

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 30943

Kl. 21 c, 68/60
H 21 h 83/00

„Elin“ Aktiengesellschaft für elektrische Industrie, Wiedeń

Przełącznik elektromagnetyczny do zabezpieczania obwodów elektrycznych prądu zmiennego, a zwłaszcza do nadzorowania prądów i napięć układu trójfazowego

Zgłoszono 27 marca 1937

Udzielono 18 września 1942

Pierwszeństwo: 1 kwietnia 1936 dla zastrz. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 18, 19, 20; 5 sierpnia 1936 dla zastrz. 12, 13, 14, 15
(Austria)

Ważną właściwością przełączników nadmiarowych, zanikowych i tym podobnych jest ich dokładność, to znaczy dokładne utrzymanie granicznej wartości wielkości mierzonej, powodującej ich działanie, jako też duża szybkość działania. Dokładność zależy przede wszystkim od stosunku sił tarcia do siły napędowej. Pominiawszy masę ruchomej części, szybkość działania zależy przede wszystkim od tego, czy do przełącznika zastosowano urządzenie tłumikowe czy też nie.

Siły tarcia można zmniejszyć przez symetryczne wykonanie przełącznika względem osi jego układu ruchomego tak, aby

wszystkie siły boczne, nie działające w kierunku ruchu tego układu ruchomego, znosiły się wzajemnie. Tego rodzaju znane przełączniki wykazują jednak z powodu braku niżej wspomnianych miedzianych pierścieni krótkozwartych tę niedogodność, że magnetyczna siła napędowa przechodzi w każdym okresie prądu zmiennego dwa razy przez zero, wskutek czego występują drgania mechanizmu, skracające trwałość przełączników oraz powodujące niepożądane hałasy. Gdy stosuje się jako siłę odporową ustroju pomiarowego drugą pulsującą siłę magnetyczną, wówczas wywiązuje się ponadto pewna zależność granicznej

wartości wielkości mierzonej, powodującej działanie przekąźnika, od kąta fazowego pomiędzy obydwoma wzbudzającymi prądami zmiennymi, co w większości przypadków nie jest pożądane. Stosowane przeważnie dotychczas w przekąźnikach urządzenia do wyrównania pulsującej siły na siłę pośrednią, prawie nie tętniącą, polegają na zastosowaniu wyżej wspomnianego pierścienia krótkozwartego, obejmującego część linii magnetycznych, albo na zastosowaniu mechanicznych tłumików. Pierwsze urządzenie jest niemożliwe do zastosowania przy wykonaniu przekąźnika symetrycznym względem osi jego układu, podanym powyżej jako szczególnie dogodnym ze względu na małe siły tarcia, ostatnie natomiast urządzenie powoduje z natury rzeczy wielką bezwładność układu ruchomego, zmniejszającą szybkość działania przekąźnika.

Wynalazek dotyczy przekąźników elektromagnetycznych do zabezpieczania obwodów elektrycznych prądu zmiennego, a zwłaszcza do nadzorowania prądów lub napięć układu trójfazowego, składających się z dwóch oddzielnych elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych, wykonanych symetrycznie względem wspólnej osi, oraz z układu ruchomego zworowego, umieszczonego również symetrycznie wzdłuż tej osi symetrii, na który działają w zgodnym kierunku elektromagnetyczne siły napędowe, jak i przeciwdziałająca im siła odporowa, przy czym zarówno te siły napędowe, jak i przeciwdziałająca im siła odporowa są skierowane wzdłuż wspomnianej osi symetrii. Według wynalazku dużą szybkość działania oraz dużą dokładność tego rodzaju przekąźników osiąga się przez wzbudzenie w stanie normalnym zabezpieczonego obwodu obydwóch elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych prądami, przesuniętymi względem siebie we fazie o kąt około 90° , wytwarzającymi siły napędowe w przybliżeniu proporcjonalne do

kwadratu tych prądów i równe sobie co do amplitudy, dzięki czemu uzyskuje się w w przybliżeniu stałą w czasie wypadkową siłę napędową.

Ponieważ przekąźnik według wynalazku dzięki swemu wykonaniu symetrycznemu względem osi jego układu tak ruchomego jak nieruchomego przesuwają się w kierunku tej osi z wykluczeniem jakiegokolwiek obrotu, przeto nie potrzeba zasadniczo stosować łożysk obrotowych, a można nawet uniknąć w ogóle prowadzenia ruchomego układu, które powoduje tarcia; należy tylko zapewnić środkowe utrzymanie układu ruchomego w położeniach krańcowych przy swobodnym jego prowadzeniu w położeniach pośrednich. Według wynalazku osiąga się to przez zaopatrzenie układu ruchomego w czopiki stożkowe, przyciskane do odpowiadających im stożkowych łożysk odporowych siłami magnetycznymi, działającymi w kierunku osiowym i wskutek tego zabezpieczone od bocznych przesunięć.

Ogólną budowę takiego przekąźnika według wynalazku przedstawia fig. 1. Na niej oznaczono cyframi: 1 — pierwszy elektromagnetyczny ustrój pomiarowy, 2 — drugi elektromagnetyczny ustrój pomiarowy, 3 — wspólny układ ruchomy, który posiada zworę 4, przynależną do ustroju 1, i zworę 5, przynależną do ustroju 2, oraz ma możliwość poruszania się w kierunku osi $X - X$. Jak jest widoczne, siły magnetyczne, nie leżące w kierunku osi $X - X$, znoszą się wzajemnie, tak że łożysko odporowe 6 względnie 7 jest zupełnie odciążone od działania sił bocznych. Nie ma przeto tarć, które mogłyby oddziaływać ujemnie na dokładność przekąźnika. Przy osiowym ruchu zwór czopiki stożkowe na końcach wspólnego układu ruchomego 3 wciskają się do przeciwległych łożysk odporowych 6 i 7 o kształcie wydrążonych stożków i wskutek tego są zabezpieczone zupełnie od przesunięć na boki, bez stoso-

wania łożysk ciernych w celu prowadzenia zwór. Siły napędowe P_1 względnie P_2 obu ustrojów pomiarowych, działające w kierunku osi $X - X$ na zworę 4 względnie 5, są w normalnym stanie obwodu zabezpieczonego w ten sposób względem siebie przesunięte w czasie (fig. 2), że dają w sumie stałą siłę napędową $P_1 + P_2$. Wskutek tego staje się zbędne urządzenie tłumikowe, wskutek czego nie tylko konstrukcja jest prostsza i pewniejsza w działaniu, lecz także uzyskuje się wymaganą wielką szybkość działania. Gdy się wykona łożyska odporowe 6 i 7 tak, aby były nastawialne, wówczas istnieje prosty sposób dowolnego regulowania granicznej wartości wielkości mierzonej, powodującej działanie przekąznika, bez zmieniania siły odporowej układu pomiarowego, którą stanowi w danym przypadku tylko ciężar własny układu ruchomego. W wielu przypadkach będzie przy tym możliwe ograniczenie się do jednego tylko nastawialnego łożyska odporowego.

W dalszym ciągu wynalazek opiera się na spostrzeżeniu, że powyższą budowę da się zastosować ze szczególną korzyścią do przekązników zabezpieczających przed przetężeniami obwody wielofazowe. Wzbudzenie każdego z obydwóch elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych można mianowicie uzależnić od prądów względnie napięć dwóch faz w taki sposób, że wypadkowa siła napędowa przekąznika jest tak samo wielką przy przesunięciu fazowym obu prądów fazowych względem siebie o 180° jak i o 120° , pod warunkiem, że oba te prądy fazowe są równe co do wielkości, oraz tak samo wielką jak gdy jeden z tych prądów fazowych jest równy zeru. Na skutek takiego układu wzbudzeń jeden tylko przekąznik wystarcza do ochrony obwodu trójfazowego, przy takim bowiem układzie przekąznik otrzymuje wzbudzenie także wówczas, gdy chroniony przezeń obwód zostanie zwarty dwufazowo. Działa on więc nie tylko przy zwarciach trójfazo-

wych, lecz także przy wszystkich rodzajach zwarć dwufazowych i to we wszystkich tych przypadkach przy tych samych wartościach prądów fazowych.

Bardzo celowo można układ wzbudzeń według wynalazku dobrać w ten sposób, że jeden elektromagnetyczny ustrój pomiarowy za pośrednictwem miernikowych transformatorów prądowych wzbudza się prądem jednej fazy (np. fazy R) a równocześnie także drugim prądem, który wyprzedza prąd drugiej fazy (T) w czasie o kąt 30° , przy czym stosunek liczby amperozwojów wywołanych jednym i drugim prądem wynosi $1 : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$. Wzbudzenie drugiego ustroju elektromagnetycznego odbywa się w ten sam sposób i przy zastosowaniu tych samych prądów fazowych (R, T), lecz dwa te prądy fazowe zmieniają swoje role, tak iż drugi ustrój elektromagnetyczny wzbudzany jest przez prąd drugiej wymienionej fazy T oraz równocześnie przez prąd przesunięty wobec prądu wprawie wymienionej fazy R o 30° , przy czym stosunek liczby amperozwojów wynosi również $1 : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$. Jak to podkreślono w dalszym opisie, wymienione sztuczne przesunięcie faz uskutecznia się tak, aby prąd wyprzedzający był przesunięty w kierunku dalszego wyprzedzania, a prąd opóźniający w kierunku dalszego opóźniania.

Taki sposób wzbudzania przekąznika i spowodowane nim działanie jego uwidoczniają wykresy wektorowe, przedstawione na fig. 3a, 3b i 3c. Wykres według fig. 3a wyjaśnia oddziaływanie sił przy symetrycznym zwarciu trójfazowym, wykres według fig. 3b — w razie zwarcia między fazami R i T , a według fig. 3c — w przypadku zwarcia między fazą R i S . W wykresach tych odcinek AW_1 oznacza wypadkowe amperozwoje pierwszego elektromagnetycznego ustroju pomiarowego, a wektor AW_2 — amperozwoje drugiego ustroju. Jak wynika z fig. 3a i 3b wektory

AW_1 i AW_2 powstają z sumowania wektorów. AW_{R1} i AW_{T1} względnie AW_{T2} i AW_{R2} . Te cztery ostatnio wzmiankowane wektory przedstawiają wzbudzenia częściowe, wywołane prądem fazy R względnie T w jednym i drugim elektromagnetycznym ustroju pomiarowym. Wektor AW_{R2} oznacza np. częściowe wzbudzenie, spowodowane prądem fazy R w drugim ustroju elektromagnetycznym. Wzbudzenie to posiada, jak to uwidocznią wykresy, sztuczne przesunięcie fazy o 30° w stosunku do położenia wektora prądu fazy R , będącego w fazie z wektorem AW_{R1} . Ponieważ prąd fazy R jest opóźniony w stosunku do prądu fazy T , przeto osiąga się tutaj przesunięcie fazy o 30° w kierunku dalszego opóźnienia. W odpowiedni sposób wektor AW_{T1} jest sztucznie przesunięty w fazie o 30° w stosunku do prądu fazy T i to, ponieważ prąd fazy T wyprzedza prąd fazy R , w kierunku dalszego wyprzedzania. Długości wektorów AW_{R1} i AW_{T1} względnie AW_{T2} i AW_{R2} pozostają względem siebie w stosunku $1 : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$. W normalnym stanie obwodu zabezpieczonego powstają tym sposobem (fig. 3a) w obu elektromagnetycznych ustrojach pomiarowych wypadkowe amperozwoje AW_1 i AW_2 , które mają jednakową wielkość, w stosunku do amperozwojów AW_{R1} lub AW_{T2} wynoszącą $\sqrt{3} - \sqrt{6}$, oraz fazy przesunięte względem siebie o kąt mniej więcej 96° . Zgodność kąta φ z żadaną wartością 90° jest praktycznie wystarczająca dla uniknięcia niepożądanych drgań układu ruchomego w czasie stanu normalnego obwodu zabezpieczonego.

Fig. 3b uwidocznia wykres wektorowy wzbudzeń w razie, gdy obwód prądu zamyka się tylko poprzez fazy R i T . W tym przypadku prądy faz R i T tworzą ze sobą zamiast kąta 120° , przedstawionego na fig. 3a, kąt równy 180° , a wektory AW_{T1} i AW_{R2} zajmują położenie przedstawione na tej fig. rysunku. Wypadkowe wzbudze-

nia AW_1 i AW_2 mają tę samą wielkość co na fig. 3a. W przypadku przedstawionym na fig. 3c rzecz przedstawia się inaczej, a mianowicie obwód prądu zamyka się poprzez fazę R i poprzez fazę S , nie oddziałującą na przekątnik. W tym przypadku więc faza T jest bez prądu, tak że wykres wektorowy drugiego ustroju elektromagnetycznego składa się tylko z wektora AW_{R2} o wielkości w stosunku do amperozwojów AW_{R1} wynoszącej $(\sqrt{3} - \sqrt{2})$. W pierwszym ustroju elektromagnetycznym brak teraz wzbudzenia przeciwdziałającego AW_{T1} a działa tylko wzbudzenie AW_{R1} , odpowiadające prądowi fazy R . Analogicznie do fig. 3c wzbudzenia te zachodzą i w tym przypadku, gdy obwód prądu zamyka się przez fazy S i T . Pierwszy ustrój elektromagnetyczny otrzymuje wtenczas wzbudzenie AW_{T1} o wielkości w stosunku do amperozwojów AW_{T2} wynoszącej $(\sqrt{3} - \sqrt{2})$, a drugi ustrój elektromagnetyczny — wzbudzenie AW_{T2} . Jak wynika z wykresów wektorowych 3a, 3b i 3c, przy tym układzie wzbudzeń według wyznalazku dla obwodu trójfazowego, obciążonego symetrycznie lub dwufazowo między dwiema dowolnymi fazami, otrzymuje się zawsze jednakową sumę kwadratów amperozwojów $AW_1^2 + AW_2^2$, a więc tym samym jednakową średnią wypadkową siłę napędową, działającą na ruchomą część przekątnika, pod warunkiem, że we wszystkich tych przypadkach prądy fazowe są sobie równe. We wszystkich tych przypadkach otrzymuje się więc także równe graniczne wartości prądu fazowego, powodujące działanie przekątnika, niezależnie od tego, między którymi fazami występują dwufazowe zwarcia. Przy niesymetrii prądów fazowych, a więc np. przy dwufazowych zwarciach, suma sił nie jest stała w ciągu jednego okresu, ponieważ nie są wtedy spełnione warunki dla jej stałości, a mianowicie warunek jednakowej amplitudy i warunek przesunięcia fazowego rów-

nego 90° między wektorami amperozwojów wzbudzeń obu elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych. Ta okoliczność ma jednak praktycznie małe znaczenie, gdyż drgania układu ruchomego są dla przekąznika szkodliwe tylko wtedy, gdy trwają przez czas dłuższy. Jeżeli te drgania zachodzą tylko w przypadkach zakłóceń i są krótkotrwałe, to ujemne ich oddziaływanie na przekąznik nie wchodzi w rachubę.

Uwidoczniony na wykresie wektorowym fig. 3a — 3c układ wzbudzeń obu elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych może być w ten sposób zrealizowany, że każdy z obu ustrojów otrzymuje dwa uzwojenia, a mianowicie szeregowo i bocznikowe. Uzwojenie szeregowe pierwszego ustroju jest wzbudzone prądem fazy R , bocznikowe zaś częścią prądu fazy T za pośrednictwem miernikowych transformatorów prądowych, przy czym w szereg z tym drugim uzwojeniem łączy się opór czynny, a równolegle do tego oporu i do uzwojenia bocznikowego — opór indukcyjny odpowiedniej wielkości. Wzbudzenie drugiego ustroju elektromagnetycznego jest przeprowadzone analogicznie, lecz z tą tylko różnicą, że przez uzwojenie szeregowe przepływa prąd fazy T , a przez uzwojenie bocznikowe część prądu fazy R i do tego ostatniego włączony jest szeregowo opór indukcyjny a nie czynny, równolegle zaś opór czynny a nie indukcyjny. Odpowiedni układ połączeń przedstawiono na fig. 4, na której uzwojenia szeregowe oznaczono cyframi 8 i 9, uzwojenia bocznikowe — liczbami 10 i 11, opór czynny, włączony w szereg z uzwojeniem bocznikowym 10 — liczbą 12, opór indukcyjny, włączony równolegle do oporu 12 i uzwojenia 10 — liczbą 13, opór indukcyjny, włączony w szereg z uzwojeniem bocznikowym 11, — liczbą 14, opór zaś czynny, włączony równolegle do oporu 14 i uzwojenia 11, — liczbą 15. Dobór oporów 12 i 13 względnie 14 i 15 musi być podług wynalazku taki,

aby między odpowiednimi prądami powstało 30-stopniowe przesunięcie fazowe przy niebraniu pod uwagę wpływu indukcji wzajemnej pomiędzy uzwojeniem szeregowym i bocznikowym. Wprawdzie rzeczywiste przesunięcie fazowe różni się wówczas od 30-stopniowego, jednakże i wtedy można otrzymać, jak wynika z wykresów wektorowych przedstawionych na fig. 5a i 5b, na których AW'_1 względnie AW'_2 oznaczają te wzbudzenia, jakie uzyskanoby w razie nieistnienia wzajemnej indukcji w obu porównywanych przypadkach zwarcia, jednakowe wartości dla AW_1 oraz dla AW_2 .

Inny szczególnie korzystny układ wzbudzenia ustrojów elektromagnetycznych według wynalazku polega na tym, że na odpowiednie wzbudzenia prądami fazowymi nakłada się wzbudzenia dodatkowe, nie otrzymane za pomocą sprzężenia indukcyjnego uzwojenia głównego danego ustroju pomiarowego z uzwojeniem (dodatkowym) tego ustroju, włączonym bocznikowo do obwodu uzwojenia głównego drugiego ustroju pomiarowego, lecz otrzymane przez włączenie uzwojenia głównego danego ustroju pomiarowego do wtórnego obwodu transformatora pomiarowego, przez którego pierwotne uzwojenie płynie prąd uzwojenia głównego drugiego ustroju pomiarowego. Transformatory mogą być tak obliczone, że się otrzyma wykres wzbudzeń analogicznie do fig. 5a i 5b, przy czym należy dobrać odpowiednie wartości dla prądu magnesującego i dla rozproszenia. Prąd magnesujący odpowiedniej wartości zastępuje mianowicie działanie cewki dławikowej 13 na fig. 4. W danym przypadku rozproszenie powiększone sztucznie przez rozproszenie w żelazie zastępuje cewkę dławikową 14 na fig. 4. Odnosny układ połączeń przedstawiono na fig. 6, na której liczby 16 i 17 oznaczają uzwojenia wzbudzające obu ustrojów pomiarowych, a 18 i 19 — transformatorki pomocnicze, za pomocą których

otrzymuje się prąd nakładany, wytwarzający dodatkowe wzbudzenie, liczby zaś 20 i 21 — opory czynne. Opór czynny 21 może być w danym przypadku zastąpiony przez sztuczne zwiększenie prądów wirowych w transformatorze 19, opór zaś czynny 20 przez powiększenie oporu czynnego uzwojenia wtórnego w transformatorze 18.

Przy zastosowaniu przekątnika według wynalazku jako nadmiarowego w niektórych przypadkach jest pożądane, aby działał on przy stosunkowo małym prądzie zwarcia dwufazowego, natomiast dopiero przy stosunkowo dużym trójfazowym przeciążeniu. W tym przypadku układ wzbudzeń przekątnika podług fig. 3 można wtedy dalej przekształcić w ten sposób, że powiększa się amperozwoje dodatkowych wzbudzeń AW_{T1} i AW_{R2} w stosunku do amperozwojów wzbudzeń głównych oraz powiększa się sztucznie przesunięcie fazowe prądów wzbudzeń dodatkowych względem prądów fazowych (AW_{R1} względnie AW_{T2}). Wskutek tego kąt fazowy między AW_{R1} i AW_{T1} względnie między AW_{T2} i AW_{R2} jest mniejszy przy symetrycznie obciążonym względnie zwartym obwodzie trójfazowym niż przy dwufazowym, wskutek czego wypadkowe amperozwoje są w pierwszym przypadku mniejsze niż w ostatnim.

Niekiedy może być nawet pożądane, aby graniczna wartość wielkości mierzonej, powodująca działanie przekątnika w przypadku symetrycznego zwarcia trójfazowego, była mniejsza, aniżeli w przypadku zwarcia dwufazowego. Według wynalazku osiąga się to w taki sposób, że stosuje się wzbudzenie dodatkowe, nie posiadające sztucznego przesunięcia fazy względem wywołującego je prądu fazowego, i że stosunek liczby amperozwojów AW_{R1} do AW_{T1} względnie AW_{T2} do AW_{R2} dobiera się równy $1:(2 - \sqrt{3})$. Na fig. 7a-c przedstawiono wykresy wektorowe takiego układu

wzbudzeń przy symetrycznym zwarcu trójfazowym oraz przy dwu różnych przypadkach zwarcia dwufazowych. Bliższe rozważanie wykazuje, że kąt przesunięcia faz między AW_1 a AW_2 wynosi dokładnie 90° przy obciążeniu trójfazowym symetrycznym, otrzymana zaś suma $AW_1^2 + AW_2^2$ jest jednakowa przy wszystkich przypadkach zwarcia dwufazowego.

Jeżeli dopuszcza się pewną różnicę w granicznych wartościach wielkości mierzonej, powodującej działanie przekątnika przy symetrycznym obciążeniu obwodu prądu trójfazowego oraz przy zwarcu dwufazowym, to według wynalazku układ wzbudzeń można uprościć w ten sposób, że tylko jeden z obu ustrojów pomiarowych otrzymuje wzbudzenie dodatkowe; liczba amperozwojów tego ostatniego powinna być do wzbudzenia głównego w stosunku 1:2, stosunek zaś liczby amperozwojów wzbudzających drugi ustrój pomiarowy do liczby amperozwojów wzbudzenia głównego pierwszego ustroju pomiarowego dobiera się równy $\sqrt{3}:2$ (fig. 8). Jak wykazuje bliższe rozważanie, i przy takim układzie kąt przesunięcia faz między AW_1 i AW_2 wynosi dokładnie 90° , a suma $AW_1^2 + AW_2^2$ znowuż jest jednakowa we wszystkich przypadkach zwarcia dwufazowego.

W dalszym ciągu według wynalazku uzyskuje się małą graniczną wartość wielkości mierzonej, powodującej działanie przekątnika przy symetrycznie obciążonym obwodzie trójfazowym za pomocą wzbudzenia dodatkowego tylko w jednym z dwóch elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych i to wtedy, jeżeli zastosuje się sztuczne przesunięcie fazy między prądem fazowym T a wzbudzeniem dodatkowym AW_{T1} , jak w układzie według fig. 3.

Jeżeli to przesunięcie faz wynosi 30° , a stosunek liczby amperozwojów wzbudzenia głównego i dodatkowego jednego ustroju elektromagnetycznego wynosi

$1 : \frac{1}{\sqrt{3}}$, jak to przedstawia fig. 9, to dla poszczególnych przypadków obciążenia trójfazowego względnie dwufazowego między fazami R i T , R i S lub S i T sumy $AW_1^2 + AW_2^2$ pozostają względem siebie w stosunku $2 : 2 : 3 : 2$. Z powyższego wynika, że we wszystkich tych przypadkach wartości prądu, powodującego działanie przekątnika, są sobie równe z wyjątkiem przypadku obciążenia dwufazowego między fazami R i S ; wartość ta w tymże przypadku obciążenia dwufazowego między fazami R i S wynosi $1/\sqrt{3} = 0,58$ krotnej wartości prądu, powodującej działanie przekątnika w pozostałych przypadkach.

Istnieje również możliwość równoczesnego czuwania nad wszystkimi trzema napięciami układu trójfazowego za pomocą jednego tylko przekątnika według wynalazku. Osiąga się to w ten sposób, że jeden ustrój elektromagnetyczny wzbudza się napięciem między jedną fazą U a jednym w określony sposób wybranym punktem P układu wektorów napięcia, drugi zaś ustrój elektromagnetyczny wzbudza się napięciem między tymże punktem P a fazą W , przy czym punkt P dzieli napięcie między trzecią fazą V a punktem środkowym M między obu pozostałymi fazami U , W w ten sposób, że napięcie PV ma się do MP jak $(\sqrt{3}-1) : 1$. Na fig. 10 przedstawiono układ wektorów obu ustrojów elektromagnetycznych, odpowiadający temu sposobowi wzbudzeń. Z wykresu wektorowego bezpośrednio wynika, że owe dwa napięcia, zastosowane do wzbudzenia i przedstawione odcinkami UP i PW , są względem siebie przesunięte w fazie o 90 stopni oraz są sobie równe. Wobec tego napięcia te odpowiadają warunkom, które muszą być spełnione celem osiągnięcia wypadkowej siły magnetycznej zupełnie pozabawionej pulsacji. Szczegółowe roztrzą-

sanie matematyczne natomiast daje nie spodziewany wynik, mianowicie stwierdza się, że suma kwadratów obu napięć między U , P i P , W , stosowanych do wzbudzenia, zawsze posiada tę samą wartość przy określonym zmniejszaniu jednego dowolnego z napięć skojarzonych, niezależnie od tego, czy zmniejszenie napięcia następuje między fazami U , V , V , W czy W , U , na którym to spostrzeżeniu oparty jest częściowo wynalazek. Na fig. 11 i 12 przedstawiono po jednym układzie wektorów napięciowych, a mianowicie układ U_1 , V_1 , W_1 oraz układ U_2 , V_2 , W_2 . W pierwszym układzie istnieje zmniejszenie napięcia U_1 W_1 wobec obu innych napięć, gdy tymczasem w ostatnim układzie napięciowym napięcie U_2 V_2 jest zmniejszone w stosunku do dwóch innych napięć. Oba zdrowe napięcia U_1 V_1 i V_1 W_1 przyjęto tu jako równe sobie. Jak wyżej wspomniano, pomimo różniącego się względnego położenia napięć stosowanych do wzbudzenia w stosunku do napięć, które nie uległy zmniejszeniu i napięć zmniejszonych, jako też pomimo różnicy kątów, które tworzą wektory napięć stosowanych do wzbudzenia, między sobą oraz z napięciami zdrowymi i chorymi, wyrażenia $(U_1 P_1)^2 + (P_1 W_1)^2$ (fig. 11) oraz $(U_2 P_2)^2 + (P_2 W_2)^2$ (fig. 12) są zawsze sobie równe, o ile porównywane trójkąty napięć U_1 V_1 W_1 i U_2 V_2 W_2 nakrywają się wzajemnie. Okazuje się przeto, że wartość $(UP)^2 + (PW)^2$ czyli wypadkowa siła magnetyczna przekątnika zależy zawsze wyłącznie od wielkości i kształtu trójkąta napięć U , V , W czyli od stopnia zmniejszenia napięcia, a nie od tego, z których z trzech skojarzonych napięć UV , VW , WU utworzone są różne boki tego trójkąta względnie które z napięć są chore lub zdrowe.

Przez zastosowanie więc jednego takiego przekątnika wzbudzanego w wyżej podany sposób istnieje możliwość czuwania nad każdym z trzech skojarzonych napięć

układu trójfazowego np. odnośnie obniżenia się napięcia poniżej określonej wysokości, do czego zwykle stosowało się układ trzech przekładników. Jakkolwiek graniczna wartość wielkości mierzonej, powodującej działanie przekładnika wzbudzanego w ten sposób, nie jest niezależna od tego, czy zmniejszeniu ulega jedno napięcie skojarzone, czy też wszystkie trzy, w praktyce fakt ten zwykle nie odgrywa większej roli. W niektórych przypadkach należałoby jednakże unikać zwiększania rozbieżności tych granicznych wartości wielkości mierzonej i w tym celu do przekładnika według wynalazku można zastosować jeszcze trzeci pomiarowy ustrój elektromagnetyczny o działaniu przeciwdziałającym dwóm pozostałym ustrojom i stosować do jego wzbudzenia napięcie, które występuje tylko w przypadku niesymetrii chronionego trójfazowego układu napięć. W przypadku niesymetrii napięciowej a więc np. w razie zwarcia dwufazowego, dodatkowa siła magnetyczna wyróżnia w dużym stopniu rozbieżność granicznej wielkości mierzonej, powodującej działanie przekładnika przy zwarciu dwu- i trójfazowym.

Dla wzbudzenia trzeciego ustroju elektromagnetycznego celowe bardzo jest zastosowanie napięcia pomiędzy jedną fazą U a punktem V' , uzyskany przez obrót o 60° wektora napięcia między obu pozostałymi fazami dokoła punktu V lub W w takim kierunku, aby w czasie swego obrotu wektor ten przesunął się przez pole trójkąta napięć UVW . Jest rzeczą obojętną, który z tych dwóch punktów wektora jest nieruchomy, ponieważ chodzi o obrót o 60° . Geometryczne rozważanie danego wykresu wektorowego wykazuje, że to napięcie UV' przy symetrii układu napięciowego równa się zeru, przy określonym zaś zmniejszeniu jednego z napięć posiada stale jednakową wartość niezależnie od tego, które z trzech napięć uległo zmniejszeniu, co uwidoczniła wykres wektorowy

na fig. 13. Jak wynika z tego wykresu, napięcie W_1U_1' , otrzymane przez obrót napięcia wektora U_1V_1 o 60° dokoła punktu V_1 w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu wskazówki zegara, równa się napięciu $W_1'V_1$, otrzymanemu przez obrót wektora W_1U_1 . Trójkąt $U_1'W_1U_1$ jest bowiem przystający do trójkąta $V_1W_1U_1$. Wynika to z równości boków $W_1U_1 = W_1'U_1$ i $U_1'U_1 = V_1U_1$, jak i z równości kąta zawartego między tymi bokami, który w obu przypadkach wynosi $60^\circ - \alpha$. Również $U_1V_1' = W_1'V_1$, ponieważ trójkąt $U_1V_1'W_1$ jest przystający do trójkąta $W_1'V_1W_1$, gdyż bok $V_1'W_1$ równa się V_1W_1 , bok U_1W_1 zaś równa się $W_1'W_1$, a prócz tego kąt zawarty między tymi bokami równa się kątowi $\gamma - 60^\circ$. Otrzymane opisanym sposobem przez obrót wektorów napięć o 60° napięcia $U_1'W_1$, $V_1'U_1$ i $W_1'V_1$ są więc niezależnie od kształtu trójkąta z tych napięć zawsze sobie równe.

Jeżeli do wzbudzenia trzeciego elektromagnetycznego ustroju pomiarowego, przeciwdziałającego obu pozostałym ustrojom, stosuje się jedno z powyższych trzech napięć, to jego siła magnetyczna, działająca wyrównująco w powyżej podany sposób, jest zależna tylko od zniekształcenia trójkąta z napięć, a nie od tego, które z napięć uległy zakłóceniu. Dodatkowe zastosowanie trzeciego elektromagnetycznego ustroju pomiarowego może być korzystne z następującego powodu. W większości przypadków zakłóceń, na które reagować mają przekładniki przedtem rozpatrywane, układ wektorowy napięć przedstawia się jako trójkąt równoramienny o stałej wysokości, spuszczonej na bok najkrótszy. Przyjmując, że tylko takie trójkąty napięć mogą mieć miejsce, dochodzi się do tego, że bezsprzecznie zachodzi ściśle określona zależność między wypadkową siłą magnetyczną przekładnika a najmniejszym bokiem trójkąta napięć. Kreśląc punkt za punktem krzywą, przedstawia-

jącą tę zależność, dochodzi się do wniosku, że w razie dodania trzeciego ustroju elektromagnetycznego, do którego wzbudzenia użyto wyżej wskazanych napięć, a który przeciwdziała obu innym ustrojom elektromagnetycznym, wypadkowa siła magnetyczna jest mniej więcej proporcjonalna do wartości najmniejszego napięcia. Obrót o 60° fazy jednej z trzech skojarzonych napięć w celu wywołania napięcia odpowiedniego do wzbudzenia trzeciego elektromagnetycznego ustroju pomiarowego osiąga się znanym sposobem za pomocą układu połączeń, zawierającego opory czynne i indukcyjne.

Jeżeli przekątnik napięciowy według wynalazku połączy się z przekątnikiem nadmiarowo-prądowym, np. przedstawionym na fig. 3, tak aby elektromagnetyczne ustroje obu przekątników oddziaływały na wspólny układ ruchomy mechanicznie w przeciwnych kierunkach, otrzymuje się najprostszym sposobem przekątnik zanikowo-pozornooporowy, to jest przekątnik, którego graniczna wartość wielkości mierzonej, powodującej działanie przekątnika, jest zależna od napięć układu trójfazowego w ten sposób, że zmniejsza się ze spadkiem napięcia. Jeden taki przekątnik zanikowo-pozornooporowy kontroluje obwód prądu trójfazowego w przypadku występowania zbyt małej oporności pozornej między dwoma dowolnymi z trzech przewodów fazowych układu prądu zmiennego.

Przekątnik zanikowo-pozornooporowy tego rodzaju posiada, o ile opuści się trzeci elektromagnetyczny ustrój pomiarowy, ogółem cztery ustroje elektromagnetyczne. Według wynalazku zamiast stosować po dwa ustroje elektromagnetyczne, działające w tym samym kierunku, można zadołować się jednym tylko takim ustrojem. Sumowanie obu oddziaływań przez różne fazy przeprowadza się mianowicie w ten sposób, że odnośne wartości prądu zmiennego, zamiast zużytkować na wzbudzenie

dwóch oddzielnych elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych, wyprostowuje się i dopiero tak otrzymane dwa prądy stałe stosuje się do wzbudzenia jednego wspólnego ustroju elektromagnetycznego.

Przy zastosowaniu tej myśli przewodniej do układów przekątników, służących do nadzorowania napięć, do wzbudzenia przekątnika stosuje się w myśl wynalazku z korzyścią poniżej określone napięcia, które po uskutecznionym wyprostowaniu, dodają się w działaniu. Jedno napięcie (U, P) obiera się między jedną fazą (U) oraz określonym punktem P układu napięć, a drugie napięcie (PW) między wymienionym punktem P oraz inną fazą (W), przy czym punkt P przepoławia napięcie między trzecią fazą (V) oraz punktem środkowym M obu pozostałych faz U, W , w taki sposób, iż jedno napięcie częściowe (PV) równa się drugiemu napięciu częściowemu (MP). Oprócz wzbudzenia, pochodzącego od sumy wyprostowanych napięć (UP, PW), na przekątnik działa również w kierunku przeciwnym wzbudzenie odpowiadające już wyżej przytoczonemu napięciu UV' między jedną fazą (np. fazą U) oraz punktem V' , uzyskanym przez obrót wektora napięć między obu pozostałymi fazami V, W o 60° , przy czym obrót należy wykonać w takim kierunku, aby obracany wektor napięcia przynajmniej początkowo przesuwiał się przez powierzchnię trójkąta napięciowego U, V, W .

W razie zmniejszenia się któregoś z trzech skojarzonych napięć do wartości 0 , spada wypadkowe wzbudzenie (wynikające ze względu na przeprowadzone prostowania drogą zwykłego dodawania, a nie drogą dodawania wektorowego) do wartości $UP + WP - UV' = 0$, niezależnie od tego czy zaniknie napięcie UV lub VW lub WU .

Takie urządzenie jest poniekąd zależne od zniekształceń trójkąta napięć, a mianowicie dla działania przekątnika jest mia-

rodajna nie tylko wartość najmniejszego z napięć skojarzonych, lecz także kąt między tymi napięciami. Okazuje się, iż można tego uniknąć, stosując zamiast napięć UP oraz WP trzy napięcia skojarzone, czyli napięcia UV , VW oraz WU , prostując każde z tych trzech napięć i następnie działając nimi na przekątnik w tym samym kierunku. Do tego dochodzi, jak poprzednio, działanie napięcia UV' , powstające w sposób wyżej opisany przy niesymetrii układu napięć prądu zmiennego, poddawanego nadzorowaniu.

Przy zastosowaniu przekątnika według wynalazku do układu jednofazowego przesunięcie obydwu wzbudzeń względem siebie o 90° można uzyskać za pomocą kondensatora.

Podług wynalazku pomiary dla układu połączeń według fig. 14 odbywają się na podstawie wykresu wektorowego, uwidocznionego na fig. 15. Na fig. 14 liczby 22 i 23 oznaczają uzwojenia wzbudzające obu elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych, których siły napędowe mają być do siebie dodane, liczba zaś 24 oznacza kondensator, włączony w szereg z uzwojeniem wzbudzającym 23. Przy tym układzie połączeń otrzymuje się wykres wektorowy według fig. 15 na którym E_n oznacza napięcie fazowe, φ_1 — kąt między napięciem na zaciskach a prądem uzwojenia wzbudzającego 22, włączonego bezpośrednio do sieci, φ_2 — taki sam kąt uzwojenia wzbudzającego 23, a φ_c — kąt między prądem i napięciem na kondensatorze. Uzwojenie 23 przy napięciu o wielkości

$$\left[E_x = E_n \begin{matrix} -\cos (\varphi_1 + \varphi_c) \\ \sin (\varphi_2 + \varphi_c) \end{matrix} \right]$$

działa z taką samą siłą napędową jak uzwojenie 22 przy napięciu sieciowym E_n . W niektórych przypadkach w praktyce w przybliżeniu $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$ i $\varphi_c = \frac{\pi}{2}$ i wtedy

wyrażenie dla wartości napięcia E_x , dla której trzeba obliczyć uzwojenie drugiego elektromagnesu, upraszcza się do formuły: $E_n \tan \varphi$. W praktyce daje to stosunek liczby zwojów uzwojenia, wzbudzającego 22 do liczby zwojów uzwojenia wzbudzającego 23 np. 1 : 4.

W jednofazowych przekątnikach prądowych okazało się celowe dołączać kondensator do obwodu za pośrednictwem transformatora 25 o dużym nasyceniu w żelazie, jak to uwidocznia fig. 16. Dzięki temu z jednej strony umożliwia się zastosowanie kondensatora o pojemności mniejszej w stosunku proporcjonalnym do kwadratu stosunku liczby zwojów uzwojeń tego transformatora, z drugiej zaś strony w razie stosowania przekątnika w obwodzie, w którym prąd podlega znacznym wahaniom, wskutek nasycenia żelaza transformatora uniemożliwia się przeciążenie kondensatora przez zbyt duże napięcia.

W niektórych przekątnikach według wynalazku pożądane jest przeprowadzenie regulacji granicznej wartości wielkości mierzonej, powodującej działanie przekątnika, za pomocą zaczepów. W tym przypadku jednakże istnieje ta niedogodność, że wraz ze zmianą liczby zwojów uzwojenia, wzbudzającego ustrój elektromagnetyczny, zmienia się także jego indukcyjność, tak że trzeba zmienić i pojemność kondensatora. W dalszym ciągu według wynalazku usuwa się tę wadę w ten sposób, iż jeden ustrój elektromagnetyczny, którego uzwojenie posiada zaczepy, służy jednocześnie jako transformator jedno-uzwojeniowy do zasilania obwodu pojemnościowego, tak iż przy różnych położeniach zaczepów otrzymuje się zawsze właściwe wzbudzenie drugiego ustroju pomiarowego przy tej samej pojemności. Takie zastosowanie przedstawiono na fig. 17, na której 22 i 23 oznaczają uzwojenia wzbudzające obu ustrojów elektromagnetycznych, 24 oznacza kondensator, 25 — transformato-

rek o dużym nasyceniu oraz 26 — zaczepy. Jak to potwierdza matematyczne sprawdzanie takiego układu połączeń, wskutek zastosowania uzwojenia wzbudzającego z szacpekami, zasilającego ustrój elektromagnetyczny, jako transformatorowa jedno-uzwojeniowego o zmiennej przekładni, w razie przejścia na inny zaczep przy stałej wartości prądu ulegają zmianie tylko amplitudy napięć na wykresie według fig. 15, natomiast ich wzajemne stosunki oraz kąty między nimi nie ulegają zmianie, tak iż prawidłowe dobranie indukcyjności i pojemności jest stale zachowane.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Przekaznik elektromagnetyczny do zabezpieczania obwodów elektrycznych prądu zmiennego, a zwłaszcza do nadzorowania prądów lub napięć układu trójfazowego, składający się z dwóch oddzielnych elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych, wykonanych symetrycznie względem wspólnej osi, oraz z układu ruchomego zworowego, umieszczonego również symetrycznie wzdłuż tej osi symetrii, na który działają w zgodnym kierunku elektromagnetyczne siły napędowe, pochodzące od poszczególnych ustrojów pomiarowych, oraz przeciwdziałająca im siła odporowa, przy czym zarówno te siły napędowe, jak i przeciwdziałająca im siła odporowa są skierowane wzdłuż wspomnianej osi symetrii, znamienny tym, że wzbudzenia obydwu elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych w stanie normalnym zabezpieczanego obwodu są przesunięte względem siebie w fazie o kąt około 90° , siły zaś napędowe są w przybliżeniu proporcjonalne do kwadratu tych wzbudzeń i równe sobie co do amplitudy, dzięki czemu uzyskuje się w przybliżeniu stałą w czasie wypadkową siłę napędową.

2. Przekaznik do nadzorowania prądów układu trójfazowego według zastrz. 1,

znamienny tym, że wzbudzenie każdego z obu ustrojów elektromagnetycznych jest uzależnione od prądów dwóch faz w taki sposób, iż wypadkowa siła wywołana obu ustrojami przy przesunięciu tych dwóch prądów w fazie o 180° posiada tę samą wartość, co i przy przesunięciu o 120° , a także tę samą wartość w przypadku gdy jeden z tych prądów fazowych równa się zeru, pod warunkiem, że we wszystkich tych przypadkach prądy fazowe działające na ustroje pomiarowe są sobie równe.

3. Przekaznik do nadzorowania prądów układu trójfazowego według zastrz. 1 i 2, znamienny tym, że jeden ustrój pomiarowy jest wzbudzony prądem jednej fazy (R), opóźniającym się względem prądu drugiej fazy (T) o 120° , a zarazem prądem wyprzedzającym w fazie prąd drugiej fazy (T) o kąt 30° , przy czym stosunek liczb amperozwojów wywołanych pierwszym i drugim prądem, wynosi $1 : (\sqrt{3} - 1/2)$, drugi zaś elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony prądem drugiej fazy (T) i jednocześnie prądem, opóźnionym w fazie względem prądu pierwszej fazy (R) o kąt 30° , przy czym stosunek liczb amperozwojów wytworzonych przez te oba prądy również wynosi $1 : (\sqrt{3} - 1/2)$.

4. Przekaznik do nadzorowania prądów układu trójfazowego według zastrz. 1, znamienny tym, że jeden elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony prądem jednej fazy (R), opóźniającym się względem prądu drugiej fazy (T) o 120° i jednocześnie drugim prądem, wyprzedzającym w fazie prąd drugiej fazy (T) o kąt większy od 30° , i że drugi elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony prądem drugiej fazy (T) i jednocześnie drugim prądem, opóźnionym w fazie względem prądu pierwszej fazy (R) o kąt większy od 30° .

5. Przekaznik do nadzorowania prądów układu trójfazowego według zastrz. 1, znamienny tym, że jeden elektromagne-

tyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony prądem jednej fazy (R) oraz jednocześnie prądem drugiej fazy (T), przyspieszonym w fazie względem prądu pierwszej fazy (R) o kąt 120° , przy czym stosunek liczb amperozwojów tych prądów wynosi $1:(2 - \sqrt{3})$, drugi zaś elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony prądem drugiej fazy (T) oraz jednocześnie prądem pierwszej fazy (R), przy czym stosunek liczb amperozwojów tych prądów wynosi również $1:(2 - \sqrt{3})$ (fig. 7).

6. Przekaznik do nadzorowania prądów układu trójfazowego według zastrz. 1. znamieny tym, że jeden elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony prądem jednej fazy (R) i jednocześnie prądem drugiej fazy (T), przy czym stosunek liczb amperozwojów, wywołanych tymi prądami wynosi $2:1$, drugi zaś elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony tylko jednym prądem drugiej fazy (T), przy czym stosunek liczby amperozwojów tego ostatniego prądu do liczby amperozwojów prądu pierwszej fazy (R) wynosi $\sqrt{3}:2$ (fig. 8).

7. Przekaznik do nadzorowania prądów układu trójfazowego według zastrz. 1. znamieny tym, że jeden elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony prądem jednej fazy (R), opóźniającym się względem prądu drugiej fazy (T) o kąt 120° , oraz jednocześnie prądem, wyprzedzającym w fazie prąd drugiej fazy (T) o kąt 30° , przy czym stosunek liczb amperozwojów, wywołanych tymi prądami, wynosi $\sqrt{3}:1$, drugi zaś elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony tylko jednym prądem drugiej fazy (T), przy czym stosunek liczby amperozwojów tego ostatniego prądu do liczby amperozwojów prądu pierwszej fazy (R) wynosi $1:\sqrt{3}$ (fig. 9).

8. Przekaznik do nadzorowania prądów układu trójfazowego według zastrz.

2 — 7, znamieny tym, że w celu wzbudzenia każdego z elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych (1 względnie 2, fig. 1) w zależności od prądów dwóch faz (R, T), ustrój ten zaopatrzone w dwa oddzielne uzwojenia (8 i 10 względnie 9 i 11 fig. 4), z których pierwsze (8 względnie 9) jest włączone wprost do obwodu jednej fazy, drugie zaś (10 względnie 11) do obwodu fazy drugiej poprzez szeregowy opór czynny (12) równoległe do oporu indukcyjnego (13), o ile chodzi o uzyskanie przyspieszenia w fazie, bądź też poprzez szeregowy opór indukcyjny (14) równoległe do oporu czynnego (15), jeżeli chodzi o uzyskanie opóźnienia w fazie.

9. Przekaznik do nadzorowania prądów układu trójfazowego według zastrz. 2 — 7, znamieny tym, że w celu wzbudzenia każdego z elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych (1 względnie 2, fig. 1) w zależności od prądów dwóch faz (R, T) ustrój ten otrzymuje tylko jedno uzwojenie (16 względnie 17, fig. 6), wzbudzone zasadniczo prądem jednej fazy oraz dodatkowo przez przyłączenie końców tego uzwojenia do zacisków strony wtórnej transformatora pomocniczego (18 względnie 19), włączonego po stronie pierwotnej do obwodu drugiej fazy (fig. 6).

10. Przekaznik do nadzorowania napięć układu trójfazowego według zastrz. 1, znamieny tym, że jeden elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony napięciem pomiędzy jedną fazą (U) oraz punktem (P) układu napięciowego, dobranym w taki sposób, iż dzieli napięcie pomiędzy drugą fazą (V) oraz środkiem (M) pomiędzy fazami pierwszą i trzecią (U, W) na odcinki (VP i P, M), pozostające do siebie w stosunku $(\sqrt{3} - 1):1$, drugi zaś elektromagnetyczny ustrój pomiarowy jest wzbudzony napięciem pomiędzy punktami (P, W) układu napięciowego (fig. 10).

11. Przekaznik do nadzorowania napięć układu trójfazowego według zastrz.

10, znamieny tym, że posiada trzeci dodatkowy elektromagnetyczny ustrój pomiarowy, wzbudzony napięciem, występującym tylko w przypadku powstania niesymetrii napięć układu, i wywierający na układ ruchomy przekąznika działanie przeciwdziałające działaniu obu pozostałych elektromagnetycznych ustrojów pomiarowych.

12. Przekąznik do nadzorowania napięć układu trójfazowego według zastrz. 11, znamieny tym, że do wzbudzenia trzeciego elektrycznego ustroju pomiarowego zastosowano napięcie pomiędzy jedną fazą (U) układu napięć (fig. 13) i punktem (V_1'), otrzymanym przez obrót wektora napięcia (W, V) pomiędzy dwoma pozostałymi fazami o kąt 60° w takim kierunku, aby wektor ten przynajmniej na początku swego obrotu przesuwiał się po powierzchni trójkąta napięć (U, V, W) (fig. 13).

13. Zespół złożony z przekąznika według zastrz. 10 — 12 oraz z przekąznika według zastrz. 2 — 9, a zwłaszcza według zastrz. 3, znamieny tym, iż obydwa przekązniki działają na wspólny układ ruchomy w kierunkach przeciwnych, dzięki czemu działanie zespołu zostaje uzależnione od oporności pozornej zabezpieczonego obwodu.

14. Odmiana przekąznika do nadzorowania napięć układu trójfazowego według zastrz. 10 — 12, względnie odmiana zespołu przekązników według zastrz. 13, znamienna tym, że napięcia zmienne, służące do wzbudzenia przekąznika, zostają uprzednio wyprostowane na proporcjonalne napięcia stałe, które są zastosowane do wzbudzenia jednego wspólnego elektromagnetycznego ustroju pomiarowego.

15. Przekąznik względnie zespół przekązników, w którym do wzbudzenia przekąznika zastosowano zgodnie działające napięcia, poddane wyprostowaniu, oraz napięcia przeciwdziałające, występujące tylko w przypadku powstania niesymetrii napięć,

układu według zastrz. 14, znamieny tym, że jako napięcia zgodnie działające, poddane wyprostowaniu, zastosowano napięcie między jedną fazą (U) i punktem (P) układu napięciowego, dobranym w taki sposób, iż dzieli napięcie pomiędzy drugą fazą (V) oraz środkiem (M) pomiędzy fazami pierwszą i trzecią (U, W) na odcinki (VP i PM), pozostające do siebie w stosunku 1 : 1, oraz zastosowano napięcie pomiędzy punktami (P, W) układu napięciowego.

16. Odmiana przekąznika względnie zespołu przekązników według zastrz. 15, znamienna tym, że jako napięcia zgodnie działające, podlegające wyprostowaniu, zastosowano trzy skojarzone napięcia (UV, VW, WU) układu napięciowego.

17. Przekąznik według zastrz. 1 do zabezpieczania obwodu prądu jednofazowego, znamieny tym, że przesunięcie względem siebie wzbudzeń w fazie o kąt około 90° jest uzyskane przez włączenie w szereg z jednym z uzwojeń wzbudzających kondensatora, przy czym uzwojenie wzbudzające, włączone szeregowo z kondensatorem, jest tak dobrane, iż przy napięciu wzbudzającym

$$\left| \frac{E_x - E_n \cos(\varphi_1 + \varphi_c)}{\sin(\varphi_2 + \varphi_c)} \right|$$

wytwarza taką samą siłą przyciągania, jak i pozostałe uzwojenie wzbudzające przy napięciu wzbudzającym E_n , przy czym φ_1, φ_2 i φ_c oznaczają kąty przesunięć fazowych prądów względem napięć w uzwojeniach wzbudzających o napięciach E_n i E_x , oraz na kondensatorze (fig. 14 i 15).

18. Przekąznik według zastrz. 17, zwłaszcza do nadzorowania prądu podlegającego znacznym wahaniom, znamieny tym, że kondensator, służący do uzyskania przesunięcia względem siebie w fazie prądów wzbudzających, jest włączony do obwodu jednego z uzwojeń wzbudzających za pośrednictwem transformatora o dużym stopniu nasycenia w żelazie (fig. 16).

19. Przekaznik według zastrz. 17 lub 18, znamienny tym, że to uzwojenie wzbudzające (22 na fig. 17), które nie jest włączone w szereg z kondensatorem, jest wykonane jako transformator jednouzwojeniowy, zasilający po stronie wtórnej drugie uzwojenie wzbudzające i zaopatrzony w zaczepy (26), które umożliwiają regulację wartości wielkości mierzonej, powodującej działanie przekaznika, niezależnie od wielkości prądu płynącego w obwodzie.

20. Przekaznik według zastrz. 1 --- 19, znamienny tym, że układ ruchomy przekaznika jest zaopatrzony w czopiki stożko-

we, które w krańcowym względnie w krańcowych położeniach tego układu wskutek przyciśnięcia do odpowiadających im stożkowych łożysk odporowych zapewniają mu współosiowe ustawienie, w pośrednich zaś położeniach umożliwiają układowi ruchomemu swobodę ruchu we wszystkich kierunkach.

„Elin“ Aktiengesellschaft
für elektrische Industrie
Zastępca: inż. St. Głowacki
rzecznik patentowy

Fig. 1

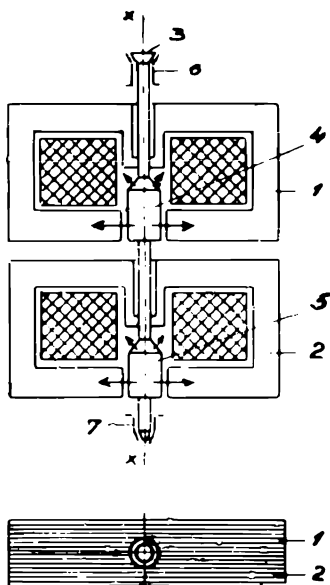


Fig. 2

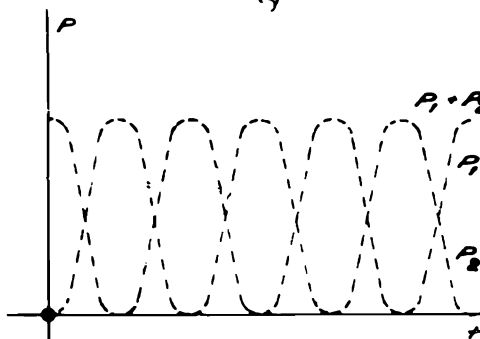


Fig. 3a

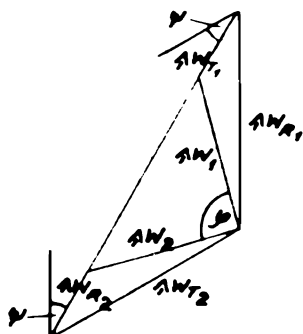


Fig. 3b

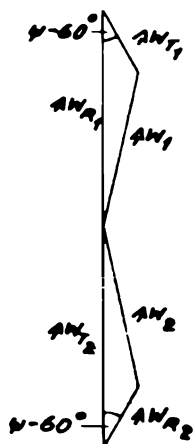


Fig. 3c



Fig. 4

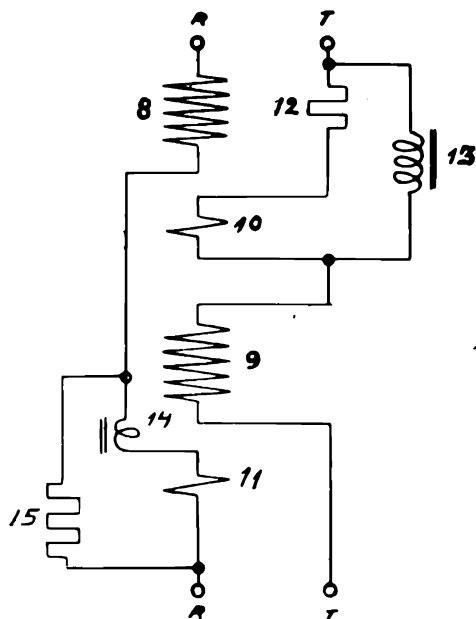


Fig. 6

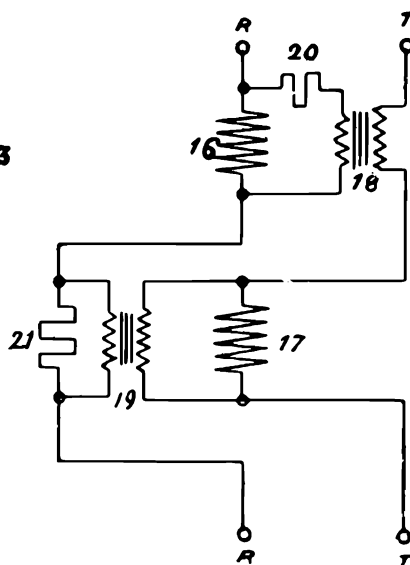


Fig. 5a

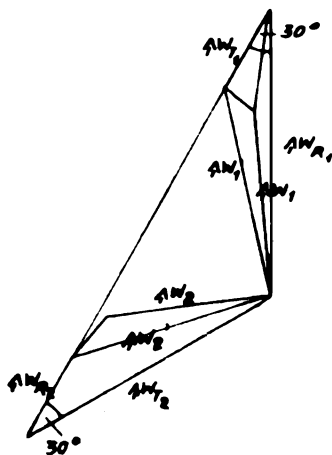


Fig. 5b



Fig. 7a

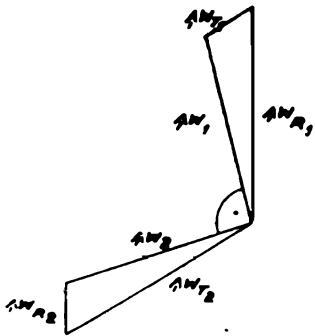


Fig. 7b

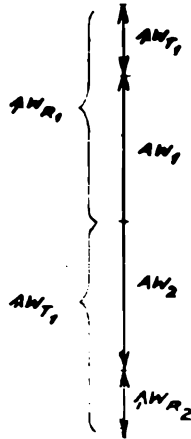


Fig. 7c



Fig. 8

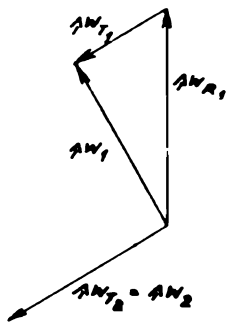


Fig. 9

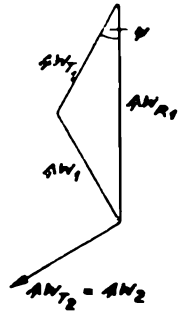


Fig. 10

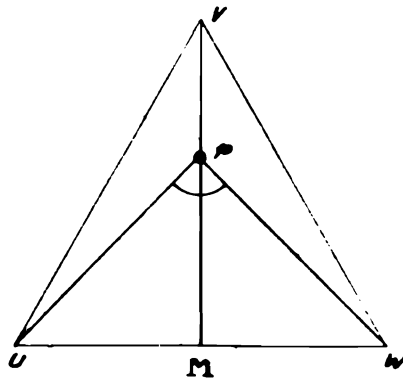


Fig. 11

