

FILTR TELEWIZYJNY POŚREDNIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI Z AKUSTYCZNĄ FALĄ POWIERZCHNIOWĄ TYPU FTQ-384 DO QUASIRÓWNOLEGŁEGO ODBIORU FONII

^{*}) Elżbieta Dąbrowska, Hanna Majewska, Piotr Nagłowski

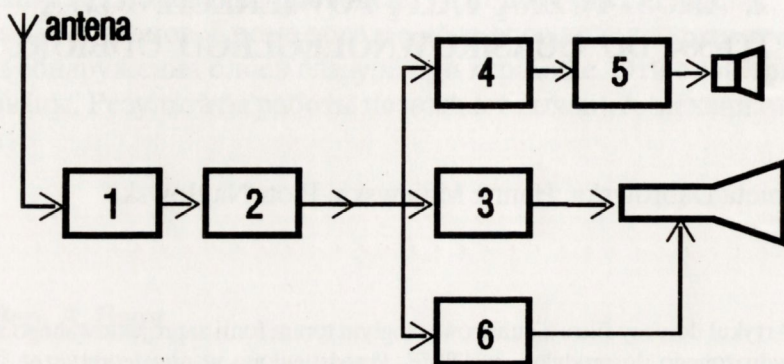
Artykuł dotyczy filtru z quasirównoległym torem fonii zaprojektowanego i wdrożonego do produkcji w ITME. Przedstawiono w nim teoretyczne i eksperymentalne przebiegi charakterystyk amplitudowych torów wizji i fonii filtru. Omówiono także główne zalety quasirównoległego systemu dźwięku w stosunku do stosowanego powszechnie systemu różnicowego.

WSTĘP

Badania rynku, przeprowadzone kilka lat temu w ITME, wykazały celowość podjęcia prac badawczych nad opracowaniem filtru telewizyjnego pośredniej częstotliwości (p.cz.) do quasirównoległego odbioru fonii. Prace takie podjęto w 1989 roku i zakończono wdrożeniem filtru do seryjnej produkcji w ITME w 1992 roku. Opracowany filtr jest przeznaczony do stosowania w wysokiej klasy stereofonicznych odbiornikach telewizyjnych i umożliwia uzyskanie jakości dźwięku odpowiadającej wymaganiom hi-fi. Filtr jest pierwszym w kraju filtrem do quasirównoległego odbioru dźwięku, wdrożonym do seryjnej produkcji.

^{*}) INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

W niniejszym artykule przedstawiono najważniejsze teoretyczne i eksperymentalne wyniki, uzyskane w trakcie prac nad filtrem. Przedstawienie tych wyników poprzedzono omówieniem głównych zalet quasirównoległego systemu odbioru dźwięku w stosunku do stosowanego najbardziej powszechnie systemu różnicowego.



Rys. 1

Schemat blokowy odbiornika telewizyjnego z różnicowym odbiorem fonii.

1. Głowica wielkiej częstotliwości
2. Tor pośredniej częstotliwości wizji z filtrem z AFP
3. Tor wizyjny
4. Tor różnicowej częstotliwości fonii
5. Wzmacniacz małej częstotliwości
6. Tor synchronizacji i odchyłania

DWA SYSTEMY ODBIORU DŹWIĘKU: RÓŻNICOWY I QUASIRÓWNOLEGLY

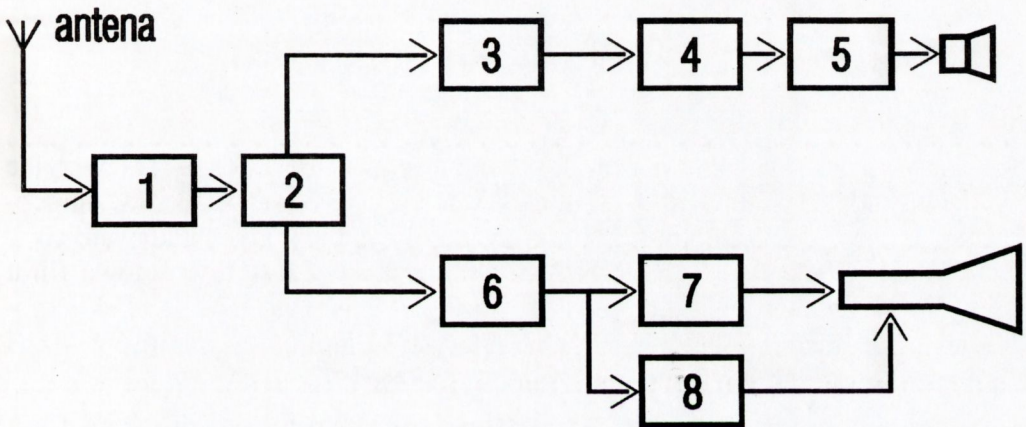
Najczęściej stosowanym systemem odbioru fonii w odbiornikach telewizyjnych jest od wielu lat system różnicowy. W systemie tym (rys. 1) sygnały pośredniej częstotliwości (p. cz.) wizji i fonii są wzmacniane w torze pośredniej częstotliwości wizji.

Następnie przeprowadza się drugą przemianę częstotliwości sygnału fonii przy wykorzystaniu jako sygnału heterodyny - sygnału częstotliwości pośredniej wizji. W wyniku tej przemiany otrzymuje się tzw. sygnał różnicowej częstotliwości (r.cz.) fonii. Sygnał ten jest następnie poddawany demodulacji częstot-

liwościowej w torze r.cz. fonii poprzez wzmacniacz małej częstotliwości (m. cz.) doprowadzony do głośnika.

Wspólne wzmocnienie sygnałów p.cz. wizji i fonii w torze p.cz. wizji prowadzi do niekorzystnych nieliniowych oddziaływań między tymi sygnałami. Aby ograniczyć te oddziaływania i chociaż częściowo usunąć wynikające z nich zniekształcenia odbioru obrazu i dźwięku niezbędne staje się stłumienie sygnału p.cz. fonii w torze wzmacniacza p.cz. wizji, co osiąga się stosując filtr z AFP z tzw. schodkiem fonii. Wspomniane stłumienie sygnału p.cz. fonii pogarsza czułość toru fonii i zwiększa szумы w tym torze.

Zniekształcenia nieliniowe i szумы w różnicowym systemie odbioru fonii sprawiają, iż w odbiornikach telewizyjnych wykorzystujących ten system nie można uzyskać parametrów dźwięku porównywalnych z uzyskiwanymi w odbiornikach radiofonicznych FM.



Rys. 2

Schemat blokowy odbiornika telewizyjnego z quasisrównoległym odbiorem fonii.

1. Głowica wielkiej częstotliwości
2. Filtr rozdzielający z AFP
3. Tor pośredniej częstotliwości fonii
4. Tor różnicowej częstotliwości fonii
5. Wzmacniacz małej częstotliwości
6. Tor pośredniej częstotliwości wizji
7. Tor wizyjny
8. Tor synchronizacji i odchylenia

Wymienione wyżej wady systemu różnicowego można wyeliminować stosując quasirównoległy system odbioru fonii (rys. 2), w którym sygnały p.cz. fonii i wizji zostają rozdzielone przez odpowiedni filtr z AFP i przesłane do dwóch niezależnych torów, odpowiednio : do toru p.cz. fonii i toru p.cz. wizji.

Charakterystyki częstotliwościowe obu torów są kształtowane niezależnie od siebie przez filtr z AFP. Filtr ten powinien w idealnym przypadku zapewniać sterowanie toru p.cz. fonii jedynie sygnałem p.cz. fonii i sygnałem nośnej częstotliwości pośredniej wizji. Tor p.cz. wizji powinien być w idealnym przypadku sterowany jedynie sygnałem p.cz. wizji.

Dzięki wzmacnianiu sygnałów p.cz. fonii i wizji w oddzielnych torach unika się nieliniowych oddziaływań między sygnałami wizji i fonii. Zbędne staje się także stłumienie poziomu sygnału fonii w stosunku do poziomu sygnału wizji. W konsekwencji quasirównoległy system odbioru fonii umożliwia uzyskanie jakości dźwięku odpowiadającej wymaganiom hi-fi i stwarza możliwość odbioru stereofonicznego [1].

ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE DLA FILTRU FTQ-384

Zgodnie z wymaganiami przyszłych odbiorców filtru (Zakłady Telewizyjne UNIMOR Gdańsk, Warszawskie Zakłady Telewizyjne WZT - ELEMIS) opracowany filtr powinien umożliwiać odbiór sygnałów telewizyjnych nadawanych w standardach OIRT-D/K i CCIR-B/G. Charakterystyki częstotliwościowe filtru powinny odpowiadać charakterystykom filtru Siemens typu OFWK-3254 (uzgodnione z odbiorcami pola tolerancji charakterystyk amplitudowych torów wizji i fonii zaznaczono odpowiednio na rysunkach 5 i 6).

Uzgodniono z odbiorcami (na życzenie WZT), że tory wizji i fonii filtru będą montowane w dwóch oddzielnych, jednorzędowych obudowach typu TS-56 lub TS-59, wcześniej opracowanych w ITME i CEMAT. Tory wizji i fonii filtru oznaczono odpowiednio symbolami FTQW-384 i FTQF-384. Zastosowane rozdzielenie torów wizji i fonii zapewnia projektantom odbiorników telewizyjnych większą elastyczność, umożliwiając np. sterowanie torów wizji i fonii poprzez dwa niezależne wyjścia głowicy wielkiej częstotliwości (w.cz.). Z drugiej strony, projektując w odpowiedni sposób płytkę drukowaną zawierającą filtr z AFP można osiągnąć pełną zamiennność filtru w dwóch jednorzędowych obudowach z filtrem OFWK-3254 montowanym w pojedynczej obudowie dwurzędowej.

PROJEKT FILTRU

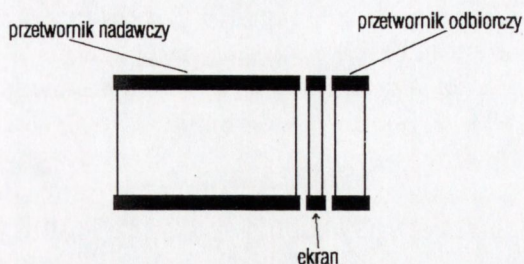
Jako materiał podłoża piezoelektrycznego w obu torach sygnałowych zastosowano niobian litu o orientacji 128°YX . Materiał ten jest ze względu na swe korzystne własności powszechnie stosowany w konstrukcji filtrów TV p.cz. z AFP.

Przyjęto konfigurację obu torów sygnałowych filtru (wizji i fonii) w postaci "in line", przedstawionej na rys. 3.

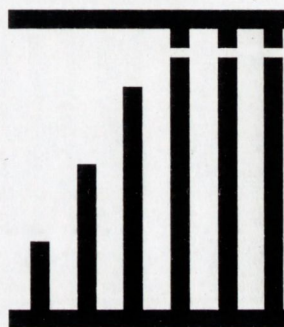
Każdy z torów składa się z apodyzowanego przetwornika nadawczego, z prostego przetwornika odbiorczego i ekranu elektromagnetycznego. Zarówno w obu przetwornikach, jak i w ekranie elektromagnetycznym zastosowano podwójne elektrody w celu redukcji szkodliwego wpływu odbić AFP od krawędzi elektrod. W obu przetwornikach nadawczych zastosowano wzory apodyzacji typu V ze względu na ich zalety opisane w pracy [2]. W celu zapobieżenia szkodliwemu wpływowi odbić AFP od lewej krawędzi przetwornika nadawczego zastosowano pomysł przedstawiony w pracy [3], polegający na umieszczeniu

w lewym końcu przetwornika (patrz rys.4.) trzech elektrod o długościach równych odpowiednio : $1/4$, $2/4$ i $3/4$ apertury przetwornika (zdefiniowanej jako odległość między wewnętrznymi krawędziami szyn zbiorczych).

Każdy z torów sygnałowych filtru FTQ-384 zaprojektowano stosując dwuetapową metodę syntezy opisaną w pracach [4, 5, 6]. W pierwszym etapie tej metody wyznaczane są topologie przetworników międzypalczastych przy pominięciu wpływu zjawisk drugiego rzędu. Uzyskaną w tym etapie charakterystykę

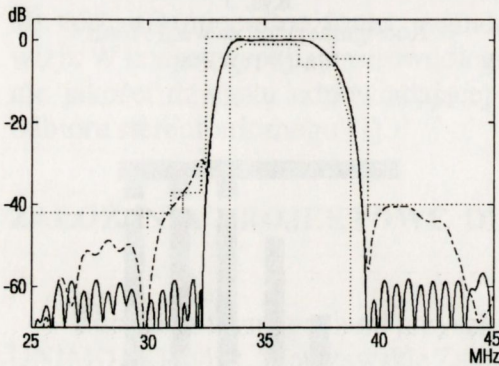


Rys. 3
Konfiguracja torów wizji i fonii
filtru FTQ-384.



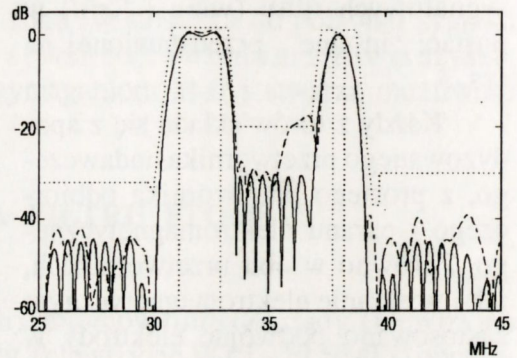
Rys. 4
Struktura elektrodowa zapobiegająca
szkodliwemu wpływowi odbić AFP od krawędzi
przetwornika międzypalczastego.

częstotliwościową nazywa się charakterystyką idealną lub pożądaną. W drugim etapie syntezy, opierając się na modelu matematycznym uwzględniającym najważniejsze zjawiska drugiego rzędu, modyfikuje się wzór apodyzacji przetwornika nadawczego tak, aby skompensować wpływ zjawisk drugiego rzędu na charakterystykę częstotliwościową i zbliżyć ją do charakterystyki pożądanej. Drugą fazę syntezy nazywa się kompensacją zjawisk drugiego rzędu. W fazie tej wykorzystano model matematyczny filtra uwzględniający dyfrakcję AFP, efekty falowodowe [7], zjawiska końcowe związane z gromadzeniem się ładunku na krańcowych elektrodach przetwornika odbiorczego [8] i wpływ obwodów zewnętrznych na charakterystyki częstotliwościowe obu torów sygnałowych.



Rys. 5

Teoretyczne charakterystyki amplitudowe toru wizji filtra FTQ-384 przed (----) i po (—) kompensacji zjawisk drugiego rzędu; (....) - granice pola tolerancji.



Rys. 6

Teoretyczne charakterystyki amplitudowe toru fonii filtra FTQ-384 przed (----) i po (—) kompensacji zjawisk drugiego rzędu; (....) - granice pola tolerancji.

Rysunki 5 i 6 przedstawiają teoretyczne charakterystyki amplitudowe przed i po kompensacji wyliczone przy uwzględnieniu wymienionych wyżej zjawisk drugiego rzędu, odpowiednio dla torów wizji i fonii. Nie pokazane na tych rysunkach charakterystyki pożądane praktycznie pokrywają się z odpowiednimi charakterystykami wyliczonymi po kompensacji zjawisk drugiego rzędu. Z obu rysunków wynika, iż przeprowadzenie kompensacji było konieczne (charakterystyki wyliczone przed kompensacją naruszają przyjęte pola tolerancji).

W tabelach 1 i 2 przedstawiono podstawowe dane elementów odpowiednio: toru wizji i toru fonii (przetworników międzypalczastych i ekranów).

Tabela 1. Podstawowe dane elementów toru wizji.

element parametr	przetwornik nadawczy	przetwornik odbiorczy	ekran
liczba elektrod	269	30	12
okres struktury	26.2 μm	28 μm	26.2 μm
szerokość elektrod	13.1 μm	14 μm	13.1 μm
apertura akustyczna	1 600 μm	1 600 μm	1 600 μm

Tabela 2. Podstawowe dane elementów toru fonii.

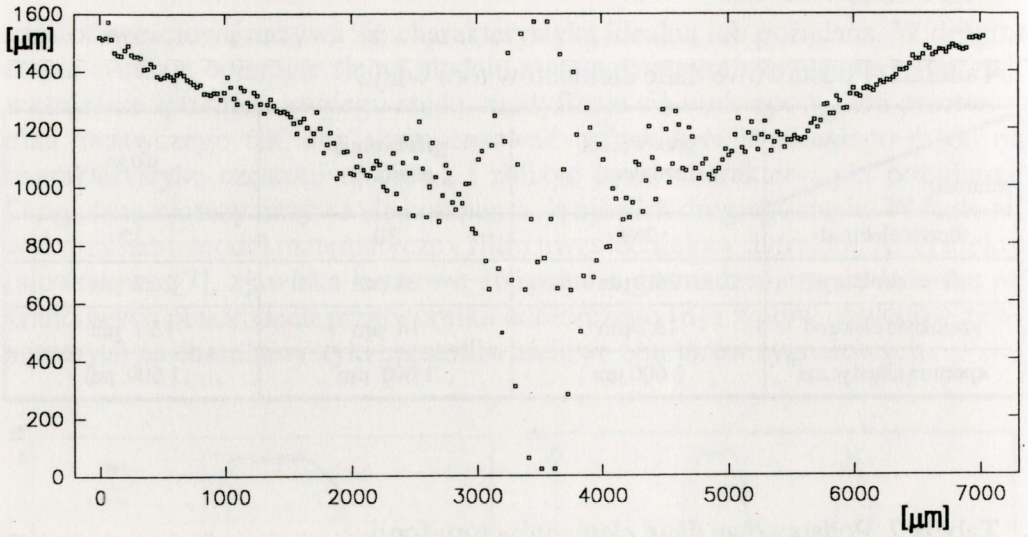
element parametr	przetwornik nadawczy	przetwornik odbiorczy	ekran
liczba elektrod	255	30	11
okres struktury	28 μm	28 μm	28 μm
szerokość elektrod	14 μm	14 μm	14 μm
apertura akustyczna	1 000 μm	1 000 μm	1 000 μm

Na rysunkach 7. i 8. przedstawiono odpowiednio strukturę nadajnika torów: wizji i fonii filtru FTQ-384.

Na pojedynczej płytce z niobianu litu o średnicy 3" mieści się: 110 struktur toru wizji i 144 struktury toru fonii.

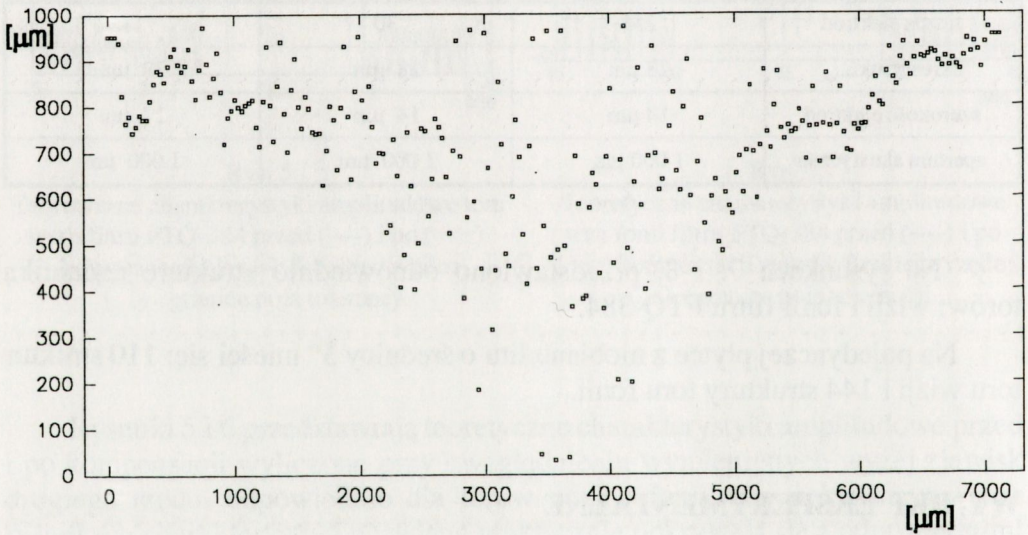
WYNIKI EKSPERYMENTALNE

Rysunki 9 i 10 przedstawiają eksperymentalnie określone charakterystyki amplitudowe torów odpowiednio: wizji i fonii na tle charakterystyk teoretycznych i pól tolerancji. Przebiegi eksperymentalne leżą w bezpiecznych odległościach od granic pól tolerancji.



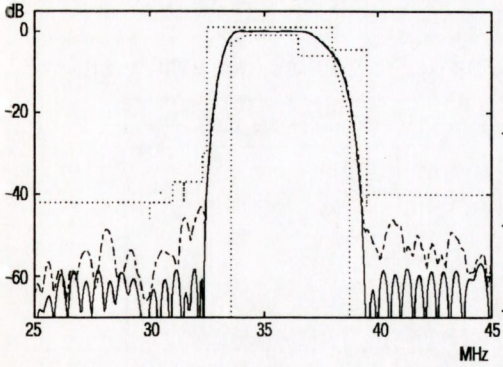
Rys. 7

Kształt metalizacji nadajnika toru wizji filtru FTQ-384.



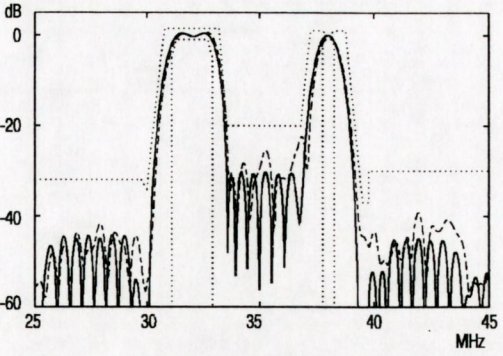
Rys. 8

Kształt metalizacji toru fonii filtru FTQ-384.



Rys. 9

Eksperymentalna (----) i teoretyczna (—) charakterystyka amplitudowa toru wizji filtru FTQ-384; (....) - granice pola tolerancji.



Rys. 10

Eksperymentalna (----) i teoretyczna (—) charakterystyka amplitudowa toru fonii filtru FTQ-384; (....) - granice pola tolerancji.

Różnice między krzywymi eksperymentalnymi i teoretycznymi wynikają z nieuwzględnionych w procesie projektowania zjawisk drugiego rzędu takich jak np. : generacja i detekcja fal objętościowych, odbicia AFP od elektrod i niejednorodność rozkładu ładunku elektrycznego w okolicach przerw w elektrodach. Wynikają one również z uproszczeń przyjętych przy modelowaniu uwzględnionych w projektowaniu zjawisk drugiego rzędu (np. zjawiska falowodowe modelowano zakładając paraboliczny kształt krzywych powolności AFP w podłożu piezoelektrycznym). Tory wizji i fonii filtru FTQ-384 spełniają wymagania elektryczne zawarte odpowiednio w tabelach 3 i 4.

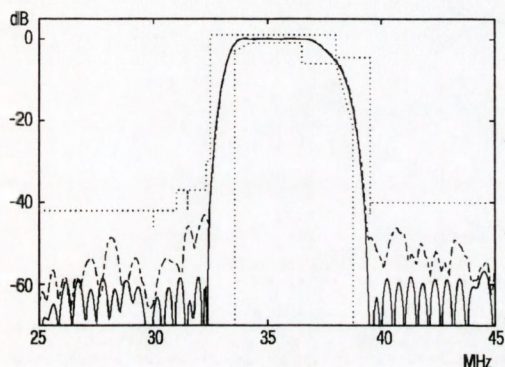
Tabela 3. Dopuszczalne wartości tłumienności względnej dla toru wizji.

Częstotliwość	Wartość tłumienności względnej
[MHz]	[dB]
24.50 - 31.00	min. 42
30.00	min. 46
31.00 - 32.30	min. 37
31.50	min. 42
32.30 - 32.50	min. 30
33.55	min. -1 ; max. 3
34.20 - 36.50	min. -1 ; max. 1
38.00	min. 4.5 ; max. 6
38.75	max. 21
39.50	min. 43
39.50 - 45.00	min. 40

Tabela 4. Dopuszczalne wartości tłumienności względnej dla toru fonii.

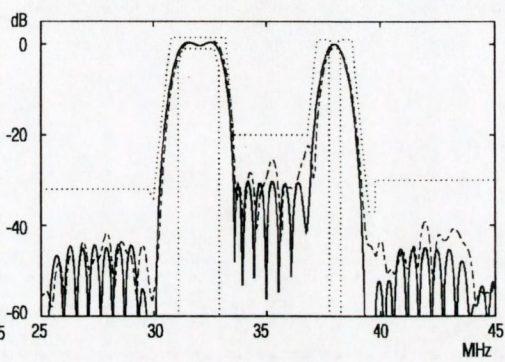
Częstotliwość	Wartość tłumienności względnej
[MHz]	[dB]
24.50 - 29.75	min. 32
30.00	min. 34
30.80	min. -1.5
31.10	min. -1.5 ; max. 5
31.30 - 32.70	min. -1.5 ; max. 1
32.90	min. -1.5 ; max. 5
33.20	min. -1.5
33.25	min. 1.5
33.55	min. 20
33.60	min. 20
33.65 - 36.80	min. 20

Częstotliwość	Wartość tłumienności względnej
[MHz]	[dB]
37.25 - 37.75	min. -1
37.75 - 38.25	min. -1 ; max. 2
38.25 - 38.75	min. -1
39.50 - 39.75	min. 37
39.75 - 45.00	min. 30



Rys. 11

Eksperymentalne charakterystyki amplitudowe torów wizji filtrów FTQ-384 (—) i OFKW-3254 (----); (...) - granice pola tolerancji.



Rys. 12

Eksperymentalne charakterystyki amplitudowe torów fonii filtrów FTQ-384 (—) i OFKW-3254 (----); (...) - granice pola tolerancji.

Rysunki 11 i 12 przedstawiają eksperymentalnie określone charakterystyki amplitudowe zaprojektowanego filtra na tle charakterystyk filtra Siemens'a typu OFKW-3254. Charakterystyki filtra FTQ-384 korzystnie prezentują się na tle charakterystyk zagranicznego odpowiednika.

PODSUMOWANIE

Opisany w artykule filtr FTQ-384 jest pierwszym filtrem TV p.c.z. do quasirównoległego odbioru dźwięku, wdrożonym do seryjnej produkcji w kraju.

Opracowany filtr nie ustępuje swymi parametrami elektrycznymi odpowiednikowi firmy Siemens typu OFWK-3254.

Projektując filtr FTQ-384 uzyskano dobrą zgodność między założonymi i uzyskanymi w praktyce charakterystykami filtru. Najbardziej istotne w praktyce różnice między tymi krzywymi występują w pasmach zaporowych i wynikają z tych zjawisk drugiego rzędu, które nie zostały uwzględnione w projekcie lub były modelowane w przybliżeniu. Warunkiem zminimalizowania w przyszłości różnic tego typu jest opracowanie bardziej dokładnych niż stosowane obecnie metod komputerowego modelowania zjawisk drugiego rzędu w filtrach z AFP, a także metod kompensacji tych zjawisk.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Mierzejewski J.: Tory fonii odbiorników telewizyjnych. Warszawa: WKŁ 1985
- [2] Suthers M., Este G., Streater R., MacLaurin B.: Suppression of Spurious SAW Signals. Proc. IEEE Ultrason. Symp. 1986, 37-42
- [3] Visintini G., Kappacher C., Männer O.: Full Two-Dimensional Modelling of Broadband SAW Filters. Electronics Letters 24, 1988, 23, 1468-1469
- [4] Nagłowski P.: Iterative Method Using Constrained Optimization Techniques for Second-Order Effects Compensation in SAW Filters. Proc. IEEE Ultrason. Symp. 1986, 125-128
- [5] Nagłowski P., Majewska H.: Metoda projektowania filtrów z akustyczną falą powierzchniową i jej zastosowanie. Materiały Elektroniczne 1991, 4, 7-14
- [6] Nagłowski P.: Kompensacja efektów drugiego rzędu w filtrach z akustyczną falą powierzchniową przy użyciu metod optymalizacji z ograniczeniami. Rozprawa doktorska. Politechnika Warszawska, 1992
- [7] Clark G., Milsom R.F.: Analysis of Surface Acoustic Wave Filter by Expansion in Guided Modes. Philips Journal of Research 41, 1986, 3, 247-267
- [8] Hartmann C.S., Secret B.G.: End Effects in Interdigital Surface Wave Transducers. Proc. IEEE Ultrason. Symp. 1972, 413-416