

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

94 893

Patent dodatkowy
do patentu —————

Zgłoszono: 30.10.74 (P. 175245)

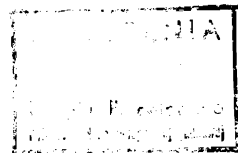
Pierwszeństwo: 31.10.73 Francja

Zgłoszenie ogłoszono: 01.09.75

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1977

MKP
H03h 7/06

Int. Cl.²
H03H 7/06



Twórca wynalazku: —————

Uprawniony z patentu: Compagnie d'Electronique et de Piezo-Electricité C.E.P.E.,
Sartrouville (Francja)

Filtr środkowozaporowy

Przedmiotem wynalazku jest filtr środkowozaporowy, zwłaszcza dla układów elektrycznych, w których przy dostarczeniu na wyjście sygnału zmiennego o zmiennej częstotliwości, na wyjściu otrzymuje się sygnał o zmiennej amplitudzie bądź fazie.

Znane są filtry środkowozaporowe, zawierające czwórniki kształtu T, złożone z obwodów rezonansowych LC oraz czwórniki mostkowe.

W polskim opisie patentowym nr 53407 jest przedstawiony filtr środkowozaporowy w układzie mostkowym albo w dowolnym układzie równoważnym, w którym przy zaniku składowych urojonych przy częstotliwości rezonansowej, wartości składowych rzeczywistych oporności pozornych w gałęziach przeciwnych są sobie równe. Składowe rzeczywiste gałęzi przeciwnych utworzone są w całości albo częściowo z naturalnych oporności strat obwodów rezonansowych.

Znany jest z opisu patentowego RFN nr 1286237 filtr środkowozaporowy utworzony przez czwórnik kształtu „T zbocznikowane”, którego gałąź wzdłużna składa się z połączenia oscylatora elektromechanicznego, korzystnie rezonatora piezoelektrycznego z innymi elementem reaktacyjnym, i który w gałęzi poprzecznej zawiera układ dualny względem układu umieszczonego w gałęzi wzdłużnej. Natomiast z opisu patentowego RFN nr 2145703 znany jest filtr środkowozaporowy, który jest utworzony przez czwórnik kształtu „T zbocznikowane”, zawierający elementy piezoelektryczne i kondensatory, w którego gałęziach wzdłużnych znajdują się szeregowo obwody rezonansowe, i w którego gałęziach zarówno poprzecznej jak i bocznikującej znajdują się równoległe obwody rezonansowe, przy czym elementy piezoelektryczne są połączone równoległe z kondensatorami szeregowego obwodu rezonansowego w gałęzi wzdłużnej.

Znany jest z opisu zgłoszeniowego RFN nr 2102193 filtr środkowozaporowy, utworzony przez czwórnik kształtu „T zbocznikowane”, zawierający dwójnik bocznikujący transformator o wspólnym zacisku dla uzwojenia pierwotnego i wtórnego oraz dwójnik przyłączony do środkowego odczepu transformatora. Pierwszy dwójnik

jest utworzony przez równoległe połączenie rezystancji, indukcyjności i pojemności, a drugi dwójnik jest utworzony przez szeregowe połączenie rezystancji, pojemności i indukcyjności.

Znany jest z angielskiego opisu patentowego nr 1100635 filtr środkowozaporowy, zawierający dwie zbocznikowane gałęzie, z których każda stanowi równoległy obwód rezonansowy o częstotliwości rezonansowej równej częstotliwości środkowej wymaganego pasma przepustowego, gałąź wzdłużną włączoną, pomiędzy jedną końcówką wejściową i jedną końcówką wyjściową filtru i zawierającą reaktancję sprzęgającą obwody rezonansowe z jednej ich strony oraz dodatkową reaktancję łączącą pozostałe końcówki filtru z obwodami rezonansowymi z drugiej ich strony.

Znany jest także z angielskiego opisu patentowego nr 1185494 filtr środkowozaporowy w postaci czwórnika zawierającego obwód rezystancyjno-pojemnościowy o stałych rozłożonych i impedancję w drugiej gałęzi, którą stanowi również obwód rezystancyjno-pojemnościowy.

Według wynalazku filtr środkowozaporowy zawiera indukcyjność dołączoną równoległe do gałęzi wzdłużnej, przy czym wartość tej indukcyjności w funkcji impedancji obciążenia spełnia następujące warunki:

$$Z = \frac{2L_1}{nC_1}$$

gdzie

$$n = \frac{2L_1 + L_2}{L_2}$$

Korzystnie jest według wynalazku, gdy obwód rezonansowy stanowi rezonator piezoelektryczny. W jednym rozwiązaniu rezonator piezoelektryczny jest włączony poprzez transformator dopasowujący impedancję, którego uzwojenie pierwotne jest dołączone do jednej z dwóch gałęzi. W drugim rozwiązaniu rezonator piezoelektryczny jest włączony poprzez transformator dopasowujący impedancję, którego uzwojenie pierwotne stanowi indukcyjność spełniającą wymienione warunki.

Filtr środkowozaporowy według wynalazku utworzony przez czwórnik kształtu „T zbocznikowane” ma wiele zalet. W porównaniu ze znanymi filtrami ma on pasmo przepustowe szersze i mniejsze zmiany współczynnika przenoszenia przy równoczesnym szerszym pasmie tłumieniowym. Zmiany impedancji wejściowej i wyjściowej są mniejsze oraz zmniejszanie się współczynnika przenoszenia jest wolniejsze w pasmie przepustowym.

Przedmiot wynalazku jest odtworzony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia charakterystyki współczynnika przenoszenia w funkcji częstotliwości, fig. 2 – filtr środkowozaporowy z obwodem rezonansowym dołączonym równoległe do gałęzi wzdłużnej, fig. 3 – filtr z obwodem rezonansowym dołączonym równoległe do gałęzi poprzecznej, fig. 4 – filtr z obwodem rezonansowym w postaci rezonatora piezoelektrycznego, fig. 5 – filtr w układzie o stałych rozłożonych z zastosowaniem transformatora, fig. 6 – filtr podobny do filtru z fig. 5, w którym obwód rezonansowy stanowi rezonator piezoelektryczny, fig. 7 – filtr w układzie o stałych rozłożonych, w którym indukcyjność stanowi uzwojenie pierwotne transformatora, fig. 8 – filtr podobny do filtru z fig. 7, w którym obwód rezonansowy stanowi rezonator piezoelektryczny i fig. 9 – filtr z transformatorem włączonym w gałąź poprzeczną.

Fig. 1 przedstawia charakterystyki współczynnika przenoszenia (w decybelach) w funkcji częstotliwości (w hercach).

Charakterystyka A przedstawia charakterystykę współczynnika przenoszenia dla znanego filtru środkowozaporowego kształtu T, a charakterystyka B przedstawia charakterystykę współczynnika przenoszenia dla filtru środkowozaporowego według wynalazku.

Pasma przepustowe D_A i D_B filtrów określają wartości częstotliwości granicznych filtrów, czyli skrajnych częstotliwości pasma przepustowego filtru, dla którego współczynnik przenoszenia L ma wartość większą od określonej wartości. Odchylenie częstotliwości od częstotliwości środkowej F_0 pasma tłumieniowego określa pasmo tłumieniowe ΔF_0 , dla którego współczynnik przenoszenia L ma wartość mniejszą od określonej wartości.

Filtr środkowozaporowy kształtu „T zbocznikowane” według wynalazku zawiera indukcyjność o szczególnej wartości, włączoną do gałęzi poziomej filtru. Z wykresu widać, że filtr według wynalazku ma zgodnie z charakterystyką B pasmo przepustowe D_B szersze, przy takim samym pasmie tłumieniowym ΔF_0 , oraz mniejsze zmiany współczynnika przenoszenia. Szerokość pasma tłumieniowego ΔF_0 jest większa przy takim samym pasmie całkowitym dla charakterystyki B niż dla charakterystyki A. Zmiany impedancji wejściowej i wyjściowej są mniejsze przy takim samym pasmie przepustowym dla charakterystyki B niż dla charakterystyki A. Zmniejszenie wartości współczynnika przenoszenia L jest wolniejsze przy takiej samej wartości częstotliwości w pasmie przepustowym dla charakterystyki B niż dla charakterystyki A.

Wartość częstotliwości środkowej F_0 pasma tłumieniowego może być wybrana dowolnie, w każdym punkcie szerokiego pasma przepustowego, zwykle w środku pasma.

Fig. 2 przedstawia pierwszy sposób realizacji filtru środkowozaporowego według wynalazku. Filtr ten jest filtrem kształtu „T zbocznikowane”, posiada jedną gałąź wzdłużną włączoną między końcówki I i O, zawierającą dwie indukcyjności L_1 i jedną gałąź poprzeczną włączoną między punkt M wspólny dla indukcyjności L_1 , i punkt G o potencjale odniesienia, zwykle uziemiony i zawierającą kondensator C_1 . Równolegle do gałęzi wzdłużnej między końcówki I i O włączony jest kondensator C_2 .

Tłumienie określonego pasma częstotliwości jest realizowane dzięki włączeniu równolegle do kondensatora C_2 obwodu rezonansowego szeregowego, złożonego z pojemności C_3 indukcyjności L_3 i nastrojonego na częstotliwość F_0 .

Według wynalazku do takiego filtru o znanej budowie włącza się indukcyjność L_2 między końcówki I i O. Wartość tej indukcyjności zależy od wymaganych charakterystyk elektrycznych filtru, jak również od wielkości elektrycznych elementów filtru.

Jedną z możliwych wartości indukcyjności L_2 , zależną od wymaganej częstotliwości F_0 , można wyliczyć z zależności:

$$L_2 = \frac{3 \cdot 10^9}{ZF_0}$$

gdzie L_2 jest wyrażona w H, F_0 jest wyrażona w Hz, Z jest wyrażona w Ω i przedstawia impedancję wejściową i wyjściową filtru. Wybór impedancji Z , który jest określony przez praktyczne potrzeby, narzuca wartość indukcyjności L_2 i konsekwentnie takich elementów filtru jak indukcyjność L_1 i pojemność C_1 .

Wartości elementów muszą spełniać następujące warunki:

$$Z = \frac{2 L_1}{n C_1}$$

gdzie

$$n = \frac{2L_1 + L_2}{L_2}$$

których rozwiązanie daje wartości indukcyjności L_1 i pojemności C_1 , dla ustalonych wartości impedancji Z i indukcyjności L_2 .

Fig. 3 przedstawia pierwszą realizację filtru według wynalazku, w którym obwód rezonansowy określający wymaganą częstotliwość F_0 nie jest już dołączony do gałęzi wzdłużnej filtru, lecz równolegle do gałęzi poprzecznej, to znaczy między punkt wspólny M i uziemiony punkt G.

Fig. 4 przedstawia filtr według wynalazku, w którym obwód rezonansowy stanowi rezonator piezoelektryczny, który na rysunku został przedstawiony za pomocą schematu zastępczego, zaznaczonego linią przerywaną 10, składającego się z szeregowego obwodu rezonansowego z pojemnością C_4 i indukcyjnością L_4 połączonego równolegle z kondensatorem C_5 . W praktyce korzystnie jest przyjąć wartość kondensatora C_2 tak, aby jego wartość była komplementarna względem wartości kondensatora C_5 i aby suma pojemności C_2 i C_5 zapewniała wymaganą charakterystykę przenoszenia filtru.

Fig. 5 przedstawia filtr zrealizowany w układzie o stałych rozłożonych. Obwód rezonansowy już nie jest bezpośrednio włączony między końcówki I i O, ale poprzez transformator T_1 z uzwojeniem pierwotnym P_1 i wtórnym S_1 , który zwiększa impedancję. Transformator T_1 umożliwia doprowadzenie do zacisków indukcyjności L_2 małej impedancji z góry określonej w sposób optymalny względem dużej impedancji obwodu rezonansowego z pojemnością C_3 i indukcyjnością L_3 . Transformator T_1 ma po stronie pierwotnej zredukowaną liczbę zwojów, których pojemność własna jest bardzo mała i możliwa jest do uzyskania większa wartość przekładni transformatora. Pojemność kondensatora C_2 jest teraz zmniejszona o wartość przeniesionej pojemności własnej uzwojenia pierwotnego transformatora. Obecność transformatora T_1 powoduje zwiększenie szerokości pasma tłumieniowego filtru.

Fig. 6 przedstawia filtr podobny do filtru z fig. 5, w którym rolę obwodu rezonansowego spełnia rezonator piezoelektryczny, który na rysunku został przedstawiony za pomocą schematu zastępczego, zaznaczonego linią przerywaną 10, składającego się z szeregowego obwodu rezonansowego z pojemnością C_4 i indukcyjnością L_4 , połączonego równolegle z kondensatorem C_5 .

Fig. 7 przedstawia filtr w układzie o stałych rozłożonych, w którym indukcyjność L_2 stanowi uzwojenie pierwotne transformatora T_1 , którego rola została opisana w oparciu o fig. 5 i 6. Filtr ten umożliwia znaczne zmniejszanie pojemności przeniesionej i wprowadzenie znacznego uproszczenia przy wykonywaniu filtru.

Fig. 8 przedstawia filtr podobny do filtru z fig. 7, w którym rolę obwodu rezonansowego spełnia rezonator piezoelektryczny Q o takiej samej częstotliwości rezonansowej.

Fig. 9 przedstawia filtr według wynalazku, w którym transformator T_1 jest włączony w gałąź poprzeczną pomiędzy punkty M i G, co daje takie same korzyści, jak to opisano wyżej odnośnie włączenia transformatora T_1 w gałąź wzdłużną pomiędzy końcówki I i O.

Jak wynika z rezultatów otrzymanych doświadczalnie, filtry według wynalazku umożliwiły otrzymanie dla sześciu filtrów połączonych szeregowo, w pasmie częstotliwości 0 – 10 MHz pasmo tłumieniowe o szerokości 4 kHz, przy współczynniku tłumienia 80 dB w pobliżu częstotliwości 4 MHz, z charakterystyką współczynnika przenoszenia w pozostałym pasmie częstotliwości o maksymalnych zmianach $\pm 0,25$ dB. Znane filtry środkowozaporowe zapewniają w tych samych warunkach pasmo tłumieniowe 10 razy węższe, rzędu ± 200 kHz, z charakterystyką współczynnika przenoszenia o zmianach $\pm 0,5$ dB w pasmie częstotliwości użytkowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Filtr środkowozaporowy dla sygnałów zmiennych, zawierający dwa zaciski wejściowe i dwa zaciski wyjściowe, jeden zacisk wejściowy i jeden zacisk wyjściowy mające wspólne połączenie, drugi zacisk wejściowy połączony z drugim zaciskiem wyjściowym przez pierwszą część obwodu lub gałąź wzdłużną, zawierającą równolegle włączony kondensator i dwie indukcyjności połączone szeregowo, przy czym punkt wspólny tego połączenia przez drugą część obwodu lub gałąź poprzeczną zawierającą kondensator jest dołączony do punktu wspólnego układu, a obwód rezonansowy nastrojony na częstotliwość zbliżoną do częstotliwości środkowej pasma tłumieniowego, włączony jest równolegle do jednej z dwóch gałęzi, z n a m i e n n y t y m, że indukcyjność (L_2) jest dołączona równolegle do gałęzi wzdłużnej, przy czym wartość indukcyjności (L_2) w funkcji impedancji obciążenia Z spełnia następujące warunki:

$$Z = \frac{2 L_1}{n C_1}$$

gdzie

$$n = \frac{2 L_1 + L_2}{L_2}$$

2. Filtr według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że obwód rezonansowy stanowi rezonator piezoelektryczny (10).

3. Filtr według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że rezonator piezoelektryczny (10) jest włączony poprzez transformator (T_1) dopasowujący impedancję, którego uzwojenie pierwotne jest dołączone do jednej z dwóch gałęzi.

4. Filtr według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że rezonator piezoelektryczny (10) jest włączony poprzez transformator (T_1) dopasowujący impedancję, którego uzwojenie pierwotne (P_1) stanowi indukcyjność (L_2).

