

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 97610

PATENTU TYMCZASOWEGO

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 16.12.75 (P. 185644)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 04.12.76

Opis patentowy opublikowano: 31.08.1978

MKP H02p 7/78

Int. Cl.² H02P 7/78

CZYTELNIA

Urząd Patentowy
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Józef Łastowiecki, Gustaw Przywara, Mikołaj Patejuk,
Krzysztof Duszczyk, Mieczysław Chaberek

Uprawniony z patentu tymczasowego: Zjednoczenie Transportu Samochodowego Łączności,
Warszawa (Polska)

Układ współbieżnego sterowania silnikami asynchronicznymi

Przedmiotem wynalazku jest układ współbieżnego sterowania silnikami asynchronicznymi klatkowymi i pierścieniowymi, przeznaczony do wielosilnikowych napędów, w których wymagana jest współbieżność pracy poszczególnych silników.

Znany układ współbieżnego sterowania, przedstawiony między innymi w książce „Napęd elektryczny” Z. Gogolewski, Z. Kuczewski, W.N.T. W—wa 1971 przystosowany jest wyłącznie do sterowania silnikami pierścieniowymi.

W znanych układach współbieżnego sterowania silników asynchronicznych pierścieniowych obwody wirnikowe tych silników połączone są ze sobą równolegle i przyłączone są do nich rezystory wirnikowe.

Do wad znanego współbieżnego układu z silnikami pierścieniowymi o połączonych elektrycznie wirnikach jest konieczność stosowania wszystkich współpracujących silników identycznego typu i ograniczona liczba współpracujących w jednym układzie silników. Ponadto układ nie zapewnia współbieżności w przypadku uszkodzenia, bądź pozbawienia zasilania któregoś z silników.

Istotą wynalazku układu współbieżnego sterowania asynchronicznymi silnikami klatkowymi przyłączonych do sieci zasilającej poprzez półprzewodnikowe układy zaworowe, których obwody sterujące połączone są z wyjściami układów wyzwalania tyrystorów jest połączenie wejścia jednego układu wyzwalania tyrystorów, układu zaworowego połączonego ze stojanem silnika wybranego jako wzorcowy, z wyjściem logicznego układu mnożącego. Wejścia układów wyzwalania tyrystorów pozostałych układów zaworowych przyłączone są bezpośrednio do wyjść układów komparacyjnych zwanych komparatorami wyprzedzenia.

Wejścia wymienionego wyżej logicznego układu mnożącego przyłączone są do wyjść układów komparacyjnych zwanych komparatorami opóźnienia. Jedno z dwu wejść wszystkich układów komparacyjnych przyłączone jest do wyjścia generatora przebiegu piłokształtnego synchronizowanego siecią zasilającą silniki napędowe. Drugie wejście komparatorów wyprzedzenia przyłączone są, każde, do jednego z dwu wyjść odpowiedniego urządzenia pomiarowego, mierzącego różnicę między drogą pokonaną przez dany silnik, a drogą pokonaną przez silnik wybrany za wzorcowy. Analogiczne drugie wejście komparatorów opóźnienia, przyłączone

są, każda do drugiego z wymienionych dwu wyjść odpowiedniego urządzenia pomiarowego. Wejścia wszystkich urządzeń pomiarowych mierzących różnice dróg przyłączone są do wyjścia urządzenia pomiarowego mierzącego drogę przebytą przez silnik wzorcowy. Wszystkie urządzenia pomiarowe połączone są poprzez przekładnie redukcyjne z wałami silników napędowych.

Istotą wynalazku układu współbieżnego sterowania przystosowanego do pracy nawrotnej o dowolną liczbę asynchronicznych silników klatkowych przyłączonych do sieci zasilającej poprzez jeden z dwu kierunkowych styczników i półprzewodnikowe układy zaworowe, których obwody sterujące połączone są z wyjściami układów wyzwalania tyrystorów jest połączenie wejścia jednego układu wyzwalania tyrystorów, układu zaworowego połączonego ze stojanem silnika wybranego za wzorcowy, z wyjściem logicznego układu mnożącego. Wejścia układów wyzwalania tyrystorów pozostałych układów zaworowych przyłączone są do wyjść logicznego układu przełączającego. Do pozostałych wyjść tego układu przyłączone są wejścia logicznego układu mnożącego. Dwa wejścia sterujące logicznego układu przełączającego przyłączone są do wyjść układu zadającego kierunek pracy układu. Z pozostałych wejść, jedno w liczbie $(n-1)$ przyłączone są do wyjść komparatorów wyprzedzenia, pozostałe również w liczbie $(n-1)$ przyłączone są do wyjść komparatorów opóźnienia. Jedno z dwu wejść wszystkich układów komparacyjnych przyłączone jest do wyjścia generatora przebiegu piłkowskiego synchronizowanego siecią zasilającą silniki napędowe. Drugie wejścia komparatorów wyprzedzenia przyłączone są, każda do jednego z dwu wyjść odpowiedniego urządzenia pomiarowego, mierzących różnicę między drogą pokonaną przez dany silnik, a drogą pokonaną przez silnik wybrany za wzorcowy. Analogicznie, drugie wejścia komparatorów opóźnienia połączone są, każde do drugiego z wymienionych dwu wyjść odpowiedniego urządzenia pomiarowego. Wejścia wszystkich urządzeń pomiarowych, mierzących różnice dróg, przyłączone są do wyjścia urządzenia pomiarowego mierzącego drogę przebytą przez silnik wzorcowy. Wszystkie urządzenia pomiarowe połączone są poprzez przekładnie redukcyjne z wałami silników napędowych.

Rozwiązanie układu według wynalazku pozwala na stosowanie silników zarówno pierścieniowych, jak i znacznie tańszych i prostszych w budowie silników klatkowych. W układzie mogą występować silniki o różnych mocach — dostosowanych do wielkości użytecznego obciążenia. Liczba współpracujących współbieżnie silników praktycznie nie jest ograniczona. Układ umożliwia pracę układów mechanicznych zarówno jednokierunkowych jak i nawrotnych. Uszkodzenie bądź pozbawienie zasilania któregośkolwiek z silników powoduje zatrzymanie wszystkich silników bez utraty współbieżności napędzanych mechanizmów.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowy układu napędowego z silnikami klatkowymi, przeznaczonego do współbieżnej pracy jednokierunkowej, natomiast fig. 2 — schemat ideowy układu napędowego zapewniającego współbieżną pracę nawrotną tych silników.

Silniki indukcyjne klatkowe $M_1, M_2, \dots M_n$, są połączone z siecią zasilającą poprzez układy zaworowe $UZ_1, UZ_2, \dots UZ_n$. Układy te umożliwiają regulację średniej wartości napięcia zasilającego stojany silników napędowych. Wirniki silników poprzez identyczne przekładnie redukcyjne $PR_1, PR_2, \dots PR_n$ napędzają urządzenia pomiarowe, odpowiednio $UP_1, UP_2, \dots UP_n$, mierzące drogę kątową bądź liniową przebytą przez urządzenia napędzane silnikami $M_1, M_2, \dots M_n$. Urządzenie pomiarowe UP_n mierzy drogę pokonaną przez urządzenie napędzane silnikiem M_n i podaje sygnał przebytej drogi na wejścia 1 pozostałych urządzeń pomiarowych $UP_1, UP_2, \dots UP_{(n-1)}$.

Poszczególne urządzenia pomiarowe mierzą różnicę między drogami pokonanymi przez mechaniczne urządzenia napędzane silnikami $M_1, M_2, \dots M_{(n-1)}$, a drogą pokonaną przez urządzenie napędzane silnikiem M_n . Gdy różnice dróg są dodatnie, tzn. urządzenia napędzane silnikami $M_1, M_2, \dots M_{(n-1)}$ przebyły większe drogi niż urządzenie napędzane silnikiem M_n , wówczas na wyjściach 2 urządzeń pomiarowych $UP_1, UP_2, \dots UP_{(n-1)}$, połączonych z wejściami 1 komparatorów wyprzedzenia $KW_1, KW_2, \dots KW_{(n-1)}$ wystąpi napięciowy sygnał o polaryzacji ujemnej, którego wartość jest proporcjonalna do mierzonej różnicy dróg. Jednocześnie na wyjściach 3 urządzeń pomiarowych $UP_1, UP_2, \dots UP_{(n-1)}$ połączonych z wejściami 1 komparatorów opóźnienia $KO_1, KO_2, \dots KO_{(n-1)}$ może wystąpić sygnał napięciowy o wartości dodatniej lub równej zero. Do wejścia 2 komparatorów wyprzedzenia i komparatorów opóźnienia jest doprowadzany napięciowy sygnał piłkowskiego z wyjścia 2 generatora przebiegów piłkowskich GP. Sygnał ten, o zboczu liniowo narastającym w kierunku napięć dodatnich jest synchronizowany napięciem sieci zasilającej w tych przedziałach czasowych, w których polaryzacja napięcia na odpowiednich tyrystorach układów zaworowych UZ_1, UZ_n jest zgodna z kierunkiem przewodzenia tych tyrystorów.

Wejście 1 generatora GP jest połączone z siecią zasilającą za pomocą transformatorów o obniżającej przekładni, znajdujących się w bloku UK, sterowanym dwoma przyciskami Z i W. Sygnał piłkowskiego z generatora GP jest porównywany w komparatorach z sygnałami otrzymanymi z urządzeń pomiarowych $UP_1,$

UP2, ... UP(n-1). Podanie na wejście 1 dowolnego komparatora sygnału o wartości zerowej lub dodatniej powoduje wystąpienie na jego wyjściu 3 sygnału ciągłego dodatniego stałowartościowego o wartości logicznej „1”. Przednie, narastające zbocze sygnału wyjściowego komparatora występuje w tych momentach czasowych, w których liniowo narastający, powtarzalny z częstotliwością sieci zasilającej, dodatni sygnał piłokształtny z generatora GP osiągnie co do wartości bezwzględnej wartość identyczną jak sygnał ujemny, podawany na wejście 1 komparatora, a tylne, opadające zbocze tego sygnału występuje jednocześnie z tylnymi krótkimi opadającymi zboczami sygnału piłokształtnego z generatora GP.

Przy dowolnej zmianie napięcia podawanego na wejście 1 komparatora, począwszy od wartości dodatnich przez zero do wartości ujemnych, na wyjściu 3 komparatora otrzymuje się odpowiednio ciągły sygnał logiczny „1” dla dodatnich napięć na wejściu 1 komparatora, a prostokątny, o polaryzacji dodatniej i częstotliwości powtarzania równej częstotliwości przebiegu piłokształtnego z generatora GP podawanego na wejście 2 komparatora, o szerokości malejącej aż do zera, w miarę narastania wartości ujemnych sygnału podawanego na wejście 1 komparatora. Sygnały prostokątne z wyjść 3 komparatorów wyprzedzenia KW1, KW2, ... KW(n-1) są podawane odpowiednio do układów wyzwalania tyrystorów UWT1, UWT2, ... UWT(n-1), w których zostaje wzmacnione i podane do obwodów „bramka – katoda” tyrystorów układów zaworowych UZ1, UZ2, ... UZ(n-1), natomiast sygnały prostokątne z wyjść 3 komparatorów opóźnienia KO1, KO2, ... KO(n-1) podawane są odpowiednio do wejść 1, 2, ... (n-1) układu logicznego UL1, gdzie zostaje na nich wykonana operacja logicznego mnożenia, a sygnał będący wynikiem tego mnożenia podawany jest z wyjścia n układu logicznego UL1 do układu wyzwalania tyrystorów UWTn, skąd po wzmacnieniu jest podawany do obwodów „bramka – katoda” tyrystorów układu zaworowego UZn.

W przypadku, gdy po załączeniu urządzenia, silniki M1 i M2 będą wyprzedzać silnik Mn, a pozostałe będą się za nim opóźniać, na wyjściach 2 urządzeń pomiarowych UP1, i UP2, wystąpi sygnał o polaryzacji ujemnej i wartości proporcjonalnej do różnicy dróg odpowiednio między urządzeniami napędzanymi silnikami M1 i Mn oraz M2 i Mn. Na wyjściach 3 urządzeń pomiarowych UP1 i UP2 wystąpi sygnał o wartości zerowej lub dodatniej. Sygnały z wyjść 2 obu urządzeń pomiarowych UP1 i UP2 zostają poddane odpowiednio do wejść 1 komparatorów wyprzedzenia KW1 i KW2. Na wyjściach 3 tych komparatorów powstają impulsy prostokątne o szerokości tym mniejszej im większa jest różnica między drogami pokonanymi przez urządzenia napędzane silnikami M1 i M2, a urządzeniem napędzanym silnikiem Mn. Sygnały z wyjść 3 obu urządzeń pomiarowych UP1 i UP2 zostają podane do wejść 1 komparatorów opóźnienia KO1 i KO2. Na wyjściach 3 tych komparatorów wystąpią sygnały stałowartościowe dodatnie o wartości logicznej „1”. Jednocześnie na wyjściach 2 urządzeń pomiarowych UP3, ... UP(n-1) wystąpią sygnały o wartości zerowej lub dodatniej co w rezultacie spowoduje wystąpienie na wyjściach 3 komparatorów wyprzedzenia KW3, ... KW(n-1) sygnałów o wartości logicznej „1”. Na wyjściach 3 urządzeń pomiarowych UP3, ... UP(n-1) wystąpią sygnały o polaryzacji ujemnej i wartościach odpowiednio proporcjonalnych do różnicy dróg przebytych przez urządzenia napędzane silnikami M3, ... M(n-1) oraz urządzenie napędzane przez silnik Mn. W rezultacie na wyjściach 3 komparatorów opóźnienia KO3, ... KO(n-1) pojawia się sygnał prostokątny o szerokości tym mniejszej im większą wartość ma sygnał na wyjściu 3 odpowiedniego urządzenia pomiarowego.

Sygnały z wyjść 3 wszystkich komparatorów wyprzedzenia KW1, KW2, ... KW(n-1) zostają podane po wzmacnieniu w układach wyzwalania tyrystorów UWT1, UWT2, ... UWT(n-1) do obwodów „bramka – katoda” tyrystorów układów zaworowych UZ1, UZ2, ... UZ(n-1). W rezultacie kąty przewodzenia tyrystorów układów zaworowych UZ1 i UZ2 są mniejsze od maksymalnych i do silników M1 oraz M2 zostaje doprowadzone napięcie o obniżonej wartości, co powoduje obniżenie momentu napędowego tych silników, dzięki czemu silniki te wirują ze zmniejszoną prędkością obrotową, tak, aby różnica dróg pokonanych przez urządzenia napędzane tymi silnikami a drogą pokonaną przez urządzenie napędzane silnikiem Mn była jak najmniejsza. Tyrystory układów zaworowych UZ3, ... UZ(n-1) sąysterowane maksymalnie i silniki M3, ... M(n-1) rozwijając maksymalny moment powodują wyrównanie dróg przebywanych przez napędzane mechanizmy.

W wyniku przeprowadzenia działania iloczynu logicznego na sygnałach wyjściowych komparatorów opóźnienia KO1, KO2, ... KO(n-1), na wyjściu n układu logicznego UL1 pojawia się ten spośród sygnałów prostokątnych podanych na wejścia 1, 2, ... (n-1) układu logicznego UL1, który ma mniejszą szerokość, a więc odpowiadający temu z urządzeń napędzanych, które względem urządzenia napędzanego silnikiem Mn jest najbardziej opóźnione. Sygnałem tym zostająysterowane tyrystory układu zaworowego UZn, co powoduje, że do silnika Mn zostaje doprowadzone napięcie o wartości średniej zmniejszonej do takiej wielkości aby urządzenie napędzane silnikiem Mn jak najmniej wyprzedzało urządzenie najbardziej opóźnione. Silniki M3, M4, ... M(n-1) mając doprowadzone pełne napięcie sieci poprzez w pełniysterowane tyrystory układów zaworowych UZ3, ... UZ(n-1) rozwijają maksymalny moment przez co ujemna różnica między drogami przebytymi przez urządzenia napędzane silnikami M3, M4, ... M(n-1) a drogą przebytą przez urządzenie napędzane silnikiem Mn maleje do zera.

Jeśli różnica ta stanie się dodatnia dla urządzenia napędzanego dowolnym silnikiem, silnik napędzający to urządzenie będzie zasilany obniżonym napięciem analogicznie jak silnik M_1 , M_2 dostosowując swoją prędkość do silnika M_n . W rezultacie, w ustalonym stanie pracy silnik najbardziej obciążony ma dostarczone pełne napięcie sieci za pośrednictwem w pełni wysterowanych tyrystorów układu zaworowego, do tego właśnie silnika dostosuje swą prędkość silnik M_n , a do prędkości silnika M_n dostosują swą prędkość pozostałe silniki.

Układ dwukierunkowego współbieżnego sterowania dowolnej liczby silników M_1 , M_2 , ... M_n – w odróżnieniu od układu realizującego sposób jednokierunkowego sterowania współbieżnego dowolnej liczby silników indukcyjnych asynchronicznych posiada dodatkowy logiczny UL2.

Działanie współbieżnego układu dwukierunkowego jest identyczne jak układu jednokierunkowego z tą różnicą, że sygnały wyjściowe zarówno komparatorów wyprzedzenia KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$ jak i komparatorów opóźnienia KO_1 , KO_2 , ... $KO(n-1)$ są kierowane odpowiednio do układów wyzwalania tyrystorów UWT_1 , UWT_2 , ... $UWT(n-1)$ za pośrednictwem układu logicznego przełączającego UL2, a do układu wyzwalania tyrystorów UWT_n dodatkowo poprzez układ logiczny UL1.

Urządzenia pomiarowe UP_1 , UP_2 , ... $UP(n-1)$ mierzą różnice dróg przebytych przez poszczególne urządzenia napędzane silnikami M_1 , M_2 , ... $M(n-1)$ w odniesieniu do drogi przebytej przez urządzenia napędzane silnikiem M_n , przy czym droga ta mierzona jest kierunkowo. Gdy silniki obracają się w kierunku zwiększenia drogi przebywanej przez urządzenia napędzane, układ logiczny UL2 kieruje sygnały wyjściowe komparatorów wyprzedzenia KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$ do układów wyzwalania tyrystorów odpowiednio UWT_1 , UWT_2 , ... $UWT(n-1)$ i jednocześnie sygnały wyjściowe komparatorów opóźnienia KO_1 , KO_2 , ... $KO(n-1)$ odpowiednio do wejść 1, 2, ... (n-1) układu logicznego UL1.

Przy zmianie kierunku wirowania silników logiczny układ przełączający UL2 kieruje sygnały wyjściowe komparatorów wyprzedzenia KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$ do odpowiednich wejść 1, 2, ... (n-1) układu logicznego UL1 i jednocześnie sygnały wyjściowe komparatorów opóźnienia KO_1 , KO_2 , ... $KO(n-1)$ bezpośrednio do układów wyzwalania tyrystorów UWT_1 , UWT_2 , ... $UWT(n-1)$.

Zmiana kierunku wirowania silników indukcyjnych wymuszona jest przez doprowadzenie do stojanów silników napędowych napięcia sieci zasilającej o odwrotnej kolejności faz.

Dla prawidłowej pracy układu wymagana jest jednocześnie odpowiednia zmiana kolejności faz sygnałów synchronizujących generatory przebiegów piłokształtnych GP. Połączenia styczników kierunku lewego SL i kierunku prawego SP oraz zmiany synchronizacji dokonuje układ przełączający kierunkowy UK sterowany dwoma przyciskami PL i PP.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ współbieżnego sterowania silnikami asynchronicznymi, z n a m i e n n y t y m, że wejście jednego układu wyzwalania tyrystorów (UWT_n) połączone jest z wyjściem (n) mnożącego układu logicznego (UL1), a wejścia pozostałych układów wyzwalania tyrystorów (UWT_1 , UWT_2 , ... $UWT(n-1)$) przyłączone są do wyjść (3) komparatorów wyprzedzenia (KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$), i jednocześnie wejścia (1, 2, ... n-1) mnożącego układu logicznego (UL1) połączone są odpowiednio z wyjściami (3) komparatorów opóźnienia (KO_1 , KO_2 , ... $KO(n-1)$), przy czym, wejścia (2) komparatorów wyprzedzenia (KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$) i komparatorów opóźnienia (KO_1 , KO_2 , ... $KO(n-1)$) są połączone ze sobą i przyłączone do wyjścia (2) synchronizowanego siecią zasilającą generatora przebiegu piłokształtnego (GP), wejścia (1) komparatorów wyprzedzenia (KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$) przyłączone są odpowiednio do wyjść (2), a wejścia (1) komparatorów opóźnienia (KO_1 , KO_2 , ... $KO(n-1)$) przyłączone są odpowiednio do wyjść (3), urządzeń pomiarowych (UP_1 , UP_2 , ... $UP(n-1)$), przyłączonych swoimi wejściami (1) do wyjścia urządzenia pomiarowego (UP_n).

2. Układ współbieżnego sterowania silnikami asynchronicznymi, z n a m i e n n y t y m, że wejście jednego układu wyzwalania tyrystorów (UWT_n), połączone jest z wyjściem (n) mnożącego układu logicznego (UL1), a wejścia pozostałych układów wyzwalania tyrystorów (UWT_1 , UWT_2 , ... $UWT(n-1)$) przyłączone są odpowiednio do wyjść (1b, 2b, ... (n-1)/b) logicznego układu przełączającego (UL2), którego pozostałe wyjścia (1d, 2d, ... (n-1)/d) przyłączone są odpowiednio do wejść (1, 2, ... (n-1)) logicznego układu mnożącego (UL1), a dwa wejścia sterujące (5) i (6) połączone są z wyjściami (3) i (4) układu zadającego kierunek pracy (UK), a z pozostałych wejść, jedno (1a, 2a, ... (n-1)/a) połączone są odpowiednio z wyjściami (3) komparatorów wyprzedzenia (KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$), a drugie (1c, 2c, ... (n-1)/c) połączone są odpowiednio z wyjściami (3) komparatorów opóźnienia KO_1 , KO_2 , ... $KO(n-1)$), przy czym wejścia (2) komparatorów wyprzedzenia (KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$) i komparatorów opóźnienia (KO_1 , KO_2 , ... $KO(n-1)$) są połączone ze sobą i przyłączone do wyjścia (2) synchronizowanego siecią zasilającą generatora przebiegu piłokształtnego (GP), wejścia (1) komparatorów wyprzedzenia (KW_1 , KW_2 , ... $KW(n-1)$) przyłączone są odpowiednio do wyjść (2), a wejścia (1)

komparatorów opóźnienia (KO1, KO2, ... KO(n-1)) przyłączone są odpowiednio do wyjść (3) urządzeń pomiarowych (UP1, UP2, ... UP(n-1)) przyłączonych swoimi wejściami (1) do wyjścia urządzenia pomiarowego (UPn) mierzącego drogę przebytą przez urządzenie napędzane silnikiem (Mn).

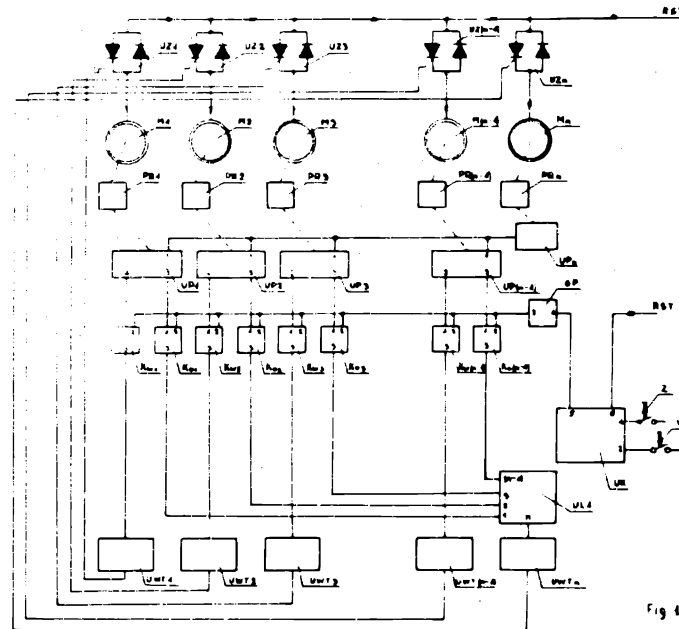


Fig 1

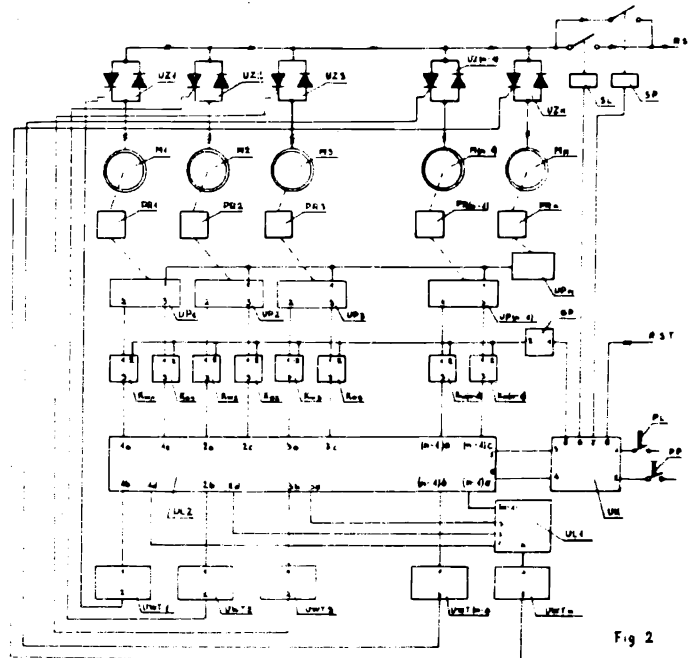


Fig 2