

Mozh 3/00



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 45593

Kl. 21 c, 68/60

Zakłady Energetyczne Okręgu Południowego x/
Katowice, Polska

Sposób tworzenia wielofazowych nieprzełączalnych
przełączników oporozależnych i kierunkowoporozależnych

Patent trwa od dnia 5 listopada 1960 r.

Przełączniki oporozależne i kierunkowe stanowią podstawowe elementy zabezpieczeń prądowo-kierunkowych, odległościowych, porównawczo-kierunkowych i innych, stosowanych szeroko w energetyce.

W technice zabezpieczeń daje się dotkliwie odczuwać brak przełączników wielofazowych nieprzełączalnych, reagujących prawidłowo przy wszystkich rodzajach zwarć. Obecnie stosowane są najczęściej przełączniki jednofazowe, przyłączane w zależności od rodzaju zwarcia do prądów i napięć odpowiednich faz, co wymaga stosowania specjalnych układów wybierających. Tylko w najprostszych przypadkach w układach tych mogą być stosowane proste przełączniki prądowe; zazwyczaj konieczne są przełączniki oporozależne lub kierunkowo-oporozależne, co znacznie komplikuje zabezpieczenie. Do skomplikowanych układów prowadzi także stoso-

x/ Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest
dr inż. Juliusz Wróblewski.

wanie kilku przekładników jednofazowych przyłączonych trwale do napięć i prądów poszczególnych faz.

Inną drogą uzyskania układów nieprzełączalnych jest stosowanie przekładników wielofazowych. Dotychczasowe metody tworzenia przekładników wielofazowych opierają się zwykle na bezpośrednim lub pośrednim kojarzeniu systemów jednofazowych, przy czym równanie charakterystyczne daje się zwykle przedstawić przy pomocy składowych symetrycznych prądów i napięć. Uzyskanie tą drogą układów reagujących prawidłowo przy wszystkich rodzajach zwarcia jest niezmiernie trudne.

Przedmiotem wynalazku jest sposób tworzenia przekładników wielofazowych odmienny od wyżej wymienionych.

Polega on na rozszerzeniu znanej powszechnie i szeroko stosowanej tzw. prostownikowej metody tworzenia przekładników oporozależnych, kierunkowych i kierunkowo-oporozależnych, istota której sprowadza się do porównywania modułów /lub średnich wartości/ dwóch napięć zmiennych $\hat{U}'$ i $\hat{U}''$. Stan równowagi przekładnika /w idealnym przypadku/ ma miejsce gdy

$$|\hat{U}'| = |\hat{U}''|$$

Napięcia $\hat{U}'$ i $\hat{U}''$ są w najogólniejszym przypadku liniowymi funkcjami prądów i napięć:

$$\begin{aligned}\hat{U}' &= \hat{k}_U' \hat{U} + \hat{k}_I' \hat{I} \\ \hat{U}'' &= \hat{k}_U'' \hat{U} + \hat{k}_I'' \hat{I}\end{aligned}$$

W zależności od wartości współczynników $\hat{k}$ otrzymuje się różne przekładniki, charakterystyki których w płaszczyźnie zmiennej zespolonej

$\hat{Z} = R + jX$ stanowią proste lub okręgi. Na przykład, gdy

$$\hat{k}_U' = \hat{k}_U'' \neq 0 \quad i \quad \hat{k}_I' = -\hat{k}_I'' \neq 0$$

otrzymuje się przekładniki kierunkowe /charakterystyką są proste na płaszczyźnie $\hat{Z} = R + jX$ /;

gdy

$$\hat{k}_I' = 0, \hat{k}_U'' = 0 \quad a \quad \hat{k}_U' \neq 0 \quad i \quad \hat{k}_I'' \neq 0$$

otrzymuje się przekładniki impedancyjne /charakterystyką są okręgi ze środkami w początku układu współrzędnych płaszczyzny $\hat{Z}$ /; podobnie otrzymać można przekładniki o charakterystykach w kształcie okręgów ze środkiem przesuniętym względem początku układu współrzędnych. Istnieją także sposoby uzyskiwania charakterystyk eliptycznych i t.p.

Opisana powyżej metoda zostaje według wynalazku rozszerzona przez wykorzystanie do tworzenia ulegających porównaniu napięć stałych $|\hat{U}'|$ i $|\hat{U}''|$ zależności nieliniowych w ten sposób, że z napięć zmiennych

$\underline{\hat{U}}_1', \underline{\hat{U}}_2', \underline{\hat{U}}_3', \dots$ /grupa I/ oraz $\underline{\hat{U}}_1'', \underline{\hat{U}}_2'', \underline{\hat{U}}_3'', \dots$ /grupa II/, będących linio-
wymy kombinacjami napięć i prądów zabezpieczanego obiektu, wydziela
się przy pomocy specjalnych bezstykowych układów nieliniowych napię-
cia stałe $|\underline{\hat{U}}_1'|$ oraz $|\underline{\hat{U}}_1''|$ równe odpowiednio amplitudzie lub średniej
wartości najmniejszego z napięć grupy I oraz amplitudzie lub średniej
wartości największego z napięć grupy II. Każde z napięć zmiennych obu
grup może być w najogólniejszym przypadku dowolną liniową funkcją prą-
dów i napięć układu trójfazowego:

$$\hat{U}_1' = k'_{u1a} \cdot \hat{U}_a + k'_{u1b} \cdot \hat{U}_b + k'_{u1c} \cdot \hat{U}_c + k'_{i1a} \cdot \hat{I}_a + k'_{i1b} \cdot \hat{I}_b + k'_{i1c} \cdot \hat{I}_c$$

$$\hat{U}_2' = k'_{u2a} \cdot \hat{U}_a + k'_{u2b} \cdot \hat{U}_b + k'_{u2c} \cdot \hat{U}_c + k'_{i2a} \cdot \hat{I}_a + k'_{i2b} \cdot \hat{I}_b + k'_{i2c} \cdot \hat{I}_c$$

itd.

Stan równowagi przekąznika ma miejsce, gdy

$$\text{Min. } [|\hat{U}_1'|; |\hat{U}_2'|; |\hat{U}_3'|; \dots] = \text{Max. } [|\hat{U}_1''|; |\hat{U}_2''|; |\hat{U}_3''|; \dots]$$

Znak Min oznacza, że chodzi o minimalne napięcie z napięć podanych
w nawiasie; znak Max - że chodzi o napięcie maksymalne. Układy nie-
liniowe realizujące selekcje napięć w celu uproszczenia opisu będą
w dalszym ciągu nazywane "miniselektorami" i "maxiselektorami".

Dla przypadku, impedancyjny przekąznik, reagujący prawidłowo
przy wszystkich zwarcia 2-fazowych /w tym i przy dwufazowych z zie-
mią/ oraz przy zwarcu 3-fazowym może być uzyskany, jeśli

$$\hat{U}_1' = k_{u1} \hat{U}_{ab}$$

$$\hat{U}_2' = k_{u2} \hat{U}_{bc}$$

$$\hat{U}_3' = k_{u3} \hat{U}_{ca}$$

gdzie $\hat{U}_{ab}$, $\hat{U}_{bc}$, $\hat{U}_{ca}$ oznaczają napięcia międzyprzewodowe
oraz

$$\hat{U}_1'' = k_{i1} (\hat{I}_a - \hat{I}_b)$$

$$\hat{U}_2'' = k_{i2} (\hat{I}_b - \hat{I}_c)$$

$$\hat{U}_3'' = k_{i3} (\hat{I}_c - \hat{I}_a)$$

gdzie $\hat{I}_a$, $\hat{I}_b$, $\hat{I}_c$ oznaczają prądy poszczególnych faz.

Innym przykładem może być wielofazowy przekąznik kierunkowo-
oporozależny. Można go uzyskać, jeśli

$$\hat{U}_1' = k_{u1} \cdot \hat{U}_{ab} + k_{i1} \cdot (\hat{I}_a - \hat{I}_b)$$

$$\hat{U}_2' = k_{u2} \cdot \hat{U}_{bc} + k_{i2} \cdot (\hat{I}_b - \hat{I}_c)$$

$$\hat{U}_3' = k_{u3} \cdot \hat{U}_{ca} + k_{i3} \cdot (\hat{I}_c - \hat{I}_a)$$

oraz

$$\hat{U}_1'' = \hat{k}_{11} \cdot (\hat{I}_a - \hat{I}_b)$$

$$\hat{U}_2'' = \hat{k}_{12} \cdot (\hat{I}_b - \hat{I}_c)$$

$$\hat{U}_3'' = \hat{k}_{13} \cdot (\hat{I}_c - \hat{I}_a)$$

W podobny sposób mogą być tworzone wielofazowe przekładniki o innych charakterystykach.

Sposób tworzenia nieliniowych układów wydzielających napięcia o maksymalnych lub minimalnych amplitudach z grup napięć zmiennych podany jest przykładowo na fig. 1 przedstawiającej zasadniczy schemat maxiselektora i na fig. 2 przedstawiającej zasadniczy schemat miniselektora.

Zasadnicze zależności między parametrami układów są następujące:
Dla maxiselektora

$$1) R, C > 3 \cdot T = 3 \cdot 20 \text{ msek (dla } 50 \text{ Hz)}$$

$$2) R_{obc.} \gg R_1$$

$$\text{Przykładowo dla } R_{obc.} = 1 + 2 \text{ k}\Omega : R_1 = 100 \Omega, C_1 = 750 \mu\text{F}$$

Dla miniselektora

$$1) R_2 \leq \frac{U_{zas} + U'_{max}}{U'_{max}} \cdot R_{obc.}, \text{ gdzie } U'_{max} - \text{maksymalna}$$

spodziewana wartość U'

$$2) R_1 \ll R_2 \text{ na przykład } \frac{R_2}{R_1} \approx 50 + 100$$

$$3) R_3 = \left(\frac{U_{zas} -}{U_{zas} +} \right) \cdot R_2 \text{ (kompensacja wstępnych napięć)}$$

$$4) R, C > 3T = 3 \cdot 20 \text{ msek (dla } 50 \text{ Hz)}$$

$$\text{Przykładowe dane dla } R_{obc.} = 2,5 \text{ k}\Omega \text{ i } U'_{max} = 20 \text{ V,}$$

$$U_{zas} + = +100 \text{ V; } R_2 = 8 \text{ k}\Omega; R_1 = 100 \Omega;$$

$$U_{zas} - = -20 \text{ V; } C_1 = 750 \mu\text{F}$$

Działanie układu maxiselektora jest proste.

W punktach A, B, C /fig.1/ panują odpowiednio napięcia zbliżone do amplitud napięć zmiennych $\underline{U}_1''$, $\underline{U}_2''$, $\underline{U}_3''$;

Diody $\underline{D}_A$, $\underline{D}_B$, $\underline{D}_C$ powodują iż na wyjściu układu otrzymywane jest napięcie $\underline{U''}$ równe /pomijając spadek napięcia w odpowiedniej diodzie/ największemu z napięć panujących w punktach A, B, C czyli

$$U'' = \text{Max } [|\underline{U}_1''|; |\underline{U}_2''|; |\underline{U}_3''|; \dots]$$

Działanie miniselektora jest następujące:

Napięcia w punktach A, B, C ... są równe odpowiednio modułom napięć

$$\underline{U}_1', \underline{U}_2', \underline{U}_3' \dots$$

Przy dostatecznie dużej wartości $\underline{U_{zas}}$ w warunkach przewodzenia znajduje się jedynie ta z diód $\underline{D_A}, \underline{D_B}, \underline{D_C}$, która przyłączona jest do punktu o minimalnym napięciu. Pomijając spadek napięcia na tej diodzie, otrzymujemy na wyjściu napięcie $\underline{U'}$, równe najmniejszemu z napięć panujących w punktach A, B, C to jest

$$\underline{U'} = \text{Min } [|\underline{U'_1}|; |\underline{U'_2}|; |\underline{U'_3}|; \dots]$$

Opory $\underline{R_3}$ służą do kompensacji napięć wstępnych, wynikających ze skończonej wartości stosunku $\frac{\underline{R_2}}{\underline{R_1}}$

Oczywiście zarówno w "maxiselektorze" jak i "miniselektorze" biegunowość napięć wyjściowych może być zmieniona, jeśli konsekwentnie zmienione zostaną kierunki włączenia diód, a w przypadku miniselektora - również i biegunowości napięć zasilających.

W obu układach mogą być również zastosowane inne rodzaje prostowania napięć $\underline{U_1}, \underline{U_2}, \underline{U_3}$... np. prostowanie dwupołówkowe z wyprowadzonym środkiem uzwojenia transformatora lub nawet prostowanie jednopółkowe, choć ostateczne rezultaty będą w tym ostatnim przypadku zdecydowanie gorsze.

Kojarzenie obu selektorów w układ porównawczy może odbywać się identycznie jak to ma miejsce w zwykłych przekaźnikach prostownikowych. Tak więc odpowiednio czułe indykatory zera mogą być włączone "na różnicę napięć" /fig.3/ lub "na różnicę prądów" /fig.4/. Może być także zastosowane "sumowanie magnetyczne", jeśli indykatozem jest przekaźnik np. magnetoelektryczny posiadający dwa uzwojenia robocze /fig.5/. Oczywiście czułość indykatorów musi być dostatecznie wysoka, by uniknąć znacznych poborów mocy w obwodach wejściowych selektorów. Najbardziej stosowny wydaje się indykator składający się z tranzystorowego triggera /fig.6 i fig.7/ pozwalający łatwo otrzymać układy o poborach mocy nie większych niż w dotychczasowych przekaźnikach prostownikowych.

Przekaźniki tworzone według podanego sposobu mogą znaleźć zastosowanie w zabezpieczeniach odległościowych, porównawczo-kierunkowych, w układach przyspieszeń kierunkowych i t.p.

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

Sposób tworzenia wielofazowych nieprzełączalnych przekaźników oporozależnych i kierunkowo-oporozależnych na zasadzie prostownikowej, znamienny tym, że z dwóch grup napięć zmiennych / $\hat{U}_1', \hat{U}_2', \hat{U}_3'$ - grupa I oraz $\hat{U}_1'', \hat{U}_2'', \hat{U}_3''$ - grupa II/, będących liniowymi kombinacjami na-

pięć i prądów zabezpieczanego obiektu wydzielane są za pomocą bezstykowych nieliniowych układów selekcyjujących /fig.1 i 2/: napięcie stałe $|U'|$ równe amplitudzie najmniejszego co do wartości napięcia grupy I oraz napięcie stałe $|U''|$ równe amplitudzie największego co do wartości napięcia grupy II, a następnie wartości wydzielonych napięć są porównywane w znany sposób w indykatorze zera.

Zakłady Energetyczne
Okręgu Południowego

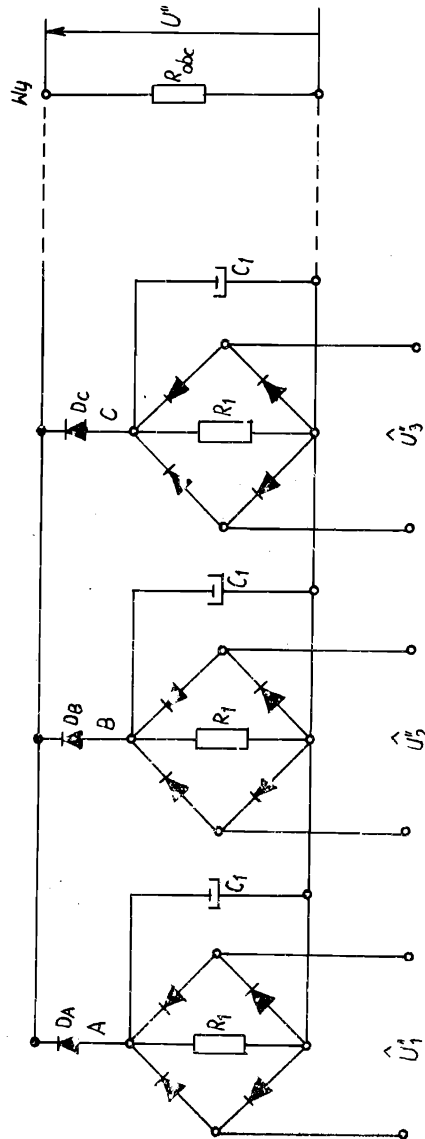


Fig. 1

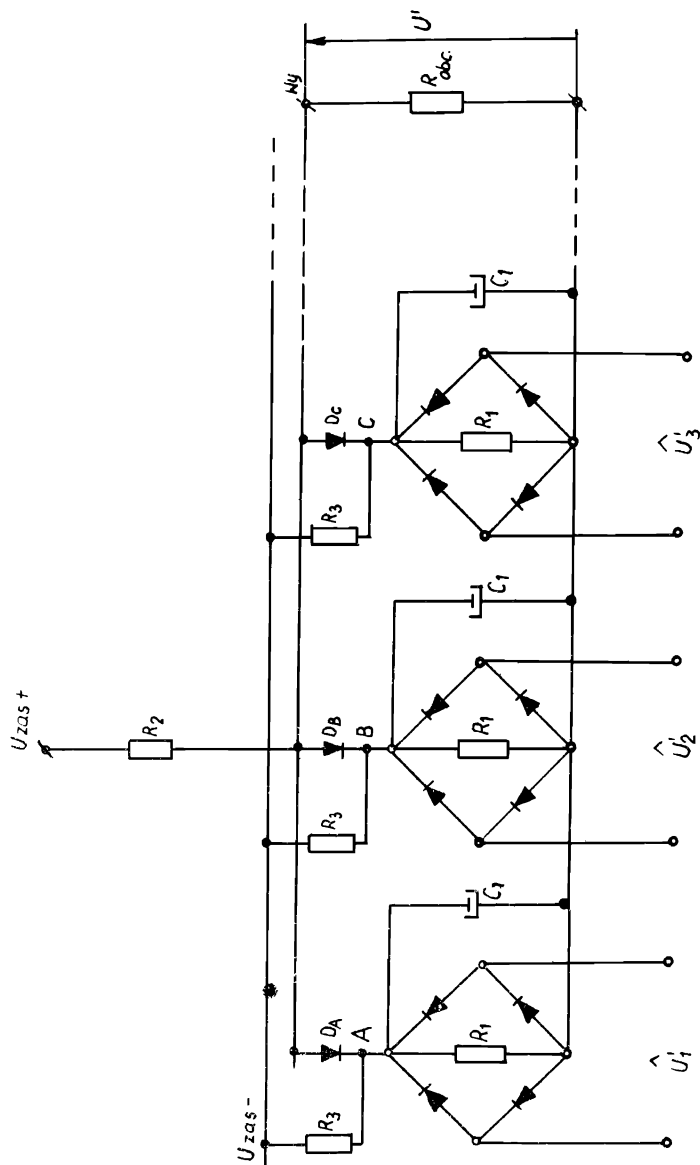


Fig.2

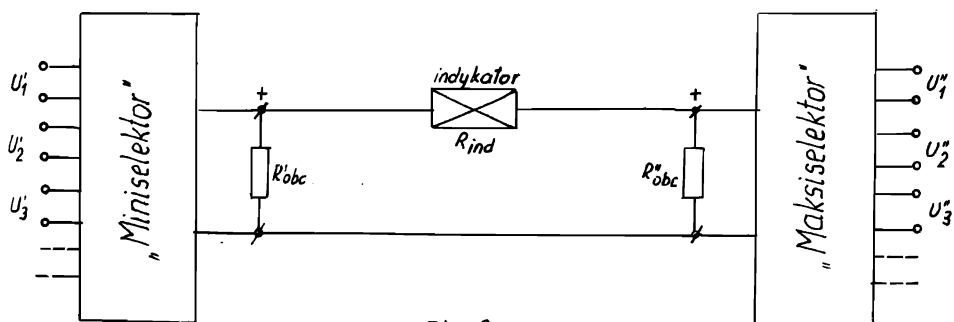


Fig. 3.

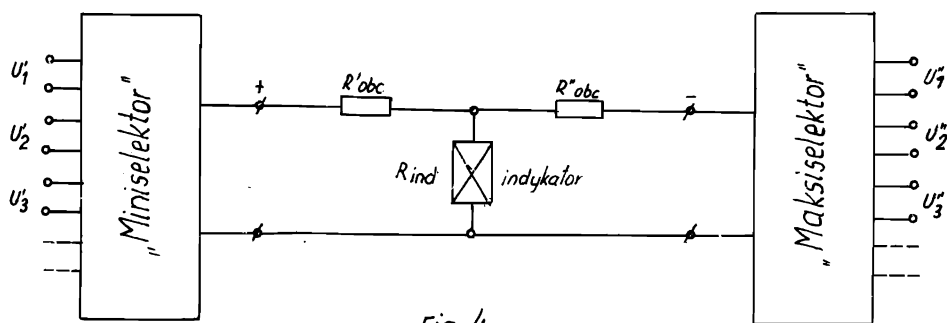


Fig. 4.

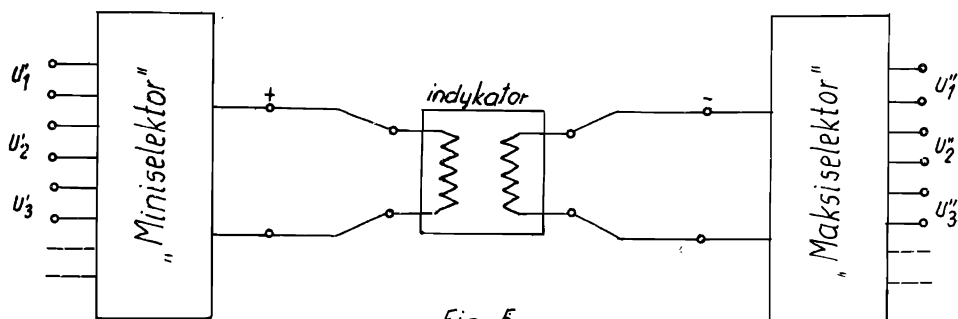


Fig. 5.

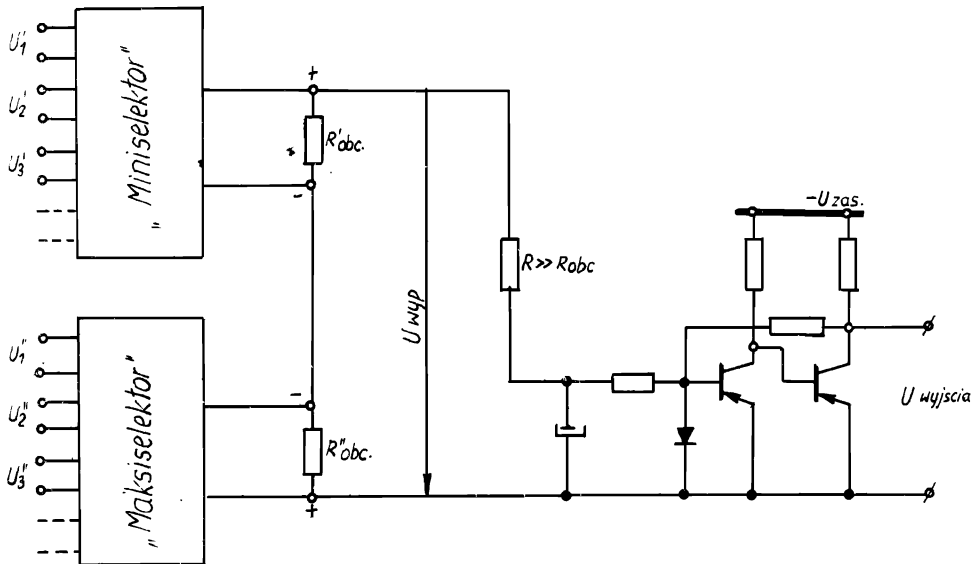


Fig. 6.

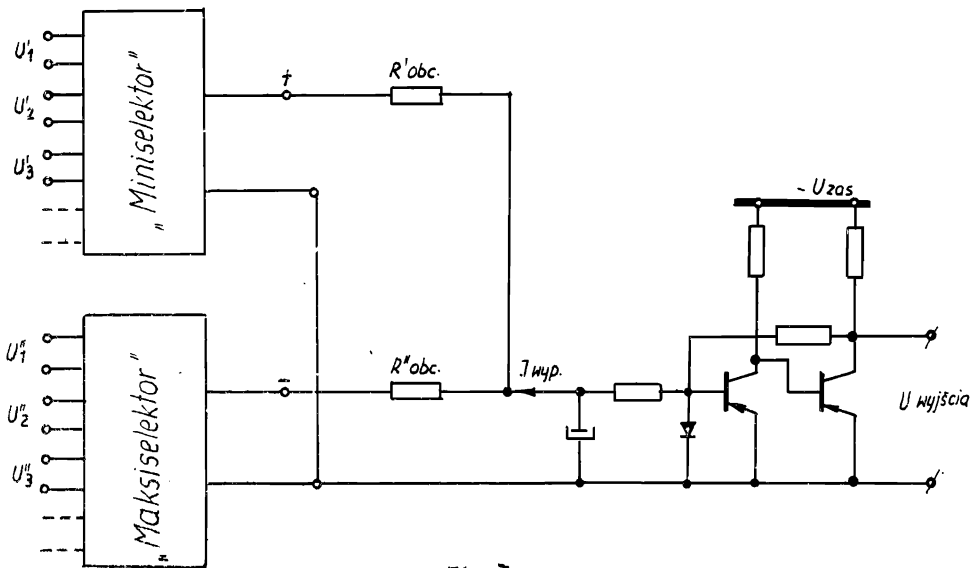


Fig. 7.