

Különleges modulációs eljárások az AM-műsorszórásban

STANDEISKY ISTVÁN

Széchenyi István Egyetem, standi@sze.hu

BALLA ÉVA

Antenna Hungária Zrt., ballae@ahrt.hu

A cikk a HTE megalakulásának 60. évfordulója tiszteletére készült.

Kulcsszavak: AM-sztereó, AM-PM, AM-ISB, járulékos adatátvitel, CSSB, DRM

Az AM-műsorszórásban használt egyszerű modulációs mód nem tökéletes a teljesítményhatékonyság szempontjából. Egyéb célú kihasználására több kísérlet is zajlott, a nemzetközi kutatások hírének hatására hazánkban is. Cikkünk e fejlesztésekről ad áttekintést, amelyek a '90-es években a Széchenyi István Főiskola és az Antenna Hungária Rt. közötti együttműködés keretében zajlottak.

1. Bevezetés

A legrégebbi, műsorszóráshoz használt modulációs mód a kétoldalsávú amplitúdómoduláció, az AM-DSB. Ez a moduláció egyszerűen megvalósítható és demodulálható, széles körben elterjedt, de teljesítményhatékonyság szempontjából nem a legelőnyösebb. A műsorszórási célokra költségesen kiépített adóberendezés- és antenna-infrastruktúra minél hatékonyabb felhasználására ezért már gyakorlatilag az AM-műsorszórás kezdetén felmerült az igény. A jobb kihasználásra két alapvető lehetőség adódik. Az egyik a hangminőség javítása, a másik a hangműsor mellett egyéb célú információk átvitele, a hangműsor átvitelének zavarása nélkül.

2. Hazai fejlesztések

A 90-es években szoros együttműködés alakult ki az Antenna Hungária Rt. és a győri Széchenyi István Főiskola Távközlési és Automatizálási Intézete között. Ennek eredménye lett többek között a lakihegyi Petőfi-adón – a középhullámú sávban – megvalósított, a monó adásmóddal és a járulékos fázismodulációs adatátvitellel kompatibilis, kétcsatornás AM-sztereó kísérleti adás, valamint a CSSB-adásmód laboratóriumi és műsorszórási adón végzett vizsgálata. Az AM-műsorszórás hatékonyságának fokozására, illetve a rendszerben meglévő tartalékok kihasználására irányuló törekvés egy másik közös projektje – még az AM-sztereó kísérletek megindulása előtt – a vivő keskenysávú fázismodulációjával létrehozott kissebességű (50 baudos) járulékos adatátvitel volt. Az itt elért eredmények adták az ösztönzést a rendszert mintegy továbbfejlesztve, a sztereofonikus sugárzás megvalósíthatóságának vizsgálatához.

2.1. Járulékos adatátvitel

A járulékos adatátvitelnél a vivőt az 50 baudos sebességű adatjel fázisban modulálta mintegy 22,5-45 fokos

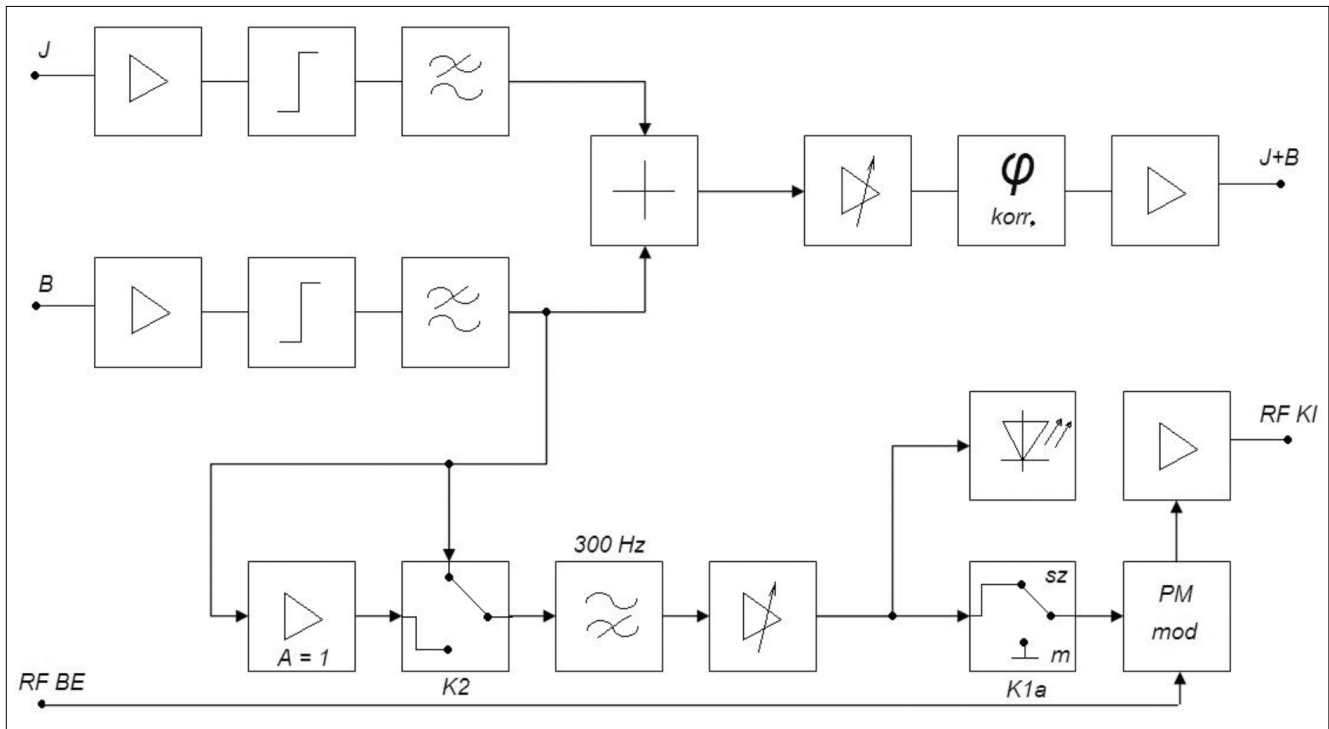
fázislökettel. Így az eddig kihasználatlan 0...100 Hz sáv szélességű, a vivőre szimmetrikus csatornát is hasznosítani lehetett. Az eljárás mindaddig teljesen kompatibilis a burkolódemodulációra épülő AM-DSB hangműsorszórási rendszerrel, ameddig az adatsebesség és a fázislököt az említett értékeket nem lépi túl. Az aránylag kis löket ellenére interferenciamentes napszakokban nagyon stabil adatátvitel valósítható meg, ami sajnos az esti óráktól kezdve a sok térfűrészes zavarjel miatt már nem áll fenn. Ilyenkor a lefedettségi terület jelentősen beszűkül – hasonlóan a műsorral ellátott területek beszűküléséhez.

Az adatjelek vételéhez szükséges speciális vevők kifejlesztésével és legyártásával lehetővé vált a rendszer üzemi körülmények közötti tesztelése. A készülékek egyik típusa kapcsolójelek vételére és fogyasztók vezérlésére volt alkalmas, egy másik típusal szóveges üzenetet lehetett megjeleníteni. Az üzemszerű vizsgálat rávilágított arra, hogy az átvitel megbízhatóságában a vevőkonstrukció alapvető szerepet játszik; egyértelművé vált, hogy az analóg megoldásokat digitálisakkal kell felváltani.

A villamos berendezések, fogyasztók rádiófrekvenciás vezérlésének ötlete Nyugat-Európában is felmerült; Németországban 1997 óta működik üzemszerűen elektronikus körvezérlőrendszer.

Igaz, nem meglévő középhullámon kisugárzott műsor mellett történő járulékos információátvitellel, hanem a hosszuhullámú műsorszórási sáv alatti frekvenciasávban (120-140 kHz) kizárólag e vezérlőjelek sugárzására használt spektrumban, FSK-moduláció alkalmazásával valósítják meg a vezérlőjelek eljuttatását a fogyasztókhoz. Az FSK-moduláció ellenálló a zavarokkal szemben, a hosszuhullámú sáv újrafelfedezésével pedig ki lehet küszöbölni az említett ellátott terület beszűkülést az éjszakai órákban.

A német hosszuhullámú körvezérlőrendszer terjeszkedni kezdett első körben Közép-Európa felé, amely terület besugárzása 2006 októbere óta a Lakihegyi rádió-



1. ábra AM-sztereó rendszer blokkvázlata

állomásról történik, a 314 m magas szivarantennával. Az antenna eredetileg középhullámú sugárzásra lett tervezve, emiatt sok előkészület előzte meg az üzemi indulást. Az antenna hosszuhullámú sugárzásra való alkalmasságára első alkalommal szintén a Széchenyi István Egyetem készített tanulmányt.

2.2. AM-sztereó sugárzás

Az adatátviteli kísérletek berendezéseinek nem túl jelentős továbbfejlesztésével lehetővé vált az AM-műsor-szóró adókkal megvalósított sztereó jelátvitel tanulmányozása és vizsgálata. A témakörben fellelhető publikációk szerint az alábbi eljárások kerültek kipróbálásra, illetve valósultak meg:

- **AM-PM eljárás:** Ennél kétoldalsávú amplitúdó-modulációval viszik át a J+B jelet és kislökötű fázismodulációval a J-B jelet.
- **AM-FM eljárás:** Hasonló az előzőhöz, azonban a sztereoinformációt (J-B) a vivő keskenysávú FM modulációjával továbbítják.

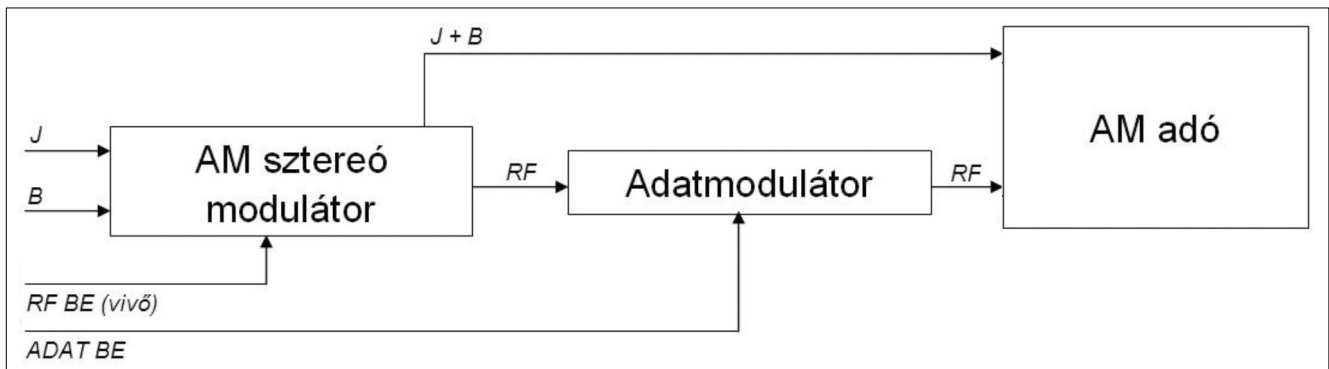
- **AM-QM módszer:** Ez esetben a sztereó információ a vivő kvadratúra-modulációjával kerül átvitelre.

- **AM-ISB eljárás:** Jellemzője, hogy a vivő két oldalsávjának egyike a bal, a másik pedig a jobb csatorna jelet tartalmazza (ISB: Independent Side Band – független oldalsávú eljárás).

Az AM-sztereó az USA-ban terjedt el szélesebb körben. A mi vizsgálataink elsősorban arra irányultak, hogy megvalósítható-e kompatibilisan a sztereó- és az adatjel egyidejű átvitele. A végleges rendszer többéves fejlesztés eredményeként alakult ki, amelynél szintén fázismodulációval kerül továbbításra a sztereó vételhez szükséges jel.

Kezdetben ez az alulról sávhatárolt bal csatorna jele volt. A sávhatárolást az adat-, illetve a hangcsatorna jobb spektrális szétválasztása tette szükségessé, ami azonban bonyolította a rendszert és korlátozta a sztereó hanghatás kialakulását is. Ezért a végleges megoldásnál az adatcsatorna sáv szélességét korlátoztuk az adatsebesség és a löket csökkentése révén, és a B jel he-

2. ábra AM-sztereó rendszer járulékos adatátvitellel



lyett áttértünk a B-J átvitelére. Így a rendszer jelentősen leegyszerűsödött, valamint tökéletesen kompatibilis lett a hagyományos monó átvittel és a járulékos adatátvitellel is.

2.3. A CSSB-átvitel

Az együttműködés egy másik területe a CSSB-átvitel (kompatibilis SSB) vizsgálata volt. Az AM-DSB modulációnál mindkét oldalsáv ugyanazt az információt tartalmazza, sáv szélessége az egyoldalsáv rendszer sáv szélességének kétszerese, tehát az egyoldalsáv rendszer kétszer annyi csatorna átvitelét tenné lehetővé. További előnye a jobb vételi minőség szelektív fading esetén, a jelentős teljesítménynyereség és megtakarítás az adóbevezetések energiaköltségében.

A HFBC-87 nemzetközi értekezlet határozatot is hozott az SSB-rendszerek vizsgálatára és a bevezetés szorgalmazására. A WARC világértekezlet pedig célkitűzésként jelölte meg, hogy 2015-ig be kellene vezetni az SSB-technikát a rövidhullámú műsorszórásban. Az együttműködés keretében vizsgált CSSB-eljárásnál a vivő továbbra is kisugárzásra került azért, hogy a vétel burkolódemulációval vehető legyen, biztosítva ezáltal a DSB-rendszerrel való kompatibilitást.

A CSSB azonban nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, a sáv szélességet nem lehetett a DSB-jel sáv szélességének felére csökkenteni, ezért a további fejlesztés lekerült a napirendről. A digitális rendszerek előtérbe kerülésével az érdeklődés is csökkent az SSB-rendszerek iránt, valószínűsíthető, hogy a 21. század rádióműsorszórása digitális lesz.

3. Az együttműködés folytatása: a DRM-rendszer

A digitális rádióműsorszórás a 30 MHz alatti frekvenciákon (hosszú-, közép- és rövidhullámon) már realitás mindennapjaink műsorszórásában, miután 2003-ban több európai országban is megkezdődött a rendszeres sugárzás ezzel az eljárással.

Új irányzat a rövidhullámú műsorszórásban, hogy nem kontinensek közötti nagy területek sugárzását kell biztosítani, hanem kontinensek területén belül egy bizonyos területet kell pontosan behatárolva besugározni, így gazdaságosabbá válik a rendszer, különösen a DRM alkalmazásával. A digitális technikának köszönhetően a jelenlegi analóg rendszerrel szemben nagy mértékben javul a hangminőség, kisebb kisugárzott teljesítmény mellett. Lehetőség nyílik az adott sáv kiosztás és sáv szélesség megtartásával sztereó programok sugárzására, adatátviteli szolgáltatásokkal kiegészítve.

Az együttműködés a most már Széchenyi István Egyetem Távközlési Tanszéke és az Antenna Hungária Zrt. között ezen a területen is folytatódik a vételi megfigyelések tapasztalatainak megosztásában és a világszerte folyó fejlesztések eredményeinek figyelemmel kísérésében.

A szerzőkről

STANDEISKY ISTVÁN a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán szerzett villamosmérnöki és műszaki tanári diplomát. 1970 óta a győri Széchenyi István Egyetem oktatója. Kutatási területe a digitális TV- és rádióműsorszórás. Ebben a témában egyetemi jegyzet, számos cikk szerzője, illetve társszerzője. A DRM-ről több előadást tartott, többek között a HTE-ben is.

BALLA ÉVA rádióhírközlés szakirányon végzett a győri Széchenyi István Főiskola villamosmérnöki szakán. 1999 óta az Antenna Hungária Zrt. Fejlesztési osztályán dolgozik. A hosszú-, közép- és rövidhullámú (analóg) rádiózás mellett a hazai digitális rádiózás bevezetésének kérdéseivel, illetve a budapesti kísérleti DAB-rendszerrel foglalkozik. Tagja az EBU B/LMS munkacsoportjának (digitális műsorszórás hosszú- közép- és rövidhullámú sávokban) és a HTE Digitális Rádió Körének. Egyesületi tevékenységéért 2007-ben HTE Ezüst Jelvény kitüntetését kapott.