

G05b 3/00



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIIS PATENTOWY

Nr 47309

Kl. 21 c, 46/31
Kl. internat. G 05 f

La Télémécanique Electrique

Nanterre, Francja

Elektronowy układ sterujący z jednostanowymi przerzutnikami

Patent trwa od dnia 2 września 1961 r.

Pierwszeństwo: 12 października 1960 r. (Francja)

Do sterowania samoczynnej aparatury elektrycznej używa się zazwyczaj styczników elektromagnetycznych, których elektromagnesy są umieszczone w obwodach sterujących, wyposażonych w zestyki, z których część jest uruchamiana przez same styczniki lub przez przekąźniki pomocnicze.

Takie układy sterujące, w zasadzie niezawodne w działaniu i powszechnie stosowane, mają jednakże tę wadę, że zajmują wiele miejsca i są zestawione z elementów ruchomych, a więc takich, które stosunkowo szybko zużywają się, pracują hałaśliwie i mają określony czas zadziałania, który należy uwzględnić.

Przekąźnik elektromagnetyczny może być zastąpiony przez elementy elektronowe typu triody (lampowej lub półprzewodnikowej) z tym, że w zasadzie przy zastosowaniu tego rodzaju elementów prąd sterujący nie jest całkowicie oddzielony od obwodu sterującego, natomiast ta-

kie całkowite oddzielenie jest możliwe w przypadku zastosowania przekąźników elektromagnetycznych.

Układy elektronowe, będące przekąźnikami, które współpracują ze wzmacniaczami magnetycznymi są stosowane obecnie w technice łączności i elektronicznych maszyn liczących.

Wykorzystując zaawansowany stan tych technik, zaproponowano stworzenie obwodów zależnych, koniecznych do samoczynnego działania aparatury elektrycznej z obwodami logicznymi, w których zespoły zwane przekąźnikami statycznymi zbudowane z wymienionych elementów wzajemnie się uzupełniają.

Przekąźniki statyczne zostały zakwalifikowane na podstawie ich działania. Przekąźnik, który wyzwala sygnał, po otrzymaniu napięcia sterującego nazywa się przekąźnikiem typu „tak” (przekąźnik równoważny zestykowi robocznemu), natomiast przekąźnik, który wyzwala impuls,

gdy nie otrzymuje impulsu sterującego nazywa się przekaźnikiem typu „nie” (równoważny zestykowi spoczynkowemu).

Przekaźnik, którego zadziałanie jest zależne od kilku dodatkowych warunków (równoważny wielu zestykom pracującym szeregowo) nazywa się przekaźnikiem typu „i”. Jeżeli przekaźnik zadziała przez tylko jeden z wielu warunków to przekaźnik taki jest równoważny wielu zestykom pracującym równolegle i zwie się przekaźnikiem typu „lub”. Wreszcie przekaźnik typu „ani” wyzwalający sygnał tylko wówczas, gdy nie otrzymuje sygnału wejściowego jest równoważny kilku zestykom spoczynkowym włączonym szeregowo.

Zwykle układy logiczne, które tworzą różne zestawy przekaźników statycznych często w powiązaniu z obwodami pamięciowymi mają wady opisane poniżej.

Stanowią bardzo złożone układy, w których trudno jest włączyć jakiś element w celu skontrolowania go. Budowa układów logicznych nie jest podobna do tradycyjnej budowy układów elektromagnetycznych tak, że konieczne jest przeszkolenie personelu obsługującego.

Przeszkolenie takie jest o tyle trudne, że logiczne działania przekaźników statycznych jest niezrozumiałe i nie odnosi się bezpośrednio do konkretnych warunków elektrycznych, jakie urzeczywistnia.

Największą wadą układów logicznych, takich jakie są zazwyczaj projektowane, jest brak zabezpieczenia. Mianowicie przerwanie obwodu np. spowodowane uszkodzeniem powoduje zanik napięcia na wejściu odpowiedniego przekaźnika statycznego, co dla przekaźników typu „nie” lub „ani” jest równoważne rozkazowi przesłanemu do tego przekaźnika, który reaguje wówczas w instalacji, a nie powoduje jej unieruchomienie. Natomiast wymagania bezpieczeństwa nakazują, aby całkowity lub miejscowy brak napięcia w jakimkolwiek miejscu układu sterowania pociągał za sobą unieruchomienie całej instalacji.

W technice łączności i w technice elektronowych maszyn liczących są wykorzystywane układy przerzutnikowe, a zwłaszcza przerzutniki elektronowe nadające się do dostarczania napięcia wyjściowego, wskutek czego, układ otrzymuje sygnał sterujący lub też nie otrzymuje.

Są przerzutniki, które otrzymując impulsy napięcia sterującego przechodzą z jednego stanu w drugi i wracają do stanu pierwotnego, gdy

zanika napięcie sterujące. Przerzutniki takie nazywają się jednostanowymi w przeciwieństwie do przerzutników dwustanowych, które dla zmiany swego stanu za każdym razem wymagają impulsu elektrycznego.

Zostało już zaobserwowane, że jeżeli napięcie wyjściowe takiego przerzutnika jednostanowego zostało zastosowane jako napięcie odblokowujące (lub blokujące) element elektronowy, to przerzutnik upodobił się do zespołu składającego się z rdzenia i zwory przekaźnika elektromagnetycznego, natomiast sam element elektronowy zachowywał się tak, jak zestyk tego przekaźnika.

W patencie niemieckim nr 1054492 taki układ jest stosowany jako przekaźnik pośredniczący pomiędzy sygnałem wejściowym a przekaźnikiem elektromagnetycznym, przy czym tranzystor wyjściowy, odblokowany przez przerzutnik zamyka obwód cewki wspomnianego przekaźnika elektromagnetycznego.

Celem wynalazku jest utworzenie układu sterującego do samoczynnej aparatury elektrycznej, który usuwa wady układów ze znanymi obwodami logicznymi.

W układzie według wynalazku, wyposażonym w jednostanowe przerzutniki elektroniczne i w co najmniej jeden element elektronowy, w którym przepływ prądu jest uwarunkowany napięciem wyjściowym tego przerzutnika, każdy przerzutnik ma na wyjściu dwa osobne zaciski, z których tylko jeden jest pod napięciem, gdy wymieniony przerzutnik otrzymuje napięcie wejściowe, tymczasem drugi jest pod napięciem przy braku napięcia wejściowego, przy czym napięcie to jest pobierane na wyjściu układu zawierającego pewną liczbę przekaźników statycznych typu „i”, o dwóch wejściach i jednym wyjściu, przy czym jedno z dwóch wejść każdego przekaźnika jest połączone z zaciskiem wyjściowym jednego z przerzutników, a drugie wejście jest połączone z wyjściem drugiego przekaźnika statycznego, z wyjątkiem co najmniej przekaźnika umieszczonego na początku układu przekaźników, który na jednym ze swych wejść otrzymuje bezpośrednio napięcie sterujące.

W takim układzie, każdy przerzutnik włączony na wyjściu układu przekaźników, za pomocą jednego ze swych zacisków na wyjściu, może zasiląć bezpośrednio lub po wzmocnieniu stycznik przeznaczony do uruchamiania części aparatury samoczynnej. Uruchomienie aparatury jest zależne od przesyłanego napięcia sterującego, co najmniej od początku układu

przekazników, przy czym pewna liczba przekazników statycznych tworząca ten układ wyznacza te z przerzutników, które mają być uruchomione i kolejność ich przerzucania.

Budowa przerzutników jest najkorzystniejsza, gdy są one utworzone z dwóch tranzystorów, sprzężonych asymetrycznie w sposób wzajemnie na siebie oddziaływujący. Najkorzystniej jest również, gdy zastosowane przekazy statyczne typu „i” są utworzone z tranzystorów, przy czym emiter i baza tworzą dwa wejścia, a kolektor — wyjście. W tym przypadku jest najkorzystniej, gdy zacisk na wejściu, połączony z zaciskiem na wyjściu przerzutnika umieszczono na końcu układu przekazników, stanowi bazę tranzystora.

Poniżej zostanie przedstawiona na schematycznym przykładzie analogia pomiędzy klasycznymi układami elektromagnetycznymi a układami wykonanymi według wynalazku.

Przerzutniki i przekazy typu „i” są elementami oddzielnymi, natomiast według wspomnianego patentu niemieckiego, przerzutnik oraz przyłączony tranzystor tworzą jedną całość. Ponadto przekazy typu „i” tworzą układ, który steruje wejściem każdego przerzutnika, natomiast w patencie niemieckim tranzystor warstwowy tworzy stopień wyjściowy przerzutnika.

Na rysunku fig. 1 przedstawia schemat samoczynnej aparatury elektrycznej, fig. 2 — klasyczny schemat sterowania za pomocą styczników i przekazników aparatury przedstawionej na fig. 1, fig. 3 — schemat sterowania za pomocą obwodów logicznych aparatury przedstawionej na fig. 1, a fig. 4 — schemat sterowania wykonany według wynalazku.

Przedstawiona na fig. 1 aparatura elektryczna, uwidacznia silnik asynchroniczny M , zasilany z sieci trójfazowej L_1, L_2, L_3 . W celu uzyskania poprawnego uruchomienia tego silnika, bez nadmiernego wpływu na napięcie sieci, uruchomienie to odbywa się przy zredukowanym napięciu za pomocą autotransformatora, utworzonego z trzech uzwojeń $T_1-T'_1, T_2-T'_2, T_3-T'_3$, które można połączyć w gwiazdę. Odprowadzenia uzyskuje się za pomocą trzech zespołów zestyków c_1, c_2, c_3 .

W celu uruchomienia silnika M , należy zamknąć trzy zestyki c_1 w celu zasilenia autotransformatora z sieci L_1, L_2, L_3 . W tym samym czasie dwa zestyki c_2 łączą w gwiazdę układ trzech uzwojeń transformatora.

Uruchomienie silnika następuje przy zmniejszonym napięciu, po upływie kilku sekund, gdy osiągnie on właściwe obroty, zestyki c_1, c_2 zostają otwarte, a zestyki c_3 zostają zamknięte w celu bezpośredniego zasilania silnika M z sieci. Przy normalnej pracy silnika autotransformator powinien być całkowicie wyłączony, gdyż konstrukcja jego nie pozwala, aby pozostawał on długo pod napięciem.

Ustalenie kolejności włączania i wyłączania zestyków c_1, c_2, c_3 jest uzyskiwane w sposób klasyczny za pomocą przedstawionego na fig. 2 schematu, który zawiera trzy styczniki C_1, C_2, C_3 uruchamiające zestyki c_1, c_2, c_3 oraz ponadto pośredni przekaznik R_1 .

Miedzy zaciskami 10 i 11 źródła napięcia są połączone równolegle trzy styczniki oraz przekaznik, przy czym zasilanie ich jest sterowane przez przycisk Ar .

Zasilanie stycznika C_1 zależy od przycisku uruchamiającego M_a , który jest bocznikowany przez zestyk roboczy c_{11} . Styczniki C_1, C_2 oraz przekaznik R_1 powinny być wyłączone, gdy włącza się stycznik C_3 , przy czym ich zasilanie następuje przez zestyk spoczynkowy c_{31} . Zasilanie stycznika C_2 jest ponadto podporządkowane zestykowi roboczemu c_{12} i czasowemu zestykowi spoczynkowemu c_{11} , natomiast przy jego otwieraniu obydwie są podporządkowane stycznikowi C_1 .

Do przekazy R_1 doprowadzone jest napięcie przez zestyk roboczy c_{21} stycznika C_2 . Stycznik C_3 jest zasilany bezpośrednio poprzez przycisk Ar , zestyk roboczy c_{22} bocznikowany przez równoległy zestyk c_{22} , podporządkowany stycznikowi C_3 , przy czym dopływ prądu jest uzależniony od zestyku spoczynkowego c_{22} stycznika C_2 .

W celu zatrzymania silnika należy nacisnąć przycisk zatrzymujący Ar , co powoduje przerwanie zasilania stycznika C_3 i powrót układu do stanu spoczynkowego.

Na fig. 3 przedstawiony jest schemat układu sterującego za pomocą trzech styczników C_1, C_2, C_3 oraz obwodów logicznych złożonych z przekazników statycznych.

Styczniki C_1, C_2, C_3 są włączone równolegle z zaciskami 10 i 11 źródła napięcia a szeregowo z obwodami sterującymi, których napięcia wyjściowe są wzmacniane przez wzmacniacze A_1, A_2, A_3 a następnie doprowadzane do tych styczników.

Na rysunku nie są uwidocznione doprowadzenia pomocniczych napięć, zasilających przełączniki statyczne, ze względu na jego przejrzystość.

Zasilanie stycznika C_1 warunkują dwa przełączniki 12 i 13, pierwszy typu „i” drugi typu „lub” przyłączone do przełącznika 14 typu „nie”.

Po naciśnięciu przycisku uruchamiającego M_a , prąd dopływa do przełącznika 13, który jest przełącznikiem typu „lub” a więc podaje na jego wyjściu napięcie. Jeżeli do przełącznika 14 typu „nie” nie dopłynie przewodem 15 impuls napięcia, to przełącznik ten umożliwia przepływ prądu do stycznika C_1 .

Napięcie wyjściowe przełącznika 13 jest doprowadzone poprzez przewód 16 do wejścia przełącznika 12; jak tylko przełącznik 13 staje się przewodzący, przełącznik 12 (typu „i”) otrzymuje dwa napięcia wzbudzenia i staje się również przewodzącym, przy czym wzbudza przełącznik 13, który poprzez przełącznik 14 (typu „nie”) — umożliwia przepływ prądu do stycznika C_1 .

Fachowiec odtworzy z łatwością wszystkie warunki działania kolejnego o ile wie, że przełączniki 17 i 21 są czasowymi przełącznikami typu „tak”, przy czym drugi przełącznik 21 jest nieco dłużej czynny w stosunku do pierwszego 17 w celu przerwania najpierw prądu na C_2 przez zadziałanie przełącznika 18 typu „nie”, a następnie — przesłania zlecenia włączenia C_3 , kiedy przełącznik 20 typu „i” otrzymuje swoje dwa napięcia wejściowe poprzez przełączniki 21 i 19.

Można zauważyć, że w obwodach uwidoczni- nych na fig. 3 wykorzystuje się trzy przełączniki 14, 18 i 19 typu „nie”, które są przełącznikami dostarczającymi napięcie wyjściowe, kiedy nie otrzymują napięcia zleceńowego. Nieobecność napięcia, wywołana na którymkolwiek od- cinku z powodu słabego połączenia albo złych styków, przyczynia się do ustanowienia sygnału zleceńowego.

Poza tym należy wziąć pod uwagę zgodnie ze schematem, że wiele obwodów jest połączonych między sobą, co nie ułatwia nadzorowania poszczególnych organów, z których się obwody składają.

Wreszcie porównując schemat uwidoczni- ony na fig. 3 z układem na fig. 2, można stwierdzić, pewną ich analogię lecz w każdym razie zna- jomość ostatniego nie pozwala wyciągnąć wnios- ku oдноśnie realizacji pierwszego.

Przedstawiony na fig. 4 układ według wy- nalazku wykorzystuje dwa rodzaje przełączni- ków statycznych, a mianowicie elementy typu

„i” o dwóch wejściach i jednym wyjściu oraz przerzutniki elektroniczne jednostanowe, najko- rzystniej na tranzystorach, zawierające oprócz swych zacisków do napięcia zasilającego, jeden zacisk do wejścia napięcia sterującego i dwa za- ciski na wyjściu, z których każdy odpowiada na przykład kolektorowi tranzystora i na których zjawiają się naprzemiany napięcia, odpowiednio do tego czy napięcie sterujące istnieje czy też nie.

Ze względu na przejrzystość układu, ten z za- cisków, który jest pod napięciem w obecności napięcia sterującego, jest nazywany zaciskiem roboczym T, a drugi — zaciskiem spoczynko- wym R.

Jak poprzednio układ ten jest wykonany po- między dwoma zaciskami 10 i 11, przy czym styczniki C_1 , C_2 , C_3 są włączone równolegle i są zasilane ze wzmacniaczy A_1 , A_2 , A_3 . Wzmacniacz A_1 otrzymuje prąd z zacisku T przerzutnika E_1 , który jest uzależniony od dwóch przełączników E_{11} i E_{31} . Przerzutnik B_2 tak samo jest uzależ- niony od dwóch przełączników E_{12} i E_{1T} , przy czym ten ostatni jest przełącznikiem czasowym. Przerzutnik pomocniczy BR jest zastosowany do stwierdzenia istnienia napięcia na zacisku T przerzutnika B_2 i sterowania trzecim przerzut- nikiem B_3 . Przerzutnik BR jest uzależniony od dwóch przełączników E_{21} i E_{1T} a przerzutnik B_3 od trzech przełączników E_{22} , E_{12} i E_{32} .

Na fig. 4 jest widoczne, że wszystkie prze- łączniki typu „i” mają jeden ze swych zacisków wejściowych połączony z zaciskiem T lub R przerzutników B_1 , B_2 , B_3 lub BR z wyjątkiem przełącznika E_{11} , a ich drugi zacisk na wejściu jest połączony z wyjściem drugiego przełącznika. Innymi słowy każdy z tych przełączników typu „i” zachowuje się jak zestyk elektryczny, który jest umieszczony przy przerzutniku pomiędzy jego drugim zaciskiem na wejściu a jego za- ciskiem na wyjściu i którego stan jest uzależ- niony od napięcia dostarczanego przez prze- rzutnik, z którym połączony jest pierwszy za- cisk na wejściu tego przełącznika.

Zależnie od tego czy ten zacisk jest połączony ze stykiem T czy R przerzutnika, przełącznik zachowuje się jak zestyk roboczy lub jak zestyk spoczynkowy. Każdy przerzutnik (który może być upodobniony, jak to było podane na wstępie, do zespołu: cewka, jarzmo i zwora przełącznika elektromagnetycznego) może w ten sposób ste- rować wieloma zestykami roboczymi lub ze- stykami spoczynkowymi, które znów warunki-

ją stan tego przerzutnika lub innych przerzutników.

Porównując układ przedstawiony na fig. 2 z układem na fig. 4, stwierdza się, że każdy zestyk podany na schemacie z fig. 2 ma swój dokładny odpowiednik pod postacią przełącznika na fig. 4, oraz, że praktycznie biorąc schematy te są podobne, przy czym linie przerywane — punktowe, przedstawiające połączenia mechaniczne pomiędzy każdym ze styczników i zestykiem sterowanym, są zastąpione przez jeden przewód elektryczny łączący (pokazany linią grubszą) pomiędzy zaciskiem R lub T jednego przerzutnika a odpowiednim przełącznikiem.

Ponieważ te połączenia za pomocą przewodników są o wiele elastyczniejsze niż połączenia mechaniczne, które one zastępują, wykonawca ma znacznie większą swobodę do urzeczywistnienia tego układu.

W ten sposób staje się możliwe przerobienie układów działania, zachowując położenie względne elementów przedstawionych na tych schematach.

Ponadto kontrola i naprawa układu w ten sposób sporządzonego mogą być analogiczne i praktycznie biorąc identyczne z kontrolą i naprawą układu z przełącznikami i stycznikami elektromagnetycznymi.

Wreszcie według wynalazku każdy przełącznik typu „i” zawiera dwa specjalne zaciski do kontroli lub prób, jeden oznaczony liczbą 30, odpowiadający jego wyjściu i drugi 31 dla tego z jego dwóch wejść, który jest połączony z wyjściem drugiego przełącznika typu „i” lub bezpośrednio z napięciem sterującym (innymi słowy z zaciskiem na wejściu, który nie jest połączony z wyjściem T lub R przerzutnika).

Ze względu na to, że w układzie według wynalazku każdy przełącznik typu „i” zachowuje się jak zwykły zestyk, który zamyka się lub otwiera pomiędzy wejściem a wyjściem, które są zaopatrzone w zestyki kontrolne, sprawdzenie stanu układu można wykonać tak jak dla zestyku zwykłego, to znaczy bocznikując te zaciski kontrolne w celu sprawdzenia ciągłości odpowiedniego obwodu i mierząc przyrządem napięcie pomiędzy tymi dwoma zaciskami kontrolowanymi.

Ponieważ przełączniki typu „i” i zestyki układu elektromagnetycznego odpowiadają sobie, więc te same programy sprawdzania mogą być stosowane do jednego i drugiego układu.

Najkorzystniej, tak jak to jest przedstawione na fig. 4, jest umieszczać w jednej linii z każ-

dym z przerzutników wszystkie przełączniki tworzące układ, który warunkuje stan tego przerzutnika. Sprowadza się to do umieszczenia tworzących układ elementów na linii ciągłej, która na schemacie w rodzaju przedstawionego na fig. 2 kończy się na styczniku lub przełączniku.

Można by również zgrupować w jednej linii przełączniki połączone z zaciskami na wyjściu tego samego przerzutnika. Takie zgrupowanie odpowiada zwykłym wykonaniom elektromagnetycznym, w których wszystkie zestyki, umieszczone na tym samym styczniku lub przełączniku, mają tę samą lokalizację w przestrzeni.

Po drugiej stronie przerzutnika umieszcza się zatem połączenia wyjściowe przerzutnika i elementu korzystającego z napięcia roboczego, jakie on dostarcza, podczas gdy na wejściu układu mogą być umieszczone zestyki mechaniczne (wyłączniki ręczne lub o działaniu okresowym, zestyki krańcowe, zestyki manostatów, zestyki poziome itd.), które przekazują wyłączenie układu.

Najkorzystniej jest, gdy przewodniki, odpowiadające ustawieniu w linię segmentów, są zgrupowane w jednym układzie prostoliniowym, który tworzy podstawę lub cokolwiek przeznaczony do osadzenia elementów układu, wykonanego pod postacią przemieszczalnych bloków, łączonych ze sobą. Korzystne jest zatem, aby te bloki były tych samych wymiarów i mogły być ustawiane w szereg w taki sposób, aby przewody miały długość stanowiącą wielokrotność długości bloku.

Rozumie się samo przez się, że mogą być wprowadzone zmiany do sposobu wykonania, jaki został wyżej opisany, zwłaszcza przez zamianę poszczególnych elementów równoważnymi elementami technicznymi, bez wykraczania jednak w tym celu poza ramy niniejszego wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektronowy układ sterujący z jednostanowymi przerzutnikami, znamienny tym, że każdy przerzutnik jest zaopatrzony w dwa osobne zaciski na wyjściu, z których tylko jeden jest pod napięciem w przypadku gdy ten przerzutnik otrzymuje napięcie wejściowe, natomiast drugi zacisk jest tylko wówczas pod napięciem, kiedy przerzutnik nie znajduje się pod napięciem wejściowym, przy czym napięcie to jest pobierane na wyjściu

układu przekaźników statycznych typu „i” o dwóch wejściach i jednym wyjściu, a jedno z dwóch wejść każdego przekaźnika jest połączone z zaciskiem na wyjściu jednego z przerzutników, natomiast drugie wejście jest połączone z wyjściem drugiego przekaźnika statycznego, z wyjątkiem przekaźnika umieszczonego na początku układu przekaźników, który na jednym ze swych wejść otrzymuje bezpośrednio napięcie sterujące.

2. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że przerzutniki są utworzone z dwóch tranzystorów, sprzężonych symetrycznie, które oddziałują wzajemnie na siebie.
3. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że przekaźniki typu „i” są utworzone z tranzystorów, których emiter i baza tworzą zaciski na wejściu, a kolektor tworzy zacisk na wyjściu.
4. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że zacisk przerzutnika będący pod napięciem, w przypadku kłedy na wejście przerzutnika

zostaje przyłożone napięcie, jest połączony poprzez wzmacniacz ze sterującym urządzeniem elektromagnetycznym.

5. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że na początku układu przekaźników umieszczony jest co najmniej jeden zestyk o działaniu mechanicznym w celu doprowadzenia do układu napięcia sterującego, przy czym przekaźniki statyczne warunkujące działanie każdego z przerzutników są umieszczone szeregowo z nim.
6. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że przekaźniki typu „i” zawierają dwa zaciski kontrolne, przy czym jeden odpowiada wyjściu przekaźnika, a drugi temu z jego wejść, które jest połączone z wyjściem drugiego przekaźnika typu „i” lub bezpośrednio z napięciem sterującym.

Télémechanique Electrique

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

Fig. 1

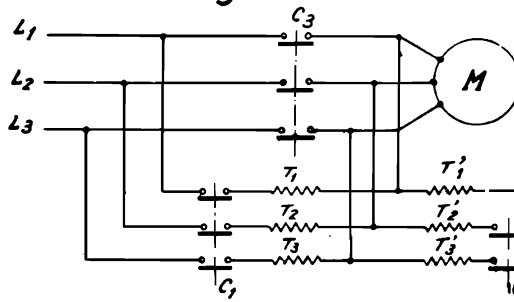


Fig. 2

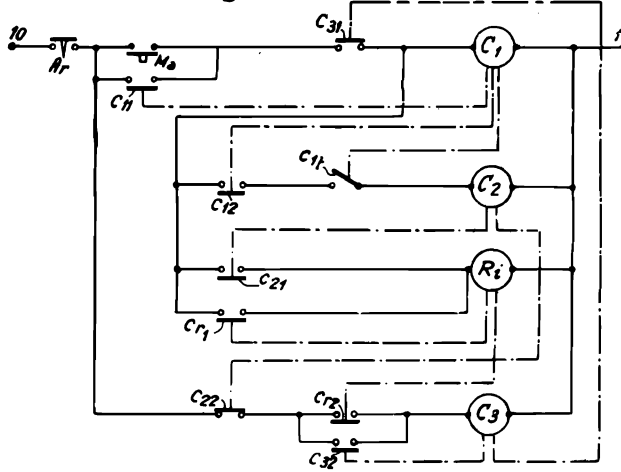


Fig. 3

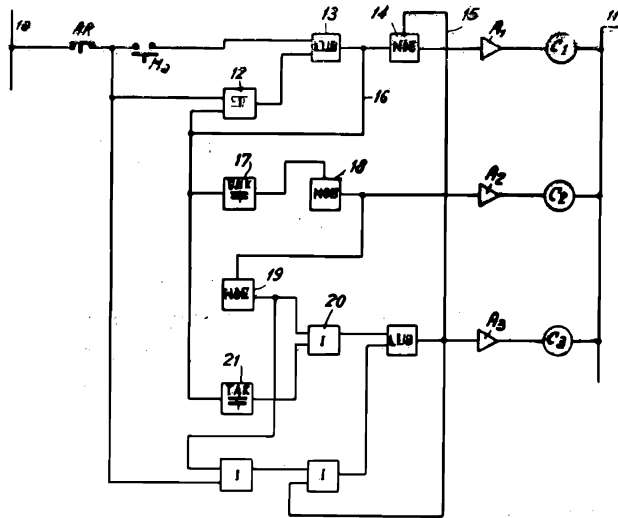


Fig. 4

