



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 08.07.76 (P. 191015)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 16.01.78

Opis patentowy opublikowano: 15.02.1980

CZYTELNIA

Urzedu Patentowego
w Warszawie (1980)

Int. Cl.² H02P 7/18

Twórcy wynalazku: Mieczysław Hauswirt, Wojciech Zarzycki, Ireneusz Szymerski, Sławomir Zaborowski

Uprawniony z patentu: Warszawskie Zakłady Urządzeń Informatyki „MERAMAT”, Warszawa (Polska)

Układ impulsowy do rewersyjnego sterowania silnika prądu stałego

1

Przedmiotem wynalazku jest układ impulsowy do rewersyjnego sterowania silnika prądu stałego, stosowany w szczególności w pamięciach taśmowych.

Stan techniki. Znany jest układ nawrotny silnika prądu stałego, sterowany modulatorem z regulowaną długością impulsów poprzez klucz tranzystorowy. W układzie tym uzyskuje się regulację prędkości obrotowej silnika i jego nawroty. Stopień wyjściowy tego układu składa się z czterech tranzystorów typu p-n-p, z jednego tranzystora typu n-p-n, z dziewięciu rezystorów i kondensatora. Elementy te są połączone w sposób opisany niżej. Kolektor pierwszego tranzystora typu p-n-p i emiter drugiego tranzystora typu p-n-p są połączone z początkiem uzwojenia twornika silnika prądu stałego. Emiter trzeciego tranzystora typu p-n-p i kolektor czwartego tranzystora typu p-n-p są połączone z końcem uzwojenia twornika tego silnika. Emiter pierwszego tranzystora jest połączony z emiterem czwartego tranzystora i z dodatnim biegunem źródła zasilania.

Baza pierwszego tranzystora, poprzez pierwszy rezystor, jest połączona z dodatnim biegunem źródła zasilania, natomiast poprzez drugi rezystor jest ona połączona z bazą trzeciego tranzystora. Baza czwartego tranzystora, poprzez trzeci rezystor, jest połączona z bazą drugiego tranzystora, natomiast poprzez czwarty rezystor jest ona połączona z dodatnim biegunem źródła zasilania. Baza drugiego

2

tranzystora jest połączona, poprzez piąty rezystor, z punktem o potencjale odniesienia zaś baza trzeciego tranzystora jest połączona z tym punktem poprzez szósty rezystor. Poza tym baza drugiego tranzystora jest połączona, poprzez siódmy rezystor, z bazą piątego tranzystora typu n-p-n, natomiast baza trzeciego tranzystora połączona z kolektorem tego tranzystora typu n-p-n.

Kolektor drugiego tranzystora jest połączony z kolektorem trzeciego tranzystora, emiterem piątego tranzystora oraz z punktem o potencjale odniesienia. Emiter czwartego tranzystora jest połączony poprzez ósmy rezystor z bazą trzeciego tranzystora oraz poprzez dziewiąty rezystor z bazą piątego tranzystora. Baza piątego tranzystora jest połączona z pierwszą elektrodą kondensatora, przy czym druga elektroda tego kondensatora jest połączona z kolektorem drugiego tranzystora. Między bazą drugiego tranzystora a punktem o potencjale odniesienia jest włączony klucz tranzystorowy. Zasada działania tego układu jest następująca. Gdy klucz tranzystorowy jest zamknięty nasycają się tranzystory drugi i czwarty przez przejście emiter-kolektor tranzystora czwartego i obwód obciążenia. Analogicznie, gdy klucz tranzystorowy jest otwarty, tym razem jednakże już za pomocą tranzystora typu n-p-n nasycają się tranzystory pierwszy i trzeci, zaś tranzystory drugi i czwarty zostają odcięte.

Dzielniki napięcia złożone z rezystorów pierwszego, drugiego i szóstego oraz trzeciego, czwartego

i piątego służą do uzyskiwania dokładnego zadziałania tranzystorów układu mostkowego. Rezystory siódmy, ósmy i dziewiąty oraz kondensator zapewniają niezawodną pracę piątego tranzystora.

Istota wynalazku. Rewersyjny układ impulsowy sterujący silnik prądu stałego składa się z konwertera napięcie — czas, komparatora zera, przełącznika elektronicznego, członu ustawiającego strefę nieczułości i impulsowego wzmacniacza mocy sterującego silnik prądu stałego. Elementy te są połączone w sposób opisany niżej. Pierwsze wejście konwertera napięcie — czas jest połączone z wejściem komparatora zera. Wyjście konwertera napięcie — czas jest połączone z pierwszym wejściem przełącznika elektronicznego. Wyjście komparatora zera jest połączone z drugim wejściem konwertera napięcie — czas i z drugim wejściem przełącznika elektronicznego. Wyjście przełącznika elektronicznego jest połączone z wejściem członu ustawiającego strefę nieczułości. Wyjście członu ustawiającego strefę nieczułości jest połączone z wejściem impulsowego wzmacniacza mocy. Wyjście impulsowego wzmacniacza mocy jest połączone z początkiem uzwojenia twornika silnika prądu stałego, przy czym koniec tego uzwojenia jest połączony z punktem o potencjale odniesienia.

Konwerter napięcie — czas ma takie właściwości, że w przypadku gdy wartość napięcia wejściowego jest mniejsza od dodatniej wartości określonego napięcia minimalnego, a większa lub równa zeru, to na wyjściu tego konwertera jest poziom wysoki. W miarę wzrostu wartości napięcia wejściowego, to znaczy gdy ta wartość staje się większa od dodatniej wartości określonego napięcia minimalnego, konwerter zaczyna generować falę prostokątną ujemną o takich właściwościach, że współczynnik wypełnienia tej fali jest wprost proporcjonalny do iloczynu stałej tego konwertera przez wartość napięcia wejściowego. W przypadku gdy wartość napięcia wejściowego jest mniejsza lub równa zeru a większa niż ujemna wartość określonego napięcia minimalnego, to na wyjściu tego konwertera jest poziom niski. W momencie, gdy wartość napięcia wejściowego jest mniejsza lub równa ujemnej wartości określonego napięcia minimalnego, konwerter generuje falę prostokątną dodatnią o takich właściwościach, że współczynnik wypełnienia tej fali jest wprost proporcjonalny do iloczynu stałej tego konwertera przez wartość napięcia wejściowego.

Komparator zera ma takie właściwości, że dodając wartość napięcia wejściowego ustawia jego wyjście na poziomie ujemnym, natomiast ujemna wartość tego napięcia ustawia wyjście tego komparatora na poziomie dodatnim. Poziomy na wyjściu komparatora zera sterują konwerterem i przełącznikiem elektronicznym.

Przełącznik elektroniczny ma takie właściwości, że dla poziomu niskiego podanego na jego wejście z wyjścia komparatora zera, na wyjściu tego przełącznika pojawia się fala prostokątna, której wartość amplitudy zmienia się od zera do ujemnej wartości napięcia zasilającego wzmacniacz mocy, natomiast dla poziomu wysokiego — wartość tej

amplitudy zmienia się od zera do dodatniej wartości napięcia zasilającego wzmacniacz mocy.

Człon ustawiający strefę nieczułości ma takie właściwości, że dla wartości napięcia wejściowego mniejszej lub równej dodatniej wartości określonego napięcia minimalnego, a większej lub równej ujemnej wartości określonego napięcia minimalnego, wartość napięcia wyjściowego jest równa zeru i tym samym człon ten w tym przypadku zabezpiecza przed niewłaściwym wystawianiem wzmacniacza mocy.

Objaśnienie figur rysunku. Rewersyjny układ impulsowy sterujący silnik prądu stałego w przykładzie wykonania, jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia jego schemat blokowy, fig. 2 — schemat ideowy, a fig. 3 — wykres przebiegów napięciowych.

Przykład wykonania. Układ według wynalazku składa się z konwertera A napięcie — czas, komparatora B zera, przełącznika elektronicznego C, członu D ustawiającego strefę nieczułości i impulsowego wzmacniacza E mocy. Elementy te są połączone następująco. Wejście konwertera A napięcie — czas zwanego dalej konwerterem, jest dołączone do źródła napięcia wejściowego, nie pokazanego na rysunku, i jest połączone z wejściem komparatora B zera, zwanego dalej komparatorem. Wyjście konwertera A jest połączone z pierwszym wejściem przełącznika elektronicznego C. Wyjście komparatora B jest połączone z drugim wejściem przełącznika elektronicznego C i z drugim wejściem konwertera A. Wyjście przełącznika elektronicznego C jest połączone z wejściem członu D ustawiającego strefę nieczułości, zwanego dalej członem ustawiającym. Wyjście członu ustawiającego D jest połączone z wejściem impulsowego wzmacniacza E mocy. Wyjście impulsowego wzmacniacza E mocy jest połączone z początkiem uzwojenia twornika silnika F prądu stałego, zwanego dalej silnikiem.

Koniec uzwojenia twornika silnika F jest połączony z punktem o potencjale odniesienia. Konwerter A składa się z pierwszego wzmacniacza liniowego 1, pierwszego tranzystora 2 typu n-p-n, drugiego tranzystora 3 typu p-n-p, pierwszego kondensatora 4, ośmiu rezystorów 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, pierwszego, drugiego, trzeciego, czwartego, piątego, szóstego, siódmego i ósmego. Pierwsze wejście wzmacniacza liniowego 1 jest połączone z emiternem pierwszego tranzystora 2 typu n-p-n poprzez pierwszy rezystor 5, z zaciskiem wejściowym we poprzez drugi rezystor 6, z emiternem drugiego tranzystora 3 typu p-n-p i z pierwszą elektrodą pierwszego kondensatora 4. Poza tym wejście to jest sprzęgnięte z wyjściem wzmacniacza 1 poprzez trzeci rezystor 7. Drugie wejście wzmacniacza liniowego 1 jest połączone, poprzez czwarty rezystor 8, z punktem o potencjale odniesienia, natomiast poprzez rezystor piąty 9 jest ono sprzęgnięte z wyjściem tego wzmacniacza 1. Wyjście wzmacniacza 1 jest wyjściem konwertera A. Kolektor pierwszego tranzystora 2 jest połączony z dodatnim biegunem pierwszego źródła zasilania.

Kolektor drugiego tranzystora 3 typu p-n-p jest

połączony, poprzez szósty rezystor 10, z ujemnym biegunem pierwszego źródła zasilania. Baza pierwszego tranzystora 2 jest połączona, poprzez siódmy rezystor 11, z wyjściem komparatora B. Podobnie jest połączona baza drugiego tranzystora 3 z tym, że poprzez ósmy rezystor 12. Druga elektroda pierwszego kondensatora 4 jest połączona z punktem o potencjale odniesienia. Komparator B składa się z drugiego wzmacniacza liniowego 13 i z dwóch rezystorów 14, 15 dziewiątego i dziesiątego. Pierwsze wejście drugiego wzmacniacza 13 jest połączone, poprzez dziewiąty rezystor 14, z zaciskiem wejściowym we. Drugie wejście tego wzmacniacza 13 jest połączone, poprzez dziewiąty rezystor 15, z punktem o potencjale odniesienia. Wyjście drugiego wzmacniacza 13 jest wyjściem komparatora B.

Przełącznik elektroniczny C składa się z dwóch tranzystorów 16, 17 trzeciego n-p-n i czwartego typu p-n-p, z trzech rezystorów 18, 19, 20 jedenastego, dwunastego i trzynastego oraz z czterech diod półprzewodnikowych 21, 22, 23, 24, pierwszej, drugiej, trzeciej i czwartej. Kolektor trzeciego tranzystora 16 typu n-p-n i kolektor czwartego tranzystora 17 typu p-n-p, stanowiącego pierwsze wejście klucza elektronicznego C, są połączone z wyjściem konwertera A. Baza trzeciego tranzystora 16 jest połączona z katodą pierwszej diody półprzewodnikowej 21 oraz, poprzez jedenasty rezystor 18, jest ona połączona z wyjściem komparatora B, przy czym anoda tej diody 21 jest połączona z punktem o potencjale odniesienia. Baza czwartego tranzystora 17 jest połączona z anodą drugiej diody półprzewodnikowej 22 oraz, poprzez dwunasty rezystor 19, jest ona połączona również z wyjściem komparatora B, przy czym katoda tej diody 22 jest połączona z punktem o potencjale odniesienia.

Punkt połączenia jedenastego rezystora 18 z dwunastym rezystorem 19 stanowi drugie wejście przełącznika elektronicznego C. Emiter trzeciego tranzystora 16 jest połączony z anodą trzeciej diody półprzewodnikowej 23. Emiter czwartego tranzystora 17 jest połączony z katodą czwartej diody półprzewodnikowej 24. Katoda trzeciej diody półprzewodnikowej 23 jest połączona z anodą czwartej diody półprzewodnikowej 24 i z pierwszą końcówką trzynastego rezystora 20, przy czym druga końcówka tego rezystora 20 jest połączona z punktem o potencjale odniesienia. Punkt połączenia katody trzeciej diody 23, anody czwartej diody 24 i trzynastego rezystora 20, stanowi wyjście klucza elektronicznego C.

Człon ustawiający D składa się z czternastego rezystora 25 i z dwu diod półprzewodnikowych 26, 27 piątej i szóstej. Anoda piątej diody 26 jest połączona z katodą szóstej diody 27, przy czym ten punkt połączenia stanowi wejście członu ustawiającego D. Katoda piątej diody 26 jest połączona z anodą szóstej diody 27 i z pierwszą końcówką czternastego rezystora 25. Druga końcówka czternastego rezystora 25 jest połączona z punktem o potencjale odniesienia. Punkt połączenia katody piątej diody 26 z anodą szóstej diody 27 i z czternastym rezystorem 25 jest wyjściem członu ustawiającego D. Impulsowy wzmacniacz E mocy skła-

da się z trzeciego wzmacniacza liniowego 28, z dwóch tranzystorów 29, 30 piątego i szóstego typu p-n-p, z czterech tranzystorów 31, 32, 33, 34, siódmego, ósmego, dziewiątego i dziesiątego typu n-p-n, z dwóch diod 35, 36 Zenera, z dwóch kondensatorów elektrolitycznych 37, 38 i z dziewięciu rezystorów 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 piętnastego, szesnastego, siedemnastego, osiemnastego, dziewiętnastego, dwudziestego, dwudziestego pierwszego, dwudziestego drugiego i dwudziestego trzeciego.

Pierwsze wejście trzeciego wzmacniacza liniowego 28 jest połączone, poprzez piętnasty rezystor 39, z punktem o potencjale odniesienia, oraz poprzez szesnasty rezystor 40 jest ono połączone z emitерem ósmego tranzystora 32 typu n-p-n, z kolektorem dziewiątego tranzystora 33 typu n-p-n, z kolektorem dziesiątego tranzystora 34 typu n-p-n i z początkiem uzwojenia twornika silnika F, przy czym punkt połączenia tych elementów jest wyjściem impulsowego wzmacniacza E mocy. Drugie wejście trzeciego wzmacniacza 28 jest połączone, poprzez siedemnasty rezystor 41 z wyjściem członu ustawiającego D.

Wyjście trzeciego wzmacniacza 28 jest połączone, poprzez osiemnasty rezystor 42, z początkiem uzwojenia twornika silnika F oraz poprzez dziewiętnasty rezystor 43 jest ono połączone z punktem o potencjale odniesienia. Poza tym trzeci wzmacniacz 28 jest zasilany z jednej strony przez układ powstały z połączenia tranzystorów 30, 31, 32 szóstego, siódmego i ósmego, z pierwszej diody 35 Zenera, z pierwszego kondensatora elektrolitycznego 37 i z rezystorów 44, 45 dwudziestego i dwudziestego pierwszego, łącząc się z tym układem poprzez emiter szóstego tranzystora 31, z drugiej strony wzmacniacz 28 ten jest zasilany przez układ powstały z połączenia tranzystorów 29, 33, 34 piątego, dziewiątego i dziesiątego, z drugiej diody 36 Zenera, z drugiego kondensatora elektronicznego 38 i rezystorów 46, 47 dwudziestego drugiego i dwudziestego trzeciego, łącząc się z tym układem poprzez emiter piątego tranzystora 29. Emiter szóstego tranzystora 35 i kolektor ósmego tranzystora 32 są połączone z dodatnim biegunem $+U$ drugiego źródła zasilania. Kolektor siódmego tranzystora jest połączony z bazą szóstego tranzystora 30 i poprzez dwudziesty pierwszy rezystor 45 z dodatnim biegunem $+U$ drugiego źródła zasilania, natomiast baza tego tranzystora 31 jest połączona z tym biegunem $+U$ poprzez dwudziesty rezystor 44. Poza tym baza tego tranzystora 31 jest połączona z katodą pierwszej diody 35 Zenera i z dodatnią elektrodą pierwszego kondensatora elektrolitycznego 37.

Anoda pierwszej diody 35 Zenera i ujemna elektroda pierwszego kondensatora elektrolitycznego 37 są połączone z punktem o potencjale odniesienia. Kolektor piątego tranzystora 29 jest połączony z bazą dziewiątego tranzystora 33 i poprzez dwudziesty trzeci rezystor 47 jest on połączony z ujemnym biegunem $-U$ drugiego źródła zasilania. Baza tego tranzystora 29 jest połączona z anodą drugiej diody 36 Zenera i z ujemną elektrodą drugiego kondensatora elektrolitycznego 38 oraz, poprzez dwudziesty drugi rezystor 46, jest

ona połączona z ujemnym biegunem $-U$ drugiego źródła zasilania. Katoda drugiej diody 36 Zenera i dodatnia elektroda drugiego kondensatora elektrolitycznego 38 są połączone z punktem o potencjale odniesienia. Emiter dziewiątego tranzystora 33 jest połączony z bazą dziesiątego tranzystora 34. Emiter dziesiątego tranzystora 34 jest połączony z ujemnym biegunem $-U$ drugiego źródła zasilania.

Napięcie wejściowe U_{we} oddziałuje na rewersyjny układ impulsowy w następujący sposób. W przypadku gdy wartość tego napięcia jest mniejsza od dodatniej wartości określonego $+U_{min}$ a większa lub równa zeru, to na wyjściu wy c konwertera A jest poziom wysoki. W miarę wzrostu wartości napięcia wejściowego U_{we} , to znaczy gdy ta wartość staje się większa od dodatniej wartości określonego napięcia minimalnego $+U_{min}$, konwerter A zaczyna generować falę prostokątną ujemną o takich właściwościach, że współczynnik t_1/T wypełnienia tej fali jest wprost proporcjonalny do iloczynu stałej tego konwertera A przez wartość napięcia wejściowego U_{we} .

W przypadku gdy wartość napięcia wejściowego U_{we} jest mniejsza lub równa zeru a większa niż ujemna wartość określonego napięcia minimalnego $-U_{min}$, to na wyjściu tego konwertera A jest poziom niski. W momencie gdy wartość napięcia wejściowego U_{we} jest mniejsza lub równa ujemnej wartości określonego napięcia minimalnego $-U_{min}$, konwerter generuje falę prostokątną dodatnią o takich właściwościach, że współczynnik t_2/T wypełnienia tej fali jest wprost proporcjonalny do iloczynu stałej tego konwertera przez wartość napięcia wejściowego U_{we} . To samo napięcie wejściowe U_{we} jest podane również na wejście komparatora B. Dodatnia wartość tego napięcia U_{we} ustawia wyjście wy b komparatora B na poziomie ujemnym, natomiast ujemna wartość tego napięcia U_{we} ustawia wyjście wy b komparatora B na poziomie dodatnim. Poziomy na wyjściu wy b komparatora B sterują konwerterem A poprzez drugie wejście tego konwertera A i przełącznikiem elektronicznym C poprzez drugie wejście tego przełącznika C.

Poziom niski, podany na drugie wejście przełącznika elektronicznego C z wyjścia komparatora B, powoduje pojawienie się na wyjściu wy d tego przełącznika C fali prostokątnej, której war-

tość amplitudy zmienia się od zera do ujemnej wartości napięcia $-U$ zasilającego wzmacniacza E mocy, natomiast poziom wysoki — powoduje pojawienie się fali prostokątnej, której wartość amplitudy zmienia się od zera do dodatniej wartości napięcia $+U$ zasilającego wzmacniacz E mocy.

Poza tym dla wartości napięcia wejściowego U_{we} mniejszej lub równej dodatniej wartości określonego napięcia minimalnego $+U_{min}$, a większej lub równej ujemnej wartości określonego napięcia minimalnego $-U_{min}$, wartość napięcia wyjściowego na wyjście członu ustawiającego D jest równa zeru. W tym przypadku człon ustawiający D zabezpiecza przed niewłaściwym występowaniem wzmacniacza E mocy.

Opisany układ ma tę zaletę, że nie potrzebuje informacji o kierunku przepływu prądu w uzwojeniu twornika silnika F aby uniknąć prądów skrośnych w tranzystorach mocy bezpośrednio sterujących tym silnikiem F. Układ ten zmniejsza również składową zmienną prądu płynącego w obwodzie silnika F.

Wynalazek nie ogranicza się do przykładu wykonania. W zależności od sposobu rozwiązania stopnia wejściowego może on być sterowany również cyfrowo.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ impulsowy do rewersyjnego sterowania silnika prądu stałego zawierający klucz elektroniczny, połączony pośrednio z wejściem wzmacniacza impulsowego mocy, którego wyjście jest połączone z uzwojeniem twornika silnika prądu stałego, **znamienny** tym, że ma konwerter napięcie — czas (A), którego wyjście (wy c) jest połączone z pierwszym wejściem znanego klucza elektronicznego (C) oraz ma komparator zera (B), którego wejście jest połączone z wejściem pierwszym konwertera napięcie — czas (A), natomiast wyjście tego komparatora zera (B) jest połączone z drugim wejściem konwertera napięcie — czas (A) i z drugim wejściem znanego klucza elektronicznego (C).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny** tym, że wyjście znanego klucza elektronicznego (C) jest połączone, poprzez człon (D) ustawiający strefę nieczułości, z wejściem znanego wzmacniacza impulsowego mocy (E).

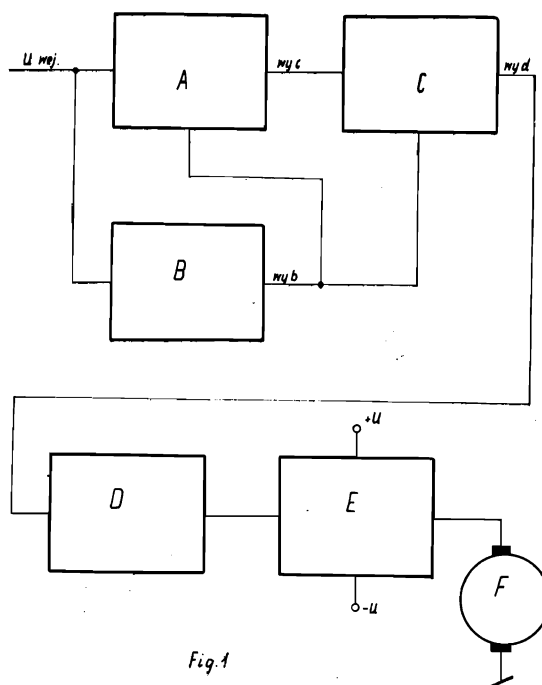


Fig. 1

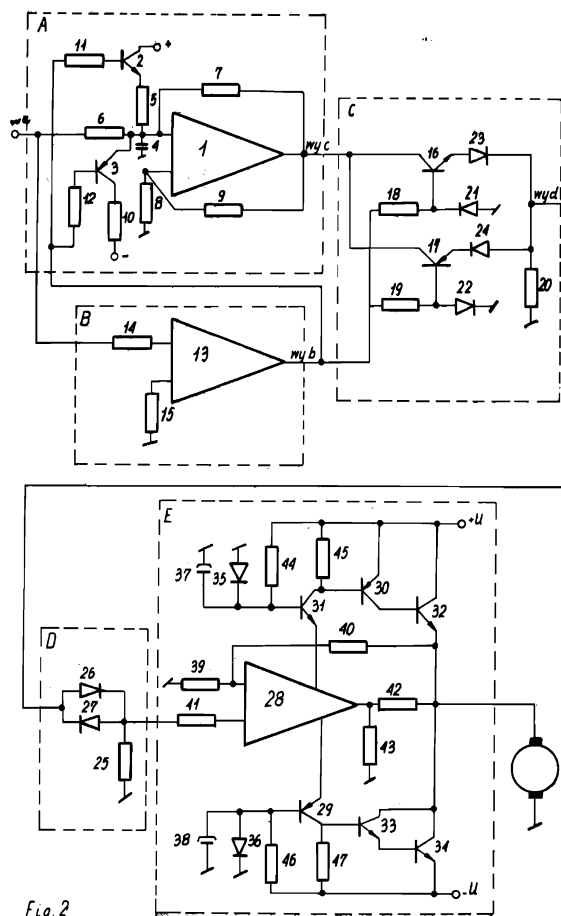


Fig. 2

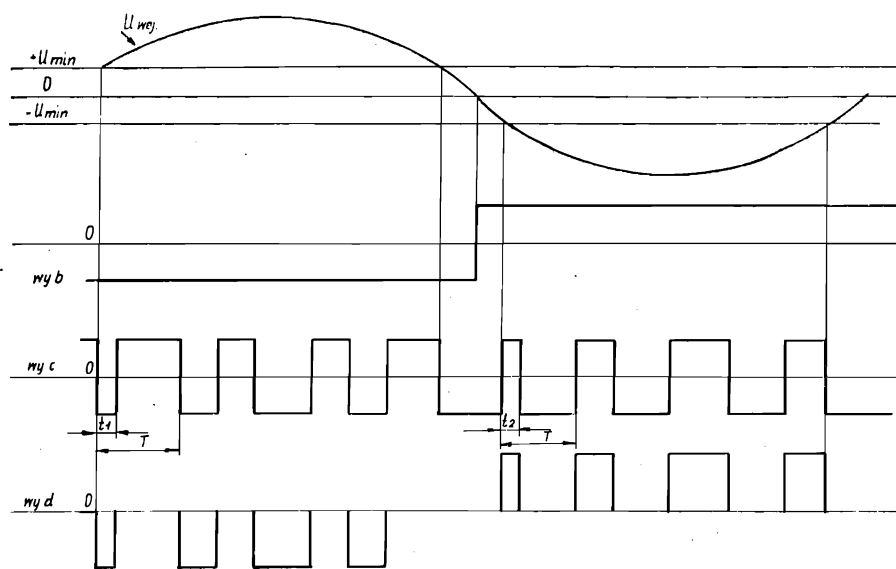


Fig. 3