

URZĄD PATENTOWY



H 03 h 9100

BIEŻĄCA

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 27212.

Kl. 21 g, 34.

International Standard Electric Corporation
(New York, N. Y., Stany Zjednoczone Ameryki).

Filtr elektryczny.

Zgłoszono 2 czerwca 1936 r.

Udzielono 13 września 1938 r.

Pierwszeństwo: 2 lipca 1935 r. dla zastrz. 1—4; 27 lipca 1935 r. dla zastrz. 5—7 (Stany Zjednoczone Ameryki).

Wynalazek niniejszy dotyczy filtrów elektrycznych, a zwłaszcza filtrów, posiadających jako oporności urojone elektrycznie napędzane mechaniczne urządzenia drgające.

Celem wynalazku jest rozszerzenie zakresu częstotliwości, zmniejszeniu kosztu oraz zmniejszenie liczby elementów drgających w konstrukcji takich filtrów.

Znaną jest rzeczą, że filtr kratowy posiada tę zaletę, że umożliwia otrzymanie każdej potrzebnej charakterystyki przepuszczania. Zalecie tej jednak towarzyszą wady konieczności stosowania stosunkowo dużej liczby elementów oporności pozornych i wysokiego stopnia zrównoważenia pomiędzy tymi opornościami różnych gałęzi. Gdy mechaniczne urządzenia drgają-

ce, np. kryształy piezoelektryczne lub urządzenia elektromagnetyczne, są włączone do obwodu filtru dzięki ich zaletom małego rozproszenia energii, to ze względu na koszt produkcji i wyregulowania tych przyrządów jest pożądane, aby liczba ich była zmniejszona do minimum.

Według jednej postaci niniejszego wynalazku wymagana liczba elementów drgających jest zmniejszona przez włączenie pojedynczego elementu z każdą parą gałęzi symetrycznego filtru kratowego w taki sposób, że każdy element drgający oddziałuje równomiernie na oporności pozorne każdej z dwóch gałęzi, w którą jest włączony. Działanie elektromechaniczne może być elektrostatyczne albo elektromagnetyczne, przy czym pierwsze zachodzi w

przypadku użycia kryształów piezoelektrycznych jako mechanicznych elementów drgających, drugie zaś — przy włączeniu rezonatorów metalowych.

Następnie w filtrach według wynalazku zastosowane są kryształy piezoelektryczne, przystosowane do drgania poprzecznego, dzięki czemu zakres częstotliwości zwiększa się znacznie. W tym celu mogą być użyte kryształy, wycięte w postaci pręta lub kamertonu, przy czym najlepiej jest podtrzymywać je w punktach węzłowych lub w ich pobliżu.

Istota wynalazku może być łatwiej wyjaśniona w dalszym ciągu opisu na podstawie załączonego rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie filtr według wynalazku, posiadający kryształy piezoelektryczne jako oporności pozorne elektromechaniczne, fig. 2 — jedną z postaci piezoelektrycznego wibratora kryształowego według wynalazku, fig. 3 — obwód, równoważny elektrycznie urządzeniu według fig. 2, fig. 4 — wibrator magnetostrykcyjny według wynalazku, fig. 5 przedstawia obwód równoważny urządzeniu według fig. 4, fig. 6 zaś — odpowiednie krzywe, przedstawiające zależność oporności pozornej od częstotliwości, fig. 7 przedstawia schematyczny układ filtru według wynalazku z wibratorami magnetostrykcyjnymi, fig. 8 i 9 — charakterystyki filtru według fig. 7, fig. 10 — element kryształu piezoelektrycznego, wycięty w postaci pręta i drgający poprzecznie, fig. 11 — widok z boku kryształu według fig. 10, uwidoczniający, w jaki sposób kryształ może być podtrzymywany przez zaciski, użyte dla utrzymania kontaktu elektrycznego z poszczególnymi elektrodami, fig. 12 — element kryształu piezoelektrycznego, wycięty w postaci kamertonu z odpowiednimi elektrodami i narządami zaciskowymi, fig. 13 — przekrój elementu kryształu według fig. 12 wzdłuż linii 4 — 4, fig. 14 przedstawia, w jaki sposób elektrody elementu według fig. 10 i 12

mogą być połączone ze sobą, aby kryształ drgał poprzecznie, fig. 15 przedstawia sposób, w jaki cztery elementy według fig. 10 lub 12 mogą być rozmieszczone w gałęziach filtru kratowego, fig. 16 przedstawia wykres danych, potrzebnych przy projektowaniu takich filtrów, i wreszcie fig. 17 przedstawia schematycznie filtr kratowy, w którym dwa elementy piezoelektryczne zastępują cztery takie elementy.

Fig. 1 przedstawia filtr typu kratowego o kryształach piezoelektrycznych, posiadający dwa kryształy piezoelektryczne 10 i 11, które działają jako mechaniczne elementy drgające i które są sprzężone z elektryczną częścią układu tak, iż każdy kryształ jest włączony do dwóch podobnie rozmieszczonych gałęzi filtru. W ten sposób kryształ 10 jest włączony do każdej z dwóch gałęzi równoległych, a kryształ 11 — do każdej z krzyżujących się gałęzi. Zaciski wejściowe filtru są oznaczone cyframi 1 i 2, a zaciski wyjściowe cyframi 3 i 4.

Kryształy mogą mieć postać prostokątnych płytek, ciętych tak, aby płaszczyzna prostokąta była prostopadła do elektrycznej osi kryształu oraz aby dłuższy bok prostokąta był równoległy do mechanicznej osi kryształu, która jest prostopadła zarówno do jego osi elektrycznej jak i optycznej. Kryształy cięte w ten sposób i zaopatrzone w elektrody, umieszczone w płaszczyźnie prostokąta, drgają podłużnie na skutek pobudzenia elektrycznego, a gdy są obliczone na rezonans w stosunkowo niskim zakresie częstotliwości, używanym w telefonii nośnej, posiadają wymiary odpowiednie do mechanicznego montażu. Inne znane rodzaje cięcia kryształu mogą być również stosowane, w pewnych okolicznościach mogą być one nawet korzystniejsze. W filtrze, przedstawionym na fig. 1, kryształy mają kształt prostopadłościanów, lecz dla lepszej przejrzystości przedstawione są w rzucie bocznym.

Kryształ 10 jest zaopatrzony na przeciwnych bokach w dwie pary elektrod 12, 12' i 13, 13', przy czym elektrody 12 i 12' znajdują się naprzeciwko siebie w górnej połowie kryształu, a elektrody 13 i 13' są umieszczone podobnie w dolnej połowie kryształu. Elektrody te mogą być wykonane ze srebra, nałożonego wprost na kryształ, lub mogą być wykonane przez całkowite posrebrzenie obu powierzchni i usunięcie następnie wąskiego pasemka srebrnej warstwy wzdłuż linii środkowej każdej ścianki. Na ogół pożądane jest również usunąć wąskie pasemka srebrnej warstwy dokoła brzegu kryształu. Kryształ 11 jest tak samo zaopatrzony w dwie odpowiednie pary elektrod 14, 14' i 15, 15'. Elektrody 12, 12' kryształu 10 są przyłączone odpowiednio do zacisków 1 i 3, a elektrody 13 i 13' do zacisków 4 i 2. Elektrody 14 i 14' kryształu 11 są przyłączone odpowiednio do zacisków 1 i 4, a elektrody 15 i 15' do zacisków 3 i 2. Fig. 2 przedstawia kształt kryształu 10 w widoku perspektywnym, układ elektrod oraz ich połączenia z zaciskami filtru.

Gdy każdy kryształ działa jako jednostkowy ustrój drgający, to jego zachowanie się w obwodzie filtru można łatwiej zbadać, traktując każdy kryształ jako równoważny dwóm kryształom, otrzymanym przez podział pojedynczego kryształu wzdłuż szczeliny pomiędzy przyległymi elektrodami. W ten sposób otrzymuje się dwa podobne kryształy gałęzi równoległych i dwa podobne kryształy gałęzi krzyżujących się. W przypadku czterech oddzielnych kryształów nie ma potrzeby zwracania uwagi na sposób połączenia między sobą elektrod i zacisków filtru, gdy jednak są one ułożone parami według wynalazku, tworząc ustroje jednostkowe, to trzeba zapewnić, aby napięcia wzbudzające, przyłożone do każdej połówki, były względem siebie w takim stosunku, aby obydwie po-

łówki drgały jednocześnie w tym samym kierunku. W przeciwnym przypadku drganie każdej połówki będzie dążyć do przeciwdziałania drganiu drugiej połówki, tak iż nastąpi zgięcie wzdłuż osi podłużnej. W układzie połączeń według fig. 1 otrzymuje się prawidłowe wzajemne kierunki napięć wzbudzających, dzięki czemu obie połowy kryształu drgają zgodnie. Należy zaznaczyć, że w przypadku kryształu 10 dolne elektrody 13 i 13' są przyłączone do zacisków wejściowych i wyjściowych w sposób odwrotny niż elektrody 12 i 12', przy czym podobne odwrócenie istnieje w połączeniach elektrod kryształu 11.

Elektryczny układ równoważny kryształu 10 jest przedstawiony na fig. 3. Układ ten posiada dwie podobne gałęzie, z których każda składa się z dwóch pojedynczych obwodów rezonansowych, zbocznikowanych pojemnością, przy czym jedna gałąź jest włączona pomiędzy zaciskami 1 i 3, a druga — pomiędzy zaciskami 3 i 4. Obie gałęzie w równoważnym układzie elektrycznym są wolne od wzajemnego sprzężenia, aczkolwiek w obecnym urządzeniu rezonator mechaniczny jest wspólny.

Wartości indukcyjności i pojemności, występujące w układzie, mogą być określone z rozmiarów kryształu przez wyznaczenie najpierw elektrycznego układu równoważnego całego kryształu, w założeniu, że obydwie elektrody na każdej powierzchni są połączone ze sobą, tworząc pojedyncze elektrody, pokrywające całą powierzchnię. Oporność pozorna w każdej połowie kryształu będzie wtedy dwa razy większa niż całego kryształu. Na fig. 3 każda gałąź posiada obwód rezonansowy, zawierający indukcyjność $2L_1$ i pojemność $\frac{C_1}{2}$ oraz po-

jemność bocznikującą $\frac{C_0}{2}$. Wielkości te posiadają następujące wartości, wyrażone rozmiarami kryształu:

$$2L_1 = \frac{212,2 \text{ } lh}{b} H,$$

$$\frac{C_1}{2} = \frac{0,161 \text{ } bl \text{ } 10^{-14}}{h} F, \quad (1)$$

$$\frac{C_0}{2} = \frac{20, \text{ } lb \text{ } 10^{-14}}{h} F,$$

gdzie l , b i h oznaczają odpowiednio długość, szerokość i grubość kryształu w centymetrach, zaś indukcyjność i pojemność wyrażone są w henrach i faradach.

Przy łąceniu dwóch par podobnych kryształów piezoelektrycznych w filtr kratowy, aby otrzymać pojedyncze pasmo przepuszczania powinien być spełniony warunek, aby oporności pozorne równoległe i krzyżujące się kryształów posiadały niejednakowe charakterystyki częstotliwości i tak były dobrane względem siebie, żeby rezonans gałęzi równoległych współdziałał z antyrezonansem gałęzi krzyżujących się i odwrotnie. Równania (1) pozwalają na wyznaczenie rozmiarów kryształów, aby uczynić zadość temu warunkowi.

Fig. 1 przedstawia cztery indukcyjności szeregowo o wartości $\frac{1}{2} L_0$, włączone do linii na zewnątrz układu kratowego w celu otrzymania szerokiego pasma bez szkody dla ostrości selektywności.

Inny rodzaj oporności pozornej elektromechanicznej, nadający się do filtru, jest przedstawiony na fig. 4. W urządzeniu tym elementem drgającym jest rurka 16 z materiału o własnościach magnetostrykcyjnych, podtrzymywana pośrodku zaciskami 17 i 17' i zaopatrzona w uzwojenia wzbudzające 18 i 19 dla prądów zmiennych. Jak widać z rysunku, każde z tych uzwojeń pokrywa rurkę na całej długości, lecz może zajmować również tylko połowę rurki. Drgania rurki 16 są wzbudzane siłami magnetostrykcyjnymi na skutek prądu w uzwojeniach, aby zaś siły te miały tę samą częstotliwość, co i prądy wzbudzające, jest

rzeczą konieczną, by rurka była spolaryzowana magnetycznie jednokierunkowym polem magnetycznym. W tym celu stosuje się elektromagnes polaryzujący 21, którego bieguny są umieszczone w pobliżu końców elementu drgającego, tworząc zamknięty obwód magnetyczny. Pomiedzy końcami rurki 16 i magnesem polaryzującym 21 mogą być pozostawione małe szczeliny powietrzne, pozwalające na swobodne drgania. Uzwojenie magnesujące 22, zasilane z baterii 23 lub innego źródła prądu stałego i regulowane opornikiem 24, wytwarza polaryzujące pole magnetyczne. Aby uniknąć prądów wirowych, powstających pod działaniem prądów wzbudzających, pożądane jest, aby rurka 16 była przecięta podłużnie, np. szczeliną 20 na fig. 4.

Oporność pozorna elementu drgającego, mierzona na zaciskach jednego z uzwojeń wzbudzających, odpowiada oporności pozornej układu elektrycznego według fig. 5, zawierającego indukcyjność L_0 , zbocznikowaną szeregową gałęzią rezonansową $L_1 C_1$. Indukcyjność L_0 jest indukcyjnością uzwojenia wzbudzającego, gdy nie ma działania magnetostrykcyjnego lub gdy rurka 16 jest wszędzie zamocowana tak, iż nie może drgać. Indukcyjność L_1 i pojemność C_1 posiadają wartości, zależne od rozmiarów i mechanicznych własności rurki 16 i od współczynnika siły magnetostrykcyjnej. Wyrażenia tych wartości w poszczególnych przypadkach są podane przez Butterworth'a w sprawozdaniach *Proceedings of the Physical Society* z dnia 1 marca 1931 r. str. 166. Należy zaznaczyć, że rezonans elementów L_1 i C_1 odpowiada pierwszej mechanicznej częstotliwości rezonansowej podłużnych drgań rurki.

Charakterystykę zależności oporności urojonej od częstotliwości podaje krzywa 25 na fig. 6. Krzywa ta posiada dwie krytyczne częstotliwości, a mianowicie jedną częstotliwość f_0 , przy której jest antyrezonans, i większą częstotliwość f_1 , odpowia-

dającą rezonansowi L_1 i C_1 , to znaczy mechanicznemu rezonansowi wibratora. Dzięki stosunkowo małemu stopniowi sprzężenia elektromechanicznego na skutek zjawiska magnetostrykcyjnego częstotliwości f_0 i f_1 są bardzo bliskie sobie, co ogranicza użycie takiego urządzenia do filtrów o bardzo wąskim pasmie. Zwiększenie odstępu częstotliwości krytycznych można otrzymać przez dodanie pojemności w szereg z uzwojeniem wzbudzającym, wówczas charakterystyka oporności urojonej wyrazi się krzywą 26 na fig. 6. W ten sposób zostaje wprowadzona nowa częstotliwość rezonansowa f_2 poniżej f_0 , a wyższy rezonans zostaje przesunięty od f_1 do f_3 . Odległość pomiędzy częstotliwościami f_2 i f_3 względem częstotliwości antyrezonansowej f_0 może być regulowana przez zmianę wartości pojemności szeregowej.

Fig. 7 przedstawia zastosowanie wibratorów magnetostrykcyjnych opisanego wyżej typu w filtrze szerokopasmowym według wynalazku. Spośród dwóch elementów drgających 27 i 28 element 27 posiada dwa równe uzwojenia wzbudzające W_a i W_a' , włączone odpowiednio do gałęzi równoległych filtru, a element 28 posiada równe uzwojenia W_b i W_b' włączone do krzyżujących się gałęzi. W szereg z uzwojeniami W_a i W_a' są włączone pojemności C_a i C_a' , przy czym odpowiednia para równych pojemności C_b i C_b' jest włączona do krzyżujących się gałęzi. Elementy drgające są przedstawione tylko schematycznie bez elektromagnesów polaryzujących i ich obwodów.

Uzwojenia W_a i W_a' , jak również W_b i W_b' tak są połączone, że prądy w nich płynące normalnie dodają się do siebie, wzbudzając drgania mechaniczne. Uzwojenia te są włączone w szereg z obwodem od zacisku filtru 1 poprzez pojemność C_a i uzwojenia W_a do zacisku 3, a następnie poprzez obciążenie filtru do zacisku 4, uzwojenia W_a' i pojemność C_a' do zacisku

2. Dzięki równości obu uzwojeń na każdym z wibratorów do obu gałęzi równoległych układu jak również do obu gałęzi krzyżujących się wprowadza się równe oporności pozorne.

Aby otrzymać pojedyncze pasmo przepuszczania jest rzeczą konieczną, aby oporności pozorne krzyżujące się miały charakterystyki częstotliwości odmienne, niż charakterystyki oporności pozornych równoległych, lecz będące z nimi w takim stosunku, żeby nastąpiło współlistnienie częstotliwości rezonansowych. W zakresie częstotliwości pasma przepuszczanego częstotliwości antyrezonansowe gałęzi równoległych powinny współlistnieć z częstotliwościami rezonansowymi gałęzi krzyżujących się i odwrotnie; natomiast w zakresach tłumienia współlistnienie powinno mieć pomiędzy krytycznymi częstotliwościami ten sam charakter. Dwa przykłady możliwych rozkładów częstotliwości krytycznych w filtrach typu według fig. 7 są przedstawione na fig. 8 i 9. Na fig. 8 krzywa 27, wykreślona linią ciągłą, odpowiada opornościom pozornym gałęzi równoległych, a krzywa kropkowana 28 odpowiada opornościom pozornym gałęzi krzyżujących się. W tym przypadku pasmo przepuszczane przebiega od najniższej częstotliwości krytycznej f_a do najwyższej f_b . Na fig. 9 krzywe 29 i 30, które odpowiadają opornościom pozornym równoległych i krzyżujących się gałęzi, wykazują współlistnienie dwóch rezonansów przy częstotliwości f_c i współlistnienie rezonansu i antyrezonansu przy częstotliwości f_g . Wstęga w tym przypadku zajmuje przestrzeń od najniższej częstotliwości krytycznej f_c do trzeciej częstotliwości krytycznej f_a , przy czym częstotliwość f_c znajduje się poza pasmem. Na obu figurach rozmieszczenie pasma jest wskazane zacięniowaną powierzchnią poziomów.

Element kryształu piezoelektrycznego, przedstawiony na fig. 10, stanowi prostopadłościan 61, który posiada parę elektrod

62 i 63, połączonych z główną ścianką, oraz drugą parę elektrod 64, 65, połączonych z przeciwną ścianką. Gdy taki pręt jest poddany drganiom zginającym (w odróżnieniu od drgań podłużnych), objaśnionym dalej, to będzie on drgać dokoła linii węzłowych 66 i 67, znajdujących się w przybliżeniu w odległości 0,224 długości pręta od jego końców. Aby tłumienie drgań, powodowane przez oprawę, było jak najmniejsze, jest pożądane podtrzymywanie pręta w tych punktach lub w pobliżu nich. Można to skutecznie np. za pomocą pary zacisków 70, 71, które obejmują elektrody 62 i 63 z jednej strony kryształu, i przeciwną parę zacisków 72 i 73, które obejmują elektrody 64 i 65 z drugiej strony kryształu w pobliżu linii 67. Trzecia para zacisków 74 i 75 oraz czwarta przeciwna para zacisków obejmują elektrody kryształu w pobliżu linii węzłowej 66.

Jak przedstawiono na fig. 11, opisane wyżej zaciski mogą być wkładkami metalowymi, wpuszczonymi do podpór 76 i 77, wykonanych z materiału izolacyjnego. Łączniki elektryczne mogą być przyłutowane lub przymocowane w inny sposób do zacisków w punktach 78, 79, 80 i 81 w celu włączenia elementu kryształu do obwodu zewnętrznego.

Fig. 12 przedstawia inną postać elementu kryształu, wyciętego w postaci kamertonu, posiadającego dwa ramiona 32 i 33 oraz poprzeczkę 34. Z jednej strony kamertonu znajduje się elektroda 35, biegnąca wzdłuż zewnętrznych brzegów ramion i dolnej części poprzeczki. Druga elektroda 36 przebiega wzdłuż wewnętrznej krawędzi ramion i górnej części poprzeczki. Taka sama para elektrod 37 i 38 znajduje się na przeciwną stronę kamertonu. Kamerton taki posiada obszar węzłowy, przebiegający wzdłuż linii prostopadłej, np. 39, 40, przepoławiającej poprzeczkę. Kamerton jest najlepiej podtrzymywany wzdłuż tej linii węzłowej, co może być skutecznie

za pomocą pary zacisków 41 i 42 z jednej strony i przeciwną parę zacisków 43 i 44 z drugiej strony. Jak przedstawiono na fig. 13, zaciski te mogą mieć postać wkładek metalowych, wpuszczonych do pary narządów podtrzymujących, wykonanych z materiału izolacyjnego, przy czym elektryczne połączenia z elektrodami mogą być skutecznie przy pomocy łączników przyłutowanych do tych zacisków, jak wyjaśniono w związku z fig. 11.

Fig. 14 przedstawia schemat połączenia elektrod kryształu według fig. 10 w celu otrzymania drgań poprzecznych w przecie. Elektroda 62 i na przemian leża elektroda 65 są połączone z jednym zaciskiem 45, a dwie pozostałe elektrody są połączone z drugim zaciskiem 46. Połączenia te mogą być wykonane za pomocą łączników i zacisków, wykonanych jak wyjaśniono wyżej. Gdy do zacisków 45 i 46 przyłożona jest zmienna siła elektromotoryczna, to kryształ 61 będzie wprowadzony w drgania.

Częstotliwość drgań poprzecznych dla kryształu o cięciu X i 0^0 i osi mechanicznej długości 1 cm przedstawia krzywa 47 na fig. 16, która podaje częstotliwość w kilocylkach w zależności od stosunku osi optycznej do mechanicznej. Za kryształ o cięciu X i 0^0 uważa się taką płytkę, która jest cięta z kryształu macierzystego i posiada główną ściankę, prostopadłą do ścianki kryształu macierzystego, a jej wymiar szerokości tworzy kąt 0^0 z osią optyczną. Krzywa 48 podaje te same dane dla -18^0 kryształu o cięciu X, to znaczy kryształu, którego wymiar szerokości tworzy kąt -18^0 z osią optyczną. Grubość osi elektrycznej nie gra żadnej roli w określaniu częstotliwości. Dla kryształu o wszelkiej innej długości częstotliwość może być wyznaczona na zasadzie podobieństwa, która głosi, że dla kryształu danego kształtu częstotliwość rezonansowa dowolnego rodzaju jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości odpowiedniego wymiaru. Np. dla kryształu

0° o długości 5 cm przy stosunku optycznej osi do mechanicznej wynoszącym 0,2, jak widać z krzywej 47, częstotliwość wynosi około 20 kilocykli. Jest to tylko $\frac{1}{3}$ częstotliwości dla tego samego kryształu drgającego podłużnie. Dla kryształu ciętego na -18° częstotliwość będzie nieco mniejsza, jak przedstawia krzywa 48, dzięki temu, że moduł Younga jest mniejszy dla tego cięcia.

Znanym przedstawieniem kryształu piezoelektrycznego równoważnym obwodem elektrycznym jest pojemność C_1 , zbocznikowana gałęzią, zawierającą drugą pojemność C_2 w szereg z indukcyjnością. Wartość stosunku $C_1 : C_2$ dla kryształu, w którym elektrody z jednej strony pokrywają $\frac{2}{3}$ do $\frac{4}{5}$ powierzchni, wynosi około 180 dla cięcia -18° i około 150 dla kryształu ciętego na 0° . Pojemność bocznikowa układu równoważnego jest pojemnością elektrostatyczną pomiędzy dwoma zespołami płytek. Z tych danych można określić dla pręta drgającego poprzecznie wartości oporności pozornej w obwodzie równoważnym.

Fig. 15 przedstawia, w jaki sposób dwie pary elementów kryształu, przystosowane do drgań poprzecznych, mogą być zastosowane do filtru kratowego. Układ posiada parę zacisków wejściowych 47, 48 i parę zacisków wyjściowych 49, 50 oraz parę elementów 51, 52, połączonych w gałęzie szeregowe, i drugą parę 53, 54, włączoną do przekątnej pomiędzy dwoma zespołami zacisków. Elektrody kryształu są przedstawione, jak zaznaczono na fig. 14.

Gdy elementy kryształu są wycięte w postaci pręta, a drgania są poprzeczne, to mogą być otrzymane częstotliwości niskie, np. 16 — 17 kc. Jeszcze niższe częstotliwości można otrzymać przy użyciu kryształu piezoelektrycznego, wyciętego w postaci kamertonu, jak przedstawiono na fig. 12. W celu pobudzenia kamertonu do drgań elektrody są połączone tak, jak to uwi-

doczniono na fig. 14, i w tym przypadku elektrody 62, 63, 64, 65 odpowiadają elektrodom 35, 36, 37 i 38 kamertonu kryształowego. Obie zewnętrzne elektrody 35 i 37 dla pewnego znaku napięcia wywołują rozszerzanie się zewnętrznej strony dwóch ramion, a jednocześnie napięcie, przyłożone do dwóch elektrod wewnętrznych 36 i 38, wywołuje kurczenie się wewnętrznej strony obu ramion, przez co ramiona wychylają się do wewnątrz i zaczynają drgać jak kamerton.

Częstotliwość f kamertonu w cyklach na sekundę podaje wzór:

$$f = \frac{Kw}{l^2}$$

gdzie K jest stałą, w — szerokością jednego ramienia kamertonu i l — długością ramienia. We wzorze tym zakłada się, że długość poprzeczki jest stosunkowo duża, a jeżeli ta długość jest mała, to powinna być wprowadzona poprawka. Z pomiarów kryształu o 0° i cięciu X stała K równa się 65 000. Stosując powyższy wzór do konkretnego przykładu kryształu w postaci kamertonu o długości 6 cm (z czego $\frac{3}{4}$ przypada na ramiona), posiadającego ramiona o szerokości pojedynczej 0,4 cm, otrzymuje się następującą częstotliwość drgań:

$$f = \frac{65000 \times 0,4}{4,5^2} 1284$$

Gdy kryształ ma długość 6 cm i odpowiednią szerokość, to można otrzymać częstotliwości rzędu jednego kilocyklu. Ten rodzaj elementu o nieprzesadnych rozmiarach może również działać przy wyższych częstotliwościach 16 kc. W ten sposób przy użyciu elementów piezoelektrycznych w postaci prętów, uzupełnionych elementami w postaci kamertonu, można pokryć zakres częstotliwości od 1 do 50 kc bez uży-

cia kryształu większego, niż jest wymagany dla drgań podłużnych o 50 kc.

Stosunek $C_1 : C_2$ dla kryształu ciętego 0° w postaci kamertonu wynosi około 300. Przy pomocy tych danych może być łatwo wyznaczona oporność pozorna w równoważnym obwodzie dla kryształu kamertonowego. Para kryształów kamertonowych może być zastosowana w filtrze kratowym, przy czym układ schematyczny będzie taki sam jak na fig. 15.

Fig. 17 przedstawia dwa kryształy piezoelektryczne według fig. 10 lub 12, zastępujące cztery takie elementy w konstrukcji filtru. Jak przedstawiono na rysunku, dwa elementy 55 i 56 są umieszczone pomiędzy parą zacisków wejściowych 57, 58 i parą zacisków wyjściowych 59, 60, tworząc filtr kratowy. Jeden zespół przeciwnie rozmieszczonych elektrod, połączonych z kryształem 55, jest włączony pomiędzy zaciskiem wejściowym 57 i odpowiednim zaciskiem wyjściowym 59, drugi zaś zespół elektrod jest włączony pomiędzy dwa inne zaciski 58 i 60. Pojedynczy element daje w ten sposób dwie gałęzie o oporności pozornej, połączone w szereg z linią, natomiast gałęzie przekątne oporności pozornych daje inny element 56, którego jeden zespół elektrod jest włączony między zaciskami 58 i 59, drugi zaś zespół elektrod jest włączony pomiędzy zaciskami 57 i 60. Gdy dwa elementy mają zastąpić cztery elementy, przedstawione na fig. 17, to charakterystyki przepuszczania otrzymanego filtru będą takie same, jak gdyby były użyte poszczególne elementy w każdej gałęzi o pozornej oporności, natomiast oporność pozorna charakterystyczna układu będzie podwójna.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Filtr elektryczny, posiadający dwie pary równych gałęzi o opornościach pozornych, włączonych pomiędzy parą zacisków

wejściowych i parą zacisków wyjściowych, tworzący symetryczny filtr kratowy, znamienny tym, że posiada mechaniczny element drgający, włączony symetrycznie w jedną parę gałęzi, oraz drugi mechaniczny element drgający, włączony podobnie w drugą parę gałęzi, przy czym te elementy drgające posiadają różne częstotliwości rezonansowe.

2. Filtr elektryczny według zastrz. 1, znamienny tym, że mechaniczne elementy drgające zawierają kryształy piezoelektryczne, drgające podłużnie lub poprzecznie, z których każdy jest umieszczony symetrycznie pomiędzy dwiema parami elektrod dla włączenia go w gałęzie filtru.

3. Filtr elektryczny według zastrz. 1, znamienny tym, że mechaniczne elementy drgające zawierają rurki metalowe o własnościach magnetostrykcyjnych, przy czym odpowiednie oporności pozorne gałęzi filtru stanowią uzwojenia, zajmujące całą długość rurek.

4. Filtr elektryczny według zastrz. 1, 2, znamienny tym, że jako oporność pozorną posiada kryształ piezoelektryczny w postaci pręta, mogący zastępować kilka oddzielnych elementów krzysztalowych i włączony w gałęzie filtru tak, że stanowi oporność pozorną, czynną w tych gałęziach.

5. Filtr elektryczny według zastrz. 1, znamienny tym, że posiada jako oporność pozorną kryształ piezoelektryczny w kształcie kamertonu.

6. Filtr elektryczny według zastrz. 1, 2, 4, znamienny tym, że jako oporność pozorną posiada kryształ piezoelektryczny o dwóch parach elektrod, przylegających do odpowiednich części przeciwnych boków kryształu, równoległych do jego dłuższej osi i niesymetrycznych względem tej osi, przy czym kryształ ten drga poprzecznie, gdy do elektrod jest przyłożona siła elektromotoryczna.

7. Filtr elektryczny według zastrz. 1,

2, znamienny tym, że jako oporność urojona posiada element z kryształu piezoelektrycznego o kształcie kamertonu, który posiada dwie pary elektrod po jednej parze na każdym boku, oraz dwie pary zacisków przewodzących dla podtrzymywania tego kryształu wzdłuż linii węzłowej i

dla utworzenia kontaktu elektrycznego z każdą z tych elektrod.

International Standard
Electric Corporation.

Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.

Fig1.

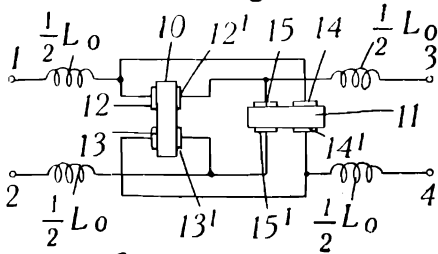


Fig2.

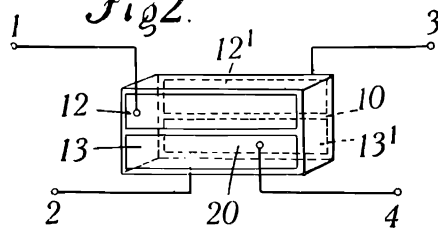


Fig3.

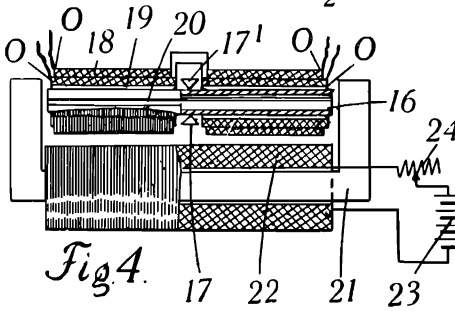
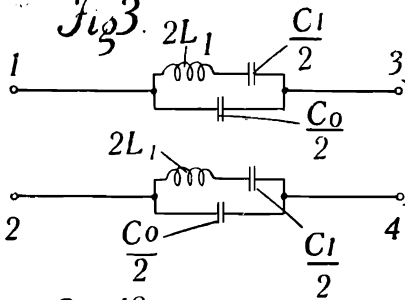


Fig4.

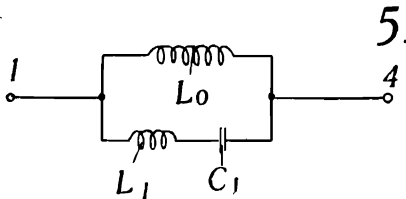


Fig6.

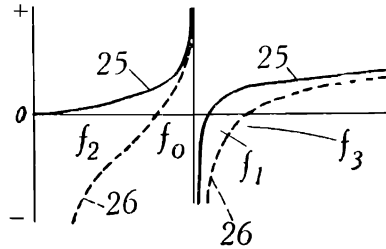


Fig7.

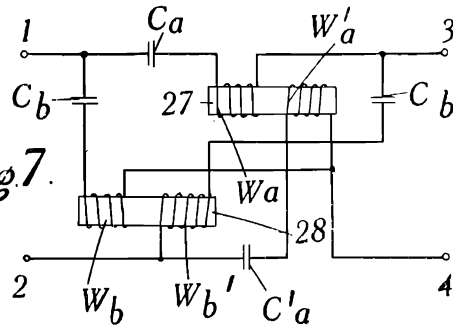


Fig8.

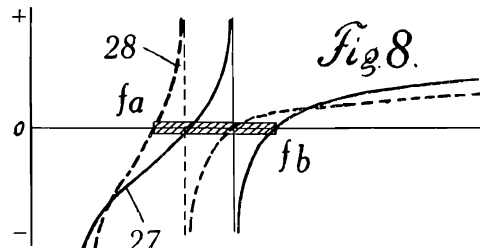


Fig9.

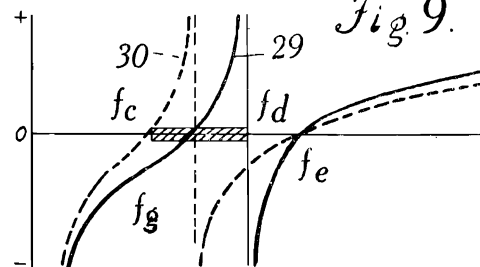


Fig. 10.

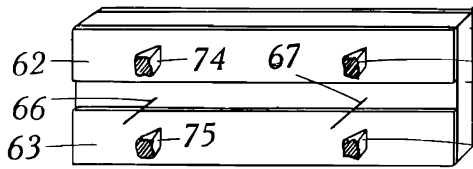


Fig. 11.

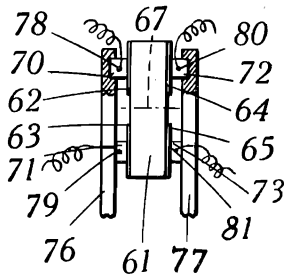


Fig. 12.

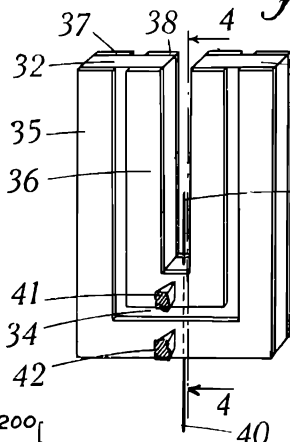


Fig. 13.

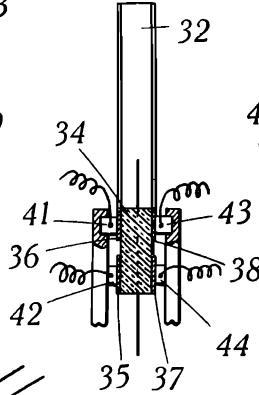


Fig. 14.

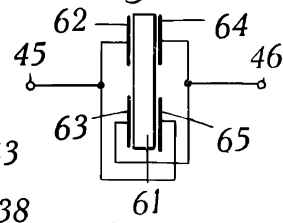


Fig. 17.

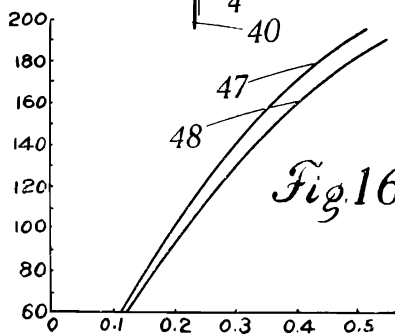
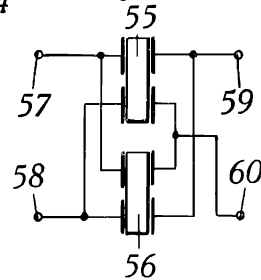


Fig. 16.

Fig. 15.

