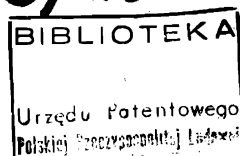


H02h 3/26

Opis wydano drukiem dnia 5 listopada 1963 r.

H02h 3/26



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 47543

Kl. 21 c, 68/50
Kl. internat. H 02 d

Zakłady Energetyczne Okręgu Południowego *)

Katowice, Polska

Tranzystorowe zabezpieczenie porównawczo-fazowe z łączem wielkiej częstotliwości dla linii energetycznych wysokich napięć i dla linii w bloku z transformatorem

Patent trwa od dnia 5 listopada 1960 r.

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest tranzystorowe zabezpieczenie porównawczo-fazowe z łączem wielkiej częstotliwości dla linii energetycznych wysokich napięć oraz dla bloków linia-transformator, różniące się od znanych zabezpieczeń porównawczo-fazowych odmiennym rozwiązaniem szeregu zasadniczych członów oraz wprowadzeniem pewnych dodatkowych elementów, co łącznie podnosi pewność ruchową zabezpieczenia i ułatwia jego eksploatację.

Znana zasada zabezpieczeń porównawczo-fazowych polega na porównywaniu faz prądów na obydwóch końcach linii, przy czym informacje o fazach są wymieniane za pomocą łą-

cza wielkiej częstotliwości. Przy normalnej pracy linii oraz przy zwarcjach zewnętrznych fazy prądów są prawie identyczne, zaś przy zwarcjach wewnątrz chronionego odcinka linii różnią się znacznie. Ze względu na duże trudności techniczne, związane z ewentualnym porównaniem prądów we wszystkich fazach linii trójfazowej, porównaniu faz podlegają zazwyczaj prądy wtórne tak zwanych filtrów sterujących, będące kombinacją składowych symetrycznych prądów linii. Przekazanie informacji o fazach prądu na przeciwległe końce linii odbywa się przez zmanipulowanie nadajników prądem wyjściowym filtru sterującego w ten sposób, by jeden nadajnik czynny był na przykład przy dodatnich półokresach prądu, zaś drugi — przy ujemnych. W rezultacie, gdy linia jest nieuszkodzona, oba nadajniki pracują na przemian, zaś przy zwarcjach w linii, sy-

*) Właściciel patentu oświadczył, że współtwórcami wynalazku są dr inż. Juliusz Wróblewski, mgr inż. Stanisław Kisiel, Jan Linek i Lucjan Kołodziej.

gnały obu nadajników częściowo lub całkowicie się pokrywają. Brak sygnałów wielkiej częstotliwości ze strony przeciwnej w określonych momentach czasu świadczy o zwarciu w linii. Stosowane są z reguły wspólne częstotliwości robocze dla obu nadajników. Dla wykluczenia błędnych działań zabezpieczeń porównawczo-fazowych przy uszkodzeniach w aparaturze wielkiej częstotliwości wyłączenie uzależnione jest dodatkowo od specjalnych członów pobudzających, stwierdzających stan zwarciowy. Dobór członów pobudzających zależy od warunków sieciowych oraz od sposobu wykorzystania łącza wielkiej częstotliwości. Stosowane są dwa sposoby: łącze pracuje jedynie w czasie zakłóceń lub też rozpoczyna swą pracę już przy określonych roboczych obciążeniach linii. W pierwszym przypadku niezbędne są dwustopniowe człony pobudzające, których stopień pierwszy uruchamia łącze, zaś stopień drugi — odblokowuje zabezpieczenie, umożliwiając ewentualne wyłączenie. W przypadku drugim człony pobudzające są jednostopniowe, zaś praca łącza zależy tylko od czułości manipulatorów.

Znane rozwiązania zabezpieczeń porównawczo-fazowych posiadają szereg istotnych wad.

W znanych rozwiązaniach zabezpieczeń porównawczo-fazowych dostosowanie odbiorników do pracy przy wspólnej częstotliwości jest niekonsekwentne. Stosowane są mianowicie odbiorniki stale przyłączone do traktu nadawczo-odbiorczego, przy czym spotykane są dwa rozwiązania. W pierwszym — odbiornik posiada wejście wysokoomowe, co nie pozwala na pełne wykorzystanie mocy przeciwległego nadajnika i prowadzi do odbić fali nośnej zniekształcających sygnały wielkiej częstotliwości. W drugim — odbiornik jest dopasowany pod względem opornościowym, co prowadzi do znacznych strat mocy nadajnika własnego. W obu rozwiązaniach stany przejściowe w filtrach odbiornika występujące po zakończeniu pracy nadajnika własnego są dodatkowym źródłem zniekształceń.

W innych znanych rozwiązaniach zabezpieczeń porównawczo-fazowych kontrola sprawności łącza wielkiej częstotliwości opiera się na kontroli fragmentarycznej pewnych obwodów (na przykład obwodów żarzenia lamp, obecności napięcia zasilania, prądu nadajnika), a także w pewnych rozwiązaniach, na kontroli odbieranych z przeciwległego końca sygnałów. Tylko ten ostatni sposób kontroli można uznać za pełnowartościowy, gdyż obejmuje on cały

trakt nadawczo-odbiorczy. Jednak w rozwiązaniach znanych nie spotykana jest tego rodzaju kontrola, działająca automatycznie i niezależnie od obciążeń linii. Wynika to ze specyfiki manipulatorów, które w zabezpieczeniach porównawczo-fazowych w stanie bezprądowym linii muszą całkowicie wygaszać falę nośną, gdyż w przeciwnym przypadku nie byłoby możliwe wyłączenie w przypadku zwarć w linii jednostronnie załączonej. Są więc stosowane co najwyżej układy działające automatycznie dopiero przy pewnym obciążeniu linii lub układy kontroli doraźnej, wymagające z reguły kontaktowania się wzajemnego personelu na obu końcach linii.

Znane rozwiązania zabezpieczeń porównawczo-fazowych nie nadają się do pracy na liniach zblokowanych z transformatorem. Ograniczenie to wynika z braku właściwych blokad przy udarach prądów magnesujących transformatorów.

Znane układy zabezpieczeń porównawczo-fazowych wymagają pomocniczego źródła zasilania.

W zabezpieczeniu porównawczo-fazowym według wynalazku współdziałanie poszczególnych elementów jednego półkompletu zabezpieczenia odbywa się zgodnie z fig. 1. Generator wielkiej częstotliwości 1 steruje nadajnik 2 za pośrednictwem tranzystorowego przełącznika 3 o działaniu blokującym, sterowanego przez manipulator 4. Równocześnie manipulator 4 steruje tranzystorowy przełącznik 5 o działaniu konjunkcyjnym, za pośrednictwem którego odbiornik 6 o dopasowanej oporności wejściowej przyłączony jest do traktu nadawczo-odbiorczego. W rezultacie uzyskano układ konsekwentnie simpleksowy, w którym odbiornik przyłączany jest wyłącznie w okresie przerw w pracy nadajnika własnego. Istotną cechą przełącznika 5 jest pewne opóźnienie (rzędu 0,001 sek), z którym przyłączany jest odbiornik 6 po zakończeniu cyklu nadawczego. Pozwala to na uniknięcie odbioru fal odbitych oraz zakłóceń wnoszonych przez filtry nadawcze 7 i sprzęgające 8 w stanach nieustalonych bezpośrednio po zaniku napięcia nadajnika. Zastosowanie przełącznika 5 pozwala, po pierwsze dopasować odbiornik pod względem opornościowym, a przez to wykorzystywać w pełni moc nadajnika przeciwległego i uzyskać najkorzystniejszy stosunek sygnału użytecznego do szumów, po drugie, pozwala rozwiązać pełnowartościowy układ kontroli sprawności

łącza o czym patrz niżej. Przykłady rozwiązania takiego przełącznika podano na figurze 2.

W zabezpieczeniu porównawczo-fazowym według wynalazku przewidziano układ kontroli sprawności łącza działający w pełni automatycznie i niezależnie od obciążeń linii, a więc i przy jej biegu jałowym, oparty na kontroli odbioru sygnałów z przeciwległego końca linii. Aby zapewnić kontrolę przy małych obciążeniach linii, gdy wysyłanie normalnych sygnałów roboczych jest wykluczone, przewidziano manipulator 4 o takiej konstrukcji, iż przy małych prądach filtru sterującego 9 wysyłane są krótkotrwałe sygnały kontrolne o czasie trwania około $\frac{1}{20}$ okresu częstotliwości przemysłowej, to jest wielokrotnie mniej, niż potrzeba do zablokowania przeciwległego zabezpieczenia. Podstawowym elementem manipulatora jest relaksacyjny generator impulsów 4a, na przykład niesymetryczny multiwibrator, odpowiednio sterujący przełącznikami 3 i 5. Dla uniknięcia pokrywania się w czasie sygnałów kontrolnych wysyłanych przez oba nadajniki (sygnały nie mogłyby być wówczas odebrane przez odbiorniki kontrolne) przewidziano różne w częstotliwości powtarzania sygnałów w obu współpracujących nadajnikach, dla przykładu 45 i 55 Hz. Dzięki temu pokrywać się w czasie mogą tylko nieliczne z sygnałów, na przykład co dziewiąte, co przy dostatecznym opóźnieniu w działaniu układu kontrolnego 10 nie ma znaczenia. Przy pojawieniu się prądów w linii, a zatem i wtórnego prądu filtru sterującego 9, sygnały kontrolne synchronizują się z nim, a przy większych prądach przechodzą w normalne sygnały robocze o czasie trwania $\frac{1}{2}$ okresu, wysyłane na przemian przez oba nadajniki. Podstawą oceny sprawności łącza jest jedynie amplituda dochodzących z przeciwległego końca sygnałów, gdyż próg czułości odbiorników kontrolnych jest jednakowy zarówno dla krótkotrwałych sygnałów kontrolnych, jak i dla normalnych sygnałów roboczych. Kształt sygnałów wielkiej częstotliwości pokazano na figurze 3, gdzie a — obrazuje sygnały kontrolne przy biegu jałowym linii, b — sygnały kontrolne przy małych obciążeniach, c — sygnały robocze przy większych obciążeniach i przy zwarcjach zewnętrznych i d — sygnały robocze przy zwarcjach wewnętrznych. Przykład rozwiązania manipulatora podano na figurze 4. Brak sygnałów kontrolnych lub roboczych w ciągu około 0,5 sek. jest traktowany jako próba układu kontrolne-

go, zaś brak sygnałów w czasie około 3 sek — jako uszkodzenie łącza. Automatycznego zablokowania zabezpieczenia dokonuje bezstykowy układ blokujący 11.

W zabezpieczeniu porównawczo-fazowym według wynalazku przewidziano możliwość jednostronnego przeprowadzenia próby układów automatycznej kontroli oraz ewentualnie próby innych członów, na przykład porównujących fazy 12 i pobudzających 13. Przez naciśnięcie przycisku 14 spowodować można celowe unieruchomienie nadajnika, a przez to pobudzenie układu kontroli łącza na stronie przeciwnej (wywoływanej), co staje się powodem automatycznego skontrolowania zainstalowanych tam członów 12 i 13. W przypadku pozytywnego wyniku kontroli oba człony się pobudzają i następuje tam zablokowanie nadajnika, a przez to pobudzenie układu kontroli łącza na końcu, skąd rozpoczęto sprawdzanie. Dalej i tu następuje sprawdzenie członów 12 i 13, a w przypadku prawidłowego ich reagowania — odblokowanie nadajnika i powrót urządzeń do stanu normalnego na obu końcach linii. Jeśli przycisk 14 jest dalej naciśnięty rozpoczyna się następny cykl sprawdzania. Próba zostaje automatycznie przerwana w przypadku pobudzenia się członów pobudzających. Działanie układu można prześledzić ze schematu podanego na figurze 1, pamiętając iż symbole D oznaczają dyzjunkcję, K — konjunkcję, I — inwersję, B — blokowanie, zaś t — opóźnienie. Połączenie 15 występuje tylko w części zabezpieczenia umieszczonej na wywoływanym końcu linii.

W zabezpieczeniu porównawczo-fazowym według wynalazku mogą być zastosowane specjalne człony 12 i 13 umożliwiające zastosowanie zabezpieczenia na blokach linia — transformator. Prądowe człony pobudzające 12 posiadają wówczas filtry drugiej harmonicznej prądu i są blokowane przy jej zawartości przekraczającej 20—25% w stosunku do harmonicznej podstawowej. Zapobiega to błędnemu działaniu zabezpieczenia przy udarach prądu magnesującego, występujących przy załączaniu bloku. Człon porównujący fazy 13 posiada blokowanie przy narastaniu składowej zgodnej napięcia ($\frac{dU}{dt} > 0$). Zapobiega to błędnymi wyłączeniami bloku przy wyłączaniu zwarć zewnętrznych, gdy człony pobudzające są jeszcze pobudzone, zaś wskutek narastania napięć, mogą wystąpić udary prądów magnesujących transformatora.

W zabezpieczeniu porównawczo-fazowym według wynalazku może być zastosowane zasilanie niezależne od zewnętrznych źródeł napięcia. Specjalne zasilacze prądowo-napięciowe 16, przyłączone do przekładników prądowych i napięciowych zapewniają zasilanie układu zarówno przy normalnej pracy linii, jak i w stanach zwarcia. W pierwszym przypadku głównym źródłem energii są przekładniki napięciowe, w drugim — prądowe. Zasilacze posiadają stabilizatory ferorezonansowe oraz transduktorowe.

W zabezpieczeniu porównawczo-fazowym według wynalazku wszystkie funkcjonalne zależności między poszczególnymi członami wykonano beztytkowo. Stypizowane człony dokonujące poszczególnych operacji logicznych zo stały wyposażone w specjalnie opracowane dwustanowe optyczne wskaźniki elektromagnetyczne W o minimalnym poborze mocy, posiadające kasowanie elektryczne, lecz nie wymagające zasilania do utrwalenia uprzednio istniejącego stanu. Są one włączone w obwody układu logizującego tworząc przejrzysty układ sygnalizacji wewnętrznej zabezpieczenia. Posiadają one magnesy stałe zapewniające bistabilną równowagę.

Zastrzeżenia patentowe

1. Tranzystorowe zabezpieczenie porównawczo-fazowe z łączem wielkiej częstotliwości dla linii energetycznych wysokich napięć i dla linii w bloku z transformatorami, znamienne tym, że posiada sterowane przez manipulatory (4), bezstykowe przełączniki (5), służące do przyłączania odbiorników (6) tylko w okresach przerwy w pracy nadajników własnych (2), dzięki czemu możliwe jest dopasowanie oporności wejściowej odbiorników do oporności traktu nadawczo-odbiorczego bez strat mocy nadajników własnych, a w konsekwencji uniknięcie odbić zniekształcających przesyłane sygnały, a także wyeliminowanie w filtrach odbiorczych stanów przejściowych, występujących bezpośrednio po zaniku napięcia nadajnika własnego, również wnoszących zakłócenia.
2. Tranzystorowe zabezpieczenie porównawczo-fazowe według zastrz. 1, znamienne tym, że posiada układ kontroli sprawności łącza w obu kierunkach nadawania i odbioru, działający automatycznie, przy dowolnych obciążeniach linii i przy jej stanie bezprądowym;

zrealizowany dzięki zastosowaniu manipulatorów (4) sterowanych nie tylko przez filtry sterujące (9), lecz posiadających własne relaksacyjne generatory impulsów (4a), które w stanie bezprądowym linii i przy niewielkich jej obciążeniach zapewniają obustronne wysyłanie krótkotrwałych kontrolnych sygnałów wielkiej częstotliwości o normalnej amplitudzie, służących do oceny sprawności wszystkich elementów łącza, przy czym przy większych obciążeniach linii i przy zwarciach zewnętrznych sygnały te przechodzą w normalne sygnały robocze, służące do porównywania faz.

3. Tranzystorowe zabezpieczenie porównawczo-fazowe według zastrz. 1, 2, znamienne tym, że posiada układ próby doraźnej, przewidziany do ręcznego lub okresowego automatycznego uruchamiania za pomocą przycisku (14), zawierający elementy logizujące, dyzjunkcyjne (D), konjunkcyjne (K), inwersyjne (I) i opóźniające (t), powiązane z manipulatorami (4), odbiornikami kontrolnymi (10) członami porównującymi fazy (12) i członami pobudzającymi (13) w ten sposób, iż układ automatycznej kontroli łącza wykorzystany jest do próbnego pobudzania elementów zainstalowanych na przeciwnym końcu linii i do odwrotnego przekazywania informacji o wynikach próby.
4. Tranzystorowe zabezpieczenie porównawczo-fazowe przeznaczone dla linii w bloku z transformatorami, znamienne tym, że posiada dodatkowe urządzenie blokujące w członach pobudzających i w członach porównujących fazy, uniemożliwiające błędne wyłączenie zarówno przy załączaniu bloku pod napięcie, jak i przy wyłączaniu zwarcie zewnętrznych, kiedy to mogą powstawać udary prądów magnesujących, przy czym w przypadku pierwszym wykorzystana jest druga harmoniczna prądu, zaś w przypadku drugim, narastanie składowej zgodnej napięcia.
5. Tranzystorowe zabezpieczenie porównawczo-fazowe według zastrz. 1 do 5, znamienne tym, że posiada całkowicie bezstykowy układ logizujący o jawnym działaniu zawierający optyczne elektromagnetyczne wskaźniki zapamiętujące stany układu (W), posiadające magnesy stałe zapewniające bistabilną równowagę oraz uzwojenie kasujące, powodujące powrót do stanu wyjściowego.

tranzystorowe zabezpieczenie porównawczo-
azowe według zastrz. 1 do 5, znamienne
że nie wymagając ubocznego źródła za-
, zasilone jest z zasilaczy (16) prądo-
o-napięciowych, posiadających stabilizację
errerezonansową i transduktorową, przy-
ączonych do przekładników mierzających,

przy czym przy normalnej pracy zabezpie-
czonej linii źródłem energii są głównie prze-
kładniki napięciowe, zaś przy zwarciach —
przekładniki prądowe.

Zakłady Energetyczne
Okręgu Południowego

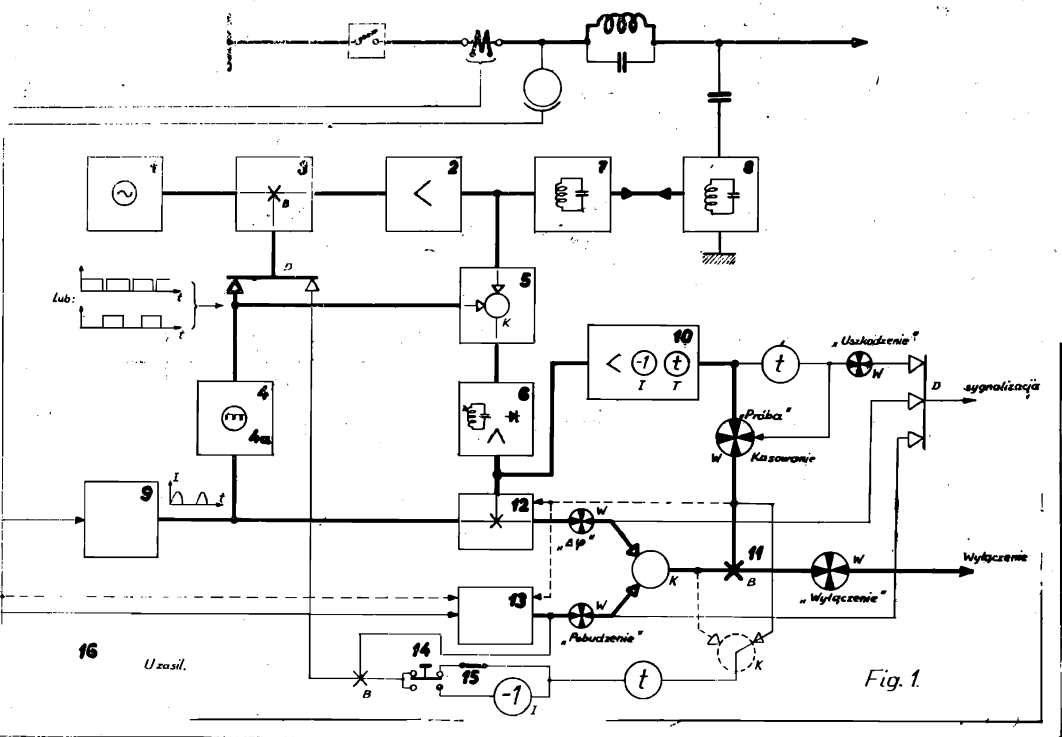


Fig. 1.

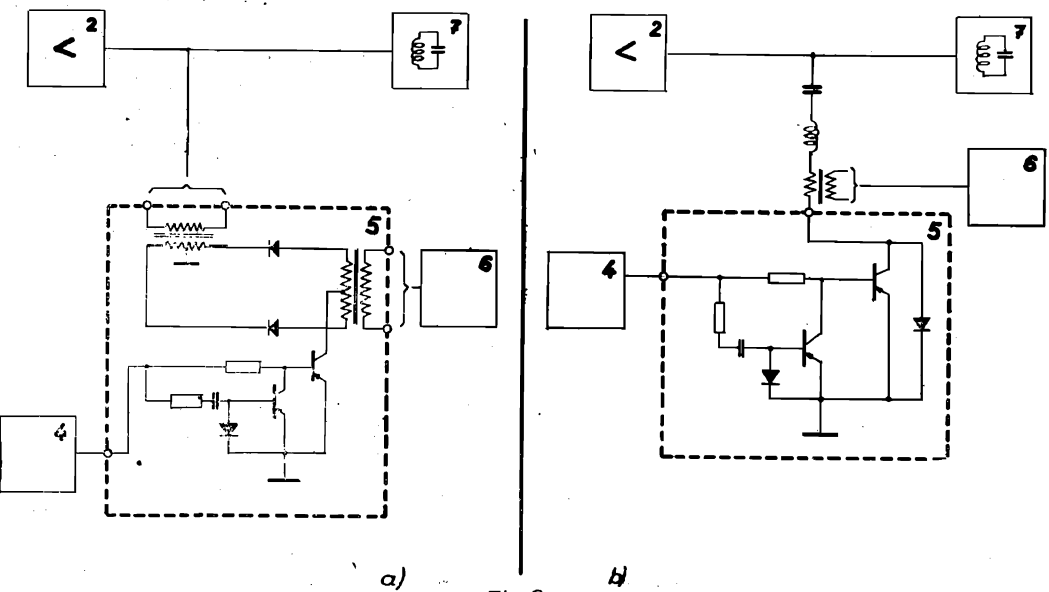


Fig 2

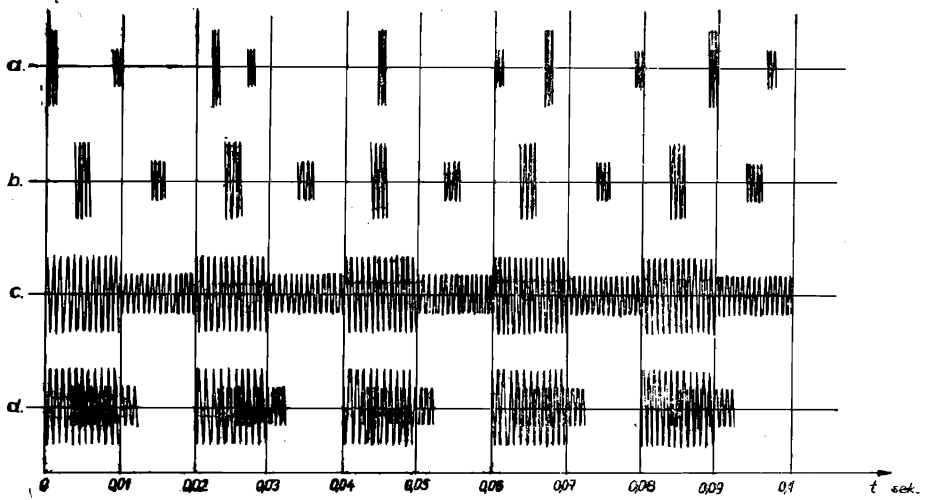


FIG.-3

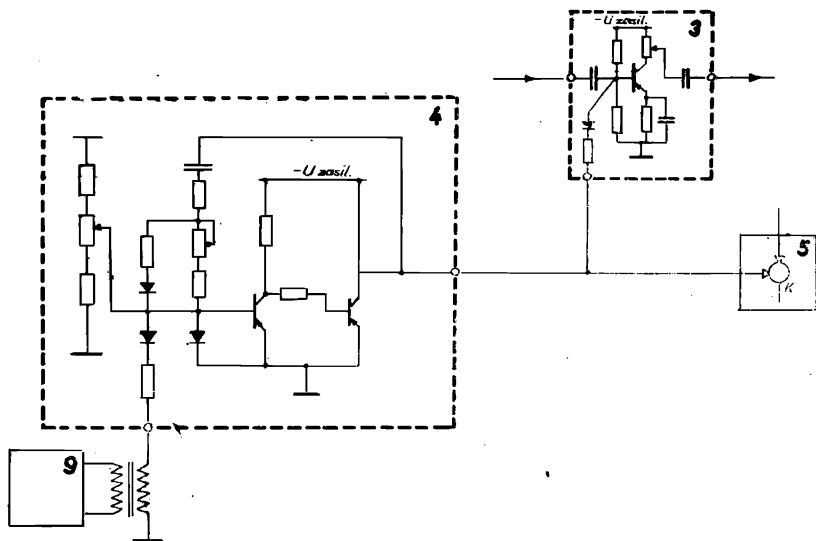


Fig. 4