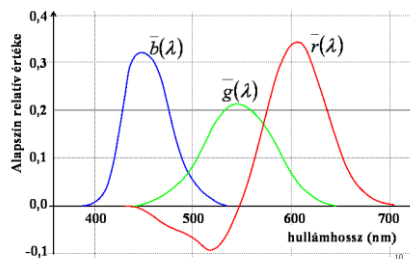


1 kérdéskör (fénytechnika, színmérés, fekete-fehér televízió)

1. Ismertesse az RGB és r-g CIE színmérő rendszert, definiálja a színösszetevő, a színkoordináta, a modulus fogalmát és a színösszetevő függvényeket? Ábrázolja azokat!

- RGB: CIE alapszín rendszer
- 3D koordináta rendszer, R,G,B egységvektorok
- Vektoriális szabályok érvényesek, eredő szín: $C=R(r)+G(g)+B(b)$
- $R=G=B=0$ fekete, $R=G=B=1$ egyenlő energiájú fehér
- Színtér alapszínvektoraihoz rendelt irányok: színtengelyek
- Színtér: bármely színingert csak 1 pont ábrázol
- r-g sík: csak a színezettség információt tartalmazza
- az egységsíknak egy színvektorral alkotott dőfspontjára annak 3 koordinátája jellemzi: r,g,b: CIE színkoordináták $r=R/R+G+B$
- b irányból vetület az r-g tengelyeket tartalmazó síkra
- Modulus: az alapszínek összege
- probléma: a görbe nagy része negatív r értékekre esik
- Színösszetevő függvények:

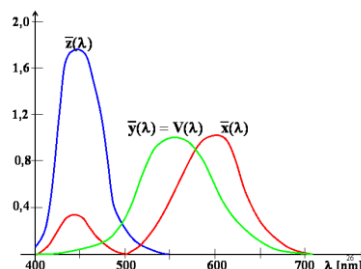
Spektrális színösszetevő függvények (1931, 2°)



2. Ismertesse az XYZ CIE színmérő rendszert. Hogyan származtatjuk, miért? A spektrális színösszetevő függvények az XYZ rendszerben. Adja meg a CIE/RGB és a CIE/XYZ közötti transzformációt és a kiindulási feltételeket!

- Koordináta transzformációval kapjuk az RGB színtérből: $[X,Y,Z]_{CIE} = K [R,G,B]_{CIE}$
- Lineáris transzformáció, vektoriális összegzés nem változik
- Szempontok(kiindulási feltételek): a látható színek XYZ pozitívak legyenek, az 540 és 700nm közöttiek legyenek kikeverhetők csak az XY színösszetevőkből, első térnyolcad. $X=Y=Z=1$ egyenlő energiájú fehér legyen
- Egységsíkkal és vetületével síkprobléma, x y z
- $x+y+z=1$ ezért elég 2 a 3ból
- Z irányból az egységsík vetülete, x-y színdiagram (színháromszög)
- pereme a hullámhosszban paraméterezett spektrálszínek, és a kék-bíbor
- egyenlő energiájú fehér: $E x=y=1/3$
- Színösszetevő függvények:

A CIE X,Y,Z spektrális színösszetevő függvényei



3. Ismertesse a CIE x-y színmérő diagramjának felépítését! Ismertesse a CIE/XYZ és az FCC/RGB közötti transzformációt és a kiindulási feltételeket!

- Az egyenlő energiájú fehér pont az $x=y=1/3$ pontban
- Alul bíbor egyenes: kék és vörös spektrálszínek keverékei
- A látható színek tartománya a spektrálszínek és a bíboregyenes által határolt terület
- x-y: CIE színekoordináták
- X,Y,Z a CIE alapszín összetevők

4. Definiálja a CIE pszichofizikai jellemzőit! Ismertesse a helyes színvisszaadás elvi követelményét!

- Két színpontot összekötő egyenesen találhatók azok a színpontok melyek a kettőből összegzéssel nyerhetők
- Domináns hullámhossz: E fehér és a színpontot összekötő egyenes metszéspontja a spektrálszínek vonalával (színezet)
- Ha az E fehér alatt van, akkor a domináns hullámhossz negatív előjellel
- Telítettség: az összekötő vonalon nem változik a világosságérzet és a színezet sem
- Hol helyezkedik el a spektrálszín és az E pont között
- Színtartalom: $p_e = \text{távolság az E ponttól} / \text{távolság a spektrálszíntől} = m_f/m$
- Színsűrűség: $p_c = Y_d/Y$
- Színtartalom -> modulusok hányadosa
- Színsűrűség -> fénysűrűségek hányadosa
- Világosság érzetjellelmező megfelelője a fénysűrűség: Y
- A helyes színvisszaadás elvi követelménye, hogy nem törekszünk valósághű színreprodukcióra, hanem olyan színeket hozunk létre, amelyeket akkor láttunk volna, ha a téma megvilágítása fehér fénnel (C fehérrel) történt volna. Erre szolgál a fehéregyensúly beállítása. A fehéregyensúly állítást vagy a kamera objektívje előtt alkalmazott szűrővel, vagy elektromos úton valósítjuk meg.

5. A világosság-tv, színezet-tv és telítettség-tv mennyiségek és a területdiagram! Ismertesse a gammakorrekciónak szükségességét, végrehajtásának módját és egyenleteit.

- Területdiagram: $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$ és a $0 = 0.3(R-Y) + 0.59(G-Y) + 0.11(B-Y)$ egyenletet ábrázolja grafikusán, az Y alatti terület egyenlő az Y feletti területtel
- Világosság_{TV} = $[X,Y,Z]_{CIE} = \underline{A} [R,G,B]_{FCC}$ középső sora (fénysűrűség)
- Színezet_{TV} = $\arctg(R-Y/B-Y)$
- Telítettség_{TV} = $|D_{min}|/Y$, értéke 1 ha az FCC színháromszög kerületén van
- Gammakorrekciónak: a képernyőn létrejövő fénysűrűség és a vezérlő feszültség nemlineáris kapcsolata miatt szükséges: $L = k \cdot U^{2.2-2.5}$
- Egyenlet: $R' = R^{1/2.2}$, stb
- Végrehajtásának módja: jelforráshoz közeli ponton, gamma korrigált jelet továbbítanak
- Előnyös a zaj szempontjából is, kis szinteken jobban összenyomja, kevésbé látszik
- FF esetben nem nagyon zavaró hogy Y' van, gradáció torzítással jár telített színeknél

6. A képfelbontás általános jellemzői, fekete-fehér alapok, fúziós frekvencia, váltott soros letapogatás elve, a sorszám és félképfrekvencia. Ismertesse a fekete-fehér televíziós jel előállításának elvét, a jel jellemzőit!

- Szem felbontóképességét és az átlagos nézőtávolságot figyelembe véve kb. 600 sor, 800 vízszintes képelem, 1 ívperc esetén: $n = 3420V/D$
- Négyzetes pixelkijelzés, 4:3 képméretarány
- Fúziós frekvencia: 48-50 Hz, ami felett már állandónak érezzük a villogó képet
-> félképfrekvencia: 50-60 Hz

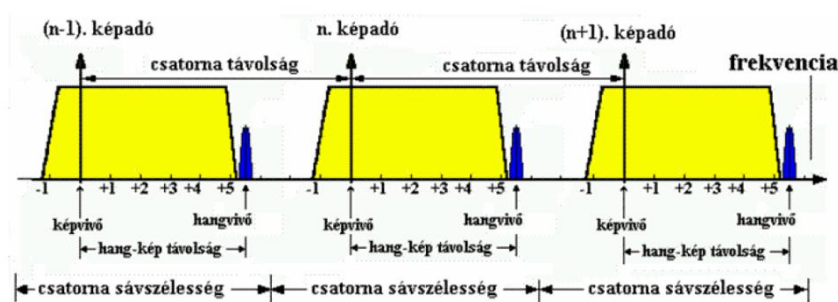
- Folyamatos mozgáshoz elegendő ennek a fele is
- Váltottsoros letapogatás hátránya a függőleges felbontás csökkenése, flicker (25Hz)
- FF jel előállítása: világosságjelet továbbítjuk, 30% szinkron jel (-300mV), 70% világosság jeltartomány (700mV)
- Előváll+sorszinkron+hátsóváll: (1.5+4.7+5.8)us -> sorkioltási idő: 12us
- Teljes soridő: 64us, - sorkioltási idő= aktív soridő: 52us

7. Ismertesse a sor- és a félképszinkronjelek, a sor és a félképkkioltás, valamint a videojel soron és képen belüli felépítését.

- Sorszinkronjel: előváll fekete szinten, szinkronimpulzus -300mV-on, hátsóváll fekete szinten
- Félképszinkronjel: előkiegyenlítő jelek $2.5 T_H$ ideig (623-625), majd félkép szinkron jel invertált sorszinkron jellel $2.5 T_H$ ideig (1-3), utókiegyenlítő jelek $2.5 T_H$ (3-5)
- Félképkkioltás: $25T_H$ ideig

8. Ismertesse a fekete-fehér televíziós jelek (kép, hang) átvitelét, az alkalmazott modulációs módszereket, a tipikus jelszinteket, a csatorna kiosztás jellemzőit!

- Képmóduláció: AM-VSB, pozitív moduláció esetében a vívő burkoló növekszik a videojel növekedésekor. Előnye hogy az sugárzott átlagteljesítmény kisebb, de negatív modulációt használnak mivel ha impulzus zavar adódik a jelhez akkor az fekete pontként jelentkezik.
- Hangmoduláció: FM, 10dB-el kisebb szint mint a kép szintje, 50kHz löket
- Jelszintek: feketeszint 0, szinkron -30%, itt 100% a vívő, maradékvívőszint fehér esetén (19%)
- Hang-képvívő távolság 5.5-6.5MHz



- Csatornakiosztás: VHF(47-89MHz), UHF(174-230, 470-940MHz) sávok, csatornákra osztva

2. kérdéskör (NTSC, PAL, tv-vevő)

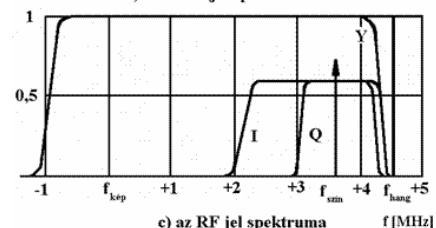
9. Az NTSC rendszer kialakításának megfontolásai, kompatibilitási követelmények. A színsegédvívő frekvencia, a moduláció megválasztása, a korrekciós tényezők meghatározása. Az NTSC burst szerepe, felépítése.

- A színes TV rendszernek kompatibilisnek kell lennie a FF vevőkészülékekkel, ugyanazt a sávot kell használni, FDM
- Az Y jel spektruma a sorsfrekvencia egész számú többszörösei körül csomósodik
- A legkisebb zavar ha a szuperponált szinusz frekvenciája a sorsfrekvencia felének páratlan számú többszöröse
- A zöld színkülönbségi jel dinamikatartománya a legkisebb, ezért ezt nem továbbítjuk
- A másik kettőhöz QAM modulációt használunk
- Frekvenciaválasztás: figyelembe kell venni a hangvívő és a beültetendő színsegédvívő frekvencia különbségi frekvenciáját, ami demodulálásnál gondot okozhat
- A legkisebb a zavar ha különbségi frekvencia is $f_H/2$ páratlan számú többszöröse lenne
- Amerikai hang kép távolság (4.5MHz) nem osztható az amerikai sorsfrekvenciával(15750)

- ## 10.NTSC komponens, és CVBS jelek alapsávi és RF sávi spektruma!

-

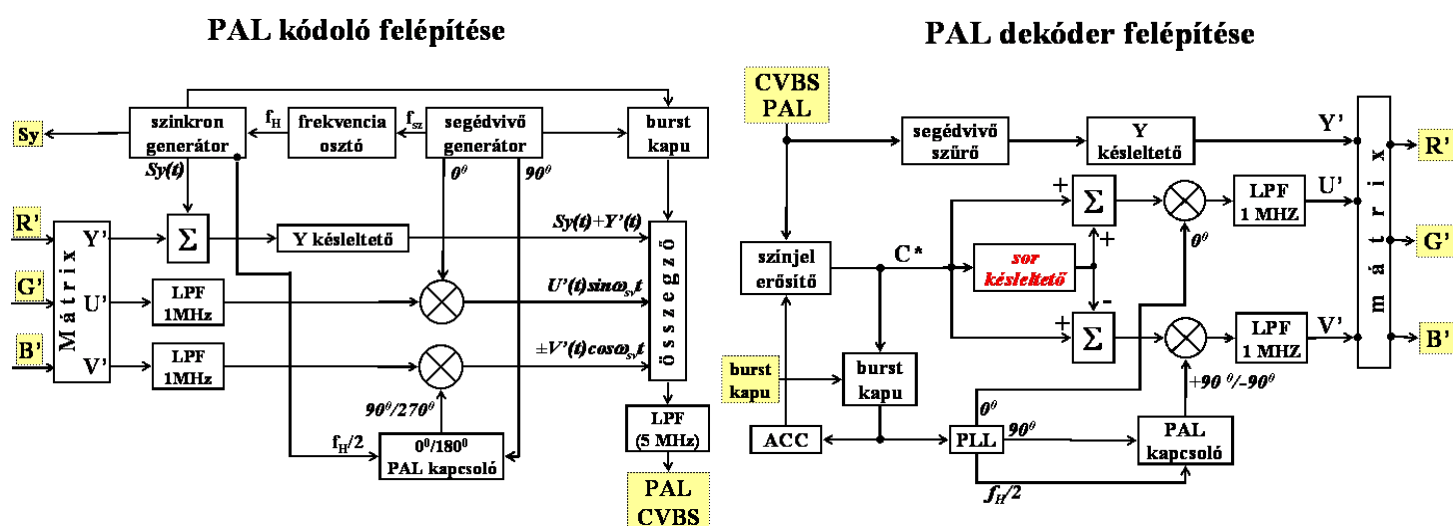
b) a kódolt jel spektruma



12. Ismertesse a PAL rendszer kódolási megfontolásait. A moduláló jelek és a segédvívó frekvencia megválasztása. A PAL fésűszűrés a vektoros tartományban. A PAL burst.

- NTSC: fázishiba -> színezethiba
- Soronkénti fázisváltás: az egyik QAM összetevő fázisát meghagyjuk alaphelyzetben az egyik TV sorban, a következő sorban invertáljuk
- Feltesszük hogy két egymást követő sorban a fázishiba nem változik, és a fázistorzítás a színvektor amplitúdóját nem befolyásolja
- Egymás utáni sor -> átlag képzés, ehhez soridejű késleltető művonal szükséges
- Fázishiba esetén vízszintes komp.: $P = |P| \cos(\alpha) \cos(\Delta\alpha)$
- Függőleges komp.: $P = |P| \sin(\alpha) \cos(\Delta\alpha)$
- Mind a kettő komponens egyformán csökken, csak a vektor lesz rövidebb, α nem változik
- Tehát színezetváltozás nem lesz, csak telítettség változás (kismértékű)
- A segédvívó frekvencia: soronkénti fázisváltás miatt $n f_H/4 + 25\text{Hz}$, így nem lesz vonuló ponttraszter, így $f_{SV} = 1135(f_H/4) + f_{\text{félkép}}/2 = 4.43\text{MHz}$
- A hangvívó távolságnál nincs probléma, mert a sorfrekvenciával maradék nélkül osztható a képvívó frekvencia
- Burst: $135^\circ, -135^\circ$ felváltva, átlaguk így 180°
- Soronkénti fázisugrás -> invertált sorok azonosítása

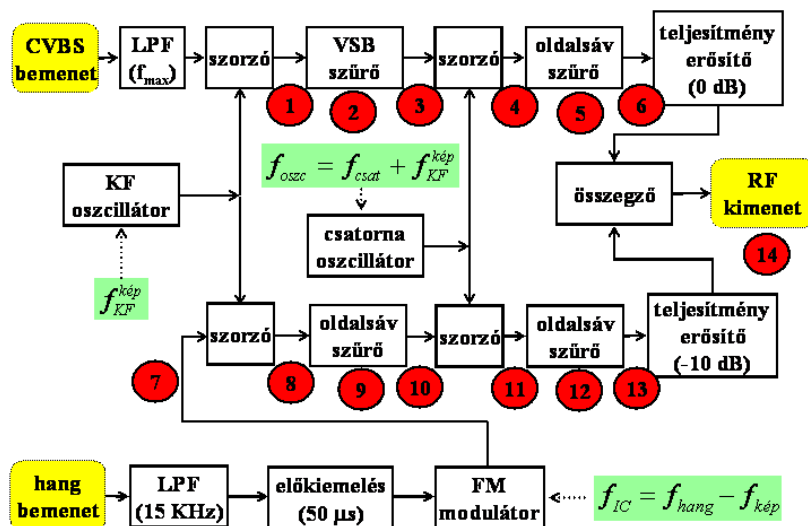
13. Adja meg a PAL kódoló és dekódoló tömbvázlatát és működését!



64

14. A tv-adó felépítése és működése.

1. Szorzás képvívó frekvenciával
3. AM-DSB -> AM-VSB
4. Szorzás csatorna frekvenciával
5. Oldalsáv szűrése
6. Erősítés 0dB
7. Szorzás hangvívó frekvenciával
10. Oldalsáv szűrés
11. Szorzás csatorna frekvenciával
12. Oldalsáv szűrés
13. Erősítés -10dB
14. RF kimenet



2

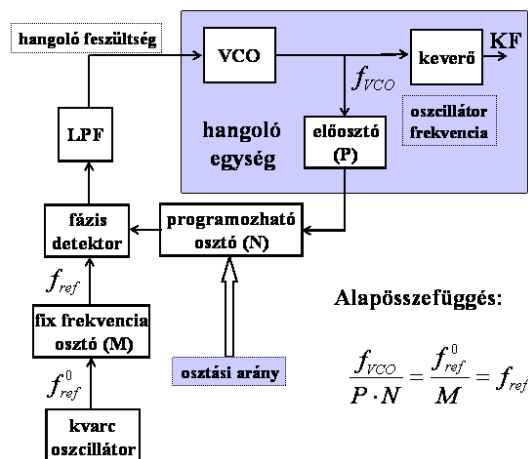
15.A tv-vevő általános felépítése az egyes egységek feladatai.

- Frekvenciatranszponálás vevő
 - RF bemenet
 - hangolható sávszűrő
 - állítható VLNA
 - tükröző elnyomás
 - lekeverés (PLLből a lokáljel)
 - KF sávszűrő
- Hang demodulálás, feldolgozás, erősítő
- Szín dekódolás -> R,G,B jel
- CVBS jel
 - Szinkron leválasztás
 - Teletext dekódolás
- Vezérlőjel
- OSD R,G,B kódoló + egyéb jelek + teletext -> fényerő, kontraszt telítettség szabályozás
- R+G+B+szinkron -> kijelző vezérlés

16.A PLL elvű frekvenciaszintézer felépítése, a hangolási lépcső és a bitszám értelmezése.

- Hangolási lépcsőköz meghatározása: N és N+1 esetben a kimenő frekvenciák különbsége
- $\Delta f = f_{ref}^0 \frac{P}{M}$
- Bitszám: adott Δf mellett:
- $n_{min} = \frac{f_{VCO}^{min}}{\Delta f}, n_{max} = \frac{f_{VCO}^{max}}{\Delta f}$

Fáziszárt hurok (PLL) (frekvenciaszintézer)

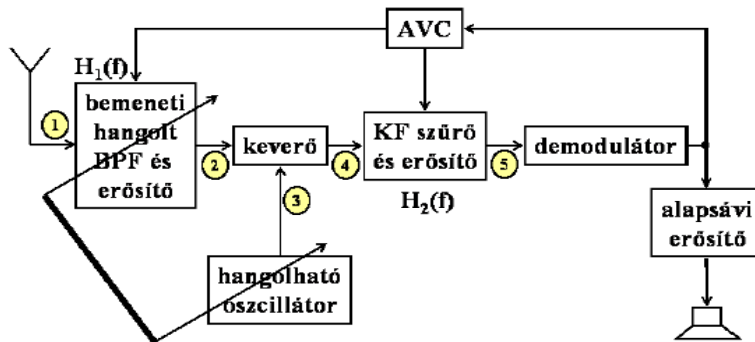


3. kérdéskör (Teletext, analóg hang, sztereó/kettős hang, műholdas műsorszórás)

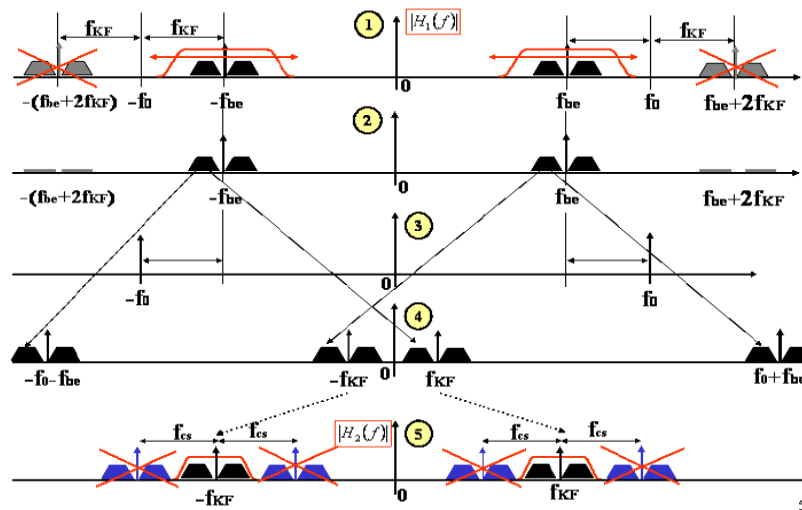
17.Az angol teletext rendszer.

- adatok átvitele a félképkioztási időben
- NRZ kódolás
- egy TV sor -> egy teletext sor: 45byte
 - órajel befutó (bitszinkron)
 - keretkód (bájtiszinkron)
 - fejléc (magazin sorszám)
 - adatmező:
 - kijelezhető sor, fejlécsor (oldalszám), nem kijelezhető karakterek
 - a sorok előtt az oldalfejléct küldjük, nem kijelezhető vezérlő sorokat is küldhetünk -> vezérlés
- 8 magazin -> 100 oldal / magazin (megjelenített oldalak)
- szellemoldalak: magazinokban A0-FF-ig érhetőek el a dekóder számára

18.A frekvencia transzponálóvevő tömbvázlata, spektrumábrái, a KF választási probléma.

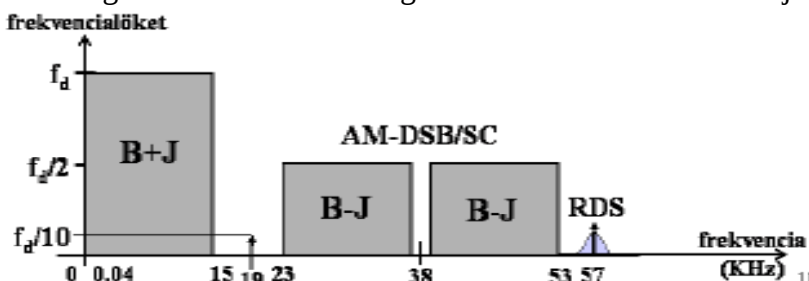


- *Nagy KF*: távol van a tükörfrekvencia, így nem a bemenő hangolt körnek nem kell nagyon jónak lennie a megfelelő tükörszelektivitás biztosításához, de magasabb frekvencián működő szűrők kisebb meredekségűek, így rosszabb lesz a közelszelektivitás
- *Kis KF*: a KF szűrő nagyon meredek lehet, azonban a tüköradó nagyon közel van, így a bemenő hangolt körrel szembeni elvárások alig teljesíthetők, vagyis jó lesz a közelszelektivitás, de rossz lesz a távolszelektivitás



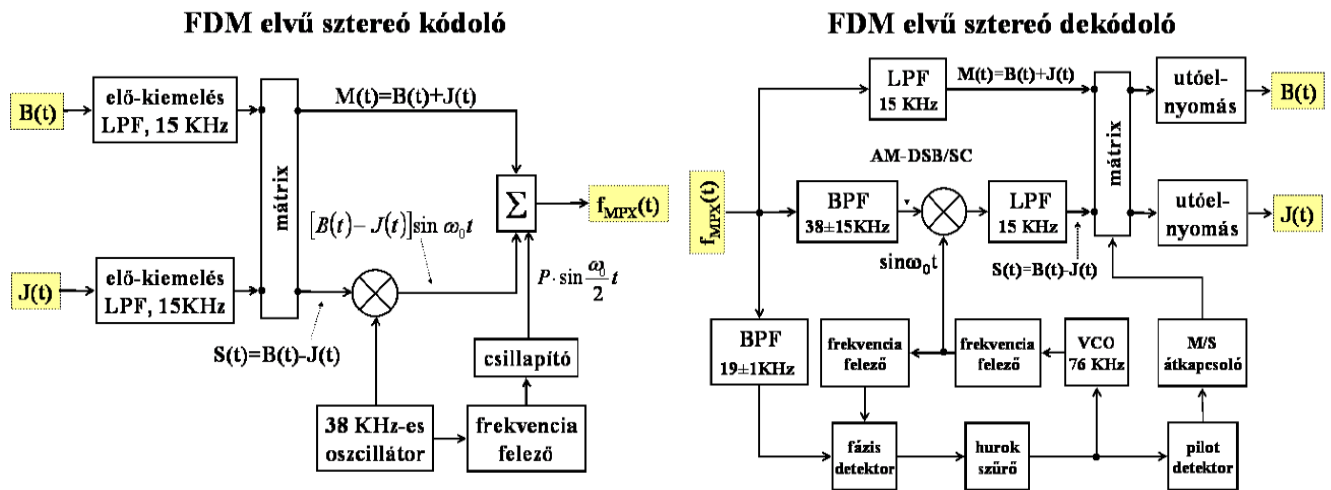
19.Az MPX sztereó jel kialakításának megfontolásai, a jel spektruma és analitikus alapja.

- legyen kompatibilis a már meglévő, monó rendszerrel, korrekt módon vehető legyen monó készülékkel is
- a már meghatározott sávszélességbe és frekvenciaraszterbe férjen bele



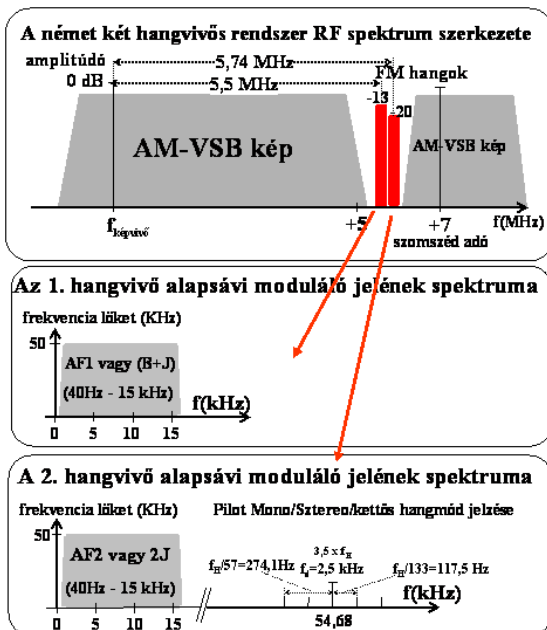
$$U_{MPX}(t) = [B(t) + J(t)] + [B(t) - J(t)] \cos(2\omega_0 t) + P \cos(\omega_0 t)$$

20. Az MPX sztereo jel FDM elvű előállítás és dekódolása.



14

21. Ismertesse az A2 sztereo/kéhangú rendszert.



1981:
A német sztereo/kéhangú
rendszer (A2)

19

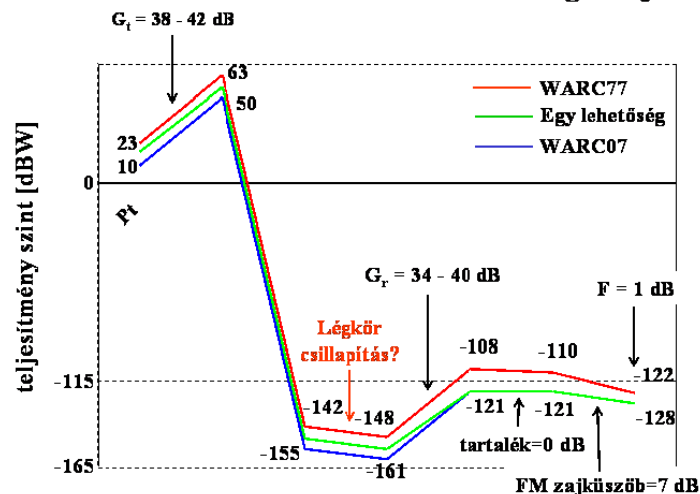
22. Ismertesse a NICAM sztereo/két hangú rendszert.

- NearInstantenouslyCompandedAudio Multiplex
- 2 független vagy 1 sztereo hangsáv digitális továbbítását teszi lehetővé a meglévő analóg hang megtartása mellett (kompatibilitás)
- HF szűrés: 15kHz felső korlát (32kHz mintavételi frekvencia) és előkiemelés, utóelnyomás a kvantálási zaj csökkentése végett.
- Kompandálás: 32 db minta összefogása egy alkeretbe (1ms) majd az alkeretre vonatkozó léptéktényező megállapítása és a minták 10 bitre csonkolása
- Hibavédelem: paritás, a felső 6 bithez. A paritás bitek szolgálnak a léptéktényezők és a vezérlőbit (CIB) átvitelére is.
- Keretképzés: 24 bites fejléc, mely egy framealignmentword-öt, 5 vezérlőbitet, és 11 bitnyi járulékos adatot tartalmaz.
- Bitátszövés: a hibák csomósodásának csökkentése végett a beírási és a kiolvasási sorrend más
- Spektrumterítés
- Demultiplexálás (I és Q)
- Alapsávi jelformálás
- DQPSK moduláció

23. Műholdas műsorszórás kiindulási megfontolásai. A műhold-Föld összeköttetés teljesítmény szintdiagramjának felépítése a WARC'77 szerint és a jelenlegi helyzetben.

- Műhold pályájának megválasztása:
 - *alacsony* (néhány száz km) -> rakéatechnika szükséges, nem megoldott
 - *ballisztikus pálya*: a műhold a Földről mozogni látszik, vagyis a földi antennát forgatni kell, és több műhold is kell (mivel el is tűnik a horizonton) ez drága
 - *Geo-stacionárius pálya*: csak 1 műhold kell, és a Földről az antenna állni látszik, ez bizonyult a legjobb megoldásnak.
- Műhold típusok:
 - *DBS*: 250-300W, a szükséges vevőantenna 30-60cm.
 - *Hibrid*: ~50W, a szükséges vevőantenna 80-110cm.
 - *Távközlési*: 5-10W, a szükséges vevőantenna 100-300cm.
- Legnagyobb ellenség: esőcsillapítás
- A szakaszcsillapítás: 205dB
- A vevőoldalon szükséges jel-zaj viszony FM esetén 12-18dB a megfelelő képminőséghez, a zajteljesítmény (27MHz sáv szélesség esetén): -122dBW (1977-ben, ma már ez jelentősen kisebb)
- A vevőantenna nyeresége: 34-40dB
- Az adóantenna nyeresége: ~40dB
- A jelenlegi helyzet a '77-es helyzethez képest:
 - kisebb transzponder teljesítmény (23dB helyett 10dB)
 - nincs tartalék
 - vevő zajtényezője kisebb (1dB)
 - kisebb FM zajküszöb (12dB helyett 7dB)

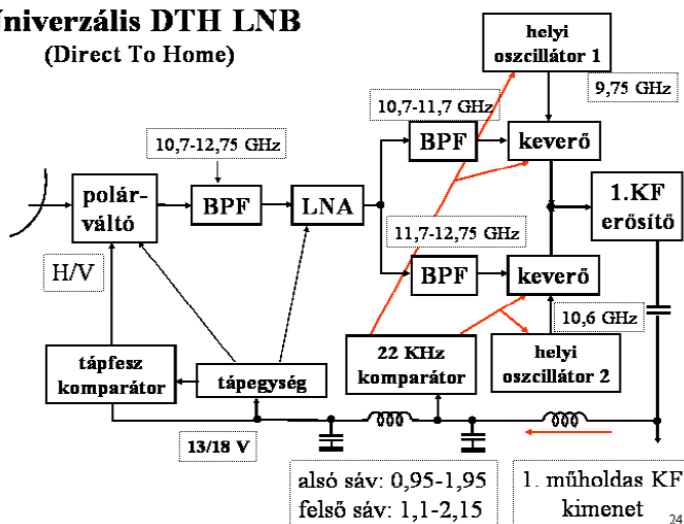
Műhold-Föld összeköttetés szintdiagramja



24. Ismertesse az univerzális LNB felépítését és feladatait.

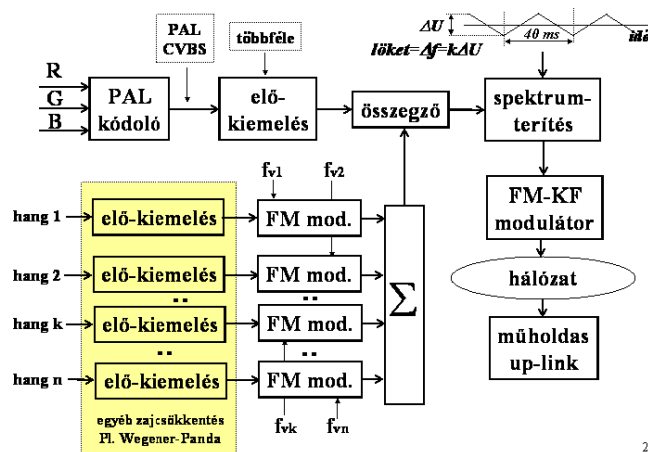
- LNB= LowNoiseBlock-Converter (kiszajú blokk konverter)
- Feladatok:
 - polarizációválasztás
 - erősítés (20dB)
 - szűrés
 - lekeverés a 950-2150MHz-sávba (két tartomány: alsó, felső sáv)
 - alapsávi erősítés

Univerzális DTH LNB (Direct To Home)



25. Vázolja a műholdas műsorszórás PAL/NTSC kódolási rendszereinek felépítését.

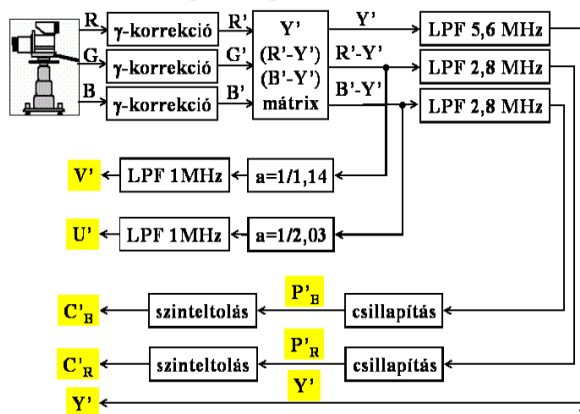
PAL, NTSC műholdas adás adóoldali felépítése



4. kérdéskör (digitális, HD)

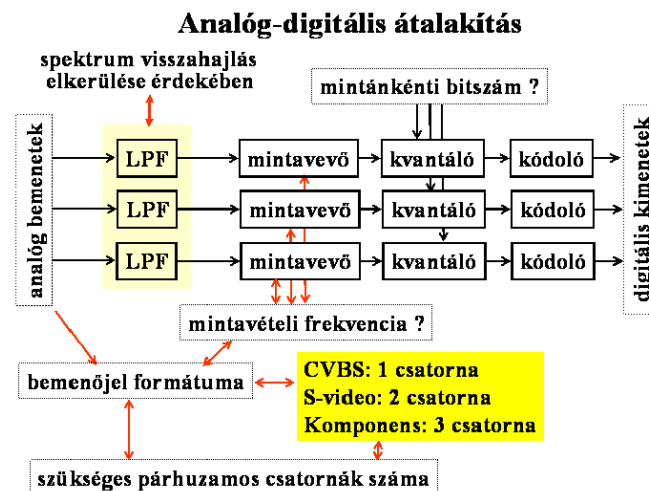
26. SD jelkomponensek előállításának tömbvázlata.

SD jelkomponens előállítás



27. Analóg-digitális átalakítás az összetett videójelekre és a jelkomponensekre.

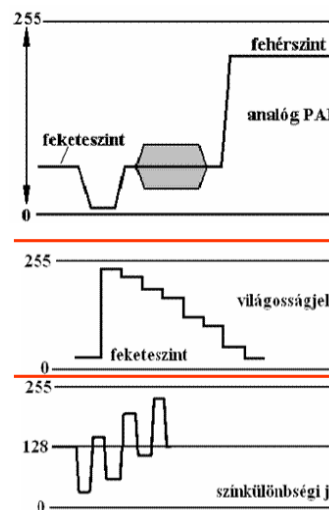
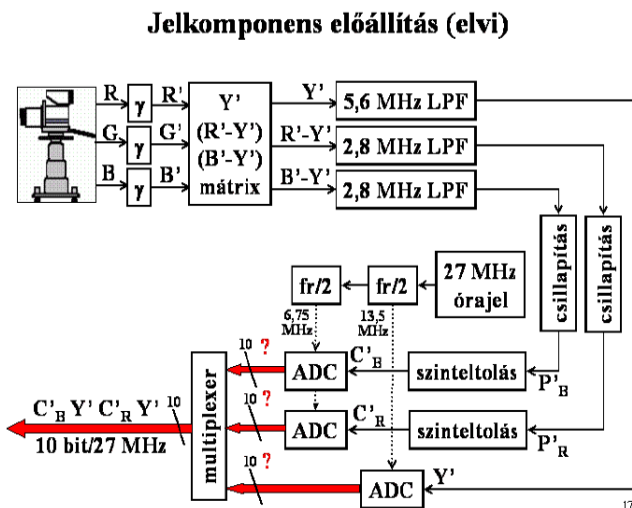
- Diszkrét komponensek időben és térben: színek + lehet alfa csatorna (átlátszóság)
- Fontos kérdések: mintavételi frekvencia és mintánkénti bitszám



28. Az SD mintavételi frekvencia megválasztása.

- Legyen közös az amerikai és európai rendszerre is
- Sávszélesség legyen minimum 6MHz
- A mintavételi frekvencia így minimum 12MHz, és legyen osztható az európai és amerikai sorfrekvenciával is
- A legkisebb közös többszörös: 2.25MHz
- A legkisebb frekvencia ami nagyobb 12MHz-nél: **13.5MHz**
- Színkülönbségi jelekre a HVS tulajdonságait figyelembe véve: **6.75MHz**

29. A digitális jelkomponensek előállításának tömbvázlata, dinamika tartományok a komponens és az összetett jelekre.



Dinamika tartomány

Kompozit jelre:

- A teljes CVBS jelnek bele kell férnie, hiszen a szinkron jelet is digitalizálni kell

Komponens jelre:

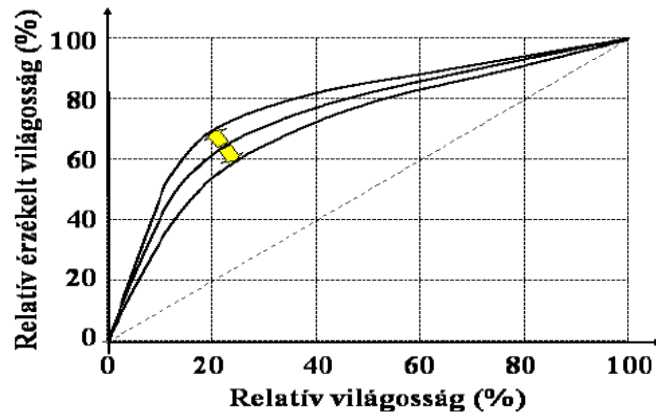
- Csak a világosságjelnek és a színkülönbségi jeleknek kell beleférnie a dinamika tartományba, hiszen itt a szinkronjel tartományt nem digitalizáljuk

30. Mintastruktúra jelzés rendszer.

- Régen egyértelmű jelölésmód, mára nem az
- **A:B:C:D**
 - A: az Y csatorna mintavételi frekvencia jelzése
 - B: az U és V csatornák MV frekvenciájának jelzése az Y csatornához képest
 - C: függőleges alulmintavételezés jelzése
 - Ha megegyezik az előző digittal -> függőlegesen nincs alulmintavételezés
 - 0: a színjelek 2:1 arányban alulmintavételezettek
 - D: Az alfa csatorna MV frekvenciájának jelzése, megegyezik az első számmal

31.A mintánkénti bitszám megválasztás megfontolásai (kontraszt érzékelési küszöb).

- Kontraszt érzékelési küszöb: 1%, vagyis a szem akkor képes megkülönböztetni két eltérő világosságú színt, ha azok világosságbeli különbsége 1%-nál nagyobb
- Reprodukcióhoz 2-3 nagyságrendű egyidejű kontrasztarány kívánatos
- Logaritmikus kvantálással: $1,01^x$, ekkor 9 bit elegendő két nagyságrendű világosság átfogásához, ezt nem alkalmazzák
- Hatványfüggvény alapú kvantálással 10 bit szükséges, de ez jobban közelíti a szem világosságérzetét, ezt használják mindenhol



32.A HD képminőség definiálása, nézőtávolság, szögfelbontás.

- A nagyfelbontású TV lényege: nézőtávolság csökkentése -> a látótér nagyobb részét tölti ki -> élményszerű hatás fokozása
- Elvárások:
 - Az SD-hez képest legalább kétszeres vízszintes felbontás (>1200pixel)
 - 16:9 képarány
 - progresszív vagy váltott soros letapogatás
 - független világosság és színinformáció szállítás (nincs CVBS)
 - minimum CD minőségű digitális (többcsatornás) hangátvitel

33.A HD mintavételi frekvencia és formátum választás megfontolásai.

- Kétszeresére növelt vízszintes és függőleges felbontás, 16:9 képarány -> minimum 16/3-szoros mintavételi frekvencia kell -> gyakorlatban 5.5-szeresére választották
- Kompatibilitás az európai és amerikai rendszerekkel
- $5.5 \cdot 6 \cdot 2.5 = 5.5 \cdot 13.5 \text{MHz} = 74.25 \text{MHz}$
- Formátumválasztás: képarány 16:9, négyzet alakú pixelek (a számítógépek miatt). Az 1920x1080-as felbontás az SMPTE ajánlása – ez teljesíti a mintavételre vonatkozó kitélt is, négyzet alakú pixeleket használ, képaránya 16:9. Az 1280x720-at a VGA-ból származtatták: 640x480 másfélszerese, horizontálisan 4/3-szorosára nyújtva.

34.Az SMPTE 274M HD formátum és jellemzői.

- 1920x1080 apertúra
- négyzetes pixelek, képarány 16:9
- váltott és progresszív képbontás
- 24,25,30,50,60 kép/s, NTSC 0.1%-os lassítással
- Világosságjel mintavételi frekvencia: 74.25MHz
- Párhuzamos adatsebesség: $74.25 + 2 \cdot 37.125 = 148.5 \text{Mszó}$

35. Az SMPTE 296M HD formátum és jellemzői.

- 1280x720 apertúra
- négyzetes pixelek, képarány 16:9
- csak progresszív
- 24, 25, 29.97, 30, 50, 59.94, 60 kép/s
- Világosságjel mintavételi frekvencia: 74.25MHz
- Párhuzamos adatsebesség: $74.25 + 2 \cdot 37.125 = 148.5$ Mszó

36. Az SD és HD videó aktív és teljes adatsebességének meghatározása.

- 4:2:2 10 bit/minta esetén
- SD:
 - Mintavételi frekvencia: Y: 13.5MHz
 - Teljes adatsebesség: $(13.5\text{MHz} + 2 \cdot 6.25\text{MHz}) \cdot 10\text{bit} = 270\text{Mbps}$
 - Aktív adatsebesség: $720 \cdot 576 \cdot 25 \cdot (2+1+1) / 2 \cdot 10 = 207.36\text{Mbps}$
- Full-HD:
 - Mintavételi frekvencia: Y: 74.25MHz; U,V: 37.125MHz
 - Teljes adatsebesség: $(74.25\text{MHz} + 2 \cdot 37.125\text{MHz}) \cdot 10\text{bit} = 1.485\text{Gbps}$
 - Aktív adatsebesség 50i
 $1920 \cdot 1080 \text{pixel/frame} \cdot 25 \text{frame/s} \cdot (2+1+1) / 2 \cdot 10\text{bit} = 1.0368\text{Gbps}$
 - 4:2:2 esetén $(2+1+1)/2 = (2 \text{ Y minta} + 1 \text{ Cb minta} + 1 \text{ Cr minta}) / 2 \text{ minta (egység)}$
- Kis-HD:
 - Teljes adatsebesség ugyanaz
 - Aktív adatsebesség 50p
 $1280 \cdot 720 \text{pixel/frame} \cdot 50 \text{frame/s} \cdot (2+1+1) / 2 \cdot 10\text{bit} = 921.6\text{Mbps}$

5. kérdéskör (videó bitsebesség csökkentés)

37. Videó bitsebesség csökkentés általában (videó redundancia, a HVS tulajdonságai)

- a természetes mozgókép redundáns, pixelek adott környezetén belül és a képek adott időintervallumon belül hasonlóak
- HVS által nem érzékelhető részek -> észrevétel nélkül eltávolíthatóak
 - világosságjelre a felbontóképesség 3-5-ször nagyobb, mint színekre
 - álló és lassan változó képek -> nagyobb felbontás igény
 - hirtelen képváltás, gyors mozgás -> gyenge képminőség nem zavaró
 - ellentétben a hanggal, nagyobb jel-zaj viszony mellett is jónak látjuk a képet
- Redundanciák:
 - térbeli:
 - képen belüli: Intra-frame
 - félképen belüli: Intra-field
 - időbeli: Inter-frame hasonlóság

38. Veszteségmentes kódolások

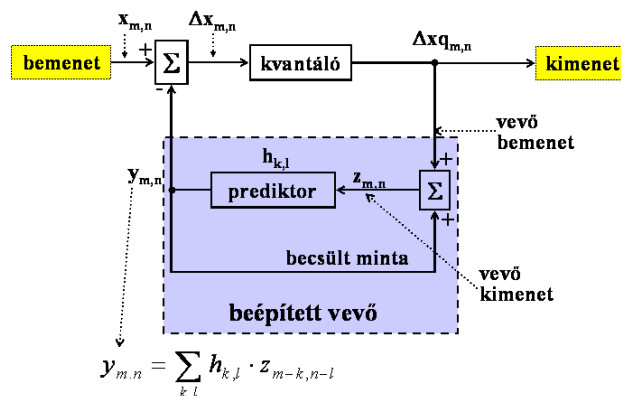
- reverzibilis kódolások
- hatékony kódszó kijelölés, limitált kompressziós tényező
- a jel reprezentáció redundanciáját csökkenti
- VLC: változó szóhosszúságú kódolás
 - gyakran előforduló szimbólum -> rövidebb kódszó -> átlagos kódszóhossz csökken
 - ismerni kell az előfordulási valószínűségeket
 - az elért átlagos kódszóhossz közelítsen az entrópiához
 - önszinkronizáló és megfejthető legyen
 - pl. Huffman, aritmetikai kódolás

- RLC: futamhossz kódolás
 - ahol sok az 0 vagy 1 egymás mellett
 - a bináris adatokat integer számok sorozatába konvertáljuk
 - a futamhossz kódolható binárisan, de Huffmannal is
 - a maximális futamhosszt korlátozni kell, mert azt is továbbítani kell
 - pl. {0-k futási hossza, nem zérus amplitúdó} párok

39. Térbeli és időbeli prediktív kódolás

- reprezentáció váltás
- Térbeli: adott kép pixelein
- Időbeli: az egyes képek között
- A becsült mintát az $x_{m,n}$ minta környezetében lévő minták valamilyen súlyozott összegéből állítjuk elő
- A vevő oldalon csak különbségi minták állnak rendelkezésre -> a kódoló tartalmazza a feltételezett vevő oldali dekódert
- A becslést is a dekódolt minták alapján végezzük
- Lehet két irányból is becsülni

A predikciós kódoló tömbvázlata



17

40. Transzformációs kódolás, 1D és 2D DCT kódolás

- Blokk alapú kódolás, veszteségmentes
- Jó transzformáció után az együtthatók korrelációja kisebb, mint az eredeti mintáké
- Kevesebb együtthatóba tömörül az energia nagy része
- Ha zérus a korreláció, akkor optimális -> változó bázisú transzformáció
- Fix bázisú transzformáció -> valós idejű feldolgozáshoz alkalmasabb
- Visszatranszformálást csak a fontosabb együtthatókkal végezzük -> tömörítés
- 1D DCT:
 - a bemenő jelvektort különböző (harmonikus) frekvenciájú elemi komponensek súlyozott összegeként állítjuk elő
 - súlytényezők: DCT együtthatók
 - ha a jelváltozás kicsi a vektoron belül -> DC és kisfrekvenciás komponensek
- 2D DCT
- Koefficiens mátrix újrakvantálása: HVS, vagy jel-zaj viszonyra optimálisan
- A HVS nem képes észrevenni apró részleteket -> DC, kisfrekvenciás komponensek finom kvantálása
- A DC együtthatót differenciálisan kódoljuk
- Az AC együtthatókat cikk-cakk kódoljuk RLC-vel, utána párokba rendezzük: {0 db; ampl.}

41. Mozgásbecslési eljárások, mozgásbecslés alapú predikció

- az aktuális kép blokkjaihoz a referenciakép egy ugyanakkora területét megkeresi a referencia képet követő képeken, egy bizonyos távolságon belül (eltolás)
- a két terület különbsége pixelben az adott blokk mozgásvektora
- költségfüggvényt maximalizálva keressük a legjobb illeszkedést
- a mozgásbecslést az Y komponensen végezzük
- blokkon belül nincs mozgásbecslés
- abszolút eltérés, négyzetes eltérés

42. Az MPEG videó kódolás általános jellemzői, rétegszerkezete, MPEG képtípusok, azok jellemzői, a kompresszió mértéke. MPEG képsorrendek, makroblokk típusok

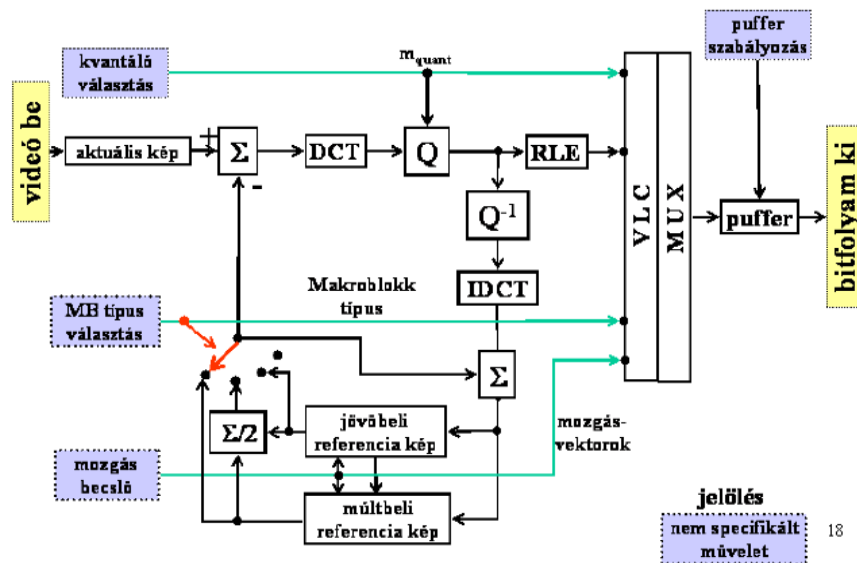
- DCT alapú mozgáskompensációt használó hibrid kódolás
- a kódolás nagy számításigényű, dekódolás gyors -> aszimmetrikus
- réteges kódolási szerkezet: 6 szint, az alsóbb rétegek nem dekódolhatók a felsőbb szintek nélkül
- felső 4 szintnek egyedi startkód -> kezdetük dekódolás nélkül megtalálható
- rétegszerkezet:
 - szekvencia réteg: kódolt szekvenciát azonosítja, *rendszeradatok*
 - képcsoport réteg (GOP): legalább 1 I kép, *véletlen hozzáférés egysége*
 - képréteg: egy kódolt kép adatai, YUV adatok
 - szelet réteg: MB-k sorfolytonos csoportja, *újrászinkronizációs egység*
 - makroblokk réteg: Y 16x16, C_R, C_B 8x8 blokkjai, *mozgáskompensáció*
 - blokk réteg: a MB 8x8 blokkjai, a *DCT kódolás egysége*
- képtípusok:
 - I: intracoded: önmagában kódolt, nem kell más kép, legkevésbé tömöríthető
 - P: predictivecoded: múltból prediktíven kódolt kép, I kép kell a dekódoláshoz
 - B: bidirectionallycoded: előző/következő I/P kép alapján, referencia nem lehet, legjobban tömöríthető
- képsorrend:
 - kijelzési: **I B BP B BP B BP**
 - átviteli: **IP(3) B(1) B(2) P(6) B(4) B(5) P(9) B(7) B(8)**
- makroblokk típusok:
 - I képekben: minden MB önmagában kódolt, intratípusú
 - P képekben: a MB lehet önmagában, vagy prediktíven kódolt
 - B képekben: a MB lehet csak a múltból, csak a jövőből, a múltból és a jövőből jósolt, illetve önmagában kódolt

43. MPEG bitsebesség vezérlés, konstans és változó bitsebességű kódolás

- a kódoló kimenetén változó adatsebesség
- I, P, B képek azonos minőség mellett is különböző bitszámmal kódolhatók
- képen belül is változhat a képtartalom, több bit kell a gyorsabban változó részekhez
- a változó szóhosszúságú kódolás miatt is változik
- átviteli csatorna -> konstans bitsebességű forrás -> puffer (CBR)
- CBR:
 - előrecsatolt (feed-forward): globális (kép szintű) és lokális (MB) szabályzás komplexitás analízissel
 - visszacsatolt (feed-backward): lokális szabályzás a puffer telítettség figyelésével
- VBR:
 - 20-30% kisebb átlagos bitsebesség, mint ugyanilyen minőségű CBR
 - nyílthurkú: nincs puffer szabályozás, vezérelhető forrásról olvasás: pl. DVD
 - konstans skálafaktorú kódolás: kvantálási zajt egyenletesen teríti a képen
 - konstans képminőség: a skálafaktort a képtartalomhoz kell igazítani
 - visszacsatolt: van puffer szabályozás
 - a bitsebességet kisimítjuk a pufferrel -> sebesség a csúcsebesség alatt marad

44. Az MPEG videó kódoló egy lehetséges felépítése és működése.

- I képek esetén a múlt és jövőbeli referenciaképeket tartalmazó részek nem használatosak
- A jövőbeli képek esetén nincs múltbeli becslés



45. Az MPEG-2 és az MPEG-1 videó kódolás eltérései. Az MPEG-2 profile-level szerkezete. Programok független és együttes kódolása.

- réteges és léptékelhető kódolási módok
- váltott soros videó kezelés -> kép/félkép alapú feldolgozás
- teljes képes kódoláskor a két félképet együtt, félképes kódoláskor a félképeket egymástól függetlenül dolgozza fel (DCT és mozgásbecslés is)
- Egy videó szekvencián belül a kép és félkép majdnem tetszőlegesen keverhető
- Profilelevel szerkezet:
 - különböző oszályok -> adott bitfolyamok dekódolásához szükséges dekóder képesség és kapacitás
 - *profile*: mintavételi formátumok, képtípusok és az egyéb kódolási eszközök
 - *level*: képméret, bitsebesség, képfrekvencia
 - Low (videokonf), Main (SDTV), 422P@ML (stúdió), High (HDTV)
- Programok független és együttes kódolása:
 - minden program előre definiált adatátviteli sebességet kap
 - bitsebesség vezérlés programonként külön-külön
 - a végén a multiplexerbe fix adatsebességgel érkeznek a bitek, multiplexer kimenete a csatorna

46. Programok független és statisztikus kódolása és multiplexálása.

- Független kódolás: fix adatsebességgel érkezik az adat a multiplexerbe
- Statistikus kódolás:
 - változó adatsebesség a multiplexer előtt
 - multiplexer kimenete -> csatorna puffer, csatorna bitsebesség vezérlés az egyes programok bitsebesség vezérlését állítja
 - a puffer után fix adatsebesség -> csatorna

47. Az AVC kódolás.

- lényegesen jobb videó minőség
- javított és bővített kódolási eszközkészlet -> jobb kompresszió, kódolási hatékonyság
- nem csak fix méretű mozgáskompensációs egység -> adaptív méret állítás
- képen belüli predikció
- sok képes időbeni predikció
- blokkosodást gátló szűrés
- pontosabb mozgáskompensáció (1/4 pixeles)
- kétféle javított hatékonyságú entrópia kódolás
- integer transzformáció DCT helyett
- SD és kisebb felbontások támogatása -> 8bit/minta 4:2:0
- Új profilok:
 - HighProfile: 8bit 4:2:0
 - High 10 Profile: 10 bit 4:2:0
 - High 4:2:2Profile: 10 bit 4:2:2
 - High 4:4:4 Profile: 12 bit 4:4:4
- Hatékonyság: **4/9 - 2/5** részére csökkenti az adatsebességet az MPEG-2-höz képest

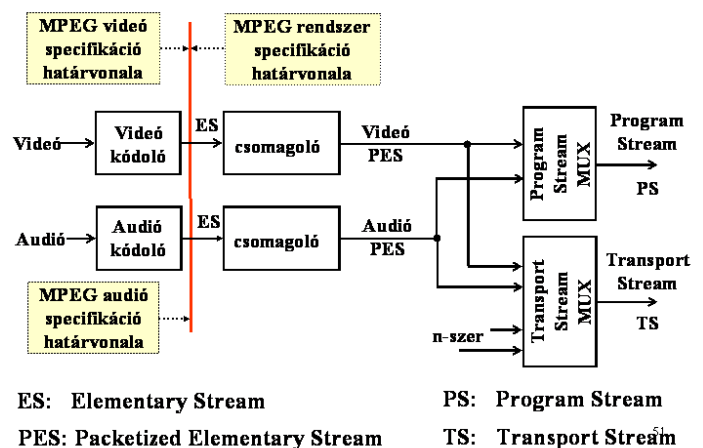
48. MPEG rendszer időzítési megfontolásai, az időbélyegek szerepe, a beültetés folyamata.

- Cél: ajakszinkron biztosítása (kép és hozzátartozó hang szinkronjának biztosítása)
- Ehhez az adónak és a vevőnek szinkronban kell járnia. Ennek eszköze a TS csomagok fejlécébe ültetett PCR. Mely egy 42 bites szám, és az STC által vezérelt számláló értékét tartalmazza. A vevők erre szinkronozzák saját órajelüket
- A szinkron másik eszköze a PTS, mely a PES fejlécében található, és megadja hogy az adott képet melyik időpontban kell megjeleníteni.
- A PTS-t az enkóder akkor ülteti be, amikor a kérdeéses csomagot megkapja, értéke az STC periódusidejének 300-szorosában adott

49. Az MPEG adatfolyamok (PS, TS, PES, AU, PU) kialakításának folyamata

- PS: program adatfolyam
 - egyetlen program, azonos időalappal rendelkező elemi adatfolyamainak kódolt adatai
 - kis hibavalószínűségű tárolás, vagy átvitel céljaira -> szoftver alkalmazások
 - változó vagy fix bitsebesség, komponensek is
 - a sebességet az időalap bélyegének helye és tartalma, és az adatsebesség mező határozza meg
- TS: transzport adatfolyam
 - zajos környezetre -> fix méretű csomagok
 - egy vagy több program kódolt adatai
 - változó vagy fix bitsebesség, komponensek is
 - minden programnak lehet független időalapja
 - előállítás kritikus, ha több egymástól független időalappal rendelkező programból kell kialakítani egyetlen konstans bitsebességű TS-t
 - tetszőlegesen előállítható (PES-ből, TS-ből), ha érvényes szintaxisú bitfolyamot eredményez

MPEG bitfolyamok kialakításának vázlata



- PES: Packetized Element Stream
 - egy elemi komponens kódolt adatiból létrehozott azonos azonosítóval rendelkező csomagok folyamatos sorozata
 - adatmezőjét a komponens egymás utáni adat bájtaiból, az eredeti sorrendet megtartva kell létrehozni

50. A TS adatfolyam felépítése, jellemzői, bitszintaxis. MPEG-PSI célja, felépítése.

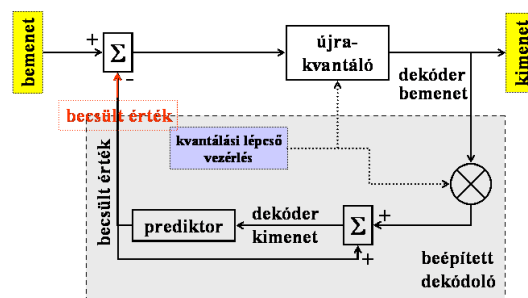
- Header + payload: 188 byte
- Header:
 - *szinkron byte*: 47h
 - *átviteli hiba jelzés* (1 bit): a csomag átvitele során a hibavédelmi eljárás nem volt képes minden hibát kijavítani, a csomagot el kell dobni
 - *csomag azonosító* (PID, 13 bit): adott TS-ben minden komponens egyedi azonosítója
 - *feltételes hozzáférés jelzés* (2 bit): a TS csomag hasznos adata részét titkosított-e, 00: nem, 01 vagy 10 : helyi kódszavas vagy vezérelt, 11: egyéb gond
 - *csomag folytonossági számláló* (4 bit): 0-15 között nő minden azonos PID-ű csomag esetében -> vevő oldali csomagvesztés detektálása
 - *PCR* (42 bit): adaptációs mező, a rendszer órajel (27MHz) periódusait 42 biten számlálja (körülfordulási idő: 26 óra), a vevőbe a digitális óragenerátor PLL referenciáját szolgáltatja
- PSI: Program Specific Information
 - identifikálja hogy a TS melyik része tartozik egy bizonyos programhoz
 - PSI táblázatos formában:
 - PAT: Program Association Table
 - PMT: Program Map Table
 - TDT: Time and Date Table
 - CAT, NIT: opcionális

6. kérdéskör (audió bitsebesség csökkentés, DVB)

51. Részszávos és prediktív audió kódolás

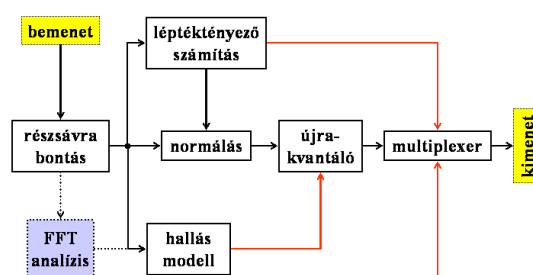
- Prediktív kódolás -> időbeni redundancia csökkentése
 - a becslt és az eredeti minta különbségének újrakvantálása
 - a kódor leutánozza a dekóderben zajló műveleteket
 - időtartományban -> gyors, kis késleltetés
- Részszávos kódolás -> a hang spektrumának nem egyenletes voltát használja ki
 - a legnagyobb komponens foglalja el a dinamikát
 - a többi, kisebb komponens nagy redundanciával kódolt
 - hangspektrum sávokra bontása
 - hallásfedési jelenségek -> kritikus sávok
 - részszávonkénti maszkolási szint -> alatta nem hallható
 - újrakvantálási zajt ezen maszkolási szint alatt kell tartani

Prediktív kódoló vázlata



3

A részszávos kódoló vázlata



5

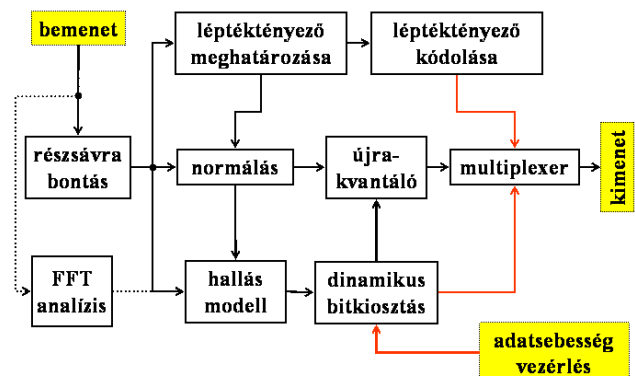
52. Pszicho-akusztikus kódolások, elfedési jelenségek.

- az emberi hallás tulajdonságait figyelembe kell vennünk
- abszolút hallásküszöb
- kritikus sávok
 - a frekvencia növekedtével egyre szélesebbek (24db)
 - kritikus sávon belül a komponensek teljesítményben összegződnek
 - ezért a kritikus sávoknál keskenyebb sávokat célszerű alkalmazni
- frekvenciatartománybeli elfedés
 - a kiemelkedő keskenysávú jelek megemelik a hallásküszöböt -> dinamikus hallásküszöb alakul ki
 - aszimmetrikus görbék
 - jelszint növekedése -> szélesebb elfedés, de az alakja változatlan
- időtartománybeli elfedés
 - előelfedés
 - egyidejű elfedés
 - utóelfedés
- tonalitás, frekvenciától függő hallás pontosság
 - harmonikus hangok tisztaságára érzékenyebb a hallás mint a zajjellegű hangokra
 - mélyhangoknál nagyobb pontosságigény

53. MPEG-1 II réteg audió kódolója.

- MPEG-1 I. réteg továbbfejlesztése
- bonyolultabb kódér -> hatékonyabb tömörítés
- kis komplexitású dekóder
- rövid időkésleltetés (45..50ms)
- editálhatóság, konstans kerethossz
- erős bithiba védettség
- 48, 44.1, 32kHz mintavételi frekvencia
- adatsebesség: 32-384kbit/s
- mono, stereo, jointstereo, kettős
- csak a kimeneti adatfolyam szabványos

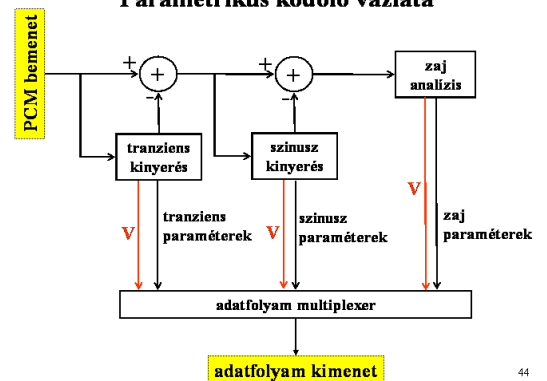
Az MPEG-1 Audió II. réteg kódolója



54. Parametrikus audió kódolás és dekódolás

- forrás modell elvű megközelítése
- forrás modell sajátosságai, emberi hallás korlátait figyelembe veszi
- a tartalom szétválasztása olyan tartalom komponensekre, melyek külön-külön nagyon alacsony adatsebességgel kódolhatók
- a jelet idő vagy frekvencia tengely mentén objektumokra bontjuk
- komponensek:
 - tranziens -> időtartomány
 - szinuszos -> frekvenciatartomány
 - zaj
- pl. szinuszos kódolása: (3 paraméter)
 - frekvencia és amplitudó -> differenciálisan, fázis
 - kódolási keretről keretre becslés

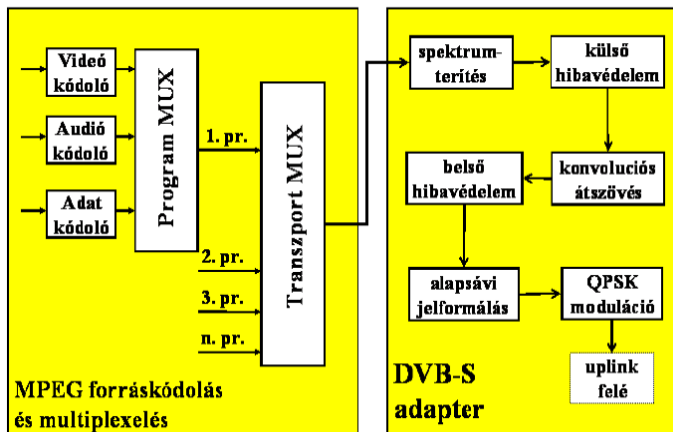
Parametrikus kódoló vázlata



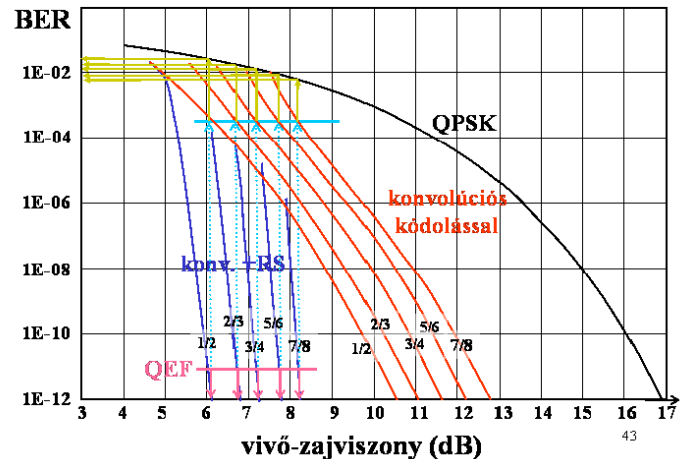
55.DVB-S kódoló felépítése, bitsebességek, BER görbék.

- Bitsebességek:
 - $R_S = \frac{B_w}{1.28}$ (1.28 – transzponderenként változhat)
 - $R_U = 2R_S r \frac{188}{204}$, ahol
 - r: kódarány (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)
 - 188/204: RS kódaránya
 - 2: QPSK -> 2 bit/szimbólum
- Az alkalmazott sávszélességek: 27, 33, 36MHz

DVB-S kódoló vázlata



Az elvi DVB-S BER produkció

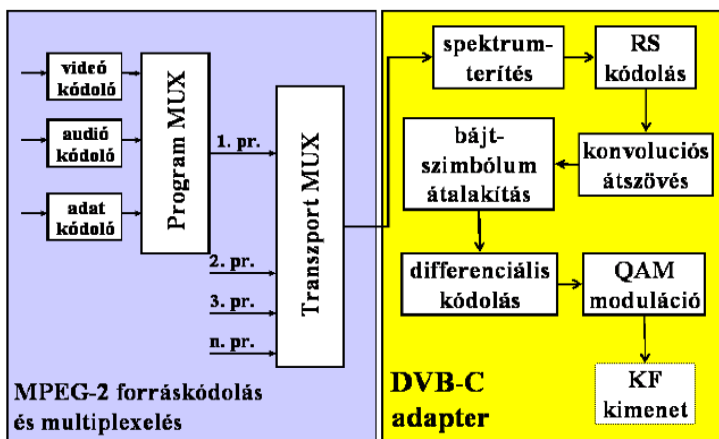


56.DVB-C kódoló felépítése, bitsebességek, BER görbék.

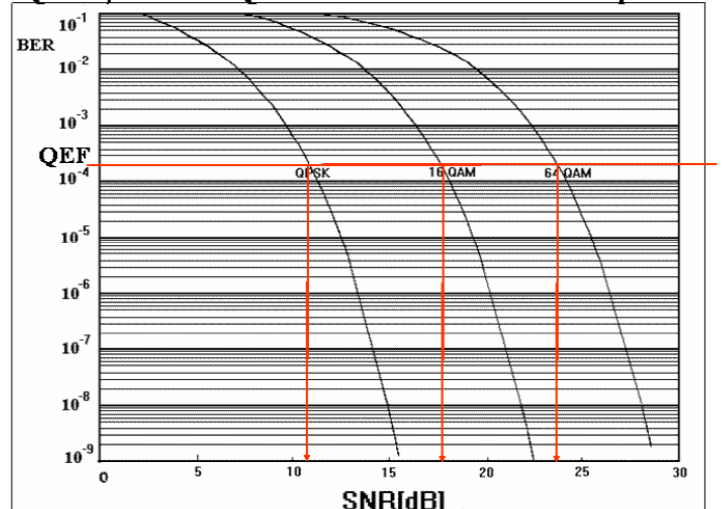
- Bitsebességek:

mód				sávszélesség (MHz)	szimbólumsebesség (R_S , Mbaud)	adatsebesség RS után (R_{RS} Mbit/s)	hasznos adatsebesség (R_U Mbit/s)
64-QAM				7.92	6.89	41.34	38.1
256-QAM	7.92	6.89	55.12	50.8			

DVB-C kódoló felépítése



QPSK, 16- és 64-QAM esetén a BER és SNR kapcsolata



Budapest, 2011,május 18.

Dr. Kovács Imre