

Újabb alkalmazások számára kidolgozott mikrohullámú szűrők ismertetése

DEMETER LAJOS – KAJDI LÁSZLÓ – KOLUMBÁN GÉZÁNÉ –
KUHN TAMÁS – DR. REITER GYÖRGY

Távközlési Kutató Intézet

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikkben három mikrohullámú szűrőelrendezés rövid ismertetése található, amelyek a következők: csőtápvonalas kivitelű diplexer, cserélhető kivitelű mikrohullámú sáváteresztő szűrő és csillapításpólusokkal rendelkező interdigitális mikrohullámú szűrő. Ezeket a szerelvényeket szigorú elektromos előírások és speciális berendezés konstrukciós igények alapján a Távközlési Kutató Intézetben dolgoztuk ki.

1. Bevezetés

Az elmúlt években az új fejlesztésű mikrohullámú berendezések egyre nagyobb és változatosabb követelményeket támasztottak az alkalmazásra kerülő mikrohullámú szűrőkkel szemben. A kifejlesztett, illetve a jelenleg is fejlesztés alatt álló berendezések számára ezért speciális igényeket kielégítő, az irodalomban közöltekhez képest eltérő megoldású szűrőket, illetve diplexereket dolgoztunk ki. Ezek közül szeretnénk néhányat az alábbiakban ismertetni.

2. Csőtápvonalas kivitelű diplexer

Elsőként mutatjuk be a kis csatornaszámú, 8 GHz-es sávban működő és az ORION gyárban készülő mikrohullámú berendezés számára kidolgozott egységet. Ez egy diplexer, amely az adó és vevő jeleit választja szét. A specifikációk teljesítésének nehézségét itt az adja, hogy az adó- és vevőjeleket tartalmazó áteresztősávok közti frekvenciasáv szélessége (amely egy elkészült példánynál 60 MHz) meglehetősen keskeny az áteresztősávok szélességéhez képest (példánál maradván 120 MHz). Ezen kivétel mellett jó állóhullám-arányt és nagy zárócsillapítást (jelenleg min. 65 dB) kellett elérni. Az ilyen kényesebb diplexerek ismert megvalósítási formája a ciklátoros-szűrős megoldás, amely esetünkben ár- és helyproblémák miatt nem jöhetett szóba. A csőtápvonalas diplexernél szokásos másik megoldás – melynél egy T-elágazó két kapujára kerülnek az egyes szűrők, – ebben az esetben sem a sáv szélesség, sem a reflexiók követelményeket nem elégítette volna ki.

Beérkezett: 1988. II. 1. (*)



DEMETER LAJOS

1983-ban végzett a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szak mikrohullámú ágazatán. Diplomamunkájának témáját, barázdált vonalas mikrohullámú szűrő méretezése képezte. Először

egyéni- és kisközösségi TV-antennarendszerekkel foglalkozott, majd 1983 óta a Távközlési Kutató Intézet dolgozója. Jelenleg aktív és passzív mikrohullámú áramkörök fejlesztésével foglalkozik.

KAJDI LÁSZLÓ

1969-ben szerzett oklevelet a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szakon. 1962-óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik. Jelenleg, tudományos főmunkatárs. 1970-től a mikrohullámú témakörben különféle csőtápvonalas és vékonyréteg kivitelű passzív eszközök, szűrők, antenna-váltószűrők, diplexerek, adó-vevőkeverők konstrukciós tervezésével és dokumentációjuk készítésével foglalkozik. Munkájáról



hazai és külföldi konferenciákon, több előadásban számolt be, a témakörben több tanulmány, szakmai cikk és benyújtott szabadalom társszerzője.

Az általunk elkészített diplexer végül egy négyrezonátoros és egy hétrezonátoros csőtápvonalas szűrőt tartalmaz. A hétrezonátoros szűrő zárósávi csillapításkarakterisztikájában egy pólus található, amellyel a zárócsillapítás a kritikus áteresztősáv felőli oldalon is 65 dB felett volt tartható. A zárósávi csillapításpólust a hétrezonátoros szűrő egyedi kimeneti kapuja mellett levő üregrezonátorból kiképzett TEM hullámformájú mellékrezonátor valósította meg. A négyrezonátoros szűrőnél nem volt szükség csillapításpólusra.

A diplexer közös bemeneti kapujának kialakításához egy újfajta elrendezést használtunk amelyben a diplexert alkotó szűrők egy közös, közelítőleg félhullám hosszúságú csőtápvonal szakasz végeihez csatlakoztak. A bemeneti kaput alkotó koaxiális vonal vezetője ugyancsak ezen csőtápvonal belsejébe nyúlik be. A kedvezőbb helykihasználás végett a szűrők egymás mellé helyezésével a diplexer ún. „összehajtott” konstrukcióban került megvalósításra. Ebben az esetben a közös csőtápvonal szakasz és a szűrők első üregrezonátorai közötti csatlásokat az üregrezonátorok szélesebbik oldal falain elhelyezett csatlónyílá-

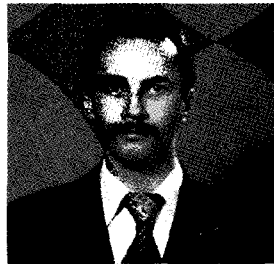
1976-ban végzett a BME Villamosmérnöki Kara Híradástechnika tagozatának mikrohullámú adástechnika ágazatán. Első munkahelye a Finommechanikai Vállalat volt, ahol mikrohullámú passzív áramkörökkel foglalkozott. Több FMKT. szakdolgozattal helyezést ért el, és megkapta a „Kiváló Ifjú Szakember kitüntetését. 1981 óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, ahol különböző



tápvonal típusban realizált (csőtápvonal, koax, fin-line, mikrosztrip) szűrőkkel és egyéb mikrohullámú passzív áramkörökkel foglalkozik.

KUHN TAMÁS

1983-ban szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szakán. Azóta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, mint tudományos segédmunkatárs. Kutatási területét főként a mikrohullámú passzív áramkörök képezik. Részt vett a GaAs alapú MMIC áram-



körök hazai megvalósításával kapcsolatos előkísérletekben.

1950 óta a Távközlési Kutató Intézetben a mikrohullámú áramkörök kutatás-fejlesztés munkáin dolgozik. 1955-ben alkalmazott matematikusi oklevelet szerzett, majd 1965-ben a műszaki tudományok kandidátusa lett. Tudományos osztályvezetőként, munkatársaival együtt, többféle mikrohullámú szűrőt, keverőt és más passzív elemet dolgozott ki. Szakmai eredményei a mikrohullámú áramkörök tervezéséhez szükséges elektromágneses térelméleti problémák megoldásából és mikrohullámú

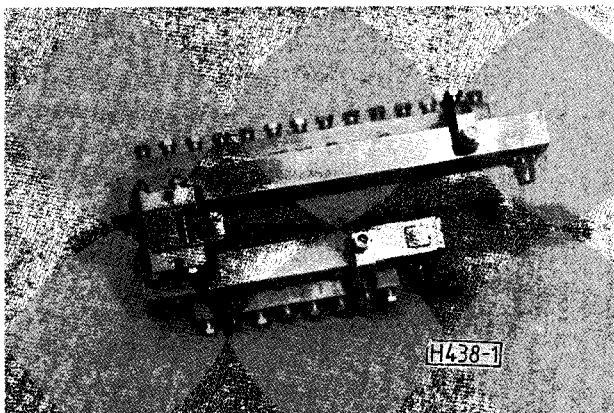


szűrők tervezési eljárásainak kidolgozásából adódtak, melyekből számos előadást tartott, cikket írt és szabadalmat készített. A BME-n címzetes egyetemi docens. Tevékenységét 1980-ban Állami Díjjal ismerték el.

sok segítségével hoztuk létre. A diplexer áteresztősávjaiban max. 1,3 állóhullámarányt mértünk, a hétrezonátoros szűrő áteresztősávi vesztesége max. 1,1 dB-re adódott. Az ismertetett diplexert az 1. ábrán látható fénykép mutatja.

3. Cserélhető kivitelű mikrohullámú sáváteresztő szűrő

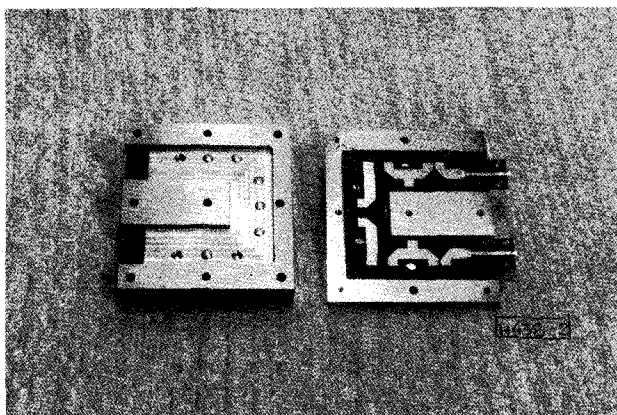
Következő szűrőtípusunk konstrukciós felépítés szempontjából érdekes. A jelenleg fejlesztés alatt álló analóg és digitális mikrohullámú berendezések nagy



1. ábra Csőtápvonalas kivitelű diplexer

integráltságú áramköri egységeit (pl. vevőegység) ugyanis közös, rekeszekkel ellátott dobozba kell bontani. Az egység részáramkörei – melyek közt mikrohullámú sáváteresztő szűrő is van, a közös doboz egyes rekeszeiben található. A mikrohullámú technikában legáltalánosabban használt interdigitális és csőtápvonalas szűrőtípusok ebből a szempontból nem illeszthetők a nagy integráltságú kivitelhez, mivel ezek a többi egységekhez csak csatlakozókon illetve tápvonalakármakon keresztül tudnak csatlakozni. Egy integrált egységen belül csatlakozós szerelés sem az ár, sem a megbízhatóság szempontjából nem megengedhető, nem is beszélve a megnövekedett helyigényről. Ennek a problémának a kiküszöbölésére fejlesztettük ki az integrálható sáváteresztő szűrőtípusunkat, mely rekeszbe helyezhető és könnyen cserélhető. Az egyszerű gyárthatóság, lapos alak és viszonylag alacsony áteresztősávi veszteség érdekében felfüggesztett mikroszalag-vonalas elrendezést használtunk. Ez a megoldás az integrálhatóság és cserélhetőség szempontjából igen előnyös, mindazonáltal az adott elektromos követelményeket is megvalósító szűrőt eredményezett.

A megvalósított négyrezonátoros szűrő egy – zárt és cserélhető fémtokba helyezett – felfüggesztett DUROID lapon kialakított vonalakat és csatolt vonalakat tartalmazó rajzolat segítségével van elkészítve. A szűrő rajzolat a [2] cikk alapján tervezhető. A rezonanciafrekvencia illetve a csatolás hangolása a fémtokból a felfüggesztett lap felé nyúló hangolócspakkal történik. A szűrőt az egység más részáramköreihöz a fémtokból kinyúló, a be- és kimeneti mikroszalagvonalakat tartalmazó DUROID anyagú nyelveken keresztül csatlakoztatjuk. E nyelveket csavarozással lehet rögzíteni, és rajtuk levő szalagvezetőket más részáramkörökön levő csatlakozó szalagvezetőkhöz a szokásos módon, forrasztással vagy ragasztással kell



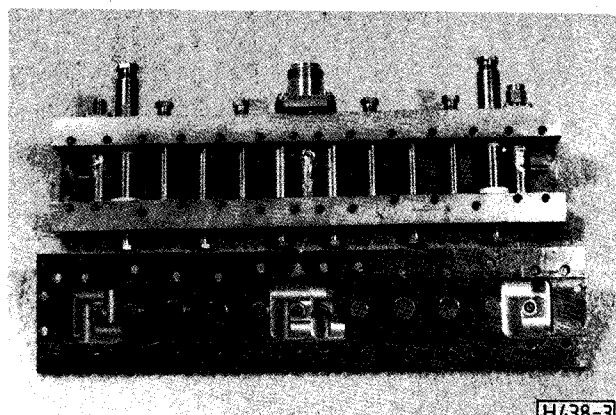
2. ábra Cserélhető kivitelű sáváteresztő szűrő

átkötni. Az elkészített példány sávközépi frekvenciája $f_0 = 6000$ MHz-en volt. A négyrezonátoros szűrő beiktatási csillapítása 2,9 dB-re adódott. Az $f_0 \pm 70$ MHz-en 25 dB-es, ± 140 MHz-en 46 dB-es csillapítást értünk el. A ± 29 MHz-es áteresztőtartományban 1,3-nál jobb állóhullámarányt sikerült beállítani. A cserélhető kivitelű mikrohullámú sáváteresztő szűrő fényképe a 2. ábrán látható.

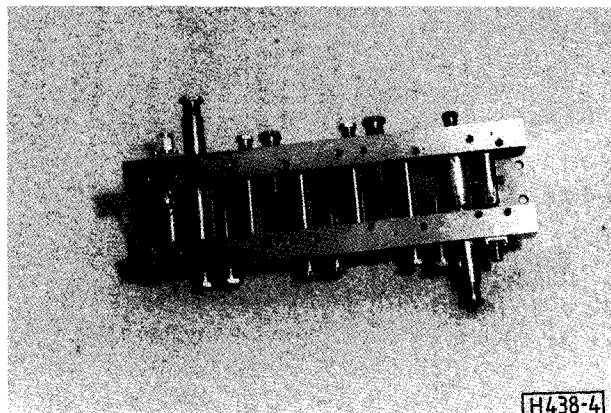
4. Csillapítás pólusokkal rendelkező interdigitális mikrohullámú szűrő

Végül az ORION gyár 34 Mbit/s-os és 2 GHz-es sávú mikrohullámú berendezése számára kidolgozott diplexerünket és csatornaszűrőnket ismertetjük. Mind a diplexer, mind a csatornaszűrő interdigitális kivitelben kerültek megvalósításra. Az elektromos követelmények igen szigorúak voltak. A kényes áteresztő és zárótartományi specifikációk mellett minimális futásidő ingadozásra is kellett törekedni. A szigorú zárósávi követelményeket és az áteresztősávi futásidő ingadozás csökkentését csak járulékos csillapításpólusok beiktatásával sikerült teljesíteni. A csillapításpólussal rendelkező interdigitális mikrohullámú szűrő kidolgozását a koncentrált paraméterű elemekből álló helyettesítő kapcsolás alapján végeztük el. Ezen helyettesítő kapcsolás elemértékeit számítógépes analízis módszerből kidolgozott iteratív szintézis eljárás felhasználásával határoztuk meg.

A megvalósított diplexer az 1,7–2,1 GHz-es tartományban működik, öt-öt rezonátoros szűrőkből lett felépítve, melyeknél a közös kaputól legtávolabb fekvő rezonátorba pólusképző elem is beépítésre került. Ennek konstrukciós kialakítása igen egyszerű és könnyen hangolható megoldásra vezetett, melynek használata nem növeli az interdigitális szűrő helyigényét. Az elkészített diplexer áteresztősávjai 180 MHz szélességűek és az áteresztősávok között 35–40 MHz széles elválasztósáv található. A diplexer be-



3. ábra 2 GHz-es diplexer



4. ábra 2 GHz-es csatornaszűrő

mérésénél az áteresztősávi állóhullámarányra max. 1,3, veszteségre 0,4 dB adódott. A zárósávi csillapításra min. 28 dB-t értünk el.

A megvalósított csatornaszűrő szintén az 1,7–2,1 GHz-es tartományban működik. Hatrezonátoros, interdigitális kivitelben készült el. Ez a változat a be- és kimenetek melletti üregrezonátorokhoz csatlakozó pólusképző elemeket is tartalmaz, amely az áteresztősáv alatt és felett egy-egy csillapítás pólust hoznak létre. A csatornaszűrő áteresztősávjának szélességét 40 MHz-re terveztük és a megvalósított csatornaszűrő beméréséből az áteresztősávi állóhullámarányra max. 1,2-es, a veszteségre 1,2 dB-es értékek adódtak, míg az áteresztősáv középső frekvenciájától $\pm 25,5$ MHz-re 18 dB, ± 70 MHz-re 72 dB, és ± 140 MHz-re 90 dB zárósávi csillapításokat kaptunk. A csillapítás pólusokkal rendelkező interdigitális kivitelű diplexert és csatornaszűrőt a 3. és 4. ábrákon levő fényképek mutatják.

IRODALOM

- [1] G. Matthaei, L. Young, E. M. T. Jones: *Microwave Filters Impedance-Matching Networks and Coupling Structures* Artech House, Inc. 1980.
- [2] G. Reiter, G. Hammer: *Stripline Filters with Coupled Line Sections*. 1973. European Microwave Conference Proceedings, Vol. 2. Sept. 4–7. 1973. Brüssels, Belgium.