uzyskania niskich stałych czasowych sterowania, do napędowych członów 21, 22, 23 zastosowano w układzie według wynalazku serwo sterowanie elektrohydrauliczne, jak to uwidoczniło na fig. 3 w odniesieniu do członka 21. Serwo sterowanie to składa się z hydraulicznego cylindra roboczego 31, suwaka sterującego 32, elektrycznego członka nastawczego 33, elektrycznego wzmacniacza 34, kwi townika 35 napędzanego przez roboczy cylinder 31 oraz zestawu pompowego 36, niezbędnego do wytwarzania koniecznego przepływu oleju pod zwiększonym ciśnieniem.

Zawór 37 służy do utrzymywania stałego ciśnienia w przewodzie olejowym i do przelewania nadwyżki oleju w celu uruchamiania cylindra roboczego 31 przez zawór przeciwpłynny 38 do zbiornika 39.

W wzmacniaczu 34 wielkość nadchodząca z maszyny matematycznej z przyrządem sterującym 20 jest jako wartość zadana porównywana z wielkością elektryczną przekazywaną przez kwitownik 35,

to jest z wartością rzeczywistą. Jeżeli te dwie wartości nie są zgodne, wówczas człon nastawczy 33 zostaje wychylony, co powoduje przesunięcie suwaka sterującego 32 z położenia środkowego w lewo lub w prawo, a to z kolei powoduje skierowanie oleju pod ciśnieniem na lewą lub prawą stronę tłoka roboczego cylindra 31.

Spowodowany w ten sposób suw tłoka w cylindrze 31 za pomocą kwitownika 35 powoduje uzgodnienie wartości zadanej z wartością rzeczywistą we wzmacniaczu 34. Elektryczny człon nastawczy 33 i suwak sterujący 32 zostają wprowadzone w położenie środkowe, dopływ i odpływ sprężonego oleju do i od cylindra roboczego 31 zostaje przerwany, a tłok w tym cylindrze unieruchomiony.

W celu oddziaływania na napełnienie pomocniczego silnika 16 tłok w roboczym cylindrze 31 jest połączony mechanicznie z zabierakiem 40, który dzięki swemu kształtowi przez talerz 41 przesuwając listwę sterującą 42 pompy wtryskowej 24 w kierunku małego napełnienia. W kierunku dużego napełnienia listwa sterująca 42 cofana jest przez sprężynę 43.

Przy zbyt wysokich obrotach napełnienie zmniejsza się za pomocą dźwigni nastawczej 44 regulatora 28 i liczba obrotów zostaje doprowadzona do tej liczby granicznej, jaka jest nastawiona na regulatorze 28. Aby w czasie ciągłej pracy silnik pomocniczy 16 mógł być w pełni obciążony i aby jednocześnie uniknąć przeciążenia przy pracy urządzenia z układem według wynalazku, w pokrywce 45 roboczego cylindra 31 jest umieszczony regulowany tłok oporowy 46.

Gdy na tłok oporowy 46 działa po lewej stronie, pełne ciśnienie pompy, wówczas przesuwają się on w prawo i ogranicza suw tłoka w cylindrze roboczym 31 do położenia odpowiadającego dawkowaniu paliwa dla mocy znamionowej, niższej od mocy maksymalnej silnika. Zawór magnetyczny 47, znajdujący się w układzie hydraulicznym służy do włączania i wyłączania hydraulicznego człona napędowego 21.

Zawór 47 uruchamiany jest za pomocą przewodu elektrycznego 48, łączącego go z maszyną matematyczną z przyrządem sterującym 20. Uruchomienie zaworu 47 powoduje połączenie przewodów olejowych prowadzących do suwaka sterującego 32 oraz do przestrzeni pod pokrywą 45 z przewodem prowadzącym do zbiornika oleju 39, co powoduje zlew oleju z tych przewodów do zbiornika 39 i spadek ciśnienia oleju w połączonych z nimi mechanizmach.

W takim przypadku sprężyna powrotna 49, umieszczona w cylindrze roboczym 31 powoduje przesunięcie tłoka tego cylindra do tłoka oporowego 46 i następnie, wobec braku ciśnienia oleju w przestrzeni między pokrywą 45 a tłokiem 46, przesuwa tłok cylindra 31 wraz z tłokiem oporowym 46 w

skrajne lewe położenie. W tym położeniu tłoka oporowego 46 i tłoka cylindra 31 listwa sterująca 42 pompy wtryskowej może być przez regulator 28 liczby obrotów przesuwana poza dawkowanie mocy znamionowej, aż do uzyskania mocy na granicy dymienia lub mocy maksymalnej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do równoległej pracy trójfazowych prądnic z trójfazową maszyną, napędzającą wał statku, wyposażonego w przestawialną śrubę, **znamienny tym**, że posiada urządzenie pomiarowe (19), mierzące sumę mocy czynnej, pobieranej przez odbiorniki z sieci pokładowej (9) oraz maszynę matematyczną z przyrządem sterującym (20), która przetwarza wielkość zmierzoną przez urządzenie pomiarowe (19) i połączona jest w celu przekazywania odpowiednich sygnałów z członami napędowymi (21, 22, 23), sterującymi napełnieniem silników pomocniczych (16, 17, 18) napędzających równoleglełączone generatory trójfazowe (10, 11, 12).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że posiada człon nastawczy (27), przeznaczony do zmiany charakterystyki maszyny matematycznej z przyrządem sterującym (20).

3. Układ według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że maszyna matematyczna z przyrządem sterującym (20) posiada cyfrowo połączone człony nastawcze (33), które w zależności od nieciągłych sygnałów określających liczbę równoległe pracujących trójfazowych generatorów (10, 11, 12) zmieniają współczynnik przenoszenia maszyny matematycznej z przyrządem sterującym (20) tak, iż przy dołączeniu lub odłączaniu poszczególnych generatorów (10, 11, 12) nastawione przyporządkowanie rozdziału obciążenia pozostaje w granicach ustalonych lub zostaje przesunięte w korzystny sposób.

4. Układ według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że zawiera człony napędowe (21, 22, 23), wykonane w postaci elektrohydraulicznych urządzeń sterujących z hydraulicznym cylindrem roboczym (31) i suwakami sterującymi (32), uruchomianymi przez elektryczne człony nastawcze (33).

5. Układ według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że człony napędowe (21, 22, 23) połączone są z listwami sterującymi (42), które w kierunku małego napełniania są przesuwane przez zabieraki (40), a w kierunku dużego napełniania przez sprężynę (43).

6. Układ według zastrz. 1 i 4, **znamienny tym**, że zawiera jeden lub kilka, dających się odłączać, tłoków oporowych (46), które ograniczają zakres nastawiania listw sterujących (42) pomp wtryskowych przy pracy członów napędowych (21, 22, 23) do wielkości dawkowania paliwa, odpowiadającej mocy niższej od mocy maksymalnej.

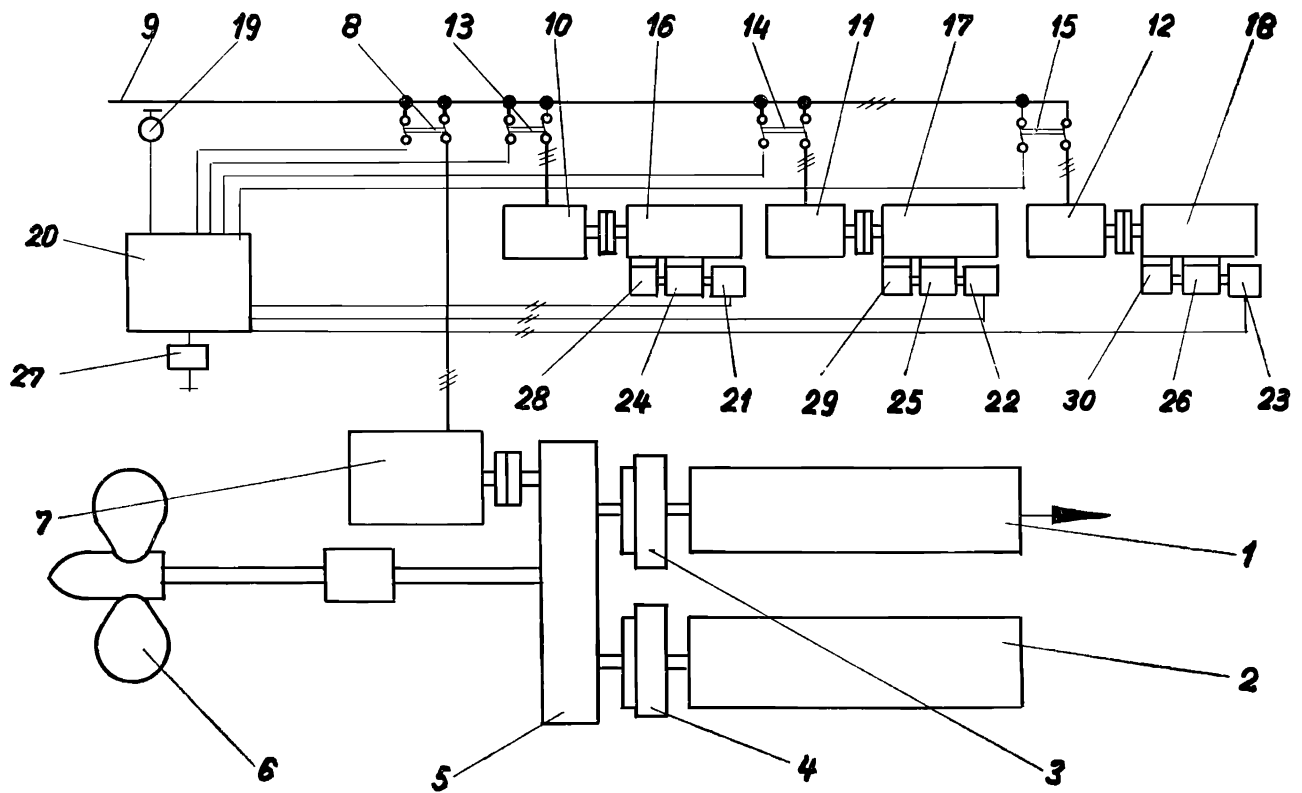


Fig. 1

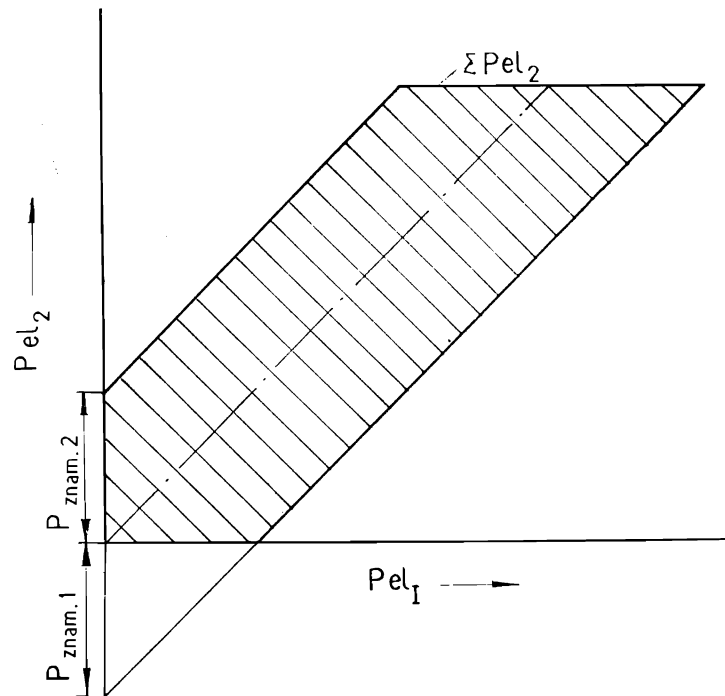
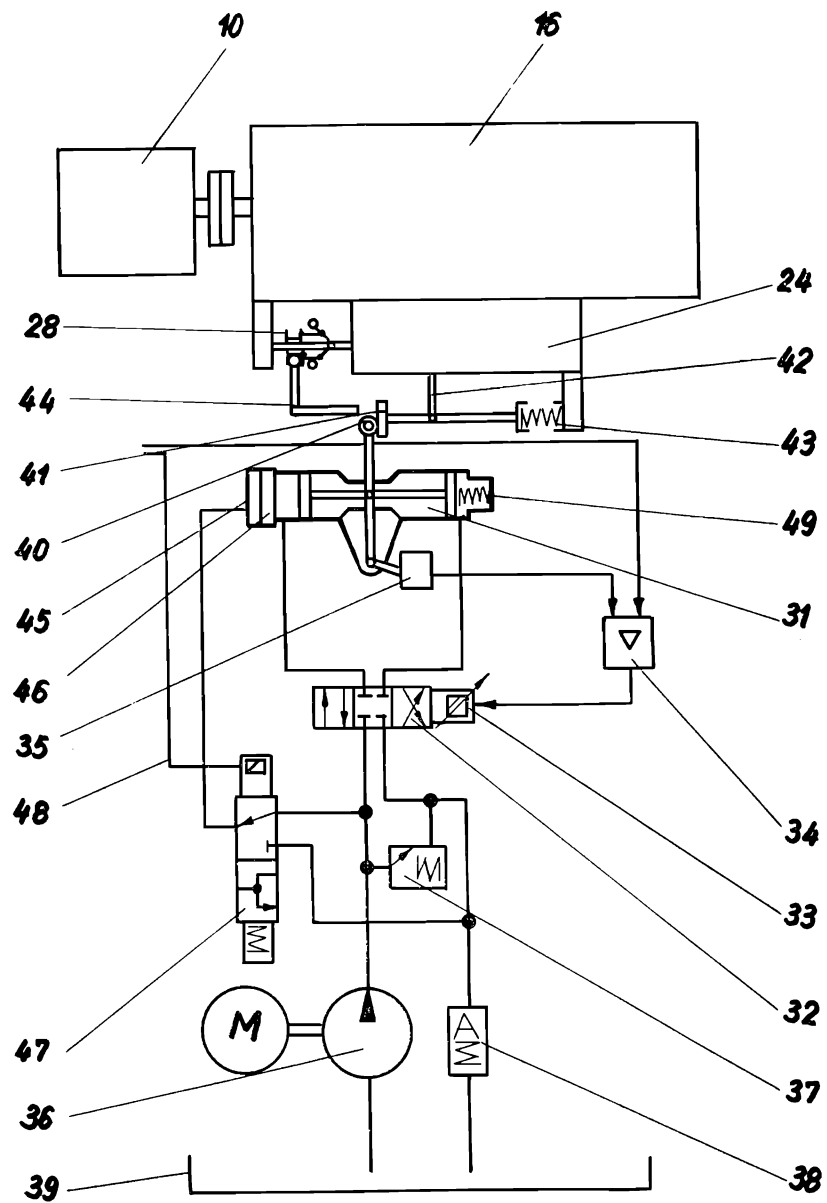


Fig. 2

*Fig. 3*