

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY 101368

Patent dodatkowy
do patentu _____

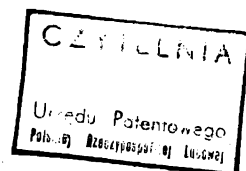
Zgłoszono: 29.12.75 (P. 186065)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 04.07.77

Opis patentowy opublikowano: 31.03.1979

Int. Cl.². B06B 1/02



Twórcy wynalazku: Janusz Majcher, Wiesław Sienicki, Mirosław Woźniak,
Włodzimierz Szkopiarek

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Generator ultradźwiękowy

Przedmiotem wynalazku jest generator ultradźwiękowy znajdujący zastosowanie w szczególności do zasilania przetworników ultradźwiękowych w procesach technologicznych takich jak mycie, zgrzewanie, lutowanie, zagęszczanie proszków z użyciem ultradźwięków.

Znany jest generator ultradźwiękowy samowzbudny, który posiada dwa tranzystory połączone w układzie multiwibratora astabilnego o sprzężeniu transformatorowym, w którym kolektory tranzystorów są połączone z uzwojeniem pierwotnym transformatora symetrycznego. Emitery tych tranzystorów są połączone poprzez rezystory z biegunem ujemnym źródła zasilającego, natomiast wspólny koniec uzwojenia pierwotnego jest połączony z biegunem dodatnim źródła zasilającego. Bazy tych tranzystorów są wstępnie spolaryzowane poprzez dołączenie do oporowego dzielnika napięcia, którego wspólny zacisk rezystorów jest połączony ze środkowym wyjściem uzwojenia wtórnego transformatora różnicowego, zaś wyjście oporowego dzielnika napięcia jest połączone ze źródłem zasilającym, natomiast dwa pozostałe końce tego transformatora są połączone z bazami tych transformatorów. Ponadto jeden koniec wtórnego uzwojenia transformatora jest połączony z przetwornikiem ultradźwiękowym i pojemnością kompensującą pojemność statyczną przetwornika, natomiast drugi koniec uzwojenia wtórnego transformatora jest połączony z odczepem środkowym uzwojenia transformatora różnicowego, zaś wyprowadzenia uzwojenia pierwotnego transformatora różnicowego są połączone z przetwornikiem ultradźwiękowym i z pojemnością kompensującą.

Znany przedwzmacniacz mocy, zawiera tranzystor, którego emiter jest połączony z masą układu, zaś kolektor z uzwojeniem pierwotnym transformatora sterującego.

Znany wzmacniacz mocy, posiada dwa tranzystory, których bazy są połączone z wtórnym uzwojeniem symetrycznym transformatora sterującego wzmacniacza, zaś kolektory połączone z pierwotnym uzwojeniem symetrycznym transformatora wyjściowego wzmacniacza. Emitery tych tranzystorów są połączone z ujemnym biegunem źródła zasilającego, natomiast środkowy odczep pierwotnego uzwojenia symetrycznego transformatora jest połączony z dodatnim biegunem źródła zasilającego.

Ponadto znany jest układ wydzielania składowej dynamicznej zbudowany w układzie czteroramiennego mostka, który w jednej gałęzi zawiera przetwornik ultradźwiękowy, w drugiej gałęzi kondensator o pojemności kompensującej pojemność statyczną przetwornika ultradźwiękowego, zaś w trzeciej i czwartej gałęzi rezystory. Jedną przekątną mostka, którą stanowią połączone zaciski przetwornika ultradźwiękowego i kondensatora oraz wspólny zacisk łączący rezystory, jest połączone ze źródłem zasilania układu. Drugą przekątną mostka, którą stanowią połączone zaciski przetwornika ultradźwiękowego i rezystora oraz wspólny zacisk łączący kondensator z rezystorem, stanowi wyjście układu wydzielania składowej dynamicznej.

Wadą generatora ultradźwiękowego jest małe wykorzystanie elementu mocy stopnia wyjściowego generatora, oraz niedostateczny zakres dostrojenia tego generatora do zmian częstotliwości rezonansu mechanicznego przetwornika ultradźwiękowego. Ponadto generator ten jest generatorem samowzbudnym, który wzbudzany jest na rezonansach niepożądanych przetwornika ultradźwiękowego. Inną niedogodnością generatora ultradźwiękowego jest występowanie zjawiska przeskoku częstotliwości drgań, spowodowane nieliniowością, przy zasilaniu przetwornika zwiększoną mocą. Natomiast wadą przedwzmacniacza mocy jest wprowadzanie zniekształceń, spowodowane zjawiskiem przeciągania tranzystora oraz składową stałą prądu płynącego przez uzwojenie pierwotne transformatora. Wadą wzmacniacza mocy jest małe wykorzystanie elementu mocy wzmacniacza oraz duże straty mocy występujące przy podwyższonej częstotliwości pracy wzmacniacza i obciążenie impedancją tego wzmacniacza. Niedogodnością układu wydzielania składowej dynamicznej jest to, że wraz ze wzrostem mocy wydzielanej w przetworniku ultradźwiękowym, rosną zniekształcenia sygnału składowej dynamicznej, co powoduje niemożliwość dostrojenia generatora sterującego do częstotliwości rezonansu mechanicznego przetwornika ultradźwiękowego.

Celem wynalazku jest obcowzbudny generator ultradźwiękowy, który cechuje się dobrym wykorzystaniem elementu mocy stopnia wyjściowego generatora oraz szerokim zakresem dostrajania tego generatora do rezonansu mechanicznego przetwornika ultradźwiękowego, co umożliwia współpracę generatora z przetwornikami ultradźwiękowymi, wykazującymi znaczny rozrzut parametrów elektrycznych.

Cel ten został osiągnięty w generatorze ultradźwiękowym wyposażonym w przetwornik ultradźwiękowy, układ formowania fali kwadratowej oraz przesuwnik fazy, który charakteryzuje się tym, że zawiera generator sterujący, wyjście którego jest połączone z przedwzmacniaczem mocy. Wyjście przedwzmacniacza mocy jest połączone z wejściem rezonansowego wzmacniacza mocy klasy D o przełączaniu napięciowym, który jest połączony poprzez układ wydzielania składowej dynamicznej z przesuwnikiem fazy. Wyjście przesuwnika fazy jest połączone z układem formowania fali kwadratowej, zaś wyjście tego układu jest połączone z wejściem detektora fazoczułego, którego drugie wejście jest połączone z drugim wyjściem generatora sterującego. Wyjście detektora fazoczułego jest połączone poprzez filtr dolnoprzepustowy z wejściem generatora sterującego. Fala prostokątna wytwarzana przez generator sterujący posiada współczynnik $K = 1/2$ oraz średnią wartość napięcia wyjściowego $U_{sr} = 0$ i częstotliwość repetycji dostrajaną automatycznie do rezonansu mechanicznego przetwornika ultradźwiękowego. Przedwzmacniacz mocy stanowi układ dwóch komplementarnych wtórników emiterowych, których emityery są połączone z jednym zaciskiem uzwojenia pierwotnego transformatora, zaś drugi zacisk tego transformatora jest połączony poprzez pierwszy kondensator z masą układu, a bazy tych tranzystorów są połączone ze źródłem sterującym, zaś kolektor pierwszego tranzystora jest połączony przez pierwszy rezystor z dodatnim biegunem źródła zasilania a kolektor drugiego tranzystora jest połączony przez drugi rezystor z ujemnym źródłem zasilania. Natomiast rezonansowy wzmacniacz mocy klasy D, o przełączaniu napięciowym, posiada trzeci tranzystor, którego emiter jest połączony z kolektorem czwartego tranzystora oraz szeregowym obwodem rezonansowym, składającym się z szeregowo połączonej pierwszej cewki i drugiego kondensatora, którego drugi zacisk jest połączony z emiterem czwartego tranzystora i ujemnym biegunem źródła zasilania, zaś kolektor trzeciego tranzystora jest połączony z biegunem dodatnim źródła zasilania. Ponadto układ wydzielania składowej dynamicznej zawiera gałąź rezonansową składającą się z szeregowo połączonych drugiej cewki z trzecim kondensatorem i trzecim rezystorem, połączoną równolegle z piątym rezystorem, stanowiącym gałąź mostka, a wyjście układu stanowią zaciski łączące trzeci kondensator z trzecim rezystorem oraz czwarty kondensator z czwartym rezystorem.

Generator ultradźwiękowy według wynalazku, zapewnia współpracę z przetwornikami ultradźwiękowymi wykazującymi znaczny rozrzut parametrów elektrycznych oraz uzyskanie dużej mocy wyjściowej. Ponadto generator umożliwia pracę przetwornika przy częstotliwościach rezonansu mechanicznego oraz regulację mocy wyjściowej generatora. Generator cechuje się również wysokim wykorzystaniem elementu mocy wzmacniacza mocy, wysoką sprawnością energetyczną oraz szerokim zakresem trzymania synchronizacji i małą wrażliwością na występujące niepożądane rezonanse w przetworniku ultradźwiękowym.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy generatora ultradźwiękowego, fig. 2 — układ przedwzmacniacza mocy, fig. 3 — rezonan-

sowy wzmacniacz mocy klasy D o przełączeniu napięciowym, zaś fig. 4 przedstawia układ wydzielania składowej dynamicznej przetwornika ultradźwiękowego.

Jak uwidoczniło na fig. 1 rysunku, generator 1 sterujący wytwarza falę kwadratową o wartości średniej napięcia wyjściowego $U_{sr} = 0$ i częstotliwości repetycji bliskiej częstotliwości rezonansu mechanicznego przetwornika PU ultradźwiękowego oraz współczynnika wypełnienia $K = 1/2$. Wyjście generatora 1 sterującego jest połączone z wejściem We2 przedstawionego na fig. 2 rysunku przedwzmacniacza 2 mocy, który zapewnia odpowiednio duże wzmocnienie mocy bez zniekształceń, zachowując nie zmienioną wartość współczynnika wypełnienia $K = 1/2$ i zerową wartość średnią napięcia wyjściowego z generatora 1 sterującego. Przedwzmacniacz 2 mocy zawiera tranzystory T1 i T2, które stanowią układ dwóch komplementarnych wtórników emiterowych połączonych kaskadowo. Emitery tranzystorów T1 i T2 są połączone z jednym końcem uzwojenia pierwotnego transformatora Tr, którego drugi koniec jest połączony poprzez kondensator C1 eliminujący składową stałą z masą układu. Kolektor tranzystora T1 jest połączony poprzez rezystor R1 z dodatnim biegunem źródła zasilania $+E_c$, natomiast kolektor tranzystora T2 jest połączony przez rezystor R2 z ujemnym biegunem źródła zasilania $-E_c$, zaś bazy tranzystorów T1 i T2 są połączone z wyjściem generatora 1 sterującego. Napięcie wyjściowe z generatora 1 sterującego powoduje na przemian przewodzenie tranzystora T1 i zatkanie tranzystora T2 oraz przewodzenie tranzystora T2 i zatkanie tranzystora T1, przy czym na wyjściu przedwzmacniacza 2 mocy jest otrzymywane wzmocnione napięcie o takim samym kształcie jak napięcie wejściowe. Na uzwojeniach wtórnych transformatora Tr jest otrzymywane napięcie przesunięte w fazie o kąt 180° względem siebie, przy czym wyjście Wy2 z jednego uzwojenia wtórnego jest połączone z wejściem We3 sterującym, zaś wyjście Wy2' z drugiego uzwojenia wtórnego jest połączone z wejściem We3 sterującym rezonansowego wzmacniacza 3 mocy klasy D o przełączeniu napięciowym uwidocznionym na fig. 3 rysunku. Rezonansowy wzmacniacz 3 mocy posiada tranzystory T3 i T4 połączone szeregowo, przy czym emiter tranzystora T3 jest połączony z kolektorem tranzystora T4 oraz gałęzią rezonansową składającą się z szeregowo połączonych cewki L1, której drugi zacisk stanowi wyjście Wy3 wzmacniacza, z którym jest połączony kondensator C2, zaś drugi zacisk kondensatora C2 jest połączony z ujemnym biegunem źródła $-E_b$ zasilania wzmacniacza. Kolektor tranzystora T3 jest połączony z dodatnim biegunem źródła $+E_b$ zasilania. Natomiast emiter tranzystora T4 jest połączony z ujemnym biegunem źródła $-E_b$ zasilania. Baza tranzystora T3 oraz emiter tego tranzystora stanowią wejście We3, zaś baza tranzystora T4 i emiter tego tranzystora stanowią wejście We3' wzmacniacza 3 mocy. Przebieg napięcia prostokątnego podawany na wejście We3 oraz przebieg napięcia prostokątnego podawany na wejście We3' wzmacniacza 3 mocy są przesunięte w fazie o kąt 180° . Tranzystory T3 i T4 przewodzą prąd sinusoidalny na przemian zaś napięcie na tych tranzystorach ma kształt o przebiegu prostokątnym, natomiast przez obciążenie płynie prąd o składowej podstawowej częstotliwości źródła wzbudzającego pochodzący z przedwzmacniacza 2 mocy. Na fig. 4 rysunku przedstawiony jest układ 4 wydzielania składowej dynamicznej. Układ 4 zbudowany jest w konfiguracji czteroramiennego mostka, w którego jednej gałęzi jest włączony przetwornik PU ultradźwiękowy, zaś w drugiej gałęzi jest połączona gałąź rezonansowa składająca się z szeregowo połączonych cewki L2, kondensatora C3 i rezystora R3 połączone równolegle z rezystorem R5 oraz w trzeciej gałęzi jest włączony rezystor R4, a w czwartej gałęzi jest włączony kondensator C4. Wejście We4 układu 4 stanowi jedna przekątna mostka AB mostka, zaś wyjście tego układu stanowi druga przekątna CD. Napięcie ze źródła E_b zasilania wzmacniacza 3 mocy jest podawane na wejście We4 do przekątnej mostka AB. W przypadku jeśli częstotliwość napięcia ze źródła E_b zasilania różni się od częstotliwości rezonansowej przetwornika PU ultradźwiękowego, wówczas napięcie na wyjście Wy4 jest równe zero. Jeśli częstotliwość napięcia zasilającego jest bliska lub równa częstotliwości rezonansowej przetwornika, wówczas na wyjściu Wy4 otrzymywane jest napięcie składowej dynamicznej przetwornika PU ultradźwiękowego. W przypadku wzrostu mocy dostarczanej do przetwornika PU prąd płynący przez ten przetwornik ulega zniekształceniu, wówczas gałąź rezonansowa o częstotliwości rezonansowej zbliżonej do częstotliwości przetwornika PU składająca się z cewki L2, kondensatora C3 i rezystora R4, filtruje sygnał składowej dynamicznej, poprawiając zakres synchronizacji generatora 1 sterującego. Napięcie z przekątnej mostka CD stanowiącej wyjście Wy4 układu 4 wydzielania składowej dynamicznej poddawane jest korekcji fazowej w przesuwniku 5 fazy, a następnie jest podawane na układ 6 formowania fali kwadratowej. Równocześnie z sygnałem z układu 6 formowania fali kwadratowej, jest podawany na detektor 6 fazoczuły sygnał z generatora 1 sterującego. Na wyjściu detektora 6 fazoczułego otrzymywana jest zerowa wartość napięcia w przypadku przesunięcia fazowego sygnałów o kąt 90° , zaś różne od 90° przesunięcie fazowe powoduje powstanie sygnału korygującego, który po odfiltrowaniu przez filtr 8 dolnoprzepustowy steruje generator 1 sterujący w takim kierunku, aby uzyskać przesunięcie fazowe sygnału z generatora 1 sterującego względem sygnału sterującego detektorem 7 fazoczułym o kąt 90° , tym samym powoduje synchronizację i generację drgań w warunkach rezonansu mechanicznego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Generator ultradźwiękowy wyposażony w przetwornik ultradźwiękowy, układ formowania fali kwadratowej, przesuwnik fazy, z n a m i e n n y t y m, że zawiera generator (1) sterujący, którego jedno wyjście jest połączone z przedwzmacniaczem (2) mocy, wyjście którego jest połączone z rezonansowym wzmacniaczem (3) mocy klasy D o przełączaniu napięciowym, połączonym poprzez układ (4) wydzielania składowej dynamicznej z przesuwnikiem fazy (5), wyjście którego jest połączone z układem (6) formowania fali kwadratowej, zaś wyjście tego układu jest połączone z wejściem detektora (7) fazoczułego, którego drugie wejście jest połączone z drugim wyjściem generatora (1) sterującego, a wyjście detektora (7) fazoczułego poprzez filtr (8) dolno-przepustowy jest połączone z wejściem generatora (1) sterującego.

2. Generator według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że fala prostokątna wytwarzana przez generator (1) sterujący posiada współczynnik wypełnienia $K_y = 1/2$ oraz średnią wartość napięcia wyjściowego $U_{sr} = 0$ i częstotliwość repetycji dostrajaną automatycznie do rezonansu mechanicznego przetwornika ultradźwiękowego.

3. Generator według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że przedwzmacniacz (2) mocy stanowi układ dwóch komplementarnych wtórników emiterowych na tranzystorach (T1) i (T2), których emityry są połączone z jednym zaciskiem uzwojenia pierwotnego transformatora (Tr), zaś drugi zacisk tego transformatora jest połączony poprzez kondensator (C1) z masą układu, a bazy tranzystorów (T1 i T2) są połączone ze źródłem sterującym, natomiast kolektor tranzystora (T1) jest połączony przez rezystor (R1) z dodatnim biegunem źródła zasilania (+E_c), zaś kolektor tranzystora (T2) jest połączony poprzez rezystor (R2) z ujemnym biegunem źródła zasilania (-E_c).

4. Generator według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że rezonansowy wzmacniacz (3) mocy klasy D o przełączaniu napięciowym, posiada tranzystor (T3), którego emiter jest połączony z kolektorem tranzystora (T4) oraz szeregowym obwodem rezonansowym, składającym się z cewki (L1) i kondensatora (C2), którego drugi zacisk jest połączony z emiterem tranzystora (T4) i ujemnym biegunem (-E_b) zasilania, zaś kolektor tranzystora (T3) jest połączony z biegunem (+E_b) zasilania.

5. Generator według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że układ (4) wydzielania składowej dynamicznej zawiera gałąź rezonansową składającą się z szeregowo połączonych cewki (L2), kondensatora (C3) i rezystora (R3), połączonych równolegle z rezystorem (R5), stanowiącym gałąź mostka.

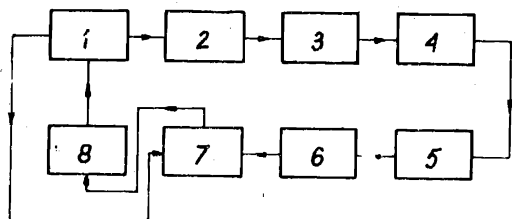


Fig. 1

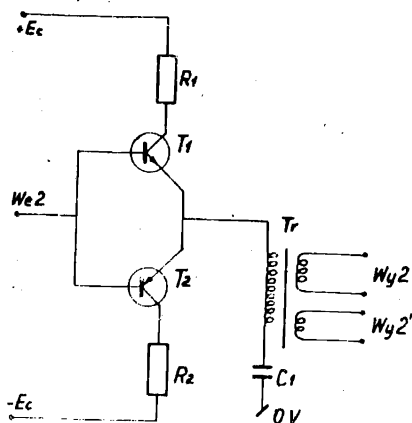


Fig. 2

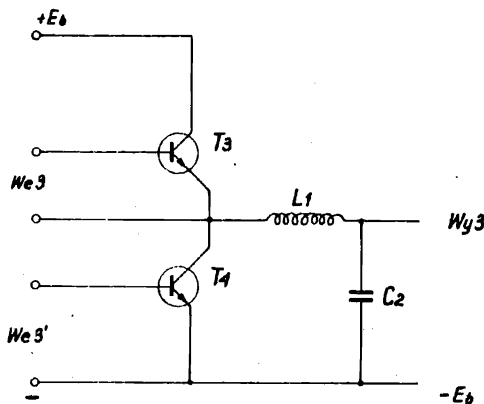


Fig. 3

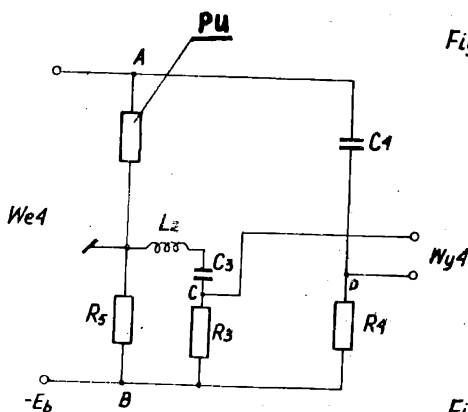


Fig. 4