



21 Numer zgłoszenia: 326870

22 Data zgłoszenia: 10.10.1996

86 Data i numer zgłoszenia międzynarodowego:
10.10.1996, PCT/EP96/04398

87 Data i numer publikacji zgłoszenia
międzynarodowego:
24.04.1997, WO97/14593,
PCT Gazette nr 18/97

13 B1

51 IntCl⁷
B60T 8/32

54

Układ uruchamiania hamulców sterowany elektronicznie

CZYTELNIA
OGÓLNA

30 Pierwszeństwo:
18.10.1995, DE, 19538794.5

43 Zgłoszenie ogłoszono:
26.10.1998 BUP 22/98

45 O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.09.2001 WUP 09/01

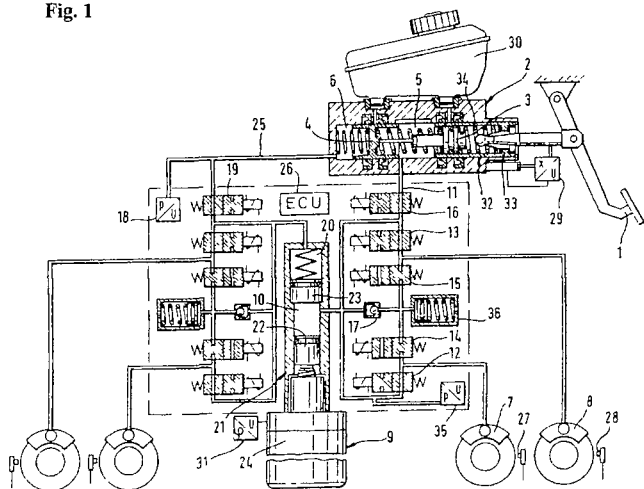
73 Uprawniony z patentu:
ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH,
Frankfurt nad Menem, DE

72 Twórcy wynalazku:
Hans-Jörg Feigel, Rosbach, DE
Manfred Rüffer, Sulzbach, DE
Lothar Schiel, Hofheim, DE

74 Pełnomocnik:
Słomczyńska Elżbieta, POLSERVICE

57 1. Układ uruchamiania hamulców sterowany elektronicznie do pojazdów samochodowych zawierający główny cylinder hamulcowy, połączony z symulatorem, źródło ciśnienia połączone z elektronicznym zespołem sterującym, podającym ciśnienie do hamulców kół, przy czym hamulce kół są łączone z głównym cylindrem hamulcowym za pomocą przynajmniej jednego połączenia hydraulicznego, zamkniętego zaworami odcinającymi, urządzenie identyfikujące rodzaj hamowania, zawór dopływowy i odpływowy włączony przed każdym z hamulców kół, oraz czujniki kół wykrywające obroty kół pojazdu, **znamienny tym**, że hamulce (7, 107, 109) koła osi przedniej i hamulce (8, 108, 110) koła osi tylnej są połączone z komorami ciśnieniowymi pierwszą (10, 110₁₁, 110₁₂) i drugą (20, 120₂₁, 120₂₂) co najmniej jednego zespołu tłokowo-cylindrowego (9, 109₁₁, 109₂₁, 109₁₂, 109₂₂) poprzez zawory dopływowe (12, 112, 13, 113) i odpływowe (14, 114, 15, 115), zaś zespół tłokowo-cylindrowy (9, 109₁₁, 109₂₁, 109₁₂, 109₂₂) jest połączony z cylindrem głównym (2) poprzez zawór (17).

Fig. 1



Układ uruchamiania hamulców sterowany elektronicznie

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ uruchamiania hamulców sterowany elektronicznie do pojazdów samochodowych zawierający główny cylinder hamulcowy, połączony z symulatorem, źródło ciśnienia połączone z elektronicznym zespołem sterującym, podającym ciśnienie do hamulców kół, przy czym hamulce kół są łączone z głównym cylindrem hamulcowym za pomocą przynajmniej jednego połączenia hydraulicznego, zamykanego zaworami odcinającymi, urządzenie identyfikujące rodzaj hamowania, zawór dopływowy i odpływowy włączony przed każdym z hamulców kół, oraz czujniki kół wykrywające obroty kół pojazdu, **znamienny tym**, że hamulce (7, 107, 109) koła osi przedniej i hamulce (8, 108, 110) koła osi tylnej są połączone z komorami ciśnieniowymi pierwszą (10, 110₁₁, 110₁₂) i drugą (20, 120₂₁, 120₂₂) co najmniej jednego zespołu tłokowo-cylindrowego (9, 109₁₁, 109₂₁, 109₁₂, 109₂₂) poprzez zawory dopływowe (12, 112, 13, 113) i odpływowe (14, 114, 15, 115), zaś zespół tłokowo-cylindrowy (9, 109₁₁, 109₂₁, 109₁₂, 109₂₂) jest połączony z cylindrem głównym (2) poprzez zawór (17).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zespół tłokowo-cylindrowy (9) jest dwuobwodowy, przy czym jeden hamulec (7) koła przedniej osi pojazdu i jeden hamulec (8) koła tylnej osi pojazdu są połączone z pierwszą komorą ciśnieniową (10), a drugie hamulce koła przedniej i tylnej osi pojazdu są dołączone do drugiej komory ciśnieniowej (20).

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera dwa jednoobwodowe zespoły tłokowo-cylindrowe (109₁₁, 109₂₁), przy czym jeden hamulec (7) koła przedniej osi pojazdu i hamulec (8) koła tylnej osi pojazdu są połączone z komorą ciśnieniową (110₁₁) jednego zespołu tłokowo-cylindrowego (109₁₁), a drugie hamulce koła przedniej i tylnej osi pojazdu są dołączone do komory ciśnieniowej (120₂₁) zespołu tłokowo-cylindrowego (109₂₁).

4. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że hamulce (7) kół przedniej osi pojazdu dołączone są do pierwszej komory ciśnieniowej (10), a hamulce (8) kół tylnej osi dołączone są do drugiej komory ciśnieniowej (20) zespołu tłokowo-cylindrowego (9).

5. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera dwa jednoobwodowe zespoły tłokowo cylindrowe (109₁₂), (109₂₂) z komorami, pierwszą (110₁₂) i drugą (120₂₂), przy czym pierwsza komora ciśnieniowa (110₁₂) jest bezpośrednio połączona z hamulcami (108, 110) koła osi tylnej zaś hamulce (107, 109) są połączone z drugą komorą ciśnieniową (120₂₂) poprzez normalnie zamknięty zawór (37).

6. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zespół tłokowo-cylindrowy (9, 109₁₁, 109₂₁, 109₁₂, 109₂₂) zaopatrzony jest w cylinder hydrauliczny z tłokiem połączonym z nawrotnym silnikiem prądu stałego.

7. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zespół tłokowo-cylindrowy (9, 109₁₁, 109₂₁, 109₁₂, 109₂₂) zaopatrzony jest w cylinder hydrauliczny z tłokiem, połączonym z zaworem pneumatycznym lub hydraulicznym z napędem liniowym.

8. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że komora ciśnieniowa (10) zespołu tłokowo-cylindrowego (9) dołączona jest do akumulatora niskociśnieniowego (36) za pośrednictwem zaworu zwrotnego (17), otwierającego w stronę komory ciśnieniowej (10), a akumulator niskociśnieniowy (36) jest dołączony do hamulca (7, 8) koła osi przedniej i tylnej za pośrednictwem zaworu odpływowego (14, 15).

9. Układ według zastrz. 8, **znamienny tym**, że akumulator niskociśnieniowy (36) jest umieszczony między zespołem tłokowo-cylindrowym (9), a zaworem dopływowym (12, 13).

10. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że tłoki (22) zespołu tłokowo-cylindrowego (9) połączone są z przetwornikiem (31) kąta obrotu.

11. Sterowany elektronicznie układ uruchamiania hamulców według zastrz. 3, **znamienny tym**, że między komory ciśnieniowe (110₁₂, 120₂₁) zespołów tłokowo-cylindrowych (109₁₁, 109₂₁) umieszczony jest przetwornik (36) ciśnienia różnicowego na napięcie.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest układ uruchamiania hamulców sterowany elektronicznie zwłaszcza dla pojazdów elektrycznych.

Z niemieckiego zgłoszenia patentowego nr 31 24 755 znany jest układ uruchamiania hamulców zawierający źródło ciśnienia z pompą, akumulator hydrauliczny i zbiornik zasilający płynem ciśnieniowym. Funkcje zaworów rozdzielających oraz zaworów dopływowych i odpływowych realizują zawory wielopołożeniowe lub kierunkowe zawory sterujące czterodrogowe/czteropołożeniowe z oknami dopływowymi dołączonymi po ciśnieniowej stronie pompy lub akumulatora, ciśnieniowego zbiornika zasilającego i każdej z komór ciśnieniowych dwuobwodowego głównego cylindra hamulcowego. Do okien odpływowych dołączone są hamulce kół. Podczas niezależnego hamowania czyli wzrostu ciśnienia, kierunkowy zawór sterujący czterodrogowy/czteropołożeniowy zostaje przełączony w jego pierwsze położenie robocze, w którym hamulce kół są oddzielone od głównego cylindra hamulcowego i dołączone są do źródła ciśnienia. W drugim położeniu roboczym osiąga się fazę, w której ciśnienie utrzymywane jest stałe, a hamulce kół są izolowane od głównego cylindra hamulcowego i od źródła ciśnienia. Obniżenia ciśnienia dokonuje się w trzecim położeniu roboczym, w którym realizuje się połączenie między hamulcami kół, a nie utrzymywanym pod ciśnieniem zbiornikiem płynu ciśnieniowego.

Niezależnie od stosunkowo wysokich kosztów powodowanych stosowaniem złożonego źródła ciśnienia, w znanym układzie uruchamiania hamulców słabą stroną jest odmierzanie ciśnienia hamulcowego, zwłaszcza w zakresie niskich ciśnień wskutek zastosowania kierunkowych zaworów sterujących czterodrogowych/czteropołożeniowych.

Z opisu patentowego DE 3 424 912 znany jest kontrolowany elektronicznie, zasilany energią pomocniczą układ uruchamiania hamulców do samochodów składający się w zasadzie z hydraulicznego elementu podającego ciśnienie hamowania, w którym przewody czynnika hydraulicznego są poprzez elementy wytwarzające ciśnienie hamowania i które w stanie spoczynku, zapewniają niezakłócony przepływ, połączone z hamulcami kół. Przy uruchomieniu hamulców następuje przerwanie hydraulicznego połączenia elementu podającego ciśnienia hamowania z hamulcami kół i zamiast tego w wyniku uruchomienia napędu element wytwarza i zmienia ciśnienie hamowania w hamulcach kół. Wymagana do tego energia pomocnicza jest wytwarzana przykładowo elektrycznie lub poprzez podciśnienie. Napędy są bezpośrednio lub poprzez zawory wielodrogowe, zależnie od postaci wykonania i źródła energii, sterowane za pomocą sygnałów wyjściowych elektronicznego układu logicznego.

Celem wynalazku jest opracowanie sterowanego elektronicznie układu uruchamiania hamulców, w którym ułatwione jest odmierzanie ciśnienia hamowania w zakresie niskociśnieniowym i dodatkowe zmniejszenie ogólnych sił i uproszczenie budowy.

Układ uruchamiania hamulców sterowany elektronicznie do pojazdów samochodowych zawierający główny cylinder hamulcowy, połączony z symulatorem, źródło ciśnienia połączone z elektronicznym zespołem sterującym, podającym ciśnienie do hamulców kół, przy czym hamulce kół są łączone z głównym cylindrem hamulcowym za pomocą przynajmniej jednego połączenia hydraulicznego, zamykanego zaworami odcinającymi, urządzenie identyfikujące rodzaj hamowania, zawór dopływowy i odpływowy włączony przed każdym z hamulców kół, oraz czujniki kół wykrywające obroty kół pojazdu, według wynalazku charakteryzuje się tym, że hamulce koła osi przedniej i hamulce koła osi tylnej są połączone z komorami ciśnieniowymi pierwszą i drugą co najmniej jednego zespołu tłokowo-cylindrowego poprzez zawory dopływowe i odpływowe, zaś zespół tłokowo-cylindrowy jest połączony z cylindrem głównym poprzez zawór zwrotny.

Korzystnie, zespół tłokowo-cylindrowy jest dwuobwodowy, przy czym jeden hamulec koła przedniej osi pojazdu i jeden hamulec koła tylnej osi pojazdu są połączone z pierwszą komorą ciśnieniową, a drugie hamulce koła przedniej i tylnej osi pojazdu są dołączone do drugiej komory ciśnieniowej.

Korzystnie, układ zawiera dwa jednoobwodowe zespoły tłokowo-cylindrowe, przy czym jeden hamulec koła przedniej osi pojazdu i hamulec koła tylnej osi pojazdu są połączone z komorą ciśnieniową jednego zespołu tłokowo-cylindrowego, a drugie hamulce koła przedniej i tylnej osi pojazdu są dołączone do komory ciśnieniowej zespołu tłokowo-cylindrowego.

Korzystnie, hamulce kół przedniej osi pojazdu dołączone są do pierwszej komory ciśnieniowej a hamulce kół tylnej osi dołączone są do drugiej komory ciśnieniowej zespołu tłokowo-cylindrowego.

Korzystnie, układ zawiera dwa jednoobwodowe zespoły tłokowo cylindrowe z komorami, pierwszą i drugą, przy czym pierwsza komora ciśnieniowa jest bezpośrednio połączona z hamulcami koła osi tylnej zaś hamulce są połączone z drugą komorą ciśnieniową poprzez normalnie zamknięty zawór.

Korzystnie, zespół tłokowo-cylindrowy zaopatrzony jest w cylinder hydrauliczny z tłokiem połączonym z nawrotnym silnikiem prądu stałego.

Korzystnie, zespół tłokowo-cylindrowy zaopatrzony jest w cylinder hydrauliczny z tłokiem, połączonym z zaworem, pneumatycznym lub z hydraulicznym napędem liniowym.

Korzystnie, komora ciśnieniowa zespołu tłokowo-cylindrowego dołączona jest do akumulatora niskociśnieniowego za pośrednictwem zaworu zwrotnego, otwierającego w stronę komory ciśnieniowej, a akumulator niskociśnieniowy jest dołączany do hamulca koła osi przedniej i tylnej za pośrednictwem zaworu odpływowego.

Korzystnie, akumulator niskociśnieniowy jest umieszczony między zespołem tłokowo-cylindrowym a zaworem dopływowym.

Korzystnie, tłoki zespołu tłokowo-cylindrowego połączone są z przetwornikiem kąta obrotu.

Sterowany elektronicznie układ uruchamiania hamulców, według wynalazku charakteryzuje się tym, że między komory ciśnieniowe zespołów tłokowo-cylindrowych umieszczony jest przetwornik ciśnienia różnicowego na napięcie.

Przedmiot wynalazku w przykładach wykonania przedstawiony jest na rysunku, na którym fig. 1, 2 i 3 przedstawiają schematy instalacji układu uruchamiania hamulców w pierwszym, drugim i trzecim przykładzie wykonania.

Układ uruchamiania hamulców według niniejszego wynalazku zawiera dwuobwodowy główny cylinder hamulcowy, czyli tandemowy cylinder główny 2 uruchamiany pedałem hamulcowym 1. Tandemowy cylinder główny 2 zawiera komory ciśnieniowe pierwszą 5 i drugą 6 rozdzielone względem siebie, ograniczone przez dwa tłoki pierwszy 3 i drugi 4 i połączone ze zbiornikiem 30 płynu ciśnieniowego bez ciśnienia. Pierwsza komora ciśnieniowa (główna komora ciśnieniowa) 5 tandemowego cylindra głównego 2 dołączona jest do pierwszej komory ciśnieniowej 10 zespołu tłokowo-cylindrowego 9 za pomocą zamykanego pierwszego przewodu hydraulicznego 11. Na przykład, hamulec 7 koła osi przedniej i hamulec 8 koła osi tylnej dołączone są do zespołu tłokowo-cylindrowego 9, który jest dwuobwodowy. Przewód hydrauliczny 11 zamknięty jest za pomocą pierwszego zaworu odcinającego 16. W każdą z części przewodu hydraulicznego 11 między pierwszą komorą ciśnieniową 10 zespołu tłokowo-cylindrowego 9, a hamulcami 7, 8 kół osi przedniej i tylnej włączony jest uruchamiany elektromagnetycznie, korzystnie normalnie otwarty (NO), zawór dopływowy 12, 13. Poza tym do komory ciśnieniowej 10 za pośrednictwem zaworu zwrotnego 17 otwierającego się w kierunku tej komory ciśnieniowej 10 dołączony jest akumulator niskociśnieniowy 36. Akumulator 36 dołączany jest do każdego z hamulców 7, 8 kół, za pośrednictwem jednego z uruchamianych elektromagnetycznie, korzystnie normalnie zamkniętych (NC) zaworów odpływowych 14, 15.

Druga komora ciśnieniowa 6 głównego cylindra hamulcowego 2, do której może być dołączony czujnik ciśnienia 18, dołączona jest do drugiej komory ciśnieniowej 20 zespołu

łokowo-cylindrowego 9 z jednej strony, a z drugiej strony do drugiej pary hamulców kół (nie przedstawione) za pośrednictwem przewodu hydraulicznego 25, który jest zamykany drugim zaworem odcinającym 19. Ponieważ konfiguracja układu hydraulicznego dołączonego do drugiej komory ciśnieniowej 6 głównego cylindra hamulcowego 2 jest identyczna, jak opisanego w odniesieniu do pierwszego obwodu hamulcowego 11, to nie ma potrzeby jej omawiania w poniższym tekście.

Wspomniany powyżej zespół tłokowo-cylindrowy 9, który jest wykorzystywany jako niezależne pomocnicze źródło ciśnienia, z kolei zawiera cylinder hydrauliczny 21 o konstrukcji tandemowej, którego dwa tłoki 22, 23 są przesuwne, ograniczając wspomniane powyżej komory ciśnieniowe 10, 20. Pierwszy tłok 22 może być napędzany przez silnik 24, korzystnie nawrotny, prądu stałego.

Elektroniczny blok sterujący 26 jest wykorzystywany do wspólnego uruchamiania silnika 24 prądu stałego i elektromagnetycznych zaworów dopływowych 12, 13, odpływowych 14, 15 i odcinających pierwszego 16 i drugiego 19. Sygnały wyjściowe z uruchamianego czujnika 29 drogi współdziałającego z pedałem hamulcowym 1, i z wspomnianego powyżej czujnika ciśnienia 18 przesyłane są w charakterze sygnałów wejściowych do bloku sterującego 26, przy czym sygnały te umożliwiają identyfikację życzenia hamowania kierowcy. Jednakże do identyfikowania życzenia kierowcy możliwe jest wykorzystywanie innych elementów, na przykład czujnika siły, wykrywającego siłę działającą na pedał hamulcowy 1. Sygnały wyjściowe czujników kół, reprezentatywne dla prędkości jazdy pojazdu, przesyłane są w charakterze dodatkowych zmiennych wejściowych do elektronicznego bloku sterującego 26. Czujnikiem kół przyporządkowanym do hamulców kół 7, 8 przyporządkowano odnośniki 27, 28. Ponadto, stosuje się przetwornik 31 kąta obrotu na napięcie, który wykrywa położenie katowe wirnika silnika 24 prądu stałego, umożliwiając dzięki temu bezpośrednio wyznaczenie położenia tłoków 22, 23 zespołu tłokowo-cylindrowego 9.

Między pedał hamulcowy 1, a główny cylinder hamulcowy 2 jest włączony symulator 32 oddziaływania zwrotnego. Symulator 32 zawiera tuleję 33, pozostającą w sprzężeniu siłowym z pedałem hamulcowym 1 i stanowiącą część składową pierwszego tłoka 3 cylindra głównego, oraz sprężynę 34 symulatora 32 umieszczoną wewnątrz tulei 33. Sprężyna 34 symulatora 32 jest wsparta osiowo na tłoku 3, z jednej strony, a z drugiej strony na tulei 33.

Działanie układu uruchamiającego hamulce w przykładzie wykonania z fig. 1 jest następujące. Kiedy następuje zainicjowanie hamowania przez naciśnięcie pedału hamulcowego 1, uruchamiający czujnik 27 drogi rozpoznaje stan hamowania i powiadamia elektroniczny blok sterujący 26. Sygnały sterujące bloku sterującego 26 powodują przełączenie zaworów odcinających pierwszego 16 i drugiego 19, i w ten sposób odcięcie komór ciśnieniowych 5, 6 cylindra głównego od głównych komór ciśnieniowych pierwszej 10 i drugiej 20 zespołu tłokowo-cylindrowego 9. Do elektronicznego bloku sterującego 26, w celu wygenerowania sygnałów uruchamiających silnik 24 prądu stałego, drugi raz sygnalizowane jest przez czujnik ciśnienia 18 życzenie kierowcy odnoszące się do hamowania, wysyłana jest zadana druga standardowa rzeczywista wartość ciśnienia. Silnik 24 rozpoczyna przemieszczanie tłoków 22, 23 w kierunku uruchamiania, a zatem ciśnienie w hamulcach 7, 8, kół wzrasta. Drugi czujnik ciśnienia 35, który jest połączony z pierwszą komorą ciśnieniową 10 zespołu tłokowo-cylindrowego 9, dokonuje regulacji nominalnych wartości i wartości rzeczywistych. Kierowca podczas hamowania odczuwa opór ściskanej sprężyny 34 symulatora.

Przy powrotnym przemieszczaniu się tłoków 22, 23 następuje zmniejszenie ciśnienia, ewentualnie przez aktywne odwrócenie kierunku wirowania silnika 24 prądu stałego.

Nadmiarowa objętość płynu ciśnieniowego przy operacjach sterujących ABS może być magazynowana w akumulatorach niskociśnieniowych 36. Podczas sterowania kołem, występują zmiany ciśnienia powodowane zaworami dopływowymi 12, 13 i odpływowymi 14, 15, a opróżnianie akumulatora niskociśnieniowego 36 może się odbywać za pośrednictwem zaworu zwrotnego 17 w wyniku przemieszczenia powrotnego zespołu tłokowo-cylindrowego 9.

Zawory odcinające 16, 19 zamykane są w operacji sterowania poślizgowego lub operacji sterowania stabilnością prowadzenia. Niezbędne ciśnienie hamowania jest generowane przez zespół tłokowo-cylindrowy 9. Fazę utrzymywania ciśnienia osiąga się przez przełączenie zaworu (NO) dopływowego 12 lub 13. Zmniejszenie ciśnienia można zrealizować przez przełączenie normalnie zamkniętego (NC) zaworu dopływowego 12, 13 i równoczesne zmniejszenie prądu doprowadzanego do silnika 24 prądu stałego. Wspomniany powyżej zawór zwrotny 17 umożliwi przepływ powrotny płynu ciśnieniowego w kierunku zespołu tłokowo-cylindrowego 9 po, lub nawet podczas, operacji sterowania.

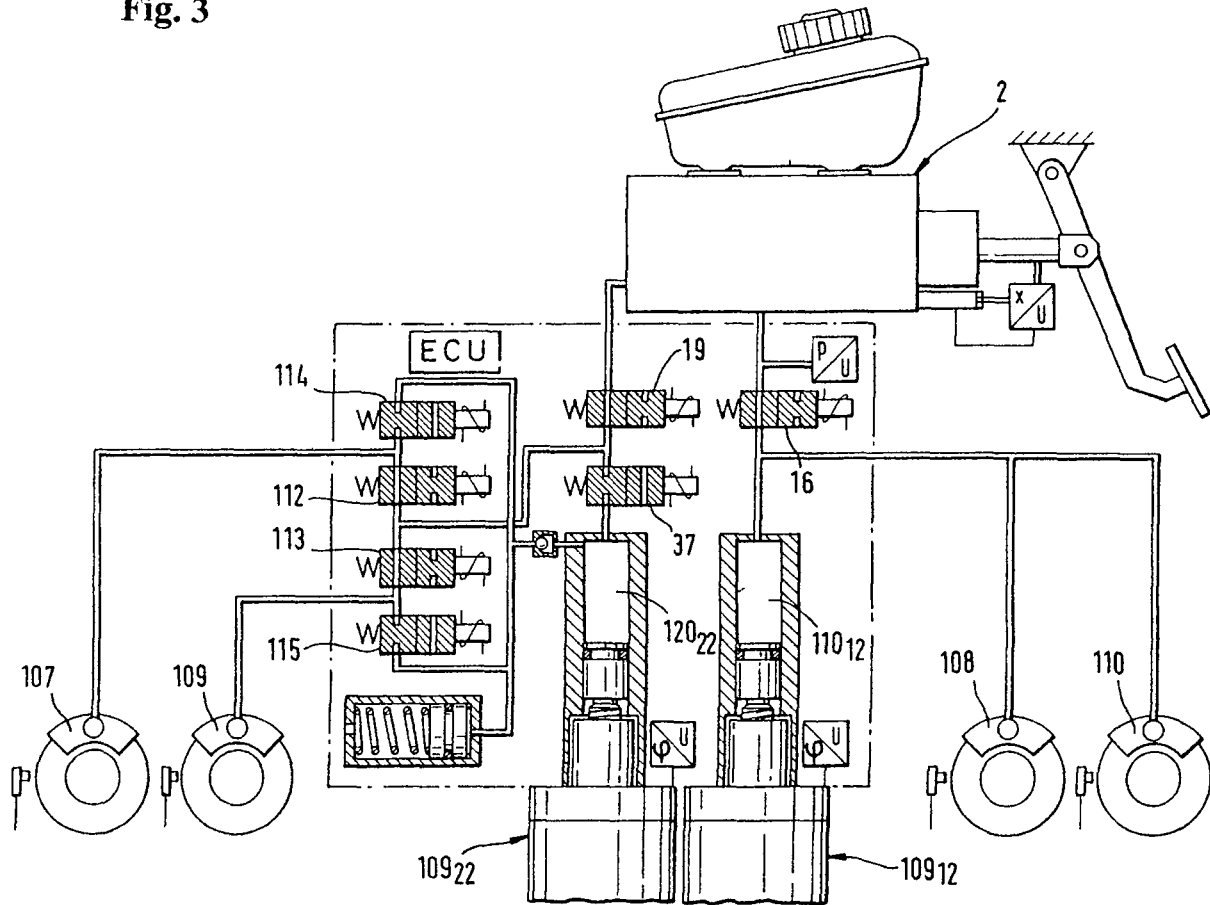
W drugim i trzecim przykładzie wykonania przedmiotu niniejszego wynalazku, przedstawionego na fig. 2 i 3, wykorzystuje się dwa jednoobwodowe zespoły tłokowo-cylindrowe 109_{11} , 109_{21} , 109_{12} , 109_{22} zamiast wspomnianego w odniesieniu do fig. 1 dwuobwodowego zespołu tłokowo-cylindrowego 9. Komory ciśnieniowe pierwsza 111_{11} , 110_{12} i druga 120_{21} , 120_{22} jednoobwodowych zespołów tłokowo-cylindrowych 109_{11} , 109_{21} , 109_{12} , 109_{22} połączone są z komorami ciśnieniowymi pierwszą 5 i drugą 6 głównego cylindra tłokowego 2 za pośrednictwem zaworów odcinających 16, 19 z jednej strony, oraz z każdym z pary hamulców kół z drugiej strony.

Podział obwodów hamulcowych drugiej odmiany wykonania przedstawionej na fig. 2 odpowiada podziałowi obwodów hamulcowych pierwszej odmiany wykonania przedstawionej na fig. 1, tak że każdy z hamulców 7, 8 kół przedniej osi i tylnej osi współdziała z każdą komorą ciśnieniową 110_{11} , 120_{21} zespołu tłokowo-cylindrowego 109_{11} , 109_{21} . Korzystne jest, jeżeli między tymi dwiema komorami ciśnieniowymi 110_{11} , 120_{21} włączony jest przetwornik 36 ciśnienia różnicowego na napięcie.

Korzystne jest, jeżeli podział obwodów hamulcowych w trzeciej odmianie wykonania przedstawionej na fig. 3 jest dobrany tak, że hamulce 108, 110 kół tylnej osi pojazdu połączone są z pierwszą komorą ciśnieniową 110_{12} zespołu tłokowo-cylindrowego 109_{12} , przy czym hamulce 108, 110 kół dołączone są do komory ciśnieniowej 110_{12} bez pośrednictwa zaworów dopływowych i odpływowych. Hamulce 107, 109 kół osi przedniej są dołączone do drugiej komory ciśnieniowej 120_{22} zespołu tłokowo-cylindrowego 109_{22} za pośrednictwem każdego z zaworów dopływowych 112, 113 i jednego z zaworów odpływowych 114, 115 (podział czarno-biały). Inny podział obwodu hamulcowego (podział diagonalny) możliwy jest przy zastosowaniu uruchamianego elektromagnetycznie, normalnie zamkniętego (NC) zaworu 37, który korzystnie, włączony jest między drugi zawór odcinający a drugą komorę ciśnieniową 120_{22} zespołu tłokowo-cylindrowego 109_{22} .

Układ hamulcowy jest również przydatny dla rekuperacji energii hamowania w pojazdach elektrycznych. W tym przypadku zespół tłokowo-cylindrowy jest uruchamiany w układzie sterowania opóźnionego, który uwzględnia oddziaływanie momentu hamującego wytwarzanego przez napęd pojazdu. Kiedy zostanie przekroczony łączny moment obrotowy, który może być przekazywany do osi przedniej, następuje zamknięcie zaworów NO i ciśnienie hamulcowe tylnej osi wzrasta aż do osiągnięcia optymalnego rozdziału siły hamowania.

Fig. 3



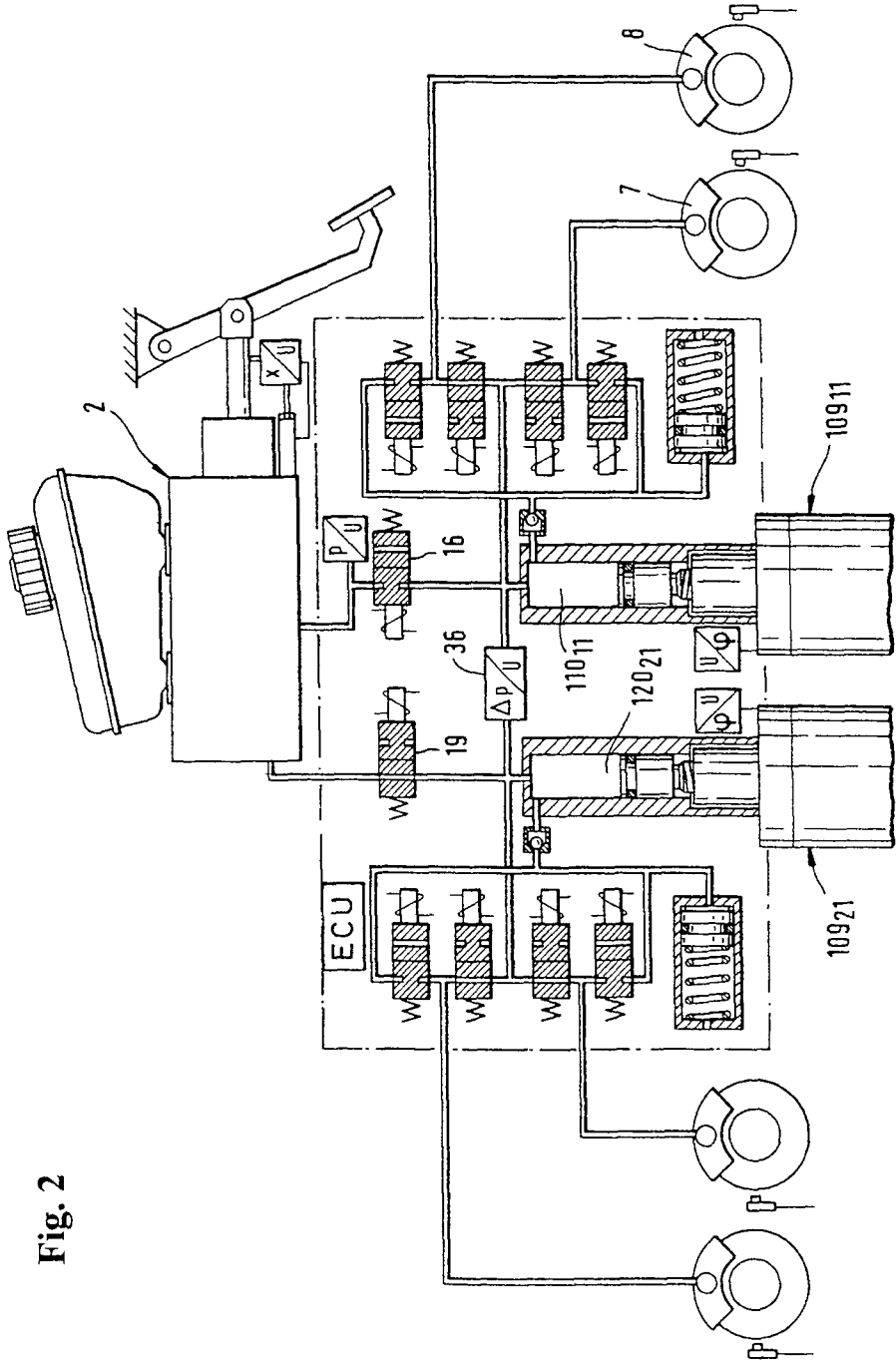


Fig. 2

Fig. 1

