

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y P A T E N T U T Y M C Z A S O W E G O

113 882

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 28.12.78 (P. 212203)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 17.12.79

Opis patentowy opublikowano: 30.04.1982

Int. Cl².

H03F 3/217

CZYTELNIA

Urząd Patentowy
P. 41 112-113

Twórca wynalazku: Marian Kazimierzczuk

Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Wzmacniacz mocy wielkiej częstotliwości

Przedmiotem wynalazku jest wzmacniacz mocy wielkiej częstotliwości.

Znane są z artykułu W.I. Chudobiak, D.F. Page pt. „Frequency and power limitation of class D transistor amplifiers” IEEE I. Solid — State Circuits, vol. SC—4 February, 1969 no. 1, wzmacniacze mocy kl. D stosowane głównie w urządzeniach nadawczych. Wśród tych wzmacniaczy można wyróżnić wzmacniacz o komutowanym napięciu oraz wzmacniacz o komutowanym prądzie. Wzmacniacze te posiadają dwa tranzystory pracujące jako klucze, tzn. mogą znajdować się albo w stanie odcięcia albo w stanie nasycenia, oraz posiadają obwód rezonansowy.

Wzmacniacz o komutowanym napięciu posiada szeregowy obwód rezonansowy, a wzmacniacz o komutowanym prądzie posiada równoległy obwód rezonansowy. Dzięki zastosowaniu w tych wzmacniaczach tranzystora pracującego jako klucz, w stanie odcięcia napięcie kolektora przyjmuje duże wartości chwilowe przy prądzie kolektora równym zero. Stąd straty mocy w kolektorze są również równe zero. W stanie nasycenia prąd kolektora przyjmuje duże chwilowe wartości przy najmniejszym z możliwych napięciu kolektora, a mianowicie przy napięciu nasycenia tranzystora. Stąd straty mocy w kolektorze są również małe.

Wadą tych wzmacniaczy są jednak duże straty mocy w kolektorze związane z przełączaniem tranzystora, tzn. z jego włączaniem i wyłączaniem. Przy przełączaniu tranzystora zachodzą procesy przejściowe. W związku z tym przejście tranzystora ze stanu odcięcia do stanu nasycenia — wyłączenie tranzystora i odwrotnie — włączenie tranzystora odbywa się nie bezpośrednio, lecz poprzez stan aktywny. W stanie aktywnym prąd i napięcie kolektora przyjmują jednocześnie wartości niezerowe i stąd wynikają straty mocy w kolektorze. Przy dużych częstotliwościach pracy tranzystora średnia moc strat w kolektorze, związana z przełączaniem tranzystora, przybiera duże wartości. Powoduje ona zmniejszanie się sprawności kolektorowej wzmacniacza ze wzrostem częstotliwości pracy tranzystora. Z tego właśnie powodu częstotliwość pracy wzmacniaczy mocy wielkiej częstotliwości klasy D nie przekracza na ogół kilkunastu megaherców.

Inną istotną wadą tych wzmacniaczy jest niebezpieczeństwo drugiego przebiecia tranzystorów wskutek chwilowych, lokalnych przegrzań występujących w tranzystorze.

Ponadto oba tranzystory przez pewien czas mogą jednocześnie znajdować się w stanie odcięcia, co grozi przebicciem napięciowym tranzystorów lub mogą jednocześnie znajdować się w stanie nasycenia, co z kolei powoduje pogorszenie przebiegu napięcia wyjściowego wzmacniacza.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że do kolektora tranzystora pracującego jako klucz, który może znajdować się albo w stanie odcięcia, albo w stanie nasycenia, podłączona jest szeregowo cewka, do której jest podłączony szeregowo obwód o właściwościach równoległego obwodu rezonansowego.

Układ według wynalazku eliminuje straty mocy w kolektorze związane z przejściem tranzystora ze stanu nasycenia do stanu odcięcia. Przejście to, dzięki zastosowaniu cewki włączonej do kolektora, odbywa się bezpośrednio, z pominięciem stanu aktywnego. Stąd moc strat w kolektorze związana z wyłączaniem tranzystora równa się zero. Ponadto znacznie maleje niebezpieczeństwo drugiego przebiccia tranzystora oraz przebiccia napięciowego.

Układ według wynalazku pozwala zmniejszyć wymiary radiatora tranzystora, jego temperaturę pracy oraz zwiększyć zakres częstotliwości pracy tranzystora. Wymienione cechy mają istotny wpływ na niezawodność, miniaturyzację oraz koszty wytwarzania i eksploatacji sprzętu, w którym pracują wzmacniacze wielkiej częstotliwości.

Przedmiot wynalazku zostanie przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowy wzmacniacza mocy z prostym, równoległym obwodem rezonansowym, fig. 2 — schemat ideowy wzmacniacza mocy wielkiej częstotliwości z rezystancją obciążenia dołączoną do dzielnika pojemnościowego obwodu rezonansowego, a fig. 3 — przebiegi czasowe prądów i napięć w obwodzie wzmacniacza, dla tranzystora w stanie odcięcia, w przedziale czasu od 0 do t i dla tranzystora w stanie nasycenia, w przedziale czasu od t_1 do T .

Wzmacniacz według wynalazku składa się z tranzystora T pracującego jako klucz, przebywającego jedynie w stanie odcięcia i nasycenia, z cewki L_1 35 μ H podłączonej szeregowo do kolektora tranzystora T BS x P60, ze źródła napięcia stałego U_{CC} zasilającego wzmacniacz, połączonego szeregowo do emitera tranzystora T , oraz z równoległego obwodu rezonansowego włączonego szeregowo między cewkę L_1 i źródło napięcia stałego U_{CC} . Obwód równoległy składa się z cewki L_2 2 μ H, kondensatora C_2 13 nF i obciążenia R 130 Ω .

W celu dopasowania rezystancji obciążenia wzmacniacza do tranzystora, czy w celu poprawy tłumienia harmonicznych w obciążeniu wzmacniacza można obwód rezonansowy odpowiednio rozbudować. W związku z tym można na przykład obciążenie dołączyć do dzielnika indukcyjnego utworzonego z cewki L_2 , czy do dzielnika pojemnościowego utworzonego z kondensatora C_2 i C_2' , jak w układzie na fig. 2.

Różnica napięcia zasilającego U_{CC} i w przybliżeniu sinusoidalnego napięcia $U_2(t)$ na równoległym obwodzie rezonansowym L_2 , C_2 , R równa się spadkowi napięcia $U_2(t)$ na tranzystorze T i napięcia $U_L(t)$ na cewce L_2 . W czasie gdy tranzystor T znajduje się w stanie odcięcia, prąd kolektora $i_c(t)$, a w związku z tym również prąd cewki L_2 równa się zero. Stąd napięcie na cewce $U_L(t)$ równa się zero i w związku z tym napięcie na tranzystorze $U_C(t)$ równa się różnicy napięcia zasilania U_{CC} i napięcia na równoległym obwodzie rezonansowym $U_2(t)$.

Natomiast w czasie, gdy tranzystor znajduje się w stanie nasycenia napięcie na tranzystorze równa się w przybliżeniu zero i całe napięcie na cewce $U_L(t)$ równa się różnicy napięcia zasilania U_{CC} i napięcia na równoległym obwodzie rezonansowym $U_2(t)$.

Spadek napięcia na cewce $U_L(t)$ powoduje przepływ przez nią prądu, który płynie również przez tranzystor T . Przebieg tego prądu jest taki, że w chwili wyłączenia tranzystora T równa się zero, pierwsza pochodna tego prądu równa się zero oraz napięcie kolektora równa się zero. W związku z tym przejście tranzystora ze stanu nasycenia do stanu odcięcia odbywa się bezpośrednio, z pominięciem stanu aktywnego. A zatem moc strat w kolektorze związana z wyłączeniem tranzystora równa się zero.

Sprawność kolektorowa wzmacniacza wynosi ponad 94%, moc wyjściowa $P_{wy} = 3$ W. Natomiast sprawność kolektorowa wzmacniacza klasy D bez cewki L_1 , wykonanego na tym samym tranzystorze, wynosi 75%. Oznacza to kilkakrotne zmniejszenie mocy strat w kolektorze.

Zastrzeżenie patentowe

Wzmacniacz mocy wielkiej częstotliwości, zawierający tranzystor pracujący jako klucz, zasilany ze źródła napięcia stałego podłączonego do emitera oraz obwód rezonansowy, **znamienny tym, że ma cewkę (L_1)** połączoną szeregowo z kolektorem tranzystora (T) i z obwodem o właściwościach równoległego obwodu rezonansowego (L_2 , C_2 , R), który jest połączony ze źródłem napięcia stałego (U_{CC}).

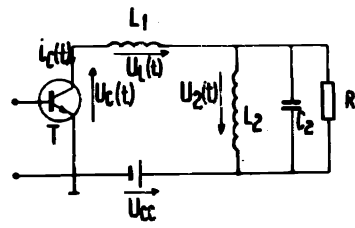


Fig. 1

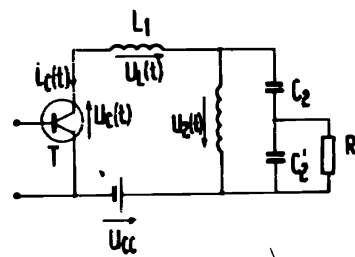


Fig. 2

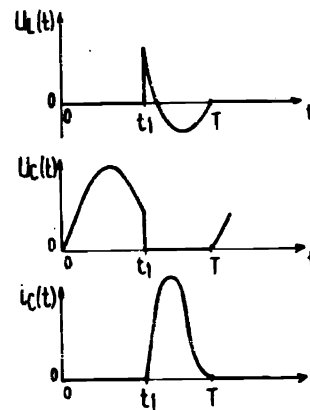
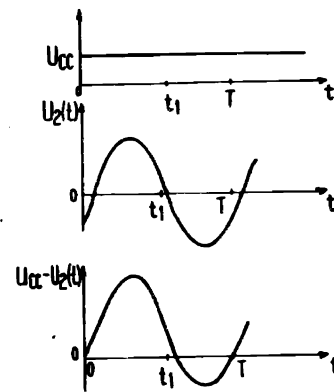


Fig. 3