

“Új” távgépíró üzemmód, a PSK31

Halmi Béla, vill. üzemmérnök HA4YF

Az 1998. év karácsonyán megjelent a világhálón és a csomagrádió hálózaton egy program, majd nyomában a sávokban furcsa, eddig ismeretlen hangú, “burukkoló” állomások szólaltak meg. A hetvenes évek végén az AMTOR, most a PSK31 hozta lázba a digitális üzemmódok kedvelőit. A két üzemmódot G3PLX személye köti össze, ő alakította ki a PSK31 mai formáját SP9VRC kezdeti kísérletei nyomán. Jó tudni, hogy a program ingyenesen terjeszthető, és az elveit használó programozók a modult amatőr célra szabadon használhatják. A gesztus nem maradt visszhangtalan, mert három komplex programot leszámítva ma már válogatni lehet az ingyenes PSK31 programokban. A megnőtt népszerűség nem az anyagiaknak, inkább a lenyűgöző vételi képességnek tulajdonítható. Jellemzően előljáróban csak annyit, volt rá példa, hogy 100 Hz-en belül három állomás dolgozott egymás zavarása nélkül.

Ezek után lássuk, mi a PSK31! A távgépíró egy változata, amelyben a billentyűzés a jel fázisának váltásával történik. A 31 a szimbólumsebességre utal, az elemi jel frekvenciája 31,25 Hz. A számítógép hangkártyájában előállított PSK31 moduláló jelet az SSB adó mikrofonbemenetére vezetjük, a vétel a rádió hangfrekvenciás kimenetéről a hangkártya LINE vagy MIC bemenetére kerül, a vett információ a képernyőn megjelenik. A használt átviteli sebesség az operátor gépírási képességeihez illeszkedően kb. 50 WPM, amit a bonyolult kódoló-dekódoló eljárás alig észrevehetően késleltet. A rendszer kifejezetten az operátorok közötti valós idejű forgalmazás céljára készült. Szakít a pazarló sávhasználattal, mert a sávzélessége a billentyűző frekvenciával megegyezően kb. 31 Hz, a vevőbemeneten 62 Hz “széles” szűrő gondoskodik a dekódoláshoz szükséges átvitelről. A fázisbillentyűzés miatt az AFSK-hoz és a morzéhoz képest a demodulátoron a feszültség 6 dB-lel nagyobb. A PSK modulációra jellemző kattogás csak szűréssel tartható távol, de a hangkártyáról lejövő jel spektruma a jól beállított SSB adó meghajtására alkalmas. Nem így az amplitúdója, a forgalmazás körültekintő beállítást igényel. Nem elhallgatható hátrány a rövidhullámon gyakori többutas terjedés romboló hatása. Szélsőséges esetekben más üzemmódot kell választani, de ez az amatőr gyakorlattól nem idegen. Mindezek ellenére a fázisbillentyűzés nagyon elterjedt a kereskedelmi forgalomban, de az amatőr műholdas alkalmazásokban is. Alapváltozata a BPSK, ennek két állapota van, az egyik a “nincs váltás”, a másik a 180° fázisváltás. A PSK31 rendszerrel QPSK módban is lehet dolgozni, billentyűzés fázishelyzete négy állapotot vehet fel, a nincs változás, a 180°, a +90° és a -90° átmeneteket. Az ezekhez tartozó szimbólumok rendre a 00, 10, 01, és 11.

Így az adatátvitel sebessége megkétszereződik, vagy ha a sebességet rögzítjük, az adatbitek száma megduplázódik. A PSK31 esetében ez volt a választás, a redundancia a hibajavítást szolgálja. Az eddigi gyakorlat azt mutatja, a forgalomban a BPSK az uralkodó és csak akkor térnek át a QPSK-ra, ha a jel elég erős ahhoz, hogy elviselje a 6 dB csökkenést, és a zaj nem egyenletes, hanem véletlenszerű zavarimpulzusok rontják a csatorna minőségét.

Visszatérve a PSK31 előnyeire, a hagyományos Baudot távgépírónál használt kötött hosszúságú kódrendszer helyett a PSK31 saját, VARICODE elnevezésű kódtábláját használja. Ez kezdetben csak a 128 ASCII karakter átvitelét tette lehetővé, de később kibővült a 256 karakter átvitelére is. Ebben szerepelhetnek a grafikus kódok és a nemzeti karakterek is, de a programok a vezérlő kódokat szűrik, mivel a személyek közötti összeköttetésekben ezek csak zavart okoznának. A bináris átvitel sem volt cél a tervezésnél.

A VARICODE változó hosszúságú rendszer. Kialakításában az ötletet a Morse kód adta, annak start-stop megoldását G3PLX továbbfejlesztette a modern digitális feldolgozás céljaira úgy, hogy a hibajavítás és a szinkronozás ne okozzon járulékos késleltetést. A változó hosszúságú kód az átlagos karakterhosszúság szempontjából előnyös, a betűk közötti szünet pedig a karakterszinkronozásnál. Mivel a 2 bit hosszúságú szünet a karakter belsejében nem fordul elő, a start-stop rendszerű kódoknál (Baudot, ASCII) ismert hibaláncolás a PSK31-nél nem fordul elő. A PSK31 kódja valójában a Morse kód kibővítése, vagyis nem csak 1 és 3 bites kód-elemeket használ (pontokat, vonásokat), hanem tetszőleges hosszúságúakat. A betűköz lerövidíthető két bitre. Tekintsük a billentyű lenyomott állapotát 1-nek, a felengedettet 0-nak. A legrövidebb kód az 1, következő az 11, majd az 101 és 111, azután a 1011, 1101, 1111. Az 1001 kimarad, mert a 00 betűköz, ami nem lehet karakter belsejében. Így az ASCII készlet 128-ig 10 bitet vesz igénybe, 255-ig 12 bittel felírható a kódkészlet. A hozzárendeléseknél az angol betűk gyakorisága volt a szempont, a bővített ASCII folyamatosan helyezkedik el a táblában. Az emelt karakterek hosszabbak, legrövidebb a szóköz. A különböző kódolások összehasonlítása azonos időskálán az 1. ábrán látható.

A VARICODE adásánál a 31,25 Hz sebesség a DSP rendszerekben gyakran használt 8000 Hz mintavételi frekvenciából könnyen leosztható. A 2. ábrán egy szóköz karaktert tartalmazó BPSK vivő burkológörbéje látható, valamint a nullátmenet környezete kinagyítva. Figyeljük meg a karaktert megelőző és elválasztó 00 biteket! A folyamatos karakterközök adása, vagyis üresjárat esetén az adó a 31,25 Hz távolságú két vivőt sugároz, aminek felhasználói szempontból a beállításnál és a torzítás mérésénél van szerepe. A már említett billentyűzési kattogásnak

ez lehet a forrása, ezért ismerkedjünk meg az IMD fogalmával. A programok mindegyike alkalmas az intermodulációs torzítás mérésére, de ehhez az kell, hogy a mérendő állomás néhány másodpercig ne billentyűzzön, mert a méréshez a diszkrét spektrumvonalakra van szükség. A vivőfrekvencia két oldalán egymástól 31,25 Hz távolságra egyre csökkenő amplitudójú jelek kísérik az adást. A harmadrendű IMD értékét a legerősebb két jel hányadosa adja a vivőfrekvenciára szimmetrikusan és átlagolva. (3. ábra) A kattogással magasabb IMD érték jár együtt, vagyis az elfoglalt sáv szélesség nagyobb a szükségesnél. A hangkártyáról kimenetén a jel IMD-je -50 dB vagy jobb, az átlagos ssb adó IMD-je -35 dB körüli érték. Az IMD csak számszerűsíti adásunk lényeges, de nem egyetlen jellemzőjét. A nagyfrekvencia visszahatásából és a hangfrekvenciás láncra kerülő brummfeszültségről később lesz még szó.

A BPSK jel előállítása legegyszerűbben úgy történhetne, hogy az adatfolyam négyszögjel sorozatát egy aluláteresztő szűrőn keresztül a balanszmodulátorba vezetjük, ide tápláljuk be a vivőfrekvenciát is. Ha az adat folyamatos fázisváltások sorozata, ez egy 50% kitöltésű négyszögjel, ami a szűrő után jó közelítéssel szinus hullámformát ad a DSB modulátor bemenetére. A kimeneten két, egymástól a szinusz frekvenciájának távolságára elhelyezkedő jelet kapunk. A valóságos kivitelezés a hangkártyán történik, a vivőt egy NCO (számjegyevezérelt oszcillátor) állítja elő, ami a vételi keverést is ellátja.

A BPSK jel vételére a DSB technikában alkalmazott produkt detektor megfelelő, de a PSK31 más módszert használ. A vett jelet 1 bit-idő késleltetéssel összehasonlítják a közvetlen jellel egy fáziskomparátorban, amelynek kimenete pozitív lesz ha polaritásváltás volt, és negatív, ha nem volt. A dekódolt adatfolyam bonyolult matematikai eljárások során alakul karakterformába.

A QPSK-t 1997-ben építették be a PSK31 programba. Használata csak akkor jár előnnyel, ha a viszonylag erős jeleket véletlenszerűen bekövetkező zavarimpulzusok vagy elhalkulások rongálják. A fehér zajjal terhelt QPSK jelek vétele semmit nem javul, a BPSK ott jobban ír. QPSK üzemmódban lényeges az is, hogy az összeköttetésben lévő állomások rádiója ugyanarra az oldalsávra legyen állítva, mert az LSB tükrözi a moduláló jel spektrumát. A megállapodás szerinti használat a PSK31 mindkét módjában az USB, függetlenül a használt sávától. Ez azzal a kényelmi előnnyel is jár, hogy a program spektrum-monitorát üzemi frekvenciában kalibrálhatjuk, de ez csak addig érvényes, míg rádiókat a frekvencián hagyjuk. Az ilyen keskeny sávú adás vételéhez igen stabil vevőre van szükség, ezért a modern rádiók frekvenciastabilitásán túl a programba épített AFC áramkörre is szükség van, mint ahogy a zajzár is, különben a képernyő megtelne a zajból véletlenszerűen dekódolt karakterekkel.

A PSK31 vivőjének generálását, az AD/DA átalakítást, a digitális szűrőket, a dekódereket és a késleltetéseket, a zajzár megoldást, az AFC-t, a belső szinkronjel előállítását, stb. a hangkártyán lévő áramkörök végzik, a felhasználóval a kapcsolatot a PC többi áramköre tartja az operációs rendszeren és a futtatott programon keresztül. A PSK31 üzemmód fejlesztése olyan célszámítógépen történt, amelyet egy DSP köré építettek és közönséges terminálon keresztül a távgépíró gyakorlatból ismert vezérlőkhöz hasonlóan lehetett használni. Ilyen fejlesztő rendszer a DSP-gyártók jóvoltából olcsón kapható, az amatőrök digitális szűrő és egyéb hasznos alkalmazásokat írtak rá, természetesen G3PLX programváltozata is futtatható. Legújabbán QRP adóvevő kit is megjelent kristályvezérelt oszcillátorral vagy többsávú kivitelben, csak erre az üzemmódra kialakítva. A PC változat forráskódja és egy eljárás-könyvtár is megtalálható a világhálón, e cikk keretében már csak az üzemmód használatba vételének leírására és néhány gyakorlati szempont említésére van lehetőség. Az alábbi, szokásosnál részletesebb leírás indoka, hogy ebben az üzemmódban a megfelelő beállításokhoz nincs kéznél műszer, és csak a beépített kimenetmőre, az SSB gyakorlatra, és a partnerek segítségére tudunk támaszkodni.

Legelső teendő a gép zavar sugárzásának csökkentése. Ez általában együtt jár a számítógép zavarvédeltségének növekedésével, de csúcsigény esetén akár a monitor vasdobozba bújtatására is szükség lehet. Nagyon fontos, hogy az antennánk jól illesztett legyen, mert a köpenysugárzás a hangfrekvenciás kábeleken fog "lecsapódni". Legjobb azzal kezdeni, hogy minden hangfrekvenciás kábel mindkét végét ferritgyűrűn tekerjük át néhány menettel, ezután szereljük rá a csatlakozót. Általában törekedjünk arra, hogy a teljes adóteljesítményt a legnagyobb jeltisztasággal sikerüljön elérni, ne a meghajtást kelljen visszavenni az észlelt rendellenességek elkerülésére. Ha a készülék hátoldalán lévő RTTY csatlakozót használjuk, a mikrofont mindig húzzuk ki. Az adó indítását ne bízzuk a voxra, akkor már jobb a kézi kapcsolás. A programok leírásában megtaláljuk az egyszerű PTT áramkör kapcsolását, amit a gép egy szabad RS232 vonaláról hajthatunk meg. A mikrofonerősítő kezelőgombját arra a szintre állítsuk, ahogy SSB üzemmódban megszoktuk. A dinamika kompresszort véletlenül se felejtsük bekapcsolva. Az esetek nagy többségében a hangkártya kimenetén a szint nagyobb, mint amennyit a mikrofonerősítő torzítás nélkül el tud viselni. Az olcsó kártyák teljesítménykimenete általában gyengébb minőségű, ezért inkább a "Line Out" kimenetet, azt is a közepes erősítés közelében használjuk. Ha a szintet csak egészen le szabályozott állásban találjuk elfogadhatónak, készítsünk 100:1 arányú feszültségosztót két ellenállásból és helyezzük a rádió felőli oldalon a jelvezetékre. A 4. ábra az ellenállásosztó, a rajz a rádió vett szöveg nyomtatott formában, ahogyan egy rászorulóknak valaki támogatásként elküldte. (HI) A számítógépből, de legalább a hangkártyából húzzunk ki minden olyan vezeték, amire nem lesz szükségünk.

Hangoljuk le adónkat egy megfelelőnek vélt frekvencián a szokott módon az RTTY sáv közelében, indítsuk el a kiválasztott PSK31 programot és a hangkártyánk beállítására szolgáló programot. A PSK31 programnak a "Mode" menüjében vagy máshol található a "Tune", ezt kiválasztva a program egyhangú generátorként hajtja meg az SSB bemenetet, kapcsoljunk adásba. Ha most a kimenetmérő végkitérésbe csap, feltétlenül szükséges az ellenállásosztó. A hangkártya "Wave" potméterét húzzuk felfelé, míg az adó kimenetmérőjén a legnagyobb kitérést elérjük. Az ALC műszere ekkor kezd el mutatni, és ez rendjén van ugyanúgy, mint ha mikrofonba beszélünk, megakadályozza a moduláló jel vágását. Ezután állítsuk be a BPSK üzemmódot és tegyük adásba a programot. A kimenetmérő az előbb elért legnagyobb kitérésének az 50%-át mutatja billentyűzés nélkül, és a végkitérés felé közelít billentyűzés alatt.

Nem mindegy, hogyan érzük el a legnagyobb kimenőteljesítményt, tehát a rádió erősítésszabályzója és a hangkártyaé nem egyenrangúak. A mikrofonerősítés szinte minden rádióban az első erősítőfokozat után található. Ha a hangkártya túlvezérli a rádió bemenő fokozatát, utána már hiába vesszük vissza az erősítést a "Mikrofon" gombbal, szépen legömbölyített billentyűzőjeleink a telítődött erősítőlánc martalékává váltak. Az amatőr leleményesség éke az a célműszer, amit a beállítás ellenőrzéséhez használhatunk: kapcsoljunk párhuzamosan egy diódát és egy fejhallgatót, egyik oldalra forrasszunk néhány centiméteres vezetékot és az így keletkezett "mérőszondát" közelítsük az antennakábelhez, amíg valamit nem hallunk. Ha ez a valami nem a 31 Hz-es hang, hanem azon túl még erős kattogás, akkor túlhajtással állunk szemben, ha még sípolást is hallunk, nagyfrekvencia jutott vissza a hangkártyára, ahol azt a kártya előerősítője demodulálta, és hozzákeveredett a hasznos jelhez. Ferrites fojtóval szüntessük meg a visszahatást. Egy közbevetés: ritkán élnek az állomások minőségi kifogással, ennek feltehetően a gyakorlatlanság az oka, és a kényelem, ezt vegyük figyelembe, ha érdeklődünk adásunk minősége után.

A vevő beállítása egyszerűbb, főképp a mai program-ellátottság mellett. Szinte mindegyik program képes a teljes hangfrekvenciás tartomány megjelenítésére, így azt is észrevehetjük, hogy a sáv elején vannak-e a hálózati frekvenciából és annak harmonikusaiból származó jelek. Ezeket próbáljuk meg az összekapcsolt készülékek földelési hiányosságait pótolva eltüntetni, mert az SSB adó kb. 300-3000 Hz átviteli tartományába alulról beleférnek és a közeli állomásoknál, vagy akár távolabb is az amatőrsáv PSK31 szegmensét terhelik. Egyébként pedig kerüljük az ssb-szűrő tartományának a széleit, és ne gondoljuk, hogy az állomások csak abban a sáv-ablakban dolgoznak, amelyekre a rádiókkal álltunk. A hangkártya "Line In" kezelőszervével úgy állítsuk be az erősítést, hogy a program ne tiltakozzon, és ugyancsak kerüljük a vevő hangfrekvenciás erősítőjének túlhajtását. Ez akkor lehet kínos, ha mi mérünk IMD-t, mert a kapott érték nem az ellenállomás IMD-jét, hanem a mi vevőnkét mutatná. Általában ne a fülünkhöz, hanem a képmezőn kialakuló mintához igazítsuk az erősítést, mert ha több állomás van a vételi sávban, fülre úgyse tudjuk megkülönböztetni őket.

A bevezetőben említett program, a PSK31SBW óta megjelent programok kényelmi funkciói akár pazarlónak is mondhatók. Mégse higgyük, hogy csak Pentium processzoros és 32 bites operációs rendszerrel lehetünk üzemkészek a PSK31 módban. Sokan dolgoztak már 486DX 66 MHz-es gépen MS-Windows 3.11 alatt, de ennél kisebb órajelű gépen is futtatták már ezt a barátságos, a lényegre "kihegyezett" programot, amely beírta nevét az amatőr rádiózás nagy könyvébe. (Biztos van ilyen. HI)

Sok sikert kívánok az üzemmódban, az esetleges kérdésekre levélben, e-mailben vagy leginkább PSK31 QSO-ban szívesen válaszolok. Az elsőre itt azonnal.

- Milyen frekvencián keressünk partnert?
- Minden sáv távgépíró szegmensének alsó szélén, ill. 21070 és 28120 kHz felett.

Forrás:<http://aintel.bi.ehu.es/psk31.html>

Ábrák

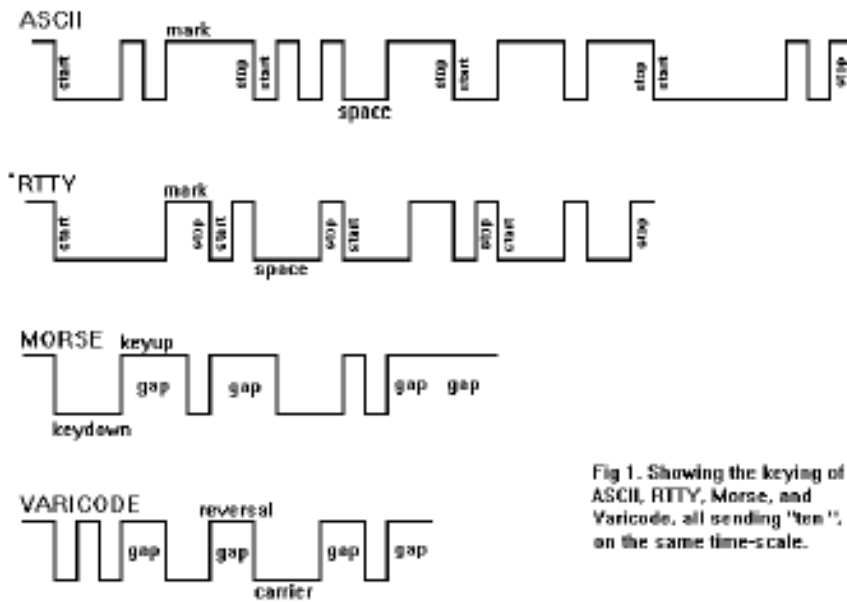


Fig 1. Showing the keying of ASCII, RTTY, Morse, and Varicode, all sending 'ten', on the same time-scale.

1. ábra

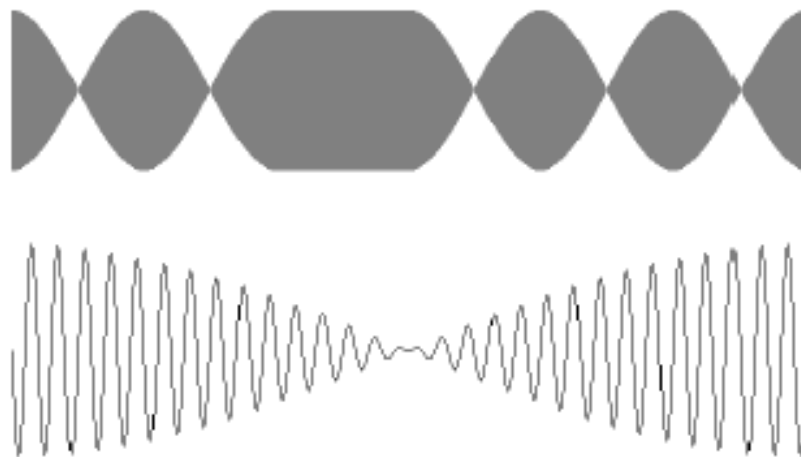
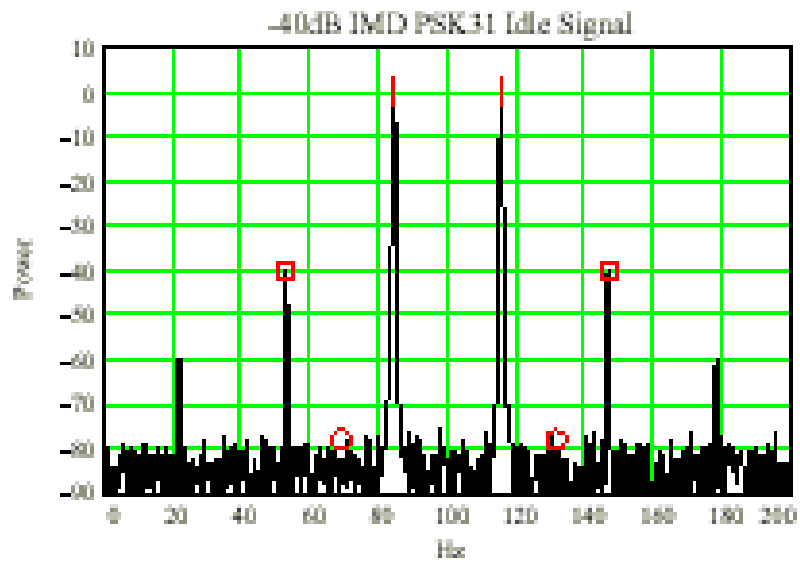
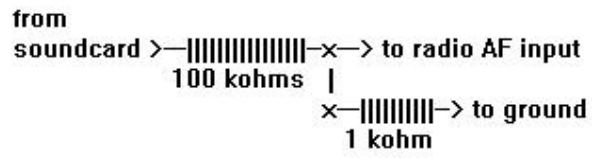


Fig 2. Showing the envelop of a BPSK carrier sending the Varicode 'space' symbol, with a close-up of the phase-reversal at the cross-over.

2. ábra



3. ábra



4. ábra