

DVB-H

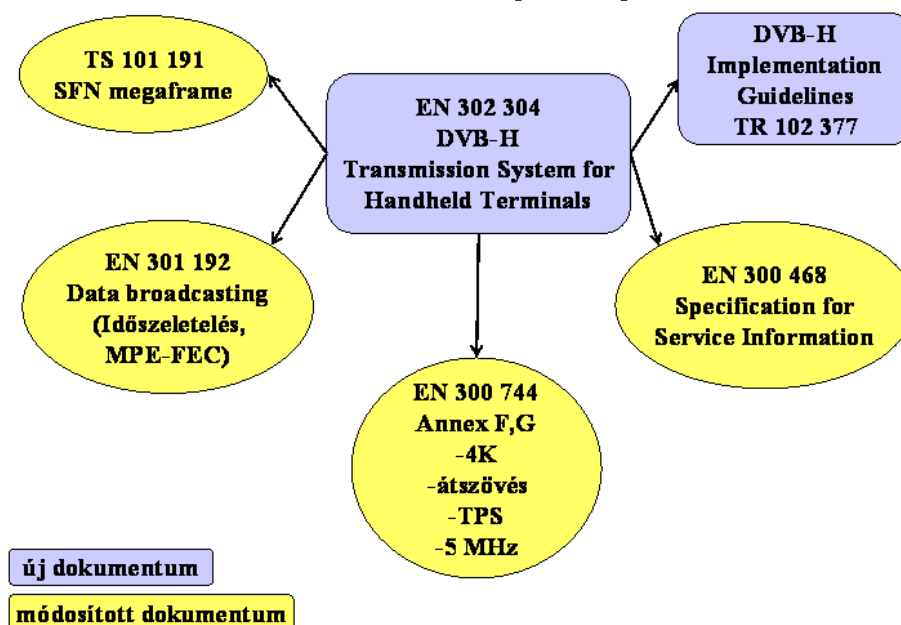
Digital Video Broadcasting for Handheld devices

- Annak ellenére, hogy a technológia képes gépkocsis mobil multimédia szolgáltatás nyújtására egy kicsit minden elakad:
 - A DVB-T hálózatokat nem mobil vételre tervezik, hiszen a platform vonzereje függ a televíziós programok számától
 - Nincs igény a gépkocsis multimédia szolgáltatásokra
 - Nagy a mobil videó adatsebesség igénye (MPEG-2, H.263)
- Eközben hatalmas mértékben terjed a mobiltelefon
- A jelfeldolgozási sebesség növekszik, hatékonyabb videó bitsebesség csökkentési eljárások is implementálhatók
- 2003: Felmerül a mobil eszközök számára videót lehetővé tevő műsorszórás jellegű megoldás kialakítása
- 2004-04: szabvány szintre emelkedik az AVC kódolás
- 2004-10: a DVB-H szabvány elfogadása

Arccal a mobil videó felé

- 1997 évvége: DVB-T szabványszintre emelkedik
- 1999: mobil vételi pilotok: az eredmények jók, de nem megfelelő robosztusság az impulzus zavarokkal szemben
- 2000: gépkocsis multimédia pilotok, és mélyreható vizsgálatok a gépkocsiba szerelhető különböző vevő típusok tekintetében
- A pilotok bizonyos korlátokkal visszaigazolják a DVB-T alkalmazhatóságát gépkocsis mobilra:
 - kompromisszum a mozgássebesség, a csatorna vivőfrekvencia, és az adásmód között
 - robosztusság, vagy mozgási sebesség növelés csak adatsebesség csökkenés árán lehetséges

DVB-H szabványkörnyezet



A legfontosabb megfontolások:

- **Akkumulátoros táplálás:** lehetővé kell tenni, hogy a vevő egyes részei időről-időre kikapcsolhatók legyenek, így az akkumulátor használati ideje meghosszabbítható
- **Mobil felhasználók:** egyik cellából a másikba történő átlépéskor biztosítani kell a szolgáltatásokhoz a folyamatos hozzáférést
- **Számos vételi mód (bel- és kültéri, gyalogos, mozgó jármű):** a rendszernek rugalmasnak és skálázhatónak kell lennie, hogy a vétel az eltérő körülmények között is biztosítható legyen
- **Ember által keltett zaj elleni védelem:** az átviteli rendszernek megfelelő robusztussággal kell rendelkezni
- **Világszabvány:** az átviteli rendszernek megfelelően rugalmasnak kell lennie, hogy a különböző átviteli sávokban és sávszélességek mellett is használható legyen

DVB-H küldetés

- Lehetővé tenni, egyetlen DVB adatfolyamban mind a DVB-T, mind a DVB-H komponensek együttes továbbítását úgy, hogy a jelenlegi DVB-T vevők a DVB-H komponenseket ne tudják dekódolni, de ne is zavarja meg azokat
- Eközben a DVB-H adatkomponenseket a kézben tartható, alacsony fogyasztású, megfelelő felbontású kijelzővel rendelkező DVB-H vevők az eredeti DVB-T robusztusságnál lényegesen nagyobb védelmi szint mellett képesek venni, feldolgozni, dekódolni és kijelezni, miközben a cellák közötti átkapcsolást is „vizuálisan észrevehetetlen” módon kell biztosítani

DVB-H jellemzői

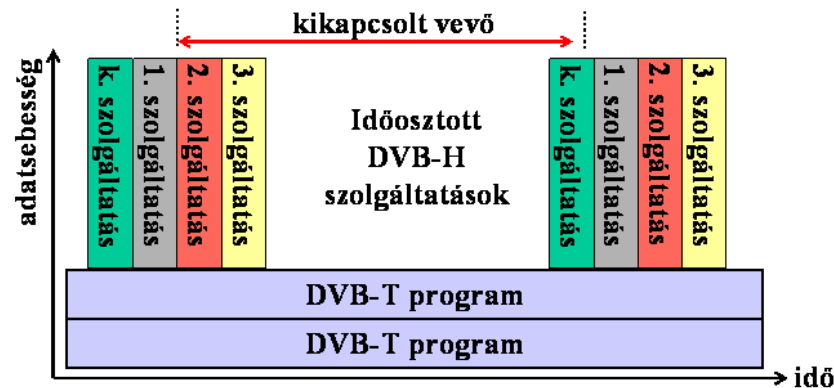
- DVB-T-én alapul minimális változtatásokkal
- Műsortartalom sok mobil felhasználóhoz történő egyidejű továbbításának egyik leghatékonyabb módszere
- A csúcs idejű használat nem különösebben problémás
- Flexibilis adatfolyam megosztás DVB-T és DVB-H között
- Kis komplexitás
- Szakadás mentes átkapcsolás (handover)
- IP alapú titkosítás és IP alapú szolgáltatás
- Csökkentett fogyasztás ha a DVB-H szolgáltatások adatsebessége alacsony

DVB-H újdonságai a DVB-T-hez képest

- **Időszeletelés** a vevő energiafelhasználás csökkentése, és a könnyebb szolgáltatás átadás érdekében
- Plusz **hibavédelem** a robusztusság növelése érdekében
- **DVB-H jelzésrendszer**, mely egyszerűbbé teszi a szolgáltatás észlelést, a jelkeresést és a frekvenciaátadást
- **4k mód:** nagyobb mobilitás, ára a cellaméret csökkenése
- **Mélységi átszövés** a mobilcsatorna és az impulzus zavarokkal szembeni robusztusság növelése érdekében
- **5 MHz-es** csatorna-sávszélesség is

Időszeletelés 1

- Fogyasztás csökkentés érdekében a DVB-H szolgáltatások számára fenntartott adatsebességet időben szétosztjuk az egyes DVB-H szolgáltatások között
- A saját burstök közötti időben minimális fogyasztás



Időszeletelés 2

- Így a vevő átlagos energia felvétele csökkenthető és marad idő a szolgáltatás átadásra is
- Az adatok továbbítása jóval nagyobb pillanatnyi adatsebességű csomagokban történik, mint amire szükség van
- Vegyünk egy példát:
 - A DVB-H vevő számára a jó minőségű videó és hang 1/4 Mbit/s (AVC) adatsebességgel továbbítható
 - A DVB-T/H adatfolyam sebessége legyen 15 Mbit/s
 - Ebből a DVB-H számára álljon rendelkezésre 4 Mbit/s
 - A teljes idő 1/16-a alatt továbbítható egy DVB-H program

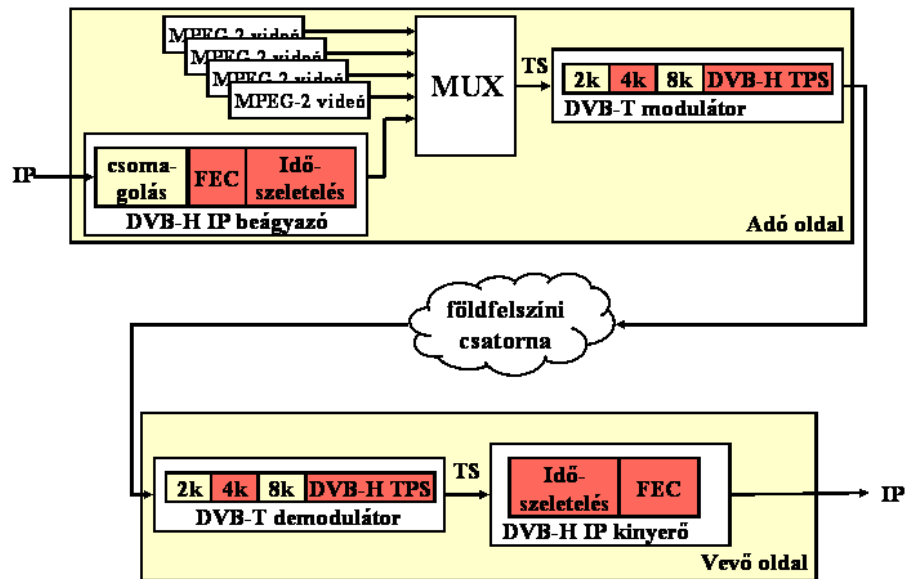
IP Datacast (IPDC)

- IP datacast olyan szolgáltatás, ahol a digitális tartalom formátumok, szoftver alkalmazások, és multimédia szolgáltatások IP adat beültetéssel a műsorszóró tartalommal kombinálhatók és így egyetlen adatfolyam alakítható ki
- A DVB-H-ban az IP alkalmazása teszi lehetővé az adatok csomagokban történő továbbítását, ami az időszeletelés alkalmazásának egyik előfeltétele
- A vevőtől elvárt minimális adat tároló képesség: 2Mbit
- Így a tárolt tartalom ideje a példa adatai alapján: $2^{1/4}=8$ s
- A bufferben történő tárolás biztosíthatja a gond nélküli hand-overt is

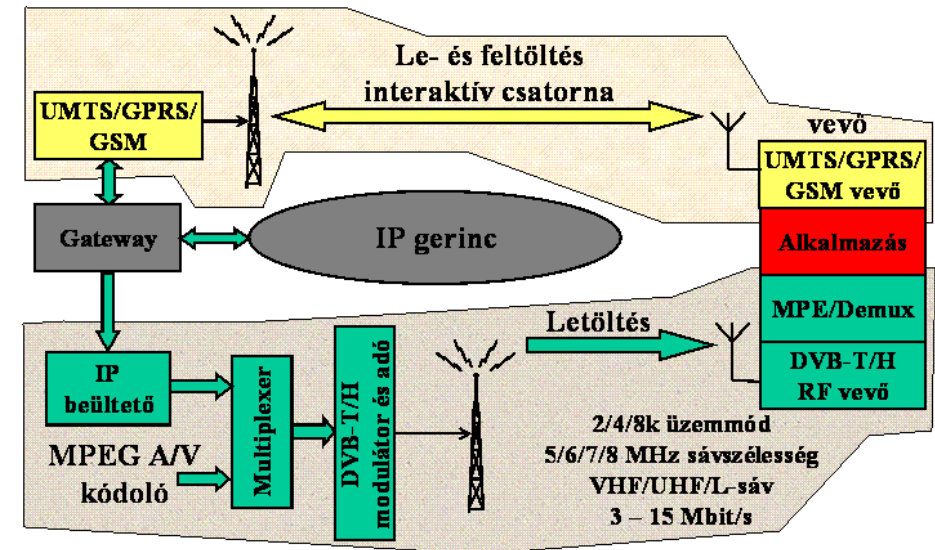
Plusz hibavédelem

- Célja a mobil csatorna C/N és Doppler megbízhatóságának javítása, és az impulzus zajjal szembeni robusztusság fokozása
- Ennek megvalósításához a felső rétegek további hibajavító kóddal egészíthetők ki
- E hibavédelem használata nem kötelező
- Az átviteli kapacitás változó hányadát teheti ki
- A 25%-os redundancia esetén a megfelelő vétel biztosításához kb. ugyanakkora C/N szükséges, mint a két antennás (diverzity) vétel esetén

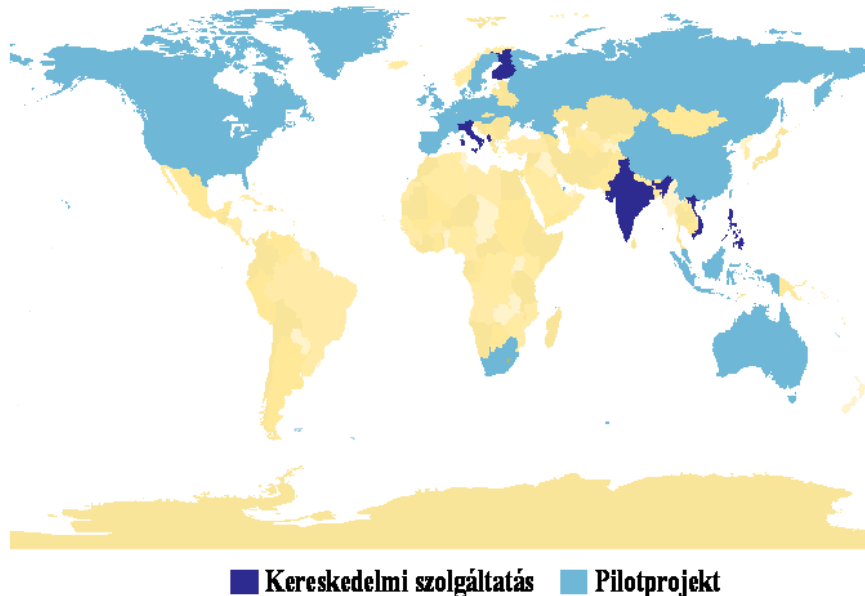
A DVB-H rendszer felépítése



DVB-H/mobil rendszertechnika



DVB-H a világban



Vetélytársak (3G)

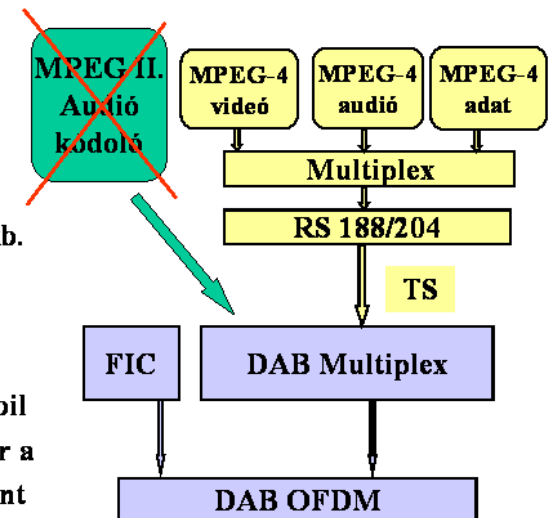
- Videó fájlok letöltése már most lehetséges GPRS-n keresztül
- Az UMTS a GPRS-nél nagyobb adatsebességet tesz lehetővé:
 - 2Mbit/s: állandó helyű vétel esetén
 - 384 kbit/s: lassú mozgás esetén
 - 128 kbit/s: gyors mozgás esetén
- Ilyen adatsebességek mellett 6 videó csatorna lefoglalja a teljes cellakapacitást
- Napjaink nyereségorientált világában ez nem biztos, hogy valós alternatíva lesz!

ISDB-T

- OFDM technológia idő és frekvencia átszövés alkalmazásával
- 6 MHz-es sáv 13 szegmensre osztott, a középső szegmens mobil vevők számára
- 432 kHz, 400 kbit/s
- Folyamatos sugárzás Japánban: TV műsor és additív szolgáltatások
- A vevőkészülék nagyjából átlagos mobiltelefon méretű, azonban az energiaigénye még túl nagy

T-DAB → T-DMB

- OFDM moduláció
- Részben, vagy teljesen kihasználatlan DAB adóhálózatok
- 1,5 MHz sáv szélesség, kb. 1,2 Mbit/s
- Idő-szeletelés
- Számos távol-keleti mobil gyártó kifejlesztette már a DMB képes mobiltelefont



Digitális hangműsorszórás

Digitális hangműsorszórás DAB (Digital Audio Broadcasting)

- (EUREKA-147 partnerek védjegye)
- A szabvány pontos címe:
- Radio broadcast systems; Digital Audio Broadcasting to mobile, portable and fixed receivers

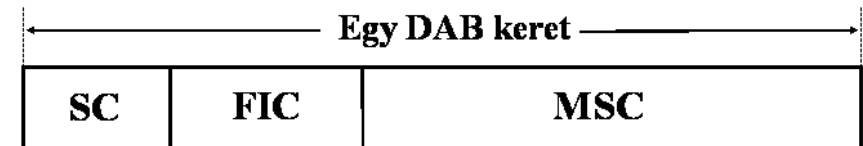
EN 300401 (1994)

Mozgó/hordozható/fix vételre alkalmas digitális rádióműsorszóró rendszerek néhány követelménye:

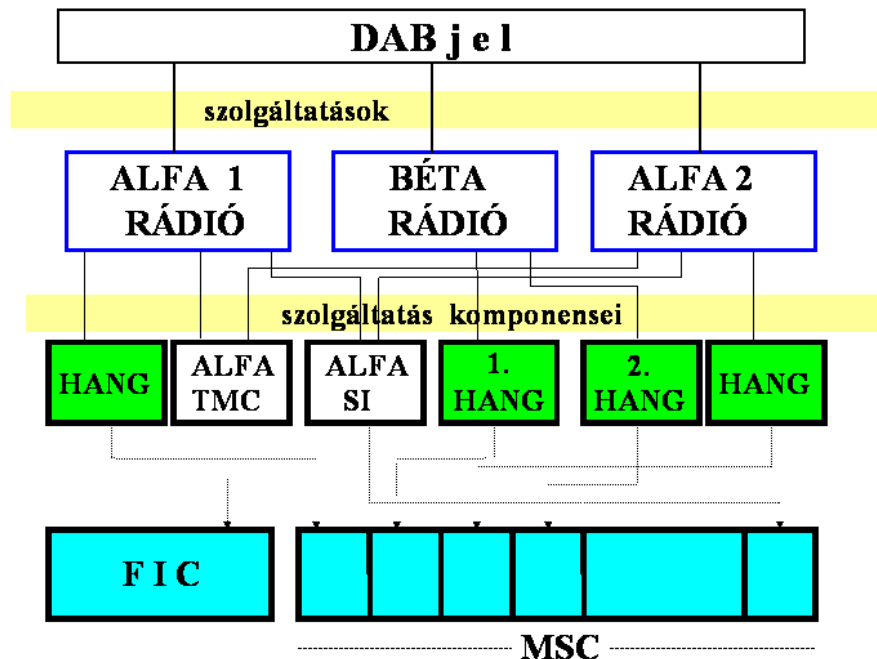
- Olyan minőségű, két-, vagy többcsatornás hangátvitel, amely szubjektív megítéléssel megkülönböztethetetlen a kereskedelmi forgalomban lévő jó minőségű digitális felvételektől (CD)
- Az analóg FM-nél jobb spektrum- és teljesítményhatékonyság
- Az analóg FM rendszereknél jobb vételi minőség, több-utas terjedési és direkt jel nélküli körülmények között is
- A kisugárzott szolgáltatások rugalmas, időben szabadon változtatható konfigurálása
- Értéknövelő szolgáltatások (pl. közlekedési információk, adatátvitel, személyhívás, állókép grafika, stb.) lehetősége
- **Olcsó vevőkészülék előfeltétele a sikeres bevezetésnek**

A DAB jel 3 digitális csatorna időosztásos összege

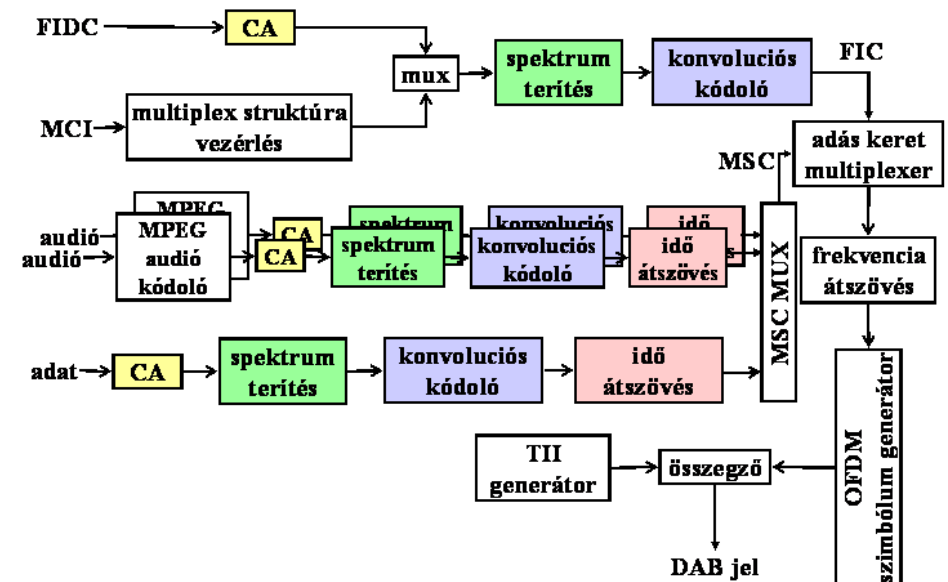
- Szinkron csatorna (Synchronization Channel: SC)
- Gyors adat csatorna (Fast Information Channel: FIC)
- Fő szolgáltatás csatorna (Main Service Channel: MSC)
- Bruttó adatsebesség: 2,3 Mbit/s



- Egyidőben több, független szolgáltatás
- Egy szolgáltatás fő és járulékos komponensekből állhat
- Szolgáltatásokat, és a szolgáltatás komponenseket az MSC-ben



A DAB kódoló funkcionális felépítése



Hangcsatornák átvitele:

- A kódolt hang átvitele az MSC-ben történik
- Az alkalmazott elsődleges kódolási mód: MPEG-1 audió II. rétege
- Ma azonban már az MPEG-2 audió kódolás különböző rétegei (pl. az AAC) is alkalmazhatók
- Számptalan bitsebesség megengedett
- Legfontosabb a hangminőség és a csatornaszám közötti megfelelő kompromisszum megtalálása

Spektrumterítés

- A digitális jel spektrumát tesszük egyenletessé, DC elnyomás
- Álvéletlen generátoros (PRBS) keveréssel (részletekbe nem)

Az MSC hibavédelme hangra

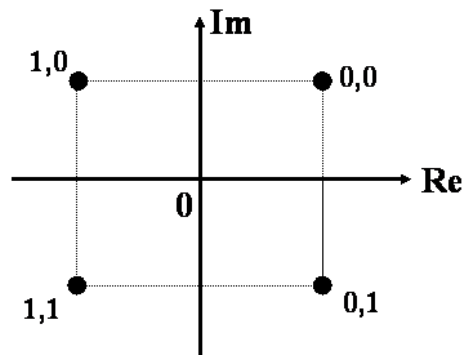
- 5 féle hibavédelmi szint használható
- Pontozott konvolúciós kódolás alkalmazásával

Idő-átszövés

- A burst jellegű hibák esetére nyújt védelmet
- Az MSC minden alcsatornájára külön-külön átszövés
- Csak a FIC nem tartalmaz idő-átszövést

Moduláció

- Az OFDM szimbólum vivőin a moduláció QPSK



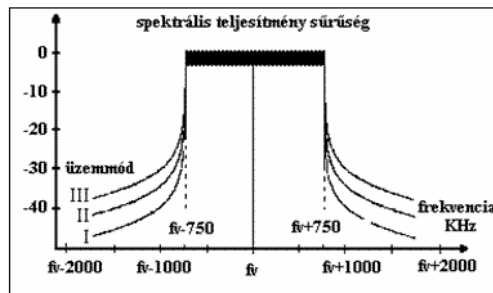
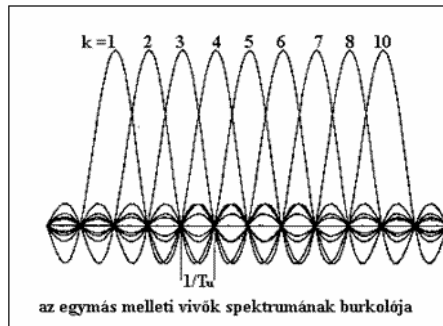
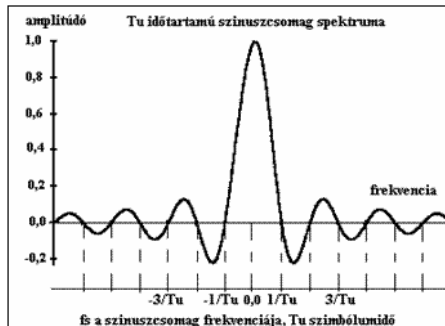
A DAB jel spektruma

- A szinkron csatorna keretként ismételt, fix struktúra, fix amplitúdókkal és fázisokkal
- A keret további idejében időben változó független fázisú, ortogonális, egyenlő frekvencia távolságú vivők összessége
- Spektrális teljesítmény sűrűségfüggvény a vivőkön:

$$P(f) = \left[\frac{\sin \pi(f - f_k)T_s}{\pi(f - f_k)T_s} \right]^2$$

$$f_k = f_c + \frac{k}{T_u} : k \text{ a vivő index, } 1/T_u \text{ a vivő távolság}$$

Spektrumábrák



DAB csatorna moduláció megfontolásai

- A DAB vizsgálatok elején kiderült, hogy a hatalmas frekvencia tartomány, amelyben a DAB-nak működnie kellene nem teszi lehetővé egyetlen modulációs mód alkalmazását
- Ennek elsődleges oka a többutas SNF-ekben és a mozgó vétel lehetőségének biztosításában keresendő
- Az SFN-ben a többutas terjedés a rendszer természetéből fakad
- Nagy adótávolságok esetén nagy késleltetési idők és késleltetési idő különbségek alakulnak ki
- A nagy késleltetési idők lekezeléséhez (szimbólum közötti interferencia elkerülése végett) hosszú védelmi idő kell

- Mivel a védelmi időt szimbólumként kell beültetni ezért a gazdaságos adatátvitel biztosításához viszonylag hosszú szimbólum időre van szükség
- Az RF csatornától elvárjuk, hogy az egy szimbólum ideje alatt konstans tulajdonságokat mutasson (csatorna korrekció csak ekkor végezhető)
- Nagyobb mozgási sebesség, vagy a nagyobb adási frekvencia növeli a csatorna tulajdonságainak változási gyakoriságát, ezáltal csökkenti az egy szimbólum átvitelére adható időt
- A maximális mozgási sebesség korlátozása lehetővé teszi a szimbólum idő növelését, főleg a nagyfrekvenciákon

DAB adásmódok paramétere

paraméter	I. adásmód	II. adásmód	III. adásmód	IV. adásmód
Adás keret hossza	96 ms (4Y)	24 ms (Y)	24 ms (Y)	48 ms (2Y)
Szimbólumszám/ keret	76	76	153	76
Vivőszám/szimbólum	1536 (4X)	385 (2X)	192 (X)	768 (2X)
Hasznos szimbólum idő	1 ms (8Z)	¼ ms (2Z)	1/8 ms (Z)	½ ms (4Z)
Teljes szimbólum idő	1,246 ms	0,312 ms	0,156 ms	0,623 ms
Maximális adótávolság	96 km	24 km	12 km	48 km
Átviteli közeg	földfelszíni	földfelszíni műhold	földfelszíni műhold	földfelszíni
RF sáv szélesség	1,536 MHz	1,536 MHz	1,536 MHz	1,536 MHz
Mobilra használható frekvencia határ	375 MHz	1,5 GHz	3 GHz	1,5 GHz
Sebesség – lefedettség kompromisszum	nincs	nincs	nincs	van

A DAB előnyei műsorszórók számára

- "CD" minőségű műsorok biztosítása
- 1,5 GHz-en mozgó, hordozható műholdas, Európa-szerte vehető műsorok
- A DAB adó egyidőben 5, 6 programot sugároz

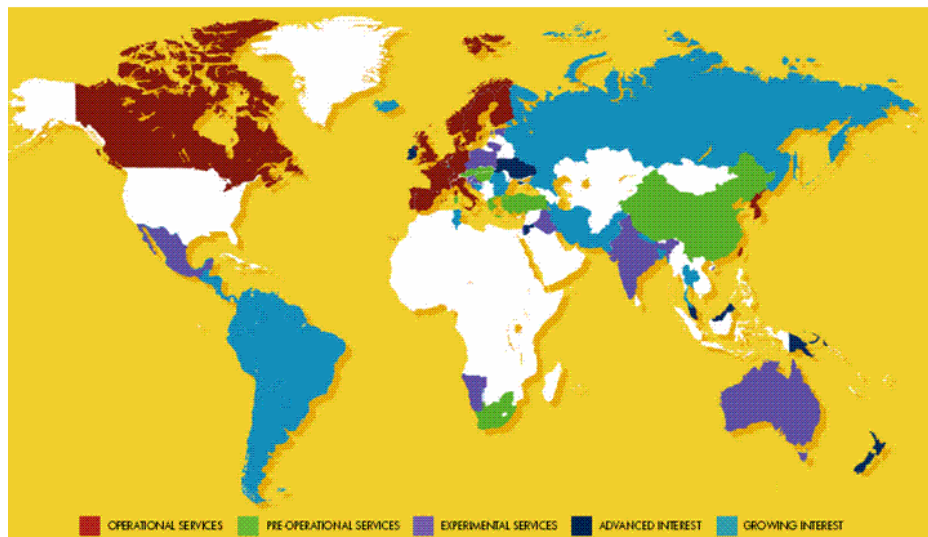
A DAB előnyei a felhasználók számára

- Egyidőben több független csatorna
- Állandó kitűnő minőségű (közel CD) vétel
- Hordozható és mozgó vételkésztség
- Egyszerű botantennás vétel
- A hanghoz kapcsolódó, vagy független adat csatornák
- Multimédiás alkalmazások

A DAB helyzete itthon és külföldön a bevezetés után 10 évvel

A DAB külföldön

- Bevezetést koordináló szervezet: WorldDAB Forum
- 300 millió potenciális hallgató, 600 program



Nagy-Britannia

- Két országos hálózat:
 - Közzszolgálati: BBC
 - Kereskedelmi: Digital One
- Nagyszámú program a multiplexekben
- Emellett regionális és helyi multiplexek
- Élénk vevőkészülék-piac
 - 2003 vége: 435 ezer
 - 2004 vége: 1,2 millió
 - 2006 vége: 2,5 millió



Németország

- Pilotkísérletek: 1995-től
- Rendszeres adások: 1999-től (északi tartományokban csak 2001 után)
- 150 program
- Elsősorban közszolgálati érdeklődés
- 2004-től kereskedelmi csatornák a multiplexekben
- Kb. 100.000 eladott vevő



A DAB Magyarországon

- Első pilot kísérlet: 1995. december 1
- Adóhálózat felépítése:
 - Országos Mikrohullámú Központ: 250 W
 - Száva utcai T-Mobile torony: 250 W
- Műsorok:
 - Kossuth Rádió 128 kbit/s
 - Petőfi Rádió 224 kbit/s
 - Bartók Rádió 224 kbit/s
 - Classic+ 224 kbit/s

Digitális földfelszíni műsorszórás 30 MHz alatti frekvenciákon

Általános megfontolások

- Nagy az igény a jó minőségű mono/sztereo hang továbbítására, mozgó és mobil vevőkészülékek számára
- A hosszú, közép és rövidhullámú hallgatóság egyelőre semmit sem profitált a digitális adás előnyeiből
- Ezáltal e sávokban a digitális hangműsorszórás sikeres szolgáltatásokat kínálhat
- A készülékgyártóknak előnyt jelentene a világon egységes szabvány szerint működő vevőkészülék gyártás
- Jelenleg 30 MHz alatt a sávok zsúfoltsága miatt nagyon nagy az interferencia, ami csökkenti a továbbítható programok számát
- A műsorszórók számára nagyon előnyös e sávokban elérhető hatalmas lefedettség

Digitális AM rádió előnyei műsorszórók számára

- A jelenlegi frekvencia kiosztás hatékonyabb felhasználása
- Jobb hangminőség
- A lefedettségi terület megfelelő kialakíthatósága
- Független program összeállítás vezérlés
- Értéknövelő szolgáltatások (text) kialakításának lehetősége
- A jobb hangminőség és az értéknövelő szolgáltatásoknak köszönhetően nagyobb hallgatóság
- A hallgatóság növekedése növelheti a reklám bevételeket

Digitális AM rádió előnyei hallgatók számára

- AM-en FM-szerű hangminőség
- Lényegesen jobb és stabilabb vétel
- Szélesebb vevőválasztékkal, olcsó, keveset fogyasztó vevő
- Könnyű hangolás, frekvencia, állomásnév és program típus szerint
- Az új digitális szolgáltatásoknak köszönhetően lényegesen bővül a program tartalom választéka
- A rádió kijelezheti a kapcsolódó szöveget, az állomás nevét, a felvétel címét, az énekes nevét, stb.

Két rendszer létezik

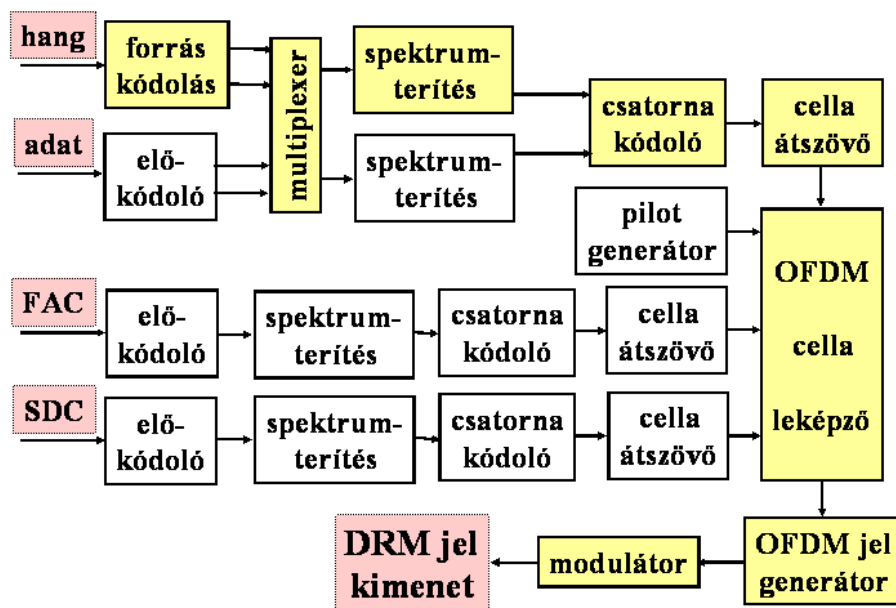
- **DRM (Digital Radio Mondiale):** olyan flexibilis rendszer, melyet a földfelszíni hangműsorszórásban a 30 MHz alatti frekvenciákra szántak, tisztán digitális megoldásként
- **IBOC DSB rendszer (In-Band On-Channel Digital Sound Broadcasting):** melyet a földfelszíni hangműsorszórásban a 30 MHz alatti frekvenciákra szántak és mind hibrid (analóg és digitális), mind teljesen digitális módban is működtethető

DRM

- A DRM rendszert 9, 10 KHz és ezek többszöröse frekvencia sávban történő digitális hangátvitelre tervezték
- A rendelkezésre álló adatsebességet a hang, a hibavédelem és az adatsatornák között szinte tetszőlegesen meg lehet osztani (teljesen flexibilis)
- Számptalan kompromisszum köthető annak érdekében, hogy a széles műsorszórási igényeket ki lehessen elégíteni
- Az AVC audió kódolást alkalmazza, amit kiegészítettek az SBR (Spectral Band Replication) eljárással (AACPlus V1)

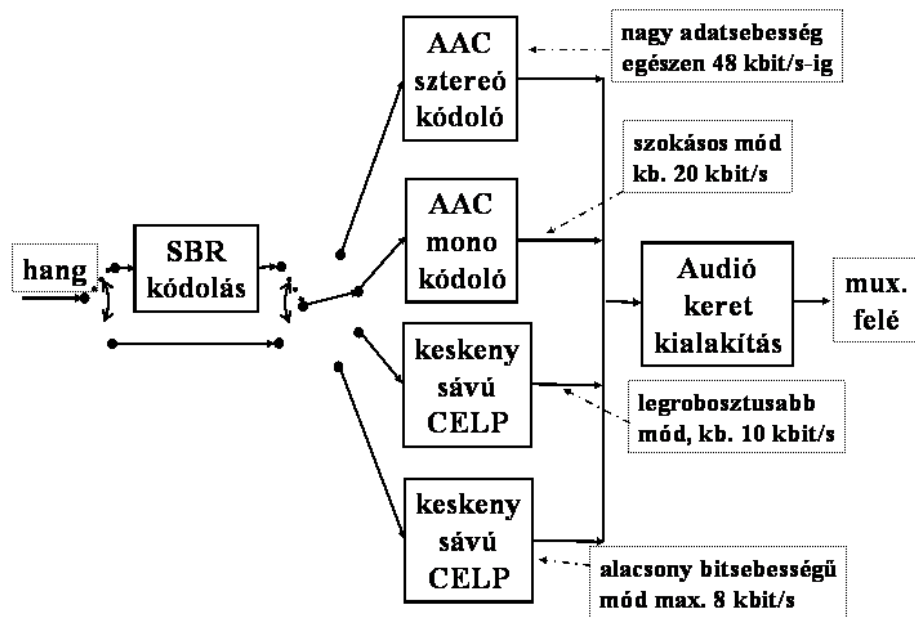
- A csatorna moduláció OFDM/QPSK-QAM, melyet idő-átszövással és megfelelő hibavédelemmel egészítettek ki
- A hibavédelem a többszintű robosztusságot lehetővé tevő pontozott konvolúciós kódolás
- Ezt egészítették ki frekvencia átszövással és azonnali csatorna becslést lehetővé tevő pilot cellákkal (egy cella egy vivő)
- E kódolási elemek együtt hatékonyan kezelik a H/K/RH-ú műsorszórás szinte valamennyi átviteli problémáját
- A pilotokban kitűnően vizsgázott e frekvencia tartományok mostoha és különböző terjedési körülményei között
- A kisugárzott DRM jel OFDM szimbólumok sorozata

- Az OFDM szimbólumok védő intervalluma megfelelő robosztusságot biztosít a többutas terjedési körülményekre is
- Természetesen SFN hálózat is kialakítható
- Az OFDM vivők száma és a moduláció egyéb paraméterei az adásmódtól függenek
- A vivők modulációja QPSK, vagy 16/64-QAM
- Audióra csak a 16/64-QAM használható
- Az idő-átszövés RH esetében 2,4 másodperc, ami megfelel a hullámsáv idő-frekvencia faddingjének
- HH és KH-on az idő-átszövés 0,6 másodperce csökkenthető
- A konvolúciós kódolás kódaránya 0,5 - 0,8 között állítható
- A 0,5-t a nagyobb robosztusságot igénylő RH-n alkalmazzuk



DRM jel előállítás

- A bemenetekre érkező adatok háromféleképpen dolgozhatók fel és három adatcsatornában továbbíthatók:
 - A főcsatorna (Main Service Channel: MSC), mely a hangot és egyéb adat jellegű információt hordoz
 - A gyors elérést igénylő adatokat szolgáltató gyors adat csatorna (Fast Access Channel: FAC)
 - A szolgáltatást leíró adat csatorna (Service Description Channel: SDC)

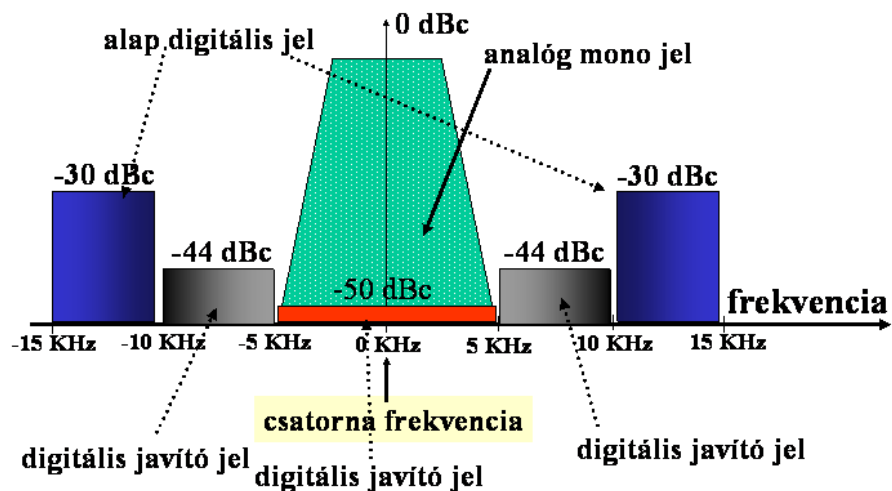


Audió forráskódolás

IBOC DSB rendszer (amerikai)

- Hibrid (analóg és digitális) és teljesen digitális módban is működtethető
- A működési mód az alkalmazott frekvencia tartománytól, a spektrum foglaltságtól és a műsorszóró szolgáltatás követelményeitől függ
- Hibrid módban a jelenleg analóg felhasználású frekvencia tartományban lehetővé válik ugyanazon program tartalom egyidejű analóg és digitális továbbítása
- A tisztán digitális mód akkor használható, ha az alkalmazásra kerülő frekvencia tartomány analóg szolgáltatás által nem használt, vagy azután ha az analóg szolgáltatást eltávolították a csatornából

Hibrid mód teljesítmény spektruma



Tisztán digitális mód teljesítmény spektruma

