

Filtry płetwowe w pasmach X i Q

Mikrofalowe filtry środkowo-przepustowe są szeroko stosowane w układach i systemach mikrofalowych. Najbardziej popularnymi wymaganiami dla tych filtrów są: niskie straty w pasmach zaporowych oraz odpowiednie szerokości pasm przepustowych.

W artykule przedstawiono opracowanie i wyniki badań tzw. filtrów płetwowych (ang. "E-plane filters").

Filtry płetwowe są szczególnie przydatne w zakresie częstotliwości od pasma X do pasma W, ponieważ można w nich uzyskać niskie straty w pasmach przepustowych przy stosunkowo niskim koszcie wytwarzania.

Przy opracowaniu filtrów wykorzystano teoretyczne wyniki pracy Y. Konishi i K. Uenakada [1] dotyczącej inwertorów do filtrów płetwowych oraz metodę projektowania filtrów mikrofalowych [3].

Opracowano i pomierzono charakterystyki transmisyjne i odbiciowe dwóch filtrów w paśmie X i Q.

Przyjęte parametry filtrów:

Filtr w paśmie X: $f_d=9000$ MHz, $f_g=9500$ MHz

Filtr w paśmie Q: $f_d=32\ 700$ MHz, $f_g=34\ 700$ MHz

Izolacja w pasmach zaporowych dla obydwu filtrów większa od 40 dB.

Dla spełnienia tych wymagań wybrano 5-elementowy filtr-prototyp z charakterystyką Czebyszewa o zafalowaniu w paśmie przepustowym 0.1 dB [3].

Parametry filtru-prototypu

$$g_0=1; g_1=1.468; g_3=1.9750; g_4=1.3712; g_5=1.1468; g_6=1$$

Wymagane wartości inwertorów (rys. 1) [3] dla filtru w paśmie Q.

$$K_{10} = K_{56} = 0.3520$$

$$K_{12} = K_{45} = 0.1133$$

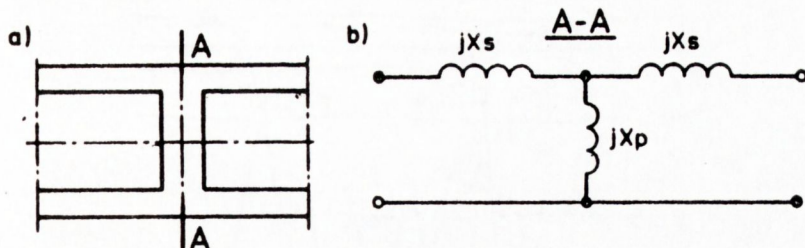
$$K_{23} = K_{54} = 0.0864$$

Długości rezonatorów l_j , $j=1+5$ obliczano ze wzorów [3].

$$l_j = \frac{\lambda_{g0}}{2\pi} \left[\pi + \frac{1}{2} (\phi_j + \phi_{j+1}) \right]$$

$$\phi_j = -\arcsin \operatorname{tg}(2x_{pj} + x_{sj}) - \operatorname{arctg} x_{sj}$$

gdzie λ_{g0} - długość fali w falowodzie na częstotliwości środkowej pasma przepustowego.



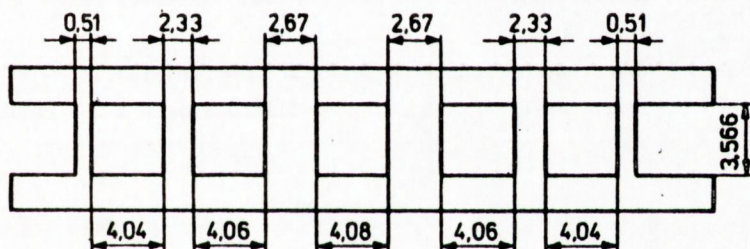
Rys. 1. a) inwertor, b) schemat elektryczny inwertora

Wartości inwertorów "K" ze wzorów [3].

$$K_j = \operatorname{tg} \frac{\phi_j}{2} + \operatorname{arctg} x_{sj}$$

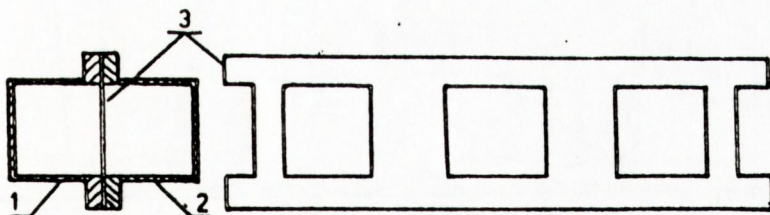
oraz wykorzystując teoretyczne zależności [1] wiążące parametry elektryczne inwertorów z ich fizycznymi wymiarami.

Na rys. 2. przykładowo przedstawiono fizyczne wymiary płytwy metalowej dla filtru w paśmie Q.



Rys. 2. Fizyczne wymiary płytwy dla filtru w paśmie Q

Filtr płytkowy składa się z trzech części: metalowej płytwy z odpowiednią strukturą mikrofalową oraz dwóch połówek falowodu będącego ekranem (rys. 3.).

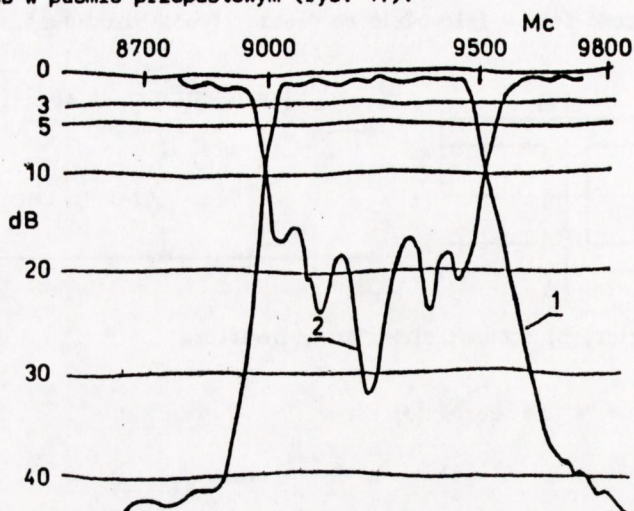


Rys. 3. Filtr płytkowy: 1, 2 - falowód, 3 - płytwa metalowa

Charakterystyki transmisyjne oraz odbiciowe dla filtrów w paśmie X pomierzono za pomocą standardowej aparatury firmy Hawlett Packard. Skrajne częstotliwości pomierzone dla pasma przepustowego wynosiły: $f_d = 9000$ MHz, $f_g = 9485$ MHz.

Izolacja w pasmach zaporowych powyżej 40 dB. Straty w paśmie przepustowym mniejsze od 1.1 dB.

WFS powyżej 15 dB w paśmie przepustowym (rys. 4.).



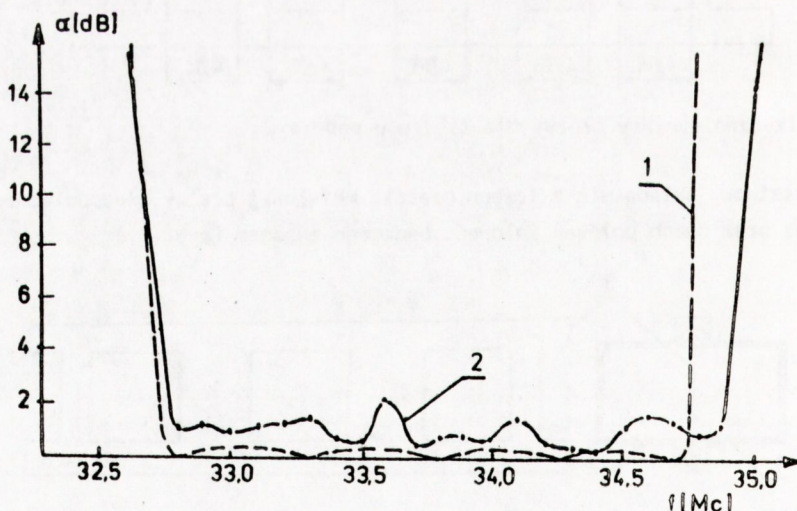
Rys. 4. Charakterystyki transmisyjne - 1 oraz odbiciowe - 2 dla filtru w paśmie X

Do pomiarów w paśmie Q zastosowano generator G3-31 produkcji radzieckiej oraz linię pomiarową i detektor w paśmie Q produkcji UNIPAN.

Otrzymano następujące parametry filtru: skrajne częstotliwości pasma przepustowego $f_d = 3200$ MHz, $f_g = 34800$ MHz.

Straty w paśmie przepustowym mniejsze od 2 dB. WFS poniżej 1.3.

Na rys. 5. porównano charakterystyki transmisyjne filtru w paśmie Q - obliczone i pomierzone.



Rys. 5. Charakterystyki transmisyjne filtru w paśmie Q: 1 - obliczona, 2 - pomierzona

BIBLIOGRAFIA

1. Konishi Yoshihiro, Uenakada Katsuaki: "The Design of a Bandpass Filter with Inductive Strip-Plener Circuit Mounted in Waveguide" IEEE Transaction on MTT-22, No 10 pp. 869-873, 1974
2. Shih Yi-chi, Itoh Tetsuo: "E-Plane Filters with Finite - Thickness Septa", IEEE Transaction on MT, No 12, pp. 1009-1013, 1983
3. Mattheai G.L., Young L., Jones E.M.: "Microwave Filters, Impedance Matching Network and Coupling Structures", pp. 382-389, McGraw Hill New York, 1964