



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 01.03.1973 (P. 160997)

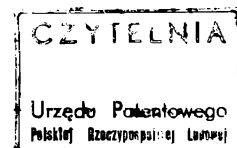
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.03.1974

Opis patentowy opublikowano: 15.03.1977

MKP H02p 1/18

Int.Cl.² H02P 1/18



Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Szerszámgepipari Művek, Budapeszt (Węgry)

**Sposób zasilania obwodów zawierających indukcyjności
i rezystancje, zwłaszcza elektrycznych silników impulsowych
oraz polepszania przebiegu narastania prądu włączania
i urządzenie do zasilania obwodów zawierających
indukcyjności i rezystancje**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób zasilania obwodów zawierających indukcyjności i rezystancje, zwłaszcza elektrycznych silników impulsowych oraz polepszania przebiegu narastania włączania i urządzenie do stosowania tego sposobu. Wynalazek nadaje się przy tym również do korzystnego zastosowania przypadku włączania i zasilania innych obwodów, zawierających indukcyjności i rezystancje, na przykład stałoprądowych elektromagnesów przyciągających i odpychających, sprzęgieł elektromagnetycznych i podobnych; to jest tam, gdzie jest szczególnie ważne z funkcjonalnego punktu widzenia jak najszybsze uzyskanie prądu znamionowego.

Jak wiadomo w trakcie rozwoju techniki coraz szersze zastosowanie znajdują elektryczne silniki impulsowe, które pracują na dużych częstotliwościach i z dużymi prędkościami. Jeden z najważniejszych warunków stawianych takim silnikom polega na tym, by po każdym włączeniu, to jest po dołączeniu jednego z uzwojeń fazowych do napięcia zasilania, prąd powstający w uzwojeniu osiągał jak najszybciej swą wartość znamionową, lub też by osiągał ją w zadanym czasie, ponieważ silnik tylko wtedy jest w stanie dać znamionowy moment obrotowy.

Z literatury i z praktyki znanych jest już obecnie wiele takich rozwiązań, które służą do zrealizowania wymienionego celu, czyli do uzyskania szybkiego narastania prądu.

2

Wspólną cechą części znanych rozwiązań jest to, że z każdym z uzwojeń silnika impulsowego, to jest z obwodem zawierającym indukcyjność i rezystancję, połączona jest szeregowo rezystancja zewnętrzna (patenty Republiki Federalnej Niemiec Nr 1066272 i 1076246, oraz Fujitsu Ltd. Motor Drive Unit „Fanuc 613” (1967)), na skutek czego teoretycznie stała czasu maleje, przez co uzyskuje się szybsze narastanie prądu.

Wadą takiego rozwiązania jest to, że w stosowanej rezystancji wewnętrznej występują duże straty, a praca urządzenia jest związana z wytwarzaniem znacznych ilości ciepła.

Według innego znanego rozwiązania do obwodu przykładają się bardzo silny impuls napięciowy (The Pratt Corporation, The Electronic Drive Unit „SMDU. 1”, 1968), który również powoduje szybkie narastanie prądu. W tym przypadku powstaje jednak w uzwojeniu prąd znacznie większy od prądu znamionowego, dla uniknięcia czego stosuje się człon czasowy, który obcina skoki napięcia tak, że powstający prąd może narastać jedynie do wartości znamionowej prądu w uzwojeniu.

Bardzo istotną wadą tego rozwiązania jest to, że człon czasowy musi być bardzo skomplikowany i musi mieć dużą dokładność, ponieważ w przypadku gdy impuls napięciowy zostanie obcięty wcześniej niż potrzeba, prąd nie osiąga swej wartości znamionowej, jeżeli natomiast zostanie obcięty później, urządzenie może zostać uszkodzo-

ne. Jest to szczególnie niebezpieczne, ponieważ chodzi tu o impuls bardzo wysokiego napięcia. Szybkość narastania prądu może mianowicie pozostawać pod wpływem tylko amplitudy impulsu napięcia, ponieważ nie ma rezystancji zewnętrznej, a więc stała czasu obwodu jest stała.

Celem wynalazku jest usunięcie powyższych wad i zapewnienie bezstratnej lub związanej z minimalnymi stratami pracy przy zasilaniu obwodów zawierających indukcyjności i rezystancje, zwłaszcza przy zasilaniu elektrycznych silników impulsowych, oraz zapewnienie szybkiego narastania prądu włączania przy użyciu prostszych środków niż w przypadku znanych dotychczas rozwiązań.

Stwierdziliśmy, że w zawierającym indukcyjność i rezystancję obwodzie wzrost prądu żądanej wartości i w żądanym czasie można bardzo łatwo osiągnąć, gdy do tego obwodu przez człon RC lub przez element pojemnościowy przykładamy napięcie stałe, a wartość członu RC lub elementu pojemnościowego wybiera się w takich granicach, że w obwodzie występują drgania tłumione prądu. W takim przypadku żądany czas narastania prądu, czyli częstotliwość drgań tłumionych, ustala się za pomocą doboru wartości pojemności, a żadaną amplitudę reguluje się przez dobór wartości napięcia stałego tak, by już w pierwszej ćwiartce okresu drgań prądu, prąd osiągał potrzebną i wystarczającą wartość.

Stwierdzono również, że zadany czas narastania prądu można osiągnąć przy minimalnej rezystancji i przy minimalnej w stosunku do prądu znamionowego relaksacji prądu, to jest przy optymalnej wartości pojemności, jeżeli amplitudę składowej sinusoidalnej drgań prądu rozłożonego w funkcji czasu na składowe wyreguluje się na wartość zerową.

Jeżeli do zawierającego indukcyjność i rezystancję obwodu przyłożymy napięcie stałe wywołujące bezpośrednio prąd znamionowy, wówczas powstający prąd zbliży się z czasem asymptotycznie do wartości znamionowej.

Stwierdzono również, że w obwodzie takim można uzyskać bardzo szybkie i korzystne narastanie prądu, jeżeli równocześnie z przykładaniem napięcia stałego wywołującego prąd znamionowy przez element wyłącznie pojemnościowy i przy odpowiednim wyborze wielkości przykładanego przez ten element innego znacznie większego napięcia stałego, w obwodzie wytwarzają się drgania tłumione napięcia, na skutek działania którego pierwsza, najwyższa amplituda drgającego prądu jest równa prądowi znamionowemu obwodu. Po osiągnięciu tej wartości, czyli po pierwszej ćwiartce okresu, prąd nie może wykonywać dalszych drgań, ponieważ istniejący już prąd znamionowy podtrzymywany jest przez pierwsze źródło napięciowe. Żądany czas narastania prądu określony jest przez częstotliwość prądu, na którą ma wpływ jedynie wybór elementu pojemnościowego.

Ze względu na to, że obwody zawierające indukcyjności i pojemności, zwłaszcza uzwojenia fazowe silników impulsowych, odpowiednio do charakteru ich zastosowania są poddane bardzo czę-

stym włączaniom, bezwarunkowo potrzebne jest, aby ładunek połączonego szeregowo z obwodem elementu był bardzo szybko odprowadzany, w celu możliwości ponownego włączenia obwodu.

Stwierdzono również, że w celu szybkiego rozładowywania elementu pojemnościowego połączonego szeregowo z obwodem zawierającym indukcyjność i rezystancję należy stosować element połączony równolegle z tym elementem pojemnościowym.

Istotną zaletą wypływającą ze stosowania wynalazku jest to, że w obwodzie zawierającym indukcyjność i rezystancję dla osiągnięcia odpowiednio szybkiego narastania prądu, względnie dla osiągnięcia korzystnego kształtu krzywej prądu włączania, nie jest potrzebne stosowanie dużej rezystancji do zmniejszania stałej czasu obwodu.

Sposób według wynalazku zapewnia pracę bez strat lub z minimalnymi stratami. Dalsza zaleta polega na tym, że nie jest potrzebne stosowanie wysokonapięciowych impulsów wzbudzenia względnie wyrównujących je, chroniących przed relaksacją, skomplikowanych członów czasowych.

Szczególnie korzystną dla stosowania wynalazku jest właściwość, że obwody w przypadku uszkodzenia urządzenia nie zostają uszkodzone, ponieważ w urządzeniu nie mogą wystąpić prądy większe niż znamionowy. Oprócz zalet funkcjonalnych wynalazek ma zaletę ekonomiczną, polegającą na tym, że żądany wynik osiągnięto w prosty sposób i za pomocą znacznie tańszych środków.

Wspomniane zalety i nowe działanie osiągnięto przez to, że do zasilania obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję zwłaszcza pracującego z dużą częstotliwością, szczególnie do zasilania uzwojeń fazowych silnika impulsywnego zasilanego przez stanowiący n-fazowy układ napięciowy, oraz dla polepszenia przebiegu narastania prądu włączania, zastosowano sposób według wynalazku.

Sposób według wynalazku polega na tym, że na obciążony indukcyjnością i rezystancją obwód przykładamy napięcie stałe poprzez obwód RC lub poprzez element pojemnościowy, przy czym przebieg narastania prądu jest uwarunkowany uprzednim doбором członu RC lub elementu pojemnościowego w takim zakresie, że w obwodzie występują drgania tłumione prądu, a ponadto reguluje się odpowiednio wartość napięcia w pierwszej ćwiartce okresu drgań prądu tak, aby uzyskać największą wartość amplitudy prądu równą amplitudzie prądu znamionowego, przy czym zabieg ten powtarza się w poszczególnych uzwojeniach fazowych w kolejności prawidłowej dla n-fazowego układu napięciowego.

Dla uzyskania zadanego czasu narastania prądu przy minimalnych stratach, amplitudę składowej sinusoidalnej drgań prądu reguluje się na wartość zerową przez celowy dobór wartości rezystancji i pojemności.

Sposób według wynalazku zapewnia bezstratną pracę dzięki temu, że do obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję, na jedno lub kilka uzwojeń fazowych silnika impulsowego, przykładamy napięcie stałe U_1 , które wywołuje prąd I o wartości przybliżającej się asymptotycznie do wartości

znamionowej I_u , a równocześnie przez włączony szeregowo element wyłącznie pojemnościowy przykłada się również napięcie U_2 wywołujące drgania tłumione prądu I_2 , przy czym napięcie U_2 wywołujące drgania tłumione prądu I_2 jest większe od przyłożonego napięcia stałego U_1 , a największa amplituda płynącego prądu I_2 jest równa wartości I_2 znamionowej, a wartość częstotliwości drgań prądu I_2 , czyli czas narastania prądu, reguluje się wyłącznie przez znany dobór elementu pojemnościowego.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku, które posiada obwód zawierający indukcyjność i rezystancję, tworzący n-fazowy układ napięciowy licznika i zasilacz prądu stałego, w którym każde z wyjść licznika, których liczba jest równa liczbie faz, z jednej strony jest połączone z wejściem wzmacniacza przełączającego, a z drugiej strony przez człon różniczkujący i inwertor z wejściem zasilającego transformator wzmacniacza, przy czym wyjście zasilającego transformator wzmacniacza jest połączone z początkiem uzwojenia pierwotnego transformatora zapłonowego, a koniec uzwojenia pierwotnego transformatora zapłonowego jest połączony z dającym napięcie stałe U_1 biegunem zasilacza, a ponadto dający napięcie U_1 biegun jest połączony z katodą diody rozdzielającej i z końcami uzwojeń pierwotnych transformatorów zapłonowych, natomiast anoda diody rozdzielającej jest połączona z biegunem łączącym jeden koniec obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję z anodą diody zabezpieczającej, a katoda diody zabezpieczającej jest połączona z zaciskiem łączącym drugi koniec obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję z wyjściem wzmacniacza przełączającego, charakteryzuje się tym, że zacisk łączący jeden biegun elementu pojemnościowego i anodą sterowanego elementu półprzewodnikowego jest połączony z łączącym drugi biegun elementu pojemnościowego i katodę sterowanego elementu półprzewodnikowego do dającego napięcie U_2 bieguna, przy czym elektroda sterująca sterowanego elementu półprzewodnikowego jest połączona z początkiem uzwojenia wtórnego transformatora zapłonowego, a koniec uzwojenia wtórnego transformatora zapłonowego jest połączony z z katodą sterowanego elementu półprzewodnikowego.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia charakterystyki prądowe względnie ich składowe w funkcji czasu dla stosowania obciążonego minimalnymi stratami sposobu według wynalazku w przypadku obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję, fig. 2 — wykresy występujących przy tym napięć i prądów w funkcji czasu, fig. 3 — przykład wykonania urządzenia do stosowania sposobu według wynalazku bez strat, a fig. 4 — przykład wykonania urządzenia do stosowania z minimalnymi stratami sposobu według wynalazku.

Na fig. 1 pokazano grubą linią krzywą prądową uzyskiwaną w obwodzie obciążonym indukcyjnością i rezystancją w przypadku, gdy napięcie stałe U_0 jest przykładane z zasilacza przez obwód RC.

Pokazane są również poszczególne składowe wypadkowej krzywej prądowej. Pokazano, że jeśli amplituda składowej sinusoidalnej zbliża się do zera, wówczas wypadkowa krzywa prądowa zbliża się do wartości znamionowej prądu i dalej jest silnie tłumiona. Wartość prądu już w pierwszej ćwiartce okresu drgań jest z dużym przybliżeniem równa wartości znamionowej prądu.

Pokazane na fig. 2 napięcie stałe U_1 , przyłożone na obciążony indukcyjnością i rezystancją obwód wytwarza w obwodzie prąd I_1 , który asymptotycznie zbliża się do wartości znamionowej prądu obwodu. Jeżeli równocześnie z przyłożeniem napięcia stałego U_1 do obwodu zostanie przez element pojemnościowy przyłożone również napięcie stałe U_2 , przy czym $U_2 \gg U_1$ wówczas w obwodzie obciążonym indukcyjnością i rezystancją powstają drgania tłumione napięcia U_2 i prądu I_2 , którego szybkość narastania zależy jedynie od częstotliwości drgań. Przez wybór wartości napięcia stałego U_2 i wartości elementu pojemnościowego można uzyskać taki prąd I_2 , którego uzyskiwana po pierwszej ćwiartce okresu najwyższa amplituda jest w przybliżeniu zgodna z wartością znamionową prądu obwodu.

Tak uzyskany w obwodzie prąd I_2 nie powinien już drgać po pierwszej ćwiartce okresu, to jest powinien się zmniejszać, ponieważ napięcie stałe U_1 utrzymuje istniejący już prąd, równy prądowi znamionowemu I_n . W obwodzie przepływa zatem prąd zobrazony przez krzywą narysowaną linią ciągłą.

Na fig. 3 pokazano przykład rozwiązania bezstratnego sposobu według wynalazku. Na fig. 3 przez 8a, 8b oznaczono zasilane, złożone z indukcyjności i rezystancji, obwody, które mogą przykładowo stanowić uzwojenia fazowe a, b wielofazowego, elektrycznego silnika impulsowego, lub cewki sprzęgła elektromagnetycznego, albo też cewki przyciągające i odpychające elektromagnesów.

Układ połączeń, względnie sposób działania urządzenia według wynalazku omówiono na podstawie uzwojenia fazowego elektrycznego silnika impulsowego, jednakże można zastosować zwielokrotnienie obwodu zaznaczonego na rysunku linią osiową, zasilanie n-fazowych uzwojeń elektrycznego silnika impulsowego, lub n innych obwodów obciążonych indukcyjnościami i rezystancjami, względnie można w nich uzyskać szybki wzrost prądu znamionowego.

Wyjście 2a tworzącego n-fazowy układ napięciowy licznika wyposażonego w wyjścia 2a, 2b...2n jest z jednej strony połączone z wejściem 10az wzmacniacza przełączającego 10a, a z drugiej strony przez człon różniczkujący 11a i inwertor 12a z wejściem 9au zasilającego transformator wzmacniacza 9a. Wyjście 9at zasilającego transformator wzmacniacza 9a jest połączone z początkiem 5ah uzwojenia pierwotnego transformatora zapłonowego 5a, natomiast koniec 5ae uzwojenia pierwotnego transformatora zapłonowego 5a jest połączony z zaciskiem 1c zasilacza 1 prądu stałego. Biegun 1c, dający napięcie U_1 , jest przy tym połączony z katodą 6ai diody rozdzielającej 6a, oraz z koń-

camii uzwojenia pierwotnego transformatorów zapłonowych 5b, ... 5n kolejnych uzwojeń fazowych b, ... n i z zaciskiem łączącym katody diod rozdzielających 6b, ... 6n.

Anoda 6ao diody rozdzielającej 6a jest przy tym połączona z biegunem 8aq, który łączy anodę 7an diody zabezpieczającej 7a z końcem obciążonego indukcyjnością 8al i rezystancją 8ar obwodu 8a, oraz katodę 7ap diody 7a z zaciskiem 8as, który łączy drugi koniec obciążonego indukcyjnością 8al i rezystancją 8ar obwodu 8a z wyjściem 10ax wzmacniacza przełączającego. Zacisk łączący biegun 3ay elementu pojemnościowego 3a i anodę 4aw sterowanego elementu półprzewodnikowego 4a jest połączony z końcem 8aq obciążonego indukcyjnością 8al i rezystancją 8ar obwodu 8a, a zacisk łączący biegun 3am elementu pojemnościowego 3a i katodę 4ak sterowanego elementu półprzewodnikowego 4a jest połączony z dającym napięcie U_2 biegunem 1d zasilacza 1.

Elektroda sterująca 4av sterowanego elementu półprzewodnikowego 4a jest przy tym połączona z początkiem 5aj uzwojenia wtórnego transformatora zapłonowego 5a a koniec 5ag uzwojenia wtórnego transformatora zapłonowego 5a jest połączony z katodą 4ak sterowanego elementu półprzewodnikowego 4a.

Zasilacz 1 prądu stałego, wzmacniacz przełączający 10a i emiter 1f zasilającego transformator wzmacniacza 9a tworzą razem masę układu.

Na uzwojenie fazowe 8a obciążonego indukcyjnością 8al i rezystancją 8ar n-fazowego silnika impulsowego podawane jest z jednej strony z zasilacza 1 przez wyjście 1c i przez diodę rozdzielającą 6a napięcie stałe U_1 wytwarzające prąd znamionowy I_n , a z drugiej strony przez wyjście 1d i przez element pojemnościowy 3a również napięcie stałe U_2 , przy czym napięcie U_2 jest znacznie większe od napięcia U_1 .

Napięcia te są podawane na obwód 8a przez wzmacniacz przełączający 10a, przełączany za pomocą sygnału sterującego wytwarzanego na wyjściu 2a stanowiącego n-fazowy układ napięciowy licznika 2. Napięcie U_1 jest tak określone, że w stanie statycznym wytwarza ono w obwodzie 8a prąd na poziomie pożądanego prądu znamionowego, którego utworzenie jest ustalane przez stałą czasu, określoną przez indukcyjność i rezystancję obwodu.

Wartość napięcia stałego U_2 i pojemność elementu pojemnościowego są tak dobrane, że w obwodzie 8a powstają drgania tłumione napięcia U_2 oraz prąd tego samego charakteru, którego wartość maksymalna jest równa w przybliżeniu wartości znamionowej prądu. Wzrost prądu w obwodzie 8a w funkcji czasu jest określony przez częstotliwość drgań prądu I_2 lub napięcia U'_2 , które z kolei są określane przez wartość pojemności elementu pojemnościowego.

Po włączeniu wzmacniacza przełączającego 10a przez element pojemnościowy 3a płynie prąd ładowania, który osiąga swą wartość maksymalną podczas pierwszej ćwiartki okresu, przy czym napięcie jest w przybliżeniu równe zeru. Druga ćwiartka okresu drgań nie może już jednak powstać, ponieważ istniejący już prąd maksymalny

równy znamionowemu jest utrzymywany nadal przez napięcie stałe U_1 . Kiedy na wyjściu 2a licznika 2 zanika sygnał sterujący wzmacniacz przełączający, zanika również prąd w obwodzie 8a i dioda zabezpieczająca 7a odcina powstający skok napięcia na indukcyjności.

Element pojemnościowy 3a musi zostać bardzo szybko rozładowany, aby przebieg mógł się powtórzyć w przypadku ponownego włączenia po krótkim czasie. Dlatego, gdy wzmacniacz przełączający 10a zostanie wyłączony przez biegun 2a, równocześnie przez człon różniczkujący 11a i przez inwerter 12a zostaje włączony transformator zasilający wzmacniacz 9a, na skutek czego transformator zapłonowy 5a włącza sterowany element półprzewodnikowy 4a, przez który element pojemnościowy 3a bardzo szybko się rozładowuje. Zadanie diody rozdzielającej polega na uniemożliwieniu przejścia z części wysokonapięciowej na część niskonapięciową.

Na fig. 4 pokazano przykład wykonania urządzenia według wynalazku, w którym elementy obwodu oznaczone przez x są takie same jak elementy z fig. 3. Na obciążony indukcyjnością i rezystancją obwód jest podawane napięcie przez człon RC, gdzie na rezystancji występuje minimalna strata, urządzenie to ma jednak znacznie prostszy układ połączeń niż poprzednie. Rozładowanie elementu pojemnościowego następuje tu przez rezystancję.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zasilania obwodów zawierających indukcyjności i rezystancje, zwłaszcza elektrycznych silników impulsowych, oraz polepszania przebiegu narastania prądu włączania, **znamienny tym**, że na obciążony indukcyjnością i rezystancją obwód przykładana się napięcie stałe poprzez obwód RC lub poprzez element pojemnościowy, przy czym przebieg narastania prądu jest uwarunkowany uprzednim doбором członu RC lub elementu pojemnościowego w takim zakresie, że w obwodzie występują drgania tłumione prądu, a ponadto reguluje się odpowiednio wartość napięcia w pierwszej ćwiartce okresu drgań prądu tak, aby uzyskać największą wartość amplitudy prądu, równą amplitudzie prądu znamionowego, przy czym zabieg ten powtarza się w poszczególnych uzwojeniach fazowych w kolejności prawidłowej dla n-fazowego układu napięciowego.

2. Sposób według zastrz. 1, dla uzyskania zadanego czasu narastania prądu przy minimalnych stratach, **znamienny tym**, że amplitudę składowej sinusoidalnej drgań prądu reguluje się przez celowy dobór wartości rezystancji i pojemności na wartość zerową.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję, na jedno lub kilka uzwojeń fazowych silnika impulsowego, przykładana się napięcie stałe (U_1), które wywołuje prąd (I_1) o wartości przybliżającej się asymptotycznie do wartości znamionowej (I_n) a równocześnie przez włączony szeregowo

element wyłącznie pojemnościowy przykłada się również napięcie (U_2) wywołujące drgania tłumione prądu (I_2), przy czym napięcie (U_2) wywołujące drgania tłumione prądu (I_2) jest większe od przyłożonego napięcia stałego (U_1), największa amplituda płynącego prądu (I_2) jest równa wartości znamionowej (I_n), a wartość częstotliwości drgań prądu (I_n), czyli czas narastania prądu, reguluje się wyłącznie przez dobór elementu pojemnościowego.

4. Urządzenie do zasilania obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję, tworzącego n-fazowy układ napięciowy i zasilacz prądu stałego, w którym każde z wyjść układu, których liczba jest równa liczbie faz z jednej strony jest połączone z wejściem wzmacniacza przełączającego, a z drugiej strony przez człon różniczkujący i inwertor z wejściem zasilającego transformator wzmacniacza, przy czym wejście zasilającego transformator wzmacniacza jest połączone z początkiem uzwojenia pierwotnego transformatora zapłonowego, a koniec uzwojenia pierwotnego transformatora zapłonowego jest połączony z dającym napięcie stałe biegunem zasilacza, a ponadto dający

napięcie biegun jest połączony z katodą diody rozdzielającej i z końcami uzwojeń pierwotnych transformatorów zapłonowych, natomiast anoda diody rozdzielającej jest połączona z biegunem łączącym jeden koniec obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję z anodą diody zabezpieczającej a katoda diody zabezpieczającej jest połączona z zaciskiem łączącym drugi koniec obwodu zawierającego indukcyjność i rezystancję z wyjściem wzmacniacza przełączającego, **znamiennie** tym, że zacisk łączący jeden biegun (3ay) elementu pojemnościowego (3a) i anodę (4aw) sterowanego elementu półprzewodnikowego (4a) jest połączony z łączącym drugi biegun (3am) elementu pojemnościowego (3a) i katodę (4ak) sterowanego elementu półprzewodnikowego (4a) do dającego napięcie (U_2) bieguna (1d), przy czym elektroda sterująca (4av) sterowanego elementu półprzewodnikowego (4a) jest połączona z początkiem (5aj) uzwojenia wtórnego transformatora zapłonowego (5a), a koniec uzwojenia wtórnego (5ag) transformatora zapłonowego (5a) jest połączony z katodą (4ak) sterowanego elementu półprzewodnikowego (4a).

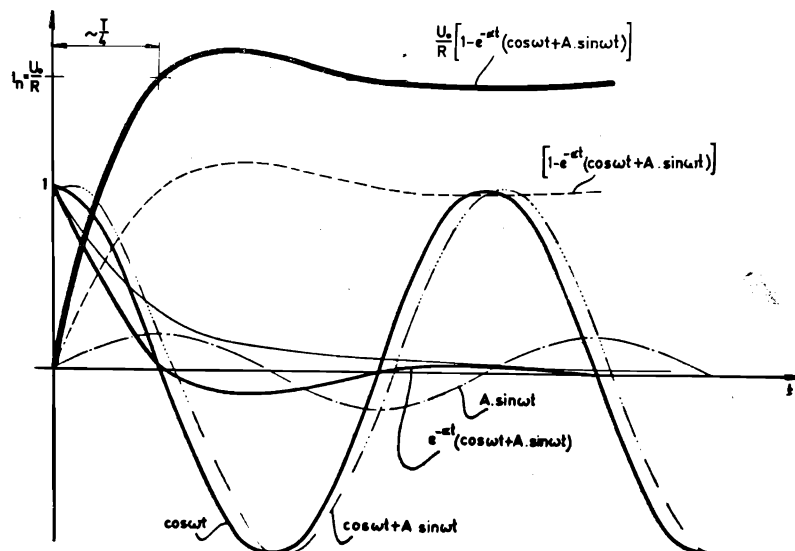
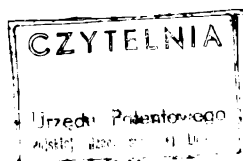


Fig. 1



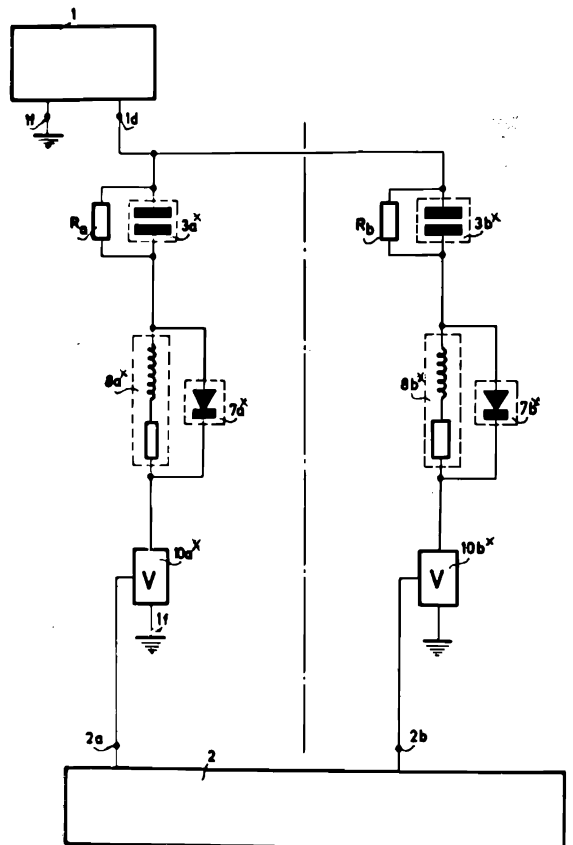


Fig 4