



OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

76 920

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 30.11.1971 (P. 151841)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1975

Kl. 42r²,13/62

MKP G05d 13/62

Twórcy wynalazku: Józef Głowacki, Stanisław Przybylski

Uprawniony z patentu tymczasowego: Przemysłowy Instytut Telekomunikacji, Warszawa (Polska)

Elektrohydrauliczny regulator obrotów silnika wysokoprężnego z urządzeniami przeciawawaryjnymi

1

Przedmiotem wynalazku jest elektrohydrauliczny regulator obrotów silnika wysokoprężnego z urządzeniami przeciawawaryjnymi, przeznaczony do automatycznej jednozakresowej lub wielozakresowej regulacji obrotów silnika wysokoprężnego, w którym regulacja ta następuje poprzez zmianę przepływu (wtrysku) paliwa do cylindrów silnika, a w szczególności do regulacji prędkości obrotowej i zdalnego sterowania okrętowego silnika napędu głównego, do automatycznej stabilizacji częstotliwości w agregatach spalinowo-elektrycznych prądu przemiennego, do sterowania i regulacji obrotów zespołu napędowego lokomotywy spalinowo-elektrycznej, ze szczególnym uwzględnieniem układów, w których niezbędne jest wprowadzenie automatyzacji przy równoczesnym zapewnieniu zabezpieczenia silnika przed awariami.

W znanym rozwiązaniu zagranicznym regulatora elektrohydraulicznego f-my Woodward serii EG-B zabezpieczenie silnika spalinowego od rozbiegania, przy zaniku napięcia zasilającego elektrohydrauliczny regulator obrotów realizowane jest przez uzupełnienie regulatora elektrohydraulicznego, regulatorem hydraulicznym z własnym niezależnym odśrodkowym (mechanicznym) pomiarem obrotów, wzmacniaczem i korektorami. Oba regulatory działają niezależnie na wspólny wyjściowy wał wykonawczy związany mechanicznie z listwą paliwową. Hydrauliczny regulator odśrodkowy przejmuje regulację obrotów silnika spalinowego tylko

2

w przypadku niesprawności regulatora elektrohydraulicznego spowodowaną zanikiem sygnału sterującego w części elektrycznej lub awarii tejże części, zabezpieczając silnik od rozbiegania się. W związku z tym poziom działania regulacji obrotów w regulatorze hydraulicznym jest nastawiony na wartość wyższą niż w regulatorze elektrycznym i podczas normalnej pracy nie bierze on udziału w regulacji obrotów, a włącza się do pracy tylko przy przekroczeniu obrotów dopuszczalnych. Regulatory elektrohydrauliczne serii EG-B są bardzo rozbudowane konstrukcyjnie, duże gabarytowo a więc drogie.

Celem wynalazku jest zabezpieczenie silnika wysokoprężnego zarówno przed nadmiernym wzrostem obrotów spowodowanym awarią części elektrycznej regulatora obrotów jak i przed awariami powstałymi w obiegach pomocniczych silnika wysokoprężnego.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie regulatora obrotów do silnika wysokoprężnego z urządzeniami przeciawawaryjnymi zabezpieczającego w dostateczny sposób silnik wysokoprężny przed awariami zarówno w samym regulatorze, jak i w obiegach pomocniczych silnika wysokoprężnego.

Nowość elektrohydraulicznego regulatora według wynalazku polega na tym, że element mierzący prędkość obrotową silnika wysokoprężnego tj. prądnicą tachometryczną, staje się automatycznie — w chwili awarii układów elektronicznych regulatora

ra lub zaniku napięcia zasilającego regulator obrotów — elementem (generatorem) zasilającym w energię elektryczną urządzenia przeciawawaryjne, zadaniem których jest wysterowanie członu wykonawczego regulatora obrotów na minimum wydatku paliwa pomp wtryskowych.

W szczególności regulator według wynalazku wyposażony jest w prądnice tachometryczną sprzęgniętą mechanicznie z wałem silnika spalinowego, elektrycznie natomiast poprzez transformator o trzech uzwojeniach wtórnych, prądnica tachometryczna jest połączona przewodami poprzez pierwsze uzwojenie wtórne z prostownikiem zasilającym układ wykonawczy, poprzez drugie uzwojenie wtórne połączona jest przewodami z prostownikiem zasilającym obwód odniesienia, natomiast poprzez trzecie uzwojenie wtórne prądnica ta jest połączona przewodami z prostownikiem zasilającym obwód pomiarowy, który dalej połączony jest przewodami z przerzutnikiem bistabilnym, który to przerzutnik bistabilny połączony jest przewodami z obwodem zwierającym rezystor odniesienia i drugie uzwojenie przetwornika elektrohydraulicznego. Układ wykonawczy połączony jest przewodami do pierwszego uzwojenia roboczego elektrohydraulicznego przetwornika, który wysterowuje siłownik hydrauliczny sprzęgnięty mechanicznie z pompami wtryskowymi poprzez listwy paliwowe ograniczające dopływ paliwa.

Dla zabezpieczenia przed awariami w obiegach pomocniczych silnika spalinowego urządzenie przeciawawaryjne wyposażone jest w człon wyłączający lub ograniczający poprzez blok elektryczny i hydrauliczny regulatora obrotów, dopływ paliwa do tego silnika przy nadmiernym wzroście temperatury lub wzroście ciśnienia oleju smarnego silnika, przy czym w urządzenie przeciawawaryjne wmontowane jest źródło prądu stałego połączone przewodami poprzez rezystor, potencjometr i zestyki zamontowanych na silniku spalinowym czujników temperatury i ciśnienia oraz z potencjometrem zadawania obrotów (zadajnikiem), przy czym zamknięcie któregośkolwiek z zestyków czujników temperatur lub ciśnienia przy nadmiernym wzroście temperatur lub ciśnienia załącza na wejście potencjometru zadawania obrotów napięcie ze źródła prądu stałego ustalające jałową wartość obrotów silnika lub powodujące jego zatrzymanie.

Wynalazek jest przykładowo przedstawiony na załączonym rysunku, na którym fig. 1 uwidacznia schematycznie (blokowo) układ automatycznej regulacji prędkości obrotowej silnika wysokoprężnego z urządzeniami przeciawawaryjnymi, fig. 2 i fig. 3 schematy ideowo-blokowe urządzeń przeciawawaryjnych.

Elektrohydrauliczny regulator obrotów składa się z bloku hydraulicznego 1 zamontowanego na silniku wysokoprężnym S bloku elektrycznego 2 usytuowanego w dowolnym miejscu poza silnikiem wysokoprężnym oraz z układu przeciawawaryjnego 3, który może być umieszczony bądź w bloku elektrycznym 2, bądź w bloku hydraulicznym 1. Bloki 1 i 2 oraz urządzenia przeciawawaryjne 3 połączone są pomiędzy sobą kablami elektrycznymi.

Elektrohydrauliczny regulator obrotów z urządzeniami przeciawawaryjnymi wykorzystuje prądnice tachometryczną 7 jako źródło energii elektrycznej służącej pośrednio do uruchomienia członu 16 i 17 urządzenia przeciawawaryjnego 3. W tym celu prądnica ta z jednej strony jest sprzęgnięta mechanicznie z wałem silnika spalinowego S, z drugiej strony elektrycznie poprzez transformator T_1 o trzech uzwojeniach wtórnych jest połączona przewodami poprzez pierwsze uzwojenie wtórne I z prostownikiem P1 zasilającym układ wykonawczy wyposażony w tranzystory T1 i T2 połączone przewodami do uzwojenia roboczego Z1 elektrohydraulicznego przetwornika 5, które wysterowuje siłownik 6 sprzęgnięty mechanicznie z pompami wtryskowymi poprzez listwy paliwowe, zaś poprzez drugie uzwojenie wtórne II prądnica 7 jest połączona przewodami z prostownikiem P2, zasilającym obwód odniesienia, zrealizowany na rezystorach R1 i R3, potencjometrze R2, diodzie D1 oraz na diodzie Zenera D2, natomiast poprzez trzecie uzwojenie wtórne III transformatora T_1 , prądnica ta jest połączona elektrycznie (przewodami) z prostownikiem P3, zasilającym obwód pomiarowy zrealizowany na diodzie D4, rezystorze R12 i potencjometrze R13, który dalej połączony jest przewodami z przerzutnikiem bistabilnym zrealizowanym na tranzystorach T4 i T5 oraz rezystorach R5, R6, R7, R8, R9, R10, i R11, który to przetwornik bistabilny połączony jest przewodami z obwodem zwierającym zrealizowanym na tranzystorze T3 i rezystorze R4, zwierającym rezystor R1 oraz uzwojenie Z2 elektrohydraulicznego przetwornika 5, przy czym, przy przekroczeniu obrotów silnika spalinowego S ponad wartość dopuszczalną, napięcie na potencjometrze R13 osiąga wartość zadziałania przerzutnika bistabilnego, który wysterowuje tranzystor T3, co prowadzi do zwarcia opornika R1 oraz uzwojenia Z2 elektrohydraulicznego przetwornika 5, a zatem odblokowania tranzystora T2 i przepływu prądu z prostownika P1 do uzwojenia Z1 elektrohydraulicznego przetwornika 5, który z kolei wysterowuje hydraulicznie siłownik 6 sprzęgnięty mechanicznie poprzez listwy paliwowe z pompami wtryskowymi, a który to siłownik 6 odłącza dopływ paliwa do silnika spalinowego S. Natomiast dla zabezpieczenia przed awarią obiegów pomocniczych silnika spalinowego S, urządzenie przeciawawaryjne 3 jest wyposażone w człon 15 wyłączający lub ograniczający — poprzez bloki 1 i 2 regulatora obrotów dopływ paliwa do tego silnika przy nadmiernym wzroście temperatury wody chłodzącej lub nadmiernym wzroście temperatury lub wzroście ciśnienia oleju smarnego w obiegach pomocniczych silnika spalinowego S, przy czym w urządzenie 15 wmontowane jest źródło prądu stałego E połączone przewodami poprzez rezystor R22, potencjometr R23 i równolegle zwarte z sobą zestyki K1, K2, K3, zamontowanych na silniku spalinowym S czujników pomiaru temperatury wody chłodzącej 18, temperatury oleju smarnego 19, ciśnienia oleju smarnego 20, z potencjometrem zadawania prędkości obrotowej R21, przy czym zamknięcie któregośkolwiek ze zestyków K1, K2, i K3 przy nadmiernym wzroście temperatur lub

ciśnienia, załącza na wejście potencjometru prędkości obrotowej **R21** sygnał napięciowy z potencjometru **R23**, ustalający jałową wartość obrotów silnika spalinowego **S** lub przy ustawieniu potencjometru **R23** w położeniu zerowym powoduje zatrzymanie silnika spalinowego **S**.

Zasada pracy regulatora obrotów z urządzeniami przeciwwawaryjnymi objaśniona jest wg schematów przedstawionych na fig.1, 2, 3, dla charakterystycznych reżimów pracy regulatora. Po rozruchu silnika wysokoprężnego **S** w zasilaczu hydraulicznym **4** powstaje ciśnienie czynnika roboczego wytworzone przez pompę hydrauliczną. Rozruch następuje sprężonym powietrzem, lub rozrusznikiem elektrycznym, w zależności od typu silnika.

W pracy ustabilizowanej układ automatycznej regulacji prędkości obrotowej silnika, tj, regulator obrotów — silnik wysokoprężny — obciążenie jest w równowadze. Wtedy sygnał od członu zadającego obroty **11** oraz sygnał od prądnicy tachometrycznej **7** uformowany w przetworniku **10** są sobie równe, wzmacniacz elektroniczny **13** wysterowuje uzwojenia **Z1** i **Z2** przetwornika elektrohydraulicznego **5** równymi przeciwnie skierowanymi prądami, a ten z kolei wysterowuje siłownik hydrauliczny **6** równymi przeciwnie skierowanymi strumieniami hydraulicznymi i wówczas siłownik **6** znajduje się w określonym stałym położeniu, pompy paliwowe wtryskują stałą dawkę paliwa i wtedy prędkość obrotowa **n** silnika spalinowego **S** jest ustabilizowana.

W przypadku wzrostu obciążenia **0** silnika spalinowego **S** następuje spadek obrotów **n**, napięciowy sygnał z prądnicy tachometrycznej **7** ulega zmniejszeniu, napięciowy sygnał od członu zadającego **11** pozostaje bez zmian, wskutek czego powstaje sygnał błędu wzmacniony we wzmacniaczu elektronicznym **13** wysterowujący uzwojenia **Z1** i **Z2** przetwornika elektrohydraulicznego **5** nierównymi przeciwnie skierowanymi prądami. Przez uzwojenie **Z1** płynie większy prąd wskutek czego przetwornik elektrohydrauliczny **5** wysterowuje siłownik **6** w kierunku większego wydatku paliwa. Ruch siłownika **6** jest kontynuowany do chwili powrotu prędkości obrotowej **n** silnika **S** do stanu sprzed zakłócenia i ustala się po zakończeniu procesów regulacji na nowym położeniu zapewniającym zwiększony wtrysk paliwa.

W celu skrócenia stanów przejściowych i zapewnienia stabilnej pracy układu regulacji obrotów, podczas ruchu siłownika **6** powstaje sygnał elektrycznego sprzężenia zwrotnego zrealizowany w układzie korekcyjnym **14** i przetworniku położenia **8**. Sygnał elastycznego sprzężenia zwrotnego jest kierowany do wzmacniacza elektronicznego **13** ze znakiem przeciwnym do sygnału błędu.

Prądy zasilające uzwojenia **Z1** i **Z2** przetwornika **5** są wielkościami wypadkowymi wszystkich sygnałów doprowadzonych na wejście wzmacniacza **13** a więc i sygnału przemiennego z multiwibratora **12** oraz z układu statyzmu **14**. Sygnał przemienny z multiwibratora **12** po wzmacnieniu we wzmacniaczu **13** powoduje na wyjściu wzmacniacza **13** powstanie składowej zmiennej prądu, która przepływając przez uzwojenie **Z1** i **Z2** wprawia

łóeczek przetwornika **5** w drgania mechaniczne o małej amplitudzie w celu zmniejszenia strefy nieczułości przetwornika **5** spowodowanej suchym tarcie i histerezą.

Regulatorową charakterystykę statyczną uzyskuje się przez wprowadzenie do układu regulacji sygnału proporcjonalnego do obciążenia (sztywne sprzężenie zwrotne) silnika spalinowego **S**. Źródłem sygnału jest elektromechaniczny przetwornik położenia **8**, który przetworzony w układzie statyzmu **14** doprowadzony jest do wzmacniacza **13**, gdzie po zsumowaniu z napięciem zadającym powoduje spadek obrotów **n** silnika **S** proporcjonalnie do jego obciążenia **0**.

W przypadku awarii regulatora obrotów, lub awarii w obiegach pomocniczych silnika wysokoprężnego **S** — ponad dopuszczalny wzrost temperatury wody chłodzącej, ponad dopuszczalny wzrost temperatury oleju smarnego, ponad dopuszczalny spadek ciśnienia oleju smarnego — silnik **S** musi być zatrzymany. Zadanie to spełnia samoczynnie urządzenie przeciwwawaryjne **3**, które poprzez blok hydrauliczny **2** zamyka dopływ paliwa do silnika.

Przy zaniku zasilającego napięcia elektrycznego działa urządzenie przeciwwawaryjne **17**. Przez rezystor **R1** płynie suma prądów wyjściowych wzmacniacza elektronicznego **13** powodując spadek napięcia przeciwnie skierowany do spadku napięcia na potencjometrze **R2**. Przy bezawaryjnym zasilaniu wzmacniacza **13** spadek napięcia na rezystorze **R1** jest większy od spadku napięcia na potencjometrze **R2** i blokuje dopływ prądu do tranzystora **T2**. W tych warunkach tranzystory **T2** i **T1** są w stanie odcięcia i przez uzwojenie **Z1** nie płynie prąd z prostownika **P1**. W przypadku awarii zasilania wzmacniacza **13**, zanika napięcie na rezystorze **R1**, co umożliwia napięciu z potencjometra **R2** wprowadzenie tranzystora **T2** w stan nasycenia, który z kolei nasycza tranzystor **T1**, umożliwiając tym samym przepływ prądu przez uzwojenie **Z1** elektrohydraulicznego przetwornika **5** i odcięcie dopływu paliwa do silnika **S**, przez siłownik hydrauliczny **6**, wskutek czego silnik wysokoprężny **S** zostanie zatrzymany. Po usunięciu przyczyn awarii i po prawidłowym zasilaniu wzmacniacza **13**, napięcie na rezystorze **R1** sprowadza samoczynnie urządzenie przeciwwawaryjne **17** do stanu pierwotnego.

W przypadku jakiegokolwiek awarii w bloku elektrycznym **2**, wskutek której obroty silnika wysokoprężnego **S** wzrosną ponad wartość określoną za dopuszczalną działa urządzenie przeciwwawaryjne **16**.

Miarą obrotów silnika wysokoprężnego **S** jest napięcie pobierane z potencjometru **R13** i podawane na wejście przerzutnika zrealizowanego na tranzystorach **T4** i **T5**.

W czasie ustabilizowanej pracy regulatora obrotów napięcie brane z potencjometra **R13** posiada wartość mniejszą od poziomu napięcia zadziałania przerzutnika znajdującego się w stanie pierwotnym. Wówczas tranzystor **T3** znajduje się w stanie nieprzewodzenia.

W przypadku awarii powodującej wzrost obrotów silnika **S** napięcie na potencjometrze **R13**

rośnie i po osiągnięciu poziomu zadziałania przerzutnika, spowoduje przejście jego ze stanu pierwotnego do stanu wtórnego. Sygnał na wyjściu przerzutnika wysteruje tranzystor T3 i wprowadzi go w stan przewodzenia, powodując tym samym zwarcie rezystora R1 i uzwojenia Z2. Zanik napięcia na rezystorze R1 uruchamia urządzenie przeciawawaryjne 17, które poprzez uzwojenie Z1 elektrohydraulicznego przetwornika 5 i siłownik hydrauliczny 6 odłącza dopływ paliwa do silnika S, wskutek czego silnik S zostaje zatrzymany.

Z chwilą zatrzymania się silnika S napięcie zasilające przerzutnik bistabilny zanika i wówczas po ponownym pojawieniu się napięcia zasilającego, przerzutnik bistabilny znajdzie się w stanie pierwotnym. Układ przeciawawaryjny 16 działa na odcięcie paliwa poprzez układ przeciawawaryjny 17. W tym celu zwierany jest rezystor R1. Natomiast zwieranie uzwojenia Z2 ułatwia pracę uzwojenia Z1. Wystarczy mniejszy prąd w uzwojeniu Z1 do wysterowania siłownika hydraulicznego 6 w położenie, w którym wydatek paliwa jest równy zeru.

W obiegach pomocniczych silnika wysokoprężnego S przy pracy ustabilizowanej, zestyki K1, K2 i K3 zainstalowanych na silniku S czujników 18, 19 i 20 są otwarte i na potencjometr zadawania obrotów R21 nie przychodzi dodatkowy sygnał napięciowy ze źródła prądu stałego E zainstalowanego w członie 15 urządzenia przeciawawaryjnego. W przypadku awarii w obiegach pomocniczych silnika S, tj. nadmiernym wzroście temperatury wody chłodzącej lub nadmiernym wzroście ciśnienia oleju smarowego lub nadmiernej temperaturze oleju smarowego zostaje zwarty którykolwiek ze zestyków K1, K2 lub K3 czujników 18, 19 lub 20, powodując zamknięcie obwodu elektrycznego pomiędzy źródłem prądu stałego E i potencjometrem zadawania obrotów R21.

Na potencjometr zadawania obrotów R21, czyli na wejście regulatora obrotów przychodzi dodatkowy sygnał napięciowy ze źródła E, wielkość którego jest regulowana potencjometrem R23. Sygnał ten z zadajnika obrotów R21 przechodzi do wzmacniacza elektronicznego 13 dalej do przetwornika elektrohydraulicznego 5 i siłownika hydraulicznego 6, który poprzez listwy paliwowe zmniejsza dopływ paliwa do pomp wtryskowych silnika S, powodując jego zatrzymanie lub ustawienie na obroty jałowe. O ustawieniu silnika S podczas awarii w obiegach pomocniczych na obroty jałowe lub zatrzymanie decyduje nastawienie potencjometru R23 w położenie zerowe, co powoduje zatrzymanie silnika.

Prawidłowe działanie członu 15 urządzenia przeciawawaryjnego 3 uwarunkowane jest spełnieniem nierówności.

$$R23 \leq \frac{R21}{10}$$

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektrohydrauliczny regulator obrotów silnika wysokoprężnego z urządzeniami przeciawawaryj-

nymi, **znamienny** tym, że w celu wykorzystania prądnicy tachometrycznej (7) jako źródła energii elektrycznej, służącego pośrednio do uruchamiania członu (16) i (17) urządzenia przeciawawaryjnego (3) prądnica ta z jednej strony jest sprzęgnięta mechanicznie z wałem silnika spalinowego (S), z drugiej strony elektrycznie poprzez transformator (T₁) o trzech uzwojeniach wtórnych jest połączona przewodami poprzez pierwsze uzwojenie wtórne (I) z prostownikiem (P1) zasilającym układ wykonawczy wyposażony w tranzystory (T1) i (T2) podłączone przewodami do uzwojenia roboczego (Z1) elektrohydraulicznego przetwornika (5), które wysterowuje siłownik (6) sprzęgnięty mechanicznie z pompami wtryskowymi poprzez listwy paliwowe, zaś poprzez drugie uzwojenie wtórne (II) prądnicy (7) jest połączona przewodami z prostownikiem (P2), zasilającym obwód odniesienia, zrealizowany na rezystorach (R1) i (R3), potencjometrze (R2), diodzie (D1) oraz na diodzie Zenera (D2), natomiast poprzez trzecie uzwojenie wtórne (III) transformatora (T₁) prądnica ta jest połączona elektrycznie przewodami z prostownikiem (P3), zasilającym obwód pomiarowy zrealizowany na diodzie (D4), rezystorze (R12) i potencjometrze (R13), który dalej połączony jest przewodami z przerzutnikiem bistabilnym zrealizowanym na tranzystorach (T4) i (T5) oraz rezystorach (R5), (R6), (R7), (R8), (R9), (R10) i (R11) — który to przerzutnik bistabilny połączony jest przewodami z obwodem zwierającym zrealizowanym na tranzystorze (T3) i rezystorze (R4), zawierającym rezystor (R1) oraz uzwojenie (Z2) elektrohydraulicznego przetwornika (5), natomiast dla zabezpieczenia przed awarią obiegów pomocniczych silnika spalinowego (S) urządzenie przeciawawaryjne (3) jest wyposażone w człon (15), wyłączający lub ograniczający przez bloki (1) i (2) regulatora obrotów dopływ paliwa do tego silnika przy nadmiernym wzroście temperatury wody chłodzącej lub nadmiernym wzroście temperatury lub wzroście ciśnienia oleju smarowego w obiegach pomocniczych silnika spalinowego (S), przy czym w członie (15) wmontowane jest źródło prądu stałego (E) połączone przewodami poprzez rezystor (R22), potencjometr (R23) i równolegle zwarte z sobą zestyki (K1), (K2), (K3) zamontowanych na silniku spalinowym (S) czujników pomiaru temperatury wody chłodzącej (18), temperatury oleju smarowego (19), ciśnienia oleju smarowego (20), z potencjometrem zadawania prędkości obrotowej (R21), przy czym zamknięcie któregośkolwiek ze styków (K1), (K2), (K3) przy nadmiernym wzroście temperatur lub ciśnienia, załącza na wejście potencjometru prędkości obrotowej (R21) sygnał napięciowy z potencjometru (R23) ustalający jałową wartość obrotów silnika spalinowego (S), lub przy ustawieniu potencjometru (R23) w położeniu zerowym powoduje zatrzymanie silnika spalinowego (S).

2. Regulator według zastr. 1, **znamienny** tym, że zamiast prądnicy tachometrycznej (7) zastosowany jest generator prądu stałego lub generator prądu przemiennego.

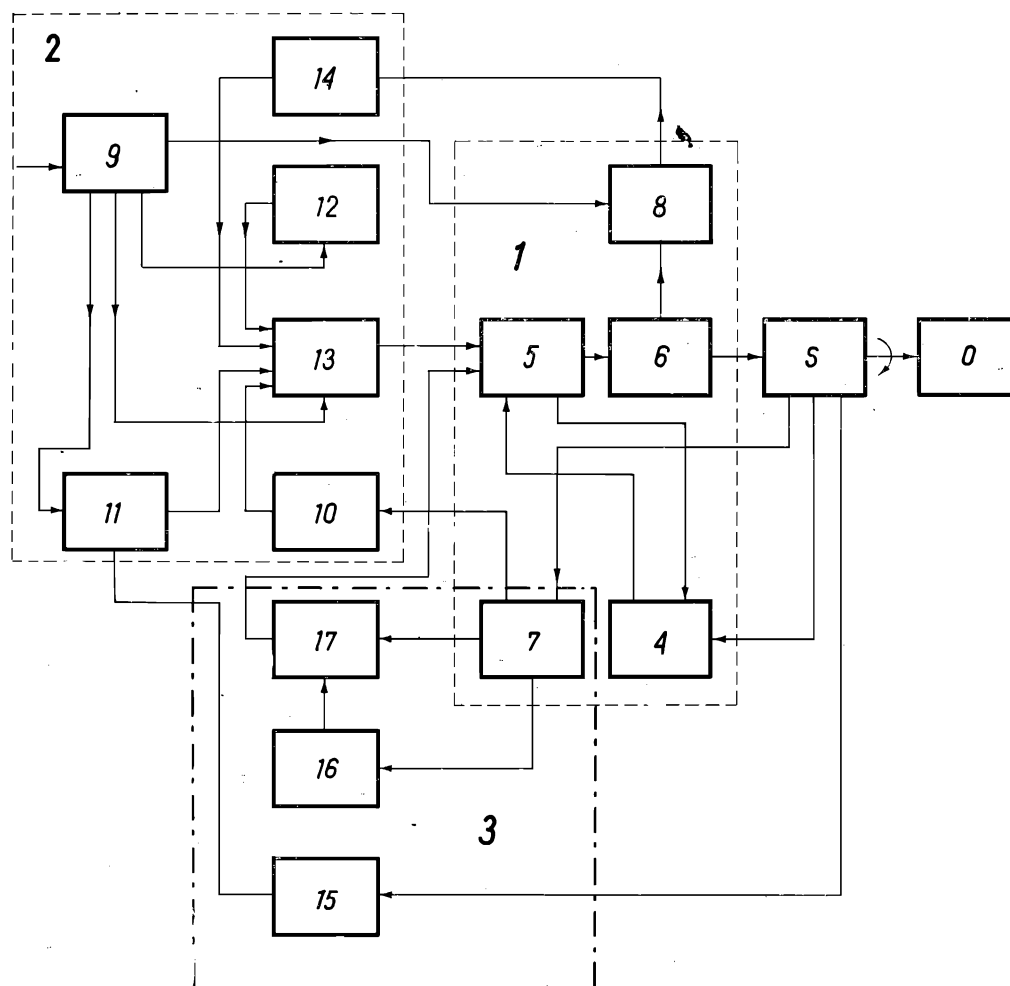


Fig. 1

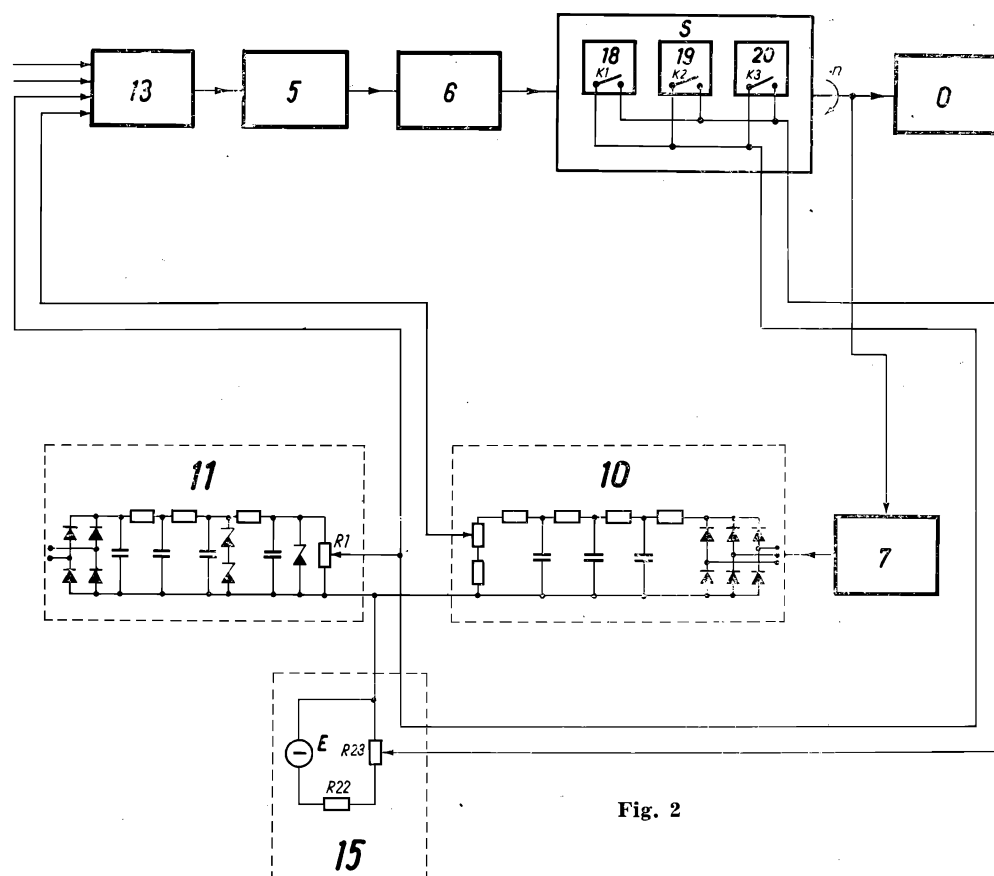


Fig. 2

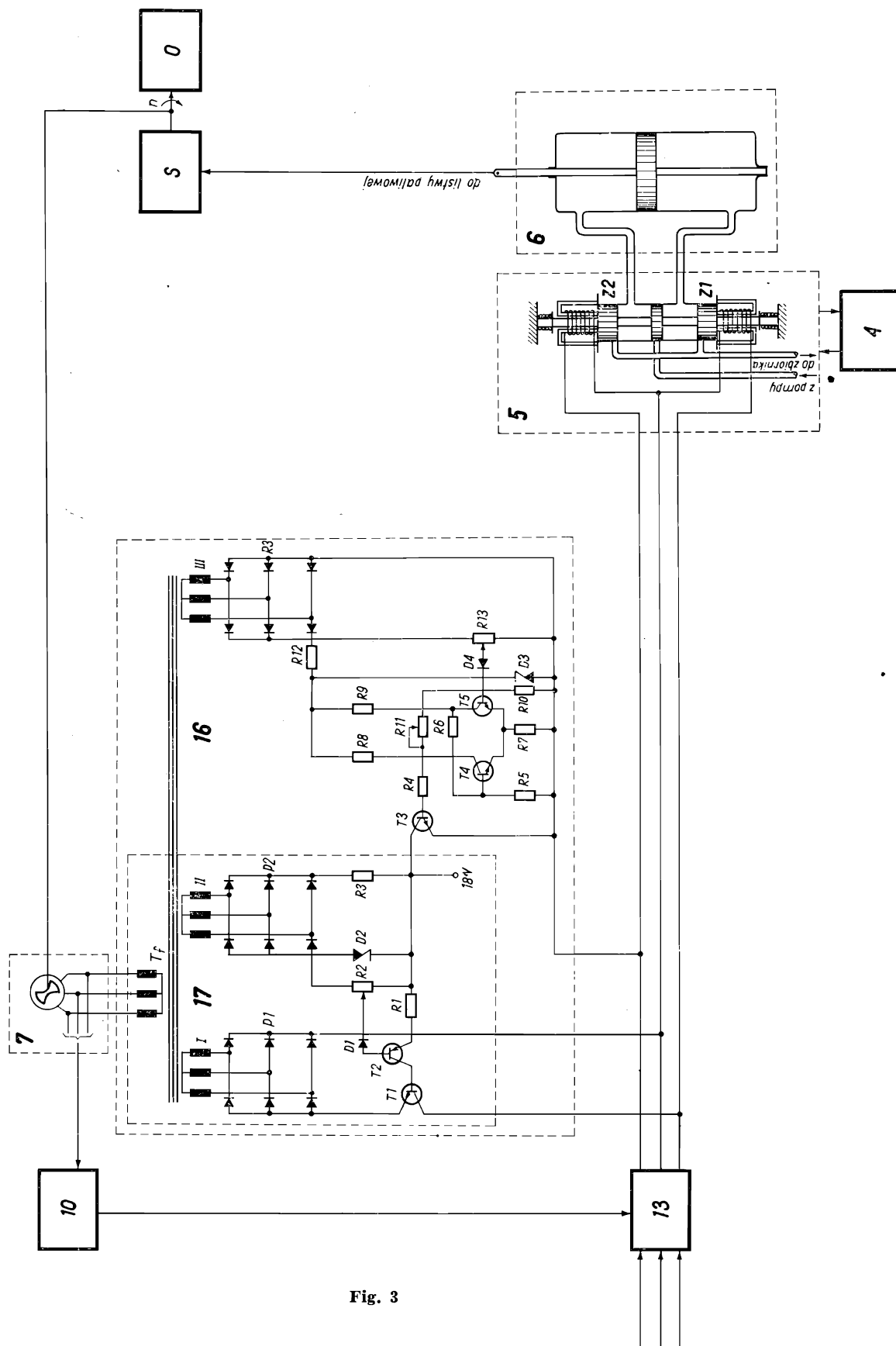


Fig. 3