

Patent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 46b,5/02

Zgłoszono: 28.03.1969 (P 132 642)

Pierwszeństwo: 28.03.1968 Niemiecka
Republika
Federalna

MKP F02d 5/02

Opublikowano: 09.05.1974

Właściciel patentu: Robert Bosch GmbH, Stuttgart
(Niemiecka Republika Federalna)

Układ sterowanego elektronicznie urządzenia wtryskowego

1

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest układ sterowanego elektronicznie urządzenia wtryskowego do silnika spalinowego posiadający co najmniej dwa zawory wtryskowe otwierane na przemian w odpowiednich chwilach i jeden wspólny dla tych zaworów jednostabilny przerzutnik sterujący, wytwarzający impulsy otwierania, których długość zależy przynajmniej od jednego parametru pracy silnika spalinowego.

Znane są urządzenia wtryskowe dające wtrysk w odpowiednich chwilach, posiadające jeden wspólny sterujący przerzutnik jednostabilny, ustalający czas trwania wtrysku. Impulsy wytworzone przez ten przerzutnik są wzmacniane i poprzez styki mechanicznego przełącznika kolejności pracy są podawane w odpowiednich chwilach na jeden z zaworów wtryskiwacza. Przełącznik kolejności pracuje synchronicznie z rozdzielaczem zapłonu. Podczas pracy sześciocyndrowego, czterosurowego silnika spalinowego przy 6000 obr/min maksymalny czas, który można wykorzystać na wtrysk wynosi 3,33 milisekund. Przy zmniejszeniu obciążenia silnika spalinowego przy tych obrotach czas wtrysku zmniejsza się do 1-3 msec. Aby można było dokładnie dozować ilość paliwa wtryskiwanego w tak krótkim czasie, trzeba jak najbardziej zmniejszyć martwy czas pracy zaworów, który związany jest z powstaniem i zanikaniem pola magnetycznego. Ponadto w znanym urządzeniu wtryskowym dla zmniejszenia czasu odpowiedzi zaworów wtrysko-

2

wych doprowadza się do nich impulsy otwierające, którym na początku, w czasie około 0,7 msec, odpowiada duże natężenie prądu, na przykład 25 A, które jest znacznie większe niż w okresie późniejszym, kiedy natężenie prądu wynosi zaledwie 5 A. W tym znanym układzie potrzebny jest rozbudowany układ elektroniczny urządzenia sterującego, który podnosi znacznie koszty produkcji. Ponadto konstrukcja układu wtryskiwacza musi uwzględniać szczególne wymagania związane z dużym poborem mocy i wymagany prądem maksymalnym.

Celem wynalazku jest uzyskanie takiego układu urządzenia owego wtryskiwacza, który nie ma wyżej wymienionych niedogodności.

15 Zadanie to zostało rozwiązane według wynalazku w ten sposób, że urządzenie wtryskowe ma układ sterowania, który pozwala na taką pracę zaworów wtryskowych, że czasy wtrysku różnych zaworów mogą się częściowo pokrywać, przy czym 20 każdy zawór wtryskowy nie musi posiadać oddzielnego przerzutnika jednostabilnego, który ustala czas trwania wtrysku. Aby silnik spalinowy nie pracował na zbyt ubogiej mieszance trzeba koniecz- 25 nie dostosowywać do sposobu pracy ilość środka napędowego dostarczanego do silnika i do jego oddzielnych cylindrów na każdy suw pracy. Z tego powodu nawet wtedy, gdy trzeba otwierać dużą ilość zaworów kolejno po sobie lub w grupach, najkorzystniejsza jest praca z jednym przerzutnikiem 30 sterującym. W tym bowiem przypadku można sto-

sunkowo łatwo doprowadzić do przerzutnika napiecia lub prądy sterujące, proporcjonalne do wielkości warunkujących pracę silnika i w ten sposób zmieniać długość impulsów otwierających. Według wynalazku w elektrycznie sterowanym wtryskiwaczu paliwa takiego typu, jak opisano na wstępie impuls podstawowy wytwarzany przez multiwibrator sterujący doprowadzany jest do co najmniej jednego układu pamięciowego, który wytwarza impuls bezpośrednio przedłużający impuls podstawowy. Długość tego impulsu przedłużającego zależy od długości impulsu podstawowego. Szczególnie prosty układ urządzenia sterującego można uzyskać, jeśli wyjście przerzutnika sterującego, wytwarzającego impulsy podstawowe jest połączone z wejściem układu pamięciowego. Połączenie to najkorzystniej można wykonać poprzez element logiczny „I”. Ponadto, przy takim rozwiązaniu, łączy się to wyjście z jednym z wejść elementu logicznego „LUB”, a drugie jego wejście łączy się z wyjściem układu pamięciowego. Pojawiający się na wyjściu elementu „LUB” impuls jest sumą impulsu podstawowego, wytwarzanego przez przerzutnik sterujący oraz proporcjonalnego do niego impulsu podstawowego, wytwarzanego przez przerzutnik sterujący oraz proporcjonalnego do niego impulsu przedłużającego. Taki impuls całkowity, po ewentualnym wzmocnieniu, można podać na jeden lub na grupę zaworów wtryskowych.

W urządzeniu wtryskowym czterocyndrowego, czterosuwowego silnika spalinyowego, wyposażonym w cztery zawory otwierające się kolejno po sobie, trudno jest sterować zawory przy pomocy jednego tylko przerzutnika. Ponadto sterowanie powinno zapewnić otwieranie się zaworów w odpowiednich chwilach na czas wyznaczony przez przerzutnik lub wielokrotność tego czasu. Zadanie to jest szczególnie ułatwione wtedy, gdy według poprzednio przedstawionej myśli przewodniej wynalazku do wyjścia przerzutnika sterującego przyłączony jest układ pamięciowy. Układ ten pozwala przedłużyć czas otwarcia zaworu tak, że może on być dłuższy od okresu między dwiema kolejnymi chwilami zapłonu. Z tego powodu według wynalazku przewiduje się, że każdy ze sterowanych zaworów wtryskowych posiada jeden impulsator formujący impulsy wyzwalające wtrysk. Pierwszy i trzeci z tych impulsatorów, licząc według kolejności pracy, przyłączone są do jednego z dwóch wejść przerzutnika dwustabilnego, podczas gdy drugi i czwarty impulsator, przyłączone są do drugiego wejścia. Ponadto za każdym razem, gdy pojawia się impuls wyzwalający, przerzutnik dwustabilny przechodzi w położenie przeciwne. Ponadto w każdym z dwóch wyjść przerzutnika dwustabilnego połączony jest jeden wspólny dla wszystkich zaworów przerzutnik sterujący, który ustala czas trwania otwarcia tych zaworów. Ten przerzutnik sterujący wysyła impulsy za każdym razem na jedno z dwóch wejść jednego z dwóch elementów logicznych „I”, przy czym drugie wejście pierwszego elementu logicznego „I” połączone jest z pierwszym wyjściem przerzutnika dwustabilnego, a drugie wejście drugiego elementu „I” połączone jest odpowiednio z drugim wyjściem przerzutnika dwustabilnego. W

układzie tym przerzutnik dwustabilny pracuje jako przełącznik elektronowy, który każdorazowo przełącza impulsy wyzwalające na przemian na jeden z dwóch kanałów wzmacniających, przy czym każdy z impulsów wyzwalających powoduje zadziałanie przerzutnika sterującego.

Ponadto przewiduje się, że każdy w dwóch kanałów wzmacniających posiada jeden układ pamięciowy opisanego uprzednio rodzaju. W tym wypadku zaleca się co również jest przedmiotem wynalazku, aby z pierwszym wyjściem elementu „I” połączone było pierwsze wejście członu „LUB”, a z drugim wyjściem elementu „I” połączone było każdorazowo jedno z wejść dwóch układów pamięciowych i aby wyjście każdego z tych układów połączony było z drugim wejściem odpowiadającego temu układowi pamięciowego elementu „LUB”. Szczególnie korzystne jest ukształtowanie impulsatorów jako wyłączników pracujących tak, że stosunek czasu zwarcia do czasu przerwy wynosi w przybliżeniu 1:1. W tym wypadku celowe jest, aby każdy z wyłączników połączony był z jednym z wejść elementu „I” przyłączonego przed odpowiadającym mu zaworem i aby do drugiego wejścia przyłączone było jedno z wyjść jednego z elementów „LUB”.

Wynalazek jest przykładowo wyjaśniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie układ sterowania urządzenia wtryskowego paliwa według pierwszego przykładu wykonania wynalazku, fig. 2 przedstawia wykres czasowy poszczególnych przebiegów sterowniczych, fig. 3 przedstawia uproszczony schemat połączeń układu sterowania według fig. 1, fig. 4 przedstawia schemat blokowy dwukanałowego układu urządzenia wtryskowego według drugiego przykładu wykonania wynalazku, fig. 5 przedstawia schemat blokowy układu urządzenia wtryskowego według trzeciego przykładu wykonania wynalazku, fig. 6 przedstawia wykres czasowy przebiegów sterowania układu urządzenia wtryskowego z fig. 5, fig. 7 przedstawia schemat połączeń układu z fig. 5, fig. 8 przedstawia schemat blokowy układu sterowanego elektronicznie urządzenia wtryskowego według czwartego przykładu wykonania wynalazku, fig. 9 przedstawia wykres czasowy przebiegów sterowania układu z fig. 8, a fig. 10 przedstawia schemat połączeń układu z fig. 8.

Sterowanie urządzenia wtryskowego według wynalazku jest przeznaczone do pracy w czterocyndrowym, czterosuwowym spalinowym silniku 10 o zapłonie wymuszonym. Silnik ten ma rozdzielacz zapłonu o czterech wyłącznikach, 11, 12, 13, 14, które są otwierane na skutek ruchu krzywek osadzonych na wale krzywkowym. Styki te są rozwarte w czasie pracy około połowy obrotu krzywki, po czym są zwierane. Jak pokazano na fig. 2, wyłącznik 11 zamyka się w chwili t_1 . Po jednej czwartej obrotu wału krzywkowego, w chwili t_2 zamyka się wyłącznik 14. Wyłącznik 11 otwiera się po obrocie wałka krzywkowego o kąt 170° . Po obrocie o kąt 180° od momentu zamknięcia wyłącznika 11 w chwili t_3 zamyka się wyłącznik 13. Wyłącznik 12 zamyka się dopiero w chwili t_4 , po obrocie wałka o kąt 270° licząc od chwili t_1 , odpowiadającej zamknięciu wy-

łącznika 11. Wyłącznik jest zamknięty dopóki wałek nie obróci się o kąt 170° .

Urządzenie wtryskowe posiada cztery uruchamiane elektromagnetycznie, wtryskowe zawory 21—24. Przy kolejności pracy cylindrów 1, 4, 3, 2 zawory 21 i 23 należące do pierwszego i trzeciego cylindra i połączone szeregowo z wyłącznikami 11 i 13 są połączone ze wspólnym kanałem wzmocnienia narysowanym u góry fig. 1. Zawory 22 i 24, należące do drugiego i czwartego cylindra, połączone szeregowo z wyłącznikami 12 i 14, są przyłączone do drugiego wspólnego kanału wzmocnienia, który na fig. 1 pokazany jest u dołu. Wszystkie zawory wtryskowe wkręcone są w rurę ssącą, której nie pokazano na rysunku, bezpośrednio przed odpowiadającym jej cylindrem. Zawory posiadają jeden wspólny dla wszystkich sterujący przerzutnik 33, który wytwarza prostokątne impulsy otwierające zawory wtryskowe. Długość tych impulsów zmienia się w zależności od różnych wielkości sterujących silnika 10, zaznaczonych na fig. 1 linią przerywaną. Jeśli paliwo jest dostarczane do zaworów pod praktycznie stałym ciśnieniem, wynoszącym około 2 atm, to ilość paliwa dostarczanego przez zawory wtryskowe w czasie jednego wtrysku jest proporcjonalna do długości impulsów otwierających.

Każdy z wyłączników 11—14 połączony jest w ten sposób ze wspólnym sterującym przerzutnikiem 33, przy zamknięciu jednego z tych wyłączników przerzutnik ten przechodzi w stan niestabilny wyzwalając przy tym wtrysk. Długość impulsu, który przy tym powstaje, zależy każdorazowo od stanu pracy silnika 10. Jak to pokazano na fig. 1 wyłączniki 11—14 połączone są z dwoma wejściami dwustabilnego przerzutnika 32 w ten sposób, że za każdym razem po pojawieniu się impulsu wyzwalającego z kolejnego zamykającego się wyłącznika przerzutnik ten zmienia swój stan. Każdy z kanałów wzmocnienia ma na wejściu jeden z dwóch elementów logicznych „I” 34, 39. Do jednego z wejść każdego z tych elementów dołączony jest dwustabilny przerzutnik 32, a do drugiego wejścia dołączony jest wyjście przerzutnika 33. Każdy z kanałów wzmocnienia zawiera ponadto jeden z dwóch pamięciowych układów 35, 40, które wytwarzają impulsy przedłużające następujące bezpośrednio po impulsach podstawowych wytwarzanych przez multiwibrator 33. Długość tych impulsów przedłużających jest przy tym proporcjonalna do długości impulsów podstawowych. Przy długich impulsach podstawowych umożliwia to zachodzenie na siebie przebiegów otwarcia. Wyjście przerzutnika 33 i pamięciowego układu 35 lub 40 połączone jest z wejściem elementu logicznego „LUB” 36 lub 41. Element 36 lub 41 włączony jest w kanałach wzmocnienia przed wzmacniaczem 51, do którego dołączone są bezpośrednio wtryskowe zawory 21 i 23, bądź przed wzmacniaczem 54, do którego dołączone są bezpośrednio wtryskowe zawory 22 i 24. Do jednego wejścia elementu 36 lub 41 dołączone jest jedno z wyjść elementu „I” 34 lub 39, a do drugiego wejścia dołączone jest wyjście z odpowiedniego pamięciowego układu 35 lub

40. Otrzymujemy zatem według fig. 2 następujący szczegółowy przebieg działania.

W chwili t_1 wyłącznik 11 zostaje zamknięty i dwustabilny przerzutnik 32 zostaje przerzucony w stan włączający element 34, a jednocześnie zostaje wyzwolony sterujący przerzutnik 33. Przerzutnik sterujący działa ze swojej strony na element „I” 34. Pamięciowy element 35 zaczyna się naładowywać. Jednocześnie wtryskowy zawór 21 otwiera się na skutek działania elementu „I” 34, elementu „LUB” 36 i wzmacniacza 51.

Po upływie czasu trwania impulsu τ_1 , który jak wspomniano zależy od parametrów pracy silnika spalinowego 10, sterujący przerzutnik 33 powraca do położenia spoczynkowego. Od chwili t_2 zaczyna się rozładowanie pamięciowego elementu 35, które trwa przez czas τ_2 i w tym czasie trwa impuls przedłużający, który przez element „LUB” 36 i wzmacniacz 51 utrzymuje wtryskowy zawór 21 w położeniu otwartym. Po czasie τ_2 (najpóźniej jednak w chwili otwarcia wyłącznika 11), w chwili t_3 wyłączony zostaje zawór 20. Wtryskowy zawór 21 jest zatem otwarty od chwili t_1 do t_3 , to jest przez czas $\tau_1 + \tau_2$, przy czym układ pamięciowy jest zbudowany w ten sposób, że czas trwania τ_2 impulsu przedłużającego jest proporcjonalny do czasu trwania τ_1 impulsu podstawowego.

W chwili t_4 zamyka się wyłącznik 14. Przerzutnik 32 przechodzi w stan włączający element „I” 39 i równocześnie wyzwala przerzutnik 33, który ze swej strony działa na element „I” 39. W czasie τ_1 trwania impulsu podstawowego zostaje naładowany pamięciowy układ 40. Jednocześnie otwarty zostaje wtryskowy zawór 24 poprzez element „I” 39, element „LUB” 41 i wzmacniacz 52. Po czasie trwania impulsu podstawowego τ_1 przerzutnik 33 powraca do położenia spoczynkowego w chwili t_5 . Pamięciowy układ 40 rozładowuje się w czasie τ_2 i utrzymuje otwarty zawór wtryskowy 24 poprzez element „LUB” 41 i wzmacniacz 52. Po zakończeniu rozładowania (najpóźniej jednak w chwili otwarcia wyłącznika 14) zawór 24 zostaje odcięty w chwili t_6 .

W chwili t_3 zostaje zamknięty wyłącznik 13. Ponieważ niedługo przedtem został otwarty wyłącznik 11, wyłącznik 13, może przerzucić przerzutnik 32 w położenie pierwotne pozwalające włączyć element „I” 34. Jednocześnie zostaje wyzwolony przerzutnik 33, który przez element „I” naładowuje pamięciowy układ 35. Jednocześnie dzięki działaniu elementu „I” 34, elementu „LUB” 36 i wzmacniacza 51 otwiera się wtryskowy zawór 23. Tak, jak opisano poprzednio impuls podstawowy o czasie trwania τ_1 wytworzony przez przerzutnik 33 zostaje przedłużony przez impuls o czasie trwania τ_2 wytwarzany przez pamięciowy układ 35. Po upływie czasu τ_2 zawór wtryskowy zostaje zamknięty.

Następnym w kolejności pracy jest zawór 22, należący do drugiego cylindra. W chwili t_6 , w której zamyka się wyłącznik 12, otrzymuje on impuls otwierający, gdyż w tym czasie wyłącznik 14 już się otworzył i zawór 24 został odcięty. Podobnie jak poprzednio zawór 24, zawór 22 utrzymywane są w położeniu otwartym przez drugi kanał wzmocnienia,

który przenosi w czasie τ_1 impuls podstawowy i w czasie τ_2 impuls z pamięciowego układu 40.

Cykl pracy powtarza się przy powtórnych zamknięciu wyłącznika 11. Zawory wtryskowe otwierają się w kolejności 21, 24, 23, 22, przy czym każde następne otwarcie przesunięte jest w stosunku do poprzedniego o kąt 90° .

Układ sterowanego elektronicznie urządzenia wtryskowego którego schemat blokowy pokazano na fig. 1 zbudowany jest tak, jak to pokazuje szczegółowy schemat połączeń przedstawiony na fig. 3. Poszczególne układy są zrealizowane, dwustabilny przerzutnik 32 na tranzystorach 135 i 138, przerzutnik 33 na tranzystorach 165 i 168, element „I” na tranzystorze 95, układ pamięciowy na tranzystorach 97, 103 i 107, element „LUB” na tranzystorze 113, wzmacniacz 52 na tranzystorach 115 i 118.

Tranzystory 125 i 147 mają na celu tylko rozdzielenie obwodów i nie mają zasadniczego znaczenia.

Układ przedstawiony na fig. 2 działa w następujący sposób. W chwili t_1 zamknięty zostaje wyłącznik 11 a na krótko przed tym otwarty zostaje wyłącznik 13. Oddzielający tranzystor 125 połączony z wejściem przerzutnika 32 przechodzi w stan przewodzenia dzięki opornikowi 122. Przejściu temu towarzyszy dodatni skok napięcia na kolektorze, który po zróżniczkowaniu w układzie złożonym z kondensatora 128 i opornika 129 poprzez diodę 132 wysterylizuje na chwilę tranzystor 135 w stan przewodzenia. W ten sposób przerzutnik dwustabilny przechodzi w drugi stan stabilny a tranzystor 135 pozostaje nadal w stanie przewodzenia. Ujemny skok napięcia na kolektorze tranzystora 135 po zróżniczkowaniu w układzie złożonym z kondensatora 154 i opornika 153 wprowadza przerzutnik 33 w stan niestabilny. Przerzutnik 33 na transformator 107, którego indukcyjność zmienia się w znany sposób w zależności od wielkości ciśnienia w rurze ssącej. Ponieważ w tej chwili oba tranzystory 135 i 168 przewodzą baza tranzystora 85, działającego jako element „I”, nie otrzymuje prądu ani z opornika 88 ani z opornika 89 i tranzystor jest zatkany. Napięcie na jego kolektorze zależy od wartości rezystancji oporników 86 i 70 i ustalone jest jako równe w przybliżeniu połowie napięcia baterii doprowadzonego przewodami zasilającymi 5 i 6. Tranzystor 65 jest wysterylizowany przez opornik 70 i znajduje się w stanie przewodzenia, dzięki czemu przewodzą także tranzystory 63 i 60. Wtryskowy zawór 21 jest otwarty. Jednocześnie należący do pamięciowego układu 35 kondensator 83 ładuje się ze źródła prądu stałego, które w przedstawionym przykładzie utworzone jest przez tranzystor 84 i opornik 79.

Po czasie trwania impulsu podstawowego przerzutnik 33 powraca do stanu stabilnego, dzięki czemu tranzystor 85 jest wysterylizowany przez opornik 89 i przewodzi. Ujemny skok napięcia na kolektorze tranzystora 85 zostaje przeniesiony poprzez złącze kolektor — baza tranzystora 84, który pracuje teraz przy napięciach odwróconych, i poprzez kondensator 83 na bazę tranzystora 76. Tranzystor 76 jest zatkany. Tranzystor 65 jest nadal

wysterylizowany poprzez oporniki 45 i 71 i dzięki temu wtryskowy zawór 21 jest nadal otwarty.

Kondensator 83 rozładowuje się praktycznie stałym prądem poprzez połączenie szeregowo tranzystora 77 i opornika 78. Dzięki liniowemu przebiegowi rozładowania kondensatora 83 osiąga się liniową zależność między czasem τ_1 trwania impulsu podstawowego i czasem τ_2 rozładowania wywołującego impuls przedłużający. Można jednak uzyskać dowolną zależność przez dobór odpowiednich stałych ładowania i rozładowania kondensatora 83; w szczególności można te stałe zmieniać w zależności od parametrów pracy silnika spalinowego i od licznych wielkości korekcyjnych.

Po upływie czasu τ_2 kondensator 83 jest rozładowany a tranzystor 76 znowu przewodzi. Baza tranzystora 65 nie otrzymuje teraz prądu ani poprzez opornik 70 ani poprzez opornik 71. Tranzystor 65 jest zatkany. Z tej przyczyny tranzystory 63 i 60 są również zatkane a wtryskowy zawór 21 jest ponownie w położeniu zamkniętym.

W chwili t_2 zamyka się wyłącznik 14, co sprawia, że tranzystor 147 zaczyna przewodzić i przerzuca przerzutnik 32 w drugi stan, w którym tranzystor 138 przewodzą, a tranzystor 135 jest zatkany. Przerzutnik 33 pobudzany jest poprzez kondensator 155. Tranzystor 85 znajduje się w stanie przewodzenia dzięki opornikom 136 i 88 podczas gdy tranzystor 95 jest zatkany, a tranzystor 113 przewodzi dzięki opornikom 96 i 109. Z tego powodu tranzystory 115 i 118 również przewodzą wtryskowy zawór 24 jest otwarty. Kondensator 98 naładowuje się poprzez tranzystor 97 i opornik 99, które tworzą źródło prądu stałego.

Po upływie czasu τ_1 przerzutnik 33 powraca do stanu stabilnego i tranzystor 95 przewodzi. Tranzystor 107 jest zatkany w czasie τ_2 , kiedy kondensator 98 rozładowuje się stałym prądem poprzez tranzystor 103 i opornik 105. W tym czasie tranzystory 115 i 118 nadal przewodzą. Zawór wtryskowy jest otwarty.

Po upływie czasu τ_2 kończy się impuls przedłużający; tranzystor 107 przewodzi a tranzystor 113 jest zatkany. Zatkane są również tranzystory 115 i 117. Wtryskowy zawór 24 zamyka się.

W chwili t_3 zawór wtryskowy 23 otwiera się dzięki podobnemu działaniu układu, jak opisane poprzednio poczynając od chwili t_1 . Otwarcie tego zaworu następuje poprzez element „I” 34 (czyli tranzystor 85), pamięciowy układ 35 (czyli tranzystory 84, 77 i 76), element „LUB” 36 (czyli tranzystor 65) i wzmacniacz 51 (czyli tranzystory 63 i 60). Zawór jest otwarty przez czas odpowiadający sumie czasów trwania impulsu podstawowego τ_1 i impulsu przedłużającego τ_2 . W podobny sposób wtryskowy zawór 22 należący do drugiego cylindra silnika spalinowego otrzymuje impuls otwierający poprzez drugi kanał wzmacniania zawierający pamięciowy układ 40. Z kolei może rozpocząć się nowy cykl pracy poczynając od zadziałania zaworu wtryskowego 21 należącego do pierwszego cylindra.

Jak wynika z rysunku przedstawionego na fig. 2 zastosowanie pamięciowego układu 35 lub 40 pozwala na otwarcie zaworów wtryskowych przez

czas dłuższy niż odpowiedni czas wynikający z cyklu pracy. W opisanym przykładzie czterocylindrowego, czterosuwowego silnika spalinowego można zawory wtryskowe utrzymać otwarte przez czas dłuższy niż $360^\circ/4=90^\circ$ kąta obrotu wału krzywkowego. Niezbędny jest przy tym tylko jeden wspólny dla wszystkich zaworów wtryskowych sterujący przerzutnik 33, który na rysunku przedstawiono w żółtym uproszczeniu. Dalszym osiągnięciem uproszczeniem jest to, że w opisanym uprzednio przykładzie wykonania wyłączniki 11, 12, 13 i 14 wytwarzają impulsy wyzwalające przerzutnik 33 i jednocześnie rozdzielają impulsy otwierające na poszczególne zawory wtryskowe zgodnie z kolejnością ich pracy. Wskutek tej podwójnej funkcji wyłączników 11, 12, 13 i 14 mimo podziału na dwa kanały wzmacniające, najdłuższy czas otwarcia zaworu wtryskowego ograniczony jest każdorazowo przez czas zamknięcia odpowiedniego wyłącznika. Ten czas zamknięcia, ze względu na konieczność przerzucenia przerzutnika dwustabilnego, musi być nieco krótszy od najdłuższego, teoretycznie możliwego do osiągnięcia, czasu odpowiadającego obrotowi wału krzywkowego o 180° .

Wynalazek można również wykorzystać w ten sposób, że każdy zawór wtryskowy posiada swój własny układ pamięciowy, a odpowiednio skonstruowany rozdzielacz włączony jest między wspólny jednostabilny przerzutnik sterujący i układy pamięciowe. Każdy z tych układów pamięciowych znajduje się przy tym w kanale wzmacniającym, odpowiadającym jednemu tylko zaworowi wtryskowemu. Rozdzielacz można przy tym zbudować jako układ logiczny. Tego rodzaju urządzenie wtryskowe może być korzystne dla takiego silnika spalinowego, lub dla takiego rodzaju pracy, gdy ilość paliwa wtryskiwanego na jeden suw pracy może się bardzo zmieniać. Wykorzystując najkrótszy ze względów konstrukcyjnych czas otwarcia 1 ms można wtryskiwać największą potrzebną ilość paliwa w ten sposób, że zawory zasilane są impulsami przedłużonymi z układów pamięciowych. Impulsy te zachodzą na siebie i powodują, że zawory wtryskowe są stale otwarte w czasie pracy wymagającej dostarczania dużej ilości paliwa.

W opisywanym uprzednio przykładzie wykonania z każdym z zaworów wtryskowych muszą być połączone dwa przewody. Nie jest to potrzebne w drugim przykładzie wykonania, pokazanym na fig. 4, w którym zawory wtryskowe mogą być dołączone z jednej strony do masy.

Układ urządzenia wtryskowego, którego schemat blokowy pokazany jest na fig. 4 wykonany jest również jako układ dwukanałowy, wyzwalany przez cztery wyłączniki 11, 12, 13, 14, których działanie przesunięte jest o 90° obrotu wału krzywkowego. Kąt zamknięcia wyłączników wynosi nieco mniej niż 180° . Przez styki tych wyłączników nie przepływa jednak prąd uruchamiający zawory wtryskowe, a tylko niewielki prąd sterujący cztery elementy logiczne „I” 37, 38, 42 i 43. Te elementy „I” dzielą dwa kanały wzmacnienia cztery kanały odpowiadające poszczególnym zaworom wtryskowym. Jeden z kanałów wzmacnienia składa się z elementu „I”

34, pamięciowego układu 35, logicznego elementu „LUB” 36, a drugi z elementu „I” 39 pamięciowego układu 40 i elementu „LUB” 41. Kanał wzmacnienia uruchamiający wtryskowy zawór 21, należący do pierwszego kanału posiada wzmacniacz 51 i element „I” 37. Do jednego z wejść tego elementu dołączony jest wyłącznik 11, a do drugiego, element „LUB” 36. Na wyjście takiego samego elementu „LUB” załączony jest element „I” 38 działający poprzez wzmacniacz 53 na wtryskowy zawór 23. Do elementu „I” 38 dołączony jest także wyłącznik 13 wtryskowego zaworu 23 na skutek czego ten zawór wtryskowy otrzymuje impuls podstawowy sterującego przerzutnika 33 i proporcjonalny do niego co do długości impuls przedłużający z układu pamięciowego wtedy, gdy wyłącznik 13 jest zamknięty.

W podobny sposób działają oba pozostałe elementy „I” 42 i 43 oraz ich wyłączniki 12 i 14. Wyłączniki te zamykają się w takiej kolejności, jak pokazano to na fig. 2. Są one urządzeniem rozdzielającym impulsy otwierania zaworów wtryskowych 22 i 24, które przyłączone są do wyjść oddzielnych wzmacniaczy 52 i 54. Poza tym sposób działania tego układu odpowiada całkowicie sposobowi działania układu przedstawionemu na fig. 2.

W drugim przykładzie wykonania zastosowano również przerzutnik dwustabilny, który zmienia swój stan przy każdym zamknięciu jednego z wyłączników 11, 12, 13, 14. Umożliwia to zastosowanie tylko dwóch pamięciowych układów 35 i 40, wysyłających impulsy o długości proporcjonalnej do długości impulsów podstawowych, chociaż urządzenie wtryskowe posiada cztery kanały wzmacnienia, po jednym dla każdego wtryskowego zaworu 21 do 24.

W przykładach wykonania, które opisano poprzednio, przyjęto założenie, że czterocylindrowy silnik spalinowy pracuje w kolejności 1—4—3—2, co ma najczęściej miejsce, gdy silnik zbudowany jest w układzie typu „BOKSER”. Kolejność wtrysków jest przy tym następująca: zawór 21, zawór 24, zawór 23, zawór 22. Jeśli jednak silnik spalinowy pracuje w kolejności 1—3—4—2, która jest często stosowana w czterocylindrowych silnikach rzędowych, opisané urządzenie wtryskowe można zastosować w takim silniku w ten sposób, że wtryskowy zawór 24 współpracuje z trzecim cylindrem, natomiast wtryskowy zawór 23 współpracuje z czwartym cylindrem.

To samo urządzenie wtryskowe może także współpracować z silnikiem ośmiocylindrowym. W tym przypadku do każdego z zaworów 21 — 24 dołączony jest równolegle drugi zawór 25 — 28. Przykładowo, dla silnika o kolejności pracy 1—5—4—8—6—3—7—2 zawór 25, odpowiadający piątemu cylindrowi i zawór 21 odpowiadający pierwszemu cylindrowi, otwierają się i zamykają jednocześnie z dostatecznym wyprzedzeniem względem chwili zapłonu odpowiadającej cylindrowi 1. W podobny sposób połączone są równolegle wtryskowe zawory 28 ósmego cylindra z wtryskowym zaworem 24 czwartego cylindra, zawór 26 szóstego cylindra z zaworem 23 trzeciego cylindra i zawór 27 siódmego cylindra z zaworem 22 drugiego cylindra. Podobnie

dla innej kolejności pracy cylindrów silników spaliny-
nowych Otta można wtryskiwać paliwo jednocześnie
poprzez dwa zawory pod warunkiem, że do jed-
nej pary zaworów działających jednocześnie należą
zawory cylindrów, z których jeden pracuje bezpo-
średnio po drugim.

Dotyczy to również trzeciego przykładu wykona-
nia urządzenia wtryskowego przedstawionego na
fig. 5—7. Urządzenie to przeznaczone jest dla
czterocylindrowego silnika spalinowego, ale można
je również zastosować w opisany uprzednio sposób
w silniku ośmiocylindrowym.

W obu opisanych przykładach wyłączniki 11—14
wysyłają impuls wyzwalający, a ponadto działają
jako rozdzielacze sygnałów wyzwalających. Natomiast
w przykładzie trzecim przewidziany jest elektroniczny
rozdzielacz impulsów. Zgodnie ze schematem
blokowym pokazanym na fig. 5, między dwustabilnym
przerzutnikiem 32, który pracuje również w obu
opisanych już przykładach i wyłącznikami 11 i 13
umieszczony jest dodatkowy dwustabilny przerzutnik
30. Podobnie, między przerzutnikiem 32, wyłącznikami
12, 14 włączony jest dodatkowy przerzutnik 31. Każdy
z tych dodatkowych przerzutników połączony jest
każdym ze swoich dwóch wyjść z wejściem elementów
„I” 37 i 38 lub 42 i 43. Zaletą tego rozwiązania
jest uproszczenie konstrukcyjne wyłączników, a
także to, że dostatecznie dobry styk musi w nich
występować tylko w chwili wyzwoleń przebiegów t_1 , t_2 , t_3 i t_4 .
Czas zamknięcia styków, a także odskoki styków
i przedwczesne otwarcie styków nie mają wpływu
na dokładność działania urządzenia wtryskowego.

Jak wynika z wykresu czasowego pokazanego na
fig. 6 w chwili t_1 zostaje wysterowany przerzutnik
30. Pozostaje on w tym położeniu aż do chwili
pojawienia się sygnału wyzwalającego działanie za-
woru 23, to znaczy do chwili t_2 zamknięcia wy-
łącznika 13. W chwili t_1 dzięki działaniu przerzut-
nika 30 zmienia stan również dwustabilny prze-
rzutnik 32, który wyzwala sterujący przerzutnik 33.
Przerzutnik ten przechodzi w stan niestabilny. Czas
trwania stanu niestabilnego τ_1 zmienia się każdo-
razowo pod wpływem parametrów pracy silnika
spalinowego. Jednocześnie ładuje się pamięciowy
układ 35, który wysyła impuls przedłużający o dłu-
gości τ_2 w chwili, gdy kończy się impuls podstawo-
wy o długości τ_1 . W ten sposób wtryskowy zawór
21 utrzymywany jest w położeniu wtrysku od chwi-
li t_1 do chwili t_3 . Chwila ta może być późniejsza od
chwili t_2 otwarcia zaworu 24, jak to szczegółowo
zostało objaśnione w opisie poprzednich przykła-
dów wykonania.

Opisane urządzenie wtryskowe pokazane jest
szczegółowo na fig. 7. Jego pierwszy kanał stero-
wania pokazany jest w górnej części, po lewej stro-
nie fig. 7. Składa się on, podobnie jak kanał ste-
rowania pokazany na fig. 3, z elementu „I” 34 i pa-
mięciowego układu 35, do którego dołączony jest
element „LUB” 36. Elementy składowe zbudowane
są w ten sam sposób. W dalszej części kanały roz-
gałęziają się, a mianowicie poprzez element „I” 37
i wzmacniacz 51 do zaworu 21 oraz poprzez element
„I” 38 i wzmacniacz 53 do zaworu 23. Drugi kanał
sterowania pokazano na fig. 7 symetrycznie do

pierwszego kanału, na prawo od środka rysunku.
Obejmuje on element „I” 39, pamięciowy układ 40
i element „LUB” 41 i następnie rozdziela się na
gałąź zawierającą element „I” 42 i wzmacniacz 54
dla zaworu 24 oraz gałąź zawierającą element „I”
43 i wzmacniacz 52 dla zaworu 22. Elementy „I”
37, 38, 42 i 43 są zbudowane tak samo. Tak więc
na przykład element 37 zawiera tranzystor n-p-n
201, który w kolektorze ma opornik 202. Do kolek-
tora tego tranzystora dołączony jest tranzystor 63
należący do wzmacniacza 51. Element „I” posiada
dalej dwa oporniki sprzęgające 203, 204. Jeden z
tych oporników połączony jest z kolektorem tran-
zystora 65, należącym do wspólnego elementu
„LUB” 36. Drugi, sprzęgający opornik 203 połączony
jest z kolektorem tranzystora 235, który wraz
z tranzystorem 231 tworzy dwustabilny przerzutnik
30. Baza tranzystora 231 połączona jest z wy-
łącznikiem 11, a baza tranzystora 235 z wyłącz-
nikiem 12. Jeśli wyłącznik 11 jest zamknięty, to
tranzystor 231 jest zatkany i odtyka się dopiero
wtedy, gdy wyłącznik 13 zamyka się powodując
zatkanie tranzystora 235.

Element „I” 38 odpowiadający wtryskowemu za-
worowi 23 połączony jest z tym samym dwustabil-
nym przerzutnikiem 30. Tranzystor 205 należący do
elementu „I” 38 przyłączony jest jednak poprzez
swoją opornik 203 do drugiego wyjścia przerzutni-
ka 30, na kolektor tranzystora 231. Drugi, sprzęga-
jący opornik 208 tranzystora 205 wchodzącego w
skład elementu „I” przyłączony jest do kolektora
tranzystora 65, należącego do elementu „LUB” 36.
Do kolektora tego samego tranzystora 65 przyłą-
czony jest sprzęgający opornik 204 tranzystora 201
należącego do elementu „I” 201.

Jak wyraźnie widać na fig. 5 i 7 budowa układu
jest symetryczna. Opornik 213 przyłączony jest
między bazą tranzystora 211 należącego do ele-
mentu „I” 42 i kolektorem tranzystora 245. Tran-
zystor ten może być zwarty po stronie bazy przez
wyłącznik 14. Tranzystory 241 i 245 tworzą razem
dodatkowy dwustabilny przerzutnik 31. Drugi sprzę-
gający opornik 214 tranzystora 211, tworzącego
element „I”, przyłączony jest do kolektora tranzy-
stora 113, tworzącego element „LUB” 41. Do tego
samego kolektora przyłączony jest odpowiedni
sprzęgający opornik 218 tranzystora 215 należącego
do elementu „I” 43. Drugi sprzęgający opornik 217
tranzystora 215 przyłączony jest do kolektora dru-
giego tranzystora 241, należącego do dwustabilnego
przerzutnika 31. Do bazy tego tranzystora dołączo-
ny jest wyłącznik 12 wyzwalający działanie wtrys-
kowego zaworu 22. Wyłącznik ten ma się zamykać
jako ostatni zgodnie z przyjętą kolejnością
1—4—3—2.

Przy każdym przerzuceniu przerzutnika 30, 31
przerzuca również wspólny przerzutnik 32, który
jest do nich przyłączony poprzez jeden z konden-
satorów 128, 328 lub 144, 344 i poprzez jedną z diod
132, 332 lub 142, 342. Wspólny przerzutnik 32 łącz-
nie z podwójnymi członami wejściowymi odpowia-
da takiemu przerzutnikowi z fig. 3 i wyzwala on
tak samo zbudowany sterujący przerzutnik 33 w
czasie zamykania się wyłączników 11 do 14.

Cykl pracy opisanych dotąd urządzeń wtrysko-

wych zawiera cztery kolejno po sobie następujące przebiegi wtrysku. Na fig. 8 — 10 przedstawiono czwarty przykład wykonania układu sterowanego elektronicznie urządzenia wtryskowego, który posiada tylko dwa zawory lub grupy zaworów otwierających się na przemian, które mogą pozostawać otwarte również po otwarciu drugiego zaworu lub grupy zaworów. Urządzenie wtryskowe tego typu przeznaczone jest w zasadzie do pracy w silniku z wirującym tłokiem, którego tłok w przekroju ma kształt trójkąta o wypukłych bokach. Tłok wiruje w obudowie, której wewnętrzna powierzchnia jest w przekroju owalna, a w pobliżu świecy zapłonowej ma kształt epitrochoidy. Trzy wierzchołki trójkąta w czasie obrotu tłoka prawie dotykają ścianek obudowy tak, że tworzą się trzy oddzielone od siebie komory pracy. Komory te przesunięte są względem siebie o 120° i periodycznie powiększają się i zmniejszają. W czasie pracy silnika do komory jest zasysana mieszanka paliwowo-powietrzna. Wskutek tego, że brak jest części wykonujących ruch posuwisto-zwrotny można uzyskać bardzo duże obroty silnika. Ponieważ na jeden obrót tłoka wypadają trzy wtryski, więc przy jednym tylko zaworze wtryskowym w kanale wlotowym i przy wysokich obrotach silnika, czas wtrysku byłby tak krótki, że nie możnaby dozować ilości paliwa. Jednocześnie trzeba móc dozować bardzo niewielkie ilości paliwa przy bardzo niskich obrotach możliwych do uzyskania w takim silniku przy biegu jałowym. Z tego powodu ilość paliwa przepływająca przez zawór w jednostce czasu nie może być zwiększana w sposób dowolny, na przykład przez zwiększanie ciśnienia paliwa, albo przez zwiększanie otworu dyszy.

Aby umożliwić poprawną pracę takiego silnika z wirującym tłokiem, układ urządzenia wtryskowego według czwartego wykonania przykładu ma dwa wtryskowe zawory 21 i 22 umieszczone w rurze wlotowej silnika, nie pokazanej na rysunku. Urządzenie wtryskowe posiada dwa wyłączniki: wyłącznik 11 przyporządkowany zaworowi 21 i wyłącznik 12 przyporządkowany zaworowi 22, ustalający chwilę otwarcia tego zaworu. Chwile zamknięcia wyłączników t_1 , t_2 , t_3 są przesunięte względem siebie o czas obrotu tłoka o 120° . Wyłącznik 11 zamyka się w chwili t_1 , wyłącznik 12 w chwili t_2 , a w chwili t_3 ponownie wyłącznik 11, jak to pokazano na fig. 9. Zgodnie ze schematem blokowym pokazanym na fig. 8, wyłączniki są połączone z dwoma wejściami wspólnego dwustabilnego przerzutnika 32. Przerzutnik ten przechodzi w swój drugi stan stabilny przy każdorazowym zamknięciu się następnego wyłącznika. Jednocześnie wyzwala on sterujący przerzutnik 33. W czasie τ_1 trwania impulsu podstawowego wysyłanego przez przerzutnik sterujący następuje naładowanie pamięciowego układu 35. Czas ten zależy od parametrów pracy silnika. Impuls podstawowy wytwarza następnie w opisany uprzednio sposób impuls otwierający zawór 21. Długość impulsu otwierającego, wynosząca $\tau_1 + \tau_2$, można w razie potrzeby, na przykład przy dużej mocy lub przy wysokich obrotach być większa niż czas między chwilami t_1 i t_2 , kiedy otwiera się drugi zawór 22.

Układ połączeń urządzenia wtryskowego pokazany na fig. 10 jest bardzo podobny w szczegółach do schematu pokazanego na fig. 3. Kanał sterowania prowadzący do zaworu 21 złożony jest z elementu „I” 34, pamięciowego układu 35 i członu „LUB” 36 przyłączonego do wzmacniacza 51. Podobnie i drugi kanał sterowania zaworu 22 złożony jest z elementu „I” 39, pamięciowego układu 40 i elementu „LUB” 41 przyłączonego do wzmacniacza 52. Oba te kanały sterowania są zbudowane tak samo jak kanały sterujące pokazane na fig. 3. Znacznie prościej natomiast może tu być zbudowany dwustabilny przerzutnik 32, ponieważ oba wyłączniki 11 i 12 przyłączone są bezpośrednio do baz tranzystorów 135 i 138. Przerzutnik sterujący dokładnie odpowiada przerzutnikom sterującym opisanym w poprzednich przykładach. W ten sam sposób wytwarzany jest także za każdym razem impuls podstawowy, gdy dwustabilny przerzutnik 32 przechodzi z jednego stanu w drugi w chwilach t_1 , t_2 , t_3 , t_{11} , t_{21} ,... itd. odpowiadających początkom impulsów wyzwalających.

Dzięki podobieństwu opisanych powyżej przykładów wykonania można z elementów tego samego systemu podzespołów złożyć urządzenie wtryskowe odpowiednie dla silnika o dowolnej konstrukcji. Urządzenie wtryskowe opisane w czwartym przykładzie wykonania można stosować nie tylko do silników z wirującym tłokiem. Nadaje się ono także do pracy w sześciocyndrowym silniku spalinowym, przy czym sześć zaworów wtryskowych połączonych jest w dwie grupy po trzy zawory. Zawory każdej z grup otwierają się jednocześnie i przyłączone są na miejsce zaworu 21 lub 22.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ sterowanego elektronicznie urządzenia wtryskowego do silnika spalinowego posiadający co najmniej dwa zawory wtryskowe otwierane na przemian w odpowiednich chwilach i jeden wspólny dla tych zaworów jednostabilny przerzutnik sterujący, wytwarzający impulsy otwierania, których długość zależy przynajmniej od jednego parametru pracy silnika spalinowego, **znamienny tym**, że do sterującego przerzutnika (33) przyłączony jest co najmniej jeden pamięciowy układ (35, 40), wytwarzający impulsy przedłużające następujące bezpośrednio po impulsach podstawowych, wytwarzanych przez przerzutnik sterujący, których czas trwania (τ_2) zależy od czasu trwania (τ_1) impulsu podstawowego.

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czas trwania (τ_2) impulsu przedłużającego jest proporcjonalny do czasu trwania (τ_1) impulsu podstawowego.

3. Układ według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że wyjście sterującego przerzutnika (33), na którym pojawiają się impulsy podstawowe, połączone jest z wejściem pamięciowego układu (35, 40), korzystnie przez element logiczny „I” (34, 39) oraz z jednym z dwóch wejść elementu logicznego „LUB” (36 lub 41), którego drugie wejście połączone jest z wyjściem pamięciowego układu (35 lub 40).

4. Układ według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że każdemu z zaworów wtryskowych (21, 22, 23, 24) przyporządkowany jest jeden z czterech impulsatorów (11, 12, 13, 14), wytwarzających impulsy wyzwalające przebieg wtrysku, przy czym pierwszy impulsator (11) i trzeci impulsator (13) w kolejności pracy połączone są z jednym z dwóch wejść, a drugi impulsator (14) i czwarty impulsator (12) w kolejności pracy połączone są z drugim wejściem dwustabilnego przerzutnika (32), w ten sposób, że przerzutnik (32) przechodzi w drugi stan stabilny po każdym kolejnym impulsie wyzwalającym i że z każdym z dwóch wyjść dwustabilnego przerzutnika połączony jest jeden wspólny dla wszystkich zaworów sterujący przerzutnik (33), ustalający czas otwarcia zaworów wtryskowych, przy czym sterujący przerzutnik (33) pracuje na jedno z dwóch wejść każdego z dwóch logicznych elementów „I” (34, 39), przy czym drugie wejście pierwszego elementu „I” (34), połączone jest z pierwszym wyjściem dwustabilnego przerzutnika (32), a drugie wejście drugiego elementu „I” (39) połączone jest z drugim wyjściem przerzutnika (32).

5. Układ według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że pierwsze wejście logicznego elementu „LUB” (36 lub 41) połączone jest z pierwszym wyjściem logicznego elementu „I” (34, 39), natomiast z drugim wyjściem logicznego elementu „I” (34, 39) połączone jest wejście jednego z dwóch pamięciowych układów (35, 40), przy czym wyjście układu pamięciowego połączone jest z drugim wejściem odpowiadającego mu elementu logicznego „LUB”.

6. Układ według zastrz. 4—5, **znamienny tym**, że impulsatory zbudowane są jako wyłączniki (11, 12, 13, 14), przy czym stosunek czasu, w którym wyłączniki są zamknięte do czasu, w którym są one otwarte wynosi co najmniej 1:1.

7. Układ według zastrz. 6, **znamienny tym**, że każdy z wyłączników połączony jest z wejściem przyporządkowanego mu elementu logicznego „I” (37, 38, 42 lub 43), który włączony jest przed każdym z zaworów wtryskowych, przy czym drugie wejście tego elementu „I” połączone jest z jednym z wyjść elementu „LUB” (36, 41).

8. Układ według zastrz. 6, **znamienny tym**, że wyłączniki (11, 12, 13, 14) są połączone szeregowo z uzwojeniem wzbudzającym odpowiedniego wtryskowego zaworu (21—24), a ponadto połączone są z jednym z dwóch wejść dwustabilnego przerzutnika (32).

9. Układ według zastrz. 1—8, **znamienny tym**, że pamięciowy układ (35 lub 40) zawiera kondensator pamięci (83 lub 98) i tranzystor (84 lub 97), usytuowany w linii doprowadzającej prąd ładujący ten kondensator, przy czym tranzystor ten znajduje się w stanie przewodzenia w czasie (τ_1) trwania impulsu podstawowego wysyłanego przez przerzutnik sterujący.

10. Układ według zastrz. 9, **znamienny tym**, że pamięciowy układ (35 lub 40) zawiera obwód rozładowujący, zapewniający praktycznie stałą wartość prądu rozładowania kondensatora pamięci (83 lub 98).

11. Układ według zastrz. 10, **znamienny tym**, że obwód prądu ładowania zawiera dwa tranzystory o przeciwnym kierunku przewodzenia, przy czym pierwszy tranzystor (76) przyłączony jest emiterem do pierwszego ujemnego przewodu zasilającego (5), kolektorem poprzez roboczy opornik (75) do drugiego, dodatniego przewodu zasilającego (6) i bazą do elektrody kondensatora pamięci (83) i do kolektora drugiego tranzystora (77), którego emiter przyłączony jest poprzez opornik do drugiego przewodu zasilającego (6), a baza przyłączona jest do odczepu dzielnika napięcia włączonego między przewody zasilające.

12. Układ według zastrz. 1—11, **znamienny tym**, że jednocześnie ma uruchamiane po dwa zawory należące do bezpośrednio ze sobą sąsiadujących cylindrów.

13. Układ według zastrz. 1—12, **znamienny tym**, że każdemu wtryskowemu zaworowi (21, 22, 23, 24) przyporządkowany jest jeden z czterech elementów (11, 12, 13, 14) wytwarzających impulsy wyzwalające przebieg wtrysku, przy czym pierwszy element (11) i trzeci element (13) w kolejności pracy połączone są z wejściami dwustabilnego przerzutnika (30), którego pierwsze wyjście przyłączone jest do elementu logicznego „I” (37), należącego do pierwszego wtryskowego zaworu (21), a drugie wyjście przyłączone jest do elementu logicznego „I” (38), należącego do trzeciego zaworu wtryskowego, a ponadto drugi element (12) i czwarty element (14), w kolejności pracy połączone są z wejściem drugiego dwustabilnego przerzutnika (31), którego pierwsze wyjście jest połączone z elementem „I” (42) należącym do drugiego zaworu wtryskowego.

14. Układ według zastrz. 13, **znamienny tym**, że do drugich wejść elementów logicznych „I” (37, 38 lub 42, 43), należących do poszczególnych wtryskowych zaworów (21, 22, 23, 24) przyłączone są po jednym z dwóch wyjść ze wspólnego elementu logicznego „LUB” (36 lub 41), połączonego z pamięciowym układem (35 lub 40).

15. Układ według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że każdemu z wtryskowych zaworów (21, 22) przyporządkowany jest jeden z dwóch impulsatorów (11, 12), które wysyłają impulsy wyzwalające na przemian po każdym obrocie się tłoka lub wału korbowego o kąt 120°.

16. Układ według zastrz. 15, **znamienny tym**, że elementy wytwarzające impulsy wyzwalające połączone są z dwoma wejściami dwustabilnego przerzutnika (32), które znajdują się w przeciwnych stanach, przy czym z każdym z dwóch wyjść przerzutnika (32) połączony jest logiczny element „I” (34 lub 39), połączony z pamięciowym układem (35 lub 40), połączonym z logicznym elementem „LUB” (51 lub 52), przyłączonym przed jednym z zaworów (21 lub 22), przy czym oba wyjścia dwustabilnego przerzutnika (32) połączone są korzystnie każdy poprzez swój różniczkujący układ (154, 155), z wejściem jednego sterującego przerzutnika (33), wspólnego dla obydwóch kanałów sterowania (34, 35, 36, 51 lub 39, 40, 41, 52), przy czym drugie wejście każdego z dwóch logicznych elementów „I” (35 lub 40) przyłączone jest do wyjścia przerzutnika sterującego.

Fig 1

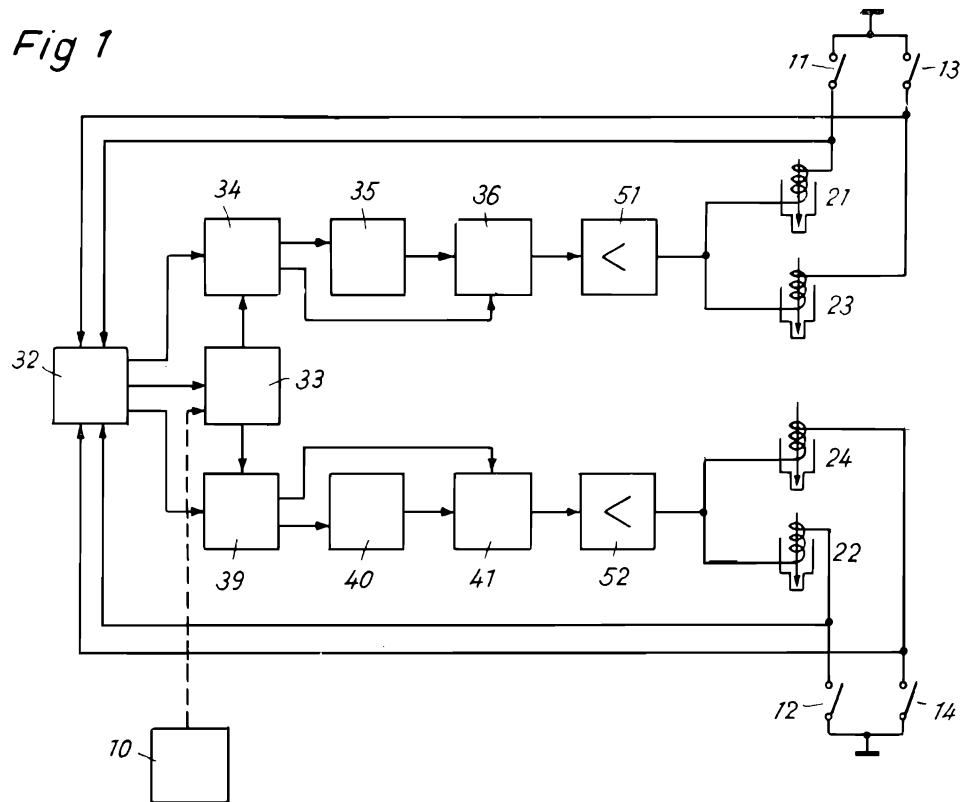
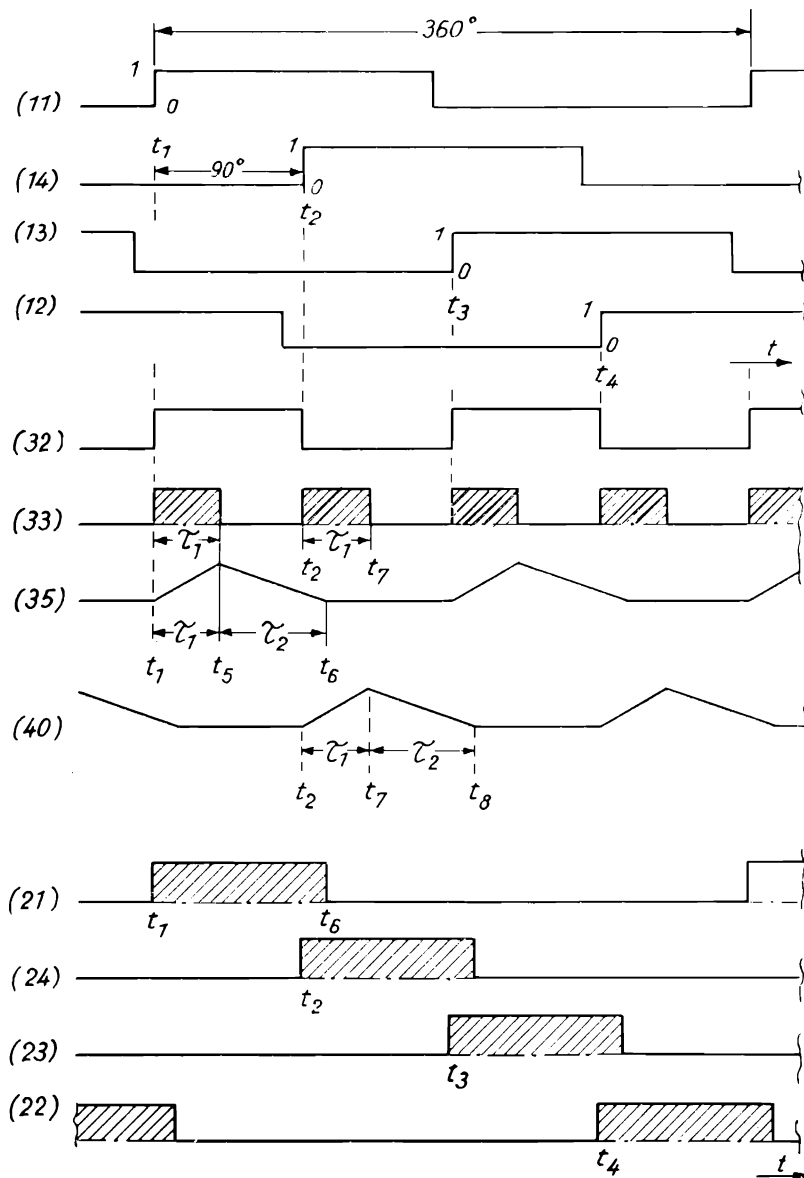


Fig.2



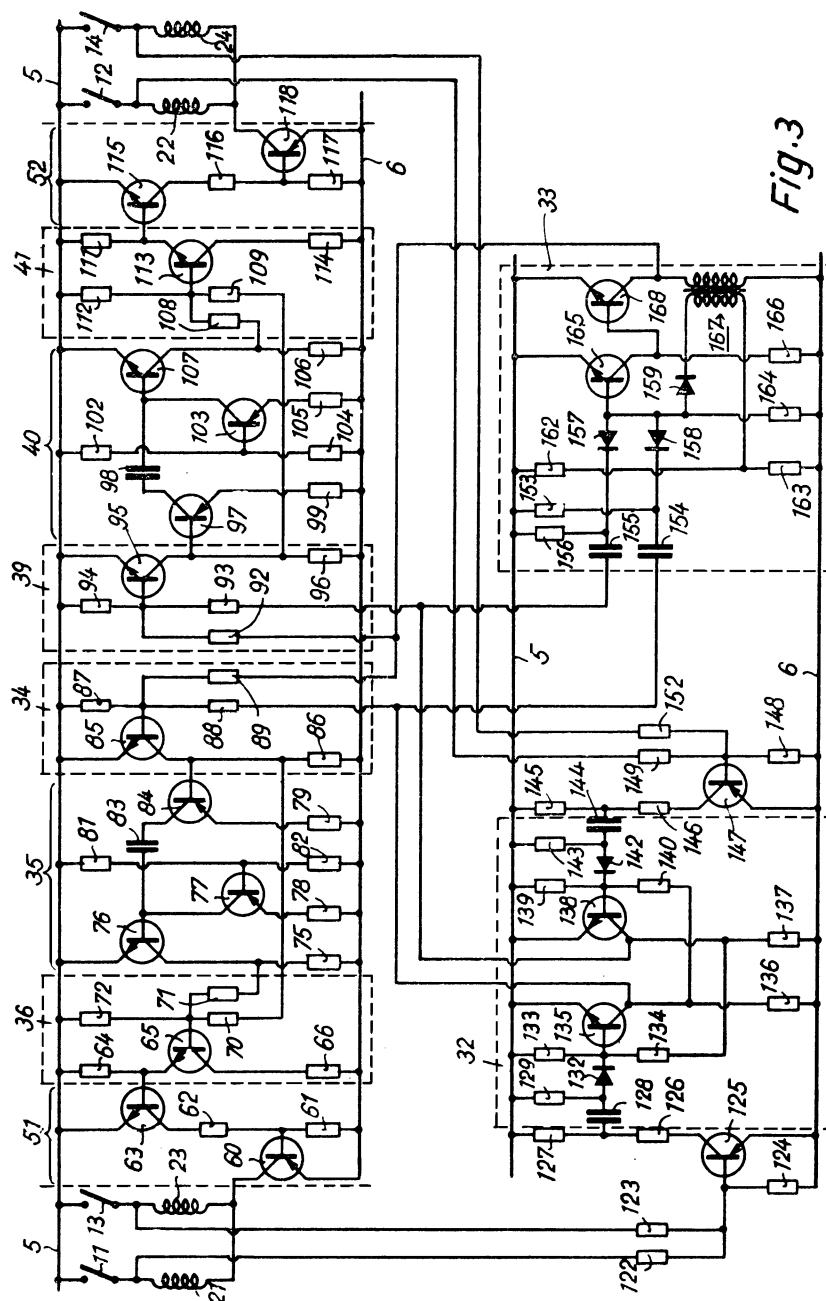


Fig.3

Fig.4

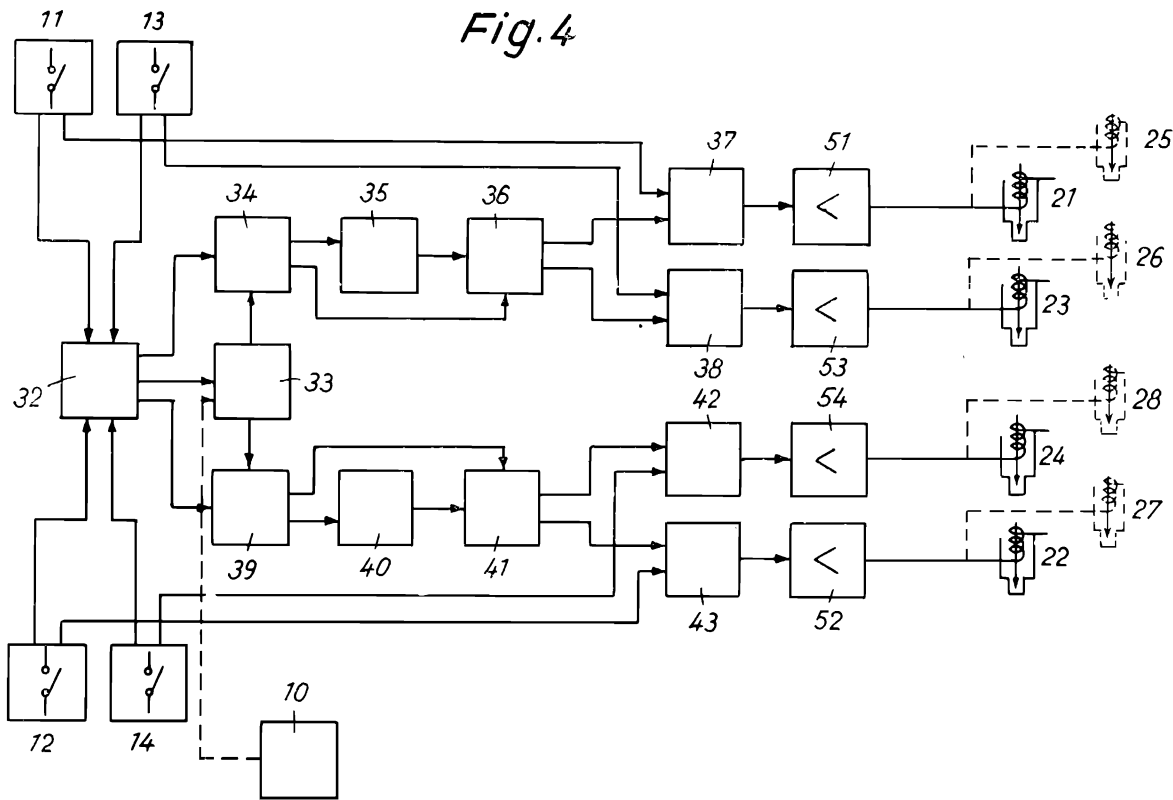


Fig.5

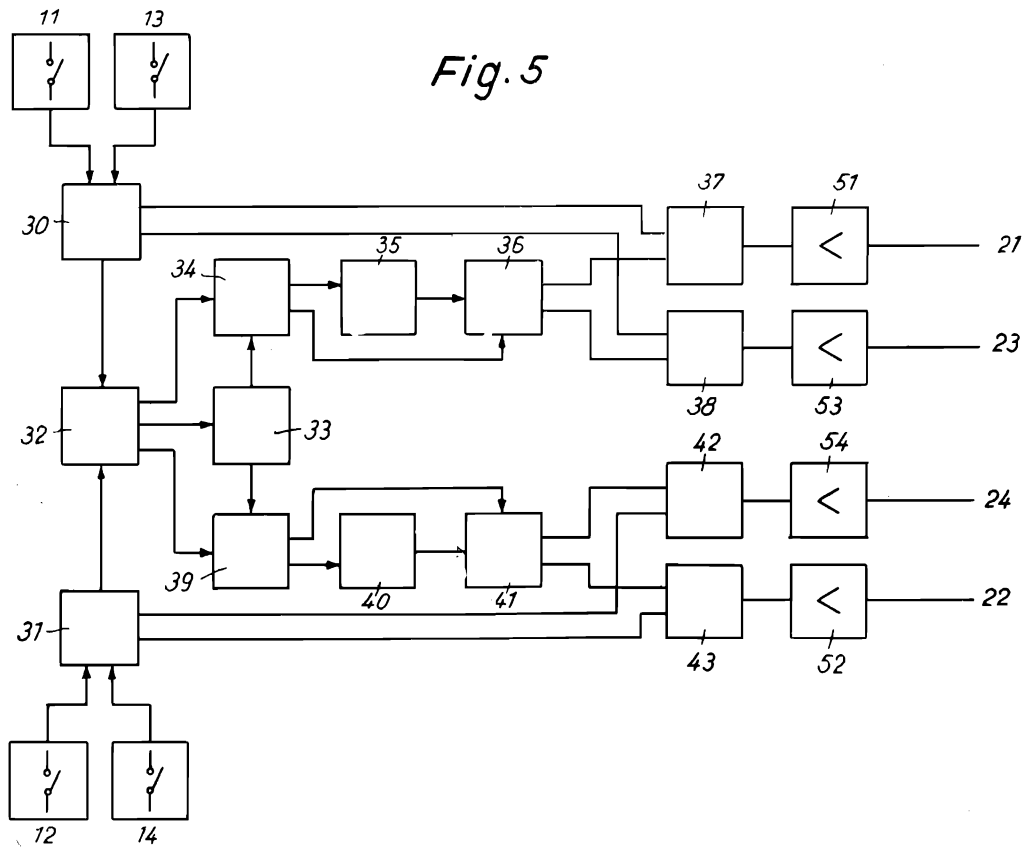
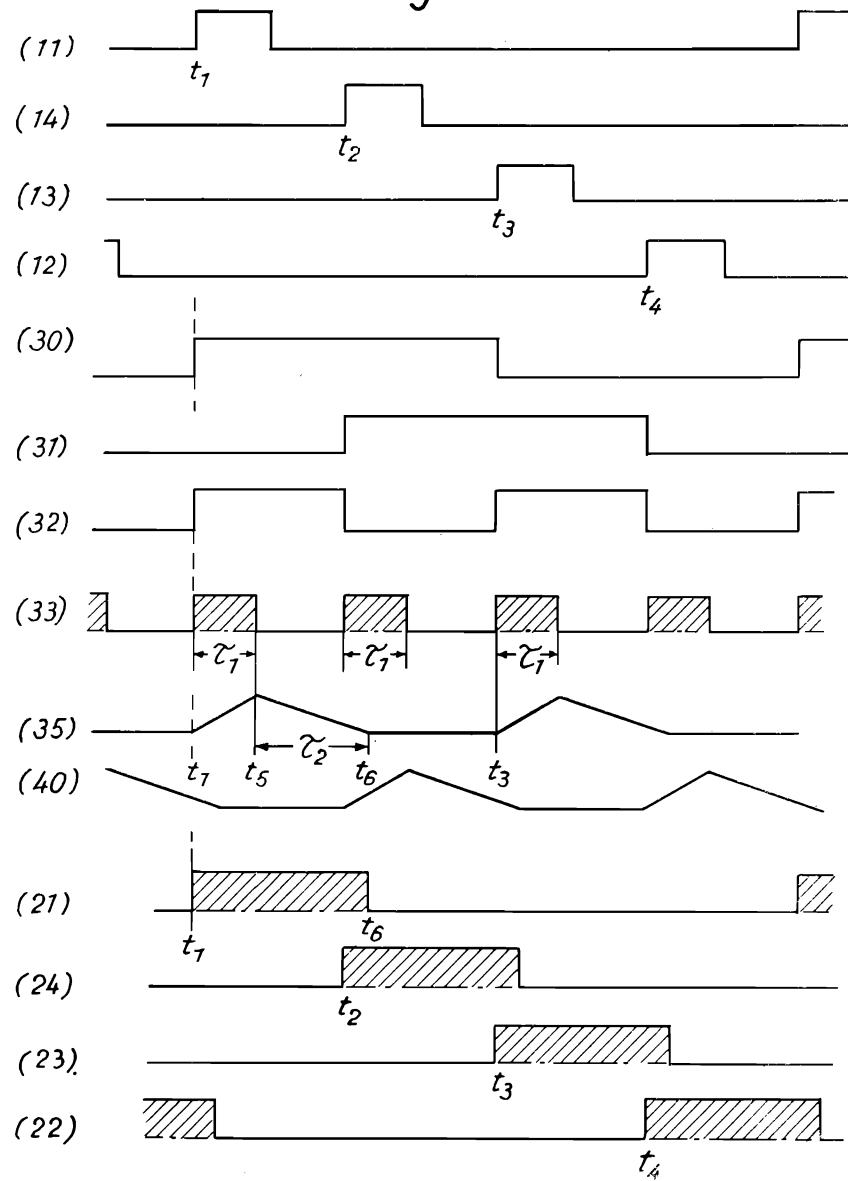


Fig.6

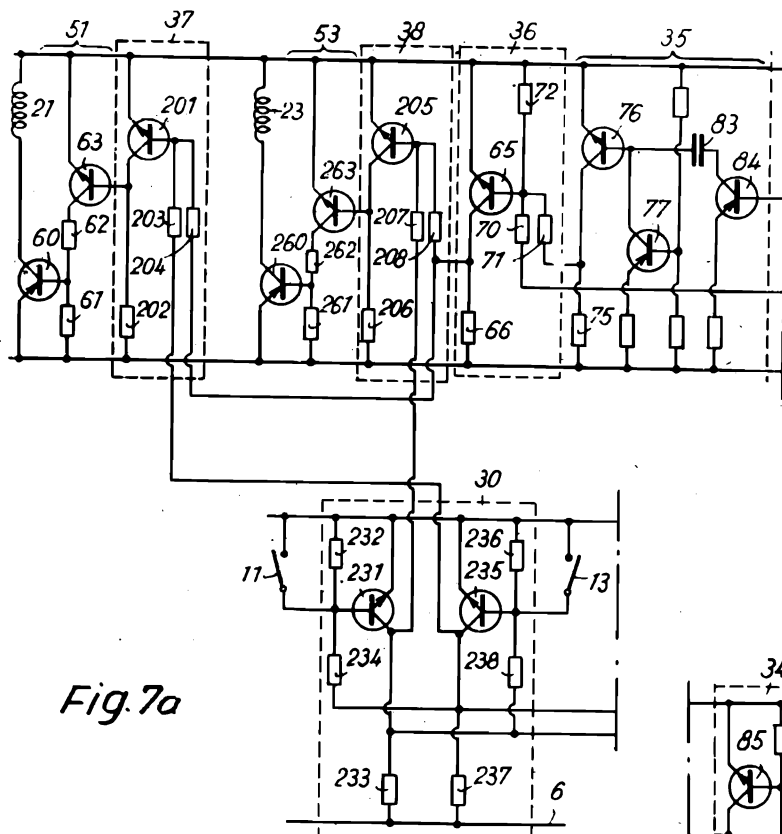


Fig. 7a

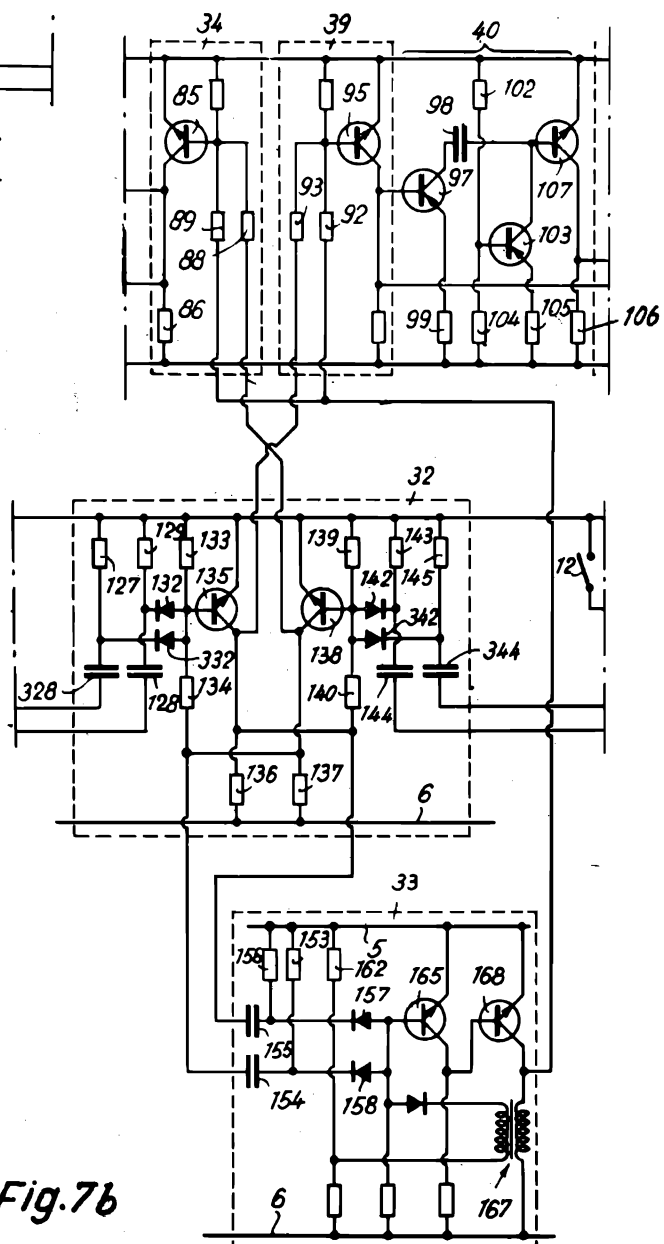


Fig. 7b

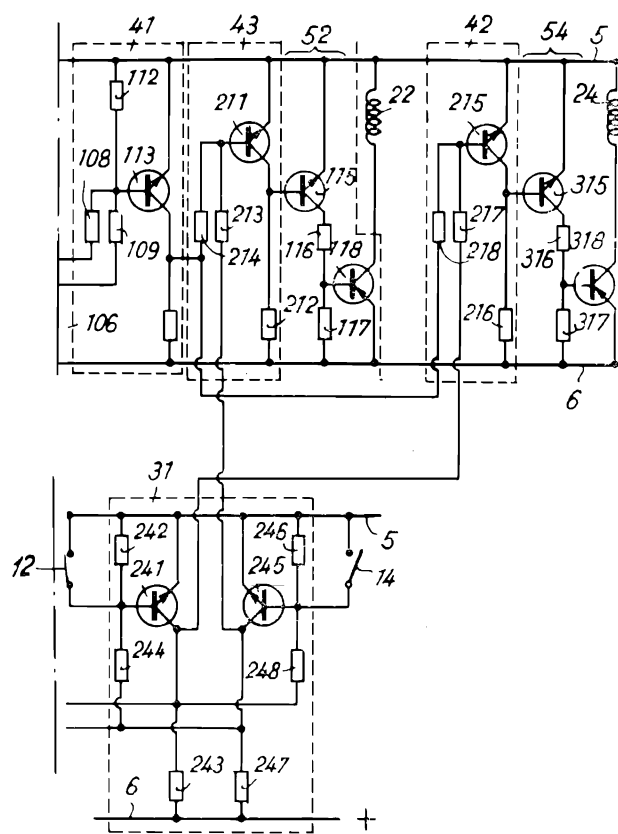


Fig.7c

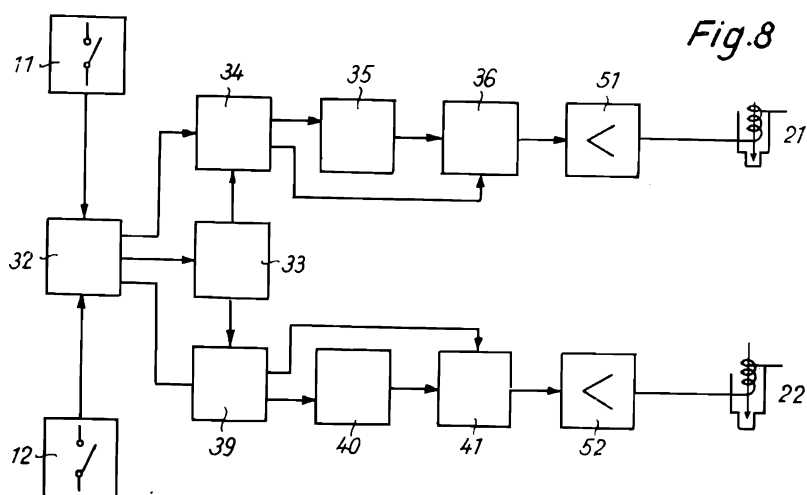


Fig.8

Fig.9

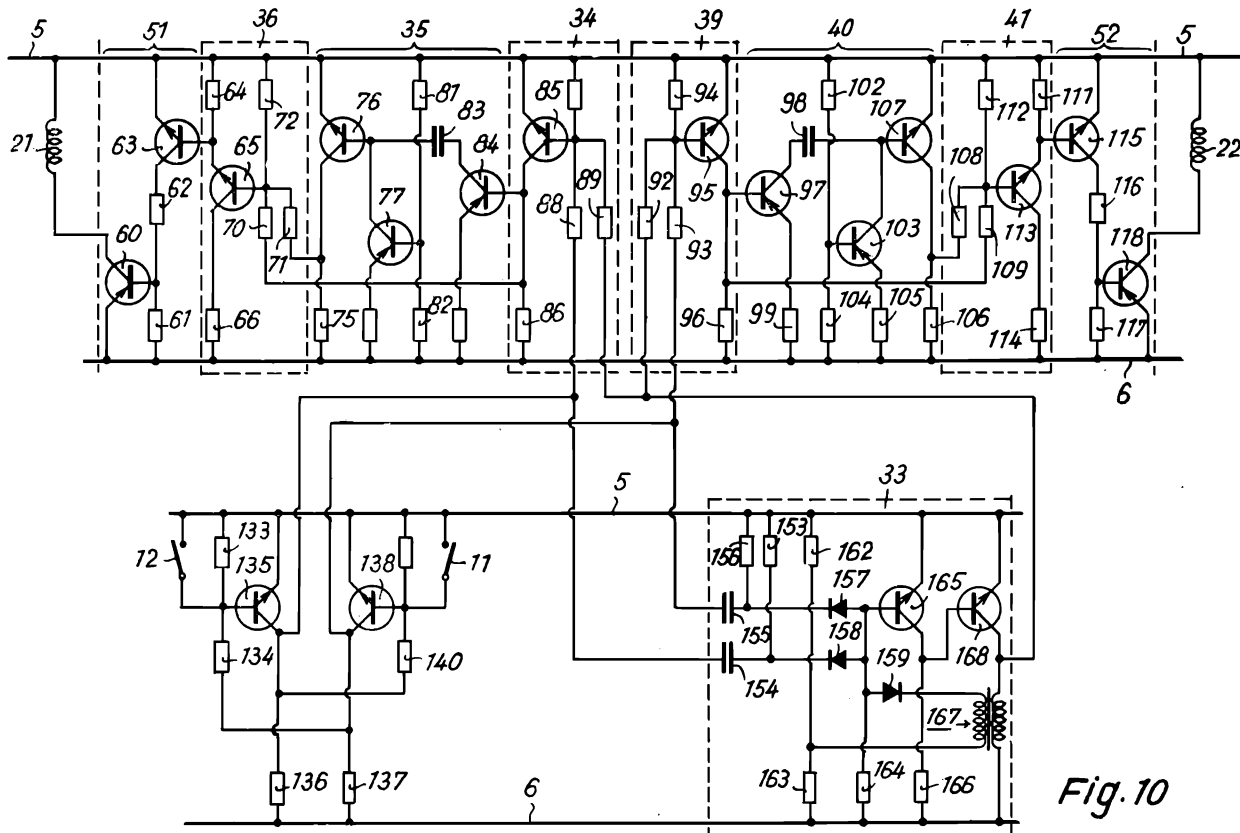
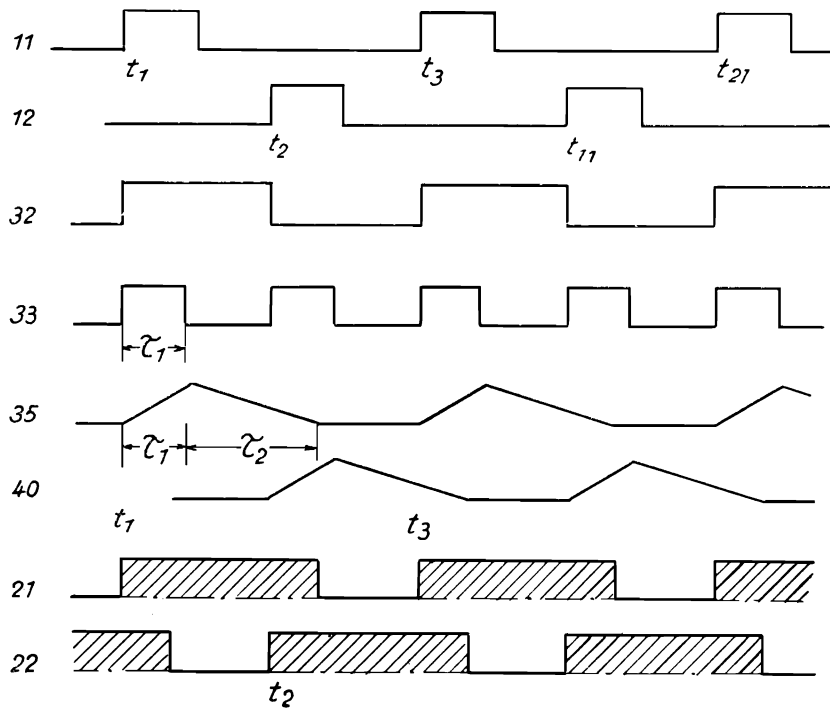


Fig.10