



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 10.IV.1968 (P 126 361)

Pierwszeństwo: 12.IV.1967 Węgry

Opublikowano: 15.XII.1970

Kl. 21 d², 12/03

MKP H 02 m, 7/48

UKD

Współtwórcy wynalazku: Endre Füzesi, Tibor Kondor, József Lencses

Właściciel patentu: Villamosipari Kutató Intezet, Budapeszt (Węgry)

Układ połączeń do przekształcania napięcia stałego na regulowane napięcie przemienne

1

Przedmiotem wynalazku jest układ połączeń do przekształcania napięcia stałego na regulowane napięcie przemienne.

Znany jest przekształtnik posiadający transformator wyjściowy i diody przewodzące prąd wsteczny, które są połączone z odczepami pośrednimi symetrycznego, pierwotnego uzwojenia transformatora, z którego wyprowadzeniami końcowymi są połączone w układzie przeciwsobnym tyrystory, a uzwojenie pierwotne transformatora jest zbocznikowane kondensatorem. Ponadto przekształtnik zawiera zespół sterowania tyrystorów oraz dławik wygaszający, włączony pomiędzy wspólnym punktem diod przewodzących prąd wsteczny a wspólnym punktem tyrystorów.

Dławik ten jest połączony równolegle z diodą skierowaną tak, jak diody przewodzące prąd wtórny, lub z diodą połączoną jedną ze swych elektrod poprzez wtórne uzwojenie dławika wygaszającego z jednym zaciskiem źródła zasilania, przy czym w drugi zacisk źródła jest połączony ze wspólnym punktem diod przewodzących prąd wsteczny i z drugą elektrodą diody zwierającej dławik wygaszający. Regulację napięcia wyjściowego uzyskuje się przez zmianę powierzchni ograniczonej krzywą półokresu funkcji napięcia względem czasu za pomocą tyrystora wygaszającego lub za pomocą innego zespołu regulacyjnego. Takie rozbudowanie układu jest jednak kosztowne, albo też powoduje zmniejszenie sprawności układu.

2

Wynalazek ma na celu usunięcie tej niedogodności oraz wykonanie takiego układu połączeń przekształtnika, w którym nie ma dodatkowych kosztownych elementów regulacyjnych, na skutek zastosowania sygnału sterującego o nowej postaci.

Cel ten osiągnięto według wynalazku w ten sposób, że zespół sterujący jest wykonany jako generator impulsów przeznaczony do wytwarzania sygnału sterującego składającego się w jednym półokresie z jednego impulsu szpilkowego i przesuniętego w stosunku do niego o regulowany kąt przesunięcia fazowego co najmniej jednego dalszego impulsu innego kształtu.

Korzyści układu według wynalazku polegają przede wszystkim na tym, że obydwa tyrystory, w odróżnieniu od znanych układów, wygaszają się podwójnie, przy czym nie wygaszają się one nawzajem w normalny sposób co pół okresu, to znaczy gdy jeden tyrystor jest zapalony, drugi jest wygaszany, natomiast pracują w ten sposób, że tyrystor wprowadzany w stan przewodzenia jako drugi, wygasza tyrystor przewodzący poprzednio, a przy końcu przebiegu wygaszania również sam się wygasza. Ten przebieg wymaga sygnału sterującego o odpowiednim kształcie.

Wynalazek jest bliżej wyjaśniony na podstawie rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przykład wykonania układu przekształtnika napięcia według wynalazku, fig. 2 przedstawia schemat odmiany układu według wynalazku, fig. 3—5 przed-

stawiają przebiegi sygnałów sterujących, a fig. 6 przedstawia odmianę układu według wynalazku, z układem mostkowym po stronie pierwotnej transformatora.

W układzie przedstawionym na fig. 1 źródło U_1 napięcia zasilania ma biegun dodatni połączony poprzez dławik wygaszający 1 oraz poprzez tyrystory 3 i 4 z obu zewnętrznymi wyprowadzeniami pierwotnego uzwojenia 8a transformatora 8. Pierwotne uzwojenie 8a jest ponadto zbocznikowane kondensatorem wygaszającym 2. Środkowy odczep uzwojenia pierwotnego 8a jest połączony z biegunem ujemnym źródła U_1 napięcia zasilania. Dwa symetrycznie usytuowane odczepy pośrednie pierwotnego uzwojenia 8a są połączone przez diody 6 i 7, przeznaczone do przewodzenia prądu wtórnego, z biegunem dodatnim źródła U_1 napięcia zasilania. Dławik wygaszający 1 jest zrównoległony diodą 5 skierowaną tak samo jak diody 6 i 7.

Do elektrod sterujących tyrystorów 3 i 4 przyłączony jest zespół sterujący 12, dostarczający do elektrody sterującej tyrystora 3 sygnały sterujące 31 a do elektrody sterującej tyrystora 4 sterujące sygnały 32, które są przedstawione na fig. 3. Sterujące sygnały 31 i 32 są w stosunku do siebie przesunięte o 180° i mają ten sam kształt, przy czym w pierwszym półokresie sygnał 31 składa się ze szpilkowego impulsu 33 i przesuniętego w stosunku do niego o kąt φ prostokątnego impulsu 34. W następnym półokresie sygnał ten wynosi zero. Kąt φ jest regulowany w zakresie $0-180^\circ$ za pomocą doprowadzanego ze sterującego zespołu 12 sygnału regulacyjnego, na przykład sygnału napięciowego.

Wtórne uzwojenie 8b transformatora 8 jest połączony z impedancją 11 odbiornika poprzez dławik 9 oraz przez czwórnik 10 przeznaczony do kształtowania sygnału o postaci sinusoidalnej. Jeżeli impedancja rozproszenia transformatora 8 ma dostatecznie dużą wartość, to można pominąć dławik 9.

Układ pracuje w następujący sposób. Podczas gdy tyrystor 3 przewodzi, wygaszający kondensator 2 ładuje się do napięcia równego w przybliżeniu podwójnej wartości napięcia zasilania i o takim kierunku, przy którym okładzina kondensatora 2 połączona z tyrystorem 3 ma potencjał dodatni. Przez dławik 1 przepływa w tym czasie prąd o natężeniu określonym przez napięcie zasilania i obciążenie. Tyrystor 4 jest wprowadzony w stan przewodzenia przez szpilkowy impuls 33 sterującego sygnału 32, a tyrystor 3 ulega wygaszeniu w znany sposób przez tyrystor 4 za pomocą kondensatora 2. Kondensator 2 ładuje się teraz przez pierwotne uzwojenie 8a transformatora 8 do napięcia równego w przybliżeniu podwójnej wartości napięcia zasilania i o kierunku przeciwnym w stosunku do kierunku napięcia w poprzednim etapie. Aby tyrystor 4 po wygaszeniu nie przewodził prądu, to znaczy, by odpowiednio do określonej przez kąt φ przerwy, obydwa tyrystory były zablokowane, napięcie na tyrystorze 4 dla kierunku zablokowania musi być odpowiednio dobrane.

Przy wygaszaniu tyrystorów 3 i 4 energia magazynowana w dławiku 1 ulega zwiększaniu. Po

wygaszeniu energia zgromadzona w dławiku 1 powraca do obwodu prądowego dołączonego do jej zacisków 13, 14, przez co zacisk 13 połączony z tyrystorami 3 i 4 ma potencjał dodatni w odróżnieniu od zacisku 14, połączanego ze źródłem napięcia zasilania. Gdyby nie było diody 5 energia dławika 1 wywołałaby przepływ prądu przez tyrystor 4 przez diodę 7 w kierunku wyjścia. Dioda 5 jest takim elementem, którego impedancja jest mniejsza od impedencji obwodu prądowego.

Ponadto należy zapewnić, by przeniesiona na uzwojenie pierwotne 8a transformatora 8 impedancja obciążenia przy zmianach napięcia miała charakter indukcyjny. Osiąga się to przez zastosowanie dławika 9, który przy danych warunkach obciążenia stanowi na przykład część czwórnika 10 lub, część indukcyjności transformatora 8.

Przy takiej realizacji układu, przez tyrystor 4 nie przepływa żaden prąd w kierunku prowadzenia, w wyniku czego tyrystor ten gaśnie. W celu lepszego wygaszania, przepuszczające prąd wsteczny diody 6 i 7 są dołączone do symetrycznych odczepów pośrednich uzwojenia pierwotnego 8a. Wskutek tego na zaciskach tyrystora 4 przy przepływie prądu wstecznego pojawia się ujemne napięcie blokujące.

Jak już powiedziano, tyrystor 3 jest sterowany przez prostokątny impuls 34 sterującego sygnału 31 i przewodzi prąd. Tyrystor 4 jest wprowadzany w stan przewodzenia przez szpilkowy impuls 33 sterującego sygnału 32, na skutek czego przestaje przewodzić tyrystor 3. Po wygaszeniu tyrystora 3 wygaszany jest również tyrystor 4. Następnym impuls 34 sterując tyrystor 4, przy czym przewodzenie prądu trwa aż do końca połowy okresu. Następnie przebieg powtarza się z tym, że zmieniają się role tyrystorów 3 i 4.

W układzie połączeń według wynalazku warunkiem wygaszania jak powiedziano, jest fakt, że przy wygaszaniu tyrystorów 3 i 4 zapewniony jest przepływ prądu z dławika 1 przez obwód, którego impedancja jest mniejsza niż impedancja drogi prądu poprzez tyrystor. W przedstawionym układzie zadanie bocznikowania dławika 1 spełnia dioda 5. Przepływający przez diodę 5 prąd może spowodować jednak znaczne straty energii. Na fig. 2 przedstawiono przykład wykonania układu w którym wyeliminowano tę wadę. W układzie tym dławik wygaszający 1 ma uzwojenie wtórne 1a, które połączone jest z jednej strony przez diodę 5 do dodatniego bieguna źródła zasilania, a z drugiej strony do ujemnego bieguna źródła U_1 zasilania. W układzie tym dławik 1 jest zwierany nie bezpośrednio, lecz przez źródło U_1 zasilania, przy czym część nagromadzonej w dławiku 1 energii jest przekazywana ponownie do źródła zasilania.

Przekładnia pomiędzy uzwojeniami dławika 1 jest dobrana w ten sposób, że prąd przepływa przez diodę 5 i przez jedną z diod 6 i 7. Napięcie pomiędzy zaciskami 13 i 14 dławika 1 musi być tak małe, aby nie zmniejszało przyłożonego na tyrystor napięcia blokującego. Dioda 5 nie służy zatem jedynie do odprowadzania energii nagromadzonej w dławiku 1 do źródła zasilania, ale jest przeznaczona głównie do zapewnienia odprowa-

dzania energii nagromadzonej w dławiku 1 przy niskiej impedancji, aby wygasić tyrystor wprowadzony w stan przewodzenia.

Na fig. 5 przedstawiono połączone sterujące sygnały 51 i 52, za pomocą których osiąga się w korzystny sposób sinusoidalny kształt napięcia indukowanego we wtórnym uzwojeniu 8b. Sterujące sygnały 51 i 52 składają się z półokresu sterowania T_1 i z półokresu przerwy T_2 . W półokresie sterowania T_1 sygnały 51 lub 52 różnią się od sygnałów sterujących 31 lub 32 (fig. 3) tym, że po pierwszym szpilkowym impulsie 53 po pewnym czasie odpowiadającym regulowanemu kątowi przesunięcia fazowego φ , następuje zamiast jednego impulsu prostokątnego seria impulsów prostokątnych 54. W półokresie przerwy T_2 różnica polega na tym, że sygnały 51 i 52 składają się z ostrzowych impulsów 55, które w czasie pokrywają się z tylnym zboczem impulsu prostokątnego w półokresie sterowania T_1 drugiego sygnału.

Przy sterowaniu tyrystorów 3 i 4 za pomocą sygnałów 51 i 52 układ połączeń według fig. 1 również pracuje na zasadzie podwójnego wygaszania. Przyjmuje się, że w danym odstępie czasu tyrystor 3 przewodzi prąd w półokresie swojego sterowania na skutek oddziaływania ostatniego impulsu prostokątnego serii impulsów 54. Gdy tyrystor 4 zacznie przewodzić, w wyniku działania ostrzowego impulsu 53 na początku półokresu sterowania, następuje opisane wyżej podwójne wygaszanie, przy czym oba tyrystory wygaszają się nawzajem.

Tyrystor 4 jest na nowo wprowadzany w stan przewodzenia przez pierwszy impuls prostokątny serii impulsów 54, następującej po szpilkowym impulsie 53, przy czym przewodzi on prąd w sposób ciągły. Przy końcu impulsu prostokątnego tyrystor zostaje zapalony przez odpowiedni impuls szpilkowy serii impulsów 55, a więc występuje znowu podwójne wygaszanie. Pod wpływem następnego kolejnego impulsu prostokątnego, tyrystor 4 ponownie zaczyna przewodzić, co zostaje zlikwidowane przez podwójne wygaszanie, które następuje na skutek wprowadzenia tyrystora 3 za pomocą impulsu szpilkowego w stan przewodzenia. Przebieg ten powtarza się wiele razy w ciągu półokresu sterowania tyrystora 4, a w następnym półokresie tyrystory zamieniają się rolami.

Przy tego rodzaju pracy, na uzwojeniu wtórnym 8b transformatora 8 wytwarza się modulowany sygnał prostokątny o zmieniającym się kierunku, którego amplituda zmienia się skokowo symetrycznie pomiędzy wartością maksymalną i zerem. Przez odpowiedni dobór stosunku impuls — przerwa sygnałów 51 i 52 można osiągnąć to, że liczba składowych harmonicznych napięcia wytwarzanego na wtórnym uzwojeniu 8b zmniejszy się znacznie w stosunku do liczby składowych harmonicznych napięcia wyjściowego, wywołanego przez sygnał całkowicie prostokątny lub przy sygnałach sterujących przedstawionych na fig. 3, przez co zarówno wymiary jak i cena oraz straty czwornika 10, wytwarzającego sinusoidę zostają zmniejszone.

Przy zmianie stosunku impuls — przerwa oraz kąta φ w sygnałach 51 i 52 można skutecznie re-

gulować amplitudę podstawowej harmonicznej sygnału wyjściowego. Regulacja ta może być wywołana przez sygnał elektryczny, na przykład napięcie, które jest przykładane do sterującego zespołu 12. Sygnały sterujące 51 i 52 są regulowane w półokresie przewodzenia pomiędzy dwoma granicami. Granice te są określone z jednej strony przez impuls prostokątny o czasie trwania 180°C , a z drugiej strony przez szpilkowy impuls 53.

Impulsy prostokątne w opisanych złożonych sygnałach sterujących mogą być również zastąpione przez szereg impulsów, składających się z impulsów szpilkowych i mogą być stosowane w ogólnie znany sposób do sterowania tyrystorów. Jeżeli chodzi o układ według wynalazku, to fakt ten posiada wtedy szczególne znaczenie, gdy sterujący zespół 12 tworzy część cyfrowego układu regulacyjnego. Wartość napięcia powstającego na wtórnym uzwojeniu 8b jest wtedy regulowana liczbą impulsów w serii. Tego rodzaju sygnał sterujący jest pokazany na fig. 4, gdzie prostokątne impulsy 34 sterujących sygnałów 31 i 32 z fig. 3 są zastąpione seriami impulsów 44.

Złożone sygnały sterujące są wytwarzane przez sterujący zespół 12 zbudowany z różnych obwodów podstawowych znanych w technice impulsowej.

Układ połączeń według wynalazku przedstawiony na fig. 6 różni się od przedstawionego na fig. 1 tym, że obwód uzwojenia pierwotnego transformatora 8 stanowi układ mostkowy złożony z dwóch lustrzanych odbić obwodu z fig. 1. Ten układ mostkowy ma wspólny sterujący zespół 12 oraz wspólny wygaszający kondensator 2. Układ taki ma tę zaletę, że pozwala na stosowanie wyższego napięcia zasilania. Gdy obwód uzwojenia pierwotnego jest połączony szeregowo z podobnie wykonanymi innymi obwodami, napięcie zasilania może być dowolnie wysokie, przy czym wszystkie obwody są dołączone do jednego wspólnego transformatora.

Przez takie łączenie wielu układów według wynalazku szeregowo lub równolegle, jak również przez łączenie stron wtórnych transformatorów można otrzymywać określony kształt przebiegu napięcia, na przykład kształt sinusoidalny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ połączeń do przekształcania napięcia stałego na regulowane napięcie przemienne, który zawiera transformator, diody przewodzące prąd wsteczny połączone z symetrycznymi odczepami pośrednimi pierwotnego uzwojenia transformatora, tyrystory połączone w układzie przeciwsobnym z zewnętrznymi wyprowadzeniami uzwojenia pierwotnego, kondensator wygaszający bocznikujący uzwojenie pierwotne transformatora i zespół sterowania tyrystorami, przy czym zastosowano dławik wygaszający włączony pomiędzy wspólny punkt diod przewodzących prąd wsteczny, a wspólny punkt tyrystorów, diodę połączoną równolegle z dławikiem wygaszającym a skierowaną tak, jak diody przewodzące prąd wsteczny albo połączoną jedną ze swoich elektrod poprzez wtórne uzwojenie dławika wygaszającego z jednym

zaciskiem źródła napięcia zasilania, przy czym drugi zacisk źródła napięcia zasilania jest połączony ze wspólnym punktem diod przewodzących prąd wsteczny i z drugą elektrodą wymienionej diody, **znamienny tym**, że zespół sterowania (12) jest wykonany w postaci generatora impulsów, wytwarzającego sygnały sterujące, przy czym każdy sygnał składa się w każdym półokresie przewodzenia z impulsu szpilkowego i z przynajmniej jednego impulsu innego kształtu przesuniętego względem niego o regulowany kąt przesunięcia (φ).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że impuls przesunięty o kąt (φ) względem impulsu szpilkowego, jest impulsem prostokątnym (34).

3. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że impuls prostokątny podawany z generatora sygnałów (12) stanowi serię (44) impulsów szpilkowych.

4. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że impuls przesunięty o kąt (φ) względem impulsu szpilkowego, jest impulsem prostokątnym, po którym następują dalsze impulsy prostokątne (54), przy czym tylne zbocza wszystkich impulsów prostokątnych są zgodne w czasie z impulsami szpilkowymi w półokresach nieprzewodzenia drugiego tyrystora, a przesunięcie impulsu prostokątnego (54) jest regulowane.

5. Układ według zastrz. 1 — 4, **znamienny tym**, że do pierwotnego uzwojenia (8a) transformatora (8) jest przyłączony mostkowy obwód, będący połączeniem podstawowego obwodu uzwojenia pierwotnego (8a) transformatora (8) z jego lustrzanym odbiciem, przy czym obwód ten ma jeden wspólny sterujący zespół (12) i jeden wspólny wygaszający kondensator (2).

6. Układ według zastrz. 1 — 5, **znamienny tym**, że do uzwojenia wtórnego (8b) transformatora (8) jest przyłączony szeregowo dławik.

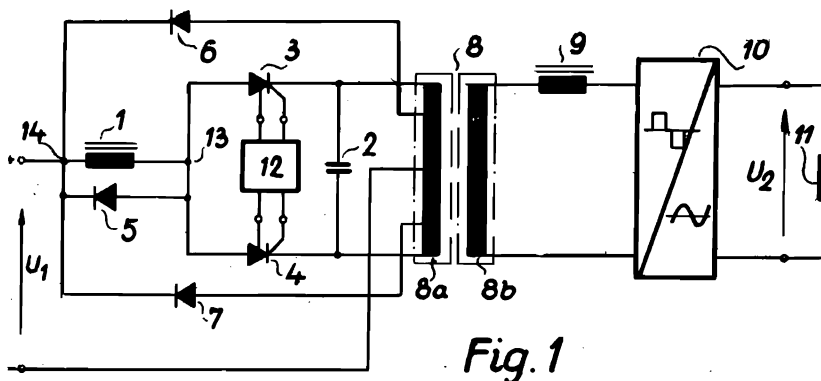


Fig. 1

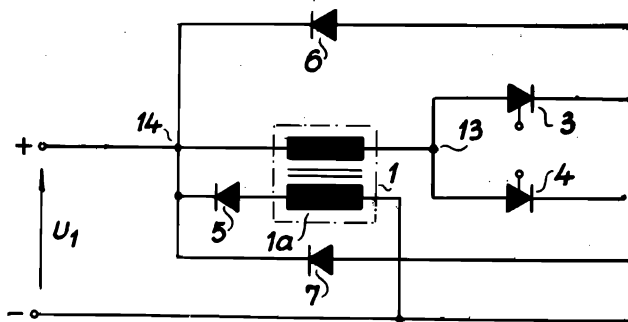


Fig. 2

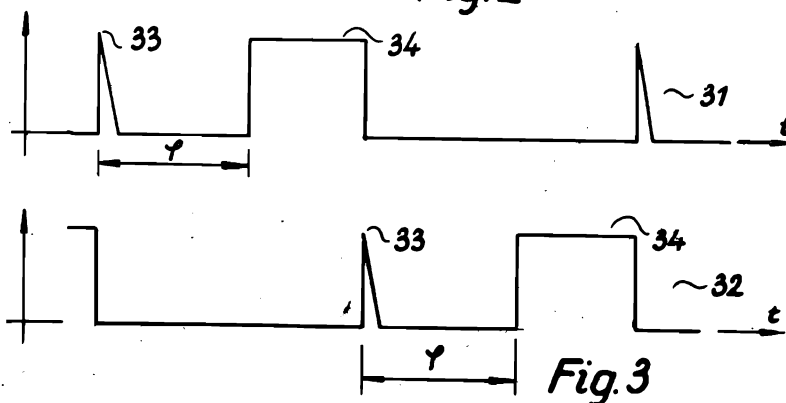


Fig. 3

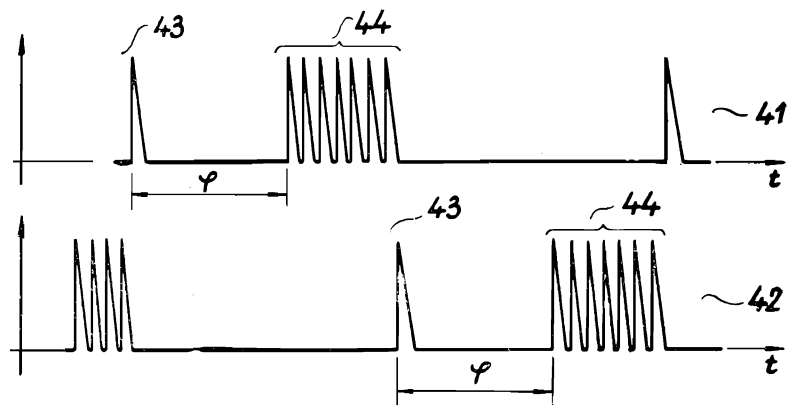


Fig. 4

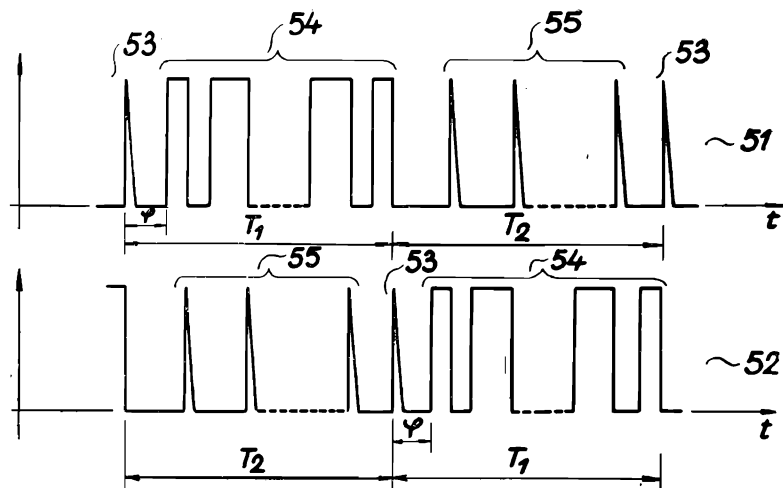


Fig. 5

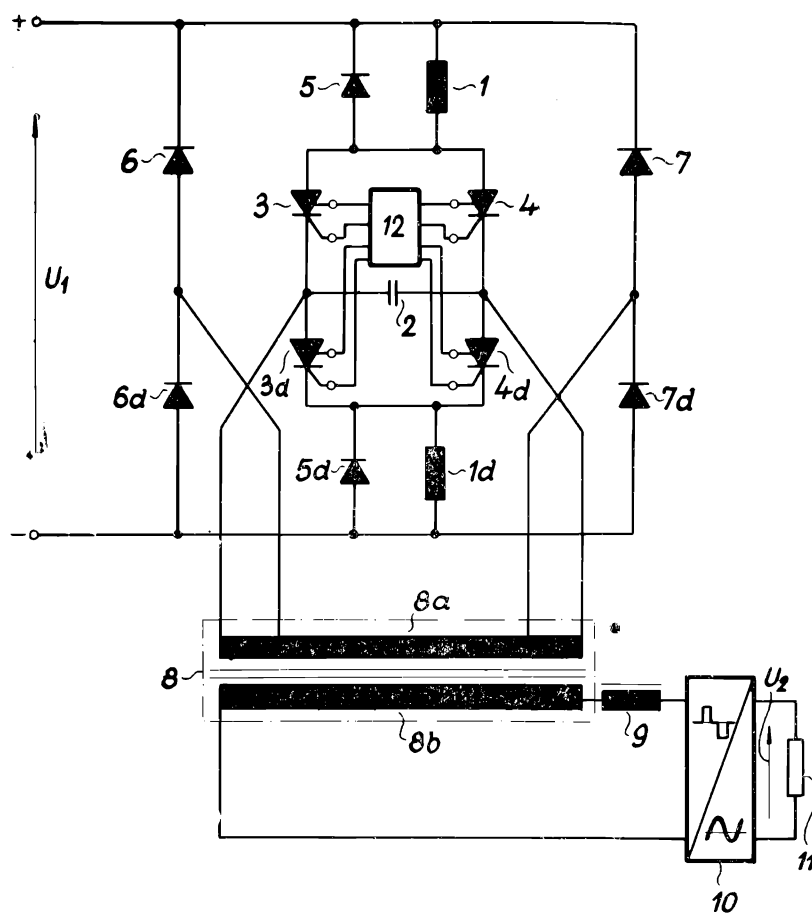


Fig. 6