

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 249810 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **443319**

(22) Data zgłoszenia: **2022.12.27**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.07.01 BUP 27/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2026.06.22 WUP 25/2026**

(51) MKP:

F15B 11/02 (2006.01)

F15B 3/00 (2006.01)

F15B 21/02 (2006.01)

F15B 13/00 (2006.01)

F04D 15/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

TOMASZ SIWULSKI, Legnica, PL

MICHAŁ KALISZUK, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

Sposób sterowania siłownikiem hydraulicznym

PL 249810 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób sterowania siłownikiem hydraulicznym, który obciążany jest siłą działającą na kierunku ruchu tłoczyska, przy jednoczesnym ograniczeniu poboru energii z hydraulicznego układu zasilania.

Znane i powszechnie stosowane są układy zasilania siłowników hydraulicznych, oparte na zasadzie połączenia jednej z komór siłownika ze źródłem cieczy, na przykład z pompą, przy jednoczesnym umożliwieniu wypływu cieczy z drugiej komory, poprzez połączenie jej na przykład ze zbiornikiem cieczy. Realizuje się w ten sposób ruch wsuwu lub wysuwu siłownika, dokonując jedynie zamiany połączeń w układzie zaworów, to jest w trakcie wysuwu komora podtłokowa jest zasilana cieczą, a z komory tłoczyskowej ciecz jest odprowadzana, a w przypadku wsuwu siłownika komora tłoczyskowa jest zasilana cieczą, a odprowadzana jest ciecz z komory podtłokowej. Systemy te działają prawidłowo, jeśli obciążenie zewnętrzne przeciwdziała ruchowi siłownika, gdyż wtedy energia cieczy jest przesyłana z pompy do siłownika, w którym zamienia się ją na energię mechaniczną ruchu. Jednakże, jeśli siłownik jest obciążony siłą zewnętrzną zgodną z ruchem siłownika, wtedy następuje zmiana jego funkcji, gdyż siłownik spożytkowuje energię mechaniczną i zamienia ją na energię hydrauliczną. Wykorzystuje się to w przypadku siłowników nurnikowych, gdzie ich wsunięcie wymaga oddziaływania siły zewnętrznej. W przypadku konieczności sterowania prędkością ruchu, fakt zamiany funkcji siłownika również ma istotne znaczenie. W przypadku siłownika obciążonego siłą przeciwdziałającą ruchowi, uzyskiwana prędkość wysuwu zależy od natężenia przepływu strumienia cieczy doprowadzonego do siłownika. Parametr ten wpływa na prędkość siłownika obciążonego siłą zewnętrzną zgodną z ruchem siłownika tylko w przypadku, gdy opory w linii zlewnej siłownika są na tyle duże, że układ zasilania hydraulicznego musi uzupełnić brakującą część energii (energia zewnętrznej siły obciążającej jest zbyt mała) aby uzyskać prędkość ruchu wprost zależną od wielkości natężenia przepływu doprowadzonego do siłownika. W rezultacie, w powszechnie stosowanych układach doprowadza się do sztucznego zwiększenia obciążenia, a co za tym idzie konsumpcji energii, aby ruchy siłownika w obu kierunkach i niezależnie od zwrotu siły obciążającej siłownik nie wpływały na uzyskiwaną prędkość ruchu, co jest niekorzystne energetycznie i prowadzi do strat energii, zarówno wynikającej z obciążenia siłownika jak i dostarczanej przez hydrostatyczny układ zasilania.

Celem rozwiązania według wynalazku jest rozwiązanie powyższego energetycznie niekorzystnego stanu.

Sposób sterowania siłownikiem hydraulicznym, **według wynalazku charakteryzuje się tym**, iż w trakcie ruchu tłoczyska siłownika obciążonego siłą zewnętrzną zgodną z kierunkiem ruchu tłoczyska, w pierwszej kolejności do posuwu tłoczyska wykorzystuje się energię mechaniczną siły zewnętrznej oddziałującej na tłoczysko siłownika, przy czym brakującą ilość energii, której brakuje do uzyskania pożądanej prędkości ruchu tłoczyska siłownika, jako energię do powyższej energii mechanicznej uzupełniającą, pozyskuje się z hydraulicznego układu zasilania siłownika hydraulicznego, w którego linię hydrauliczną, którą zasila się napelnianą czynnikiem hydraulicznym komorę siłownika, wpięty jest zawór proporcjonalny, poprzez który odprowadza się nadmiar czynnika hydraulicznego, który w napelnianej komorze siłownika skutkowałby osiągnięciem prędkości siłownika większej od pożądanej oraz wytwarzałby nadmiar energii z energii wytwarzanej przez źródło pompowe układu zasilania siłownika.

Korzystnie, napelnianą komorę stanowi komora podtłokowa.

Korzystnie, napelnianą komorę stanowi komora tłoczyskowa.

Korzystnie, gdy wartość siły zewnętrznej obciążającej tłoczysko jest na tyle wysoka, iż umożliwia osiągnięcie lub przekroczenie żądanej prędkości ruchu tłoczyska, prędkość ruchu tłoczyska reguluje się nastawą zaworu dławiącego, który wpięty jest w linię zlewną opróżnianej komory siłownika, przy pełnym otwarciu zaworu proporcjonalnego.

Korzystnie, identyfikację kierunku oddziaływania i wielkości siły zewnętrznej obciążającej tłoczysko, która umożliwia przesuw tłoczyska siłownika, pozyskuje się z czujnika pomiarowego siły zewnętrznej, która oddziałuje na tłoczysko lub czujnika prędkości chwilowej tłoczyska lub czujnika określającego kierunek ruchu tłoczyska lub czujnika ciśnienia w komorze podtłokowej i komorze tłoczyskowej lub ich dowolną kombinację wzajemną lub z udziałem dodatkowych, mierzonych parametrów.

Rozwiązanie według wynalazku sprawia, iż w trakcie ruchu siłownika obciążonego siłą zewnętrzną zgodną z kierunkiem ruchu, w pierwszej kolejności wykorzystywana jest energia mechaniczna będąca wynikiem oddziaływania siły zewnętrznej, a hydrauliczny układ zasilania jedynie uzupełnia brakującą ilość energii, niezbędnej do uzyskania żądanej prędkości ruchu siłownika.

Przedstawione rozwiązanie dokonuje identyfikacji stanu energetycznego układu, w związku z czym pracować może z siłownikami obciążonymi różnymi wielkościami sił, dostosowując bilans energii do chwilowego zapotrzebowania.

Sposób według wynalazku został bliżej objaśniony w oparciu o rysunek, na którym fig. 1 przedstawia schemat działania rozwiązania w pierwszym przykładzie według wynalazku, fig. 2 – schemat działania rozwiązania w drugim przykładzie według wynalazku, a fig. 3 – schemat działania rozwiązania w trzecim przykładzie według wynalazku.

Przykład 1

Sposób według wynalazku w pierwszym przykładzie realizacji został zaimplementowany do urządzenia, w którym opiera się na umożliwieniu wsunięcia tłoczyska 1a siłownika 1 hydraulicznego obciążonego siłą zewnętrzną F zsuwającą tłoczysko 1a siłownika 1 i zgodną z kierunkiem ruchu x tłoczyska 1a, poprzez umożliwienie uzupełniania cieczy komory 1c tłoczyskowej ze źródła pompowego P, przy jednoczesnym umożliwieniu przepływu nadmiaru cieczy do zbiornika 2 poprzez otwieranie odpływowego zaworu proporcjonalnego 3. Korzystne i odpowiednie otwarcie odpływowego zaworu proporcjonalnego 3 w trakcie ruchu tłoczyska 1a siłownika 1 obciążonego siłą zewnętrzną F zgodną z wykonywanym ruchem w efekcie zmniejsza ciśnienie na linii pompowej 5 przy jednoczesnym umożliwieniu zmiany natężenia przepływu dostarczanego do komory 1c tłoczyskowej siłownika 1, co wprost przekłada się na ilość energii dostarczanej do siłownika 1 ze źródła pompowego P. W efekcie hydrauliczny układ zasilania 4 jest obciążony jedynie w niezbędnym zakresie, umożliwiającym uzyskanie żądanej prędkości ruchu, a co za tym idzie zużywa minimalne ilości energii, a cały ruch wsuwu tłoczyska 1a siłownika 1 odbywa się z wykorzystaniem energii mechanicznej wynikającej z oddziaływania siły zewnętrznej F jedynie uzupełnionej o energię hydrauliczną ze źródła pompowego P. Układ umożliwia sterowanie prędkością ruchu wsuwu tłoczyska 1a, poprzez odpowiednią nastawę zaworu dławiącego 6 na linii zlewnej 7 oraz pełne otwarcie odpływowego zaworu proporcjonalnego 3 w przypadku, gdy siła zewnętrzna F obciążająca jest na tyle duża, iż umożliwia osiągnięcie lub przekroczenie żądanej prędkości ruchu tłoczyska 1a. Identyfikację stanu układu, w którym oddziaływanie siły zewnętrznej F umożliwia wsunięcie tłoczyska 1a siłownika 1, można przeprowadzić korzystając z sygnału pomiarowego 9 samej siły zewnętrznej F, sygnału pomiarowego 10 prędkości oraz kierunku przemieszczania się tłoczyska 1a oraz poprzez sygnał pomiarowy 11 ciśnienia w komorze 1b podtłokowej i sygnał pomiarowy 12 ciśnienia w komorze 1c tłoczyskowej niezależnie lub łącznie. W oparciu o wielkości mierzone system sterowania 8 i określa, czy siłownik 1 ma możliwość wsunięcia się pod wpływem siły zewnętrznej F, i jeśli przypadek taki zaistnieje, za pomocą sygnału sterującego 13 otwiera odpływowy zawór proporcjonalny 3 umożliwiając pracę urządzenia w opisany wyżej sposób. Identyfikację kierunku oddziaływania i wielkości siły zewnętrznej F obciążającej tłoczysko 1a, która umożliwia przesuw tłoczyska 1a siłownika 1, pozyskuje się z czujnika pomiarowego siły zewnętrznej F, która oddziałuje na tłoczysko 1a lub czujnika prędkości chwilowej tłoczyska 1a lub czujnika określającego kierunek ruchu tłoczyska 1a lub czujnika ciśnienia w komorze 1b podtłokowej i komorze 1c tłoczyskowej lub ich dowolną kombinację wzajemną lub z udziałem dodatkowych, mierzonych parametrów.

Przykład 2

Sposób według wynalazku w przykładzie realizacji drugim został zaimplementowany do urządzenia obciążonego siłą zewnętrzną F wysuwającą tłoczysko 1a siłownika 1 hydraulicznego, w którym opiera się na umożliwieniu wysunięcia tłoczyska 1a siłownika 1 obciążonego siłą zewnętrzną F wysuwającą tłoczysko 1a siłownika 1 i zgodną z kierunkiem ruchu x, poprzez umożliwienie uzupełniania cieczy komory 1b podtłokowej ze źródła pompowego P, przy jednoczesnym umożliwieniu przepływu nadmiaru cieczy do zbiornika 2 poprzez otwieranie odpływowego zaworu proporcjonalnego 3. Korzystne i odpowiednie otwarcie odpływowego zaworu proporcjonalnego 3 w trakcie ruchu tłoczyska 1a siłownika 1 obciążonego siłą zewnętrzną F zgodną z wykonywanym ruchem, w efekcie zmniejsza ciśnienie na linii pompowej 5 przy jednoczesnym umożliwieniu zmiany natężenia przepływu dostarczanego do komory 1b podtłokowej siłownika 1, co wprost przekłada się na ilość energii dostarczanej do siłownika 1 ze źródła pompowego P. W efekcie hydrauliczny układ zasilania 4 jest obciążony jedynie w niezbędnym zakresie, umożliwiającym uzyskanie żądanej prędkości ruchu, a co za tym idzie zużywa minimalne ilości energii, a cały ruch wysuwu tłoczyska 1a siłownika 1 odbywa się z wykorzystaniem energii mechanicznej wynikającej z oddziaływania siły zewnętrznej F jedynie uzupełnionej o energię hydrauliczną ze źródła pompowego P. Ponadto, układ umożliwia sterowanie prędkością ruchu wysuwu, poprzez odpowiednią

nastawę zaworu dławiącego 6 na linii zlewnej 7 oraz pełne otwarcie odpływowego zaworu proporcjonalnego 3 w przypadku, gdy siła zewnętrzna F obciążająca jest na tyle duża, iż umożliwia osiągnięcie lub przekroczenie żądanej prędkości ruchu. Identyfikację stanu układu, w którym oddziaływanie siły zewnętrznej F umożliwia wysunięcie tłoczyska 1a siłownika 1, można przeprowadzić korzystając z sygnału pomiarowego 9 samej siły zewnętrznej F , sygnału pomiarowego 10 prędkości oraz kierunku przemieszczania się tłoczyska 1a oraz poprzez sygnał pomiarowy 11 ciśnienia w komorze 1b podtłokowej i sygnał pomiarowy ciśnienia 12 z komory 1c tłoczyskowej niezależnie lub łącznie. W oparciu o wielkości mierzone system sterowania 8 określa, czy siłownik 1 ma możliwość wsunięcia się pod wpływem siły zewnętrznej F , i jeśli przypadek taki zaistnieje, za pomocą sygnału sterującego 13 otwiera odpływowy zawór proporcjonalny 3 umożliwiając pracę urządzenia w opisany wyżej sposób. Identyfikację kierunku oddziaływania i wielkości siły zewnętrznej F obciążającej tłoczysko 1a, która umożliwia przesuw tłoczyska 1a siłownika 1, pozyskuje się z czujnika pomiarowego siły zewnętrznej F , która oddziałuje na tłoczysko 1a lub czujnika prędkości chwilowej tłoczyska 1a lub czujnika określającego kierunek ruchu tłoczyska 1a lub czujnika ciśnienia w komorze 1b podtłokowej i komorze 1c tłoczyskowej lub ich dowolną kombinację wzajemną lub z udziałem dodatkowych, mierzonych parametrów.

Przykład 3

Sposób według wynalazku w przykładzie realizacji trzecim został zaimplementowany do urządzenia, w którym siłownik 1 hydrauliczny obciążany jest siłą zewnętrzną F o zmiennych kierunkach w czasie. W tym przypadku siła zewnętrzna F może zarówno wspomagać wsuwanie jak i wysuwanie tłoczyska 1a siłownika 1. Rozwiązanie według niniejszego przykładu realizacji jest zbieżne z przykładami wcześniejszymi z tą różnicą, iż sterowane odpływowe zawory proporcjonalne 3a, 3b, w przypadku znajdowania się po stronie komory 1b podtłokowej, komory 1c tłoczyskowej, z której ciecz jest odprowadzana, mogą pełnić rolę zaworów dławiących kontrolujących prędkość ruchu w przypadku jego wykonywania wyłącznie w wyniku oddziaływania siły zewnętrznej F , analogicznie jak zawory dławiące z odnośnikiem 6 na fig. 1 i 2. W niniejszej aplikacji sposobu uzyskano efekt, w którym niezależnie od kierunku działania siły zewnętrznej F oraz kierunku ruchu tłoczyska 1a, hydrauliczny układ zasilania 4 jest obciążony jedynie w niezbędnym zakresie, umożliwiającym uzyskanie żądanej prędkości ruchu, a co za tym idzie zużywa minimalne ilości energii, a cały ruch tłoczyska 1a siłownika 1 odbywa się z wykorzystaniem energii mechanicznej wynikającej z oddziaływania siły zewnętrznej F jedynie uzupełnionej o energię hydrauliczną ze źródła pompowego P. Identyfikację stanu układu, w którym oddziaływanie siły zewnętrznej F umożliwia ruch tłoczyska 1a siłownika 1, można przeprowadzić korzystając z sygnału pomiarowego 9 samej wartości i zwrotu siły zewnętrznej F , sygnału pomiarowego 10 prędkości oraz kierunku przemieszczania się tłoczyska 1a oraz poprzez sygnał pomiarowy 11 ciśnienia w komorze 1b podtłokowej i sygnał pomiarowy ciśnienia 12 w komorze 1c tłoczyskowej niezależnie lub łącznie. W oparciu o wielkości mierzone system sterowania 8 określa, czy siłownik 1 ma możliwość wykonania ruchu pod wpływem siły zewnętrznej F , i jeśli przypadek taki zaistnieje, za pomocą sygnałów sterujących 13a i 13b otwiera w odpowiednim zakresie odpływowe zawory proporcjonalne 3a i 3b umożliwiając pracę urządzenia w opisany wyżej sposób. Identyfikację kierunku oddziaływania i wielkości siły zewnętrznej F obciążającej tłoczysko 1a, która umożliwia przesuw tłoczyska 1a siłownika 1, pozyskuje się z czujnika pomiarowego siły zewnętrznej F , która oddziałuje na tłoczysko 1a lub czujnika prędkości chwilowej tłoczyska 1a lub czujnika określającego kierunek ruchu tłoczyska 1a lub czujnika ciśnienia w komorze 1b podtłokowej i komorze 1c tłoczyskowej lub ich dowolną kombinację wzajemną lub z udziałem dodatkowych, mierzonych parametrów.

Spis oznaczeń:

- 1 – siłownik hydrauliczny,
- 1a – tłoczysko,
- 1b – komora podtłokowa,
- 1c – komora tłoczyskowa,
- 2 – zbiornik,
- 3, 3a, 3b – zawór proporcjonalny,
- 4 – hydrauliczny układ zasilania,
- 5 – linia pompowa,
- 6 – zawór dławiący,
- 7 – linia zlewna,
- 8 – system sterowania,

- 9 – sygnał pomiarowy siły zewnętrznej F,
- 10 – sygnał pomiarowy prędkości oraz kierunku przemieszczania się tłoczyska 1a
- 11 – sygnał pomiarowy ciśnienia w komorze 1b podtłokowej,
- 12 – sygnał pomiarowy ciśnienia w komorze 1c tłoczkowej,
- 13, 13a, 13b – sygnał sterujący.
- F – siła zewnętrzna,
- P – źródło pompowe.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób sterowania siłownikiem hydraulicznym, **znamienny tym**, że w trakcie ruchu tłoczyska (1a) siłownika (1) obciążonego siłą zewnętrzną (F) zgodną z kierunkiem ruchu tłoczyska (1a), w pierwszej kolejności do posuwu tłoczyska (1a) wykorzystuje się energię mechaniczną siły zewnętrznej (F) oddziałującej na tłoczysko (1a) siłownika (1), przy czym brakującą ilość energii, której brakuje do uzyskania pożądanej prędkości ruchu tłoczyska (1a) siłownika (1), jako energię do powyższej energii mechanicznej uzupełniającą, pozyskuje się z hydraulicznego układu zasilania (4) siłownika (1), w którego linię hydrauliczną, którą zasila się napełnianą czynnikiem hydraulicznym komorę (1b, 1c) siłownika (1), wpięty jest zawór proporcjonalny (3, 3a, 3b), poprzez który odprowadza się nadmiar czynnika hydraulicznego, który w napełnianej komorze (1b, 1c) siłownika (1) wytwarzałby nadmiar objętości cieczy oraz energii z energii wytwarzanej przez źródło pompowe (P) hydraulicznego układu zasilania (4) siłownika (1).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że napełnianą komorę (1b) stanowi komora podtłokowa.
3. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że napełnianą komorę (1c) stanowi komora tłoczkowa.
4. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że gdy wartość siły zewnętrznej obciążającej tłoczysko (1a) jest na tyle wysoka, iż umożliwia osiągnięcie lub przekroczenie żądanej prędkości ruchu tłoczyska (1a), prędkość ruchu tłoczyska (1a) reguluje się nastawą zaworu dławiącego (6), który wpięty jest w linię zlewną (7) opróżnianej komory (1b, 1c) siłownika (1), przy pełnym otwarciu zaworu proporcjonalnego (3, 3a, 3b).
5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że identyfikację kierunku oddziaływania i wielkości siły zewnętrznej (F) obciążającej tłoczysko (1a), która umożliwia przesuw tłoczyska (1a) siłownika (1), pozyskuje się z czujnika pomiarowego siły zewnętrznej, która oddziałuje na tłoczysko (1a) lub czujnika prędkości chwilowej tłoczyska (1a) lub czujnika określającego kierunek ruchu tłoczyska (1a) lub czujnika ciśnienia w komorze (1b) podtłokowej i komorze (1c) tłoczkowej lub ich dowolną kombinację wzajemną lub z udziałem dodatkowych, mierzonych parametrów.

Rysunki

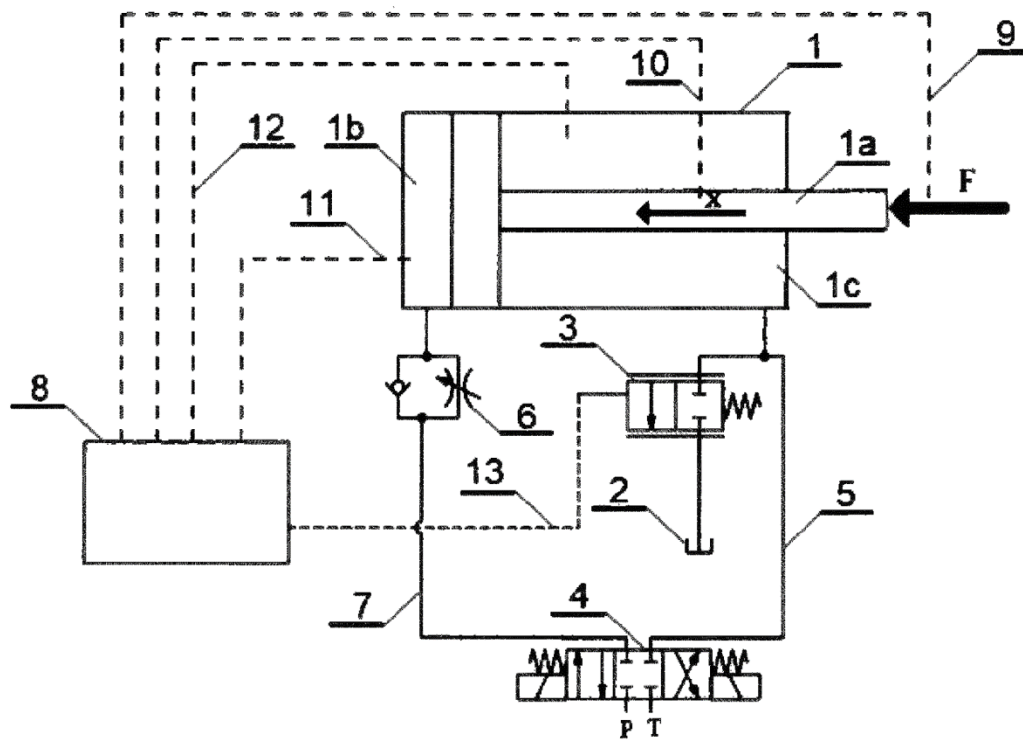


Fig. 1

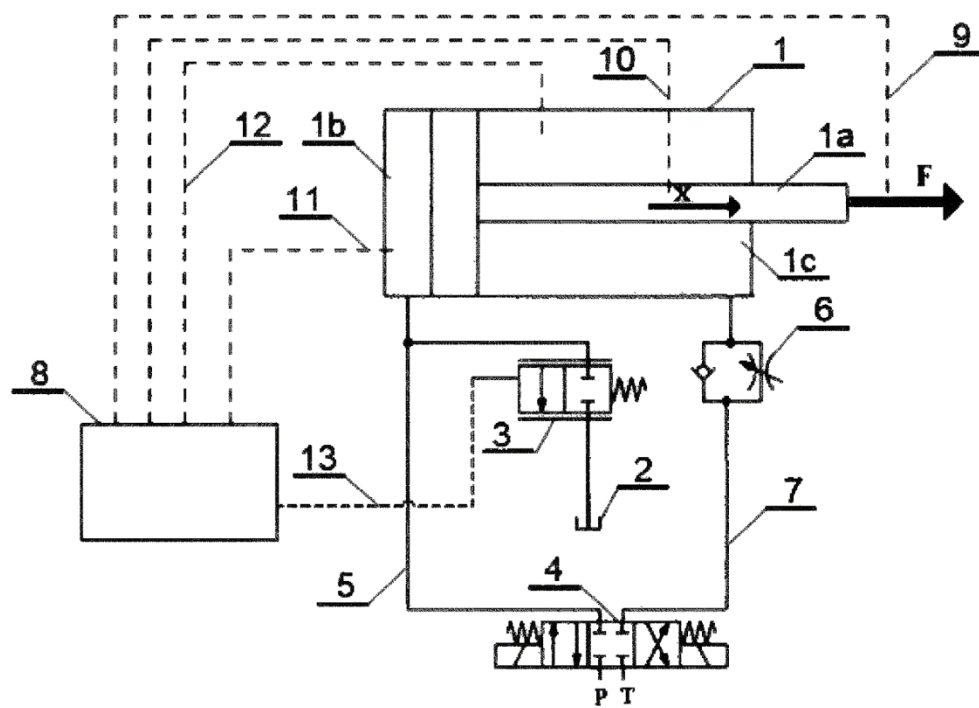


Fig. 2

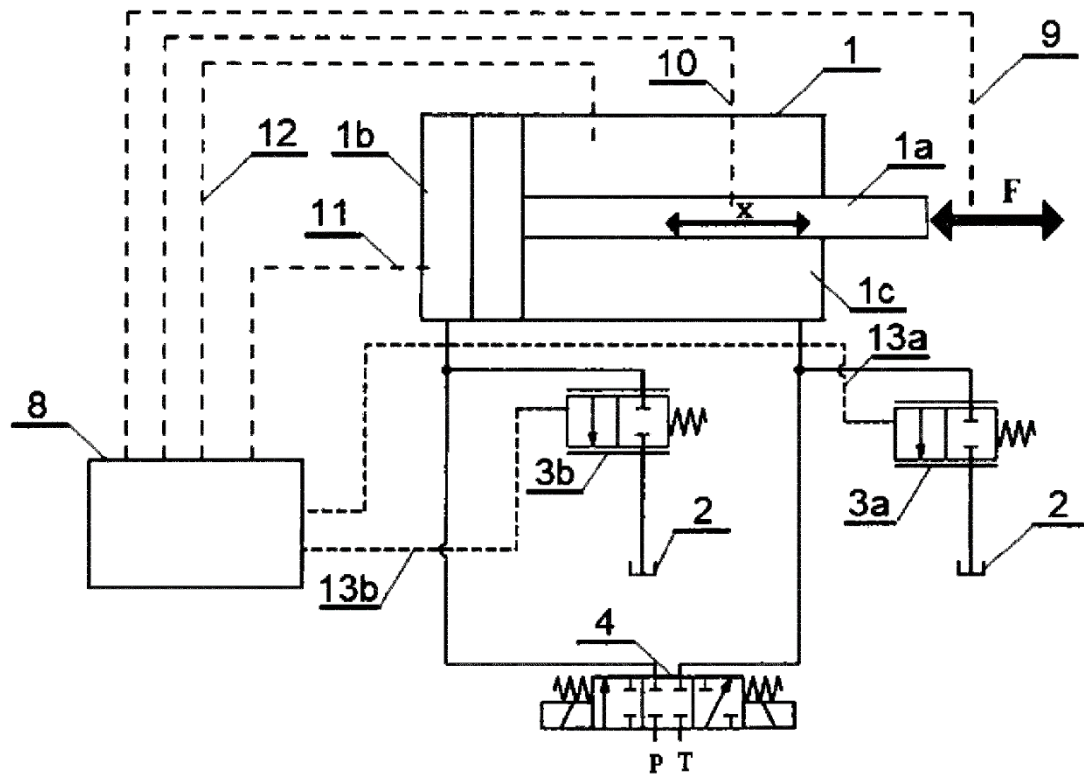


Fig. 3