

Digitális műsorszórás

NGM_TA_013_1 és LGM_TA_013_1

Dr. Wersényi György

Távokzlési Tanszék

2014 ős

- Órák:
- Írásbeli vizsga, határ 50%
- Kötelező irodalom:
 - [1] <http://vip.tilb.sze.hu/~wersenyi/DMJ.pdf>
 - [2] Walter Fischer: A digitális műsorszórás alapjai. Typotex kiadó, 2005.
 - [3] Jákó Péter: A digitális rádiózás, Typotex, 2010.
- Jegyzet:
<http://vip.tilb.sze.hu/~wersenyi/index.html>

Tematika

- Digitális jelfeldolgozás alapjai: átalakítás, kvantálási zaj, szűrési feladatok, decimálás, interpoláció.
- Digitális jelfeldolgozási eljárások: futásidő korrekció, jitter-kezelés, mintavételi frekvencia váltása, túlmintavételezés, szűrés, digitális szűrés (FIR, IIR), dither eljárások.
- Hibajavítás és hibajavító kódolás, interpolációs módszerek.
- Bitssebesség-csökkentés alapjai hang és képteknikában: alapvető MPEG hang- és képkódolási ismeretek, MUSICAM, ATRAC. Az MPEG szabvány egyéb rétegei, elemel.
- Digitális hangtovábbítás: a DRM (Digital Radio Mondiale) és a DAB/DAB+ (Digital Audio Broadcast) technika eszközei, módszerei, tulajdonságai, moduláció és hibajavítás.
- Digitális képtovábbítás: a DVB-S/C/T rendszerek tulajdonságai, eszközei, moduláció és hibajavítás. OFDM és SFN (egyfrequenciás hálózatok).
- DVB-S2, DVB-H, S-DMB, T-DMB, WIMAX, 3G. Egyéb szolgáltatások: IPTV, VoD, NPVR, TSTV.
- Internetes, mobil, keskenysávú átvitel alapjai, módszerei.
- Titkosítás, tartalomvédelem.
- A csatorna, közeg tulajdonságai: analóg és optikai kábelek, csőtápvonalak, erősítők/ismétlők, adók/vevők, fejállomások, antennák, set-top-boxok.
- DVB mérések.
- Nagyfelbontású technika, HDTV alapok és rendszertechnika, full-HD.
- Nagyfelbontású hordozók (blu-ray, HD-DVD) és nagyfelbontású kijelzők (LCD, plazma, SED, OLED stb.)
- Szabványok, szervezeti felépítés, nemzetközi és hazai szabályok, törvények.
- Jövő technikái.

Bevezetés

- A „digitális átállás” hangban és képen is aktuális probléma
- Az analóggal szemben a digitális eljárások haszna az alábbi:
 - általában jobb frekvenciagazdálkodás, a drága és szűkös spektrum hatékonyabb felhasználása
 - amelynek következtében adott analóg csatornába több digitális műsort lehet beletenni,
 - ezek minősége változtatható, igényre szabható, de általában megüti, sőt meg is haladja az analóg adások kép- és hangminőségét,
 - a csatorna zavarai, zajai, többutas terjedése, fading és Doppler-hatások ellen jobban védhető,
 - sok járulékos szolgáltatás (adatszórás, EPG, netán Internet) is beleprelhető,
 - a mobil vétel lehetősége biztosítható (ez képműsorok esetén nagy újdonság),
 - kalózkodás elleni védelem, tartalomvédelem, gyerekzár, előfizetéses szolgáltatások bevezethetők,
 - de lényegesen nagyobb költségekkel (különösen a vevő oldalon) nem kell számolni.

Jelenlegi helyzet

- Analóg rádiózás:
 - elsősorban az FM, másodsorban az AM rádiózás
 - a mobil vétel megoldott,
 - a szolgáltatás a hallgatónak ingyenes
 - vagy közszolgálatot hallgat, amiért adót fizet,
 - vagy kereskedelmi adót, amit meg a reklámokból tartanak el.
 - járművekben, autórádiózás, közösségi helységekből.
 - Nincs tervben az AM és az FM sáv felszabadítása és az analóg sugárzás leállítása, feltehetőleg ezért sem terjednek el rohamosan a digitális rádiók (nincs rá számottevő igény).
- Analóg televíziózás:
 - földfelszíni vagy kábeles
 - Magyarország kábel TV-vel jól ellátott
 - Földfelszíni helyett a DVB-T-re átállás zajlik

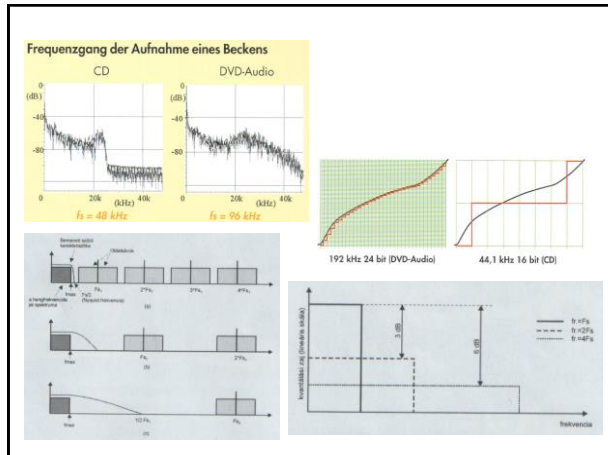
Digitális jelfeldolgozási alapok (ismétlés)

- Cél: számítógép segítségével feldolgozni, kezelni, minőségkonzerválás céljából.
- Hibajavítás, redundancia mindig része.
- Legfontosabb paraméter a minőség mellett a bitssebesség (háttértár ill. sávzélesség igény).
- Shannon-féle mintavételi törvény
 - Mintavétel és kvantálás (kódolás)
- (lineáris) PCM adatfolyamok: WAVE, BMP.
- Tömörítésgény! Veszteséges vagy nem.



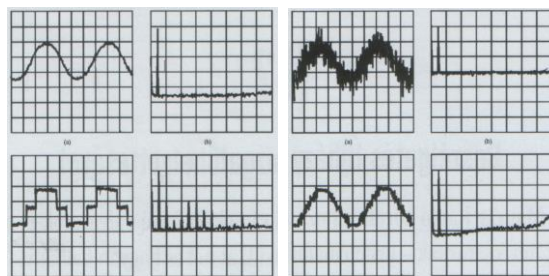
Hangtechnikai alpműveletek

- Stúdiótechnika témaköre, de sok alapeljárást a képtechnikában is meg van.
- 1. Túlmutavételezés (oversampling)
 - Pld. stúdióban 96 kHz
 - Előnyök:
 - Nagyobb sávzélesség
 - Kisebb meredekségű aluláteresztő szűrők (fázisjellegű)
 - Kvantálási zaj csökken a hasznos sávban
 - Hátrány:
 - Nagyobb tárolókapacitás kell
 - Ellentéte az alulmutavételezés (AAF szűrő!)
- 2. Felülkvantálás
 - Pld. stúdióban 24 bit
 - Előnyök:
 - Jobb minőség, nagyobb dinamikatartomány (+6dB javulás 1 bittel)
 - A hallástartomány teljes lefedése
 - Számításoknál még nagyobb bitszámok is lehetnek (32, 64 bites lebegőpontos processzorok)
 - Hátrányok:
 - Nagyobb tárolókapacitás kell
 - Drága az A/D-átalakító
 - Ellentéte az alulkvantálás (kvantálási zaj nő!)



(folyt.)

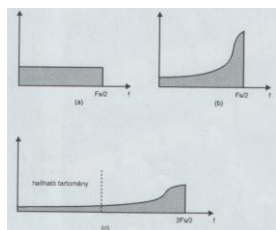
- 3. Dither (zajmoduláció)
 - Véletlen zajt keverve az eredeti analóg jelhez, vagy a már digitalizálthoz, az alulkvantálás hatása csökkenthető a jel/zaj-viszony kárára.
 - Hang- és képtechnikában is alkalmazzuk (lásd később).
 - Azzal, hogy véletlen zajt keverünk a lépcsős jelhez, elrontjuk annak szabályos, lépcsős kinézetét, ezzel csökkenthetjük a „csúnya” felharmonikus spektrumot, ugyanakkor a zaj lerontja a jel/zaj-t. Ez azonban előnyös csere, mert fülünk (és szemünk) inkább érzi a zajt, mint torzítást.
 - Számítási (keverés!) műveleteknél gyakran van bitszámcsökkentés, pld. 24, 32-ről 16-ra!



(folyt.)

- 4. Zajspektrum-alakítás (noise shaping)

Számításokkal a frekvenciában egyenletes eloszlású kvantálási zajt a felső tartományokba transzformálja, így a hasznos tartományban csökken.



Képtechnikai alpműveletek

- A hangtechnikai alpműveletek itt is megtalálhatók, csak gyakran 2D képekre alkalmazzuk (lásd majd az MDCT)
- PCM kép = BMP, pld. fekete-fehér esetben 0000 = fekete, 1111 = fehér, közötté szürkeskála. RGB esetén mindháromra igaz ez.

Számélesség		
1 bit	monokróm	Fekete-fehér
2 bit	4 szín, CGA	2-2 bit
3 bit	8 szín, pld. teletext (TV)	3 bit R, G és B
4 bit	16 szín, EGA, VGA	4 bit
8 bit	256 szín, SVGA	
15-16 bit	High-color	5-5 bites R,G, 6 bites G
24 bit	True-color	8-8-8 bit RGB
„32-bit”	True color plusz 8 bit alpha vagy Z csatorna	

- PCM kép alulkvantálása

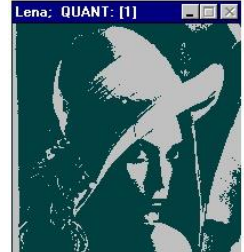


8 bites PCM bemenet

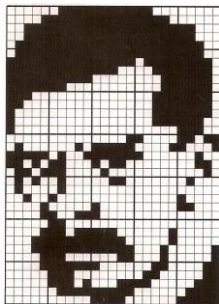


3 bites PCM kimenet

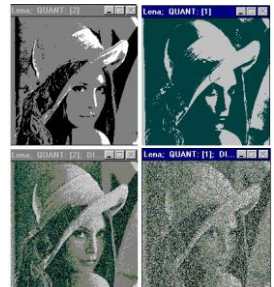
- Az *alulkvantálás* hatása jól látszik: bizonyos világosság-átmenetek eltűnnek, és ál-kontúrok jelennek meg. Bár a fájlméret lecsökken és ez egyfajta tömörítésnek is felfogható, nem túl jó megoldás. Ha a bitszámot 1-re csökkentjük, monokróm képet kapunk. Ez lehet fekete-fehér, amikor a 0 bit a fekete és az 1 a fehér (ún. mid-step kódoló), vagy lehet világos szürke-sötét szürke (mid-riser).



Egybites kép különböző felbontásban



- A kvantálási lépcsők növekedése okozta hiba dither-el javítható. Sokféle eljárás létezik. Az alábbi ábra 2 bites és 1 bites képet mutat (felső sor) dither nélkül, alatta ditherral.



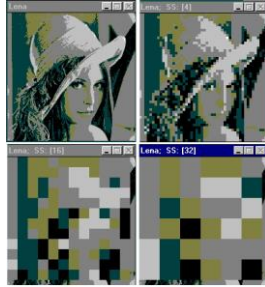
- Csatornahiba: ha az MSB bitet érinti, nagy lehet a hiba (sötétből világos vagy fordítva). Ha LSB bitet, akkor csak egy lépcsőt változik az árnyalat, a hiba nem túl nagy.
- Kép: a csatornahiba 0,5%, azaz átlagosan minden kétszázadik bit hibásodik meg. Alul ditherezett képek.



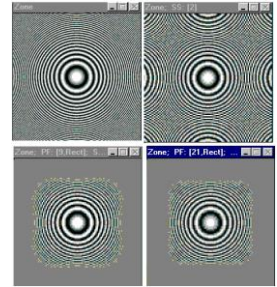
- Ditheres képen, mivel alaphoz is zajos, a kisebb csatornahibavalószínűség nem okoz nagy látható változást.
- A ditherezés színes képre is működik (pld. a Floyd-Steinberg dithering). Ilyenkor a levágott bitek (LSB) információja nemvész el, hanem hozzáadódik a szomszédosokhoz. Pld. 5,4 helyett az 5-t visszük át, a 0,4-et pedig elosztjuk a mellette és alatta lévő pixel között (hozzáadjuk).



- **Alumintavételezés** estén pixelesedés jön létre.
 - nem a méret csökken le, hanem nagyobb pixelek keletkeznek.
 - ha például az eredetileg 200*200 pixeles képben az adatszőkentes faktora 16, akkor minden pixelből egy 16*16 szoros „nagy pixel” keletkezik
 - a maradék 8 nem szenved semmiféle átalakítást (és ez látható lesz a kép alján és oldalán). Egy kis pixel világosságértéke ekkor „öröklődik” a másik 15-re nézve (a bal felső sarokból).

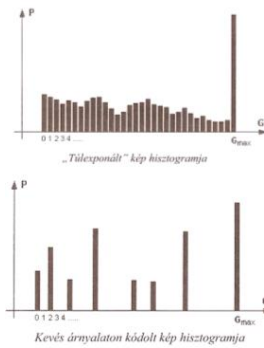


- Az állóképen a nagyfrekvenciás komponenseknek az éles kontúroknak felelnek meg, míg az alacsony frekvenciás komponensek a finom átmenetek, árnyalatok (a homogén kép pedig a DC).
- Amikor nem alkalmazunk AAF szűrőt és megengedjük az al-komponenseket, megjelennek olyan nagyfrekvenciás részek, amelyek az eredeti képen nem voltak meg.
- Amennyiben ezt el akarjuk kerülni az AAF (aluláteresztő) szűrőt alkalmazni kell.



Hisztogram

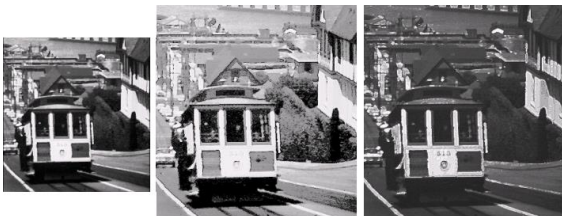
- „Mérőműszer”



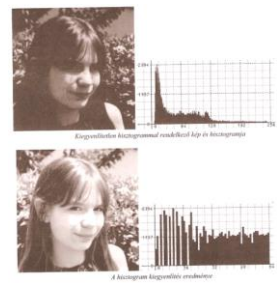
- Kontraszthiba van, ha a teljes fényességi tartomány nincs kihasználva.
- Megoldás: normálás, amikor széthúzzuk azt. Lehet a világos, a sötét részeket külön is normálni (fényességi transzformációk).



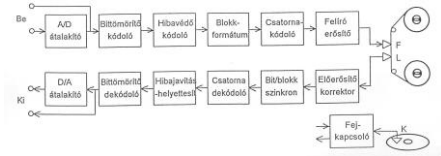
- Bal kép: eredeti, közepén: sötét részek kontrasztjának növelése (bokrok látszanak), jobbra: világos részek nagyobb kontrasztja (szám a villamos elején)



- A histogramkiegyenlítés olyan fényességi leképezés, ami a kép minden fényességi tartományában egyszerre biztosítja a legjobb kontrasztot.
- Cél, hogy egyenletes legyen a histogram, ne legyenek benne csúcsok.



Hibajavítás, átvitel



Blokkvázlat elemei

- A digitális rögzítéskor csak az a cél, hogy kiolvasáskor a bitek helyesen legyenek dekódolva, felismerve. Az időfüggvény torzulásai mindaddig nem lényegesek, amíg ezt hibamentesen megtehetjük.
- A *forráskódolás* más néven bitebességszökkentő tömörítés. Ez azonban nem feltétlen része a rendszernek.
- A hibavédelem, azaz a *hibajavító kódolás* azonban mindenképpen, itt adjuk hozzá a redundanciát a rendszerhez, ami hatékony felhasználást tesz lehetővé.
- A lejátszónak és a dekódernek fel kell ismerni a bitfolyamban a struktúrát, így minden digitális rögzítő használ valamilyen blokkformátumot, keretszerkezetet, szinkronizálást, jelezőbiteket, ami a kiolvasást lehetővé teszi a hatalmas 1-0 folyamatban.
- A *csatornakódoló* feladat nem a „normál” hibajavítás, hanem az előállított bitfolyam (bitstream) hordozóhoz illesztése. A csatornakódoló (vagy más néven csatorna moduláció) egy a hordozótól függő járulékos hibajavítás.

Hibafajták

- Az első, az ún. *egyszeri* vagy *véletlen* hiba, amikor az átvitel során a zaj vagy más hibaforrás miatt egy-egy bit vagy szimbólum hibásodik meg.
 - Sokféle hatékony hibajavító kódolási eljárás létezik, melyek bizonyos számú bithibát képesek felismerni és/vagy ki is javítani.
 - Az RS-kódok több bitnyi vagy bájtnyi hibát is képesek kijavítani, melyek véletlenszerűen fordulnak elő a jelfolyamban.
 - Az RS-kódok ún. szószervezésű, szisztematikus kódok.
- A hibák másik tipikus csoportja a *hibacsomó* vagy *burst*. Ilyenkor jellemzően nem egy-egy minta sérül meg, hanem csomószerűen sok egymás utáni.
 - Jellemzője, hogy rövid ideig tartó zavar (pld. a rádiós összeköttetésben vagy egy karcolás a CD lemezen) sok egymás utáni mintát fog hibássá tenni. Ezt az RS-kód, vagy általában az egyedi hibákat javító kód nem képes kezelni.
 - A védekezés ellene az ún. keresztaszóvés vagy interleaving. Az elv egyszerű: nem időfolytonosan visszük át/rögzítjük a mintákat, hanem „szétszórjuk” azokat.
 - A nyereség abból adódik, hogy ha ezután egy burstos hiba történik, pld. megkarcolódik a lemez, akkor nem egy kupacban lesznek hibák, hanem a sorrend visszarendezése után ezek szétesnek egyedi hibákká! Ezeket pedig a RS-kód már képes kijavítani.
- **A kettő tehát együtt hatékony (deinterleaving *ostán* RS dekóder) !!!**

Digitális hangműsorszórás

- 3. Digitális hangműsorszórás
 - 3.1 Forráskódolás alapja
- 3.2 Rádiózás
 - 3.2.1 Digitális adatok FM-ben
 - 3.2.2 DAB, DAB+
 - 3.2.3 DMB
 - 3.2.4 DRM
 - 3.2.5 Internetrádiók
 - 3.2.6 HD Radio
 - 3.2.7 Tv-k digitális kísérőhangjai

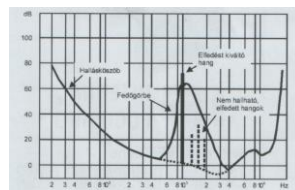
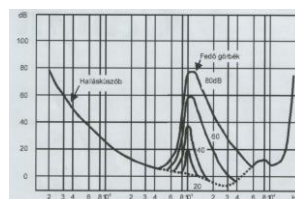
Forráskódolás

- Veszteséges, 80-90% hatásfok
- CD 768 kbps/csat lemegey
- A hangkódolás alapja kettős:
 - részsáv kódolás, amikor a hangjelet több részsávra osztjuk és a maszkolt (elfedett) részeket nem visszük át.
 - transzformációs kódolás, amikor DCT-vel (lásd később) a frekvenciatartományba transzformáljuk a bemenő jelet, és ott végzünk szűrést.
 - hibrid kódolás, mely mindkettőt egyszerre alkalmazza.

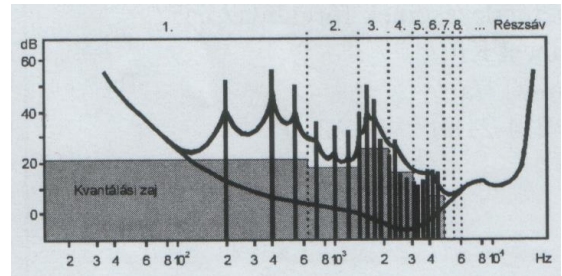
A MUSICAM részsáv kódolást, az ASPEC transzformációs kódolást, az MPEG mindkettőt alkalmazza (az mp3 inkább a transzformációt).

- Az MPEG hang alapja a fül tökéletlenségén alapul: *elfedés* az idő- és frekvenciatartományban. Ehhez a kódolónak analizálnia kell a beérkező hangot egyrészt az időtartományban (start, stop, rövid, hosszú időablakok), másrészt a frekvenciatartományban (FFT, MDCT).

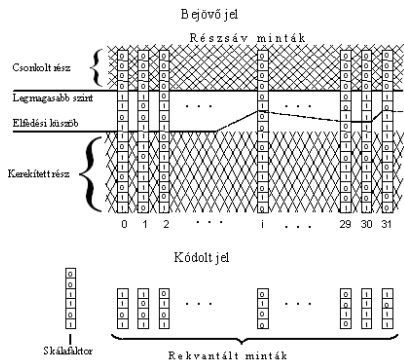
- Hangelfedés



- A kvantálási zaj megnövekedése = nem lineáris torzítás (bitszámszökkenés)
- A kódoló a bejövő jelet két ágra szétosztja: az egyik az FFT-re megy, amely finom frekvenciafelbontás mellett meghatározza az adott időablakhoz tartozó spektrumot és abból a dinamikus (aktuális) elfedési görbéket.
- A másik ágon egy szűrőcsoport részsávokra bontja a jelet és előfordulhat, hogy egy részsáv teljesen elfed egy másikat: ekkor utóbbit nem kell átvenni. A másik módszer, hogy egy adott részsáv mintáit újrakvantáljuk kisebb bitszámon addig, hogy az így megnövekedett kvantálási zaj ne legyen hallható. Ezt általában akkor alkalmazzuk, ha az adott részsáv nincs elfedve és „kilóg” az elfedési görbe fölül.
- A hallásküszöb alatti dolgokat sem kell átvenni, itt is lehet újrakvantálást végezni. Ennek analízisa a „psichoakusztikus modell” feladata.
- A végén járulékos adatszőkkelés (Huffmann- vagy futamhossz kódolás – lásd később) is alkalmazható. Vannak tisztán részsáv, tisztán transzformációs és hibrid kódoló is

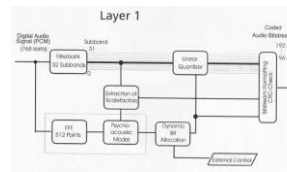


• Csonkolás felülről (skalafaktor) és alulról is



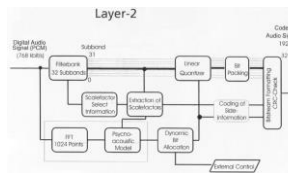
MPEG1 layer 1

- Az eljárás során ún. részsávokra bontjuk a beérkező hangot, mégpedig 32 darab 750 Hz-es sávra 0-24 kHz-ig. Ezek azonos szélességű sávok 0-750 1500 Hz-stb... 24000 Hz-ig.
- Az FFT után minden egyes részsávhoz meghatározza az ún. dinamikus hallásküszöböt (elfedési görbét), azaz azt az érvényes aktuális hallásküszöböt, amit a zene által elfedésből kiszámolt.
- A skalafaktorok lesznek azok az információbitek, amelyek hordozzák ezt az információt. Ennek segítségével a bitek „újrakódoltatása” (dinamikus rekvantálása) következik be.
- Minden részsávhoz külön kódoló van, amely vagy teljesen elnyomja a részsávot vagy kevesebb bitet oszt ki neki (csonkolás). A skalafaktor normálja az összefogott (12 minta) összes elemét a leghangosabb alapján (felülről csonkolás).
- Bitfolyam formázás: szabványos keret és sebességet ad neki, ellátja CRC ellenőrző kóddal is.



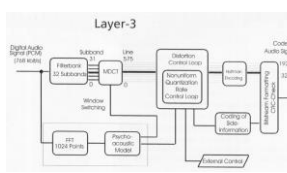
MPEG1 layer 2

- A Layer-2 valamivel fejlettebb és jobb, hiszen 1024 pontos FFT-t használ, valamint a skalafaktorok kezelése is javult: különböző skalafaktorokat lehet köztani kis, közepes és nagy frekvenciartományok számára.
- Az adatokat nagyobb csoportokban kódoljuk. A kereteket 3*12*32 mintából készíti egy csatornára, ami 1152 mintát jelent. A Layer 1 tizenkét mintát fog csoportba alsómonként, míg a Layer 2 háromszor ennyit.
- Mind a Layer 1 és Layer 2 részsáv-kódolást alkalmaz tehát (egyikben sincs MDCT blokk).
- Nagyon figyeljünk arra, hogy egy teljesen elfedett részsávba eső komponens lehetséges, hogy egy korábbi el nem fedett részsáv felharmonikusja. A harmonikus összetevőket nem lehet kihagyni, a nem harmónikusokat igen.
- A kvantálási zaj egyenletesen oszlik meg egy időablakban, sem a túl hosszú, sem a túl rövid nem jó, ezért léteznek különböző ablakok a szám elején (start) és végén (stop), illetve közben.



MPEG1 layer3 (MP3)

- A minőség javítására beépítettek egy MDCT algoritmust
- Elvben, ha transzformációs kódolást alkalmazunk, a részsáv-bontáshoz nincs is szükség szűrőkre. A szűrőszelést helyett, amely csak 32 kimeneti adatot szolgáltatott, az MDCT 256-576 teljesítményértéket produkál, ez sokkal jobb felbontás. A fenti újrakvantálást ezeken végezzük és ezeket az értékeket változtatjuk meg (Dolby AC3 ezt teszi).
- Az MP3 hibrid kódoló, mindkét módszert beveti. Először a szűrőblokk durván szétválogatja a komponenseket, és ezután jön a finomabb MDCT.
- A „bit packing” helyett egy Huffman-kódoló szerepel. Ez a kódoló a fix kódszavak helyett változó hosszúságú szavakat használ: a gyakoribban előfordulókat rövidebb, a ritkábbakat hosszabb kódszóval írja le.
- A torzításvédelmi hurok visszacsatolásán révén ellenőrzi, hogy a csonkolás eredményeként lett-e torzítás vagy nem, ha igen, visszaléphet egy csonkolási lépést.



Rádiózás

- Az MP3 kódoló nyitott, azaz mindenki tetszőlegesen tud hozzá „belső” készíteni
- Ami szabványos az eljárásban az a bitfolyam kerete, felépítése és a sebesség (128, 160, 192, 256 stb. kbps). Az új kódolók képesek VBR (variable bit rate) kódolásra is, azaz időablakonként változó bitrátát alkalmazni.
- A végén előálló minták egymással szorosan kapcsolt kódba kerülnek, utólagos feldolgozás, editálás, vágás nem lehetséges, ahhoz előbb dekódolni kell az MP3 fájlt – ez viszont veszteséggel jár.
- A különböző tömörítők sem kompatibilisek egymással, MP3 fájlokat, ATRAC (MiniDisc) vagy MUSICAM (DAB) kódolókat csak dekódolás után lehet a PCM tartományban összekapcsolni. A többi veszteséges kódoló is a fentiekhez hasonló elven működik.
- Többcsatornás esetben a csatornák közötti korrelációt is vizsgáljuk és hagyjuk el, ha lehetséges (MPEG2).

- **Cél:**
 - Jobb sávkihasználás
 - Jobb minőség
 - Legelterjedtebbek:
 - DAB, DAB+ (létezősültség?)
 - DMB
 - DRM
 - TV-k kísérőhangjai

Digitális adatok FM-ben

- RDS (Radio Data System): megjeleníthető az idő, előadó- és programinformáció, telefonszám stb. az ezzel kompatibilis vevőkészülék kijelzőjén. Az 57 kHz-es segédhangvívót használják adatátvitelre 1187,5 bps mellett, hibajavítással együtt. A legfontosabb információk ebben:
 - **AF:** Alternative Frequency (alternatív frekvencia): megengedi a vevőkészüléknek a másik frekvenciára való váltást
 - **EON:** Enhanced Other Networks („kiterjesztett egyéb hálózatok”): mindig a vevőkészülék felügyeli a másik hálózatokat vagy állomásokat forgalmi információkért, és automatikusan áthangolja arra az állomásra ideiglenesen.
 - **PI:** Program Identification (program-azonosító): ez egy egyedi kód, ami azonosítja a rádióadót.
 - **PTY:** Program Type (programtípus): 31 előre meghatározott kódot tartalmaz. Például Európában: PTY1: hírek, PTY6: dráma, PTY11: rockzene. Lehetővé teszi a műfaj szerinti adókeresést.
 - **PS:** Program Service (programszervíz): egy nyolc karakteres statikus vagy dinamikus jel, ami az állomásnevet képviseli.
 - **RT:** Radio Text („rádiós szöveg”): ezzel a rádióállomások közvetíthetnek egy 64 karakteres, szabad formájú szöveget, ami lehet például egy szlogen vagy a jelenleg játszott dal címe.
 - **TA, TA:** az adás leállítására vagy egy fontos közlemény alatt a hangerő felemelésére vagy a magnó/CD lejátszás felfüggesztése. Sőt, egyes autók a memóriába a háttérben eltárolják az utolsó pár ilyen bejelentést.

DAB (Eureka 147)

- **Digital Audio Broadcasting**
 - leginkább Angliában és Európában terjedt el.
 - több adó, mely érzékenyebb a zajokra, zavarokra, fadingre, csatorna egymáshatásra, többutas terjedés hatásaira.
 - a minőség CD minőség is lehet(ne), bár az angliai adók 128 kbps MP2-vel kódolva rosszabbak, mint az analóg FM.
- Egy újabb, fejlettebb verzió 2007 februárjától létezik, ez a **DAB+**.
 - Ehhez újabb vevő kell
 - Hatékonysága duplája a réginek, mert az alkalmazott AAC+ eljárás jobb, és akár 64-96 kbps mellett is magas hangminőség érhető el (multichannel is lehet). Ezentúl Reed-Solomon járulékos hibajavítás is van, amitől robusztusabb: 8-10 zenei vagy 25-30 prózai adás elfér
 - Budapest A multiplex, VHF 222,064 MHz DAB+, 8 adó (64-96 kbps)
- DAB-nál a rádiók automatikusan behangolják az elérhető állomásokat (listába rendezve), és van valós idejű adatszolgáltatás is (szám cím, műfaj, trafipax), hasonlóan az RDS-hez, néhány készülékben lehetőség van ideiglenes tárolásra is (szünet funkció, és folytatás).
- Minőségromlás általában nem áll be a vételkörzeteknél, de a digitális jelnek megszokott összeomlás bekövetkezhet.
- Szöveges adók, hírek, időjárás monoban (és alacsonyabb sebességgel) is mehet.
- A DAB lefedettség elég alacsony és drága rendszer az FM-hez képest, nem nagyon van rá igény.
- Mivel a DA átalakításhoz a vevőben több energia kell, mint az FM dekódoláshoz, a mobil vevők eleme hamarabb lemerül.

- A DAB tipikusan a 174-240 MHz-es sávban megy vagy az L-sávban (USA), ami 1452-1492 MHz
- Négy üzemmóddja van (de a vevő mindet ismeri):
 - Mode I for Band III, Earth
 - Mode II for L-Band, Earth and satellite
 - Mode III for frequencies below 3 GHz, Earth and satellite
 - Mode IV for L-Band, Earth and satellite
- A régi DAB pontozott konvolúciós kódot használ hibavédelemre, a kevésbé fontos adatok kevésbé vannak védve. A DAB+ Reed-Solomon kódot használ külső kódolóknak, ezen belül van a szokványos belső kódoló (ugyanaz mint a DAB-nál). A külső kódolás része a bájtt-alapú (viszonylag mély) átszöves, melyet a RS dekóder megpróbál a deinterleaving után kijavítani.
- Moduláció OFDM és digitális QPSK. Mode I-ben 1536 alvívó van, párhuzamosan sugározva. 1 kHz-es alvívó sávszélesség mellett, 1 msec a hasznos szimbólumidő. A teljes OFDM sávszélesség 1537 kHz. A védőintervallum 246 usec, azaz a teljes szimbólumidő 1,246 msec. Ez kb 75 km-es adótávolságot ad ki SFN esetén.

DAB+ itthon

- 1995-2008 DAB volt, azóta DAB+
- 3 azonos frekvenciájú adó látja el Budapest 50 km-es körzetét
- 2011-től hét csatorna hallgatható
- Elvben az AH egész országra ki kellene terjedje a vételt (2013 novemberétől)
 - Négy frekvenciát használna (Győr pl. 12D jelű 229,072 MHz)
 - Regionális rádióknak is lenne hely
- RDS-en túli szolgáltatások:
 - DLS (Dynamic Label Service): előadó, szám cím stb
 - EPG (amivel felvétel programozható SD kártyára pl.)
 - SLS (Slideshow service): képek, borító megjelenítése
 - TPEG: pontos közlekedési helyzetinfó
 - Announcements: vészhelyzetek jelzése

DMB

- A DMB (Digital Multimedia Broadcasting) szabvány tartalmazza a DAB-hoz kapcsolódó szolgáltatásokat, amelyek alkalmasak mobil vételre, mivel támogatják az MPEG4 AVC és WMV9 videókodeket.
- Egy DMB videó a csatorna könnyedén hozzáilleszhető bármely DAB átvitelhez, Koreában pld. MP2 hangmód mellé illesztik a DMB videót.
- A DMB európai technológia, mely digitális rádiózás mellett multimédiatartalmat (képet, adatot) is továbbíthat mobil vevőkészülékekre. Kifejlesztése dél-koreai.
- A működés lehet műholdas (S-DMB) vagy földi (T-DMB) és mutat némi hasonlóságot a DVB-H-hoz.
- T-DMB esetén a VHF (III. sávot) és az L-sávot használják, mint a DAB (lásd feljebb). Videóhoz MPEG4/H.264 kóder kell és MPEG4-Part 3 vagy AAC V2 a hangkódolóhoz. A vevőben van MPEG2 TS demultiplexer.
- Koreában a T-DMB 7 TV, 12 rádió és 8 adatsatornát sugároz, összesen hat multiplexben a VHF csatornában. Az S-DMB rendszerükben 15 TV, 19 rádió és 3 adatsatorna van, de előfizetéses alapon az utóbbi. Vevőket beépítik a kocsiba, mobilokba, hordozható eszközökbe, sőt laptopokba is, mára 14 millió vevőt adtak el és a telefonok 40%-a kompatibilis a rendszerrel.

DRM

- A DRM (Digital Radio Mondiale) olyan digitális rádiótechnika, amely a jelenlegi AM analóg sávban működik, leginkább rövidhullámon (de közép és hosszuhullámon is mehet). Több adó lehetséges, jobb minőség ugyanakkora csatornasávzélesség mellett, mert különböző MPEG4 kodeket használhatunk.
- Ugyanez a neve a nemzetközi konzorciumnak is, mely a közvetítő szerepet ellátja. A lényeg, hogy míg a sávzélesség limitált és drága (különösen a frekvenciaspektrum alján), addig a számítástechnikai kapacitás olcsóbb, így nagy számításigényű dekódolás és tömörítés megoldható.
- A DRM minősége az FM-hez hasonló, de 30 MHz alatti sávban használható és így a terjedés messzire megoldható. Mindehhez a már meglévő AM technika egy része megtartható (adók, antennák), de a fading ellen érzékenyebb. A DRM+ a VHF sávban fog üzemelni, nagyobb sávzélesség mellett majdnem CD minőségű hanggal, sőt, egy alacsony sebességű mozgóképpel is belefér.
- A hang mellett adatot is lehet továbbítani, mint az RDS.

- Eleinte a DRM vevők tipikusan számítógépek voltak, de már kaphatók asztali készülékek is.
- Hasznos bitráta DRM-ben 6,1 kbps-től (Mode D) 34,8 kbps-ig (Mode A) terjed, egy 10 kHz-es csatornában. Lehetőség van 20 kHz-esben 72 kbps-t is elérni.
- Az alábbi forráskódolási eljárásokat használják:
 - MPEG-4 HE-AAC (High Efficiency - Advanced Audio Coding). AAC egy érzeti kódolás zenéhez és beszédhez, és a High Efficiency egy opcionális kiterjesztés a nagyfrekvenciák rekonstrukciójához. 24 kHz vagy 12 kHz mintavételei frekvencia használható.
 - MPEG-4 CELP csak beszédhez (vocoder), de robusztus kis bitsebesség mellett is.
 - MPEG-4 HVXC ugyanaz de még kisebb bitsebesség mellett, mint a CELP.

- A moduláció **COFDM** (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), ahol minden vivő **QAM** (64, 16 vagy 4QAM) változtatható hibajavítással.
- Négyféle profil van:
 - A: Gauss-zajos csatorna kis többutas terjedéssel és Dopplerral. Lokális és regionális adóknak.
 - B: Többutas terjedésű csatorna. Közepes távolságú átvitel, a leggyakoribb mód.
 - C: mint a B, de Doppler ellen jobban véd (nagyobb alvivő távolság). Nagy távolságú átvitelhez.
 - D: mint a B, de ellenállóbb a késleltetések és szóródások ellen. Nagyon nagy távolságú átvitelhez. A hasznos bitsebesség itt kicsi.

Mode	OFDM alvivő táv (Hz)	Vivőszám				szimbólumhossz (ms)	GI hossz (ms)
		9 kHz	10 kHz	18 kHz	20 kHz		
A	41.66	204	228	412	460	26.66	2.66
B	46.88	182	206	366	410	26.66	5.33
C	68.18	*	138	*	280	20.00	5.33
D	107.14	*	88	*	178	16.66	7.33

Védelni osztály	A (9 kHz)	B (9 kHz)	B (10 kHz)		C (10 kHz)		D (10 kHz)	
	64-QAM	16-QAM	16-QAM	64-QAM	16-QAM	64-QAM	16-QAM	64-QAM
0	19.6 kbit/s	7.6	8.7	17.4	6.8	13.7	4.5	9.1
1	23.5	10.2	11.6	20.9	9.1	16.4	6.0	10.9
2	27.8	-	-	24.7	-	19.4	-	12.9
3	30.8	-	-	27.4	-	21.5	-	14.3

HD radio

- AM és FM rádióadók digitális hangot is továbbítanak az analóg jellel együtt (simulcast) ugyanabban a csatornasávzélességben.
- Angolul IBOC-nak rövidítik (In-Band On-Channel) az eljárásokat, melyek ugyanabban a sávban simulcast továbbítanak analóg és digitális rádióadatot. A lényeg, hogy bár a digitális adat használ újabb alvivőt vagy oldalsávot, de csak „hozzá van csapva” az analóghoz és nem kell megsérteni a szabványos kiegészítőket (persze ezzel átlóghatnak a szomszéd csatornába, vagy FM esetén a sztereórdó való lemondással járhat)
- A DRM is az IBOC-családba tartozik, de a DAB nem.
- Bár a HD radio szolgáltatás ingyenes, új vevőre szükség van, mára több ilyen adó van mint az összes többi digitális rádiózás összesen. A „HD” hibrid digitálist jelent, nem high-definition-t, habár 5.1 hangot is lehet vele továbbítani.
- COFDM-t használ ez is, de a kódolási módszer neve HDC, ami nem kompatibilis az MPEG4-el, és egyszer kell egy jogdíjat fizetni az adóknak. Ha a digitális rész elveszik, vagy nincs, a vevő analóg módra kapcsol vissza. Metadata átvihető. A sebesség általában 20 kbps.
- AM sáv esetén 20 kHz-el gazdálkodhatunk (az USA-ban), a használt kodekkel kb. FM minőségű, 15 kHz-es sávzélességű hangot lehet átvenni.
- Legtöbbstör a robusztusabb 40 kbps verziót használják a 60 kbps helyett. Lehetséges csak digitálisban is adni, ekkor rossz vétel esetén nem analógba kapcsol, hanem 20 kbps módba. Az AM adók távolsága az USA-ban 10 kHz, Európában 9 kHz, ha hibrid módban adnak, a digitális adat „átlóg” a szomszéd csatornába. Ez, alacsony jelszinteknél nem okoz zavaró hatást (fehérzajszerű sutyorgás).

SBR

- Az FM hibrid adásmód négy üzemmódot ismer: kb. 100, 112, 125, or 150 kbit/s veszteséges tömörítést. A csak digitális mód elérheti a 300 kbps-t is (surround mód), és vételromlóskor 25 kbps módba „esik vissza”.
- Sávszélességet nézve láthatjuk, hogy az USA-ban az analóg FM adók 130 kHz-es sávjához 260 kHz spektrumot foglalnak el. 15 kHz a mono modulációs sávszélesség, a többi a sztereó, RDS stb. Hibrid módban a ± 130 kHz analóg sávszélesség mellé jön egy extra ± 70 kHz a digitális jelnek ami összesen 400 kHz. A teljesítmény arány 100:1-hez az analóg javára, de javasolják ennek 10 dB-es javítását (90:10), ami erősen javítja a digitális minőséget. A szomszédos sávba való átlógás épp ezért itt sem komoly gond.
- Európában, ahol a DAB és a DRM elterjedtebb, a szabályozás nehezebben oldható meg. A DRM nagyon hasonló az AM HD-hez paramétereit tekintve. DRM bitsebességek azonban erősen függenek a napszaktól és (a DAB-hoz meg a HD-hez hasonlóan) rövidül a besugárzási távolság hibrid módban (az analóg AM-hez képest), rossz vételi viszonyok kocsiban és épületekben, és interferencia más csatornákkal.
- Az IBOC-hoz tartozik még a CAM-D eljárás is (Compatible AM Digital), amely a magas frekvenciákat, amelyek hiányoznak az AM sávszélességből extra digitális kódal adják hozzá az analóg AM jelhez, amely a szomszédos adót alig zavarja. Viszont ez nem működik együtt az AM sztereóval, kevés a vevőkészülék hozzá, és feltehetőleg piacilag nem állja meg a helyét a HD rádióval szemben.

- A spectral band replication (SBR) eljárás bármely audio kodekhez használható. A kodek az alacsony- és a középfrekvenciás tartalmat viszi át, mialatt az SBR nagyfrekvenciás tartalmat hoz létre úgy, hogy felharmonikusokat transzformál az alsóbb részekből a dekóderben. Némi információ ehhez a rekonstrukcióhoz átvihető (spektrumburkoló).
- Az ötlet onnan van, hogy a hallás a nagyfrekvenciás információt kevésbé pontosan dolgozza fel, így ezek a harmonikusok létrehozása csak érzékelési szempontból jelentős, nem pedig matematikailag egzakt.
- Ezt használja az mp3PRO eljárás is. Amennyiben ez a plusz info elveszik vagy nem dekódolható, a végeredmény lehet rosszabb minőségű (aluláteresztő jellegű).

TV-k digitális kísérőhangjai

- Az egyik legismertebb ilyen kísérő hang a NICAM (Near Instantaneous Companded Audio Multiplex). Az egyik kezdetleges formájú veszteséges tömörítési eljárás, melyet a 70-es években pont-pont összeköttetésekre találtak ki (a műsorszóró hálózatban belül). A mono kompatibilitás végett egy alívót használnak a hangvívó mellett, azaz az analóg FM tévéhang is megmarad. Négy üzemmódja van:
 - egy digitális sztereó sáv
 - két mono digitális (bilingual)
 - egy digitális mono és egy 352 kbps adatsztornára
 - egy 704 kbps adatsztornára
- A NICAM adatsztornák is védett az átviteli hibákkal szemben, a felső határfrekvencia 15 kHz, de a 14 bites PCM hang 10 bitesre van tömörítve. A kisugárzási szint 20 dB-vel kisebb a NICAM számára, mint a képvívó (az FM hang -13 dB). A modulációs QPSK.
- A legismertebb sokcsatornás hangszó a Dolby Digital, amely szabvány szerint 5.1 sávot hozdó bitstream formátumban, néhány száz kbps sebességgel. A HDTV adásokhoz és műholdról gyakran érkezik már ilyen kísérőhang, sokszor fizetés csatornához (filmek), és a dekódoláshoz külső házimozi erősítőre van szükség, digitális kapcsolattal.
- Az MPEG2 szabványban is van multichannel 5.1 szolgáltatás, de ezt ritkán alkalmazzák...
- Léteznek egyéb, a tévénél nem alkalmazott veszteséges, de jobb minőségű sokcsatornás hangformátumok, mint a dts vagy az SDDS. Ezek DVD lemezekre és a moziban hallatók, sőt, 6.1, 7.1 rendszerek is léteznek. A HD technika és a Blu-ray lemezek a HDTV-t meghaladó képfelbontást és hangminőséget garantálnak.

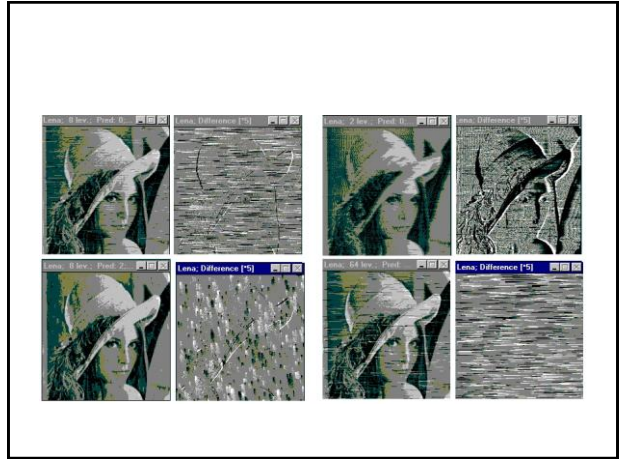
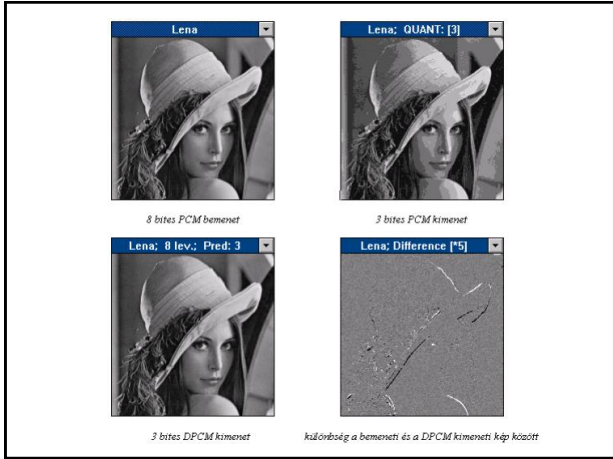
Digitális képműsorszórás

- Veszteséges tömörítés kell, mert SDTV-HDTV 270-800 Mbps sebességű.
- Ekkor: 13,5 MHz Y*10 bit+ 6,75 MHz Cr*10 bit + 6,75 MHz Cb*10 bit = 270 Mbps.
- Forráskódoláskor az emberi szem tulajdonságait használjuk ki
 - szemünk a nagyfrekvenciás képtartalomra érzéketlenebb. Ilyenek az éles kontúrok, átmenetek, élek a képen vagy a sűrű csíkozás.
 - kép esetén is meg kell keresnünk a képen (2D-ben) a szemük számára kevésbé észlelhető nagyfrekvenciás részeket, és az azokhoz tartozó komponenseket kevesebb bittel leírva direkt elronthatjuk a kvantálási lépcsőket.
 - DCT transzformáció (JPEG)

DPCM

- Differenciális PCM, nem veszteséges eljárás elvben
- A PCM kódolók nem használják ki azt a tény, hogy „normális” képek esetén a szomszédos minták egymással korreláltak, hasonlóak.
- A differencia, a különbség átvitelén és tárolásán alapul. Ilyenkor nem az átvendő minta (pixel) értékét kódoljuk, hanem csak egy ún. hibajelét. Ez a hibajel egy predikció, előrejelzéses becslés eredménye. Az aktuális (átvitelre szánt) minta értékét megbecsüljük az öt megelőzőkből (vagy környezetében lévőkből).
- Minél több, távolabbi mintát használunk fel a becslésre, annál jobb lesz a minőség és annál több számítási időt fog igénybe venni.
- Kvantálásra és átvitelre ekkor a „predikciós hiba” kerül

- DPCM esetén két hibával kell számolnunk a rekonstrukciónál:
 - Ha a bemenő jel túl gyorsan (nagyon) változik, a kvantáló nem fogja tudni követni azt.
 - Ellentétben a PCM kódolással, az esetleges bithibák itt „öröklődnek” és magukkal viszik a predikciós folyamatban pixelről-pixelre (error propagation): nem csupán az adott megbecsült pixel romlik el, hanem azok is, amelyeket majd ebből fogunk predikálni. Ez a képen erősebb „foltosodásban” mutatkozik meg, ellentétben a PCM képek apró pixelhiba-pöttyeivel.



JPEG alapok

- DCT, amely egy 2D Fourier-transzformáción felel meg, célja hogy a pixelek értékét (az „időfüggvényt”) a képfrekvenciák tartományába transzformálja
- A DCT után látjuk mely alafüggvényekből mennyit kell vennünk, csak itt az alafüggvények nem 1D szinusz hullámok, hanem 2D megfelelők.
- A DCT-ben csak koszinusz tagok vannak, kétszer annyi, mint az FFT után lenne, és azok az alafrekvencia felének egész számú többszörösei. Ennek értelme, hogy nem lesz komplex a spektrum, nincs fázisinformáció, csak amplitúdó, de ez nem felel meg pontosan az FFT-vel kapott amplitúdó karakterisztikának.

$$C_x(k_1, k_2) = \begin{cases} \sum_{n_1=0}^{M_1-1} \sum_{n_2=0}^{M_2-1} 4[x(n_1, n_2)] \cos\left[\frac{\pi}{2M_1} k_1 (2n_1 + 1)\right] \cos\left[\frac{\pi}{2M_2} k_2 (2n_2 + 1)\right] & \text{if } (k_1, k_2) \neq (0, 0) \\ 0 & \text{if } (k_1, k_2) = (0, 0) \end{cases}$$

DCT alafüggvények

2-dim. DCT

255	0	255	0	255	0	255	0
0	255	0	255	0	255	0	255
255	0	255	0	255	0	255	0
0	255	0	255	0	255	0	255
255	0	255	0	255	0	255	0
0	255	0	255	0	255	0	255
255	0	255	0	255	0	255	0
0	255	0	255	0	255	0	255

32640	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	890.2	0	625.4	0	936	0	265.8	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	625.4	0	797.9	0	1104	0	3144	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	936	0	1104	0	1452	0	4705	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	265.8	0	3144	0	4705	0	13399	0	0

- A JPEG kóder blokkvázlata
 - Minden 8x8-as pixelmátrix át megy a DCT kódolón, amelynek kimenete szintén egy 8x8-as mátrix, csak nem „időfüggvénytájakat”, hanem a térfrekvenciás komponensek (alafüggvények) együtthatóit tartalmazza. Jegyezzük meg jól, hogy ez a transzformáció nem veszteséges! Sőt, az eredetileg 64 darab 8 bites pixelértékek helyett most 64 darab 11 bites számot kapunk
 - A veszteséges tömörítést, az újrakvantáláskor végezzük, amikor ezeket a 11 bites számokat kevesebb bittel írjuk majd le.
 - Ha az is kész, egy redundancia-kódolóval futamhossz-kódolást valósítunk meg (ez is veszteségmentes lépés, ZIP).

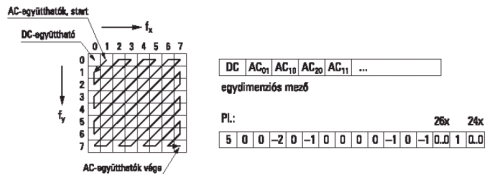
- Kvantálási táblák
- A bal oldali az Y, a jobb a C jellekhez tartozó kvantálási tábla. Ezekkel a számokkal kell leosztani a lehetséges szinteket. Pld. Y esetén ez a szám 16. Eredetileg 2^{11} darab szintet tudnánk 11 bittel leírni, azaz 2048 darab lépcsőnk van. $2048/16 = 128$, amihez tehát hét bit elégséges, máris nyertünk 4 bitet úgy, hogy a szemünk a különbséget nem fogja látni. Ha a jobb alsót tekintjük, ott $2048/99 = 21$ szint, ehhez öt bit elég a 11 helyett.
- Ez a veszteséges lépés a kódolás során! Figyeljük meg a kvantálási táblákat, hogy nőnek a osztóértékek a nagyfrekvenciák felé.

	f_x									f_x							
f_y	15	11	10	16	24	40	51	61		17	18	24	47	99	99	99	99
	12	12	14	19	28	58	60	55		18	21	28	66	99	99	99	99
	14	13	16	24	40	57	69	56		24	26	56	99	99	99	99	99
	14	17	22	29	51	87	80	62		47	66	99	99	99	99	99	99
	18	22	37	56	68	100	103	77		99	99	99	99	99	99	99	99
	24	35	55	84	81	104	113	92		99	99	99	99	99	99	99	99
	49	64	78	87	103	121	120	101		99	99	99	99	99	99	99	99
	72	92	95	98	112	100	103	99		99	99	99	99	99	99	99	99

139	144	149	153	155	155	155	235.6	-1.9	-12.1	-32	2.1	-1.7	-2.7	-1.9	16	11	10	16	24	40	51	61	
144	151	153	155	159	156	156	-22.6	-17.5	-4.2	3.2	-2.9	-0.1	0.4	-1.2	12	12	14	19	28	58	60	55	
150	156	160	163	168	158	156	156	-10.8	-8.3	-1.6	1.6	0.2	-0.8	-0.6	-0.1	14	13	16	24	40	67	69	58
158	161	162	160	160	159	159	159	-7.1	-1.8	0.2	1.5	0.8	-0.1	-0.0	0.3	14	17	22	29	51	87	80	62
158	160	162	162	160	159	155	155	-0.8	-0.8	1.5	1.6	0.1	-0.7	0.8	1.3	18	22	37	56	68	100	103	77
181	181	181	181	180	180	180	180	-1.8	-0.2	1.6	-0.3	-0.8	-1.5	1.0	-1.0	24	35	55	84	81	104	113	92
182	182	181	183	182	180	180	180	-1.3	-0.4	-0.3	-1.9	-0.3	1.7	1.1	-0.8	49	64	78	87	103	121	120	101
182	182	181	183	183	180	180	180	-2.9	-1.5	-3.8	-1.8	1.8	1.2	-0.6	-0.4	72	92	95	98	112	100	103	99

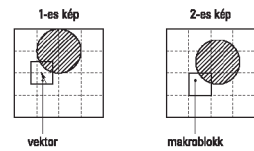
eredeti kép minitái								DCT- együtthatók								kvantálási tábla							
a)								b)								c)							
15	0	-1	0	0	0	0	0	240	0	-10	0	0	0	0	0	144	148	148	152	154	156	158	158
-2	-1	0	0	0	0	0	0	-24	-10	0	0	0	0	0	0	148	150	152	154	156	158	158	158
-1	-1	0	0	0	0	0	0	-14	-10	0	0	0	0	0	0	156	156	157	158	158	167	166	166
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	161	161	162	161	160	157	155
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	163	164	163	162	160	158	156
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	184	184	184	182	180	159	157
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	181	182	182	182	181	159	158
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	158	161	161	162	161	159	158
kvantált együtthatók								inverz kvantálás utáni együtthatók								rekonstruált minitái							
d)								e)								f)							

- Már csak egy lépés van hátra: a futamhossz kódolás.
- Ha okosan olvassuk ki ezt a mátrixot, el tudjuk érni, hogy a sok nulla egymás után kerül. A kiolvasási sorrend cikk-cakban történik.
- Futamhossz kódolás nem egyenlő a redundancia kódolással!



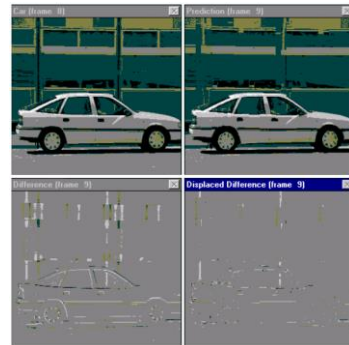
Mozgóképek kódolása

- Intraframe helyett interframe
- Motion JPEG volt az első
- Első ötlet: az egymás utáni képek (1/25 mp!) hasonlítanak, vigyük át a differenciát közöttük
- Második ötlet: becsüljük meg az esetleges mozgásokat képről képre és azzal módosított különbségi képet vigyük át (+ a mozgásvektorokat minden makroblokkhoz)



- A mozgásbecslés legegyszerűbb formája a nyers erő módszer (brute force), amelyet neveznek még teljes keresésnek is. Ekkor a legjobb egyezést találjuk meg, mert az összes lehetséges esetet végignézi az algoritmus. Ez globális, optimális minimumot talál, de nagy számításigényű.
- Ezért kitaláltak már több, heurisztikus módszert is, melyek csak lokális minimumot találnak meg, de sokkal gyorsabban. A „one at a time” módszer először az x-irányban keres minimumot, majd onnan indulva az y-irányban is. Egy vektor esetében ez azonban nem feltétlenül lesz a globális optimum. Az N-lépéses keresésnél egy előre meghatározott (n-lépésből) álló folyamat során határozzák meg a költség-függvényt egy intervallum-felezős módszerrel.

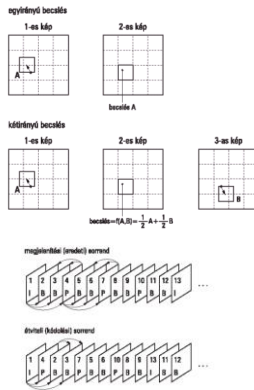
- Bal fent: 8. frame kiindulási alap (lehet I vagy P kép)
- Jobb fent: 9. frame a predikált végeredménykép (P kép)
- Bal alul: mozgásbecslés nélküli differencia a 8. és a 9. frame között
- Jobb lent: a 8. és a 9. kép közötti elmozdulás, amit a becslés kiszámolt (ezt kell átvinni), kevesebb adat, mint a bal alsó kép.



GOP

- Az önmagukban kódolt, azaz JPEG képeket az MPEG képfolyamban I-képnek nevezzük (intra kép). Ezek mentén lehet a vágást, editálást végezni. Minél több az I-kép, annál jobban szerkeszthető a műsor, de annál nagyobb a tárhelyigény. A csupa I-képből álló film a M-PEG.
- A valóságban a fentiek alapján becsült különböző képeket is átvesszünk, amely lehet egyirányú predikció (P-kép) ill. kétirányú bi-directional (B-kép). Sőt, egy predikció forrása lehet I és P-kép is. A B-kép mérete a legkisebb, az I-képek a legnagyobb. Minél több B és P-kép van a szekvenciában, annál jobb lesz a tömörítés, de mivel az I-képek távolága nő, a szerkeszthetőség és a rendszer szinkronizációja rossz lesz. Ha bármilyen oknál fogva szünetes a képfolyam, az újra „felülm” csak a következő I-képnél tud, hiszen a P és B-képek önmagukban nem értelmezhetők.
- A képek sorozata szabványos, és GOP-struktúráknak nevezzük (Group Of Pictures), ez nem más, mint két I-kép távolága.

EU: BBIBBPBBPBBPBBIBB... N = 12
USA: BBIBBPBBPBBPBBPBBIBB... N = 15



MPEG lépések

- A stúdiókban használt DVPro és a közszükségleti miniDV a M-JPEG egy változatát használja, csak I-képekből áll, 25 Mb/s jut a képre és az MPEG2-nek megfelelő 720*576 felbontás.
- Az MPEG célja tehát a kezdeti nagy bitsebesség lecsökkentése. A kimeneti bitsebesség lehet konstans (CBR) vagy változó (VBR). Analóg forrás esetén a képköltési idő (sorszinkron és félképszinkron) elhagyásával kb. 25% adatsűrűsítést lehet elérni: csak az aktív soridőben van kódolás és 575 aktív sorban (PAL). A dekódolás egyszerű: nem kell mozgásbecslés, mert a vektor jön, olcsó, így egyszerűbb a dekóder.
- Az MPEG adatebességcsökkentés alapja kettős: egyrészt redundanciát csökkentünk, másrészt lényegtelen információkat szűrünk ki. Az első esetben nincs információvesztés, utóbinál viszont a szemünk és fülünk által nem észlelt, ezért lényegtelen részeket dobjuk ki, amely információvesztéssel jár.

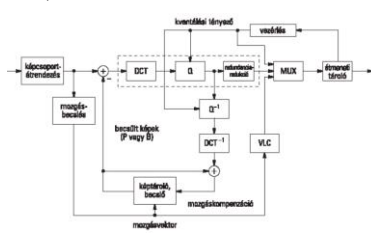
- Már láttuk, hogy a 270 Mb/s-os folyamatot kell leosztanunk, amennyire csak lehet. Ehhez az alábbi lépéseket tesszük:
 - a kvantálás csökkentése 10-ről 8 bitre: a stúdióon kívül a 8 bites felbontás is elégséges a szemnek, s bár a kvantálási zaj (x6 dB szabály miatt) 12 dB-el romlik, 20%-os adatredukciót érhetünk el.
 - sorkioltás és félképköltés elhagyása: 625-575=50 meg nem jelenített sor elhagyásával újabb 8% a nyereség. A 64 usec-os soridőből csak 52 usec aktív, így itt 19% nyereség realizálható, de mivel ezek néha átfedik egymást, összesen 25% eredő nyereség jön létre ezek elhagyásával.
 - független irányban a színfelbontás csökkentése 4:2:2-ről 4:2:0-ra. A 4:2:2 a színfelbontást csak vízszintes irányban felezt meg, de a szemünk felbontóképessége függőlegesen is ugyanolyan rossz. Újabb 25% nyereség.
- Ezzel összesen a 270 Mb/s-t 124,5 Mb/s-re csökkenthetjük
- Ekkor jön be a különböző moduláció: az egymás utáni képek különbségének átvitele mozgásbecslés után. Ha nincs elmozdulás és változás, semmit se kell átvenni. Ha a blokk új és nincs kapcsolatban az előző képpel, akkor az egészet át kell vinni. Ha nincs változás csak elmozdulás: elég a mozgásvektort átvenni, ha változás is van, akkor a különbségi képet is át kell vinni. Ezzel alakul ki a végleges adatredukció.

MPEG hierarchia

1. pixel
 2. blokk
 3. makroblokk
 4. több makroblokk alkot egy szeletet (ált. egy sor több szeletből áll). Ennek külön fejléce van, a hibajavítás itt kezdődik (szelet-szinten).
 5. szeletekből épül fel a kép. A képnek is van külön fejléce (I, B, P lehet).
 6. több kép alkot egy GOP-ot, ennek is külön fejléce van, általában 12 képből áll egy GOP (fél másodperc). DVD-n ennél hosszabb GOP is megengedhető, szinkronizáció az I-képnél történik.
 7. Több GOP alkot egy szekvenciát, ennek is külön fejléce van (pld. a kvantálási táblák erre értelmezettek).
- Ez után már a PES csomagok következnek.

MPEG1

- 1993
- Az MPEG-1 elsősorban hordozóra és nem műsorszórásra lett kitalálva, tulajdonképpen a VCD (Video CD) formátumra kell gondolni. A szabványban van audio része (lásd korábban a 3.1 fejezetet), van rendszer (system) része és van video.
- A VCD nagyjából egy jobb VHS minőségnek felel meg, 1,5 Mb/s teljes sebesség és 352*288 felbontás mellett kb. 60-70 perc rögzíthető egy CD lemezre. Maximálisan sztereó hang és CBR adatfolyammal számolhatunk.

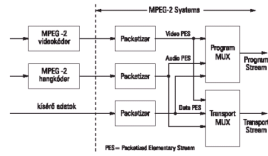


Csomagolás, multiplexelés

- Az MPEG adatfolyam tömörített videó ill. hangsjárat elemi adatfolyamnak (elementary stream)-nek nevezzük, ezek multiplexálhatók egy fájlba.
- A tipikus kiterjesztések: m1v1 ill. m1a1 vagy mp2. Multiplexálás után áll elő az mpg vagy mpeg kiterjesztésű fájl
- A tömörítés után ezeket a folyamatot változó hosszúságú csomagokra kell felosztani, ez a PES (packetized elementary stream). Ezek általában max. 64 kbyte hosszúak, kis fejléccel (6 byte), de a szerkezete viszonylag bonyolult. Átvitelre önmagukban nem alkalmas még, pláne ha több programot is szeretnénk egy nagy adatfolyamban továbbítani.
- Ezért a hosszú, változó PES csomagokat kisebb, állandó hosszúságúakra kell szabdalni. Ezek mérete 184 byte + 4 byte fejléc = 188 byte. Egy programhoz ezután történik meg a nyálalás (ez lehet több kép, több hangszó és adat), ez a program stream (PS).
- Több programot összefogva kapjuk a még nagyobb adatebességű transport stream-et (TS), ez MPEG-2-nél van csak.
- Statistikai multiplexálás esetén az adott teljes sávszélességből az egyes programok dinamikusan foglalnak le maguknak: egy Forma 1. program többet, míg egy hírműsor kevesebbet – ezzel adott sávszélesség mellett jobb minőség érhető el. MPEG-1 esetén ez csak egy kép és egy hangból állhat.

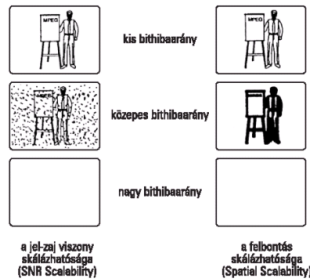
MPEG2

- A program-multiplex (PS) mindegyik adatfolyama azonos időalapú, hiszen egy program képe és hangja, alkalmas csaknem zavartalan csatornában való átvitelhez, lehetséges a változó hosszúságú csomag.
- TS esetén több program, eltérő időállandóval szerepel, zavart(abb) csatornában is alkalmas az átvitelre, de 188 byte-os adatsomagokat használ. A DVB mindegyike ezt használja.
- Az MPEG-1 része a már említett mp3 is, amely nem egyezik meg az MPEG-3-al. Ahhoz, hogy műsorszórásra is használhassuk, jobb és nagyobb képmínőség mellett akár sokcsatornás hanggal párosítva, kiegészítő szolgáltatásokat kellett beépíteni, és megszületett az MPEG-2.



- MPEG-2 esetén kb. 2-6 Mbps képsebességgel és néhány száz kbps hangszóval dolgozunk, a VBR mód megengedett. DVD esetén a teljes adatsűrűség (kép, hangok, feliratok stb.) 9 Mbps körüli, műsorszórásban ennél valamivel alacsonyabb, így a szokványos 8 MHz-es csatornában akár több tévéadó is átvihető. DVB-S esetén a 33 MHz-es csatornában 38 Mbps is elérhető (6-10 TV, 20 rádió). Koaxiális DVB-C esetén, mivel ott QPSK helyett 64QAM van, a 38 Mbps a 8 MHz-es csatornában is biztosítható.
- Mivel az MPEG adatfolyam rendkívül rugalmas, szükséges beírni, hogy mit is tartalmaz, ezeket ún. információsis táblák hordozzák. Ilyen táblák pld. a
 - Program Association Table
 - Packet Identifier
 - Program Map Table
 - EPG
 - Conditional Access Table
 - Network Information Table
 - Privát táblák
- Amennyiben az MPEG2 folyam DVB ádába kerül, nyolc újabb tábla kerül az adatfolyamba.

- Cliff-effektus ellen skálázhatóság
- HDTV esetén a skálázás úgy is megoldható, hogy az „alap” az SDTV minőség (felbontás), a kiegészítés pedig HDTV felbontásra javítja fel, így rossz vétel esetén a HDTV „leesik” SDTV minőségre.

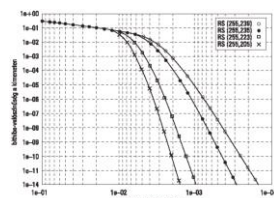


- Mivel az MPEG-2 nagyon széles paraméterek között állítható, definiáltak ún. profil és level osztályokat, az alábbi táblázat szerint. Az alap a „main profil és a main level” (MP@ML), amely tulajdonképpen egy DVD minőségnek felel meg.

High Level	1920x1152 Pixel 80 Mbit/s			1920x1152 Pixel (980x576) Pixel 100(80,25) Mbit/s	
High-1440 Level	1440x1152 Pixel 60 Mbit/s		1440x1152 Pixel (720x576) Pixel 60(40,15) Mbit/s	1440x1152 Pixel (720x576) Pixel 80(60,20) Mbit/s	
Main Level	720x576 Pixel 15 Mbit/s	720x576 Pixel 15 Mbit/s	720x576 Pixel 15(10) Mbit/s	720x576 Pixel (720x576) Pixel 20(15,4) Mbit/s	
Low Level		352x288 Pixel 4 Mbit/s	352x288 Pixel 4(3) Mbit/s		
Levelek / Profiles	Simple Level	Main Profile	SNR Scalable Profile	Spatial Scalable Profile	High Profile

mint a Main Prof. B-képek nélkül 4:2:0, nincs skálázhatóság mint a Main Prof. + SNR-skálázhatóság mint a SNR Scal. Prof. + Spet. Scal. mint a Spet. Scal. Prof. + 4:2:2 - kódolás

- A digitális átvitelnek a hibajavítás mindig része. Az RS (255,235) kód jelentése: minden 235 hasznos byte-hoz 20 járulékos hibajavító tartozik, így a bruttó adatsomag 255 byte-ra duzzad.
- Természetesen, minél több a hibajavító byte (a redundancia), annál hatékonyabb lesz a rendszer, de annál több nem hasznos adatot kell átvinnünk.
- Látható, hogy a (255,205) hibajavító képessége a legjobb (az ábrán): ugyanakkora kimeneti bithibavalószínűséget már rosszabb bementi bithibavalószínűség mellett létre tud hozni. A hibajavítás tehát előreírnyú, FEC (Forward Error Correction).



HDTV

- Az MPEG2 már alkalmas a HDTV jelek kódolására. Ez ötször részletgazdagabb, mint a PAL
- PAL: 575i: 2x288 sor, 720 pixel/sor = 414720 pixel/kép.
- HDTV: 1080i: 2x540 sor, 1920 pixel = 2M pixel/kép.
- 16:9 képméret. Lehet progresszív is (projektor!) 720p, villogásmentes, szép kép.
- Dolby Digital 5.1 hang lehet
- Műholdról 2004-től vehető HDTV adás, megfelelő set-top-box-al, mert sokkal több adat van a jelben, mint a digitális tévében. Kábelben és földi digitális adásban is jöhet, de általában fizetés (kártyás) adások
- HDTV készülék kell hozzá, megfelelő bemenettel és megjelenítővel, egyébként csak PAL kompozit lebutított jelet nézhetünk hagyományos tévéen.
- YUV-szinkülönbségi jelet kell átvinni a nagy felbontású képhez (plazmatévé vagy projektor), vagy DVI kimeneten monitoron is élvezhető (kicsiben).
- Hagyományos tévéhez felesleges HD és a blu-ray
- Az átlag HD ready tévé csak fogadni, feldolgozni képes a HDTV jelét (feltehetőleg a HDMI csatlakozón át), de megjeleníteni nem. Átlagos felbontások: 852*480, 800*600. Néhány készülék tudja a 1366*768-t, ez a minimum várható felbontás, amely készüléket érdemes megvenni. Ez már meg tudja jeleníteni a HDTV-t, de a blu-ray-hez még kevés. Keressük a „full HD” feliratú, blu-ray kompatibilis készülékeket, amelyek megbírnak az 1080p felbontással is.

H.263 = MPEG4 Part2

- Az MPEG-4 interaktív elemeket tartalmazó multimédiaplatform (konténer). Egy mp4 kiterjesztésű fájlban lehet kép, csak hang vagy mindkettő. Objektumorientált felépítése a C++ nyelvre hasonlít. Az objektumok lehetnek:
 - adott színű háttér
 - mozgóképek
 - szintetikus tartalom (emberalak pld.)
 - vesztőgombok
 - hangszöveg
 - kísérőszöveg.
 - FLASH, HTML, VRML nyelvek használhatók
- Az MPEG 1 és 2 „keretalapú”, azaz egy kép pontossággal manipulálható, ami természetes kamera ill. mikrofon jelére megfelelő, de „szintetikus” (2D és 3D grafika) multimédiatartalomra nem optimális. Továbbá nem interaktív.
- Az objektumok önmagukban leírhatók és manipulálhatók, nem pixelalapú! Jobban is tömöríthető így (pld. texturakódolás). A végeredmény egy „multimédiás jelenet”. Van tartalom-alapú skálázhatóság: pld. kisebb bitsébségnél nincs árnyékolás, nincs 3D grafika stb. A szerzői jogok, tartalomvédelem, tartalom-keresés (akár objektumszintig) hozzáférhető. A szerző lehetővé teheti az objektumok manipulálását, rákikékelhet, törölhet stb.
- Finomítottak a kép- és hangkódoláson is, a legnagyobb újdonság a szintetikus képelemek használata, amelyek külön PES-folyamba illeszthetők, sőt, MPEG4 folyam IP-alapon is továbbítható.
- Eredetileg nagy tömörítési multimédiás alkalmazásokhoz tervezték, mobil eszközökhöz, de a jó hatásfoka és minősége a nagyfelbontású műsorszórás (DVB-T, HDTV) is átvette. A Blu-Ray lemezek és az ismert .MKV (Matroska Video) konténer is ezt a tömörítést alkalmazza.

H.264 = MPEG4 AVC Part10



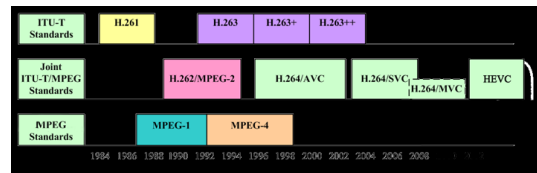
- A H.264 kodek univerzális: ezt használják a filmstúdiók a Blu-ray lemezekben, ezt használja az Apple (QuickTime), a YouTube, sőt, az MKV-k videója is többnyire H.264 tömörítéssel készül.
- H.264 stream esetén kétféle módszert használhatunk, profiltól függően. Mindkettő entrópiikus; az egyik a CA VLC, a másik pedig a CABAC. A CA VLC egy normál, szótár alapú, veszteségmentes tömörítés, ami a gyakrabban használt kifejezésekhez rövidebb kulcsot használ, ezzel csökkentve a tároláshoz szükséges tárhelyet. A CABAC ezzel szemben egy többlépcsős eljárás, ami valószínűségi modellen és aritmetikus kódoláson alapul. Előnye az akár 10-15%-kal nagyobb hatékonyság, hátránya ugyanakkor, hogy lejtászkor jóval nagyobb számítási kapacitást igényel, akár a teljes felhasznált számítási kapacitás felét!
- A legújabb DivX verzió is tudja a H.264 lejátszást, MKV és AAC audio támogatással.

H.265



- Újdonságok:
 - B-képek nem csak kettőből, hanem akár 16 képből is számíthatók
 - 16x16 – 4x4 változó makroblokkméretek lehetnek
 - Több mozgásvektor is tartozhat egy több makroblokkból álló nagyobb makroblokkhoz
 - Súlyozott mozgásbecslés: speciális esetekben (pl. fade in, fade out) más pontosság
 - Veszteségmentes PCM makroblokk-kódolás lehet
 - Scalable Video Coding (SVC) 2007-től eleme
 - Entrópiakódolások:
- Context-adaptive binary arithmetic coding (CABAC), veszteségmentes, hatékonyabb a CA VLC-nél, de a dekódolás bonyolultabb.
- Context-adaptive variable-length coding (CA VLC), kevésbé komplex, de még mindig hatékonyabb a korábbi kódolásokhoz képest (egyíthetők kódolása).

- A H.265, más néven High Efficiency Video Coding (HEVC) az MPEG-4 videótömörítési család legújabb, kidolgozás alatt álló formátuma, a H.264/MPEG-4 AVC továbbfejlesztett változata, mely a H.264-el összehasonlítva akár kétszeres tömörítési arányt is képes elérni azonos minőség megtartása mellett. Maximális támogatott felbontása 7680 x 4320 pixel.
- 4K-hoz és 8K-hoz alkalmazandó
- Makroblokk-méret és -alak változó lehet, ahol nem kell finom felbontás, ott nagyobb.



Típus	AVC	HEVC
Basic Coding Unit	16x16 Macroblokk (MB) 16x32 "Super" MB for Interlaced Coding	8x8, 16x16, 32x32, 64x64
Temporal (Inter) Prediction	Square, Symmetric Rectangular	Square, Symmetric and Asymmetric Rectangular
Spatial (Intra) Prediction	9+4 maximum modes	33+2 maximum modes
Transform Size	4x4, 8x8, two-stage 16x16	4x4, 8x8, 16x16, 32x32 plus non-square versions
Transform Type	DCT	DCT or DST
In-Loop Filtering	Deblocking	Deblocking, SAO
Entropy	CABAC or CA VLC	CABAC only

Digitális jelek mintavételezésből

- RGB jelek nagy sávszélességűek, mert benne van az Y : 13,5 MHz f_{mv} kellene
- Színkülönbségi jelekre azonban ez megfelezhető

Jelek	Mintavételező fr. [MHz]	minták/sor	Sorszám	N_{cs} [MHz/s]	N_{sor} [MHz/s]	Formátum
R	13,5	864	625	108		4:3:4
G	13,5	864	625	108		ITU 601
B	13,5	864	625	108	324	
Y	13,5	864	625	108		4:2:2
C _u	6,75	432	625	54		ITU 601
C _v	6,75	432	625	54	216	
Y	13,5	720	576	83		4:2:2
C _u	6,75	360	576	41,5		csak az
C _v	6,75	360	576	41,5	166	aktív kép
Y	13,5	720	576	83		4:2:0
C _u C _v	6,75	360	576	41,5	124,5	csak aktív kép
Y	6,75	160	288	20,7		4:2:0, SEI
C _u C _v	3,375	80	288	10,4	31,1	csak aktív kép

A stúdióban

- Full D1: analóg videójel digitalizálása + DCT + bináris tömörítés (legjobb minőség, ez az alap). 704*576 pixel
- Half D1: a képen minden második oszlop marad meg, 352*576 pixel. Kb. Betacam minőség.
- SIF: minden második sor és oszlop is kikerül: 352*288, egyszerűbb DCT (S-VHS minőség).
- QSIF: minden negyedik sor és oszlop marad csak meg (1/16 képméret).

Formátó	Kompresszió	Határérték, igény, Tipikus adatsebesség	Minőség
CCIR 601 formátum (D1/D2)	Full D1 (MPEG-2) (D1/D2)	50 Mb/s (kompresszió nélkül) 6-10 Mb/s	• Jó minőség, referencia
CCIR 601 formátum (D1/D2)	Half D1 (MPEG-2) (D1/D2)	1,3 Mb/s (kompresszió nélkül) 3-4 Mb/s	• Nagyon jó minőség
CCIR 601 formátum (D1/D2)	SIF (MPEG-2) (D1/D2)	0,5 Mb/s (kompresszió nélkül) 0,5 Mb/s	• Jó minőség, SIF
CCIR 601 formátum (D1/D2)	QSIF (MPEG-2) (D1/D2)	0,1 Mb/s (kompresszió nélkül) 0,1 Mb/s	• Alacsony minőség, csak az alap minőség
CCIR 601 formátum (D1/D2)	CCIR (MPEG-1) (D1/D2)	10 Mb/s (kompresszió nélkül) 10 Mb/s	• Jó minőség, egy

Teletext

- Az első digitális adatátviteli rendszer, adatszolgáltatás analóg tévé mellé is
- Egyirányú átvitel
- Teledata (viewdata) kétirányú, nem terjedt el, telefonhálózatot használ (vásárlás, előfizetői szokások monitorozása stb.)
- A félképképtől alatti üres sorokban jön az adat (7-23 sor PAL)
 - Ezek a helyeken mérőjel is lehet
- Lehet szinkron vagy aszinkron a TXT
 - Szinkron: adatjel és a videójel között szinkron van: olcsó, egyszerűen dekódolható (ez működik).
 - Aszinkron: drága dekódolás, de flexibilisebb.

Példa SECAM jelre és TXT-re

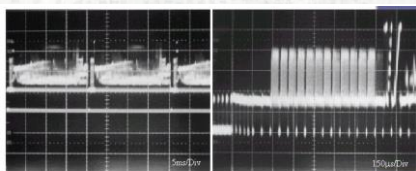
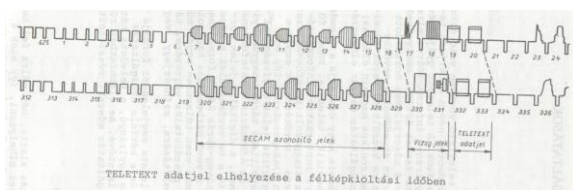


Figure 1 - BBC1 2 Fields of Bill Clinton Walking down the Steps of the White House. Figure 2 - 12 Teletext lines in the field blanking interval.

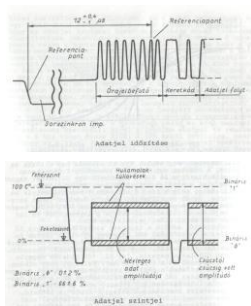
- Szinkron rendszer:
 - A dekódolt oldal a kép helyén vagy rajta jelenik meg.
 - Bináris átvitel 6,9375 Mbit/s.
 - Minden sorban van bit és byte szinkron, címzés és 40 karakternek megfelelő kód.
 - Egy oldal 24 sor, 40 betűvel (beleértve a lapfejléct is).
 - A lapfejléc sorának első 8 karaktere címzés (szabályozza az oldalt) az utolsó 8 pedig az óra.

- Folyt:
 - A kódok 8 bites Hamming-kódoltak, mely 1 hibát javít. A karakterek 7 bitesek + 1 páratlanra kerekítő paritás.
 - Félképenként 2 adatsor esetén egy 24 soros oldal átvitele = $12 \cdot 20 = 240$ ms, azaz 4 oldal/mp az átviteli sebesség (az üres sort nem kell átvinni, így növelhető ez a szám)
 - 100 oldalas magazin 24 sec.
 - Összesen 8 darab 100 oldalas magazin lehet.
 - Időköddal minden oldal 3200 változatban (aloldalal) szerepelhet, amiket a tévé „automatikusan lapoz”.
 - Vezérlő karakterek szerepe:
 - Hét betűsín, nyolc háttérszín, kétszeres függőleges betűméretezés, láthatatlan/felfedés karakterek használata.

- A vevőben a távkapcsolóval lehet az oldalt megadni (zöld, piros, sárga, kék gombok is vannak).
- Az írás az aktív soridőben történik (nem ütközik a memória olvasásával), egy karaktergenerátor videójellé alakítja a kódokat.
- A hozzáférési idő annál hosszabb, minél több oldalas a magazin. Egy 100 oldalas magazin max. ciklusideje $100 \cdot 240$ ms = 24 sec. Az átlagos idő ennek kb. a fele.
- Megoldás: pergőoldalak (aloldalal) ill. hogy fontos oldalakat (index, magazinfőoldal) nem csak a sorrendben, hanem annál gyakrabban is átvisszünk.

Adatjel felépítése

- Kétértékű (bináris) NRZ kódolás.
- A bináris nulla = a névleges feketeszint $0 \pm 2\%$, a bináris egy = a névleges fehér $66 \pm 6\%$
- A túllövések miatt a csústól-csúsig (pp) vett érték ennél nagyobb is lehet.
- Átviteli sebesség: $6,9375 \text{ Mbit/s} \pm 25 \text{ bit/s}$.
- Az adatjel 8 egyes és 8 nulla váltással indul (szinkron, órajel befutó). Helye: $12 \mu\text{s}$ a sorszinkron homlokának 50% pontja és az utolsó előtti egyes között. (Az első bináris egyes esetleg torzulhat)
- Cél: nem az alakú átvitel, hanem a dekódolhatóság! Kisebbségi sávzélesség elég, mert nem kell tökéletes négyosztályú impulzusokat átvinni.



- $T_{\text{bit}} = 1/2f_H$, azaz $f_H = \text{bitesebesség}/2$.
- Az órajelbefutóra szinkronizál az órajel-regenerátor, ami így egy sorideig megtanulja, hol van a mintavételi időpont minden szimbólumban (bitszinkron).
- Minden sorban meg kell csinálni, nincs semmiféle átlagolás.
- Keretszinkron: byteszinkron: 11100100
- Még két byte: magazinszám, adatsor száma. (ez nagyon fontos, ezért Hammin-kód védi)
- Ezután 40 karakterbyte.
- Összesen 45 byte fér el a soridőben.

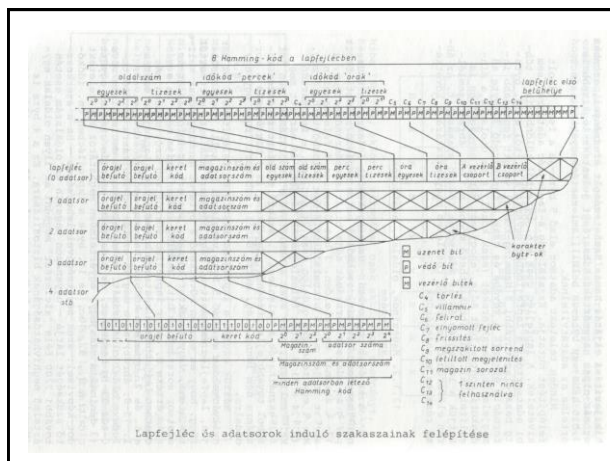
Hamming kód

- 1 hibát javít, kettőt észlel.
- Ára: négy hasznos bit vihető át nyolc helyett egy byte-ban.
- Páratlan paritás csak páros számú hibát tud jelezni.

Magazinok, oldalak

- A 4. és 5. byte fele hasznos csak = 3 bit magazinszám, 5 bit adatsor sorszáma.
 - 8 féle magazin (3 bit) és
 - 32 féle sor lehet (5 bit).
 - Egy TXT oldal 24 sor + 8 felesleges (későbbi felhasználásra).
- Lapfejléc: az első 5 byte-ból kiderül, lapfejléc vagy normál sor jött-e (mert az ez utáni 8 byte akkor Hamming-kód vagy karakterkód). Ezt az 5 bites adatsorsorszám adja meg (0 = lapfejléc).

- Lapfejléc esetén a 6. és 7. byte Hamming kódolt bitekkel adja meg az oldalszámot.
- A 8-11 byte: időkód az oldalnak (ha van), Hamming kódoltak.
- Ha a továbbítási sorrend nem folytonos, akkor minden oldalhoz kell új lapfejléc, mert a lapfejléc utáni sorok az adott oldalhoz tartoznak.
- Egy oldalon belül az adatsorokat nem kell sorrendben továbbítani, és lehetőség van adott oldalnál csak az új sorokat átvinni (felülírni).



Üzenetbitek

- C4-C14: egész oldalra érvényes vezérlést engedélyez, ha 1-es a bit és tilt, ha 0.
 - C4: laptörlés (a memória maradékokat kitörli)
 - C5: villámhír (az analóg képre írja ki az infót)
 - C6: felirat jelző (analóg képre a film feliratozható, ha a néző akarja)
 - C7: lapfejléc elnyomható
 - C8: frissítés (adott oldal csupán frissített sorának átviteléhez)
 - C9: megszakított (nem normális) sorrendű oldalak átviteléhez
 - C10: oldal megjelenítésének leiltatása
 - C11: magazin sorozat (valamennyi létező magazin pergő fejléce láthatóvá tehető)
 - C12-14: nem használt
- A maradék helyre kerülhet a lapfejléc sorban dátum, a szolgáltatás vagy az adó neve stb.

Sorok megjelenítése

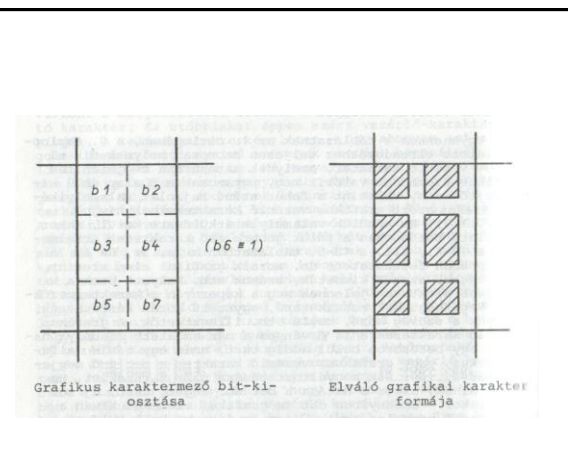
- Lapfejlécsor + 23 adatsor/40 karakter
- Első öt byte vezérel + 40 karakterbyte
- „Fix formátum”: a 40 betű egymás után kerül átvitelre egy sorban (szinkron).
- Minden betű: 7 bit + 1 ptl paritás = 128 karakter. Ebből 96 megjeleníthető + 27 vezérlő (szín, méret).
- Magyarországon amíg nem volt karakterkészlet a svédet használtuk.
- A vezérlő karakter a tőle jobbra lévő betűre hat a sor végéig vagy a következő vezérlőig. Ahova vezérlő bitet rakunk, ott a képen szóköz lesz!

- Alfanumerikus vezérlőkarakterek: a betűkre hatnak (szín, villogás stb.)
- Grafikus vezérlők: grafikus alakzatok jelennek meg utána adott színben (rajzolni lehet velük). A nagybetűknek nincs grafikai változata, ezért anélkül írhatunk velük a képekre, hogy üzemmódot váltanánk.
- A grafikai elemek kitöltése összefüggésben van a kódjával (ki-be kapcsolható valamelyik része). Hasonlóan a színek kódjai is „keverik” a RGB komponenseket – könnyebb a dekódolás.

- A grafika lehet folytonos vagy elváló, amikor az elemek nem érnek össze egymással és a szomszédos karakterrel sem.
- Lehet alapállapotú fekete helyett 7 más háttérszint is kiválasztani.
- Villogó/stabil
- Rejtés-parancsnak nincs feloldó párja, mert úgyis érvényteleníti a következő parancskarakter.
- Dupla magasság/egyszeres magasság (felezi a sorok számát).
- Inzert kezdete/vége: a tévéképre kiírt sorok mögé fekete hátteret rak.
- Tartott/elengedett grafika: ritka, speciális üzemmód, ahol karakterhely kihagyás nélkül lehet grafikus módban színt váltani.

Angol karakterkészlet													
Hex	Char	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁
00	0												
01	1												
02	2												
03	3												
04	4												
05	5												
06	6												
07	7												
08	8												
09	9												
0A	A												
0B	B												
0C	C												
0D	D												
0E	E												
0F	F												
10	10												
11	11												
12	12												
13	13												
14	14												
15	15												
16	16												
17	17												
18	18												
19	19												
1A	1A												
1B	1B												
1C	1C												
1D	1D												
1E	1E												
1F	1F												
20	20												
21	21												

Svéd karakterkészlet													
Hex	Char	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁
00	0												
01	1												
02	2												
03	3												
04	4												
05	5												
06	6												
07	7												
08	8												
09	9												
0A	A												
0B	B												
0C	C												
0D	D												
0E	E												
0F	F												
10	10												
11	11												
12	12												
13	13												
14	14												
15	15												
16	16												
17	17												
18	18												
19	19												
1A	1A												
1B	1B												
1C	1C												
1D	1D												
1E	1E												
1F	1F												
20	20												
21	21												



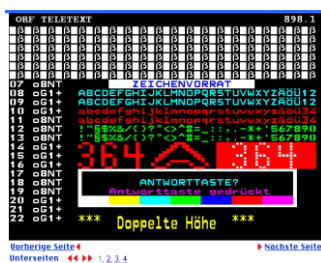
Dekóder

- Az átvitelből kinyerhető az órajel.
- Adatjel-videójel szétválasztás.
- Hamming-kód megfejtése, távkapcsolón beadott oldalszám összehasonlítása az aktuális oldallal.
- Egyezés esetén a lapmemóriába íródik.
- Kiolvasás folyamatos, a karaktergenerátor betűket állít elő (videójelet).

www.teletext.hu

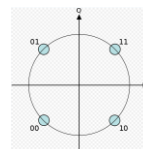
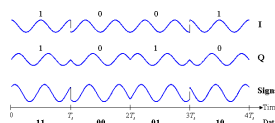


<http://teletext.orf.at/>



DVB-S

- Időben először a műholdon lehetett DVB-t csinálni a nagy sávszélesség miatt
- A műsorszóró műholdak geostacioner pályán, az egyenlítő felett 36000 km-re keringenek, keringési idejük megegyezik a Föld forgási idejével, így lenről állónak látszanak.
- Tekintettel ekkora távolságra, 200 dB-nél is nagyobb a szakaszcsillapítás, robusztus moduláció és hibatűrésre van szükség.
- Olyan moduláció, amely amplitúdójában hordozza az információt, nem megfelelő. A rossz jel/zaj miatt túl sok állapotot se alkalmazhatunk, így jöhet szóba a QPSK.
- A csatorna sávszélessége 33-36 MHz, az alkalmazható szimbólumsebesség 27,5 MSZ/sec, mivel QPSK esetén 2 bites egy szimbólum, kb. 55 Mbps-ról beszélhetünk. Az uplink frekvenciák 14-19 GHz, a downlink 11-13 GHz-en vannak.

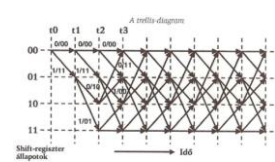
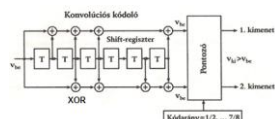


Hibajavítás

- Az alkalmazott hibajavítás kettős: először egy „belső” kódoló, Reed-Solomon, amely RS(204,188)-at használ, így plusz 16 bájtot hozzáadva, a 204 bájtos blokkban 8 bájtot javítható. Ezzel kb. 50 Mbps-ra csökken a hasznos adatsebesség.
- A második „külső” kódoló a konvolúciós (trellis) kódoló, a megfelelő 1/2, 3/4, 2/3 ill. 7/8 kódarány mellett. 1/2 aránynál kétszeresére duzzad a bitfolyam, ez a leghatékonyabb, de egyben legpazarlóbb hibajavítás. Pld. 3/4 arány esetén a hasznos sebesség 38 Mbps-ra csökken.

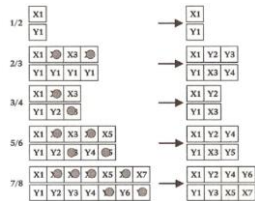
Konvolúciós kódoló

- A konvolúciós kódoló egy hatfokozatú shift-regiszter megcsapolási pontokkal, amelyek a bemeneti adatokkal kombinálódnak.
- Egy bemeneti bit értéke hat korábbival kerül így kapcsolatba, logikai XOR műveletten keresztül.
- Végeredményként két adatkitmenet keletkezik a két jelúton, ez az 1/2 kódarány.
- Adott diagramon követhető végig egy bit „életútja”, ezt nevezzük Trellis diagramnak. Bizonyos állapotokba csak bizonyos állapotokból lehet jutni, és hibamentes esetben ezen a Trellis-fán visszafejthető a jelút.
- Hiba estén azonban nem, így csak megbecsülhetjük, melyik volt a legvalószínűbb ág és arra javíthatunk.
- Ezt a fajta valószínűségi dekodolást Viterbi-dekodolónak nevezzük (más néven ez a „konvolúciós dekodoló”).



Pontozás

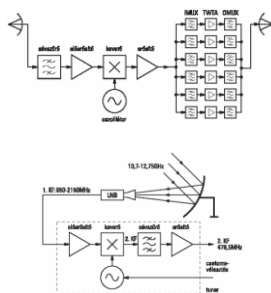
- A hibavédelem ún. pontozással módosítható.
- Ekkor bizonyos bitek „kilövéseivel” csökkentjük a kódarányt, rontjuk a hibajavító képességet.
- A Viterbi-dekódoló az így eltüntetett biteket hiánynak tételezi fel, és mint hibát, megpróbálja kijavítani.
- DVB-S esetén a konvolúciós kódoló két ága közvetlenül hajtja meg a QPSK modulátort.



Energiaterítés, átszövés

- A modulátor feladata még az energiaszétterítés, amely megakadályozza a hosszas csak 0 vagy csak 1-ből álló folyamatokat. Ezek károsak, mert órajel információ nincs bennük, a szinkron kieshet, ráadásul a modulált jel spektrumában hosszabb ideig előforduló nem kívánatos diszkrét spektrumvonalakat eredményez. Az energiaszétterítés ilyenkor ál-véletlen bitsorozatot ad a jelhez XOR művelettel (amelynek ellentettjét a vevőben is meg kell oldani).
- A börszűs hibák elleni átszövés mélysége 11 MPEG adatsomagra terjed ki. Végül a spektrum széleit lekerekítjük a csatorna széleinél, és az IQ modulátor előállítja a QPSK jelet. QPSK modulációt IQ-modulátorral is elő lehet állítani, ekkor I-jelűtra +1 ill -1 V-ot kell váltakozva adni, míg a Q-jelűtra szintén, ami tulajdonképpen a 00, 01, 10 és 11 bitkombinációk felel meg.

- Erősítés után az antenna felsugrózóra a felkevert jelet mikrohullámon, melyet a műhold nagy nyereségű antennával vesz, sávszűr és erősít (transzponder). Az adóantenna is nagy nyereségű, kb. 100 W teljesítmény mellett, viszonylag irányítatlan (nagy lábnyomú). Az adás lehet H vagy V polarizációjú.
- A vevőkészülék szintén paraboloid antennával rendelkezik, mellyel a mikrohullám jelet vesszük és csőtápvonalon át vezetjük az alacsony zajú fejbe. Ez lekeveri kb. 1-2 GHz-es KF-re, amely már koaxon vezethető a beltéri egységbe (set-top-box). A hibajavításnak köszönhetően a vevőben a Viterbi dekódoló előtt kb. 10^{-7} BER-ből 10^{-4} lesz. Az RS-dekódoló után pedig 10^{-11} nagyságrend, ami óránként egy hibás bitet jelent.



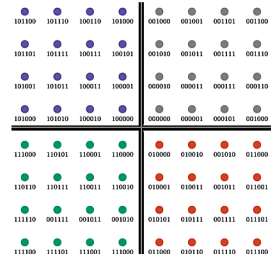
DVB-S2

- DVB-S2 annyit jelent, hogy a rendszer HDTV kompatibilis.
- Az ehhez szükséges set-top-box ára lényegesen nagyobb.
- Képes a 8PSK-32PSK demodulálására is, MPEG4-ben.
- Egy műhold-transzponder képes simulcast-ban MPEG2 SDTV és MPEG4 HDTV-t is adni.
- Jelenleg csak a Pro7 és néhány másik demo csatorna szabadon fogható HDTV-ben, a többi fizetős és marad is (kártyás)

DVB-C

- Az analóg kábeltevé jó tulajdonsága, hogy a szokványos, földfelszíni vétellel alkalmas készülékek mindenféle egyéb nélkül vehetik a kábeltevé adást.
- Továbbá, több tucat csatorna is érkezik, a falba dugott antenna kábelben keresztül.
- Magyarország nagyon jól lefedett kábeltevével.
- Az egész hálózat 400-800 MHz-es sávszélességgel rendelkezik, erre 8 MHz-es tévécsatornákkal és ennél jóval kisebb rádiókkal számolva is hatalmas mennyiségű hely áll rendelkezésre.
- Az ún. Triple-Play digitális szolgáltatás magában foglalja a digitális kábeltevé, telefon és vezeték internetet. Az egyetlen hátrány, hogy a szolgáltatás havidíjas.
- Természetesen mindhárom digitális platformon lehetőség van a kártyás-előfizetéses csatornákra. A minőség általában hasonló, de megfelelő szatellit rendszerrel érhető el a legjobb minőség.

- A kábel előnye a műholdhoz képest, hogy sokkal jobb a jel/zaj viszonya: koax kábelben 64QAM, optikán 256QAM.
- A DVB-C modulátorban az MPEG2 adat szinte pontosan ugyanazt megy keresztül, mint műholdas esetben, egyedül a konvolúciós kódolás marad el ill. a moduláció változik, hisz itt az amplitúdó is hordoz információt.
- Egy hagyományos 8 MHz csatornában 64QAM és kb 7 MSZ/s sebesség mellett a lekerekítést is figyelembe véve kb. 40 Mbps érhető el. Itt is RS (188,204) alkalmazunk, így a hasznos sebesség 38 Mbps körüli. Vegyük észre, hogy ugyanezt a DVB-S egy 36 MHz-es csatornában tudja biztosítani!



DVB-C2

- A DVB-C2 tulajdonképpen csak a HDTV kompatibilitást jelzi, ill. az MPEG4 dekóder meglétét (9 Mbps).
- Kábelen, mivel van elég sávszélesség, elvben MPEG2-ben is adható HDTV (18 Mbps).
- További nagy előny, hogy a szimulcast könnyen megoldható.

	DVB-C2	DVB-C
One transmission channel (8 MHz)	8 HDTV channels 16 Standard TV channels	5 HD channels 10 Standard TV channels
Full cable network (860 MHz)	760 HDTV channels 1420 Standard TV channels	475 HDTV channels 950 Standard TV channels
DOCSIS 3.0 (using 4x8 MHz)	300 Mbps (downstream) 180 Mbps (upstream)	200 Mbps (downstream) 120 Mbps (upstream)

DVB-T

- Közszolgálati ügy, kormányzati beavatkozás
- Költségek mindkét oldalon (set-top-box)
- Simulcast nem lehetséges (sokáig)
- Külön minden tévéhez, kell távkapcsoló is, új készülék (?), HDTV?, felvétel lehetősége?



- Mobil vétel lehetősége!
- Többutas terjedés, dopplerhatás?
- Fading:
 - Analóg technikából emlékezhetünk még arra, hogy a fading alacsony sebességű átvitelnél (analóg rádiók, TV, 40 Mbps alatti digitális átvitel), jórészt szélessávú, frekvenciafüggetlen, így csak időben változó télerősségingadozást okoz. Ez esetben az ún. fadingtartálékkal védekezhetünk, ilyenkor az adóteljesítmény növelése hatásos ellenszer, különösen digitális esetben, ahol ezzel garantálhatjuk a jó BER-t.
 - Egyéb esetekben a fading frekvenciafüggő, azaz szelektív, ez ellen az adóteljesítmény növelése nem segít. Két dolgot tehetünk: az első az adaptív kiegyenlítés, amikor valahogy állandóan mérjük a csatorna átvitelt és azt szűrőkkel dinamikusan kiegyenlítjük.
 - A másik megoldás a diversity-rendszer, amely vagy térben vagy frekvenciában használ több átviteli utat. Térdiversity esetén két vevőantenna van és két vevő.
 - Frekvenciadiversity esetén két különböző frekvencián megy át az adat egyidejűleg. Az ötlet egyszerű: két csatornás átvitelnél kisebb a valószínűsége a nagy hibának.
 - A sok, véletlen nagyságú és fázisú vektor eredőjét a Rayleigh-fading (gyors fading) modell írja le, ez csak akkor lép fel, ha mobil kommunikáció esetén a bázisállomás és a vizsgált pont között mozgó tárgyak vannak. Ha nincs mozgó tárgy, a télerősségkép áll, időben csak akkor mozdul el, ha a vevőantenna mozog.

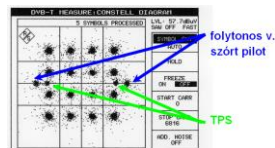
- Amennyiben digitális egyvívű modulációt alkalmazunk, a szimbólumsebesség nagy, amelynek reciproka a szimbólumidő igencsak kicsi, 1 µsec körül.
- Ugyanakkor a rádiócsatornában ennek több százszorosa a késleltetési idő, így ez ISI-hez vezet. Ez ellen a szimbólumidő megnövelése a gyógyszer, illetve ún. védelmi intervallumok (adásszünetek) beiktatása a szimbólumok közé.
- Sajnos ez az adatsebesség csökkenéséhez is vezet és a fading ellen nem véd.
- Ha azonban az információt nem egy vívő, hanem sok hordozza, és a hibajavítás is jól működik, a fading nem az egész adatfolyamot fogja „kiloni”, annak csupán kis részeit. A vevőben aztán a hibajavítás, amely a teljes adatmennyiséget védi, valamint a sérülésmentes vívők segítségével ezeket kijavíthatja. Mivel a sok vívő csak egy részét viszi a teljes adatmennyiségnek párhuzamosan, a szimbólumidő is megnövelhető (msec nagyságrend), így két legyet ütünk egy csapásra.

OFDM

- Az OFDM-ben több ezer alvívő van, melyek egymást nem zavarják, hiszen a szomszédok ortogonálisak egymásra. A teljes adatfolyam hibajavítással lesz ellátva (COFDM), majd szétosztják az alvívők között (frekvenciaosztásos nyalabolás). Az alvívők külön moduláltak, általában QPSK, 16QAM vagy 64QAM-el.
- Belátható, hogy a minimális zavar a szomszédos vívők között, azaz az ortogonalitás feltétele, hogy a vívők között távolság és a szimbólumidő egymás reciproka legyen. Pld. „2k” üzemmódban a távolságok 4 kHz, a szimbólumidő 250 µsec, a vívők száma pedig 2048. Végeredményben bősztós adatsomagok kerülnek átvitelre, ezek az OFDM szimbólumok. Minél több a vívő, annál sztochasztikusabban néz ki a végeredmény.
- A védelmi intervallumnak tovább kell tartania, mint a leghosszabb késleltetés, hogy ne legyen ISI. Valójában ekkor nem csend van, hanem a következő szimbólum végét sugározzuk ki az adóból. Ennek oka szinkronizáció, nehogy kiessen a vevőkészülék. Ha a védelmi intervallum végébe berakjuk a következő szimbólum végét, autokorrelációs számítással a vevő megtalálja a jelben az ismétlődő részeket és megtalálható a szimbólumokban az ISI mentes rész eleje és vége.

Alvívők

- A vívők modulációja lehet az alábbi:
 - - adat
 - - nem használt vívő
 - - folytonos pilot
 - - szört pilot jel
 - - különleges adatvívők.
- Az OFDM spektrum szélein lévő vívőket általában nem használunk, csak csökkentik a szomszédos csatorna áthallását (szűrés után). A váltóállítást okozó szűrés is egyszerűsödnek így.
- A folytonos pilot célja az AFC fókusz vezérlés. Kocsinusz hullámok, a valós tengelyen található konstellációs pontokkal. Ha a vevő és az adó frekvenciája nincs szinkronban, a konstellációs pontok forognak. A vevő a folytonos pilotot kiszűri és a vevőt szinkronizálja hozzá. A változó pilotot mérőjelként funkcionálnak a demodulátor számára, mint a csatorna átvitelét meghatározó sweep-jelek lennének. A különleges adatvívő tájékoztatja a vevőt az adásmódról és annak változásáról (TPS).
- Kiseb vívőszám esetén rövidebb szimbólumidő, rövidebb védelmi intervallum (GI), közelebb vannak az alvívők egymáshoz, Doppler hibákra érzékenyebb (áthallás).
- Nagyobb intervallum: kevesebb, távolabbi adók, ami olcsóbb, de csökken az adatsebesség. Minél nagyobb a védelmi idő annál nagyobb reflexiók kezelhetők.



Üzem módok

- 2k és 8k üzemmód
 - 2k csak kis távolságú SFN-ben, 8k nagyban is lehet
 - 2k: 1705 vivő, 8k: 6817 vivő
 - 8k-ban négyszer annyi vivő van, negyed olyan távolságra, a szimbólum idő négyszeres, így SFN-hez jobb
 - 2k robusztusabb, négyszer akkora mozgási sebesség mellett is jó
- Védelmi intervallum arány: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32
- Az alvivők QPSK, 16QAM vagy 64QAM
- Konvolúciós kódarány 1/2-től 7/8-ig
- Az eredő adatsebesség ezektől függ. A nettó adatsebesség nő a kódarány növelésével, rövidebb védőintervallummal és az alvivők állapotának számával. A robusztusság fordítottan arányos.

SFN

- Az OFDM moduláció önmagában független attól, hogy az adott ország milyen hálózatot üzemeltet, nem feltétlenül szükséges az ún. egyfrekvenciás SFN hálózatok alkalmazása, de igencsak elterjedt. Ennek oka, hogy jó frekvenciagazdálkodást tesz lehetővé.
- Az adók jele a vevőantennán összeadódik, de nincs interferencia, ha pontos az időszinkron az adók között.
- Spektrum megtakarítást lehet elérni és egyenletesebb térrősség elosztást.
- A vevőben a természetes reflexiók alacsonyabbak és kisebb késleltetésűek (2-30 μ s), mint a másik adó jele (30-300 μ s az adótávolságok függvényében).
- A távoli adó jele nem érkezik később, mint a védőintervallum vége, mert akkor ISI lesz. Vagy az időt kell növelni, vagy az adótávolságot csökkenteni ilyenkor.
- Az adóknak ugyanazt a bájtot (adatcsomagot) pontosan egyidőben kell kisugározni.
- Hátrány: regionális adóknak nem jó. Továbbá a szinkronizáció nehéz (GPS-jelekkel)! Működhet együtt MFN adókkal is.
- Egyfrekvenciás hálózatban, ha az adók 60 km-re vannak, a védőintervallum = $60\text{km}/300000\text{ km/s} = 200\text{ mikrosec}$.
- Rádiófrekvenciás SNR: legalább 20 dB tetőantennával és min. 28 dB botantennával, de más modulációhoz ennél kisebb is elég.

DVB-H

- A DVB-H (DVB-Handheld) a mobil vételre optimalizált, átdolgozott DVB-T variáns. Magyarországon mindkét platformot az Antenna Hungária kezeli, de valójában a kettőre együtt nem is volna szükség: a DVB-T megfelelő tervezésével megoldható lett volna annak kiváltása. A DVB-H-nak sok létjogosultsága nincs, mivel fizetés és a fizetőképes kereslet csekély.
- A mozgásból adódó Doppler-hatás frekvenciaelcsúszást a vevők AFC fokozat követni tudja (pld. 500 MHz vivő és 200 km/h esetén ez az elcsúszás csupán 94 Hz).
- A szükséges adók száma: 1-80 darab, 5-8 MHz sávszélesség mellett, QPSK vagy 16QAM modulációval, kép WMV9 vagy H.264 AVC (MPEG4) 250-450 kbps-el, AAC hang. A DVB-H közvetlenül nem alkalmas MPEG2 TS továbbításra, de az AVC hatékonyabb is.
- Több csatorna fér el, ráadásul a végberendezés képernyőjének felbontása, mérete kicsi: 8 MHz-be akár 100 program is beleférhet. Lehetőség van ennek keretében időosztásos csatornahozzáférése is: a megjelenítésre szánt adatfolyam sebessége kisebb az átvitelnél, ezért szakaszosan lehet több programot kiadni, és addig a vevőt lekapcsolni (akár 95% energia megtakarítást is jelenthet).

- Négy helyen módosították a DVB-T rendszert:
 - 4k üzemmód is van
 - Rugalmasabb tervezés, de SFN még használható
 - 2k-hoz képest az adócella mérete duplája lehet
 - Doppler ellen jól véd
 - Más a belső átszövés menete
 - Ha rögzített a vétel, a belső átszövés mélysége nem nagy, de itt új módszerrel ez a mélység növelhető, a védettség nő
 - Kiegészítették a TPS infókat
 - 5 MHz-es sávszélesség is használható a 8 MHz helyett
- 2009 őszén Budapestről három adóról az UHF38-as csatornán SFN hálózatban történik az adás, egyelőre ingyenesen. A beltéri lefedettség csak Budapesten belül, a kültéri azon kívül is biztosítható. A becsült felhasználók száma tízezer, az m1, m2, DunaTV, Duna II, ATV és Hír TV található meg a kínálatban. A kereskedelmi alapú szolgáltatásokat nem sokára indítják.

DVB mérések

1. MPEG adatfolyam
2. DVB-S
3. DVB-C
4. DVB-T

MPEG folyam

- Képen belül nehéz a képminőséget számszerűsíteni
- Túl nagy tömörítés esetén blokkosodás léphet fel a makroblokkok határán, ekkor ugrásszerű Y vagy színjelváltozások következnek be. Akkor jó, ha az átmenet a blokkok határán folytonos. Egyszerű, blokkosodásra kevésbé hajlamos képtartalom, ahol kevés a mozgás és a kép nem részletgazdag. A sport a legjobban veszélyeztetett.
- A mérési módszer lehet
 - szubjektív
 - - kettős ingeren alapuló folytonos skála
 - - egyszeres ingeren alapuló folytonos skála
 - objektív.
- A szubjektív esetben emberek pontozzák a képminőséget 0-100-ig, vagy csupán a képet önmagában, vagy egy referenciaképhez viszonyítva.
- Objektív esetben mérőműszert használunk, amely képes a blokkosodást mérni. Ehhez csak arra van szükség, hogy a szomszédos blokkok határán megvizsgálja, van-e ugrás, vagy megmaradt-e a folytonosság? Ezt minden blokkra el lehet végezni és átlagolni a képre. Ez alpból egy súlyozatlan értéket szolgáltat.

DVB-S

- Mivel a szemünk képességei korlátozottak, érdemes lehet ezt a számot súlyozni a képtartalom függvényében. Meg kell állapítani időben és térben az ún. változékonyságot. Mindkettő képes arra, hogy elfedjen bizonyos átviteli hibákat, és a szemünk nem is fogja érzékelni azt.
- Pld. egy gyors képváltás elfedheti az előző képen lévő blokkosodást; vagy éppen egy zöld fűfelületen sem látszik annyira a hiba, mint a kép közepén egy arcon.
- Részletdűs, vékony vonalakkal rendelkező képen nagy a térbeli változékonyság (SA), monokróm esetben nulla. A maximális SA értéke a pixelenkénti fekete-fehér sakktabla kép.
- Időbeli változékonyság (TA) maximuma a tiszta fekete kép és a tiszta fehér kép váltakozása, míg nulla értékű ha állóképek sorozata van. Műszerek képesek ezeket kiszámítani és kijelezni, továbbá alapvető információkat is észrevesznek, mint pld. a kép lefagyása (TA=0), kép kiesése (TA=SA=0), hang megszűnése.

- DVB-S esetén a két legnagyobb baj, amivel számolnunk kell:
 - a kb. 200 dB-es szakaszcsillapításból adódó zajok, ill.
 - a mikrohullámú összeköttetés egyéb sugárzási zavarai.
- A legfontosabb mérendő jellemzők: a jelszint, a vivő/zaj viszony (C/N arány), a bithibaarány és a vällcsillapítás.
- Bithibaarány három helyen lehet mérni:
 - a Viterbi-dekódoló előtt,
 - a RS-dekódoló előtt és
 - A RS-dekódoló után.
- Az összeköttetést a Viterbi előtti érték jellemzi (értéke kb. 10^9 és 10^2 között van), ráadásul ezzel az értékkel lehet az antennát is beállítani. Az RS-dekódor után akár több órát is tarthat a mérés, ha jó a hibajavítás. A felfelé irányuló csatornában spektrumanalizátort használhatunk a méréshez. A C/N arányt dB-ben kijelzik ($10 \log P_{\text{vívő}}/P_{\text{zaj}}$). A DVB-S jel elegendő zajszerű. A vällcsillapítás az a része a spektrumnak, amely a gondos lekerekítés ellenére átlóg a szomszéd csatornába, a csillapítás legalább 35 dB kell legyen.

DVB-C

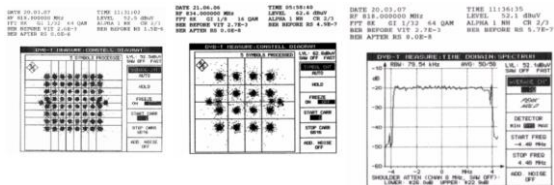
- DVB-C-nél sokkal több mindent lehet és kell mérni: jelszintek, jel/zaj viszonyok, IQ modulátor, zavarok, fáziszitter, reflexiók, BER, spektrum. A legfontosabb berendezés a konstellációs diagramot mutatja meg.
- A konstellációs ábrából azonosítható a gaussi fehérzaj, a fázishiba, a modulátor hibái közvetlenül. A többi fontos paraméter pedig számítható. Pld. szinuszos zavar esetében körbeveszi az a konstellációs pontokat, a fázishiba rombusz alakúvá teszi a konstellációs diagramot, a vivőszivárgás eltolja egységesen valamilyen irányban.
- A modulációs hibaarány mérése és definíciója:



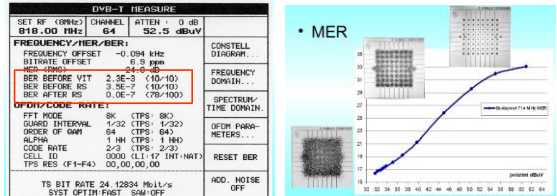
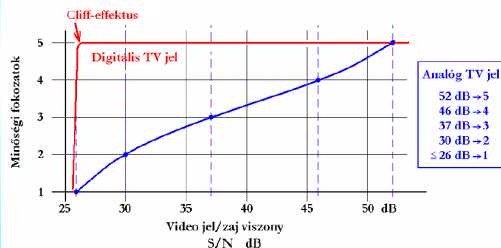
$$MER_{dB} = 20 \log \frac{\sqrt{M} \text{ mérési közepérték}}{\sqrt{M} \text{ hibajel mérési közepérték}}$$

- A vällcsillapítás is mérendő, elvárt értéke 43 dB körüli.

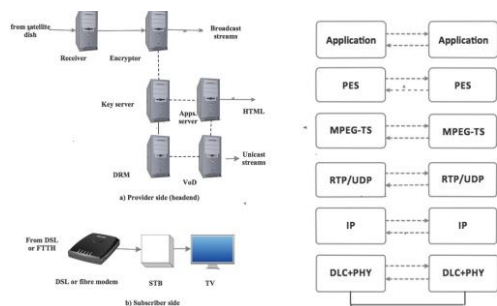
DVB-T



Minőséget meghatározó paraméterek: analog TV technikában elsősorban a S/N viszony



IPTV működési diagram



Android TV

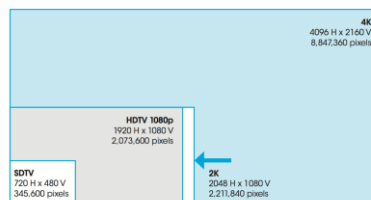
- Google: smart TV funkciók, streamingelt tartalmak, alkalmazások, játékok
- A Google TV projektet váltja le
- Okostelefonnal együttműködik (tartalomkeresés)
- Lehet keresni a Netflix filmtárban, a tabletről átjátszható a tartalom a tévére
- A Google Play boltból alkalmazások tölthetők le
- Sony, Sharp, Philips igen; Samsung és LG nem (ők sajátot fejlesztenek)

Egyéb internetes megoldások

- Letöltések jövője?
 - Célzott reklámok
 - Kellenek-e csatornák?
- Streamingelt tartalom és tartalomszolgáltatás
- TV-k beépített internettel
 - Sorozatok epizódjai
 - Hírek
 - Internetezés számítógép nélkül

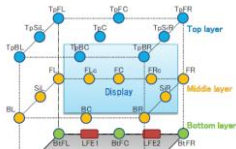
4K

- 3840x2160 (QUAD HD), a fullHD egész számú többszöröse
- DCI 4K szabvány 4096x2160
- Tartalomhiány
- Továbbítás hálózaton?



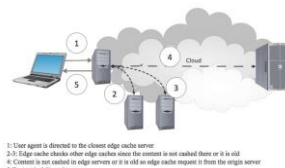
8K

- 8K Super Hi-Vision (SHV): 7680x4320
- 22.2 multichannel sound is lehet
- MPEG-4 AAC hangkódolás
- Broadcasthoz 1,2 Mbps hang-adatsebesség már jó



Multimedia delivery

- Content Delivery Networks (CDN)
 - Internet nem bírja a sok multimédiás tartalmat
 - Skálázhatóság legyen
 - Nőjön a „quality of experience”
 - Webszerverek csoportja, amelyek több példányban tartalmazzák ugyanazt az infót
 - 2.generáció video-on-demand képességű és streamingelhető



- OTT

- Over-the-Top Content
- A „lineáris” műsorszórás mellett „nem lineáris” kiegészítő tartalmak érkeznek, amelyeket a TV meg tud jeleníteni
- Technikai értelemben tartalomszolgáltatás nem menedzselte publikus interneten
- A content provider nem egyenlő az ISP-el
- OTT inkább Internet TV, nem pedig IPTV (dedikált, menedzselte IP hálózat, vertikális struktúrában)
- QoS biztosítása: a vételi oldal folyamatos monitorozásával lehet (hiszen a CP nem fér hozzá a hálózathoz, mert nem ő az ISP)
- Pl: Netflix, Apple, Amazon stb.
- A HbbTV ezt kombinálja a DVB műsorszolgáltatással

	OTT	IPTV
Delivery method	Over the open Internet	Using a proprietary network
Network ownership by the content provider/aggregator	No, network provider and content provider roles are separated	Usually the content distributor owns the delivery network
Quality of Service	In general, best effort provided by an ISP, a CDN may be used to improve it	QoS can be guaranteed
Protocol for media transport	HTTP/TCP, adaptive streaming like HLS is emerging	Transport stream over RTP/UDP
Routing topology	Unicast	Multicast

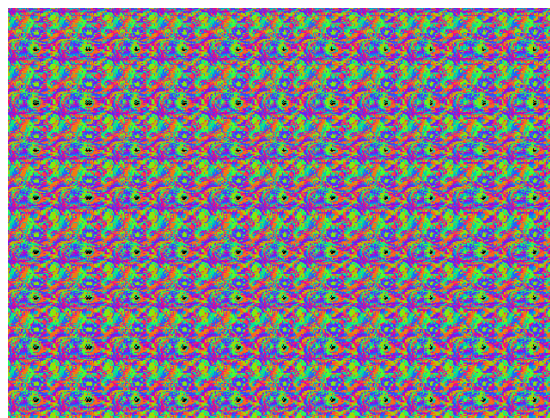
3D technika

- Térérzékelés:
- Két szem csak a viszonylag közeli tárgyak esetén szükséges a térlátáshoz. 50-100 méter felett már a tapasztalatunk, az árnyékok és a kitakarás dönti el. A kb. 1 méternél közelebbi esetben is működik az egyszemű térlátás de a fejet mozgatni kell hozzá és meg kell szokni (monokuláris ingerek). Ilyenkor időben eltolva nézzük a dolgokat más szemszögből, nem egyszerre.
- A sztereofotók is egymáshoz képest kicsit eltolt objektívvel készülnek.
- A sztereó fotózással lehetőségünk van a bázistávolság (a két szemünk közötti 6-8 cm-es táv) változtatására, bármilyen kamerával megoldható csak vízszintesen el kell mozdítani (vannak a neten ingyenes szoftverek amelyek ebből sztereó képet csinálnak nekünk). A bázis távolsága lehet pár mm (rovarperspektíva) vagy több 100 m (hegyek) vagy akár több km (űrfelvételek).

- Anaglif sztereó: piros-cián, piros-zöld szemüveges fotók, ezt csak két szemmel lehet nézni. Anaglif esetben a bal és a jobb oldali képet egymásra vetítik, de különböző színnel. A vörös-cián szemüveg biztosítja, hogy a megfelelő kép csak a megfelelő szembe jut. Működik színes képre, de torzulással. A piros szemüvegen át nézett piros kép fehér, a cián felület feketének látszik; a másiknál fordítva. A ff részletek nem szenvednek torzulást, a kép 3D-nak tűnik.



- Random-dot sztereogramok: Két azonos pont vagy képmintázat, bizonyos részei eltolva egymáshoz képest. Ezt egy szemmel nem látjuk, de binokulárisan felismerhető a kiugró „alak”. (Magic Eye könyvek autosztereó képei, ami nem mindenki képes látni).
- Julesz Béla találmánya Megoldott egy fontos tudományos kérdést miszerint a sztereó mélység észlelés már jóval a formaészlelés előtt a létező. Olyan ingereket mutatthat a kísérleti személyeknek, amelyeket azok egy szemmel nem láthatnak.



3D a moziban

- A moziban vetítéskor **polarizálva** vetítik ki a két szemnek a képet. A szemüveg segít abban, hogy a megfelelő szem a megfelelő képet lássa csak. A polárszűrésben nincs színszűrés, így az színhelyes marad. A film merevlemezen van, kb. 120-240 GB/film, a projektor pedig mp-ként legalább 70 képet vetít mindegyik szemnek külön egy fémes felületű vászonra (amely a polarizációt nem változtatja visszaveréskor). A bal csatorna pld. függőleges, a jobb vízszintes polarizációval van kivetítve és a szemüveg csak az adottat engedi át a szem számára.
- Létezik ún. körkörös polarizált szemüveg amely minden nézési pozícióban biztosítja az élményt (nem lesz szellemképes oldalról nézve sem).
- A **Dolby3D** technikában a vetítő előtt egy vörös-cíán korong pörög. A jobb és a bal szem képet is vörös, kék és zöld színnel vetítik, de ezek hullámhossza a két szem számára eltérő. A szemüveg gondoskodik ezek szétválasztásáról.

3D otthon

- Számítógépes LCD technika: a szemüveglencséiben lévő LCD átteresztőképességet aktívan vezérlejük a számítógéppel. Mindig elsőtétül (gyorsan) az egyik szem képe és így a gyors változást nem érzékelve 3D képet észlelünk. Legalább 100 Hz frissítés kell, vezetékes aktív összeköttetés.
- A 3D tévé is hasonlóan próbálja: a bal és jobb szem képet felváltva sugározza ki és a szemüveg követi azt a szinkronizáció során kitakarva mindig az aktuálisat. Van, hogy szemenként 100-100 Hz sebességgel. Sokba kerül, kevés a tartalom (Blu-ray) és szinkronizált szemüveget kell hozzá hordani.
- Szemüveg nélkül: a kép felületére párhuzamosan futó műanyag hengerlencse sor kerül, amely nagyítja az alatta lévő képet. Több képhez több lyet is lehet egy felületre rakni, adott irányból mindig csak az egyiket látjuk (nagy óriásplakát, ami változó képet mutat ahogy elhaladunk mellette). Vannak ilyen vastag képeslapok is, de elvben egy TFT monitorra is lehet rakni ilyen (Philips 15000 Euro).

Átviteltechnika

- HDMI:
- Nincs benne adattómérlés, minőségromlás.
- „bővített” DVI, átalakíthatók egymásba
- 8 csatorna, 24 bit, 192 kHz hang átvétele, és 165 MHz sávszélességű kép, de benne rejlik a duplája is: 2,5 GB/s.
- Kétirányú: a tévé és a műholdvevő kommunikálhat (set-top-box).
- A kábel hosszától független a minőség (20 m se gond).
- HDMI 1.4 a legújabb, 3D-hez ez kell.



- Nem lesz sok időnk hozzászokni a tévék és kijelzők által használt HDMI-csatlakozóhoz, mert hamarosan helyébe lép az olcsó és széles körben elterjedt RJ-45, azaz a számítógépek hálózati csatlakozója. Az új szabvány neve HDBaseT lesz, és pontosan ugyanazt a cat5e/6 kábelt és RJ-45 aljzatot használja, mint amivel a számítógéppel az internetre csatlakozunk.
- A szabvány 1.0-as leírása elkészült, de az új csatlakozó várhatóan csak 2011-ben kezd elterjedni. A jól bevált hálózati csatlakozónak sok előnye van a HDMI-hez képest. A HDBaseT kábele száz méter hosszú lehet, a tévézéshez szükséges audio- és videojelek mellett internetelérést is biztosít az eszközöknek.

Feltételes hozzáférés

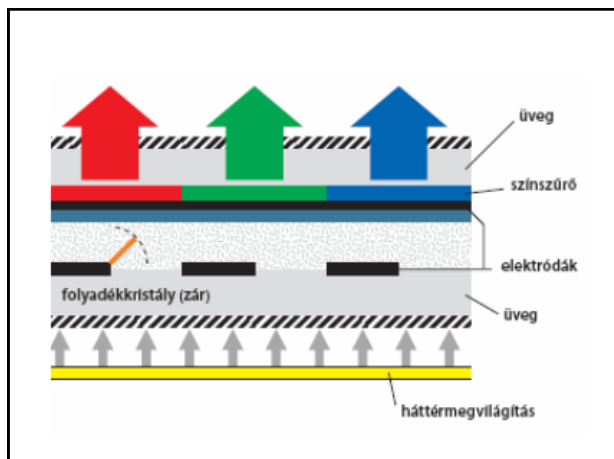
- A digitális tévék kulcsa is az átvétel része.
- Ehhez úgynevezett Common Interface (CI)-re van szükség, valamint a dekódoló kártyára, amely a titkosított műsort nézni engedi.
- Az igazán minőségi adások, HDTV különösen, bizonyosan előfizetéses.
- A vevő a digitális és tömörített hasznos jelek mellett egy kódot is megtalál a jelben, melyet dekódol. A dekódoláshoz szükséges a smart kártya (a kulcs) a set-top-box számára. A kiadott kód legyen könnyen kezelhető, és gyorsan megváltoztatható (gyakori update). Az adó kódolási (titkosítási) eljárásának titokban kell maradni (ha kiderül egyszerre kell megváltoztatni az adó oldali kódot és az összes dekódot).
- A DVB szabvány rendelkezik a CA módokról is. Két alapvető kódolási eljárás a Simulcrypt és a Multicrypt.
 - Simulcrypt esetén egyetlen transzport stream képes a különböző CA rendszereken keresztül is a vételt biztosítani. (Hasonlóan a bankautomatához, amely több bank kártyáját is elfogadja)
 - A multicrypt-hez szükséges, hogy a beltéri egység rendelkezzen egy Common Interface-el, amely egy cserélhető nyílás különböző kártyákhoz. Így a vevő képes különböző kártyarendszerek használatára úgy is, hogy maga a vevőkészülék az adott CA-ra fel lenne programozva.

Megjelenítők

- A hagyományos analóg tévékészülékek (monitorok) katódugárcsővel rendelkeznek, méretük nagy és nehéz, hiszen a katódugárcső nagy (hosszú), így a készülékek nagyon mélyek. Ráadásul túl nagy képméretet is nehéz létrehozni (1 méter a határ kb.) és a felbontás kb. a 800*600-as-nak felel meg.
- Ez analóg váltottoros SDTV-hez megfelelő, de a nagyobb felbontáshoz vagy számítógépes progresszív képhez már nem. Nagyjából a DVD az, amit mér érdemes TV-n nézni, de már azok is jobbák.
- A „lapostévék” sokkal jobb képmínőséget adnak **megfelelő műsorforrás esetén**. Minden, DVD vagy annál jobb felbontású műsor, HDTV, Blu-ray csak ilyen megjelenítőn hozza ki a plusz felbontást.
- Ne lepődünk meg azon, ha drága lapostévénken az analóg kábeltévén érkező adók képe rosszabb lesz, mint a régi katódugárcsővesen, hiszen annak felbontása rosszabb, mint a készüléké.

LCD

- Az LCD képernyő pixeljei nem világítanak. Két üveglap között folyadékkristály van, amelyet egy vékonyréteg tranzisztormátrix vezérel (TFT: thinfilm transistor). A parányi tranzisztor bekapcsolásakor a folyadékkristály áramlőkést kap, polarizációja megváltozik (molekulák bizonyos szögben elfordulnak) és áttereszti a háttérvilágítás fényét. Az RGB a fehér háttérszín szűrésével, bizonyos összetevők blokkolásával áll elő. Intenzitás = pixel fényáteresztő képessége.
- Az LCD-nél lehet „utánhúzás” gyors mozgásoknál, mert a reakcióidő nem olyan jó. Nagyobb képméret (1m átló felett) inkább plazma kell TV képhez.
- LCD-nél az állandó háttérvilágítás miatt nem jó a fekete, rosszabb a kontraszt. Sötét területeken nem olyan részletgazdag, mint a plazma.
- A kontrasztarányt különböző módon mérhetik a gyártók és ez megtévesztő lehet! Nehezen hasonlíthatók össze (pld. dinamikus kontraszt: kikapcsolt gép feketéje kontra teljes fehér kép...). Látószög LCD esetén kb. 45 fok, azon túl rossz, nagy méretnél, amit többen néznek, a plazma a jobb volt régen, mára az LCD-nek is jó a látószöge. Az LCD egész kicsiben is jó, néhány cm átlóban, a plazma nem megy le 80-90 cm alá, mert drága.

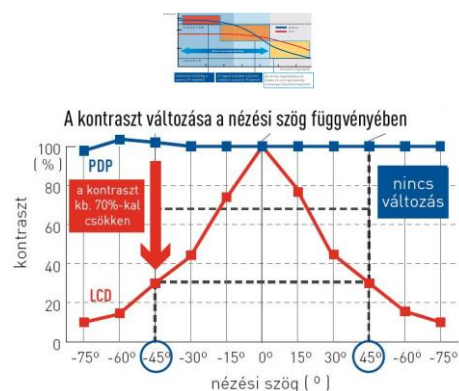


LED TV

- A CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) rövidebb elnevezése a hideg katód. Laptopokban és LCD tévékben használatos megjelenítési mód, amely keveset fogyaszt, jó a szín és világosság megjelenítő képessége. A normál LCD kristályok a vezérlés hatására kb 95%-át képesek blokkolni a háttérfénynek. Ez gyakran CCFL lámpa.
- A megvilágítás másik módja a LED, amely önmagában is képest fényt kibocsátani. A technológia drágább, de általában vékonyabb kijelzöt tesz lehetővé (Toshiba, Sony laptopok), továbbá könnyebb is lesz a konstrukció.
- A fogyasztás egyelőre kérdéses, egyesek azt állítják a LED kevesebbet, mások, hogy többet fogyaszt, de ez függ attól, hány LED van a gépben. A gyártók szerint 30-40%-al jobb a fényessége, és a színmélység is jobb lehet, a LED-ek hosszabb életűnek látszanak, arról nem is beszélve, hogy a CCFL eszközök az idővel veszítenek a fényességéből, a végére már csak fele olyan fényesek, míg a LED-ek egyszerűen végleg kiállnak.
- A LED-es háttérvilágítás persze csak tévék esetében újdonság, hiszen notebookoknál már egy ideje sikeresen alkalmazzák. A CCFL LCD készülékekhez hasonlóan a fekete nem homogén, hanem a kávéhoz közeli helyeken foltos – szerencsére filmnézés közben vagy feketétől eltérő színeknél egyáltalán nem látszik, még akkor sem, ha a kép nem tölti ki a teljes képernyőt.

Plazma

- A plazma tévé korábban többet fogyasztott az LCD-nél ez ma már nem igaz, az EU tiltás alá eső készülékeket már nem gyártják. LCD-k is jól láthatók minden szögből, fényességük is majdnem eléri a plazmát, utóbbi sem ég már be évek óta, élettartamuk 50-60 ezer óra.
- A plazma egyedi pixelcellákból áll, nemegzázzal töltve (xenon, neon, argon). Elektromos feszültség (gerjesztés) hatására a gáz felhevül (plazma állapotba jut) és UV-fényt bocsát ki. Ez gerjeszti az RGB foszfórt. A negyedik halmazállapotban az atomokról elektronok szakadnak le, az ionok és az elektronok miatt vezetővé válik. Két üveglap közé gázzal töltött cellákat helyeznek el és egy vezérlőelektrodahálózat.
- A homloküveg mögött dielektromos réteg (szigetelő) van. Alatta R, G, B színű foszfórréteg, melyet a plazma gerjeszt. A videójel a plazmát gerjeszti, melynek felületi kisülése gerjeszti a foszfórt.
- A plazmának van felezési ideje. Korrekciókkal ez 60 ezer óra is lehet, normál használat esetén. Ez kb. megegyezik az LCD-tévével.
- Sötét kép esetén kisebb a fogyasztás, LCD-nél nem, mert a háttérvilágítás állandó. Környezeti megvilágítás: a plazma a normál 150 lux körüli nappaliban jobb, az LCD a ezer luxos előadóteremben tűnik fényesebbnek és jobbna. A kontraszt változik a megvilágítás és a nézési szög függvényében!
- Elavult technika, nem gyártják.

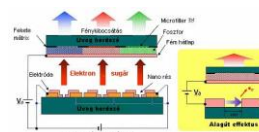


Egyéb megjelenítők

- A fenti három vezető technológia mellett vannak egyéb megjelenítők is. A legfontosabbak a **projektorok**, amely ára versenyképes a nagy lapostévékkel. Ma már fullHD felbontású projektor is kapható, de igencsak borsos áron.
- Jellemzőjük, hogy kicsik, könnyen szállíthatók, de hangosak, melegednek és nincs bennük tuner.
- Az első, régebbi típusok LCD projektorok voltak, mára elterjedtek a DLP-elvűek is (Digital Light Processing). A DLP alapja egy pixel-méretű tükör. A tükör fényvisszaverését digitálisan változtatni lehet annak tengelyből történő kimozdításával, amit elektronikus úton, a vezérlő jel segítségével érnek el. A tükör egyik állásában az optikára, másik állásában egy fénynyelőrre vetíti a fényt, így a vezérlés kitélési tényezőjével lehet szabályozni a világosságot. Közvetlenül alkalmasak digitális videojelek fogadására, és kevésbé érzékenyek a környezeti hatásokra (pl. hő). A szint egy forgó szintárca állítja be, a fényerősséget a tükör elfordítása.
- A fényerősség (ANSI Lumen) nagyon fontos, csak teljes sötétben jön elő a projektor előnye
- Létezik már fél gyufásdoboznyi projektor is. Vagy a szemüvegbe épített kijelző, pár cm²-es kép a szemhez közel olyan jó, mint a 100 centis tévét nézünk 2 méterről.

SED

- A **SED** (Surface-conduction Electron-emitter Display) vékony, nagyképernyős CRT tévé, ahol képelemként pixelméretű elektronforrás adja a gerjesztést, nem pedig eltérített elektronsugár. Canon és Toshiba közös fejlesztés 1996 óta, általában jobb a képe az LCD-nél:
 - Láthatósági szög
 - Színelállítási képesség
 - Kontrasztarány sötétben 8500:1
 - Képernyő pixelfrissítés gyors
 - Alacsony fogyasztás

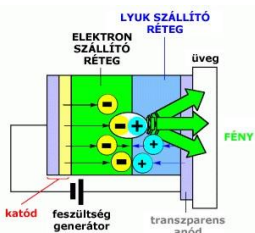


- Sokkal nagyobb méretű lehet, mint a hagyományos CRT, 90-120 cm képátló: 1920x1080 full HD panelek is vannak. Az ár kb. a plazma és LCD tévék árával egyezik meg. Hátrány: lehet hogy elkészt a technológia, új igényekhez nem biztos hogy passzol (mobil alkalmazás).

OLED, FED?

- Az **OLED** (Organic Light Emitting Diode) nagyon drága. Szerves anyagból, mely feszültség hatására világít. LG, SONY kísérlet. Pixel-mátrix vezérlés (aktív TFT). Előnyök: a legvékonyabb és legkönnyebb panel, 2-10 V DC, nagy látószög, full HD, nincs mérhető reakcióidő, olcsó, 1:1 000 000 kontrasztarány.

- Egyéb apróhír értékű megoldások a **FED** (Field Effect Display), amely jó képet, kevés fogyasztást ígér. A JVC ún. **HD-ILA** mikrokijelzős megoldással foglalkozik. Ez „projektoros LCD”, vékony, már most képes az 1920*1080-ra, azaz full HDTV-re és ez növelhető is.



OLED

- OLED panel élettartama még nem ítéhető meg.
- Abban különbözik a hagyományos LCD-kijelzőktől, hogy nincs szüksége háttérvilágításra. Ezért az OLED-képernyők könnyebbek, vékonyabbak, rugalmasabbak, és lehet belőlük hajlékony verziót is csinálni.
- Itt is gond lehet a hosszú idejű statikus kép (?)
- Az OLED panel pixelei nem folyamatosan frissülnek, hanem „sample and hold” módon: új képinformáció esetén frissül
- Ez a túl gyors mozgásnál elmosódást eredményezhet
- Gyorsabb a reakció idő, mint a LED és a plazma esetén, de a fentiek korlátozó tényezők lehetnek.
- Itt is lehetne javítani ezen a videóképek közé beszúrt fekete képkockákkal (mint LED LCD esetén).
- Jelenleg csak az LG árul OLED TV-t, de a Panasonic is szeretne a plazma leállítását után erre áttérni. 2014 őszén 55 collos ívelt és sík TV-k kaphatók.
- 4K-hoz és 3D-hez is alkalmazható

Ívelt készülék

- Nincs semmi értelme
- Nehezen akasztható a falra, és ha nem pont középről nézzük (vagyis két-három emberről nagyobb társaság ül előtte), az ív zavaró, beletakar a képbe.
- Van amelyek gombnyomásra kiegyenesedik...

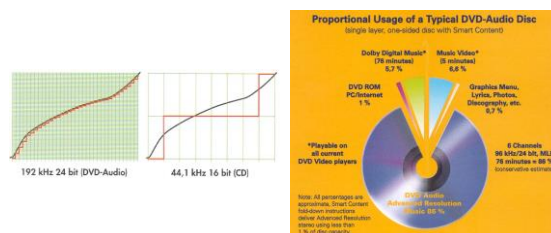


- Egy 127 centis tévé előtt, közepén, a képernyőtől 180 centire ülve a hajlított képernyő miatt a képe kb. 13 cm-el nagyobbak látszik. 240 cm távolságból ez 7 pluszcentit jelent, állítólag, de minek?
- „IMAX hatás” akkor jön ki, ha teljesen körülölel minket a hajlított képernyő, ez pedig csak nagyban működik.
- Vetített nagy képnél valóban torzul a szélein a kép, így ott lehet értelme „ellentorzítni” a hajlított vászonnal. Ezt iktatja ki a homorú vászon azzal, hogy arányosan nagyobb felületet ad a képnek közepén, így a nagyítás egyenletessé válik.
- Mivel az optimális tévézésési távolság a tévé képátlójának 119 százaléka, a fentiek hatása elenyésző.
- Csak az OLED hajlíthatósága miatti marketingfogás.

HD stúdiótechnika

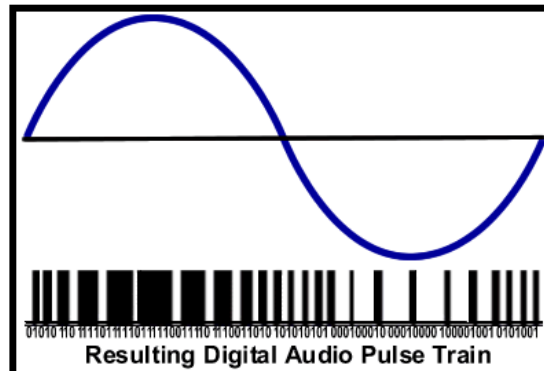
- DVD Audio és a SACD
- A DVD-Audio nem ugyanaz, mint a DVD Video audio része! Utóbbi a video_ts könyvtárban van és jellemzően veszteséges tömörítésű 5.1-es hang (DD, dts). Előbbi az audio_ts könyvtárban van, és az ötlet annyi, hogy a nagy helyet elfoglaló képinformációt kidobják és helyére is hangot rögzítenek ugyanarra a DVD hordozóra.
- Itt is PCM jelek vannak, legalább 96 kHz/24 bit felbontásban, mind az 5.1 csatornára, de lehetőség van 192 kHz/24 bitre sztereóban. A rendszer veszteségmentes tömörítést alkalmaz, a hasznos átviteli sáv eléri az 50 vagy 100 kHz-et, a 24 bites dinamika pedig a tartalékokkal is lefedi a hallás legjobb képességeit.

DVD Audio



SACD

- A Sony és a Philips versenymintája az SACD. Az SACD szakít a megismert PCM elvvel, és ún. 1-bites AD átalakítás után közvetlenül rögzíti a jelet. Az eljárást DSD (Direct Stream Digital)-nak nevezik.
- Kellően hatalmas mintavételezés mellett a PCM jel 1-bitesre buvítható, így az már nem is lesz PCM többé, hanem maga az egybites jel hordozza az információt. A stúdiókban gyakran ilyen egybites szigma-delta átalakítók és rögzítők vannak, ezen végzik az utómunkát, majd végül lebutítják a jó minőségű adatfolyamokat 16 bites PCM mintákra a CD számára.
- A SACD rendszer ehelyett 5.1 csatornán a DSD jelet közvetlenül rögzíti, amihez csatornánként 2,8 MHz-es mintavételei frekvencia szükséges (64szerez túlmintavételezés). Mivel a jel egybites, a bitsebesség is ennyi, csatornánként. Az SACD is tartalmaz veszteségmenetes tömörítést, és nem is kompatibilis semmivel. A sávszélesség itt is eléri az 50-100 kHz-et. A hordozó szokványos DVD alapanyag.
- Kezdetben az SACD és a DVD Audio vetélytársak voltak, de manapság kaphatók hibrid lejátszók, amik bármit lejátszanak. A DVD Audio és az SACD jelet a szokványos házimozis erősítők nem tudják dekódolni, így azt a lejátszó végzi, amelyet hat analóg kábellel kell összekötni az erősítővel (ha annak van hatsztoros „ext.in” bemenete).



- A HDTV képfelbontását már ismerjük. A fullHD elnevezés ennél jobbat takar, 1080p * 1920 felbontást, 16:9 formátumban. Könnyen belátható, hogy ehhez nagy bitsebességre volna szükség, ill. nagyon erős tömörítésre.
- Az MPEG4 – bár nem erre találták ki eredetileg – alkalmas a tömörítésre. Az ilyen kép megjelenítéséhez fullHD panelra van szükség, és egy új hordozóra.
- A Blu-ray lemezek rétegenként 25 GB kapacitásúak, így a kétrétegű lemezre 50 GB fér rá. Ez a kapacitás lehetővé teszi a fullHD képet és a veszteségesen tömörített vagy éppen PCM hangot is.
- Az ismert hangformátumok, mint a Dolby vagy a dts is megalkotta a Blu-ray lemezek számára a HD hangformátumokat. Ilyen a Dolby Digital Plus, a dtsHD stb. Ezek a lemezek szinte minden film mellé választhatók, 7.1 csatornásak (de 5.1 felelő kompatibilisek), viszont megfelelő házimozis erősítő kell, amely ezeket 7.1-ben dekódolni tudja. A kapcsolatot a lejátszóval csak HDMI lehet. Különösen Blu-ray lemezen kiadott koncerteknél van ezeknek jelentősége, ott 5.1-es PCM hanggal is találkozhatunk!

	HD DVD			Blu-ray Disc		
	Státusz	Maximális csatornaszám	Maximális adatátviteli sebesség	Státusz	Maximális csatornaszám	Maximális adatátviteli sebesség
DOLBY TRUEHD	Kötelezően választható	8	18 Mbit/sec	Opció	8	18 Mbit/sec
MLP LOSSLESS	Kötelezően választható	6	9,6 Mbit/sec	-	-	-
DOLBY DIGITAL PLUS	Kötelezően választható	7.1	3 Mbit/sec	Opció	7.1	1,7 Mbit/sec
dts-HD Master Audio	Opció	8	18 Mbit/sec	Opció	8	24,5 Mbit/sec
dts-HD High Resolution Audio	Opció	8	3 Mbit/sec	Opció	8	6 Mbit/sec

Stúdió képtechnika

- A stúdiókban két nagy professzionális rendszerrel találkozunk általában. Az egyik a Sony-családja a Betacam és annak verziói; a másik a Panasonic család, a DVCPRO rendszer.
- A (sima) Betacam mellett létezik a Betacam SP és a DigiBeta, melyek hasonló kazettát használnak, de más formátumban. Az eredeti 1982-es analóg formátum komponens videót rögzített: Y-t az egyik sávon, a másik sávon pedig felváltva R-Y ill. B-Y jelet tömörített időosztásos (CTDM) elven. Ez lehetővé tette a 300-soros stúdióminőséget Y esetére és 120 sort színkülönbségi jelekre (ezzel szemben a VHS kb. 30 sort tud csak!). A formátumot ne keverjük össze a konzum Betamax rendszerrel, amely rosszabb minőségű kompozit jelet rögzít.

- A DigiBeta 1993-tól létezik, amely az analóg betákat túlszámolja, de olcsóbb a D1-es formátumnál. DCT-tömörített komponens videót rögzít 10-biten 4:2:2 YUV formátumban, 720*576 PAL felbontásban (90 Mbps), plusz négycsatornás 48 kHz/20 bites PCM hangot. Van koaxiális digitális kimenet is.
- A Beta SX a Beta SP digitális verziója, a DigiBeta olcsóbb alternatívája. MPEG 4:2:2 @ML képet rögzít (18 Mbps kb., IBIBIBIB... struktúrában).
- Létezik már HD-formátum is: HDCAM és a HDCAM SR. 1080i esetén 1440*1080 felbontású képet kínál (nem négyzetes pixelekkel), 144 Mbps mellett. Az SR verzió képes 4:4:4 felbontásra, 440-880 Mbps mellett, MPEG 4 „Studio Profile” tömörítéssel, akár 12 hangcsatornájig. Ez a HDTV technika.

DV

- A DV rendszer DCT intraframe tömörítést használ 25 Mbps fix sebesség mellett (36 Mbps bruttó). Nagyon hasonlít a csak I-képeket tartalmazó MPEG2 III. M-JPEG kódolásra. PAL esetén a kép 4:2:0 és 2-4 hangsávra van lehetőség. A Beta SP néha jobb minőséget szolgáltat.
- A Sony-féle DVCAM professzionális verziója a DV rendszernek. A kazetta ugyanaz, de 50%-al gyorsabban megy és a mágnescsík is szélesebb rajta 50%-al, ezzel csökkentve a drop-outok esélyét. Továbbá az audio sáv és a kép rögzített: editálás után sem csúszhat el.
- A Panasonic DVCPRO kazettája még szélesebb csíkkal rendelkezik és van rajta analóg hangsáv is. Mindig 4:1:1 formátumot használ. Létezik a DVCPRO50 is, amely két párhuzamos DV-kodeket tartalmaz, 4:2:2 formátumot és 50 Mbps-et lehetővé téve, de megfelelve a kapacitást. A minőség a DigiBetával egyezik meg kb. A DVCPRO HD másik neve a DVCPRO100 négy kodeket alkalmaz, 40-100 Mbps mellett.
- A stúdióminőség mellett a konzumelektronikában a miniDV egyeduralkodó a kis méretű házi szalagos videokamerák piacán. Voltak próbálkozások a beépített DVD-író kamerák piacán, de ezek nem terjedtek el igazán, hisz lényegi alternatívát nem kínáltak.

Ezzel szemben a memóriák méretének és árának csökkentése lehetővé tette, hogy mozgó alkatrész nélküli (azaz merevlemez sem tartalmazó) felvevőket készítsenek. Ezek SD-kártyát használnak rögzítésre, AVCHD (MPEG4) kép formátumban. Nem professzionális gépek, hanem a házi kamerák új generációja. Főbb jellemzők:

- MPEG4 képtömörítés, AVCHD formátum
 - SD kártyára rögzítés (akár 32-64 Mbyte-os méretben is)
 - Dolby Digital 2.0 vagy akár 5.1 hang
 - Rendkívül kicsi és könnyű méret
 - FullHD 1080p felbontás
 - Digitális és analóg kimenetek, HD szerkesztő programok
 - Kiírás editálás után DVD vagy Blu-Ray lemezre Blu-ray formátumban (BDMV könyvtár)
 - Nagyon alacsony fogyasztás, hosszú akkumulátor élettartam
 - Kis fényképezőgép állványra szerelhetőség
 - Nagyfelbontású fényképek készítése ugyanarra a kártyára
 - Mozgó alkatrészek hiánya (leszámítva az optikát, zoom-olást) miatt nagy stabilitás, környezeti hatásoknak ellenálló.
- A hátrányok között kell megemlítenünk, hogy a HD editálás jelenleg nem olcsó, elég komoly PC környezetet kíván, különösen a Blu-ray írás. Az SD kártyák sem olcsók, így azokon tárolni a nagyfelbontású felvételt nem lehet. A kamerák jó része gyenge fényviszonyok mellett ill. gyors mozgásoknál rossz képminőséget szolgáltat a nagy MPEG4 tömörítés miatt.