

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY 96180

MKP F15c 1/00

Int. Cl². F15C 1/00

**Patent dodatkowy
do patentu _____**

Zgłoszono: 26.07.75 (P. 182086)

Pierwszeństwo: 26.07.74 Niemiecka Republika
Demokratyczna

Zgłoszenie ogłoszono: 03.07.76

Opis patentowy opublikowano: 15.12.1978

Twórcy wynalazku: Arnulf Schwarz, Dieter Schrepel, Dietmar Lang
Uprawniony z patentu: VEB Kombinat Mess-und Regelungstechnik Dessau,
Dessau (Niemiecka Republika Demokratyczna)

Układ logiczny z płynowych elementów strumieniowych

Przedmiotem wynalazku jest układ logiczny z płynowych elementów strumieniowych, zwłaszcza do realizacji funkcji logicznych wyższych rzędów.

Znane są wielowejściowe układy logiczne złożone z biernych elementów strumieniowych, które realizują funkcje logiczne wyższych rzędów za pomocą kaskadowego połączenia biernych elementów kombinacyjnych realizujących funkcje koniunkcji, alternatywy lub zakazu, przy czym dysze tych elementów mają przekroje kwadratowe (wykonanie płaskie), jak np. w układach znanych z opisów patentowych DT-AS 1449, 493, US 3224 674, lub kołowe, w układach znanych np. z opisu patentowego US 3 250 471.

Elementy kombinacyjne składają się najczęściej z dwóch ustawionych zwykle pod kątem 90° względem siebie dysz sterujących, z których wypływające strumienie odchylają się względem siebie w wyniku wzajemnego oddziaływania. W elemencie koniunkcji tworzący się strumień wypadkowy wychwytywany jest przez dyszę końcową, usytuowaną względem obu dysz sterujących symetrycznie pod kątem 135°. Przy braku jednego z sygnałów wejściowych strumień wytwarzany przez inny sygnał wejściowy przepływa obok dyszy końcowej i jest odprowadzany do otoczenia elementu (do atmosfery w przypadku elementów pneumatycznych) przez kanały znajdujące się w osi danej dyszy.

W elemencie zakazu dysza końcowa usytuowana jest wzdłuż osi jednej z dysz sterujących. Wykorzystuje się tu tylko sygnał pochodzący z tej dyszy. Po podaniu drugiego sygnału strumień wypadkowy przepływa obok dyszy końcowej. Do realizacji funkcji alternatywy wykorzystuje się dwie lub więcej dysz skierowanych do jednego kanału pod kątem mniejszym od 90°, lub usytuowanych podobnie jak w elemencie koniunkcji naprzeciw dyszy końcowej. W pierwszym przypadku, przy skierowaniu kanałowym, przewiduje się często kanał odprowadzający. Sygnał powstający na wyjściu takiego układu kaskadowego może być wykorzystany do dalszego przetwarzania, ale bez wzmocnienia. Dlatego poziom sygnałowy musi być w tym przypadku najczęściej podniesiony przez włączony w szereg wzmacniacz. Wzrasta przez to liczba elementów jak też czas przetwarzania sygnałów.

Z opisu patentowego DL-WP 71396 znane są bierne, dwuwejściowe elementy kombinacyjne typu I-LUB, w których w jednym stopniu dwa sygnały realizują funkcję koniunkcji, a dalszy — funkcję alternatywy. Ze względów konstrukcyjnych wejście LUB w tych elementach obciąża włączony na wejściu element sterujący bardziej niż wejścia I, co zmniejsza ich wzmocnienie sygnałowe.

Z opisów patentowych DT-AS 1 300 445, DT-OS 1 523 491, DT-OS 1 523 582 oraz Stanów Zjednoczonych nr 3 350 011 znane są ponadto wielowejsciowe biernie elementy strumieniowe do realizacji funkcji koniunkcji względnie alternatywy, jak też elementy czynne, w których dysze ustawione są na kilku poziomach. W tych elementach czynnych, dla przykładu dwa wejścia elementu kombinacyjnego ZAKAZ znajdują się w płaszczyźnie strumienia głównego, a wejście koniunkcji usytuowane jest prostopadle do nich. W rozwiązaniach znanych z opisów patentowych DT-AS 1 303 246 i US 3 174 497. Szereg wejść takiego elementu znajduje się na dwóch poziomach.

W znanych np. z opisu patentowego DT-GM 1 901 204 elementach czynnych dwa strumienie sterujące odchylają się oddziaływując na siebie, a strumień wypadkowy oddziałuje na trzeci strumień realizując funkcję alternatywy, a w elementach znanych z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych nr 3 139 895 strumienie sterujące oddziałują na strumień główny w jednej płaszczyźnie, przy czym wyjścia są do niej prostopadłe. Elementy te nie nadają się wprost do realizacji wieloargumentowych funkcji koniunkcji względnie alternatywy. Obok trudności technologicznych przy ich wytwarzaniu, ujawniają się też wady konstrukcyjne przy ich zastosowaniu w złożonych układach logicznych.

Z opisów patentowych DT-AS 1 523 449, DT-OS 1 523 645, US 3 240 220, US 3 366 130 oraz SU 226 245 i SU 240 329 znane są płaskie, biernie elementy strumieniowe z dwoma lub więcej wejściami i dwoma lub więcej wyjściami, za pomocą których można realizować funkcje koniunkcji, alternatywy, zakazu i inne. Takie elementy, uniwersalne w zastosowaniu, można też łączyć szeregowo. Rozwiązanie takie znane jest np. z opisów patentowych DT-AS 1 424 683 i US 3 107 850. Korzystając jednak z elementów o takiej budowie uzyskuje się większe straty sygnałowe niż można by się spodziewać w przypadku elementów biernych wytwarzanych specjalnie do realizacji funkcji koniunkcji, alternatywy względnie zakazu, przez co silniej ujawnia się wymieniona już wada elementów biernych podawania nie wzmocnionych sygnałów wyjściowych. Również w znanych z opisu patentowego DT-OS 1 350 035 biernych elementach strumieniowych, w których do realizacji funkcji alternatywy sprzężone są 4 wejścia w dwóch stopniach, sygnały wyjściowe nie są wzmocniane.

Znane są układy, które realizują funkcje koniunkcji, a także wieloparametrowe funkcje koniunkcji przez szeregowo połączenie czynnych elementów strumieniowych, np. według patentu US 3 266 507, względnie DL-WP 72 032, lub przez szeregowo połączenie szeregu zespołów złożonych każdorazowo z czynnego i biernego elementu strumieniowego, jak np. US 3 191 611. Z opisów patentowych DT-AS 1 247 083, US 3 362 421, DT-OS 1 600 420, US 3 519 007 znane są elementy czynne realizujące funkcję zakazu względnie alternatywy, w których strumień główny odchylany jest przez dysze znajdujące się z lewej i prawej jego strony. Wadą tych układów jest duże zużycie płynu zasilającego, duże rozmiary, znaczne nakłady układowe i związane z tym długie czasy działania.

Z opisów patentowych DT-AS 1 523 446 US 3 240 219 znane są elementy czynne z włączonymi na wejściu biernymi elementami kombinacyjnymi alternatywy, które przez podwyższenie ciśnienia zasilającego lub przez określone upusty dławiące wylotów wejść do otoczenia mogą realizować również funkcję koniunkcji. Zasada działania tych elementów zależy w znacznym stopniu od poziomu podawanych sygnałów, co przy przełączaniu elementów stanowi istotną wadę.

Z opisów patentowych DT-US 1 272 607, DT-OS 1 917 766, US 3 375 840 lub US 3 508 563 znane są komory wirowe i sumujące jako samodzielne biernie elementy kombinacyjne albo w połączeniu z elementami czynnymi. W elementach tych występuje silne wzajemne oddziaływanie wejść. To samo dotyczy elementów kombinacyjnych koniunkcji typu impact, znanych z opisów patentowych DT-AS 1 256 458 i US 3 250 470.

Znane są ponadto elementy realizujące wielostopniowo funkcje koniunkcji i alternatywy, w których wykorzystuje się wielostopniowe podstawowe elementy biernie koniunkcji lub alternatywy i ich kombinacje włączone przed czynnym elementem strumieniowym. W układach tych strumień sterujący nie oddziałuje na strumień główny bezpośrednio, a tylko przez zmianę ciśnienia w kanale łączącym między wielostopniowym elementem biernym i elementem czynnym. Taka zmiana ciśnienia powodowana jest „działaniem kurtynowym” (patenty DT-AS 1 804 298; US 3 589 381) lub „działaniem wtryskowym”. Własności fizyczne leżące u podstaw obu tych efektów powodują jednak stosunkowo duże zużycie płynu sterującego do wysterowania elementu czynnego.

Z opisów patentowych DT-OS 1 523 458 i US 3 411 520 znane są urządzenia selekcyjne na maksymalne ciśnienia, w których dwie dysze sterujące usytuowane są symetrycznie do dyszy końcowej. Prócz tego znane są elementy, w których kilka strumieni sterujących doprowadzone jest przez ściankę kierującą do „obszaru działania” czynnego elementu strumieniowego, gdzie oddziałują bezpośrednio na strumień główny, np. z opisu patentowego DL-WP 99 641. Urządzenia te nie są już z istoty swego działania przeznaczone do realizacji funkcji logicznych wyższych rzędów przy dowolnej kolejności działań koniunkcji, alternatywy względnie zakazu.

Celem wynalazku jest opracowanie układu realizującego funkcje logiczne wyższych rzędów, złożonego z elementów strumieniowych o wysokim stopniu integracji i jednocześnie prostej konstrukcji, zapewniającego małe zużycie płynu i eliminującego niekorzystne wzmacnianie sygnałów.

Cel ten został osiągnięty przez to, że bierne elementy strumieniowe są zestawiane szeregowo w dowolnej kolejności i sprzęgane bezpośrednio zarówno między sobą, jak też z czynnym elementem strumieniowym przez co najmniej jeden zestaw dysz końcowej i sterującej, przy czym przekrój A1 przepływu dyszy końcowej jednego elementu do przekroju A2 przepływu dyszy sterującej elementu następnego w kierunku przepływu tworzy stosunek $A1/A2 = 4/3$. Łączna długość 1 zestawu dysz końcowej i sterującej zawiera się w stosunku do hydraulicznej średnicy d_{h1} dyszy końcowej w granicach $5 \leq l/d_{h1} \leq 8$, przy czym każdorazowo przekrój przepływu A3 dalszych dysz sterujących nie należących do zestawu dysza końcowa – dysza sterująca w stosunku do przekroju przepływu A1 dyszy końcowej tego samego biernego elementu strumieniowego musi spełniać warunek $A3/A1 \leq 1/\sqrt{2}$. Te dalsze dysze sterujące służą do wprowadzenia zewnętrznych sygnałów. Kontury elementu są tworzone w znany sposób przez mostki wykonane między płytą spodnią i płytą wierzchnią.

Zaletą wynalazku polega na możliwości łatwego zestawiania układu do realizacji funkcji koniunkcji, alternatywy lub zakazu i ma możliwości zmiany liczby wejść. Wynalazek zapewnia dostosowaną do dowolnego zadania integrację biernych elementów konstrukcyjnych i czynnego elementu strumieniowego, np. elementu z przylegającym strumieniem, w jeden układ. Przez to mniejsze stają się nakłady układowe, czasy przetwarzania sygnałów, zużycie płynu zasilającego i zajmowane miejsce. Ze względu na małe straty przy przeprowadzaniu sygnałów, co zapewnia specjalne ukształtowanie zespołów dyszy sterującej i końcowej, całe układy mają być budowane z dużą wydajnością logiczną w małych gabarytach.

Budowę układów według wynalazku ułatwia prosta technologia wynikająca z nieskomplikowanego ukształtowania geometrycznego biernych elementów podstawowych i ich zestawów. Złotny staje się więc empiryczny dobór najkorzystniejszego układu.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ bezpośredniego sprzężenia dwóch strumieniowych elementów logicznych, fig. 2 – przykłady wykonania biernych elementów kombinacyjnych fig. 3 – przykład wykonania układu logicznego złożonego z kombinacyjnych elementów biernych i jednego elementu czynnego z przylegającym strumieniem, fig. 4 – układ logiczny złożony z kombinacyjnych elementów biernych i jednego wzmacniacza turbulentnego.

Fig. 1 przedstawia bezpośrednie sprzężenie dwóch kombinacyjnych biernych elementów strumieniowych realizujących funkcję koniunkcji, które pracują na znanej zasadzie odchyłania strumienia głównego. Dostarczany płyn doprowadzony jest do dyszy 6 zasilania o prostokątnym w przybliżeniu przekroju przepływu, który ograniczony jest przez mostki 3 o wysokości h , płytę 4 spodnią i płytę 5 wierzchnią. Dyaze 7 sterujące natomiast, mające przekrój przepływu, $A_3 = b_3 \cdot h$, odbierają sygnały wejściowe x_1 , x_2 , x_3 i przekazują je dalej. Bierne elementy 1 i 2 utworzone są przez zestaw dyszy 8 wyjściowej, o przekroju przepływu $A_1 = b_1 \cdot h$ i długości l_1 z dyszą 9 sterującą o przekroju przepływu $A_2 = b_2 \cdot h$ i długości l_2 .

Celem wyjaśnienia zasady działania sprzężonych elementów podstawowych omówiono dalej przenoszenie impulsów przepływu wywołanych przez sygnały wejściowe x_1 , x_2 . Impuls I wytworzony przez sygnał wejściowy x_1 lub x_2 oblicza się wychodząc ze średniej prędkości $\bar{w}$ równomiernie rozłożonej na całym przekroju przepływu A_3 , skąd:

$$I = \rho \cdot Q \cdot \bar{w} = \rho \cdot \bar{w}^2$$

gdzie ρ – gęstość,
 Q – natężenie przepływu.

Impuls I określony jest tym samym przez przekrój przepływu A_3 i prędkość $\bar{w}$ przepływu, która zależy od poziomu ciśnienia sygnału wejściowego.

Chcąc dojść do określenia zależności przekrojów przepływu dyszy 8 wyjściowej i dyszy 7 sterującej, należy zauważyć, że na przykład w elemencie 1 kombinacyjnym impulsy I_1 i I_2 wytwarzane przez sygnały wejściowe x_1 i x_2 sumują się wektorowo dając impuls wypadkowy I_s . Tylko w przypadku jednakowych poziomów ciśnieniowych sygnałów, wejściowych x_1 i x_2 impuls I_1 , działający wzdłuż osi dyszy 8 wyjściowej, ma wartość równą I_s . Aby doprowadzić do jak najmniejszych strat impulsów, przekrój przepływu $A_1 = b_1 \cdot h$ dyszy 8 końcowej musi być co najmniej równy wartości łącznego przekroju przepływu $A_4 = b_4 \cdot h$ dyszy 7 sterującej. Dla nie zaokrąglonych wylotów sterujących (mostek 3) z zależności geometrycznej $b_4 = \sqrt{2} \cdot b_3$ wynika stosunek powierzchni przekroju przepływu dyszy 7 sterującej do powierzchni przekroju przepływu dyszy 8 wyjściowej $A_3/A_1 \leq 1/\sqrt{2}$. Dla zaokrąglonych mostków 3, przy $b_s \approx 1,8 \cdot b_3$ stosunek ten wynosi $A_3/A_1 \approx 0,45$.

Dla określenia odstepu między dyszą 7 sterującą i dyszą 8 końcową wychodzi się z tego, że prędkość przepływu w elemencie płaskim ze swobodnymi strumieniami zmniejsza się odwrotnie proporcjonalnie do odstepu r , od wylotu dyszy 7 sterującej. Dlatego odstęp między dyszą sterującą i dyszą końcową powinien być możliwie jak najmniejszy.

Ponieważ w strumieniowym elemencie koniunkcji nieodchylony strumień z jednej z dysz 7 sterujących powinien za każdym razem przepływać możliwie bez przeszkód obok krawędzi dyszy 8 końcowej, nie można zmniejszyć odstepu l , między dyszą 7 sterującą i dyszą 8 końcową poniżej określonej wartości minimalnej.

Impuls I_1 przechwytywany przez dyszę 8 końcową jest odprowadzany dalej przez pokazaną na fig. 1 kombinację dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej w elemencie 2 podstawowym. Jeśli stosunek przekrojów A_1 i A_2 przepływu dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej wynosi $A_1/A_2 \approx 1$, to przepływ w zestawie dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej można w przybliżeniu traktować jako strumień swobodny. Dla długości l_1 , na której ma być przenoszony impuls I_1 , istnieje przybliżona zależność $l_1 \approx l_4 + l_1 + l_2$. Jeśli jednak obróc stosunek $A_1/A_2 > 1$, to impuls I_1 wytwarza w dyszy 8 końcowej ciśnienie doprowadzające do dalszego impulsu I_k w dyszy 9 sterującej. Dla długości l_1 istnieje w przybliżeniu zależność $l_1 \approx l_4$ gdyż przepływ w zestawie dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej może być wtedy traktowany jako przepływ w kanale. W ten sposób impuls I_1 przenoszony jest z minimalnymi stratami do następnego elementu kombinacyjnego, przy czym zachodzi korzystny stosunek przekrojów przepływów $A_1/A_2 \approx 4/3$.

Ten korzystny stosunek jest też jeszcze wtedy skuteczny, kiedy przy sprzężeniu w zwarty sposób dwóch elementów kombinacyjnych za pomocą podanego zestawu dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej łączna długość $l = l_1 + l_2$ wynosi zaledwie $l = (5 \div 8)d_{h1}$. Wielkość d_{h1} określa średnicę hydrauliczną przekroju przepływu A_1 dyszy 8 końcowej.

Fig. 2 przedstawia przykłady rozwiązań konstrukcyjnych biernych elementów łączeniowych wykorzystujących wyprowadzanie sygnałów w zestawach z dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej w układzie będącym przedmiotem wynalazku. Kontury schematów obrazują mostki 3 z fig. 1.

Fig. 2.1 do 2.3 przedstawiają bierne elementy kombinacyjne realizujące funkcję koniunkcji. Bierne elementy kombinacyjne, według fig. 2.4 do 2.6 realizują funkcję alternatywy, a elementy według fig. 2.7 do 2.9 funkcję zakazu. Elementy z fig. 2.1, 2.4 i 2.7 przekształcają przy tym dwa sygnały x_1 , elementy z fig. 2.2, 2.5 i 2.8 przetwarzają sygnał x_1 i sygnał wejściowy x_e , natomiast elementy kombinacyjne z fig. 2.3, 2.6 i 2.9 przekształcają dwa sygnały wejściowe x_e . Oznacza to, że elementy z fig. 2.1, 2.4, 2.7 zestawione są w oparciu o dwa zestawy z dyszy 8 końcowej i dyszy 9 i współpracują z dwoma kombinacyjnymi elementami wejściowymi. Elementy kombinacyjne z fig. 2.2., 2.5., 2.8 pozwalają na sprzężenie z jednym wejściowym elementem kombinacyjnym.

Wszystkie przedstawione na fig. 2 elementy logiczne zaopatrzone są dla odprowadzania sygnału $x_1 + 1$ w dyszę 8 końcową, dzięki czemu możliwe jest ich sprzężenie z włączonymi za nimi elementami czynnymi lub biernymi.

Element kombinacyjny z fig. 2.1 przekształca na przykład dwa sygnały x_1 doprowadzane za każdym razem przez zestaw dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej. Sygnał wyjściowy $x_1 + 1$ wyprowadzony jest również przez dyszę 8 końcową. Ponieważ przekroje przepływu dyszy 8 końcowych są wszystkie równe sobie, możliwe jest sprzężanie elementów kombinacyjnych tego typu przez ich łączenie szeregowo. Każdy element kombinacyjny odcięty jest od otoczenia przez mostek tak, że przy szeregowym połączeniu elementów nie zachodzą żadne szkodliwe wzajemne oddziaływania. Oddziaływaniu obu sygnałów x_1 wewnątrz elementu kombinacyjnego zapobiega się na przykład przez zastosowanie kanału 11 odpowietrzającego, jaki można wykonać w płycie 5 osłaniającej lub w płycie 4 spodniej z fig. 1.

Na fig. 2.2 pokazano element kombinacyjny, w którym występuje tylko jeden zestaw dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej, tj. wyprowadzony może być dalej tylko sygnał x_1 . Sygnał wejściowy x_e doprowadzony jest do elementu z zewnątrz. Sygnał ten przekazywany jest przez otwór w płycie 5 wierzchniej lub w płycie 4 spodniej w komorze 10 wejściowej i jest wyprowadzony dalej przez dyszę 7 sterującą.

Przedstawiony na fig. 2.3 element kombinacyjny umożliwia przetwarzanie dwóch sygnałów wejściowych x_e . Z zestawu dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej pozostała tu tylko dysza 8 końcowa.

Na fig. 3 i fig. 4 podane są przykłady zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych według wynalazku. Na fig. 3 w układzie 12 sprzężone są trzy bierne elementy 13, 14, 15 kombinacyjne i jeden czynny element 16 z przylegającym strumieniem. Element 13 realizuje funkcję koniunkcji, element 14 funkcję zakazu, a element 15 – funkcję alternatywy. Niezależnie od rodzaju elementu 16 z przylegającym strumieniem, który mieć może jeden lub więcej stopni swobody i może bezpośrednio przetwarzać dalsze sygnały wejściowe, układ 12 ma co najmniej zdolność realizacji funkcji logicznej:

$$y = (x_7 \cup x_8) x_5 \bar{x}_6,$$

co pokazano na schemacie przebiegu sygnałów.

Przedstawiony na fig. 4 układ 12 zawiera sześć biernych elementów 17, 18, 19, 20, 21, 22 kombinacyjnych i element czynny w postaci wzmacniacza 23 turbulentnego. Sprzężenie biernych elementów 17 do 22 kombinacyjnych między sobą oraz biernego elementu 17 kombinacyjnego ze wzmacniaczem 23 turbulentnym następuje znów poprzez zespół dyszy 8 końcowej i dyszy 9 sterującej. W wyniku wybranego w układzie 12 połączenia szeregowego biernych elementów 17 do 22 kombinacyjnych układ ten realizuje niezależnie od zdolności logicznej wzmacniacza 23 turbulentnego funkcję logiczną:

$$y = \bar{x}_9 x_{10} x_{15} (x_{11} \cup x_{12}) \cdot (x_{13} \cup x_{14})$$

Przy wykorzystaniu rozwiązania według wynalazku można w układzie 12 uzyskać stosunkowo dużą gęstość upakowania.

W celu większej przejrzystości poniechano na fig. 2, jak też na fig. 3 i fig. 4 zaznaczania kanałów 11 odpowietrzających.

Zastrzeżenie patentowe

Układ logiczny z płynowych elementów strumieniowych, złożony z jednego lub więcej elementów strumieniowych czynnych i szeregu elementów strumieniowych biernych, realizujących funkcje logiczne koniunkcji, alternatywy lub zakazu, z namiennym tym, że bierne elementy strumieniowe są zestawiane szeregowo w dowolnej kolejności i sprzęgane bezpośrednio zarówno między sobą jak też z czynnym elementem strumieniowym, z zastosowaniem co najmniej jednego zestawu dyszy końcowej i sterującej, przy czym stosunek przekroju A_1 przepływu dyszy końcowej elementu do przekroju A_2 przepływu dyszy sterującej elementu włączonego za danym elementem w kierunku przepływu sygnałów wynosi $A_1/A_2 \approx 4/3$, stosunek długości łącznej 1 zestawu dyszy końcowej i sterującej do średnicy hydraulicznej d_{h1} dyszy końcowej zawiera się w granicach $5 \leq l/d_{h1} \leq 8$, stosunek przekroju A_3 przepływu nie należących do któregośkolwiek zestawu dyszy końcowej i sterującej dalszych dysz sterujących biernego elementu strumieniowego, jakie obciążone są zewnętrznymi sygnałami sterującymi, do przekroju przepływu A_1 dyszy końcowej tegoż elementu wynosi $A_3/A_1 \leq 1/\sqrt{2}$.

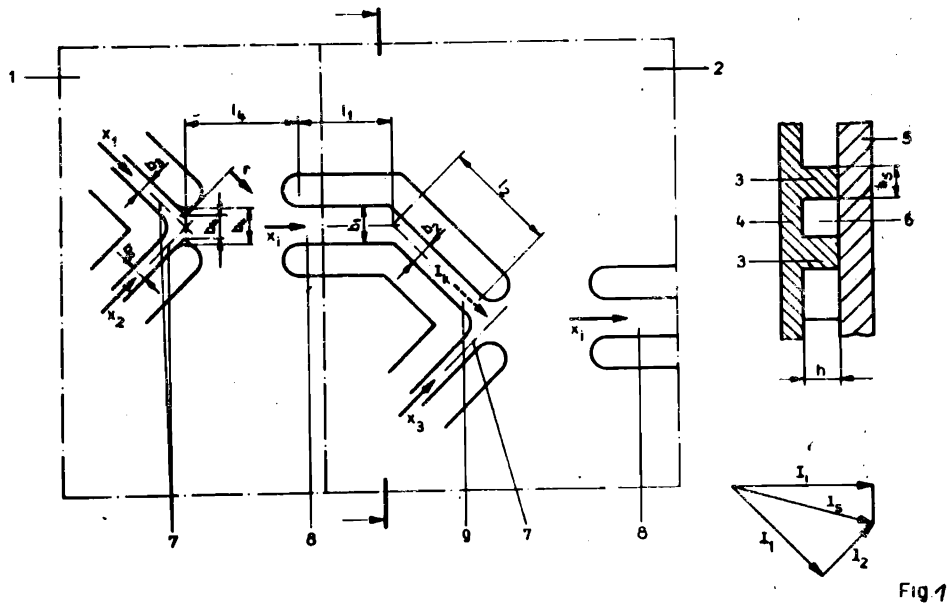


Fig. 1

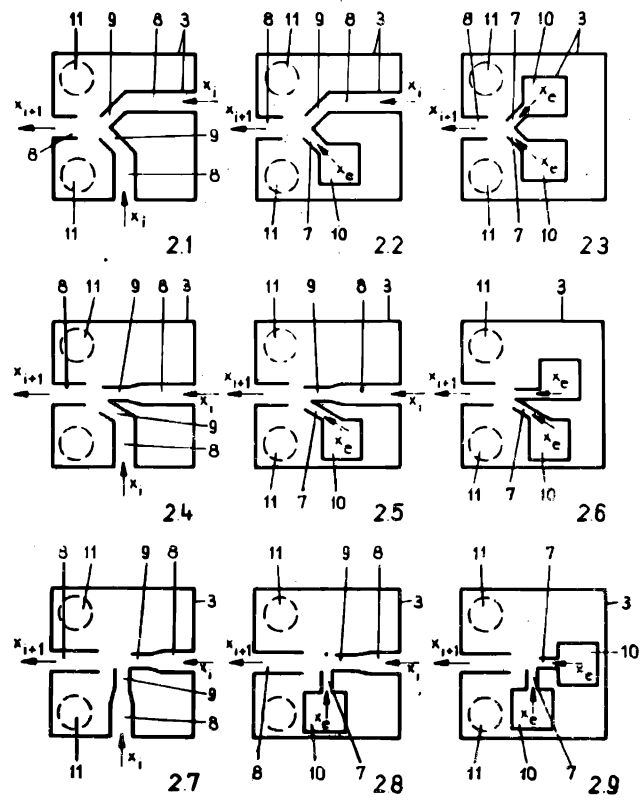


Fig. 2

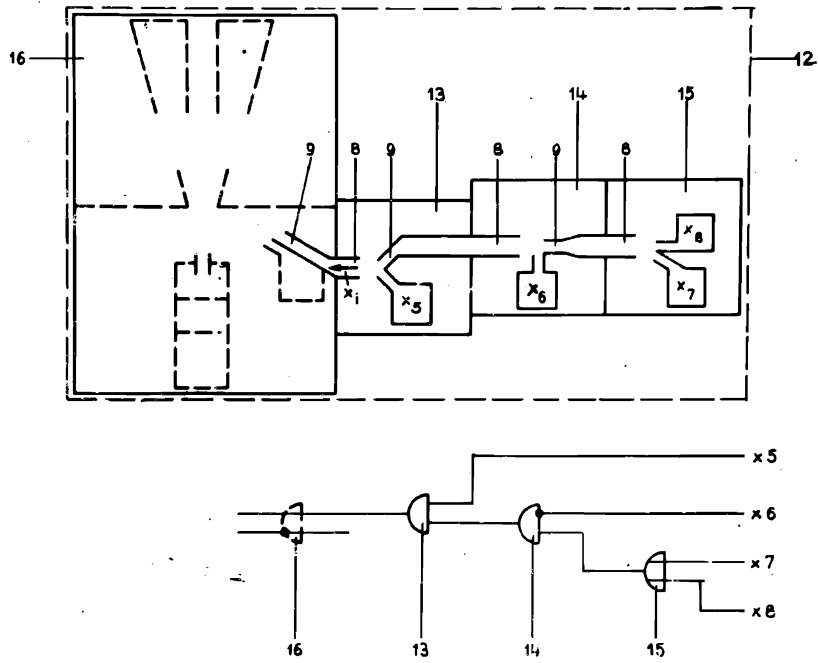


Fig. 3

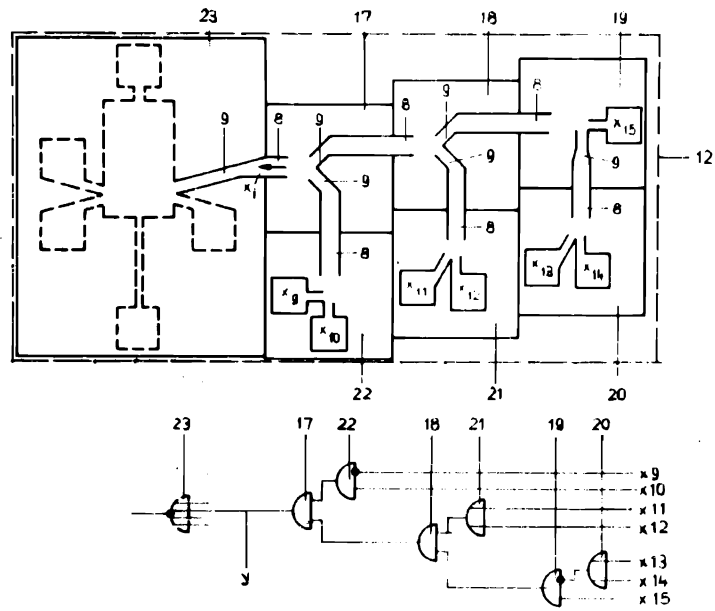


Fig. 4