

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **240501**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432289**

(51) Int.Cl.

**F15B 11/22 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **19.12.2019**

(54) **Układ sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczysk dwóch siłowników pneumatycznych oraz sposób sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczysk dwóch siłowników pneumatycznych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**28.06.2021 BUP 13/21**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**19.04.2022 WUP 16/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA RZESZOWSKA  
IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MARTA ŻYŁKA, Rzeszów, PL  
MARCIN BISKUP, Rzeszów, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Piotr Okarmus**

**PL 240501 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczków dwóch siłowników pneumatycznych oraz sposób sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczków dwóch siłowników pneumatycznych mające zastosowanie zwłaszcza w sprzęcie rehabilitacyjnym.

Ze stanu techniki znane są sposoby sterowania siłownikami poprzez użycie do tego celu regulatora proporcjonalno-całkująco-różniczkującego z odpowiednio dobranymi nastawami, rozdzielacza lub zaworu proporcjonalnego ze sterownikiem zaworu.

W pneumatycznych układach napędowych urządzeń, czy też maszyn, zdarza się, że istotnym jest uzyskanie ruchu dwóch siłowników z równorzędną prędkością. Głównym powodem braku uzyskania tych samych prędkości wysuwu tłoczków dwóch siłowników pracujących równocześnie, są ich różne obciążenia zewnętrzne, a także zróżnicowane opory własne bądź ściśliwość czynnika roboczego. Problem równomiernej pracy – wysuwu bądź wsuwu – dwóch siłowników pneumatycznych, rozwiązywany jest przez stosowanie zaworów proporcjonalnych sterowanych układami elektronicznymi, przy wykorzystaniu układu pomiaru położenia tłoczków siłowników. Zawory te są drogie i złożone w swojej budowie.

Z polskiego opisu patentowego PL 221414 B1 znany jest zawór do sterowania napędów płynowych, zwłaszcza pneumatycznych napędów siłownikowych, zawierający korpus z oknami przepływowymi oraz suwak rozdzielający. Na końcach suwaka są zainstalowane magnesy trwałe, a w korpusie, korzystnie w osi suwaka, są zainstalowane czujniki pola magnetycznego połączone z przetwornikiem A/C układu sterowania.

Znane ze stanu techniki rozwiązania zapewniające współbieżny wysuw tłoczków dwóch siłowników pneumatycznych mają złożoną budowę oraz są drogie i skomplikowane we wdrożeniu co wpływa na ich ograniczone stosowanie zwłaszcza w urządzeniach rehabilitacyjnych.

Układ sterowania prędkością i współbieżnym wysuwaniem tłoczków dwóch siłowników pneumatycznych, zawierający sterownik oraz zawory, według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych, drugi zespół zaworów elektropneumatycznych, pierwszy zespół zaworów dławiąco-zwrotnych oraz drugi zespół zaworów dławiąco-zwrotnych, przy czym zarówno pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych jak i drugi zespół zaworów elektropneumatycznych zawiera co najmniej po cztery dwustanowe zawory elektropneumatyczne, natomiast pierwszy zespół zaworów dławiąco-zwrotnych zawiera zawory dławiąco-zwrotne w liczbie odpowiadającej liczbie dwustanowych zaworów elektropneumatycznych w pierwszym zespole zaworów elektropneumatycznych a drugi zespół zaworów dławiąco-zwrotnych zawiera zawory dławiąco-zwrotne w liczbie odpowiadającej liczbie dwustanowych zaworów elektropneumatycznych w drugim zespole zaworów elektropneumatycznych, ponadto każdemu dwustanowemu zaworowi elektropneumatycznemu z pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych jest przyporządkowany, połączony z nim pneumatycznie, jeden zawór dławiąco zwrotny pierwszego zespołu zaworów dławiąco zwrotnych, a do każdego zaworu elektropneumatycznego drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych jest przypisany połączony z nim pneumatycznie jeden zawór dławiąco-zwrotny drugiego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych, natomiast dwustanowe zawory elektropneumatyczne pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych są połączone pneumatycznie z pierwszym siłownikiem, a dwustanowe zawory elektropneumatyczne drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych są połączone pneumatycznie z drugim siłownikiem, ponadto układ zawiera czujniki wysuwu tłoczków pierwszego siłownika oraz drugiego siłownika.

Korzystnie każdy z zaworów dławiąco-zwrotnych pierwszego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych oraz drugiego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych ma inne dławienie.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeśli układ zawiera elektrozawór sterujący podłączony z jednej strony z pierwszym siłownikiem pneumatycznym oraz z drugim siłownikiem pneumatycznym a z drugiej strony z pierwszym zespołem zaworów dławiąco-zwrotnych oraz z drugim zespołem zaworów dławiąco-zwrotnych.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeżeli zastosowany w układzie elektrozawór sterujący jest zaworem pięciodrożnym, trzypołożeniowym.

Następne korzyści uzyskiwane są, jeżeli czujniki wysuwu tłoczków obejmują pierwszy czujnik potencjometryczny będący potencjometrem obrotowym sprzężonym mechanicznie z tłoczyskiem pierwszego siłownika oraz drugi czujnik potencjometryczny będący potencjometrem obrotowym sprzężonym mechanicznie z tłoczyskiem drugiego siłownika.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli czujniki potencjometryczne układu są podłączone do sterownika.

Kolejne korzyści uzyskuje się, jeśli w torach sygnałowych czujników potencjometrycznych zamontowane są filtry eliminacji zakłóceń.

Następne korzyści uzyskuje się, jeżeli układ ma bajpas pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych oraz pierwszego zespołu zaworów dławiająco-zwrotnych, w postaci pierwszego oddzielnego zaworu dławiająco-zwrotnego, a także bajpas drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych oraz drugiego zespołu zaworów dławiająco-zwrotnych w postaci drugiego oddzielnego zaworu dławiająco-zwrotnego.

Dalsze korzyści uzyskuje się, jeśli układ zawiera czujnik ciśnienia, z analogowym wyjściem napięciowym, podłączony do sterownika.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeżeli jego sterownik jest w postaci mikrokontrolera zawierającego przetwornik A/C.

Następne korzyści uzyskuje się, jeżeli układ zawiera pierwszy moduł mocy oraz drugi moduł mocy przy czym pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych jest sterowany z mikrokontrolera za pośrednictwem pierwszego modułu mocy a drugi zespół zaworów elektropneumatycznych jest sterowany z mikrokontrolera za pośrednictwem drugiego modułu mocy.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeśli dwustanowe zawory elektropneumatyczne pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych oraz drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych układu są sterowane binarnie z mikrokontrolera.

Sposób sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczysek dwóch siłowników pneumatycznych z wykorzystaniem układu, według wynalazku charakteryzuje się tym, że w pierwszym etapie sprawdza się wysuw tłoczyska pierwszego siłownika oraz tłoczyska drugiego siłownika, następnie sprawdza się jaka jest różnica pomiędzy wysuwem tłoczyska pierwszego siłownika a wysuwem tłoczyska drugiego siłownika, po czym na podstawie tej różnicy włącza albo wyłącza się poszczególne zawory elektropneumatyczne pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych oraz drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych regulując prędkość wysuwu tłoczysek pierwszego siłownika oraz drugiego siłownika.

Korzystnie włączanie albo wyłączanie zaworów elektropneumatycznych pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych oraz drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych realizuje się za pomocą mikrokontrolera poprzez podawanie kombinacji binarnej.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli wysuw tłoczyska sprawdza się za pomocą podłączonych do mikrokontrolera czujników potencjometrycznych a bieżącą prędkość wysuwu oblicza się za pomocą kontrolera na podstawie pomiarów wysuwu tłoczysek siłowników w jednostkach czasu.

Rozwiązanie znajduje zastosowanie w przypadku, gdy wymagane jest uzyskanie jednakowej prędkości pracy dwóch siłowników pneumatycznych w mniej wymagających zastosowaniach, takich jak przykładowo sprzęt rehabilitacyjny. Miarą sygnału sterującego są wartości wag poszczególnych bitów bezpośrednio wysyłane na zawory nie są one przetwarzane na postać analogową w celu otrzymania analogowego sygnału sterującego. Charakteryzuje się niewielkim stopniem skomplikowania, wykorzystując zawory dwustanowe oraz odpowiednio wyskalowane zawory dławiająco-zwrotne. Zaletą wynalazku jest prostota konstrukcji układu sterowania, niskie koszty wykonania oraz szybkość reakcji na zmieniające się warunki pracy siłownika – takie jak zakłócenia zewnętrzne – opory własne sterowanego urządzenia, opory tarcia lub ruch wywołany przez pacjenta ćwiczącego na urządzeniu rehabilitacyjnym poruszającym przez te siłowniki.

Układ sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczysek dwóch siłowników pneumatycznych oraz sposób sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczysek dwóch siłowników pneumatycznych, w przykładzie wykonania są bliżej wyjaśnione na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat części elektropneumatycznej układu a fig. 2 – schemat blokowy części elektrycznej.

Układ sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczysek siłowników pneumatycznych w przykładzie wykonania jest zastosowany w urządzeniu rehabilitacyjnym zawierającym pierwszy siłownik 1 pneumatyczny oraz drugi siłownik 2 pneumatyczny. Układ zawiera elektrozawór sterujący 3, pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych 4, drugi zespół zaworów elektropneumatycznych 5, a także pierwszy zespół zaworów dławiająco-zwrotnych 6 oraz drugi zespół zaworów dławiająco-zwrotnych 7, pierwszy czujnik potencjometryczny, 8, drugi czujnik potencjometryczny 9, pierwszy oddzielny zawór dławiająco-zwrotny 10, drugi oddzielny zawór dławiająco-zwrotny 11, mikrokontroler 12, pierwszy moduł mocy 13, drugi moduł mocy 14 oraz czujnik ciśnienia 15. Użyty elektrozawór sterujący 3 jest zaworem

pięciodrożnym, trzypołożeniowym i jest z jednej strony połączony przewodem pneumatycznym z pierwszym siłownikiem 1 pneumatycznym oraz z drugim siłownikiem 2 pneumatycznym. Z drugiej strony elektrozawór sterujący 3 jest podłączony przewodem pneumatycznym do pierwszego zespołu zaworów dławiająco-zwrotnych 6 zawierającego cztery zawory dławiająco-zwrotne. Każdy z zaworów dławiająco-zwrotnych danego zespołu zaworów dławiająco-zwrotnych 6 i 7 ma inne dławienie, wyskalowane rosnąco w odniesieniu do wag bitów, tak że jest ono inne co ustalony krok. Pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych 4 zawiera cztery zawory elektropneumatyczne dwustanowe, a każdy z nich jest połączony pneumatycznie z jednym odpowiadającym mu zaworem dławiająco-zwrotnym pierwszego zespołu zaworów dławiająco-zwrotnych 6. Drugi zespół zaworów elektropneumatycznych 5 również zawiera cztery zawory elektropneumatyczne dwustanowe, a każdy z nich jest połączony pneumatycznie z jednym odpowiadającym mu zaworem dławiająco-zwrotnym drugiego zespołu zaworów dławiająco-zwrotnych 7. Zawory elektropneumatyczne pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych 4 są połączone pneumatycznie z pierwszym siłownikiem 1 pneumatycznym, zaś zawory drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych 5 są połączone pneumatycznie z drugim siłownikiem 2 pneumatycznym. Pierwszy czujnik potencjometryczny 8 stanowi potencjometr obrotowy sprzężony mechanicznie za pomocą przekładni z pierwszym siłownikiem 1 pneumatycznym, zaś drugi czujnik potencjometryczny 9 stanowi potencjometr obrotowy sprzężony mechanicznie z drugim siłownikiem 2 pneumatycznym. Pełny wysuw liniowy tłoczyska danego siłownika 1, 2 pneumatycznego odpowiada pełnemu zakresowi danego czujnika potencjometrycznego 8, 9. Sygnały napięciowe z czujników potencjometrycznych przekazywane są na wejście przetwornika A/C mikrokontrolera 12 pełniącego funkcję sterownika dla całego układu. W torach sygnałowych czujników potencjometrycznych zamontowane są filtry eliminujące zakłócenia. Pierwszy oddzielny zawór dławiająco-zwrotny 10 stanowi bajpas dla pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych 4 oraz pierwszego zespołu zaworów dławiająco-zwrotnych 6. Drugi oddzielny zawór dławiająco-zwrotny 11 stanowi bajpas dla drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych 5 oraz drugiego zespołu zaworów dławiająco-zwrotnych 7. Utworzone przez pierwszy oddzielny zawór dławiająco-zwrotny 10 oraz drugi oddzielny zawór dławiająco-zwrotny 11 bajpasy umożliwiają szybki powrót tłoczysk siłowników 1 i 2 do pozycji wyjściowej. Po zakończonym wysuwie gaz roboczy pomija poprzez te bajpasy zespoły zaworów elektropneumatycznych 4 i 5 oraz zespoły zaworów dławiająco-zwrotnych 6 i 7.

Zespoły zaworów elektropneumatycznych 4 i 5 są sterowane binarnie w taki sposób, że podczas regulacji wysuwu tłoczysk siłowników 1 i 2 sterownik traktuje kolejne zawory elektropneumatyczne danego zespołu zaworów elektropneumatycznych 4 i 5 oraz połączone z nimi przewodami pneumatycznymi odpowiednio wyskalowane zespoły zaworów dławiająco-zwrotnych 6 i 7, jak wagi poszczególnych bitów w systemie dwójkowym, załączając lub wyłączając je w odpowiedniej kombinacji.

Pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych 4 jest sterowany z mikrokontrolera 12 poprzez pierwszy moduł mocy 13, natomiast drugi zespół zaworów elektropneumatycznych 5 jest sterowany z mikrokontrolera poprzez drugi moduł mocy 14. Analogowy sygnał z czujnika ciśnienia 15 jest podawany na wejście przetwornika A/C mikrokontrolera 12. Czujnik ciśnienia 15 ma za zadanie monitorowanie wartości ciśnienia gazu roboczego, które powinno się mieścić w dobranych wcześniej granicach dla napędzanego przez siłowniki 1 i 2 mechanizmu.

Dodatkowo układ jest wyposażony w klawiaturę 16, wyświetlacz LCD 17 oraz blok zasilający 18.

Przedstawiony w przykładzie wykonania układ służy do regulacji prędkości wysuwu siłowników 1 i 2. W przypadku konieczności sterowania współbieżnego siłowników w obie strony potrzebny jest drugi taki układ.

Sposób sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczysk dwóch siłowników pneumatycznych w przykładzie realizacji realizowany jest z wykorzystaniem układu opisanego powyżej. W pierwszej kolejności za pomocą czujników potencjometrycznych 8 i 9 sprawdza się poziom wysunięcia pierwszego siłownika 1 pneumatycznego oraz drugiego siłownika 2 pneumatycznego, następnie sprawdza się jaka jest różnica pomiędzy wysuwem tłoczysk pierwszego, siłownika 1 i drugiego siłownika 2, po czym na podstawie tej różnicy włącza albo wyłącza się zawory elektropneumatyczne pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych 4 oraz drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych 5. Włączanie albo wyłączanie zaworów elektropneumatycznych realizuje się za pomocą mikrokontrolera 12 poprzez podawanie kombinacji binarnej i w ten sposób reguluje się prędkość wysuwu tłoczysk pierwszego siłownika 1 oraz drugiego siłownika 2. Bieżąca prędkość wysuwu tłoczysk siłowników 1 i 2 podczas jej regulacji za pomocą włączania i wyłączania zaworów elektropneumatycznych, jest obliczana za pomocą mikrokontrolera 12 na podstawie kolejnych pomiarów drogi w kolejnych jednostkach czasu, dokonywanych za pomocą czujników potencjometrycznych. W zależności od wartości uchybu – błędu

– określonego na podstawie odczytu napięcia z czujników potencjometrycznych 8 i 9 w odniesieniu do przyjętych wartości dla stref, mikrokontroler 12 wysyła ustaloną dla danej strefy kombinację zer i jedynek załączających odpowiednio zawory elektropneumatyczne pierwszego zestawu zaworów elektropneumatycznych 4 oraz drugiego zestawu zaworów elektropneumatycznych 4 w odpowiedniej kombinacji dla danej strefy.

#### Wykaz oznaczeń

- 1 – pierwszy siłownik
- 2 – drugi siłownik
- 3 – elektrozawór sterujący
- 4 – pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych
- 5 – drugi zespół zaworów elektropneumatycznych
- 6 – pierwszy zespół zaworów dławiąco-zwrotnych
- 7 – drugi zespół zaworów dławiąco-zwrotnych
- 8 – pierwszy czujnik potencjometryczny
- 9 – drugi czujnik potencjometryczny
- 10 – pierwszy oddzielny zawór dławiąco-zwrotny
- 11 – drugi oddzielny zawór dławiąco-zwrotny
- 12 – mikrokontroler
- 13 – pierwszy moduł mocy
- 14 – drugi moduł mocy
- 15 – czujnik ciśnienia
- 16 – klawiatura
- 17 – wyświetlacz LCD
- 18 – blok zasilający

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczysk dwóch siłowników pneumatycznych, zawierający sterownik oraz zawory, **znamienny tym**, że zawiera pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych (4), drugi zespół zaworów elektropneumatycznych (5), pierwszy zespół zaworów dławiąco-zwrotnych (6) oraz drugi zespół zaworów dławiąco-zwrotnych (7), przy czym zarówno pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych (4) jak i drugi zespół zaworów elektropneumatycznych (5) zawiera co najmniej po cztery dwustanowe zawory elektropneumatyczne, natomiast pierwszy zespół zaworów dławiąco-zwrotnych (6) zawiera zawory dławiąco-zwrotne w liczbie odpowiadającej liczbie dwustanowych zaworów elektropneumatycznych w pierwszym zespole zaworów elektropneumatycznych (4) a drugi zespół zaworów dławiąco-zwrotnych (7) zawiera zawory dławiąco-zwrotne w liczbie odpowiadającej liczbie dwustanowych zaworów elektropneumatycznych w drugim zespole zaworów elektropneumatycznych (5), ponadto każdemu dwustanowemu zaworowi elektropneumatycznemu z pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych (4) jest przyporządkowany, połączony z nim pneumatycznie, jeden zawór dławiąco-zwrotny pierwszego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych (6), a do każdego zaworu elektropneumatycznego drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych (5) jest przypisany połączony z nim pneumatycznie jeden zawór dławiąco-zwrotny drugiego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych (7), natomiast dwustanowe zawory elektropneumatyczne pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych (4) są połączone pneumatycznie z pierwszym siłownikiem (1), a dwustanowe zawory elektropneumatyczne drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych (5) są połączone pneumatycznie z drugim siłownikiem (2), ponadto układ zawiera czujniki wysuwu tłoczysk pierwszego siłownika (1) oraz drugiego siłownika (2).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każdy z zaworów dławiąco-zwrotnych pierwszego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych (6) oraz drugiego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych (7) ma inne dławienie.
3. Układ według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że zawiera elektrozawór sterujący (3) podłączony z jednej strony z pierwszym siłownikiem (1) pneumatycznym oraz z drugim siłownikiem

- (2) pneumatycznym a z drugiej strony z pierwszym zespołem zaworów dławiąco-zwrotnych (6) oraz z drugim zespołem zaworów dławiąco-zwrotnych (7).
4. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że zastosowany w nim elektrozawór sterujący (3) jest zaworem pięciodrożnym, trzypołożeniowym.
  5. Układ według jednego z zastrz. od 1 do 4, **znamienny tym**, że jego czujniki wysuwu tłoczków obejmują pierwszy czujnik potencjometryczny (8) będący potencjometrem obrotowym sprzężonym mechanicznie z tłoczyskiem pierwszego siłownika (1) oraz drugi czujnik potencjometryczny (9) będący potencjometrem obrotowym sprzężonym mechanicznie z tłoczyskiem drugiego siłownika (2).
  6. Układ według zastrz. 5, **znamienny tym**, że jego czujniki potencjometryczne (8, 9) są podłączone do sterownika.
  7. Układ według zastrz. 5 albo 6, **znamienny tym**, że w torach sygnałowych czujników potencjometrycznych zamontowane są filtry eliminacji zakłóceń.
  8. Układ według jednego z zastrz. od 1 do 7, **znamienny tym**, że ma bajpas pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych (4) oraz pierwszego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych (6), w postaci pierwszego oddzielnego zaworu dławiąco-zwrotnego (10), a także bajpas drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych (5) oraz drugiego zespołu zaworów dławiąco-zwrotnych (7) w postaci drugiego oddzielnego zaworu dławiąco-zwrotnego (11).
  9. Układ według jednego z zastrz. od 1 do 8, **znamienny tym**, że zawiera czujnik ciśnienia (15), z analogowym wyjściem napięciowym, podłączony do sterownika.
  10. Układ według jednego z zastrz. od 1 do 9, **znamienny tym**, że jego sterownik jest w postaci mikrokontrolera (12) zawierającego przetwornik A/C.
  11. Układ według zastrz. 10, **znamienny tym**, że zawiera pierwszy moduł mocy (13) oraz drugi moduł mocy (14) przy czym pierwszy zespół zaworów elektropneumatycznych (4) jest sterowany z mikrokontrolera (12) za pośrednictwem pierwszego modułu mocy (13) a drugi zespół zaworów elektropneumatycznych (5) jest sterowany z mikrokontrolera (12) za pośrednictwem drugiego modułu mocy (14).
  12. Układ według zastrz. 10 albo 11, **znamienny tym**, że dwustanowe zawory elektropneumatyczne jego pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych (4) oraz drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych (5) są sterowane binarnie z mikrokontrolera (12).
  13. Sposób sterowania prędkością i współbieżnym wysuwem tłoczków dwóch siłowników pneumatycznych z wykorzystaniem układu określonego w zastrz. od 1 do 12, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie sprawdza się wysuw tłoczyska pierwszego siłownika (1) oraz tłoczyska drugiego siłownika (2), następnie sprawdza się jaka jest różnica pomiędzy wysuwem tłoczyska pierwszego siłownika (1) a wysuwem tłoczyska drugiego siłownika (2), po czym na podstawie tej różnicy włącza albo wyłącza się poszczególne zawory elektropneumatyczne pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych (4) oraz drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych (5) regulując prędkość wysuwu tłoczków pierwszego siłownika (1) oraz drugiego siłownika (2).
  14. Sposób według zastrz. 13, **znamienny tym**, że włączanie albo wyłączanie zaworów elektropneumatycznych pierwszego zespołu zaworów elektropneumatycznych (4) oraz drugiego zespołu zaworów elektropneumatycznych (5) realizuje się za pomocą mikrokontrolera (12) poprzez podawanie kombinacji binarnej.
  15. Sposób według zastrz. 14, **znamienny tym**, że wysuw tłoczyska sprawdza się za pomocą podłączonych do mikrokontrolera (12) czujników potencjometrycznych (8 i 9) a bieżącą prędkość wysuwu oblicza się za pomocą kontrolera na podstawie pomiarów wysuwu tłoczków siłowników (1 i 2) w jednostkach czasu.

Rysunki

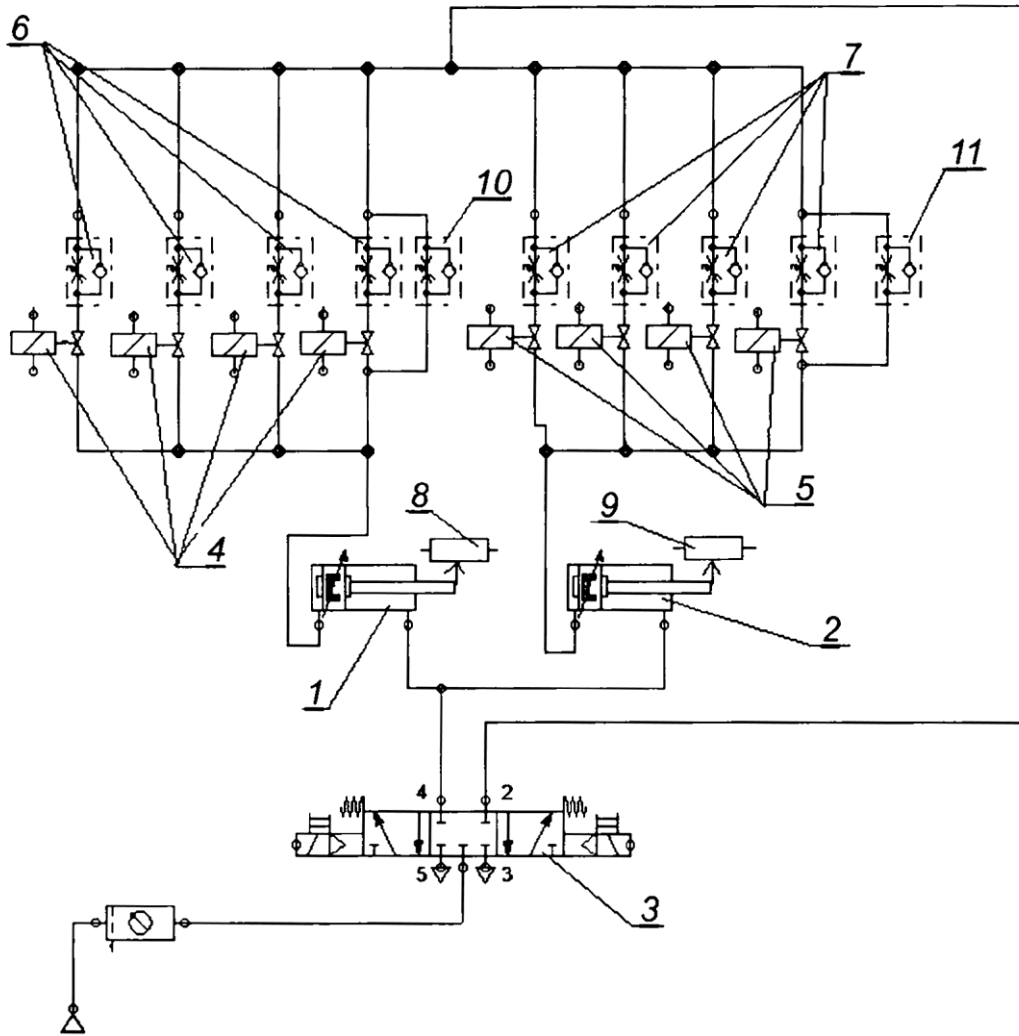


Fig. 1

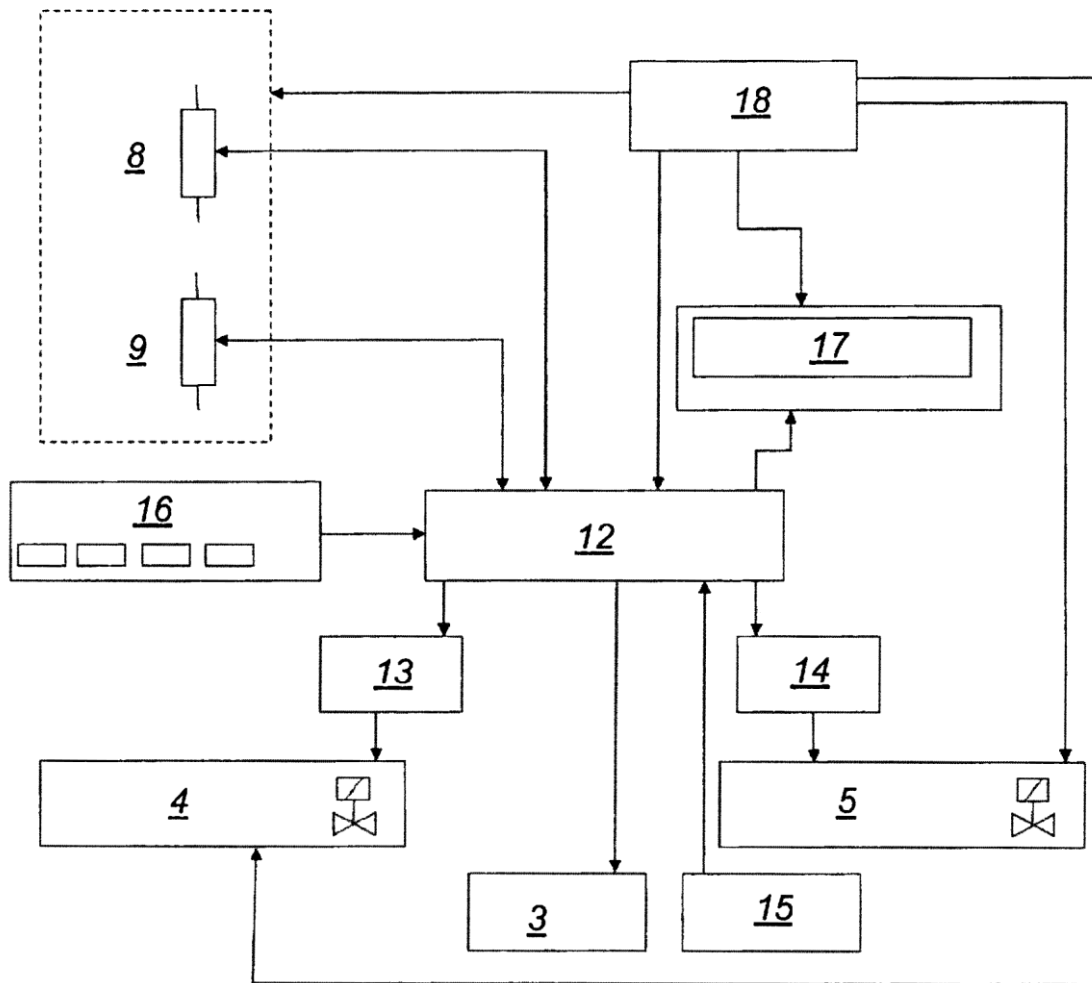


Fig. 2