

SDR-vevő, az újgenerációs készülék

Fordította: Mednyánszky László villamosmérnök, HA7VC

Az SDR-technológia, a számítógépre alapozott rádió adás-vétel technikája, napjaink amatőr rádiózásának dinamikus fejlődő területe. Oleg Schumann (UT5UML), Szergej Skrjada és Ivan Skripnik (UT5UUR) az ukrán »Ragyiohobby« című folyóirat 2010/3. és 4. számában jelentette meg az alábbiakban ismertetésre kerülő írását. Cikkükben egy konkrét vevőkészülék „űrügyn” szélesebb kitekintést adnak az SDR-ezés hardver és szoftver lehetőségeiről.

Az SDR-elve

A közvetlen keverésű vagy egyes szakirodalmakban közvetlen I/Q keverésűnek mondott vevőrésszel megvalósított adó-vevő készülékek a múlt század '80-as éveinek első felében nagy népszerűsége tettek szert. A legfőbb előnyük a rendkívül egyszerű felépítésükben, alkatrészeik beszerezhetőségében, és az akkori kornak megfelelő, viszonylag jó villamos paramétereikben rejlett. Rádióamatőrök nemzedékei, többek között e sorok szerzője is V. T. Poljakov (RA3AAO) bestsellerré vált közvetlen keverésű adó-vevőjével tette meg első lépéseit, és nagy sikerrel forgatták Poljakov több kiadást is megért „Közvetlen keverésű adó-vevők” c. könyvét.

Azóta sok minden változott. A rövidhullámú rádióamatőrök többsége számára elérhetővé vált jó minőségű gyári adó-vevő készülékek beszerzése. Munkasztalukon előkelő helyet foglal el a számítógép, amely az utóbbi időben hatalmas fejlődésen ment át. (Kezdetben egy ormótlan doboz tetején éktelenkedő homályoszöld monitort bámultunk, ma pedig gyönyörködhetünk a korszerű desktopunk vagy notebookunk nagy felbontású színes képeiben.)

A modern PC processzora már több gigahertzen működik, memóriakapacitása is néhány gigabájt. A merevlemezek terabájtnyi információt hordoz(hat)nak, a hangkártyák multimédiás audiovezérlővel vannak ellátva, a grafikus kártya is igen nagy teljesítményű. Mára már ezek a jellemzők

természetessé váltak. Jogosan merül fel a logikus kérdés: Lehet-e ezt a hatalmas számítástechnikai erőforrást a rádiójelek feldolgozására hasznosítani?

A kérdés megválaszolására született meg az első generációs rádióamatőr célú felhasználói programok, olyanok, mint pl. a MixW, a DigiPan, az MTTY és a többi. Ezek működési elve a következő: a hangfrekvenciás jel a vevő kimenetéről illesztőegységen, modemen keresztül a számítógép hangkártyájának vonalbemenetére kerül. A hangkártya kimenőjele pedig az adó mikrofonbemenetére. A hangkártya analóg-digitális átalakítója digitalizálja, majd az alkalmazott szoftver az algoritmusának megfelelően feldolgozza és felhasználható formátumúra alakítja, hallhatóvá teszi a vett analóg hangfrekvenciás jelet. Adáskor mindez fordított sorrendben megy végbe. Így biztosíthatóak a digitális adásmódok: CW, RTTY, PSK, OLIVIA stb. Ekkor a hangkártya viszonylag keskeny, néhány kilohertzes sáv szélességet dolgoz fel. Ebben a rendszerben a számítógép és az adó-vevő készülék önálló egységet alkot.

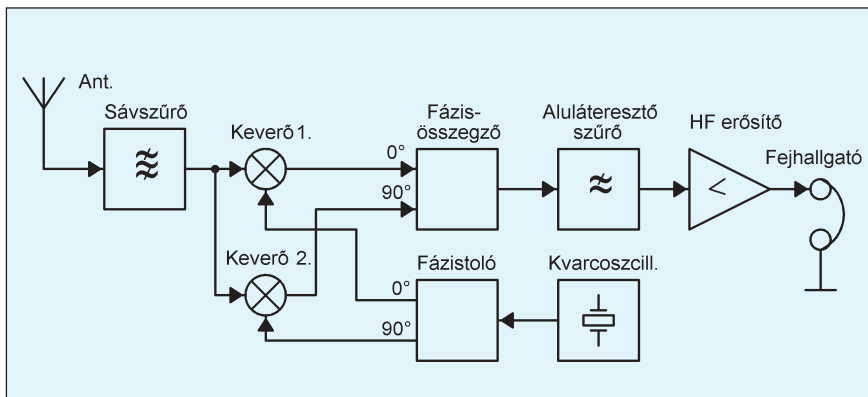
Ebből a gyakorlatból született az ötlet: szoftver segítségével megoldani néhány, korábban az adó-, vagy a vevőkészülék analóg egységei által megvalósított feladatot. A korszerű PC-k erre már alkalmasak. Az elképzelés megvalósítása közben másodszor is felfedeztük a közvetlen keverés már majdnem elfelejtett elveit.

A klasszikus közvetlen I/Q keverésű vevő funkcionális vázlatát

az **1. ábrán** tanulmányozhatjuk. (Működési elvéről részletesen volt már szó pl. az RT 2006/9. és 10. számában. – A szerk.) Most röviden csak annyit, hogy az antenáról bejövő jel a bemeneti szűrőn áthaladva két párhuzamosan működő keverő bemenetére kerül. A helyi oszcillátor a vett jelhez igen közeli frekvencián üzemel. Jele fázistolón halad keresztül. A második keverőbe az elsőhöz képest 90°-kal eltolt fázisú jelet vezetünk. A két keverő hangfrekvenciás kimenőjében a vett oldalsávok fázisa 90°-os eltéréssel jelenik meg. A jeleket alkalmas hangfrekvenciás fázisösszegzőre vezetve a nem kívánt oldalsáv kioltatható. A jelet ezután aluláteresztő szűrőre, erősítőre, majd fejhallgatóra vagy hangszóróra vezetjük.

A fenti áramkörben fontos szerepet tölt be, a vételi paramétereket jelentősen befolyásolja a hangfrekvenciás fázistoló. Ezt az áramkört diszkrét elemekkel nem könnyű jó minőségben elkészíteni. Biztosítani kell a fázistolás értékének stabilitását, állandó amplitúdót a teljes sáv szélességben. Ezek nem egyszerű feladatok. A fázistoló minősége egyenes arányban befolyásolja a vétel minőségét, a tükörfrekvenciás jel elnyomását. Az egyszerű másodfokú fázistoló áramkörök nem több, mint 20 dB tükörfrekvenciás elnyomást biztosítanak. Viszonylag bonyolult, műveleti erősítőket, kis veszteségű kondenzátorokat, precíziós ellenállásokat tartalmazó áramkörrel lehet csak ezt az értéket 40 ... 50 dB-re növelni.

Felmerül a kérdés; lehetséges-e ezt a feladatot szoftveresen meg-



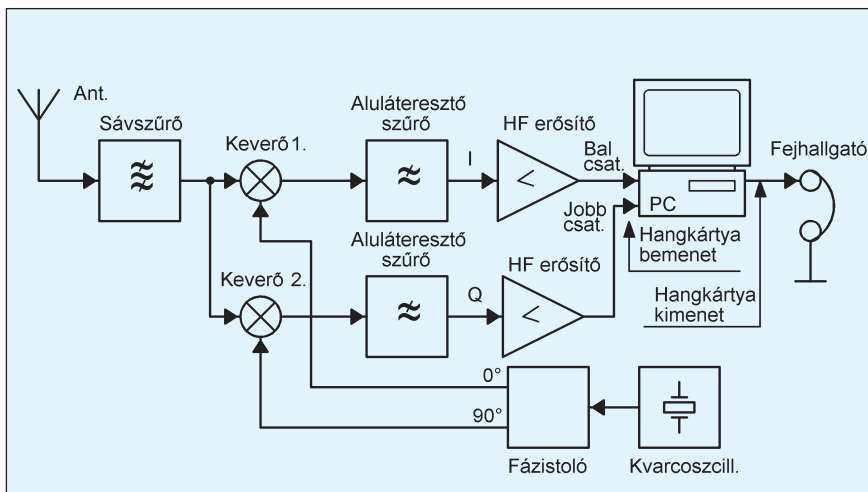
1. ábra

oldani? A kérdés kapcsán jutotunk el az egyik lehetséges megoldáshoz, az SDR (Software Defined Radio, szoftverrel megvalósított rádió, vagy egyszerűen csak szoftverrádió) vevőkészülékhez. A fentiekben a szoftver felelős a jelek erősítéséért, szűréséért valamint demodulálásáért is. Az elképzelés megvalósítása igen gyümölcsözőnek bizonyult.

Az SDR-vevő tömbvázlatát a 2. ábrán tanulmányozhatjuk. Az antennáról érkező rádiófrekvenciás jel sávszűrőn keresztül két keverőre jut. A keverőfokozatok másik bemenetére a lokáloszcillátorból fázistoló áramkörtön keresztül érkezik a keverőjel. A fázistolóból kijövő, azonos feszültségű és frekvenciájú rádiófrekvenciás jelek fázisában 90°-os különbség van. A fázistolás és a szorzókeverés eredményeként a két keverő kimenetén I/Q jel jelenik meg. (I: in phase, azonos

fázisú, Q: quadrature, kvadrátúra.) Ezeket külön-külön aluláteresztő szűrőn vezetjük át, erősítjük, majd a PC hangkártyájának vonalbemenetére (Line-in) juttatjuk. A sztereobemenet bal csatornájára a felerősített I-jelet, a jobb csatornájára a Q-jelet kapcsoljuk. (A két jel a hangkártyán belül összegződik is és erősítésre is kerül, ezt a továbbiakban azonban nem használjuk fel.) A hangkártya minőségét alapvetően meghatározza a kártyán integrált analóg-digitális átalakító (AD) minősége.

A hangkártya jellemzői közül a szoftverrádió szempontjából számunkra az egyik legfontosabb a felbontás, a másik pedig a maximális mintavételi frekvencia értéke. A mai kártyák többsége 16, illetve 24 bites, maximális mintavételi frekvenciájuk 48, 96 vagy 192 kHz. Természetesen a jobb jellemzők a minőségi, drága hangkár-



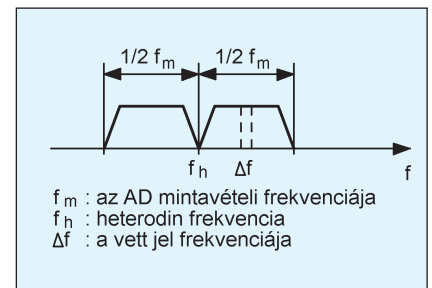
2. ábra

tyákra vonatkoznak. Az AD digitális jelle alakítja a hangkártya bemenetére kerülő hangfrekvenciás jelet. A Kotyelnikov-elvnek – mi inkább Shannon-elvként ismerjük – megfelelően a digitalizált frekvenciaspektrum szélessége egyenlő az AD maximális mintavételi frekvenciájának a felével. Az átalakítás során kapott ún. kvadrátúra jel alsó és felső oldalsávja könnyen szétválasztható. A jel valós idejű számítógépes, matematikai feldolgozásához a teljes rádiófrekvenciás vételi sávzélesség töredékét biztosítjuk, amely egyenlő az AD maximális mintavételi frekvenciájával, a középfrekvencia pedig egyenlő a helyi oszcillátor frekvenciájával (3. ábra).

A 192 kHz-es mintavételi frekvencia csaknem teljes egészében átfogja az 1,8 MHz-es és a 7 MHz-es rádióamatőr sávot, a 3,5 MHz-esnek pedig a nagy részét. A további feladatok végrehajtása már a szoftverre tartozik: – a hallható hang tartományába teszi a frekvenciaspektrum szükséges részét; – kialakítja a szükséges sáv- és lyukszűrőket, olyan meredek karakterisztikával, amilyenre egyetlen „vas” sem képes; – modellezi az automatikus erősítésszabályozás áramköreit; – kirajzolja a bejövő jel spektrumát; – csökkenti a zajt és elnyomja az impulzus zajokat; – és még egy sor érdekesség, amelyekről később ejtünk szót.

Az SDR-vevő

A nemzetközi rádióamatőr irodalom „SoftRock” vevőként ismeri az alábbiakban ismertetésre kerülő SDR-vevőt. Az internet használók tudják, hogy ezzel az elnevezéssel rengeteg szakirodalom és kapcsolási rajz lelhető



3. ábra