

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 19.VII.1969 (P 134 951)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 15.X.1971

Kl. 21 d¹, 39

MKP H 02 k, 29/02



Twórca wynalazku: Michał Woźnica

Właściciel patentu: Wrocławskie Zakłady Elektroniczne „Elwro”, Wrocław (Polska)

**Silnik prądu stałego z układem elektronicznym
do jego sterowania**

1

Przedmiotem wynalazku jest silnik prądu stałego z układem elektronicznym do jego sterowania przeznaczony do stosowania w układach automatyki, oraz w układach napędowych.

Znane, stosowane silniki prądu stałego mają komutator poprzez który zasilą się uzwojenia twornika. W układach automatyki stosowane są silniki zasilane impulsowo, które posiadają stałe bieguny magnetyczne, lub tak wykonane uzwojenia, że wymagają one stosowania pierścieni ślizgowych umocowanych na wirniku.

Znane silniki prądu stałego mają szereg wad do których przede wszystkim należą: konieczność zasilania twornika poprzez ruchome elementy stykowe składające się z nieruchomych szczotek, wycinków wirującego komutatora lub pierścienia ślizgowego, duża zależność mocy silnika od wielkości obrotów wirnika, trudności w regulacji i stabilizacji obrotów wynikające z konieczności stosowania regulowanych ręcznie lub serwo mechanizmami opornic regulacyjnych na których ponadto występują straty cieplne, lub z konieczności stosowania wzmacniaczy elektromaszynowych nie dających jednak możliwości uzyskiwania małych obrotów.

Wadą znanych silników prądu stałego jest konieczność stosowania reduktorów obrotów, lub przekładni wielostopniowych w tych przypadkach, w których zachodzi potrzeba wielokrotnego obniżania wielkości obrotów przy zachowaniu stałej mocy oddawanej przez silnik. Znane silniki impulsowe umożliwiają większą sterowność, nie pozwalają jednak na uzyskanie odpo-

2

wiednio dużych mocy wymaganych w układach napędowych.

Celem wynalazku jest uzyskanie momentów napędowych przy zmienianej w szerokich granicach liczbie obrotów z równoczesnym zapewnieniem stałej mocy silnika, bez stosowania reduktorów, przekładni wielostopniowych, przekładni bezstopniowych, oraz wzmacniaczy elektromaszynowych, oraz zapewnienie możliwości dokonywania w dowolnej chwili zmiany kierunku momentu napędowego a przede wszystkim wyeliminowania komutatora.

Zadaniem wynalazku jest skonstruowanie silnika, realizującego postawiony cel.

Cel ten został osiągnięty przez skonstruowanie silnika prądu stałego z układem elektronicznym do jego sterowania, który to silnik jest utworzony z dwóch elektromagnetycznych zespołów odizolowanych od siebie magnetycznie i elektrycznie, zasilanych na przemian z elektronicznego układu a każdy z elektromagnetycznych zespołów składa się z uzwojenia nawiniętego na nieruchomym rdzeniu zaopatrzonym w określoną ilość równomiernie rozmieszczonych nabiegunków oraz takiej samej ilości magnetycznych zwór umieszczonych na wirniku wspólnym dla obu elektromagnetycznych zespołów przy czym zwory wirnika oraz rdzenie obydwu elektromagnetycznych zespołów są usytuowane współosiowo i obrócone względem siebie o taką stałą wartość kątową, że przy całkowitym zamknięciu obwodów magnetycznych w jednym zespole, obwody magnetyczne drugiego zespołu są maksymalnie rozwarłe.

Taki silnik umożliwia zasilanie jego nieruchomych uzwojeń bez konieczności stosowania komutatora lub stałych magnesów. Pozwala on na płynną lub skokową regulację obrotów w zakresie od obrotów maksymalnych do 0,05 wartości obrotów maksymalnych, przy czym w zależności od ilości zwór i nabiegunków oraz użytych do ich wykonania materiałów można uzyskać wartości obrotów od kilku obrotów na minutę do kilkudziesięciu tysięcy obrotów na minutę. Pozwala on również na zmianę kierunku momentu napędowego w dowolnej chwili, co wywołuje efekt hamowania.

Silnik według wynalazku może być wykonany na dowolne moce w zakresie od ułamków watów do kilku kilowatów, przy czym w porównaniu ze znanymi silnikami komutatorowymi jego gabaryty są kilkakrotnie mniejsze przy danej mocy i obrotach, eliminuje ponadto kłopotliwe uzwojenia ramkowe.

Silnik według wynalazku może być skonstruowany w ten sposób, że nieruchome uzwojenie jest usytuowane wewnątrz wirnika lub też wirnik może być usytuowany wewnątrz nieruchomych uzwojeń.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony w dwóch przykładach wykonania przedstawionych na załączonych rysunkach, na których fig. 1 przedstawia przekrój wzdłużny poosiowy silnika, z wirnikiem zewnętrznym, fig. 2 tarczę idykatora położenia wirnika, fig. 3 i 4 dwa przekroje poprzeczne silnika, fig. 5 schemat elektronicznego układu sterowania silników, fig. 6 przedstawia przekrój wzdłużny poosiowy drugiego przykładu wykonania silnika, z wirnikiem wewnętrznym, zaś fig. 7 i 8 przekroje poprzeczne tego silnika.

Silnik według wynalazku ma sworzeń 1 na którym są zamocowane rdzenie 2 i 3 i między którymi jest umieszczony dystansowy pierścień 4 wykonany z materiału niemagnetycznego.

Na rdzeniu 2 jest nawinięte uzwojenie 5, a na rdzeniu 3 jest nawinięte uzwojenie 6. Końcówki uzwojeń 5 i 6 są wyprowadzone poprzez wydrążenie w sworzniu 1. Na bocznych ścianach rdzeni 2 i 3 są ukształtowane nabiegunki 7. Na sworzniu 1 są ułożyskowane tarcze 8 i 9 na których jest zamocowany cylindryczny wirnik 10. Na wewnętrznej cylindrycznej powierzchni wirnika 10 są ukształtowane magnetyczne zwory 11 wzdłuż tworzącej wirnika, przy czym długości zwór są równe długościom rdzeni.

Rdzeń 2 z nawiniętym na nim uzwojeniem 5 i współpracującymi z jego nabiegunkami 7 magnetycznymi zworami 11 wirnika 10 tworzą jeden odizolowany magnetycznie i elektrycznie zespół elektromagnetyczny zaś rdzeń 3 z nawiniętym na nim uzwojeniem 6 i współpracującymi z jego nabiegunkami 7 magnetycznymi zworami 11 wirnika 10 tworzą drugi odizolowany magnetycznie i elektrycznie zespół elektromagnetyczny. Zwory 11 wirnika 10 oraz nabiegunki 7 rdzeni 2 i 3 są usytuowane współosiowo i rozmieszczone równomiernie.

Obwody magnetyczne jednego zespołu elektromagnetycznego są utworzone przez rdzeń 2, nabiegunki 7 tego rdzenia, wirujące nad rdzeniem 2 zwory 11 i szczeliny powietrzne między czołami nabiegunków 7 i zwór 11.

Obwody magnetyczne drugiego zespołu elektromagnetycznego są utworzone analogicznie. Zwory 11 wirnika 10 oraz nabiegunki 7 jednego zespołu elektromagnetycznego są tak usytuowane względem zwór 11 wirnika 10 i nabiegunków 7 drugiego zespołu, że przy całko-

witym zamknięciu obwodów magnetycznych w jednym zespole, obwody magnetyczne drugiego zespołu są maksymalnie rozwarte.

Na tarczy 8 jest zamocowana tarcza 12 indykatorów 13 położenia wirnika 10 odwzorująca położenie wirnika 10 względem nieruchomych rdzeni 2 i 3. Na sworzniu 1 jest zamocowany korpus 14 indykatorów 13 w którym są zamocowane dwa indykatory 13. Sworzeń 1 jest umocowany w korpusie dowolnego kształtu.

Silnik według wynalazku jest zaopatrzony w elektroniczny układ sterujący zasilaniem uzwojeń 5 i 6 ze źródła 15 napięcia stałego. Układ sterujący posiada dwa elektroniczne przełączniki 16 i 17. Elektroniczny przełącznik 16 jest włączony szeregowo między źródło 15 napięcia stałego i uzwojenie 5. Elektroniczny przełącznik 17 jest włączony szeregowo między źródło 15 napięcia stałego i uzwojenie 6.

Wejście sterujące elektronicznego przełącznika 16 jest połączone z wyjściem iloczynowego układu 18, zaś wejście sterujące elektronicznego przełącznika 17 jest połączone z wyjściem drugiego iloczynowego układu 19. Każdy z iloczynowych układów ma dwa wejścia. Jedno wejście iloczynowego układu 18 jest połączone z wyjściem „0” uniwibratora 20, którego wejście „1” jest połączone przez węzeł A i różniczkujący układ 21 z jednym wejściem iloczynowego układu 19.

Węzeł A poprzez sprzężony przełącznik 22, jest połączony z jednym z wyjść przerzutnika 23. Drugie wejście iloczynowego układu 18 jest połączone przez różniczkujący układ 24 i węzeł B z wejściem „1” uniwibratora 25, którego wyjście „0” jest połączone z drugim wejściem iloczynowego układu 19. Węzeł B jest połączony poprzez sprzężony przełącznik 22 z drugim wyjściem przerzutnika 23. Indykatory 13 położenia wirnika 10 są połączone z wejściem formującego układu 26, którego wyjście steruje wejściem przerzutnika 23.

Do formującego układu 26 jest podłączony przełącznik 27 włączający i wyłączający silnik. Uniwibratory 20 i 25 posiadają sprzężone mechanicznie regulatory 28 do współbieżnego nastawiania szerokości impulsów. Wyjścia C i D formującego układu 26 są połączone odpowiednio z elektronicznymi przełącznikami 16 i 17. Węzeł A połączony jest z wyłączającym wejściem F elektronicznego przełącznika 16, zaś węzeł B z wyłączającym wejściem E elektronicznego przełącznika 17.

Silnik według wynalazku w drugim przykładzie wykonania różni się od silnika omówionego w pierwszym przykładzie wykonania tym, że wewnątrz nieruchomego korpusu 29 z zamocowanymi do niego rdzeniami 2a i 3a jest ułożyskowany wałek 30 za pośrednictwem tarcz 8a i 9. Na wałku 30 jest trwale zamocowany wirnik 10a z ukształtowanymi na jego zewnętrznej powierzchni magnetycznymi zworami 11a.

Wewnątrz rdzeni 2a i 3a są nawinięte uzwojenia 5a i 6a. Między rdzeniami 2a i 3a jest umieszczona dystansowa tuleja 4a wykonana z materiału niemagnetycznego. Tarcza 12a indykatorów 13 położenia wirnika 10a jest zamocowana na wałku 30. Na korpusie 29 silnika jest zamocowany korpus 14a indykatorów 13 położenia wirnika 10a. Silnik jest sterowany elektronicznym układem już opisanym.

Działanie silnika według wynalazku przebiega następująco:

Przed uruchomieniem silnika przełącznik 27 znajduje się w położeniu Stop. Indykatory 13 położenia wirnika

40 względem nieruchomych rdzeni 2 i 3 silnika oraz przełącznik 27 znajdujący się w położeniu Stop wymuszają za pośrednictwem formującego układu 26 taki stan przerzutnika 23, że przełączenie przełącznika 27 w stronę Start powoduje przerzut napięć na wyjściach „1” i „0” przerzutnika 23. Na moment przed wystąpieniem przerzutu przerzutnika 23 na wyjściach C i D formującego układu 26 pojawiają się stałe potencjały elektryczne, które otwierają iloczynowe wejścia elektronicznych przełączników 16 i 17 na okres pracy silnika.

W momencie przerzutu przerzutnika 23 na jednym z jego wyjść pojawia się skok napięcia do wartości odpowiadającej logicznemu „1”. Skok ten przenosi się do węzła A lub B w zależności od położenia sprzężonego przełącznika 22 ustalającego kierunek momentu napędowego silnika. Przed wystąpieniem na jednym z węzłów A lub B skoku napięcia do wartości odpowiadającej logicznemu „1” na wyjściach „0” uniwibratorów 20 i 25 istnieje napięcie odpowiadające logicznemu „1” ponieważ uniwibratory 20 i 25 znajdują się w stanie „1” tylko w tym czasie, kiedy wytwarzają na swoich wyjściach impulsy napięcia wywołane pojawieniem się na ich wejściach „1” skoku napięcia do wartości odpowiadającej logicznemu „1”.

Skok napięcia do wartości logicznej „1” występujący na jednym z węzłów A lub B ulega zróżniczkowaniu w połączonym z tym węzłem różniczkującym układzie 21 lub 24 oraz powoduje wytworzenie jednego impulsu w połączonym z tym węzłem uniwibratorze 20 lub 25. Zróżniczkowany impuls przeniesiony zostaje poprzez jeden z iloczynowych układów 19 lub 18 na iloczynowe wejście jednego z elektronicznych przełączników 16 lub 17 powodując włączenie na uzwojenie 5 lub 6 napięcia zasilania ze źródła 15 napięcia stałego.

Wytworzony na wyjściu „0” jednego z uniwibratorów 20 lub 25 impuls napięcia odpowiadającego logicznemu „0”, blokuje połączony z tym wyjściem iloczynowy układ 21 lub 24. Czas trwania impulsów uniwibratorów 20 i 25 określony jest przez wybrane położenie sprzężonych mechanicznie regulatorów 28 szerokości impulsów.

Po włączeniu jednego z elektronicznych przełączników 16 lub 17 zaczyna płynąć prąd w uzwojeniu 5 lub 6. Sprężany z danym uzwojeniem strumień magnetyczny zamyka się poprzez nabiegunki 7, szczelinę powietrzną oraz magnetyczne zwory 11.

Usytuowanie tarczy 12, indykatorów 13 względem wirnika 10 oraz zwór 11 względem nabiegunków 7 rdzeni 2 i 3 jest takie, że wytworzony w szczelinie powietrznej danego zespołu elektromagnetycznego magnetyczny strumień powoduje powstanie w wirniku 10 momentu napędowego o kierunku określonym przez położenie sprzężonego przełącznika 22. Wywołany tym momentem napędowym obrót wirnika 10 powoduje zmniejszanie się oporności magnetycznej szczeliny powietrznej i w momencie, gdy czoła zwór 11 ustawia się nad czołami nabiegunków 7, indykatory 13 położenia wirnika 10 dokonują za pośrednictwem formującego układu 26 przerzutu napięć na wyjściach „1” i „0” przerzutnika 23. Przerzut napięć przerzutnika 23 wywołuje na drugim z węzłów A lub B skok napięcia do wartości odpowiadającej logicznemu „1”, który powoduje identyczne zjawiska w połączonym do tego węzła uniwibratorze 20 lub 25 oraz różniczkującym układzie 24 lub 21.

Zróżniczkowany skok napięcia powoduje przełączenie

źródła 15 napięcia stałego na drugie z uzwojeń 5 lub 6 za pośrednictwem drugiego z elektronicznych przełączników 16 lub 17 ponieważ w tym samym momencie występujący na danym węźle A lub B skok napięcia do wartości „1” powoduje wyłączenie poprzednio włączonego elektronicznego przełącznika 16 lub 17.

Powstający w wirniku 10 moment napędowy przyspiesza jego prędkość kątową. Przyspieszenie obrotów wirnika 10 i związane z tym naprzemienne zasilanie uzwojeń 5 i 6 ze źródła 15 napięcia stałego do momentu, w którym odstęp czasu między dwoma kolejnymi przerzutami napięć na wyjściach przerzutnika 23 jest mniejszy, od czasu trwania impulsów wytwarzanych w uniwibratorach 20 i 25. Od tego momentu zróżniczkowane impulsy wchodzą na zablokowane impulsami uniwibratorów 20 i 25 wejścia iloczynowych układów 18 i 19, skutkiem czego elektroniczne przełączniki 16 i 17 pozostają wyłączone pojawiającymi się na ich wejściach E lub F skokami napięcia do wartości „1”.

Stan wyłączenia obu uzwojeń 5 i 6 trwa do momentu, w którym odstęp czasu między kolejnymi przerzutami przerzutnika 23 spowodowany zmniejszeniem prędkości kątowej wirnika 10 ulegnie zwiększeniu w stosunku do stałej szerokości impulsów uniwibratorów 20 i 25. Przełączenie sprzężonego przełącznika 22 na drugie położenie powoduje zmianę kolejności zasilania uzwojeń 5 i 6, co w efekcie wywołuje zmianę kierunku momentu napędowego i wynikające stąd wyhamowanie obrotów wirnika 10 do wartości zerowej.

Przełączenie przełącznika 27 do pozycji STOP powoduje zablokowanie iloczynowych wejść elektronicznych przełączników 16 i 17 i stałe odłączenie uzwojeń 5 i 6 źródła 15 napięcia stałego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik prądu stałego z układem elektronicznym do jego sterowania, **znamienny tym**, że jest utworzony z dwóch elektromagnetycznych zespołów identycznych, nie sprzężonych ze sobą magnetycznie i elektrycznie, zasilanych na przemian z elektronicznego układu, a każdy z elektromagnetycznych zespołów składa się z uzwojenia (5, 6) nawiniętego na nieruchomym rdzeniu (2, 3) zaopatrzonym w określoną ilość równomiernie rozmieszczonych nabiegunków (7) oraz takiej samej ilości magnetycznych zwór (11) umieszczonych na wirniku (10) wspólnym dla obu elektromagnetycznych zespołów, przy czym zwory (11) wirnika (10) oraz nabiegunki (7) obydwu elektromagnetycznych zespołów są usytuowane współosiowo i obrócone względem siebie o taką stałą wartość kątową, że przy całkowitym zamknięciu obwodów magnetycznych w jednym zespole, obwody magnetyczne drugiego zespołu są maksymalnie rozwarte.

2. Silnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektroniczny układ sterujący zasilaniem uzwojeń (5, 6) silnika posiada dwa elektroniczne przełączniki (16) i (17), z których jeden elektroniczny przełącznik (16) jest połączony w szereg z jednym z uzwojeniem (5) silnika i źródłem (15) zasilającego napięcia stałego, a drugi elektroniczny przełącznik (17) jest połączony w szereg z drugim uzwojeniem (6) silnika i źródłem (15) napięcia stałego, przy czym wejścia elektronicznych przełączników (16) i (17) są połączone z wyjściami odpowiadającymi im iloczynowych układów (18) i (19), których

wejścia poprzez uniwibratory (20) i (25), różniczkujące układy (24) i (21) i sprzężony przełącznik (22) są połączone z wyjściem przerzutnika (23), którego wejście jest połączone poprzez formujący układ (26) z indykatorami (13) położenia wirnika (10).

3. Silnik według zastrz. 2, **znamienny tym**, że jedno wyjście przerzutnika (23) jest połączone poprzez sprzężony przełącznik (22) z węzłem (A), który jest połączony z wejściem „1” uniwibratora (20) którego wyjście „0” połączone jest z wejściem jednego iloczynowego układu (18), ponadto węzeł (A) jest połączony z wejściem drugiego iloczynowego układu (19) poprzez różniczkujący układ (21), podczas gdy drugie wyjście przerzutnika (23) jest połączone przez sprzężony przełącznik (22) z wę-

łem (B) który jest połączony z wejściem „1” drugiego uniwibratora (25), którego wyjście „0” jest połączone z wejściem drugiego iloczynowego układu (19) i ponadto węzeł (B) jest połączony wyjściem pierwszego iloczynowego układu (18) poprzez drugi różniczkujący układ (24), przy czym dodatkowo węzeł (A) jest połączony z wyłączającym wejściem (F) elektronicznego przełącznika (16), a węzeł (B) jest połączony z wyłączającym wejściem (E) elektronicznego przełącznika (17).

4. Silnik według zastrz. 2, 3 **znamienny tym**, że ma regulatory (28) ustalające szerokość impulsów uniwibratorów (20) i (25), które są sprzężone mechanicznie dla zapewnienia współbieżności szerokości impulsów obydwu uniwibratorów.

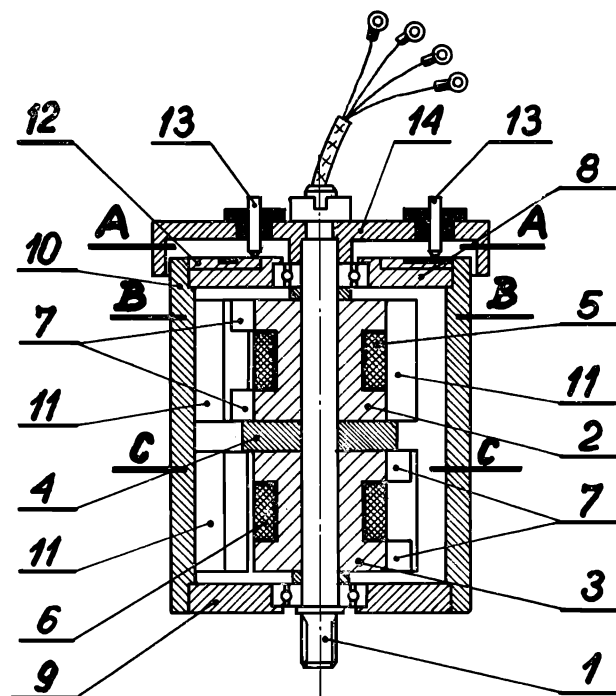


Fig. 1

A-A

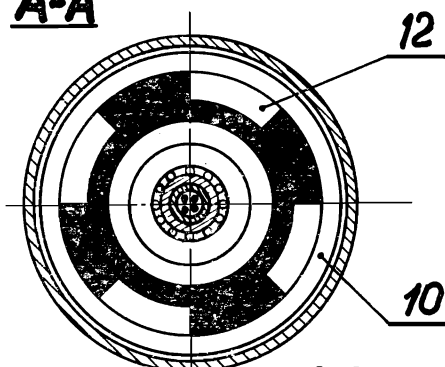


Fig. 2

B-B

C-C

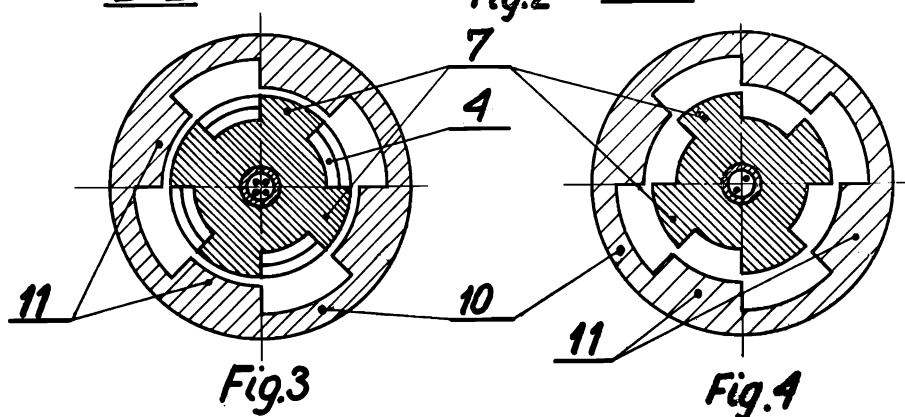


Fig. 3

Fig. 4

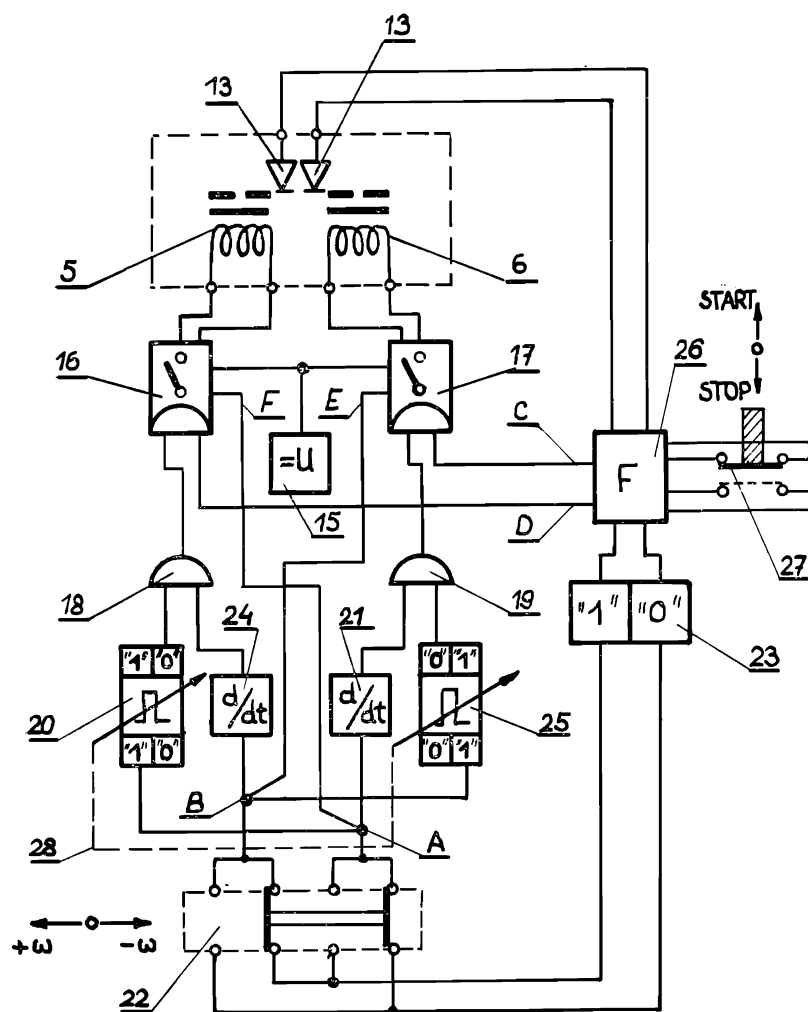


Fig.5

