

Digitális kommunikáció a rádióamatőr hétköznapokban

Dévényi József okl. villamosmérnök, HA0LC

Most induló sorozatunkban az amatőr rádiózás és a digitális kommunikáció egyre szélesebb kapcsolatát, elveket és készülékeket kívánunk bemutatni – korántsem törekedve a teljes részletességre.

A rádióamatőrök mindig is nagy úttörői voltak a kísérletezésnek, új üzemmódok és technológiák kipróbálásának, kifejlesztésének. Emlékezzünk rá, hogy a hőskorban a szikratávíró után az elektroncsövek megjelenésével elterjedt a Morse-féle távíró, másnéven CW, ahol a vivőt billentyűztük. Ezt követte az AM, az amplitúdómoduláció, ami a hosszú-, közép- és rövidhullámú műsorszórásban ma is megtalálható.

Később kifejlődött az FM, azaz a frekvenciamoduláció és ezzel jelentősen csökkent a vett jel zavarérzékenysége. Ezzel a módszerrel már Hi-Fi minőséget lehetett produkálni szélessávú (nagylöketű) WBFM-ben, amelyet a műsorszóró rádiók a mai napig sugároznak a VHF sávban. Az amatőrök és a profik pedig a kislöketű NBFM módot használták, tekintettel arra, hogy elsősorban az emberi beszédet kellett átvinni és ehhez elegendő a telefonminőség. Fő szempont csupán az érzékenység, másodsorban a felismerhetőség volt. A vezetékessé hírközlésben használt TELEX hamar elterjedt a rádióamatőrök között is. Kezdetben interfész került a rádió és a mechanikus telexgép közé.

A számítógépek elterjedésével, különösen a ZX Spectrum és a Commodore C64 árának elérhetővé válásával az amatőrök tömegesen kezdték használni a rádió-táv-gépirot, más néven az RTTY üzemmódot. Ez bizony már a digitális rádiózás kezdete volt. Szinte átmenet nélkül találtuk magunkat a PACKET rádiózás korában, hála az olcsó ZX és C64 gépeknek. Ekkor már BBS-eket használtunk, üzenetet tudtunk hagyni másik amatőrtársainknak a BBS-ekben. Mindezek AFSK módban működtek viszonylag kis, 1200 bit per second (baudot) sebességgel. Ettől kezdve rohamosan nőttek ki az újnál újabb digitális üzemmódok, mint például a Pactor, Amtor, Sitor és a K1JT által kifejlesztett, zajszint alatti kommunikációra használható JT6 üzemmódok.

Időközben az AFSK-t felváltotta az FSK és ennek különböző változatai, amellyel már gond nélkül el lehetett érni a 9600 bps sebességet egy FM-rádióon. A mai internetes sávszélességekhez képest ez semminek tűnik, de nem is a nagyméretű fájlok, videók átvitele volt a cél.

Érdekes, hogy a beszéd digitális átviteléhez eléggé sokat kellett várni. Elmondható, hogy az igazi áttörés a 90-es évek második fele után indult meg a modulációs módok és az ehhez gyártott spec. IC-k térhódításával. Elsőként az NMT450 mobiltelefonok (ezek részben digitális, részben analóg módon működtek), később a GSM telefonok kezdték használni. Az ipari rádiók kicsit megkésve, a 2000-es években kezdték alkalmazni a digitális beszédkommunikációt. Itt a legismertebb a TETRA lett Európában.

A digitális beszédkommunikációhoz a beszédet előbb digitalizálni és tömöríteni kell. Erre szolgál a VOCODER. Az analóg jelet előbb dinamika-kompresszorral összenyomják, majd A/D konverterrel digitalizálják és tömörítik. A tömörítés lényege, hogy kevésbé fontos tartalmat (pl. csend) levágják, a többi pedig különböző eljárásokkal tömörítik úgy, hogy minden bit fontos információt hordozzon. Ettől egy kicsit digitális lesz a hang, de hamar meg lehet szokni. Ezzel egy időben előállítják a hibajavító jeleket és a hasznos jellel csomagba rendezik. Legtöbbször ezt a modulátor IC végzi. Az egyik legegyszerűbb és emiatt gyakran használt hibajavítás a FEC (Forward Error Correction), magyarul: előre korrigált hiba. Ezután valamilyen modulációs eljárással modulálják az FM-jelet és következik a kisugárzás.

Vétel oldalon a dolog megfordul. A vett és demodulált jel digitálisan jelentkezik a demodulátor IC kimenetén. Kitémörítés után a VODECODER kijavítja a hibákat, visszaállítja analóg jellé (beszéddé), hogy a hangszóróban hallhassuk. Egy DMR digitális moduláció blokkvázlat az 1. ábrán látható:

Háron nagy csoport

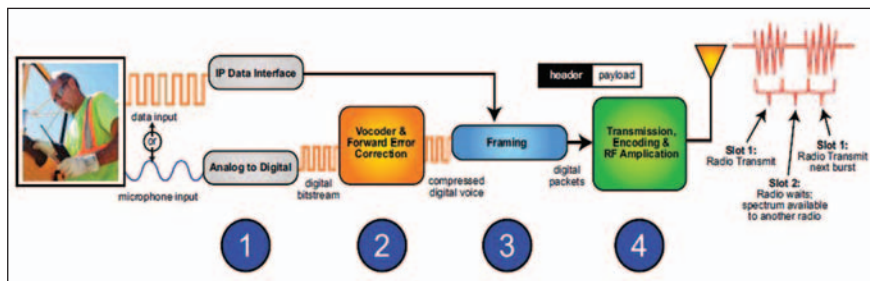
különböztethető meg a digitális VHF/UHF rádiózásban:

1.) FDMA, azaz Frequency Division Multiple Access. Amint a nevéből is kiderül ez egy frekvenciaosztásos rendszer. A profi rádióknál az Icom és Kenwood az FDMA technológiát, míg a Motorola, Vertex, Hytera a DMR technológiát alkalmazza. Az amatőr rádiózásban az FDMA terjedt el. Ezt alkalmazza mindhárom nagy amatőr rádió gyártó cég, az Icom, Kenwood, és a Yaesu. Míg a DMR rádiók kommunikálnak egymással gyártótól függetlenül, addig az amatőr gyártók más-más kódolást (modulációt) használnak. Itt nem történt szabványosítás.

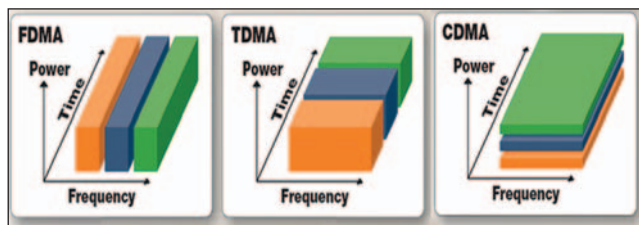
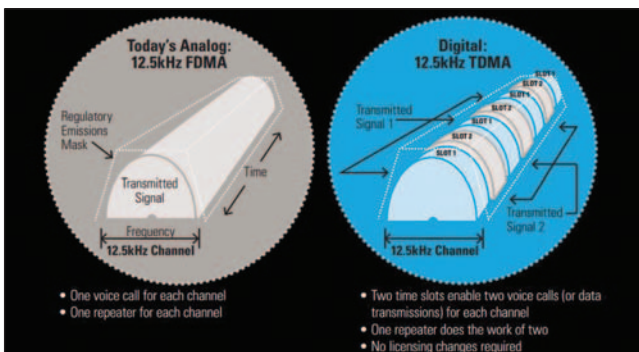
Az ipari és az amatőr analóg FM VHF/UHF csatornák korábban 25 kHz-re, mostanában inkább 12,5 kHz-re vannak egymástól. A további csökkentés már csak az érthetőség és felismerhetőség jelentős rovásával valósulna meg, nem beszélve a jel-zaj viszony jelentős romlásáról. A 12,5 kHz-es csatornaszélességben a megengedett maximális löket 2,5 kHz, 6,25 kHz-en ennek nyilván a fele lehetne. Az FDMA rendszerek, felhasználva a digitális moduláció és az ezzel járó tömörítés lehetőségét, a meglévő 12,5 kHz-es csatornát két 6,25 kHz-es csatornára bontják. Ezzel megvalósul, hogy egy 12,5 kHz-es analóg csatornán egy időben két digitális kommunikáció folyhat. Ezt a technológiát használták az űrhajózásban is. További infót a neten bőven találni. Pl. https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-division_multiple_access

2.) TDMA, azaz Time Division Multiple Access. Amint a nevéből is kiderül, ez időosztásos rendszer. Itt az időben több időablakot dedikálnak az FM-csatornán: a GSM maximum 8 időablakot használ 50 kHz-en, a TETRA 4 időablakot használ 25 kHz-en, a DMR 2 időablakot használ 12,5 kHz-en. Az ipari és amatőr rádiózásban a DMR terjedt el, a kormányzati kommunikációban inkább a TETRA.

A TETRA-nál fontos volt a nagyobb sebességű adatátvitel, ezért az időzítések úgy lettek kialakítva, hogy erre helyezték ki a rendszert. A 4 SLOT (időablak) összefűzésével is növelhető az adatátviteli sebesség. A rendőrök például a TETRA készülékeikkel kérnek le adatokat a központi szerverről, mint például rendszám, személyi igazolvány szám, személyes adatok stb. A nagyobb sebességigény azzal járt,



1. ábra



3. ábra

2. ábra

hogy az infrastruktúra is jóval nagyobb lett. Minimum kétszer annyi átjászót kellett telepíteni ugyanakkora ellátási körzetbe, mint DMR átjászót. A DMR inkább a beszédkommunikációra lett kihegyezve kisebb mennyiségű adatátvitel mellett (mint pl. GPS adatok). Olcsósága és jó paramétere miatt a DMR egyre népszerűbb és folyamatosan váltja fel az analóg FM-rendszereket. A DMR készülékek alkalmasak analóg FM-üzemre is, így egy átmeneti időszak biztosítható az átállásra. Az amatőrök körében is megtalálható a DMR technológia, habár nem erre lett kitalálva a szabvány, az ipari készülékeket pedig előre fel kell programozni. A DMR gyártók és fejlesztők szövetsége standardizálja a technológiát, és ezzel biztosítja az átjárhatóságot a különböző gyártók között. Honlapjuk: <http://dmrassociation.org/>

3. CDMA, azaz Code Division Multiple Access. Ezt a kódosztásos technológiát először katonai távközlésben kezdték el használni, de elterjedt az USA-ban a mobiltelefonok világában is. Ez egyfajta szórt spektrumú sugárzás. Ebben a cikkben ezzel bővebben nem foglalkozok, de az, aki többet akar tudni, bőven található irodalom az interneten. Pl. https://en.wikipedia.org/wiki/Code_division_multiple_access

A fenti technológiákról szemléletes összehasonlítása a 2. és 3. ábrákon látható.

Érdekes kérdés,

hogy milyen lefedettség biztosítható és hogyan hallatszik a vevő hangszórójában a digitálisan vett jel? Ahogyan távolodunk az adótól (átjászótól) az analóg FM-vevőben egyre zajosabban, sistergősebben

halljuk az ellenállomást, míg eljutunk egy olyan határra, ahol már csak nyomokban halljuk, de még éppen ki tudjuk következtetni. A digitális rádiónál kristály tisztán halljuk az ellenállomást egészen addig a határig, ahol az analógot már kezdünk nyomokban hallani, és itt a digitális vétel megszűnik. Azaz amíg halljuk, addig kristály tiszta, utána már egyáltalán nem halljuk az állomást. Ehhez nagymértékben hozzájárul a digitális technikában a hibajavító kódrendszer használata, amelyet a hasznos jellel együtt sugároznak az adók. Leegyszerűsítve: a vevő a kisebb hibákat tudja javítani, de ha túl sok a hiba a vett jelben, lezárja a vevő hangszóróját.

Következő cikkben az egyik legnagyobb amatőr készüléket gyártó cég digitális rendszereit és a C4FM digitális módot fogjuk bemutatni.

Decemberi **AJÁNDÉKZÁPOR** az Anico Kft.-től!

Ha decemberben nálunk vásárolsz Yaesu rádiót, megajándékozunk egy **Yaesu** ajándékcsomaggal!



YAESU
System Fusion



FTM-100DE

