



Patent dodatkowy
do patentu: _____

Zgłoszono: 18.VII.1969 (P 134 934)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10.VI.1973

Kl. 12e,5

MKP B03c 3/68

UKD

Współtwórcy wynalazku: Piotr Drysz, Roman Nowicki, Walenty Wycisk

Właściciel patentu: Zakłady Wytwórcze Sprzętu Sieciowego BELOS,
Bielsko-Biała (Polska)

**Sposób sterowania urządzeniem zasilającym filtr elektrostatyczny
oraz układ do stosowania tego sposobu**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób sterowania urządzeniem zasilającym filtr elektrostatyczny oraz układ do stosowania tego sposobu.

Skuteczność odpylania filtru elektrostatycznego zależy w dużym stopniu od wielkości napięcia przyłożonego do jego elektrod. Wytrzymałość elektryczna na przebicie przestrzeni międzyelektrodowej komory filtru elektrostatycznego ulega w trakcie jego pracy silnym wahaniom spowodowanymi zmianami składu fizyko-chemicznymi gazu i pyłu, wielkością cząstek pyłu itp. Zwiększenie wartości napięcia zasilającego ponad wartość aktualnej wytrzymałości elektrycznej na przebicie przestrzeni międzyelektrodowej komory filtru elektrostatycznego powoduje wystąpienie zakłócenia w zasilaniu, które w zależności od jego czasu trwania umownie przyjęto nazywać przeskokiem, przebicciem względnie zwarcie. Przeskok jest wyładowaniem, którego czas trwania nie przekracza na ogół czasu trwania jednego półokresu napięcia sieci zasilającej, ponadto zawsze samoczynnie gaśnie.

Przebiecie jest wyładowaniem o większej energii aniżeli przeskok i o czasie trwania do kilku półokresów napięcia sieci zasilającej. Przebiecie może samoczynnie zgasnąć względnie przerodzić się w zwarcie łukowe między elektrodami komory filtru elektrostatycznego. Ponadto w warunkach eksploatacyjnych mogą w komorze elektrofiltru wystąpić zwarcia pyłowe lub metaliczne między elektrodami. Każdego rodzaju zakłócenie w pracy fil-

2

tru elektrostatycznego wymaga odpowiedniego wy-
wartościowania. Z tych powodów od dawna stosowane są różne sposoby i układy sterowania mające za zadanie utrzymywanie napięcia zasilania komory filtru elektrostatycznego możliwie wiernie w pobliżu aktualnej wartości napięcia przebiecia przestrzeni międzyelektrodowej, aby w każdych warunkach eksploatacyjnych zapewnić uzyskanie maksymalnej skuteczności odpylania.

Znany sposób sterowania urządzeniem zasilającym filtr elektrostatyczny najbardziej zbliżony do przedmiotu wynalazku polega na tym, że mierzy się jedną z elektrycznych wielkości ruchomych filtru elektrostatycznego, np. napięcie zasilania komory i sygnał proporcjonalny do tej wielkości uśrednia się w kilku różnych układach całkujących z różnymi stałymi czasowymi. Z sygnału uśrednionego z największą stałą czasową oraz sygnału wartości zadanej tworzy się sygnał różnicowy, który jest sygnałem regulacji, który po przekształceniu w proporcjonalno-całkującym członie sterującym wprowadza się do układu zapłonowego tyrystorowego członu wykonawczego układu sterowania, przy czym kąt fazowy zapłonu tyrystorów jest odwrotnie proporcjonalny do wielkości sygnału wyjściowego z proporcjonalno-całkującego członu sterującego.

Wielkość napięcia podawanego z tyrystorowego członu wykonawczego układu sterującego na komorę filtru elektrostatycznego jest odwrotnie pro-

porcjonalna do kąta fazowego zapłonu tyrystorów, a zatem jest wprost proporcjonalna do wielkości sygnału wyjściowego z proporcjonalno-całkującego członu sterującego. Zwiększenie wartości napięcia zasilania komory filtru elektrostatycznego ponad wartość wytrzymałości elektrycznej na przebicie powoduje wystąpienie zakłóceń w postaci przeskoków, przebić względnie zwarc międzyelektrodowych.

Wielkość sygnału wartości zadanej koryguje się w kierunku jej zmniejszenia impulsem z przekaznika czasowego, przy czym czas trwania tego impulsu korygującego jest nastawialny, zaś jego wyzolenie dokonuje się za pomocą impulsu z układu progowego, w przypadku kiedy zostanie przekroczona nastawialna wartość progowa zadziałania tego układu.

Układ progowy wyzwała się podanym na jego wejście sygnałem różnicowym, który uzyskuje się z zmieszania sygnałów wyjściowych z układów całkujących o największej i najmniejszej stałej czasowej. W ten sposób uczula się ten układ progowy na przeskoki w komorze filtru elektrostatycznego i jednocześnie uzyskuje się korekcję wartości zadanej potrzebnej do utworzenia sygnału regulacji. W podobny sposób tworzy się w opisywanym układzie sygnały korekcyjne od przebić i zwarc w komorze filtru elektrostatycznego, to znaczy z sygnałów wyjściowych kolejnych dwóch układów całkujących o odpowiednio dobranych stałych czasowych tworzy się sygnały różnicowe za pomocą których wyzwała się przyporządkowane im układy progowe, których sygnały wyjściowe przekształca się w przekazniku czasowym na impulsy korekcyjne o nastawialnym czasie trwania, następnie impulsy te wzmacnia się i wprowadza się do proporcjonalno-całkującego członu sterującego obniżając wielkość sygnału wyjściowego z tego członu oraz do układu zapłonowego, w którym blokuje się wyzwalanie impulsów zapłonowych tyrystorów.

Znany układ do stosowania opisanego sposobu zawiera przetwornik pomiarowy jednej z elektrycznych wielkości ruchowych filtru elektrostatycznego, do którego przyłączonych jest kilka układów całkujących o różnych stałych czasowych, układ regulacji napięcia zasilania komory filtru elektrostatycznego złożony z proporcjonalno-całkującego członu sterującego i układu zapłonowego tyrystorów sterowany sygnałem z układu całkującego o największej stałej czasowej, co najmniej jeden układ porównujący do tworzenia sygnału różnicy z sygnałów układu całkującego o największej stałej czasowej i drugiego układu całkującego oraz co najmniej jeden przekaznik czasowy przyłączony do tego układu porównującego poprzez układ progowy.

Wadą znanego sposobu sterowania urządzeniem zasilającym filtr elektrostatyczny jest to, że jako wielkość wiodącą przyjęto w istocie napięcie zasilające komorę filtru elektrostatycznego, przy czym nie ma znaczenia fakt, czy tym sygnałem wiodącym będzie sygnał z przetwornika pomiarowego napięcia czy też prądu zasilania komorę filtru elektrostatycznego, bowiem w końcu wartość zadana sprowadza się do wielkości kąta fazowego

zapłonu tyrystorów, zaś między kątem fazowym zapłonu tyrystorów, a wielkością napięcia wyjściowego z tyrystorowego członu wykonawczego układu sterowania istnieje ścisła współzależność.

Obciążenie prądowe urządzenia zasilającego zawierającego regulator tyrystorowy jest funkcją jego napięcia wyjściowego i wielkości impedancji obciążenia. Wprawdzie w znanym sposobie sterowania wielkość kąta fazowego zapłonu tyrystorów jest korygowana od przeskoków, przebić i zwarc międzyelektrodowych w komorze filtru elektrostatycznego w kierunku zmniejszenia napięcia zasilającego tę komorę, ale korekcję tę przeprowadza się tylko dla tych zakłóceń, w których impedancja komory jest zerowa lub też niewielka. Może jednak zaistnieć fakt i często to się zdarza, że impedancja komory filtru jest stosunkowo mała, lecz nie występują zakłócenia w postaci przeskoków, przebić lub zwarc międzyelektrodowych. W takim przypadku przy zadanym kącie fazowym zapłonu tyrystorów i związanej z nim wielkości napięcia zasilającego komorę filtru elektrostatycznego, wystąpi przeciążenie prądowe urządzenia zasilającego, bardzo niekorzystne dla jego trwałości, a ponadto wyłączenie tego urządzenia po dłuższej pracy w takim reżimie przez awaryjne zabezpieczenie termiczne. Przeprowadzona analiza pozwala zatem na stwierdzenie, że znany sposób sterowania nadaje się tylko do urządzeń zasilających o charakterystyce zewnętrznej źródła prądowego, zaś do urządzeń zasilających z tyrystorowym członem wykonawczym układu sterowania mających typową charakterystykę zewnętrzną źródła napięciowego sposób ten nie nadaje się.

Wadą układu do stosowania znanego sposobu sterowania urządzeniem zasilającym jest to, że w przypadku braku zakłóceń w komorze filtru elektrostatycznego forsuje obciążenie urządzenia doprowadzając do jego przeciążenia i awaryjnego wyłączenia. Dalszą wadą tego układu jest to, że wymaga znacznej rozbudowy ze względu na konieczność zastosowania licznych bloków funkcjonalnych jak układy całkujące, progowe i przekazniki czasowe, które raz nastawione nie mają własności adaptacyjnych, a zatem nie można spodziewać się optymalnego działania układu w każdych warunkach eksploatacyjnych.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego sposobu sterowania urządzeniem zasilającym filtr elektrostatyczny, przystosowanego do urządzenia zasilającego o charakterystyce zewnętrznej źródła napięciowego, a więc posiadającego tyrystorowy człon wykonawczy układu sterowania, przy czym rozwiązać należy zagadnienie techniczne sposobu ograniczenia wielkości prądu pobieranego z tego urządzenia do wartości uprzednio zadanej w przypadku braku zakłóceń w komorze filtru elektrostatycznego, niezależnie od zmian impedancji tej komory, przy utrzymaniu właściwości sterowania napięciowego urządzeniem zasilającym w przypadku występowania zakłóceń w komorze filtru. Dalszym celem wynalazku jest opracowanie układu do stosowania tego sposobu, przy uzyskaniu jego maksymalnej prostoty drogą wyeliminowania maksymalnej ilości bloków funkcjonalnych.

Postawione zadanie techniczne wynalazku rozwiązano w ten sposób, że samoczynnie narastający względnie nastawiony sygnał elektryczny przekształca się na proporcjonalne napięcie, które następnie za pomocą układu zapłonowego generującego pojedynczy impuls względnie ciąg impulsów przetwarza się odwrotnie proporcjonalnie na kąt fazowy zapłonu tyrystorów. Jednocześnie mierzy się wielkość prądu pobieranego przez urządzenie zasilające, który przekształca się na proporcjonalny sygnał prądu oraz wielkość napięcia zasilającego komorę filtru elektrostatycznego, które przekształca się na proporcjonalny sygnał napięcia.

Sygnał prądu pobieranego przez urządzenie zasilające porównuje się z wartościąadaną dla tego sygnału tworząc sygnał wypadkowy, którym działa się na wymienione uprzednio proporcjonalne napięcie tak, że zahamowuje się jego dalsze narastanie w momencie zrównania się wymienionego sygnału prądu z jego wartościąadaną. Sygnał napięcia zasilania komory filtru elektrostatycznego przetwarza się na impulsy elektryczne, których szerokość jest proporcjonalna do czasu trwania zakłóceń występujących w komorze filtru elektrostatycznego, przy czym za pomocą impulsu spowodowanego przeskokiemy koryguje się w kierunku zmniejszenia o nastawialną wartość wymieniony samoczynnie narastający sygnał elektryczny, zaś za pomocą impulsów spowodowanych przebiegiem względnie zwarcie w komorze filtru elektrostatycznego w czasie trwania tych impulsów koryguje się ten sygnał w kierunku jego zmniejszenia z nastawialną prędkością.

W niezależnych obwodach blokuje się bezpośrednio generowanie impulsów zapłonowych przez czas trwania wymienionych zakłóceń, jak również całkuje się czas trwania zakłóceń w komorze filtru elektrostatycznego, przy czym całą czas trwania tych zakłóceń przekształca się na proporcjonalny sygnał elektryczny, za pomocą którego po osiągnięciu nastawionej wartości wyłącza się urządzenie zasilające z ruchu.

Układ do stosowania tego sposobu zawiera znane przetworniki pomiarowe prądu pobieranego przez urządzenie zasilające i napięcia zasilającego komorę filtru, detektor zakłóceń w komorze filtru elektrostatycznego przyłączony do przetwornika pomiarowego napięcia oraz układ zapłonowy włączony między tyrystorowy człon wykonawczy układu sterującego i zadajnik sterowania samoczynnego, przy czym według wynalazku wyjście przetwornika pomiarowego prądu oraz nastawnik poziomu ograniczenia prądu przyłączone są do detektora przetężeń, zaś zadajnik sterowania samoczynnego przyłączony jest do detektora zakłóceń, przy czym wyjście detektora przetężeń i wyjście zadajnika sterowania samoczynnego przyłączone są do odpowiednich wejść sumatora-wzmacniacza, którego wyjście połączone jest z jednym z wejść układu zapłonowego. Ponadto do drugiego wejścia układu zapłonowego przyłączone jest drugie wyjście z detektora zakłóceń, którego trzecie wyjście poprzez człon całkowania włączony jest bezpośrednio lub pośrednio na wyłącznik główny urządzenia zasilającego. Między zadajnikiem sterowania

samoczynnego a sumatorem-wzmacniaczem włączony jest jeszcze przełącznik rodzaju sterowania do którego drugiego wejścia przyłączony jest zadajnik sterowania ręcznego.

Zaletą sposobu sterowania według wynalazku jest możliwość uzyskania najwyższej w aktualnych warunkach eksploatacyjnych wartości napięcia i prądu zasilania komorę filtru elektrostatycznego, przy jednoczesnym elastycznym oddziaływaniu na procesy regulacji występujących w komorze zakłóceń. Główną zaletą nowego sposobu sterowania jest ograniczenie wielkości prądu pobieranego z urządzenia zasilającego do wartości uprzednio nastawionej, którą na ogół będzie wartość prądu znamionowego tego urządzenia, mimo braku zakłóceń w komorze filtru elektrostatycznego.

Zaletą układu do stosowania tego sposobu jest jego względna prostota, uzyskana przez wyeliminowanie większości pośredniczących członów całkujących, progowych i czasowych oraz szybkość działania układów korekcyjnych.

Układ sterujący urządzeniem zasilającym filtr elektrostatyczny sposobem według wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania schematycznie na rysunku. Po załączeniu wyłącznikiem głównym 1 urządzenia zasilającego, zawierającego tyrystorowy człon wykonawczy 2 układu sterującego, transformator podwyższający 3 i prostownik 4 wysokiego napięcia, pojawia się samoczynnie narastający sygnał elektryczny na wyjściu zadajnika sterowania samoczynnego 7, który poprzez przełącznik 8 rodzaju sterowania podany jest na wejście sumatora-wzmacniacza 9, w którym ulega przekształceniu i wzmocnieniu na wprost proporcjonalne do wielkości tego sygnału napięcie.

Układ zapłonowy 10 wytwarza w każdym półokresie napięcia sieci zasilającej jeden impuls względnie ciąg impulsów zapłonowych, przy czym odstęp czasu od początku każdego półokresu do momentu pojawienia się pierwszego impulsu zapłonowego jest odwrotnie proporcjonalny do wielkości napięcia wyjściowego z sumatora wzmacniacza 9. Impulsy elektryczne z układu zapłonowego 10 podawane są na bramki tyrystorów w tyrystorowym członie wykonawczym 2 układu sterującego. Pojawienie się impulsów elektrycznych na wejściu tyrystorowego członu wykonawczego 2 powoduje zapłon odpowiednich tyrystorów, a zatem podanie napięcia sieci zasilającej na uzwojenie pierwotne transformatora podwyższającego 3, a po jego wyprostowaniu w prostowniku 4 wysokiego napięcia na elektrody komory filtru elektrostatycznego 18.

Zmniejszenie kąta fazowego zapłonu tyrystorów powoduje zwiększenie części odpowiedniego półokresu napięcia sieci zasilającej podawanego na komorę filtru elektrostatycznego 18, a zatem wielkość napięcia zasilającego tę komorę 18 jest wprost proporcjonalna do wielkości napięcia wyjściowego z sumatora-wzmacniacza 9. Jednocześnie mierzone jest napięcie zasilające komorę filtru elektrostatycznego 18 za pomocą dzielnika 5 napięcia oraz przetwornika pomiarowego napięcia 14 włączanego po stronie pierwotnej transformatora pod-

wyższającego 3, jak również prąd pobierany przez urządzenie zasilające za pomocą przetwornika pomiarowego prądu 11. Jeśli w komorze filtru elektrostatycznego 18 nie występują żadne zakłócenia w postaci przeskoków, przebieg lub zwarcie między elektrodami, wtedy ten proces regulacji w górę odbywa się tak długo aż osiągnięta zostanie wartość prądu pobieranego przez urządzenie zasilające nastawiona w nastawniku 12 poziomu ograniczenia prądu, przy czym ograniczenie wzrostu prądu pobieranego przez urządzenie zasilające uzyskuje się w ten sposób, że do sumatora-wzmacniacza 9 podaje się dodatkowy sygnał wypadkowy z detektora przetężeń 13, który zahamowuje dalsze narastanie napięcia wyjściowego z sumatora-wzmacniacza 9, zaś sygnał wypadkowy z detektora przetężeń 13 uzyskuje się przez porównanie w nim doprowadzonych tam sygnału wartości zadanej prądu z nastawnika 12 poziomu ograniczenia prądu i sygnału prądu pobieranego przez urządzenie zasilające z przetwornika pomiarowego prądu 11.

Wystąpienie zakłóceń w komorze filtru elektrostatycznego 18 powoduje obniżenie napięcia zasilającego tę komorę, przy czym sygnał od przeskoku uzyskany z dzielnika 5 napięcia podany zostaje bezpośrednio do zadajnika sterowania samoczynnego 7 powodując obniżenie jego wyjściowego sygnału elektrycznego o nastawialną wartość. Po ważniejsze zakłócenia, jak przebiecia i zwarcia międzyelektrodowe, wychwytywane w detektorze zakłóceń 16 z doprowadzonego do niego sygnału z przetwornika 14 pomiarowego napięcia, przy czym do detektora zakłóceń 16 doprowadzony jest również sygnał poziomu detekcji z nastawnika 15 poziomu rozumianego jako zakłócenie — są przetwarzane w detektorze zakłóceń 16 na impulsy elektryczne o szerokości równej czasowi trwania tych zakłóceń,

Impulsy te rozproszane do trzech wyjść detektora zakłóceń 16 podawane są do zadajnika sterowania samoczynnego 7 powodując obniżanie jego wyjściowego sygnału elektrycznego z nastawialną prędkością przez czas trwania tego impulsu do układu zapłonowego 10, powodując blokowanie generowania impulsów zapłonowych z tego układu przez czas trwania zakłócenia oraz do członu 17 całkowania zwarcie, który w przypadku trwałego zwarcia w komorze filtru elektrostatycznego 18 podaje po nastawionym czasie sygnał na wyłączenie urządzenia zasilającego za pomocą wyłącznika głównego 1.

Układ umożliwia sterowanie ręczne urządzeniem zasilającym na skutek wprowadzenia na przełącznik 8 rodzaju sterowania prócz sygnału elektrycznego z zadajnika sterowania samoczynnego 7 również sygnału elektrycznego z zadajnika sterowania ręcznego 6, przy czym w zależności od położenia przełącznika 8. tylko jeden z tych wejściowych sygnałów elektrycznych podawany jest do sumatora-wzmacniacza 9.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób sterowania urządzeniem zasilającym filtr elektrostatyczny, w którym wielkość pobie-

ranego przez urządzenie prądu przekształca się na proporcjonalny sygnał prądu, zaś wielkość napięcia zasilającego komorę filtru przekształca się na proporcjonalny sygnał napięcia, polegający na tym, że samoczynnie narastający względnie nastawiony 5 sygnał elektryczny przekształca się na wprost proporcjonalne napięcie, które następnie za pomocą układu zapłonowego generującego pojedynczy impuls, względnie ciąg impulsów, przetwarza się odwrotnie proporcjonalnie na kąt fazowy zapłonu tyrystorów, **znamienny tym**, że sygnał prądu pobieranego przez urządzenie porównuje się z wartością 10 zadaną tego sygnału tworząc sygnał wypadkowy, którym działa się na wymienione proporcjonalne napięcie tak, że zahamowuje się jego dalsze narastanie w momencie zrównania się wymienionego sygnału prądu z jego wartością zadaną, zaś sygnał napięcia zasilania komory filtru elektrostatycznego przetwarza się na impulsy elektryczne, których szerokość jest proporcjonalna do 15 czasu trwania zakłóceń występujących w komorze filtru elektrostatycznego, przy czym za pomocą impulsu elektrycznego spowodowanego przeskakiem w komorze filtru elektrostatycznego koryguje się w kierunku zmniejszenia o nastawialną wartość wymieniony samoczynnie narastający sygnał elektryczny, zaś za pomocą impulsów elektrycznych spowodowanych przebieciem względnie 20 zwarciem w komorze filtru elektrostatycznego w czasie trwania tych impulsów koryguje się ten sygnał w kierunku jego zmniejszenia się z nastawialną prędkością.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że za pomocą impulsu elektrycznego spowodowanego przebieciem względnie zwarciem w komorze filtru elektrostatycznego blokuje się generowanie impulsów zapłonowych przez czas trwania wymienionych zakłóceń.

3. Układ do stosowania sposobu według zastrz. 1 zawierający przetwornik pomiarowy prądu pobieranego przez urządzenie zasilające oraz przetwornik pomiarowy napięcia zasilającego komorę filtru, detektor zakłóceń w komorze filtru elektrostatycznego przyłączony do przetwornika pomiarowego napięcia oraz układ zapłonowy włączony między tyrystorowy człon wykonawczy układu sterującego i zadajnik sterowania samoczynnego, **znamienny tym**, że wyjście przetwornika pomiarowego (11) prądu oraz nastawnik (12) poziomu 30 ograniczenia prądu przyłączone są do detektora przetężeń (13), zaś zadajnik (7) sterowania samoczynnego przyłączony jest do detektora zakłóceń (16), przy czym wyjście zadajnika sterowania samoczynnego (7) oraz wyjście detektora przetężeń (13) przyłączone są do odpowiednich wejść sumatora-wzmacniacza (9), którego wyjście połączone jest z jednym wejściem układu zapłonowego (10) tyrystorowego członu wykonawczego (2) układu sterującego.

4. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że drugie wyjście detektora zakłóceń (16) połączone jest z drugim wejściem układu zapłonowego (10) w celu blokowania działania tego układu w czasie występowania zakłóceń w komorze filtru elektrostatycznego (18).

5. Układ według zastrz. 3 i 4, **znamienny tym**, że pomiędzy zadajnikiem sterowania samoczynnego (7) a sumatorem-wzmacniaczem (9) włączony jest przełącznik (8) rodzaju sterowania do którego przyłączony jest ponadto zadajnik sterowania ręcznego (6), umożliwiającego przełączenie układu sterującego na pracę z ręcznym sterowaniem.

6. Układ według zastrz. 3, 4 i 5, **znamienny tym**, że do trzeciego wyjścia detektora zakłóceń przyłączony jest człon (17) całkowania zwarć, którego wyjście połączone jest bezpośrednio lub pośrednio z wyłącznikiem głównym (1) urządzenia zasilającego.

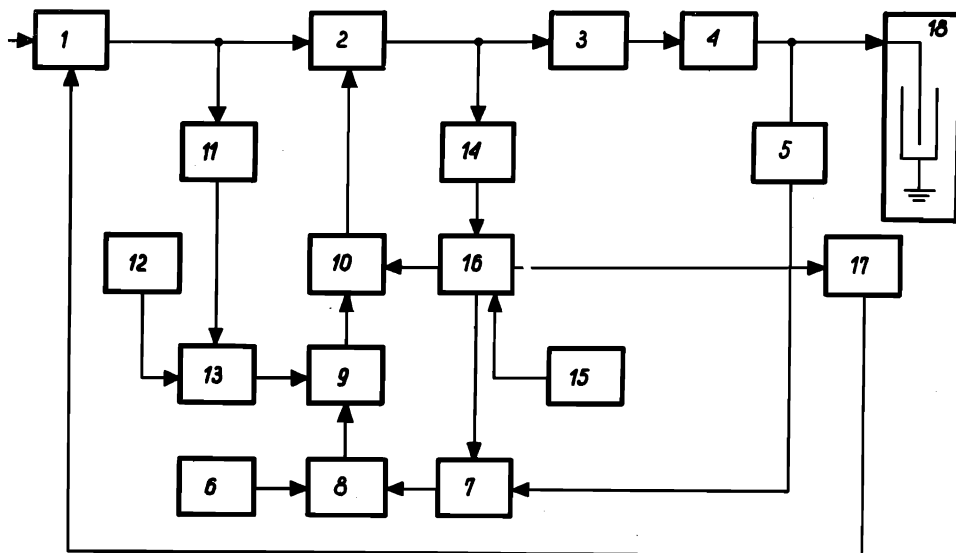


Fig. 1