

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 130 780

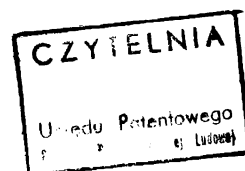
Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 80 12 29 (P. 228825)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 82 07 05

Opis patentowy opublikowano: 1987 03 31



Int. Cl.³ H03B 5/36
G01R 29/22

Twórca wynalazku: Mirosław Grzeszykowski

Uprawniony z patentu: Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa (Polska)

UKŁAD GENERACYJNY DO POMIARU REZONATORÓW KWARCOWYCH

Przedmiotem wynalazku jest układ generacyjny do pomiaru częstotliwości rezonansowej rezonatorów kwarcowych. Układ taki powinien pobudzać rezonator do drgań na częstotliwości możliwie bliskiej częstotliwości rezonansowej, to znaczy częstotliwości w pobliżu rezonansu szeregowego, przy której rezonator traktowany jako dwójnik elektryczny przedstawia sobą czystą rezystancję.

W znanych dotychczas układach generatorów do pomiarów rezonatorów kwarcowych stosowany jest najczęściej jeden stopień wzbudzający (lampowy lub tranzystorowy) w układzie ze wspólną elektrodą emitującą. Układy te posiadają na wejściu i wyjściu przestrajane współbieżnie obwody rezonansu szeregowego połączone z układem wzmacniającym tak, że pojemność każdego z obwodów dołączona jest równolegle do wejścia lub wyjścia a indukcyjność w szereg z wejściem lub z wyjściem. Badany rezonator dołączany jest jako dwójnik zamykający pętlę sprzężenia zwrotnego między wejściem a wyjściem poprzez wspomniane indukcyjności.

Układ taki jest wstępnie kalibrowany rezystorem dołączanym w miejsce rezonatora. Kalibracja polega na dostrojeniu obwodów rezonansowych generatora tak aby generował z dołączonym rezystorem częstotliwość możliwie bliską częstotliwości rezonansowej rezonatora.

Rezystancja rezystora kalibracyjnego powinna być możliwie najbardziej zbliżona do rezystancji dynamicznej badanego rezonatora przy jego częstotliwości rezonansowej. Spełnienie powyższego warunku jest trudne, gdyż rezystancja dynamiczna mierzonego rezonatora zwykle nie jest znana z odpowiednią dokładnością oraz kłopotliwe (zwykle przy pomiarze wielu rezonatorów) ponieważ wymaga dobierania rezystancji kalibrującej dla każdego rezonatora indywidualnie. Niedokładność spełnienia powyższego warunku jest główną przyczyną błędu pomiaru.

Celem wynalazku jest zmniejszenie błędu spowodowanego rozbieżnością między rezystancją kalibrującą a rezystancją dynamiczną rezonatora co pozwala zwiększyć dokładność pomiaru oraz uproszczyć i przyspieszyć jego przebieg. Dla realizacji tego celu należało opracować układ generacyjny, w którym dołączone do obwodów rezonansowych impedancje wejściowa i wyj-

ściowa układu wzmacniającego oraz jego przesunięcie fazowe mało zmieniają się w funkcji zmiany wzmocnienia układu niezbędnej dla spełnienia warunku amplitudowego generacji przy różnych wartościach rezystancji dynamicznej rezonatora.

Impedancja wejściowa i wyjściowa układu generacyjnego do których dołączony jest badany rezonator powinny ponadto posiadać w całym zakresie pracy charakter zbliżony do rezystancji.

Zadanie to zostało wykonane przez opracowanie układu generacyjnego, składającego się z dwóch stopni wzmacniających, z których pierwszy, pracujący w układzie wzmacniacza odwracającego fazę, obciążonego rezystorem o małej wartości i o tak dobranym tranzystorze (zwłaszcza polowym) oraz punkcie pracy, że posiada dużą impedancję wejściową i małe wzmocnienie spełnia rolę transformatora impedancji (dużej wejściowej na małą wyjściową) oraz separatora wpływów zmian impedancji drugiego stopnia na impedancję wejściową układu. Drugi stopień tranzystorowy pracujący w układzie odwracającym fazę z obciążeniem reaktancją wyjściowego obwodu rezonansowego zaprojektowany jest tak aby dawał duże maksymalne wzmocnienie (niezbędne dla pracy układu generacyjnego) z możliwością regulacji (np. przez układ automatycznej regulacji amplitudy) dla spełnienia warunku amplitudowego generacji.

Oba stopnie są tak zaprojektowane, że impedancja wyjściowa pierwszego jest wielokrotnie mniejsza od impedancji wejściowej drugiego w całym zakresie koniecznej zmienności wzmocnienia. Dzięki takiej konstrukcji zmiana wzmocnienia niezbędna dla spełnienia warunku amplitudowego generacji w szerokim zakresie rezystancji dynamicznych mierzonych rezonatorów praktycznie nie wpływa na impedancję wejściową i wyjściową oraz przesunięcie fazy układu wzmacniającego. Tak skonstruowany wzmacniacz odwraca fazę o 360° więc w celu umożliwienia wykorzystania go w układzie generacyjnym do pomiaru rezonatorów kwarcowych zastosowano na jego wejściu i wyjściu strojne współbieżnie obwody rezonansu szeregowego, z których jeden posiada elementy L i C dołączone w zmienionej kolejności w stosunku do znanych układów generacyjnych z jednostopniowym wzmacniaczem.

Ponadto równolegle do reaktancji łączącej zacisk rezonatora (pomiarowy) z wyjściem układu wzmacniającego dołączone są elementy R, L, C odpowiadające impedancji wejściowej układu wzmacniającego a do reaktancji łączącej drugi zacisk pomiarowy z wejściem elementy odpowiadające impedancji wyjściowej drugiego stopnia wzmacniacza. Dzięki temu pomimo różnicy między impedancją wejściową a wyjściową układu wzmacniającego oba obwody rezonansowe są identyczne co umożliwia uzyskanie współbieżności ich strojenia i zbliżonego do rezystancji charakteru impedancji wejściowej i wyjściowej układu generacyjnego.

Zaletą układu generacyjnego według wynalazku jest zmniejszony w stosunku do istniejących układów wpływ rozbieżności między rezystancją użytą do kalibracji a rezystancją dynamiczną mierzonych rezonatorów. Dzięki temu układ umożliwia uzyskanie znacznie większych dokładności pomiaru bez konieczności dobierania (metodą kolejnych prób) wartości rezystancji kalibrującej indywidualnie dla każdego mierzonych rezonatorów. Wystarczająca jest tu jednorazowa kalibracja rezystancją o wartości średniej dla danej partii rezonatorów co upraszcza i przyspiesza pomiary zwłaszcza w przypadku pomiarów dużych partii w procesie produkcji.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku będącym schematem ideowym układu.

Układ generacyjny składa się ze stopnia wzmacniającego o dużej impedancji wejściowej i wzmocnieniu bliskim jedności zbudowanego na tranzystorze polowym z izolowaną bramką typu MOSFET T_1 . Tranzystor pracuje w układzie wspólnego źródła. W obwód drenu włączony jest rezystor R_6 o wartości ok. 100 zapewniający małą impedancję wyjściową tego stopnia. Drugi stopień zbudowany na tranzystorze bipolarnym wielkiej częstotliwości T_2 pracującym w układzie wspólnego emitera posiada regulowane wzmocnienie poprzez zmianę prądu emitera. Do tego celu służy pomocniczy tranzystor T_3 sterowany z układu automatycznej regulacji amplitudy (napięcie U_2). Zastosowanie tego tranzystora ułatwia pomiar rezystancji dynamicznej rezonatora gdyż napięcie na jego emiterze U_1 jest funkcją tej rezystancji. Wzmocnienie drugiego stopnia może być regulowane od kilku do kilkuset V/V.

Przy maksymalnym wzmocnieniu rezystancja wejściowa tranzystora T_2 jest minimalna i wynosi ok. 800 jest więc dla pierwszego stopnia niewielkim obciążeniem. Równolegle do wyjścia

drugiego stopnia dołączona jest indukcyjność L_2 obwodu rezonansowego wyjściowego. Obwód rezonansowy wejściowy dołączony jest tak, że równolegle z wejściem układu wzmacniającego włączona jest zmienna pojemność C_{Z1} . Indukcyjność L_1 i L_2 oraz pojemności C_{Z1} i C_{Z2} są sobie równe. Takie dołączenie obwodów rezonansowych zapewnia spełnienie warunku fazowego generacji gdy między zaciski W_1 a W_2 włączony jest rezystor bądź rezonator (po dostrojeniu obwodów do jego częstotliwości rezonansowej).

Równolegle z indukcyjnością L_1 włączone są elementy C_1 i R_2 odpowiadające impedancji wyjściowej tranzystora T_2 (wraz z dołączonym poprzez C_8 obciążeniem). Równolegle z pojemnością C_{Z2} włączone są elementy C_9 i R_{13} odpowiadające impedancji wejściowej pierwszego stopnia wzmacniającego. Dzięki temu oba obwody rezonansowe między zaciskami W_1 i W_2 a masą przedstawiają sobą identyczne impedancje zmieniające się współbieżnie w całym zakresie przeobrażania.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Układ generacyjny do pomiaru rezonatorów kwarcowych, umożliwiający pomiar częstotliwości rezonansowej po uprzednim skalibrowaniu przez dołączenie w miejsce rezonatora rezystora o wartości zbliżonej do rezystancji dynamicznej rezonatora i dostrojenie do częstotliwości bliskiej jego częstotliwości rezonansowej, z n a m i e n n y t y m, że posiada wzmacniacz tranzystorowy o dwóch stopniach odwracających fazę, którego pierwszy stopień (T_1), zwłaszcza na tranzystorze polowym z izolowaną bramką, posiada niewielkie wzmocnienie, dużą impedancję wejściową i niewielką impedancję wyjściową, a drugi (T_2) posiada wzmocnienie regulowane przez układ automatycznej regulacji amplitudy generacji przy czym impedancja wejściowa drugiego stopnia (T_2) w całym zakresie regulacji wzmocnienia jest wielokrotnie większa od impedancji wyjściowej pierwszego stopnia (T_1) oraz, że posiada strojone współbieżnie obwody rezonansu szeregowego na wejściu i wyjściu połączone tak, że jeśli wejście pierwszego stopnia dołączone jest równolegle do pojemności (C_{Z1}) to wyjście drugiego stopnia dołączone jest równolegle do indukcyjności (L_2) i na odwrót, a badany rezonator zamyka obwód sprzężenia zwrotnego poprzez pozostałe reaktancje obwodów rezonansowych.

2. Układ według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że posiada dodatkowo elementy R , L , C odpowiadające impedancji wejściowej pierwszego stopnia (R_{13} , C_9) dołączone równolegle do elementu wyjściowego obwodu rezonansowego (C_{Z2}), który łączy wyjście drugiego stopnia z zaciskiem dołączenia rezonatora (W_2) oraz elementy R , L , C odpowiadające impedancji wyjściowej drugiego stopnia (C_1 , R_2) dołączone równolegle do elementu wejściowego obwodu rezonansowego (L_1) który łączy wejście pierwszego stopnia z zaciskiem dołączenia rezonatora (W_1).

