

Csatornaváltás mikrohullámú rádióberendezésben

DR. BERCELI TIBOR—GELEJI VILMOS—TÓTH TAMÁS
Távközlési Kutató Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A csatornaváltás igénye egyre több esetben vetődik fel a mikrohullámú összeköttetéseknel. Az ismertetésre kerülő elrendezéssel viszonylag egyszerűen és jó minőséggel megoldható a teljes sávban bármely csatorna kiválasztása.

Bevezetés

A csatornaváltás igénye egyre több esetben vetődik fel a mikrohullámú összeköttetéseknel. Ennek az igénynek a kielégítése azonban sok műszaki probléma megoldását kívánja meg.

A csatorna kiválasztásának módszerei

A csatornák kiválasztása érdekében mind az adóban, mind a vevőben megfelelő szűrést és hangolható frekvenciaszintetizátort kell használni. Az adó oldalon a szintetizátor egyúttal a modulátor feladatát is ellátja. Az adó felépítése ily módon viszonylag egyszerű. A vevő kialakítása viszont bonyolultabb és ezért részletesebb vizsgálatot igényel.

Elsősorban a szűrést kell a vevőben a csatornaváltás szempontjából megvizsgálni. A kínálkozó lehetőségek:

- hangolható YIG szűrő,
- kapcsolható fix szűrők sorozata,
- középfrekvenciás szűrés.

A hangolható YIG szűrő előnye, hogy széles sávban használható és kis méretű, azonban csillapítása jelentős, telítési szintje alacsony, előállítása drága, továbbá a frekvenciastabilitás érdekében a YIG gömböt állandó hőmérsékleten kell tartani, ami szabályozott fűtést igényel. A YIG szűrők alkalmazását nehezíti a hangolási hiszterézisük is.

A kapcsolható fix szűrők telítési problémával nem bírnak, széles sávban használhatók, de nagy méretűek, sok kell belőlük és ezért drágák, valamint a szükséges kapcsolókkal együtt csillapításuk jelentős.

A legkedvezőbb megoldást a középfrekvenciás szűrés adja. Középfrekvenciás szűrés esetén széles sávú mikrohullámú szűrőre és kétszeres keverésre van szükség. A teljes szelektivitás és tükrjel elnyomás így két szűrő eredőjeként adódik.

A vevő felépítése

A vevő felépítésére alapvetően kétféle megoldás kínálkozik. Végezhetjük a csatorna kiválasztását

DR. BERCELI TIBOR

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet. Ezután a Távközlési Kutató Intézetben előbb aspiránsként, majd kutatóként dolgozott. Jelenleg ugyanott tudományos tanácsadó A Budapesti Műszaki Egyemen féléllású adjunktus

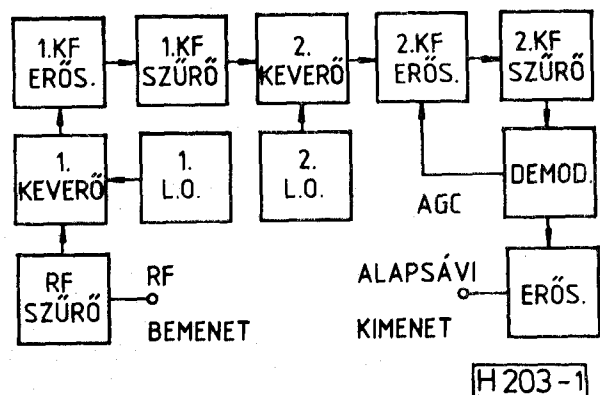
volt, jelenleg címzetes egyetemi tanár. Kutatásait elsősorban a mikrohullámú technika területén végzi. E területen előbb kandidátusi, majd akadémiai doktori tudományos fokozatot szerzett. Munkájának eredményeiről 52 idegen nyelvű és 43 magyar nyelvű cikket írt. Tevékenységét *Allami Díjjal* ismerték el.

az első középfrekvencián vagy a mikrohullámú sávban. Az első esetben középfrekvenciás, a második esetben mikrohullámú szintetizátorra van szükség. Mindkét esetben a vevő tömbvázlata az 1. ábra szerinti, csak a szintetizátor vagy a 2. lokáloszcillátor, vagy az 1. lokáloszcillátor helyén van.

Az első megoldás esetében a mikrohullámú vételi jelet az első keverő rögzített frekvenciájú lokáloszcillátor jelével keverve az első középfrekvenciára teszi át. Az első középfrekvencia sáv szélessége ekkor a mikrohullámú sáv szélességével egyezik meg. A csatorna kiválasztására a második keverő szolgál, melynek lokáljelét hangolható frekvenciaszintetizátor biztosítja. A jel demodulálása a 2. középfrekvencián történik.

Ennek az elrendezésnek az a hátránya, hogy a 2. középfrekvenciának legalább akkorának kell lennie, mint a mikrohullámú sáv szélessége, ami viszont általában eléggé jelentős érték. Ha a 2. középfrekvencia nagy, akkor a szűrés nehezebbé, az áramkör pedig drágábbá válik.

Ezenkívül ebben az esetben az 1. középfrekvencián nincs az egyes csatornáknak szelektivitásuk, ami az interferencia zavarok szempontjából okoz



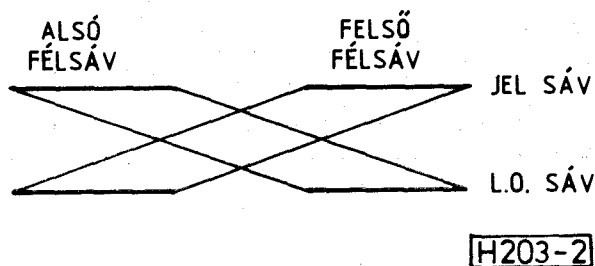
1. ábra. A vevő felépítése

Beérkezett: 1986. V. 8. (□)



GELEJI VILMOS

1973-ban szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. A Távközlési Kutató Intézet tudományos munkatársa. 1977-ben elvégezte a BME Rádió-Híradástechnikai Szakmérnöki szakát és kiegészítő oklevelet szerzett. 1977-től 1980-ig ösztöndíjas aspiráns volt. Kutatási területe: UHF és SHF keverők és rész-áramköreik analízise, tervezése.



2. ábra. Jel és helyi oszcillátor sávok

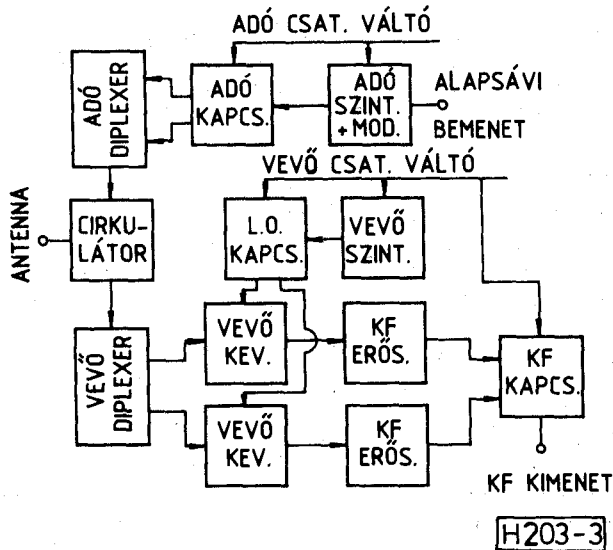
problémát. További hátrány, hogy a szintetizátor relatív áthangolási sávja nagy lesz. Előny viszont, hogy a szintetizátort viszonylag kis frekvencián kell megvalósítani.

A másik megoldás esetén a lényeges különbség az elsőhöz viszonyítva abban van, hogy itt a mikrohullámú lokáloszcillátor helyett mikrohullámú hangolható frekvencia-szintetizátort használunk. A 2. keverőhöz viszont szintetizátor helyett oszcillátort alkalmazunk. Ez az elrendezés több vonatkozásban előnyösebb, mint az előző. Mivel már a mikrohullámú sávban kiválasztjuk a vételi csatornát, az első középfrekvencia sáv szélessége sokkal kisebb lehet. Ez esetben ugyanis a mikrohullámú sáv helyett csak a jelátviteli csatorna sáv szélessége határozza meg a középfrekvenciás sáv szélességet. Ily módon mind az első, mind a második középfrekvencia lényegesen kisebb lesz, így a középfrekvenciás szűrés könnyebben megvalósítható és az áramkörök is olcsóbbak. Viszont a szintetizátor bonyolultabb, mint az első elrendezésben. A fenti szempontokat mérlegelve a második elrendezés mutatkozik kedvezőbbnek, ezért ezt választottuk.

Teljes sávú üzem

Az összeköttetés rugalmasságát nagy mértékben fokozza, ha a rendelkezésre álló sáv bármely csatorna-frekvenciája adásra vagy vételre egyaránt használható. Ennek érdekében a sávot két részre osztjuk: az alsó és a felső félsávra, melyek között elválasztó sávot hagyunk. Az egyik félsáv bármely frekvenciáján lehet adás és a másik félsáv bármely frekvenciáján lehet vétel. Továbbá a két félsáv felcserélhető, más szóval lehet adás a felső félsávban és vétel az alsó félsávban, vagy fordított esetben lehet adás az alsó félsávban és vétel a felső félsávban. Ez az üzemmód a félsávok váltását igényli.

A teljes sávú vétel szempontja alapján választottuk meg a frekvencia-sávokat, amint ez a 2. ábrán látható. E szerint az első lokál oszcillátor, azaz a vevő szintetizátor sávjai a vételi sávokkal megegyeznek. A két félsáv közötti elválasztó sáv szélességét a diplexer, a szintetizátor és a teljes elfoglalt sáv szempontjából kell optimalizálni. Ha az elválasztó sáv nagyobb, a diplexer egyszerűbb módon realizálható, mivel kisebb csillapítás-merevedésre van szükség az áteresztő és a záró sáv

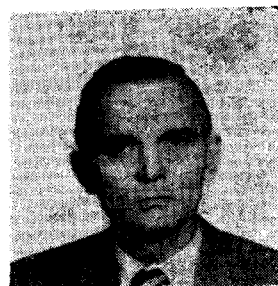


3. ábra. A sáv váltás megoldása

között, ugyanakkor viszont a szintetizátor áthangolási sávja és az összeköttetés által elfoglalt sáv nagyobb lesz.

Sáv váltás

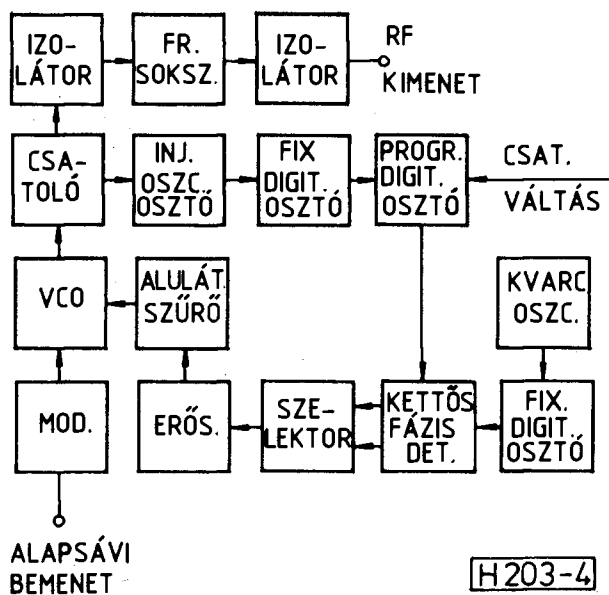
A félsávok felcserélhetősége érdekében sáv váltást kell megvalósítani mind az adóban, mind a vevőben. A kialakított sáv váltó rendszert a 3. ábra



TÓTH TAMÁS

1961-ben végzett a BME Villamosmérnöki Kara híradástechnika szakán. 1968-ban mikrohullámú szakmérnöki oklevelet szerzett. 1961 óta a Távközlési

Kutató Intézetben dolgozik. Kezdetben mikrohullámú aktív és passzív áramkörök kutatás-fejlesztését végezte. 1978-tól a Mikrohullámú Erősítő és Jelforrások osztály vezetőjeként mikrohullámú aktív áramkörök, frekvenciaszintetizátoros ejelforrások és integrált adó-vevők kutatás-fejlesztését irányítja. 1963 óta végez oktatómunkát a BME-n. Számos cikk és konferencia-előadás szerzője. 1980-ban a Mikrohullámú Rendszerek és Berendezések kutatása-fejlesztése terén végzett munkájáért Állami Díj kitüntetést kapott.



4. ábra. Az adó szintetizátor felépítése

mutatja. Ebben két diplexert alkalmazunk, egyet az adóban és egyet a vevőben. Mindegyik egy-egy fix hangolású széles sávú szűrőt tartalmaz, melyek az alsó illetve a felső félsávot engedik át.

A cirkulátor adó-vevő váltóként működik: a diplexerek közös kapuját az antennával köti össze. Az adó mikrohullámú kapcsolója az adó szintetizátorának jelét a kiválasztott csatornának megfelelően a diplexer egyik bemenő kapujára vezeti. Az adó szintetizátor egyébként frekvencia-modulátorként is működik.

A vevőben két átviteli ágat alakítottunk ki, melyek egy-egy keverőt és középfrekvenciás előerősítőt tartalmaznak és a vevő diplexer két kimeneti kapujához csatlakoznak. Az átviteli ágak egyikének a kiválasztására a középfrekvenciás és a lokálfrekvenciás kapcsoló szolgál.

A vevő sávvaltó működésének lényege, hogy az üzemen kívüli félsávban az átvitelt gyakorlatilag megszüntetjük a lokálfrekvenciás és középfrekvenciás jel kapcsolójának egyidejű átváltásával, valamint a középfrekvenciás előerősítő tápfeszültségének a lekapcsolásával.

A vevő sávvaltó egységével szemben támasztott elsőrendű követelmény, hogy a két félsáv elválasztása nagy legyen. Az elválasztási csillapításnak akkorának kell lennie, hogy a saját állomáson levő adónak a másik félsávban levő jele a zajszint alá kerüljön. Az elválasztási csillapítást a diplexer záró sávi csillapítása, a középfrekvenciás és lokálági kapcsolók záró irányú csillapítása, valamint az

üzemen kívülhelyezett keverő és középfrekvenciás erősítő átvitele határozza meg. A két jelátviteli ágat egymástól jól el kell árnyékolni, hogy szórás útján se zavarják egymást.

Az átviteli út minőségének a csatornaváltás során nem szabad számottevően változnia. Ügyelni kell tehát arra, hogy az átviteli jellemzők változása kicsi legyen, ami szélessávú áramköröket és közel állandó modulációs meredekségű szintetizátort kíván meg.

A sávvaltást és a csatornaváltást egyszerre kell végrehajtani az adott szakasz adójában és vevőjében. Ehhez olyan szolgálati összeköttetésre van szükség, mely az egyidejű átkapcsolást biztosítja.

Hangolható frekvencia-szintetizátor

Az adó szintetizátor felépítését a 4. ábra adja meg. A feszültségvezérelt oszcillátor 2 GHz táján működik, melyhez frekvenciasokszorozó csatlakozik, s így kapjuk a kimenő jelet. Ugyanakkor a feszültségvezérelt oszcillátor jelének egy részét injektált oszcillátoros frekvenciaosztóra visszük. A további frekvenciaosztást fix és programozható digitális osztók végzik. A leosztott jelet kvarckristály jelével kettős fázis detektorban hasonlítjuk össze, a hibajellel pedig a 2 GHz-es oszcillátor frekvenciáját szabályozzuk. Ily módon a szintetizátor frekvenciáját a kvarckristály frekvenciája és a frekvenciaosztás száma határozza meg.

A kettős fázis detektor alkalmazása lehetővé teszi a behúzási tartomány növelését a frekvencia stabilitásának romlása nélkül. A szelektor a hibajelel automatikusan választja ki.

Az adó szintetizátor egyúttal modulátorként is szolgál. A moduláló jelet a feszültségvezérelt oszcillátorra vezetjük. A vevő szintetizátor azonos felépítésű, mint az adó szintetizátor; az egyetlen különbség, hogy ebben modulációt nem alkalmazunk.

Fontos követelmény a szintetizátor jelének tisztasága. A frekvencia-zaj effektív lökete 3 MHz sáv szélesség esetén kisebb, mint 1 kHz. A hamis jelek szintje pedig -70 dBc alatt van a vivő körüli ± 10 MHz-es sávban.

Következtetések

Összefoglalva megállapítható, hogy az ismertetett elrendezéssel viszonylag egyszerűen és jó minőséggel megoldható a teljes sávban bármely csatorna kiválasztása. Ez a felépítés jól alkalmazható olyan hírközlő hálózatokban, melyek rugalmas csatornaváltást igényelnek.