

Patent dodatkowy
do patentuKl. 21 a⁴, 8/01

Zgłoszono: 03.VII.1967 (P 121 503)

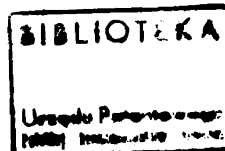
Pierwszeństwo: 05. VII.1966 Austria

MKP H 03 k

4/08

Opublikowano: 30.V.1970

UKD



Właściciel patentu: Elin — Union Aktiengesellschaft für Elektrische Industrie, Wiedeń (Austria)

Układ połączeń generatora napięcia niesinusoidalnego wielkiej
częstotliwości

1

Przedmiotem wynalazku jest układ połączeń generatora napięcia niesinusoidalnego wielkiej częstotliwości zawierający sterowane zawory, korzystnie tyrystory, do stosowania na przykład w grzejnictwie przemysłowym.

Znane układy połączeń generatorów dzielą się na dwie grupy, a mianowicie generatory, których działanie zależy od przesunięcia fazowego napięcia na obciążeniu względem prądu i generatory, których działanie nie zależy od tego przesunięcia. Generatory te w dalszej części opisu nazywane są generatorami zależnymi od obciążenia i generatorami niezależnymi od obciążenia. Układ generatora niezależnego zawiera obwód pomocniczy, który służy do wyłączania tyrystora biorącego udział w tworzeniu zmiennego przebiegu napięcia lub prądu w momencie zmiany biegunowości tego przebiegu. Natomiast w generatorze zależnym od obciążenia, do wyłączania tyrystora może być użyty element, którego napięcie zależy od obciążenia na przykład tranzystor.

Jeden ze znanych układów generatora zależnego od obciążenia przedstawiono na fig. 1 w celu dokładniejszego omówienia dotychczasowego stanu techniki w tej dziedzinie. W generatorze zależnym od obciążenia w celu uzyskania wyłączania tyrystorów konieczne jest, aby prąd obciążenia był przesunięty w fazie względem napięcia. Wielkość tego przesunięcia fazowego odpowiada co najmniej kątowni nieprzewodzenia tyrystora. Jednak przy prze-

2

sunięciu fazowym równym 90° moc dostarczania do obciążenia staje się równa zero. Oznacza to, że częstotliwość przebiegu napięcia wytwarzanego przez generator nie może być większa od częstotliwości granicznej czyli częstotliwości, przy której jedna czwarta okresu wytwarzanego przez generator przebiegu napięcia zmiennego jest równa czasowi nieprzewodzenia tyrystora.

Generator ten jest zasilany ze źródła 21 napięcia stałego włączanego przez diodę 22 w jedną z przekątnych mostka składającego się z tyrystorów 23, 24, 25 i 26, przy czym w drugą przekątną mostka włączony jest obwód drgań utworzony z indukcyjnego obciążenia 28, którym może być cewka pieca indukcyjnego i kondensatora 27 o małych stratach. Impulsy wyzwalaające, włączające tyrystory 23, 24, 25 i 26 pochodzą z obwodu drgań. Dla tego rodzaju generatora o konwencjonalnej budowie jest słuszny warunek

$$i_0 \frac{dt}{di} + tr < \frac{T}{4} \quad (I)$$

przy czym,

 i_0 — oznacza prąd stały zasilający generator, $\frac{dt}{di}$ — oznacza odwrotność dopuszczalnej szybkości narastania prądu tyrystora,

tr — oznacza czas rekombinacji nośników tyrystora,

T — oznacza okres napięcia wyjściowego.

Przy nieznacznym obciążeniu tyrystorów moc doprowadzana do obciążenia jest tym mniejsza im mniejsza jest różnica między stronami powyższej nierówności (I). Różnica ta maleje ze wzrostem częstotliwości. Z chwilą gdy jedna czwarta okresu napięcia wyjściowego staje się równa czasowi rekombinacji nośników, przy pominięciu wartości czasu narastania prądu tyrystora $i_0 \frac{dt}{di}$ przekazywanie do obciążenia energii ustaje.

Dla generatorów niezależnych od obciążenia musi być spełniony warunek, by połowa okresu wytwarzanego przebiegu zmiennego była wielokrotnie większa od czasu wyłączenia tyrystora. Opisane układy generatorów mają tę wspólną zasadniczą wadę, że częstotliwość wytwarzanego przebiegu zmiennego jest ograniczona i zależy od stałych układu.

Celem wynalazku jest opracowanie układu generatora wielkiej częstotliwości, w którym możliwe jest osiągnięcie znacznie większej częstotliwości przebiegu napięcia wyjściowego.

Cel ten został osiągnięty w układzie połączeń generatora napięcia niesinusoidalnego wielkiej częstotliwości według wynalazku zawierającego jeden lub dwa funkcjonalne obwody z których każdy posiada sterowane zawory elektryczne na przykład tyrystory przez to, że indukcyjne obciążenie w razie potrzeby połączone w szereg z pomocniczą indukcyjnością jest włączone do obwodu uzwojenia wtórnego transformatora symetrycznego, którego uzwojenie pierwotne składa się z dwóch przeciwsobnie nawiniętych części. W obwód każdej części uzwojenia pierwotnego włączone są szeregowo kolejno źródło prądu stałego, sterowany zawór elektryczny oraz należący jednocześnie do obwodu drugiej, przeciwnie nawiniętej części uzwojenia pierwotnego, naładowany kondensator.

W układzie połączeń będącym przedmiotem wynalazku mamy również do czynienia z generatorem zależnym od obciążenia, gdyż zarówno kształt krzywej przebiegu napięcia wyjściowego jak i częstotliwość tego przebiegu są określone przez obciążenie indukcyjne i sprzężony z nim kondensator względnie kondensatory.

Częstotliwość graniczna przebiegu napięcia wyjściowego w układzie połączeń według wynalazku jest zdefiniowana przy pomocy dwóch nierówności

$$tr < T \quad (II) \quad \text{ i } \quad \frac{di_1}{dt} > \frac{di_1}{dt} \quad (III)$$

przy czym,

$\frac{di_1}{dt}$ — oznacza dopuszczalną szybkość narastania prądu tyrystora,

$\frac{di_1}{dt}$ — faktyczny przyrost prądu tyrystora.

Z porównania nierówności I i II wynika, że w układzie połączeń będącym przedmiotem wynalazku można osiągnąć czterokrotnie większą częstotliwość przebiegu napięcia wyjściowego niż to mia-

ło miejsce do sinusoidalnego napięcia wyjściowego generatora znanego oraz, że aż do zrównania okresu napięcia wyjściowego T z czasem rekombinacji nośników tyrystora tr ($T = tr$), do obciążenia może być dostarczana pełna moc.

W układzie tym można osiągnąć przebieg napięcia wyjściowego o znacznie większej częstotliwości w porównaniu z dotychczas znanymi typami generatorów. Wynikają z tego nowe możliwości zastosowania opisanego układu. Fakt, że w układzie tym otrzymuje się napięcie niesinusoidalne nie stanowi istotnej wady i przeskody w jego zastosowaniu na przykład w grzejnictwie przemysłowym.

Wynalazek jest bliżej objaśniony na przykładach wykonania przedstawionych na rysunku na którym fig. 2 przedstawia układ generatora według wynalazku, fig. 3 — przebieg zmian napięcia wyjściowego tego generatora oraz przebiegi dla kondensatorów, fig. 4 — układ generatora według wynalazku z jedną parą zaworów sterowanych, a fig. 5 — układ generatora z fig. 2 połączonego, z pominięciem transformatora, bezpośrednio do podzielonego na dwie symetryczne połowy obciążenia.

Zasada działania generatora według wynalazku jest wyjaśniona na podstawie fig. 2. Generator ten jest układem mostkowym, w którego gałęziach znajdują się zawory elektryczne 1, 2, 9 i 10, na przykład tyrystory, i który jest zasilany ze źródła 6 prądu stałego włączonego szeregowo wraz z obiema częściami 4 i 4' uzwojenia pierwotnego transformatora symetrycznego w jedną z przekątnych mostka. Drugą przekątną mostka stanowią kondensatory 3 i 11 połączone ze sobą szeregowo w punkcie środkowym źródła 6 prądu stałego dzielącym to źródło pod względem napięcia na dwie symetryczne połowy.

W chwili startu układu kondensatory 3 i 11 ładują się do wartości maksymalnej napięcia źródła 6 prądu stałego tak, że dodatni potencjał tego napięcia jest przyłożony do zaworów elektrycznych 1 i 9 w kierunku przewodzenia lub do elektrycznych zaworów 2 i 10 w kierunku zaporowym. Indukcyjne obciążenie 5 ewentualnie łącznie z pomocniczą indukcyjnością 7 tworzy z kondensatorem 3 lub 11 przez sprzężenie transformatorowe obwód rezonansowy, którego tłumienie jest tak małe, że uzyskuje się w nim drgania niegasnące.

Jeżeli elektryczny zawór 1 zostaje spolaryzowany w kierunku przewodzenia to indukcyjne obciążenie 5 zostanie połączone w układzie przeciwsobnym przez transformator z kondensatorem 3, przez co do części 4 pierwotnego uzwojenia transformatora zostaje przyłożone napięcie równe sumie napięcia kondensatora 3 i połowy napięcia źródła 6 prądu stałego. W czasie gdy kondensator 3 rozładowuje się przez elektryczny zawór 1, napięcie na obciążeniu zmienia się według części tłumionego przebiegu sinusoidalnego. Jeżeli źródło 6 prądu stałego zostało odpowiednio podzielone napięcie na kondensatorze 3 osiąga wartość równą maksymalnej wartości napięcia początkowego, lecz jest odwrotnie skierowane niż napięcie panujące na kondensatorze 3 przed rozładowaniem.

Jeżeli w momencie gdy napięcie kondensatora 3 osiągnie tę wartość, zawór 9 zaczyna przewodzić,

spowoduje to, że w pierwszej chwili elektryczny zawór 1 otrzyma napięcie w kierunku zaporowym równe w przybliżeniu podwójnej wartości maksymalnego napięcia kondensatora 3. Podobny przebieg ma miejsce dla kondensatora 11 (patrz fig. 3). Elektryczny zawór 1 jest utrzymywany w stanie nieprzewodzenia przez okres równy okresowi przebiegu zmiennego na indukcyjnym obciążeniu 5. Do nieprzewodzącego elektrycznego zaworu 2 zostaje przyłożone napięcie w kierunku przewodzenia, jednak wielkość zmiany tego napięcia $\frac{di}{dt}$ ma tendencję malejącą spowodowaną tym, że elektryczny zawór 9 zaczyna przewodzić. Napięcie to w czasie jednego okresu przebiegu wyjściowego osiąga wartość zaledwie równą amplitudzie napięcia obciążenia przeniesionego przez transformator.

Na początku okresu przebiegu wyjściowego do zaworu elektrycznego 10 jest przyłożone podwójne napięcie w kierunku zaporowym, a na końcu tego okresu podwójne napięcie w kierunku przewodzenia.

Okres czasu w jakim każdy z zaworów elektrycznych przewodzi odpowiada okresowi zmian napięcia na obciążeniu indukcyjnym 5. Po kolejnych czterech okresach zmian napięcia na indukcyjnym obciążeniu 5 — przy kolejności przewodzenia zaworów elektrycznych 1, 9, 2, 10 — układ powraca do stanu wyjściowego. Przykładowy przebieg zmian napięcia wyjściowego przy małym tłumieniu drgań został przedstawiony na fig. 3. Na fig. 4 przedstawiono uproszczony w stosunku do fig. 2 układ połączeń generatora napięcia niesinusoidalnego wielkiej częstotliwości, który zawiera jeden obwód ze sterowanymi zaworami 1 i 2, na przykład tyrystorami, z których każdy jest włączany szeregowo wraz ze źródłem 6 prądu w obwód jednej z przeciwnie w stosunku do siebie nawiniętych części 4 lub 4' uzwojenia pierwotnego transformatora symetrycznego, przy czym w obwód ten jest włączony również szeregowo kondensator 3. Do obwodu uzwojenia wtórnego 8 transformatora symetrycznego włączone jest indukcyjne obciążenie 5, połączone w razie potrzeby — gdy indukcyjność wtórnego uzwojenia 8 jest niewystarczająca z indukcyjnością pomocniczą 7.

Działanie uproszczonego układu jest zasadniczo takie samo jak układu opisanego poprzednio na podstawie fig. 2 jednak zawory elektryczne 1 i 2 przewodzą na przemian w czasie równym połowie okresu przebiegu zmiennego na obciążeniu indukcyjnym 5. Kształt krzywej napięcia wyjściowego jest zasadniczo taki sam jak dla układu przedstawionego na fig. 2.

W układach połączeń przedstawionych na fig. 2 i fig. 4 można oczywiście zastosować bezpośrednie sprzężenie obciążenia indukcyjnego podzielonego na symetryczne części 5 i 5'; z układem generatora, pomijając stosowany w poprzednich układach transformator symetryczny. Układ połączeń takiego rozwiązania generatora według wynalazku jest przedstawiony na fig. 5.

Układy połączeń przedstawione na fig. 2 i fig. 4 mają tę dodatkową zaletę, że ponieważ amplituda napięcia wyjściowego jest zależna od siły elektromotorycznej źródła więc stosując regulowane źródło napięcia stałego można uzyskać możliwość regulacji napięcia wyjściowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ połączeń generatora napięcia niesinusoidalnego wielkiej częstotliwości zawierający zawory elektryczne, korzystnie tyrystory, **znamienny tym**, że zawiera jeden lub dwa funkcjonalne obwody, z których każdy składa się z szeregowego połączenia dwóch przeciwsośnie nawiniętych części (4, 4') uzwojenia pierwotnego transformatora symetrycznego ze źródłem (6) napięcia stałego włączonym między części (4) i (4') uzwojenia pierwotnego i z dwoma szeregowo połączonymi elektrycznymi zaworami (1, 2) lub (9, 10), jednakowo zorientowanymi w stosunku do źródła (6) napięcia stałego, przy czym to szeregowe połączenie tworzy obwód zamknięty, a ponadto w skład każdego z wymienionych obwodów wchodzi kondensator (3) lub (11) włączony między punkt połączenia elektrycznego zaworów (1, 2) lub (9, 10) i punkt środkowy źródła (6) napięcia stałego, dzielący to źródło pod względem napięcia na dwie połowy, przy czym do wtórnego uzwojenia (8) transformatora symetrycznego jest przyłączone indukcyjne obciążenie (5), a w przypadku potrzeby dopasowania obciążenia do układu generatora wraz z szeregowo połączoną z nim pomocniczą indukcyjnością (7).

2. Układ według zastrz. 1 **znamienny tym**, że uzwojenie pierwotne (4, 4') transformatora i źródło (6) prądu stałego są elementami wspólnymi obu tych funkcjonalnych obwodów.

3. Układ według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że podzielone symetrycznie indukcyjne obciążenie (5, 5') jest połączone galwanicznie z układem połączeń generatora.

4. Układ według zastrz. 1—3 **znamienny tym**, że zawiera regulowane źródło (6) napięcia stałego.

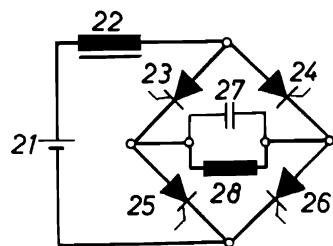


Fig. 1

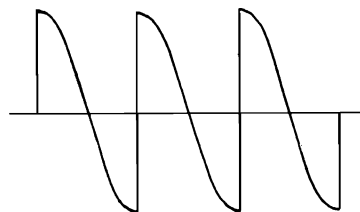


Fig. 3

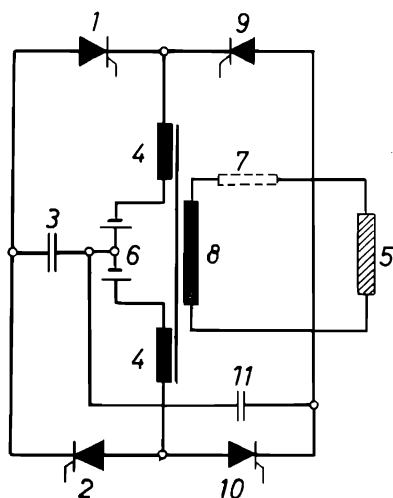


Fig. 2

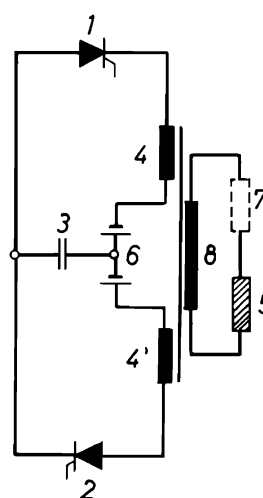


Fig. 4

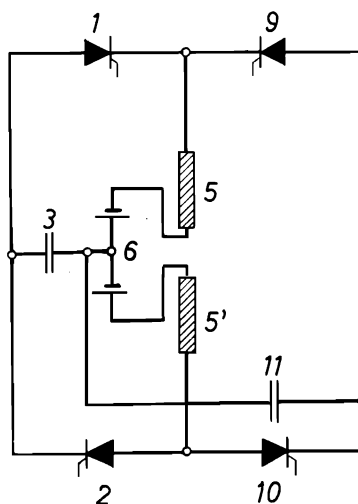


Fig. 5