



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 82 05 17 (P. 236467)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 83 11 21

Opis patentowy opublikowano: 1987 02 20

Int. Cl.<sup>8</sup> G05F 1/66

Twórcy wynalazku: Leon Bąk, Marian Jan Kiliszek, Andrzej Zabłotniak

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk Zakład Doświadczalny „Technopan” Instytutu Podstawowych Problemów Techniki, Warszawa (Polska)

### Regulowany zasilacz mocy do automatycznej stabilizacji amplitudy drgań koncentratorów ultradźwiękowych

1

Przedmiotem wynalazku jest regulowany zasilacz mocy do automatycznej stabilizacji amplitudy drgań koncentratorów ultradźwiękowych.

Znany regulowany zasilacz do automatycznej stabilizacji amplitudy drgań koncentratorów ultradźwiękowych zawiera komparator, który wytwarza ciąg impulsów o zmiennym współczynniku wypełnienia, służących do wysterowania impulsowego regulatora napięcia zbudowanego na tranzystorze w połączeniu szeregowym.

Układ powyższy przeznaczony jest do stabilizacji amplitudy drgań koncentratorów ultradźwiękowych małej mocy.

Znane są również tyrystorowe regulowane zasilacze służące do stabilizacji prądu lub napięcia, składające się z układu sterowanego prostownika połączonego z układem wyzwalania fazowego.

Układy te nie mogą być stosowane do stabilizacji amplitudy drgań koncentratorów ultradźwiękowych, ponieważ przeznaczone są do stabilizacji napięcia lub prądu.

Regulowany zasilacz mocy do automatycznej stabilizacji amplitudy drgań koncentratorów ultradźwiękowych według wynalazku składa się ze sterowanego napięciowo układu przesuwника fazowego sterującego synchronizowany impulsowy układ wyzwalania fazowego, którego wyjście połączone jest z wejściem prostownika sterowanego. Ponadto regulowany zasilacz mocy zawiera układ zabezpieczeń i blokady połączony z układami

2

przesuwника fazowego i synchronizowanego impulsowego układu wyzwalania.

Ponadto układ zabezpieczeń i blokady podaje napięcie zasilające z wejścia regulowanego zasilacza mocy, poprzez zasilacz pomocniczy do układu prostownika sterowanego. Układ zasilacza pomocniczego steruje również układ przesuwника fazowego. Układ zabezpieczeń i blokady sterowany jest sygnałem otwarcia komory dźwiękochłonnej oraz sygnałem zmiany temperatury przetwornika mocy.

Sterowany napięciowo przesuwnik fazowy zawiera wzmacniacz operacyjny, którego nieodwracające wejście połączone jest poprzez kondensator z wejściem sygnału zasilającego, a ponadto połączone jest z drenem tranzystora polowego, którego źródło dołączone jest do masy. Bramka tranzystora polowego połączona jest z wyjściem różnicowego wzmacniacza operacyjnego. Na wejście nieodwracające tego wzmacniacza podawane jest regulowane napięcie odniesienia, a na wejście odwracające podawany jest sygnał stałoprądowy odpowiadający poziomowi amplitudy drgań koncentratora ultradźwiękowego. Na wejście odwracające podawany jest również sygnał blokady z układu zabezpieczeń i blokady oraz ewentualnie sygnał STOP z układu synchronizacji generatora mocy

Układ zabezpieczeń i blokady zawiera układ zabezpieczenia nadprądowego zbudowany na komparatorze, na którego nieodwracające wejście po-

dawane jest napięcie odniesienia, którego poziom odpowiada dopuszczalnej wartości prądu obciążenia zasilacza. Wejście odwracające sterowane jest sygnałem odpowiadającym prądowi zasilacza.

Wyjście komparatora połączone jest za pośrednictwem diody z wejściem przesuwnika fazowego, za pośrednictwem innej diody z wejściem synchronizowanego impulsowego układu wyzwalania fazowego oraz z bazą tranzystora sterującego przekaźnik. Wyjście komparatora połączone jest ponadto z układem sygnalizacji, z wyjściem układu zabezpieczenia otwarcia komory dźwiękochłonnej sterowanego przez wyłącznik otwarcia oraz komory dźwiękochłonnej z wyjściem układu zabezpieczenia temperaturowego ultradźwiękowego przetwornika mocy sterowanego czujnikiem temperaturowym przetwornika.

Automatyczna regulacja napięcia wyjściowego zasilacza mocy jest realizowana w układzie sterowanego prostownika przez ciągłą regulację kąta fazowego włączania tyrystorów. Ciągła regulacja kąta fazowego w pętli stabilizacji odbywa się automatycznie w układzie sterowanego napięciowo przesuwnika fazowego.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej przedstawiony w przykładowym wykonaniu na rysunku przedstawiającym regulowany zasilacz mocy w postaci schematu blokowo-ideowego, w którym w schemacie ideowym przedstawiony został sterowany napięciowo przesuwnik fazowy oraz układ zabezpieczeń i blokady.

Regulowany zasilacz mocy składa się ze sterowanego napięciowo układu przesuwnika fazowego 1 sterującego synchronizowany impulsowy układ wyzwalania fazowego 2, którego wyjście połączone jest z wejściem prostownika sterowanego 3. Ponadto regulowany zasilacz mocy zawiera układ zabezpieczeń i blokady 5, połączony z układami przesuwnika fazowego 1 i synchronizowanego impulsowego układu wyzwalania 2.

Ponadto układ zabezpieczeń i blokady 5 podaje napięcie zasilające z wejścia zasilacza WE2, poprzez zasilacz pomocniczy 4, do układu prostownika sterowanego 3. Zasilacz pomocniczy 4 steruje również układ przesuwnika fazowego 1.

Sterowany napięciowo przesuwnik fazowy 1 zawiera wzmacniacz operacyjny W1, którego nieodwracające wejście połączone jest poprzez kondensator C z wejściem sygnału sieci, a ponadto jest połączone z drenem tranzystora polowego T, którego źródło dołączone jest do masy. Bramka tranzystora polowego połączona jest z wyjściem różnicowego wzmacniacza operacyjnego W2.

Na wejście nieodwracające wzmacniacza W2 podawane jest regulowane napięcie odniesienia  $-U_2$ , a na wejście odwracające WE1 podawany jest sygnał stało-prądowy odpowiadający poziomowi amplitudy drgań koncentratora ultradźwiękowego. Na wejście odwracające WE1 podawany jest również sygnał blokady z układu zabezpieczeń i blokady 5 oraz ewentualnie sygnał STOP z układu synchronizacji generatora mocy.

Układ zabezpieczenia i blokady 5 wyposażony jest w układ zabezpieczenia nadprądowego zasilacza mocy A, układ zabezpieczenia otwarcia komo-

ry dźwiękochłonnej B oraz układ zabezpieczenia temperaturowego C ultradźwiękowego przetwornika mocy.

Układ zabezpieczenia nadprądowego A zbudowany jest na komparatorze K, na którego wejście nieodwracające podawany jest poziom napięcia odniesienia odpowiadający dopuszczalnej wartości prądu obciążenia zasilacza. Na wejście odwracające podawany jest sygnał odpowiadający prądowi zasilacza. Wyjście komparatora połączone jest za pośrednictwem diody D1 z wejściem przesuwnika fazowego 1, za pośrednictwem diody D2 z wejściem synchronizowanego impulsowego układu wyzwalania fazowego 2 oraz z tranzystorem T1 sterującym przekaźnik PK podający napięcie sieci na prostownik sterowany 3. Wyjście komparatora K połączone jest ponadto z układem sygnalizacji S, z wyjściem układu zabezpieczenia otwarcia komory dźwiękochłonnej B oraz z wyjściem układu zabezpieczenia temperaturowego C ultradźwiękowego przetwornika mocy.

Układ zabezpieczenia otwarcia komory dźwiękochłonnej B zbudowany jest na tranzystorze T2 sterowanym poprzez wejście WE3 wyłącznikiem otwarcia drzwi W. Kolektor tranzystora T2 połączony jest za pośrednictwem diody D3 z wyjściem komparatora K w układzie zabezpieczenia nadprądowego A.

Układ zabezpieczenia temperaturowego C ultradźwiękowego przetwornika mocy zbudowany jest w postaci przerywacza na dwóch tranzystorach T3 i T4 sterowanych poprzez wejście WE4 czujnikiem temperaturowym TP przetwornika mocy. Wyjście układu zabezpieczenia temperaturowego C połączone jest za pośrednictwem diody D4 z wyjściem komparatora K w układzie zabezpieczenia nadprądowego A.

Regulacja napięcia wyjściowego zasilacza według wynalazku sprowadza się do ciągłej regulacji kąta fazowego załączania tyrystorów w mostku prostowniczym układu prostownika sterowanego 3. Załączanie tyrystorów następuje z synchronicznego impulsowego układu wyzwalania fazowego 2, który wytwarza synchronicznie z siecią zasilającą impulsy załączające znamienne kształtem, mocą, rozdziałem czasowym i potencjałem odniesienia. Kąt fazowy załączania tyrystorów zależy od układu sterowanego napięciowo przesuwnika fazowego 1. Przesuwnik fazowy 1, reguluje płynnie przesunięcie fazowe sygnału synchronicznego z napięciem sieci zasilającej.

Przesunięcie fazowe zależy od wstępnego ręcznego ustawienia poziomu amplitudy drgań koncentratora i automatycznej regulacji tego przesunięcia wynikającej z działania układu stabilizacji amplitudy drgań. Napięciowy stałoprądowy sygnał stabilizacji amplitudy jest podawany na wejście WE1 układu przesuwnika fazowego 1. Wejście WE1 jest ponadto wykorzystane do zdalnego sterowania z włączaniem na poziomie mocy ograniczonym do minimalnego w warunkach synchronizacji z pracą aparatury współpracującej w procesie ultradźwiękowej dezintegracji.

Prostownik sterowany 3 jest zasilany z sieci z wejścia WE2 przez układ zabezpieczeń i bloka-

dy 5. Zasilacz pomocniczy 4 wytwarza napięcie stałe  $+U_Z$ ,  $-U_{Z1}$ ,  $-U_{Z2}$  do zasilania układów przesuwnika fazy 1, wyzwala fazowego 2, i układu zabezpieczeń i blokady 5 oraz sygnał synchroniczny z siecią zasilającą do sterowania fazowego układu przesuwnika fazowego 1. Układ zabezpieczeń i blokady 5 w przypadku przekroczenia dopuszczalnej wartości prądu zasilacza lub przekroczeniu dozwolonych stanów na wejściach **WE3** układu zabezpieczenia otwarcia komory dźwiękochłonnej i **WE4** układu zabezpieczenia temperaturowego, zwalnia przekaźnik **PK** podający sieć na prostownik sterowany 3 i wytwarza sygnał blokujący układ wyzwala 2 oraz układ przesuwnika fazowego 1.

Ponadto układ zabezpieczeń i blokady 5 przy każdorazowym załączeniu sieci powoduje automatyczne zablokowanie układu sterującego prostownik sterowany 3 oraz regulację kąta przesunięcia fazowego tak, że napięcie zasilacza na **WY1**, narasta płynnie od wartości min. do wymaganego poziomu ze względu na zadany dowolnie poziom amplitudy drgań koncentratora. Pętla sprzężenia zwrotnego automatycznej stabilizacji amplitudy drgań podłużnych koncentratora ultradźwiękowego zespołu drgającego zamyka się w obwodzie utworzonym przez połączenie wyjścia **WY1** regulowanego zasilacza mocy z układem falowników tyrystorowych i podanie na wejście **WE1** sygnału stałoprądowego napięciowego odpowiadającego poziomowi drgań podłużnych koncentratora.

Przesuwnik fazowy jest zbudowany ze wzmacniacza operacyjnego **W1**, tranzystora polowego **T** i kondensatora **C** jako elementów podstawowych.

W układzie przesuwnika fazowego 1 zastosowany został tranzystor typu MOSFET charakteryzujący się tym, że jego rezystancja dren — źródło jest regulowana w bardzo szerokich granicach pomiędzy stanami załączenia i wyłączenia. Sygnał o częstotliwości sieci 50 Hz jest podawany na wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego **W1** przez kondensator **C**. Wejście to jest dołączone do masy przez tranzystor **T** o regulowanej rezystancji dren — źródło. Regulacja rezystancji tranzystora w przedziale od min do max powoduje zmianę przesuwnika fazowego w układzie wej/wyj. o prawie 180°. Regulacja rezystancji (dren — źródło) tranzystora **T** następuje przez sterowanie bramki napięciem stałoprądowym.

Stałoprądowy poziom napięcia sterującego jest wytwarzany przez układ wzmacniacza operacyjnego **W2** na którego wejścia są podawane dwa napięcia. Na wejście nieodwracające podawane jest regulowane ręcznie napięcie odniesienia,  $-U_z$  na wejście odwracające **WE1** jest podawane napięcie odpowiadające poziomowi amplitudy drgań koncentratora ultradźwiękowego. Różnica tych napięć po wzmocnieniu reguluje przesunięcie fazowe sterowania tyrystorów prostownika sterowanego 3 w ten sposób, że zmniejszanie się amplitudy drgań koncentratora wywołuje wzrost napięcia wyjściowego zasilacza co daje w efekcie stabilizację amplitudy.

Na wejście **WE1** niezależnie od sygnału automatycznej regulacji amplitudy **ARA** są podawane

sygnały do skokowego wywołania przesunięcia fazowego w kierunku ograniczenia napięcia wyjściowego zasilacza do poziomu minimalnego w przypadku sygnału **STOP** w czasie pracy synchronizowanej w systemie dezintegracji ewentualnie wystąpienia stanu blokady pracy systemu. Ustąpienie tych przyczyn powoduje płynne narastanie napięcia wyjściowego do wartości odpowiedniej do stabilizacji amplitudy drgań na ustawionym poziomie w warunkach obciążenia akustycznego koncentratora. Takie rozwiązanie układowe sterowanego napięciowo przesunięcia fazowego umożliwia zdalne sterowanie (włączanie i wyłączanie) na dowolnie ustawionym poziomie stabilizacji amplitudy. Regulowany zasilacz mocy ze względu na niezawodność i bezpieczeństwo obsługi jest wyposażony w układ zabezpieczeń i blokady 5.

Działanie układu zabezpieczenia nadprądowego **A** jest oparte na ciągłym porównywaniu wartości prądu pobieranego z sieci zasilającej przekształconym w sygnał stałoprądowy z dopuszczalnym poziomem w układzie komparatora napięciowego **K**. W przypadku przekroczenia dozwolonej wartości prądu zasilacza komparator **K** wytwarza na wyjściu zmianę stanu napięcia wyjściowego, która następnie wywołuje stan blokady zasilacza polegający na odłączeniu przekaźnikiem sieci 220 V z zasilania prostownika sterowanego 3, zablokowaniu synchronicznego układu wyzwala fazowego 2, ustawieniu sterowanego napięciowo przesuwnika fazowego 1 w stan odpowiadający minimalnemu napięciu wyjściowemu zasilacza.

Stan blokady zasilacza jest sygnalizowany świetlnie z krótkotrwałym podtrzymaniem w układzie sygnalizacji **S**. Zadziałanie układu zabezpieczenia powoduje ustąpienie stanu przeciążenia prądowego, co powoduje automatyczne załączenie zasilacza mocy, pod warunkiem, że nie występuje stan blokady wywołany przez pozostałe układy zabezpieczeń. Układ sygnalizacji **S** w czasie załączania do sieci — ustalania napięć zasilacza pomocniczego ustawia się w stanie blokującym zasilacz mocy poprzez diodę **D5**. Blokada ta jest zwalniana automatycznie i o ile nie występują inne przyczyny (związane z otwarciem komory dźwiękochłonnej i przekroczeniem temperatury przez przetwornik), to następuje załączenie sieci zasilającej na prostownik sterowany tyrystorowo-diodowy 3, a układ sterowania automatycznie reguluje fazę impulsów wyzwalających w kierunku płynnego narastania napięcia wyjściowego zasilacza mocy do poziomu określonego warunkiem stabilizacji amplitudy prędkości drgań.

Działanie układu zabezpieczenia otwarcia komory dźwiękochłonnej **B** sprowadza się do wywołania stanu blokady zasilacza mocy polegającej na: odłączeniu przekaźnikiem sieci 220 V z zasilania prostownika sterowanego 3, zablokowaniu synchronizowanego układu wyzwala fazowego 2, ustawieniu sterowanego napięciowo przesuwnika fazowego 1 w stan odpowiadający minimalnemu napięciu wyjściowemu zasilacza.

Stan blokady jest sygnalizowany świetlnie. Takie rozwiązanie zwiększa bezpieczeństwo obsługi i jednocześnie wskazuje przyczynę zagrożenia. Po

zamknięciu komory dźwiękochłonnej stan blokady ustępuje samoczynnie.

Działanie układu zabezpieczenia temperaturowego C ultradźwiękowego przetwornika mocy polega na wywołaniu stanu blokady zasilacza w przypadku przekroczenia dopuszczalnej temperatury przez przetwornik. Temperatura przetwornika kontrolowana jest przez termistorowy czujnik TP połączony z układem przernutnikowym. Układ przernutnikowy przy przekroczeniu dopuszczalnej temperatury przez czujnik kontrolujący temperaturę ultradźwiękowego przetwornika mocy zmienia stan wywołując blokadę zasilacza mocy. Stan blokady jest sygnalizowany świetlnie.

Układ przernutnikowy posiada histerezę przernutu, dzięki czemu powrót do stanu wyjściowego następuje w warunkach temperatury znacznie niższej od temperatury określonej wartością dopuszczalną. Stan blokady jest dzięki temu wydłużony w czasie, co w istotny sposób zabezpiecza przetwornik mocy przed uszkodzeniem wynikającym z przegrzania. Zmiana stanu przernutnika jest tym samym zależna tylko od temperatury przetwornika.

Stan blokady powoduje odłączenie przełącznikiem sieci 220 V z zasilania prostownika sterowanego 3, zablokowanie synchronizowanego układu wyzwalania fazowego 2, ustawienie sterowanego napięciowo przesuwnika fazowego 1 w stan odpowiadający minimalnemu napięciu wyjściowemu zasilacza. Ustąpienie stanu blokady powoduje płynne narastanie napięcia wyjściowego zasilacza do wartości określonej warunkiem stabilizacji amplitudy drgań koncentratora ultradźwiękowego zespołu drgającego.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Regulowany zasilacz mocy do automatycznej stabilizacji amplitudy drgań koncentratorów ultradźwiękowych, znamienny tym, że składa się ze sterowanego napięciowo układu przesuwnika fazowego (1) sterującego synchronizowany impulsowy układ wyzwalania fazowego (2), którego wyjście połączone jest z wejściem prostownika sterowanego (3), a ponadto zawiera układ zabezpieczeń i blokady (5), sterowany sygnałem otwarcia komory dźwiękochłonnej przez wejście WE3 oraz

sygnałem zmiany temperatury przez wejście WE4, który połączony jest z układami przesuwnika fazowego (1) i synchronizowanego impulsowego układu wyzwalania (2) oraz podaje napięcie zasilające do układu prostownika sterowanego (3) z wejścia (WE2) regulowanego zasilacza mocy poprzez zasilacz pomocniczy (4) sterujący też układ przesuwnika fazowego (1).

2. Regulowany zasilacz według zastrz. 1, znamienny tym, że sterowany napięciowo przesuwnik fazowy (1) zawiera wzmacniacz operacyjny (W1), którego nieodwracające wejście połączone jest poprzez kondensator (C) z wejściem sygnału zasilającego, a ponadto połączone jest z drenem tranzystora polowego (T), którego źródło dołączone jest do masy, a bramka połączona jest z wyjściem różnicowego wzmacniacza operacyjnego (W2), którego nieodwracające wejście jest sterowane regulowanym napięciem odniesienia, a wejście odwracające (WE) sygnałem stałoprądowym odpowiadającym poziomowi amplitudy drgań koncentratora ultradźwiękowego, sygnałem blokady z układu zabezpieczeń i blokady (5) oraz sygnałem z układu synchronizacji generatora mocy.

3. Regulowany zasilacz według zastrz. 1, znamienny tym, że układ zabezpieczeń i blokady (5) zawiera układ zabezpieczenia nadprądowego (A) zbudowany na komparatorze (K), którego wejście nieodwracające sterowane jest napięciem odniesienia odpowiadającym dopuszczalnej wartości prądu obciążenia zasilacza, a wejście odwracające sterowane jest sygnałem odpowiadającym prądowi zasilacza, natomiast wyjście komparatora (K) połączone jest za pośrednictwem diody (D1), katodą od strony komparatora, z wejściem przesuwnika fazowego (1), za pośrednictwem diody (D2) katodą od strony komparatora, z wejściem synchronizowanego impulsowego układu wyzwalania fazowego (2) oraz z bazą tranzystora (T1) sterującego przełącznikiem (PK), podający napięcie zasilające na prostownik sterowany (3), a ponadto wyjście komparatora (K) połączone jest z układem sygnalizacji (S), z wyjściem układu zabezpieczenia otwarcia komory dźwiękochłonnej (B) za pośrednictwem diody (D3) anodą od strony komparatora oraz z wyjściem układu zabezpieczenia temperaturowego (C) za pośrednictwem diody (D4) anodą od strony komparatora.

