

2. MEDUIISPIT - PRIJENOS ZVUKA

3.1. DIGITALIZACIJA AUDIO SIGNALA

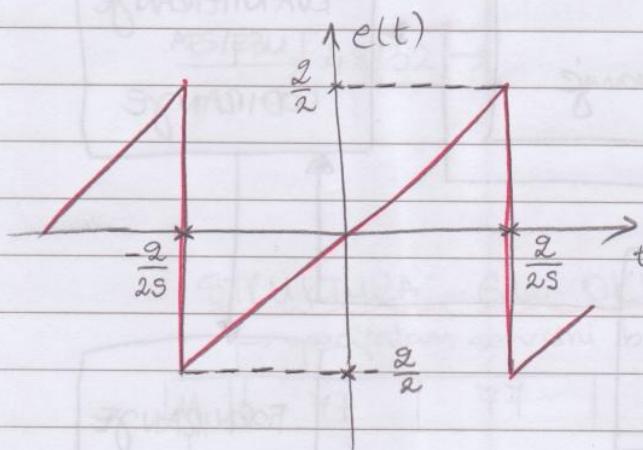
~ POSTUPAK A/D PRETVORBE ~

3 faze pretvorbe:

- 1) UZORKOVANJE,
- 2) KVANTIZIRANJE,
- 3) KODIRANJE ?

~ ŠUM KVANTIZACIJE ~

$$e(t) = st, \quad -\frac{2}{2s} < t < +\frac{2}{2s}$$



$$\overline{e^2(t)} = \frac{s}{2} \int_{-\frac{2}{2s}}^{\frac{2}{2s}} (st)^2 dt$$

$$\overline{e^2(t)} = \frac{2^2}{12}$$

rms quantization noise

ŠUM KVANTIZACIJE - SINUSNA FUNKCIJA:

$$SNR = 6.02N + 1.46 \text{ dB}$$

ODABIR FREKVENCE UZORKOVANJA:

8,000 Hz → telefon

32,000 Hz → mini DV digitalni video, DVCAM, DSR

44,100 Hz → audio CD

48,000 Hz → usmjetna petv. uzorkovanja za profesionalnu primjenjujuca digitalne audio signale
(DAT, DASH, ...)

AKCIJSKI - ENVIROPNI

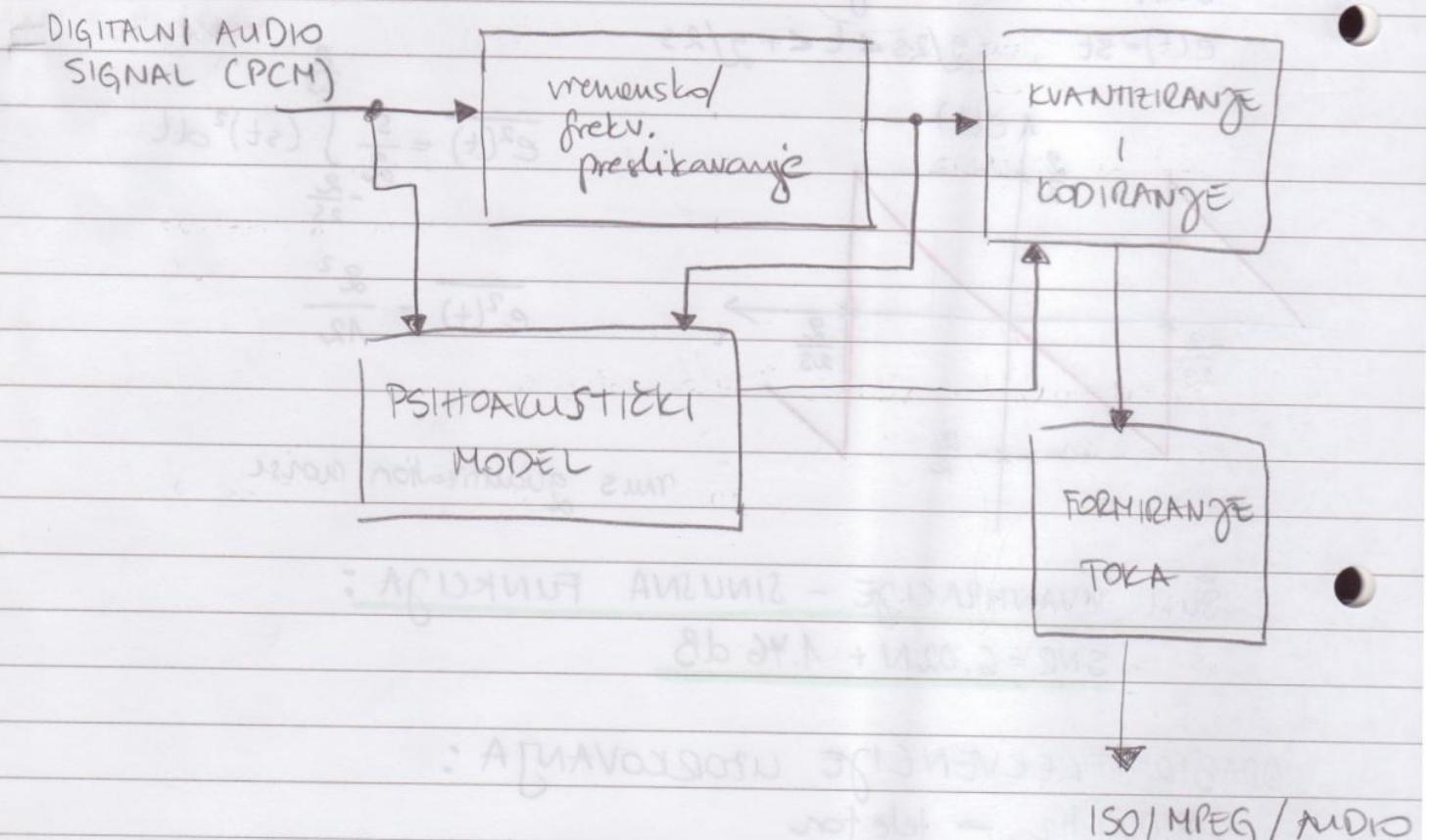
~ SUSTAVI S REDUKCIJOM PODATAKA ~

Principi redukcije:

ZALIHOST

NEVAŽNOST → utjecaj maskiranja (pravljena praga ovisnosti
ENTROPIJA + toga potrebe smanjiti
takom realnih frekv.)

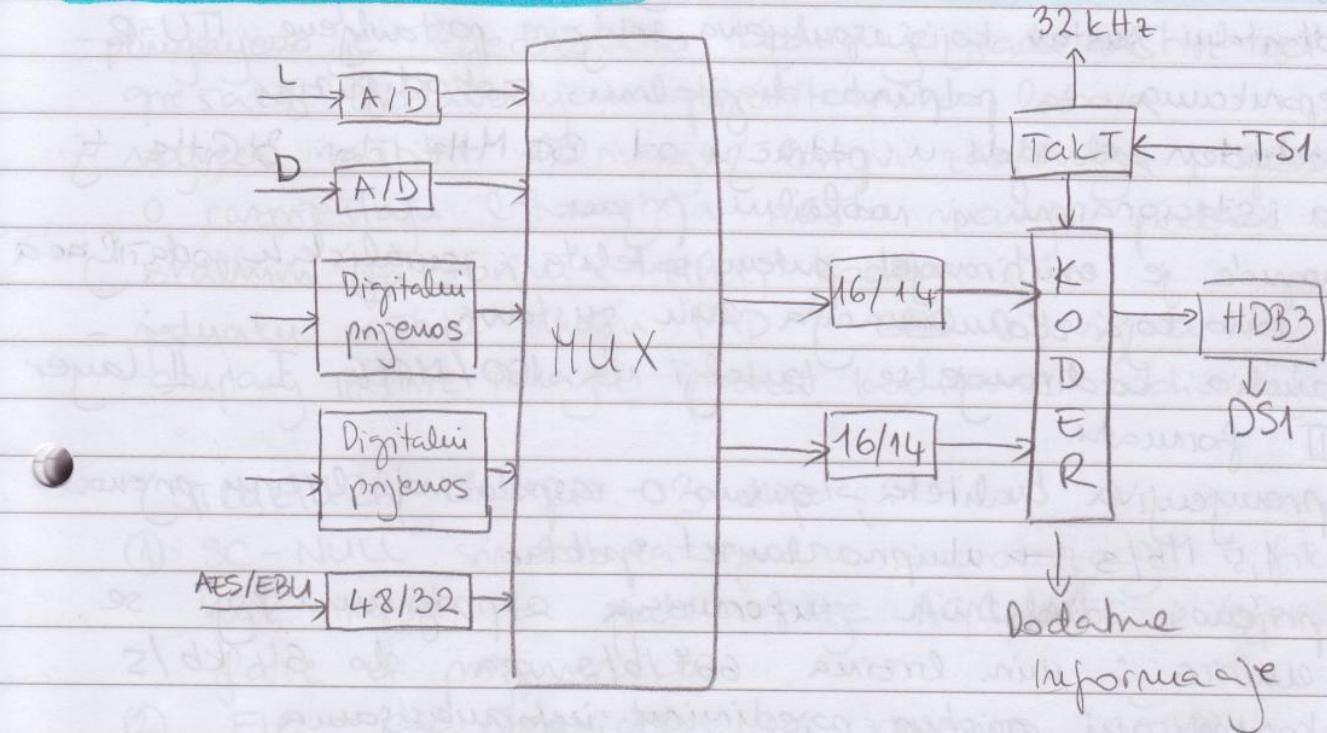
~ BLOK SHEMA MPEG KODERA ~



ISO / MPEG / AUDIO

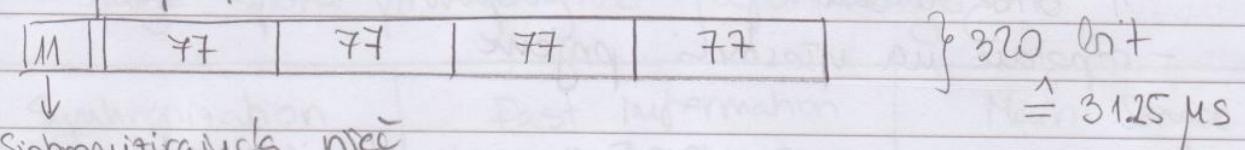
CODIRANI TOP PODATAKA

3.2. ~DSR SUSTAV~



STRUKTURA GL. OKVIRA DSR

→ specijalan servisni bit (S)



Sinhronizirajuća mreža
glavnog okvira

→ Digital Audio Broadcasting

3.3 ~ DAB SUSTAV ~ (ratnoj od 1988.)

- 1. digitalni sustav koji ispunjava zahtjeve postavljene ITU-R preporukama za potpuno digitalnu radiodifuziju
- predviđen za rad u području od 30 MHz do 3 GHz tj. za stacionarni i mobilni prijem
- moguće je emitiranje putem satelita, zemaljskih odajnica i kablova koja komunikacija ovih sustava
- audio kodiraju se temelji na ISO/MPEG I i II layer II formatu
- proučenjiva kvaliteta, ovisno o raspolaživoj brzini prenosu
- 1,5 Mb/s → ukupno zauređ spetar
- prijeos dodatnih informacija o programu koji se emitira: min. brzina 667 b/s pa do 64 kb/s
- kontrolirani prihvup pojedinih informacija
- OFDM modulacija - konstakuje veličinu broja prijeosnih frekvencija točno određene slike, međusobno sinhroni i ortogonalni
- otporau na visestruki prijem

SI = SERVISNE INFORMACIJE: naziv stanice, vrsta programa, dynamic text, imjene i datum, mudičak, trenutnog emisora, prometnih informacija, podaci o drugim mrežama u okviru DAM, FM i AM radiodifuzije

→ DAB predviđa prijeos : HTML, JPEG, GIF, ZIP, TN(Traffic Navigation), TI (Tourist Information), e-news itd.

→ ratujeca podataka do brzine 1,8 Mb/s s kompatibilnim računalom

Konvolucijsko kodiranje

- primjenjujemo je nejednoliko kodiranje radi zaštite od gresaka dodavanjem prioritetnih bitova
- navedu zaštitu doljavaju bitovi zaglavljivač i podaci o raspoređivanju bitova, a mosto manji podaci o skalnim faktorima MPEG kodera
- jednuku zaštitu imaju PAD i CRC bitovi, a najmanji stupanj zaštite imaju podaci kodirane audio informacije

STRUKTURA OKVIRA - 3 dijela:

- ① SC - NULL simbol za opaku synchronizaciju i fiksni nit simboli za podešavanje AGC, AFC i referentne faze u programniku
- ② FIC - dio predviđen za prenos varijabilnih dodatnih informacija
- ③ MSC - navedi dio okvira ostaje za audio i druge spose promjenjive informacije

Synchronization channel	Fast information channel	Main Service channel
-------------------------	--------------------------	----------------------

DAB - MODULACIJA → OFMD (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

- bit ose modulacije je da se u tom bitova DAB informacije, modulira veći broj podnositaca
- pri tom je svaki od podnositaca DQPSK moduliran
- ova modulacija je izabrana, jer omogućava postavljanje miza diskretnih, međusobno neovisnih (orthogonalnih) podnositaca
- referentna faza će za svakog simbola poslužiti za $\pi/4$ radijana $\Rightarrow \pi/4$ - QPSK MODULACIJA

Predviđeno je da se DAB audiija u 3 različita pogasa.

Ovisno o raspodjelom pogasa i broj DAB blokova (paket programma) je različit:

1. II VHF pogas: 87 do 108 MHz - 12 DAB blokova
2. III VHF pogas: 174 do 240 MHz - 38 DAB blokova
3. L pogas: 1,452 do 1,492 GHz - 23 DAB blokova

Kvalitetan prijem se postiže uz BER = 10^{-4} . DSR je imuniji na pogreske, ali bitno zahtjeviji što se nisu frekvencijslog spektra.

ZADACI

Primer 1.

Potrebno je digitalizirati stereo audio signal.

Maksimalna frekvencija koju treba prenjeti iznosi 17 kHz a zahtjevani S/S je 46 dB. Koliko digitalnih telefonskih kanala je potrebno rezervirati za prenos ovakog digitalnog audio signala?

RJEŠENJE:

$$f_g = 17 \text{ kHz}$$

$$S/S = 46 \text{ dB}$$

$$M = 2 \text{ (broj kanala)}$$

Premda teoremu o usorkovanju, frekvencija usorkovanja fuz treba biti jednaka ili veća od dvostruke f_g signala:

$$f_{uz} \geq 2f_g = 2 \cdot 17 \text{ kHz} = 34 \text{ kHz}$$

Budući da kod digitalizacije audio signala koji se prenosi digitalnim prenosom putem u koristi

normirane frekvencije uotkovane (8 kHz, 12 kHz, 24 kHz, 32 kHz, 48 kHz, 96 kHz, ...) kao frekvenciju uotkovane uzmimo punu vrednost frekvencije od one izračunate,

$$f_{uz} = 48 \text{ kHz}$$

Za oduš S/S kod digitalnog signala, linearno kvantiziranoj s n bitova vrijedi:

$$S/S = 6 \cdot n + 1.76 \text{ dB}$$

ili pojednostavljenje:

$$S/S = 6 \cdot n + 2 \cdot \text{dB} \quad \text{odnosno } n = (S/S - 2) / 6$$

Za ovaj slučaj, potreban broj bitova je:

$$n = (46 - 2) / 6 = 12,33$$

Budući da n mora biti celi broj, uzmimo 13. Vidi učeli broj, tj. $n = 13$ bitova.

Brzina prenosa BR se izračunava prema:

$$BR = n \cdot M \cdot f_{uz} = 13 \cdot 2 \cdot 48 = 1248 \text{ kb/s}$$

BR digitalnog telefonskog kanala je 64 kb/s pa je za ovako digitalizirani audio signal potrebno osigurati:

$$k = BR / 64 = 1248 / 64 = 19.5 \quad \text{pa je potrebno}$$

od 20 do 21 digitalnih telefonskih kanala

ili bita putem kojih se prenosi 1248 kb/s signala.

Isto tako, ako se učestvuje u komunikaciji DSC, putem kojeg se prenosi 1248 kb/s signala, potrebno je da se programi učestvuju u komunikaciji.

U tom slučaju je potreban signala koji se prenosi 1248 kb/s, tj. učestvuje u komunikaciji.

Isto tako, ako se učestvuje u komunikaciji DSC, putem kojeg se prenosi 1248 kb/s signala, potrebno je da se programi učestvuju u komunikaciji.

Primer 2.

Odrediti koliki je faktor redukcije signala R potrebno primijeniti da bi linearno kvantizirani audio signal čija je brzina prenosova $B_L = 768 \text{ kb/s}$, prengledi konstedi dva digitalna telefonska kanala.

RJEŠENJE:

• brzina prenosova digitalnog kanala je:

$$B_{L_0} = M \cdot N \cdot f_{ur}$$

• za dig. telefonski kanal brzina prenosova je:

$$B_{L_0} = 8 \cdot 1 \cdot 8 = 64 \text{ kb/s}$$

• prema tome, faktor redukcije koji je potrebno primijeniti iznosi:

$$R = \frac{B_L}{B_{L_0}} = \frac{768}{2 \cdot 64} = 6$$

Primer 3.

Mono-audio signal je linearno kvantiziran s 14 bitova i frekvencijom uskraćivanja 24 kHz.

Nakon toga je na njega primijenjeno percepcijsko kodiranje uz faktor redukcije $R=4$.

Koliko okruglih signala je moguce prenijeti 1 DS1 sustavom?

Rješenje:

$$M = 14 \text{ bitova}$$

$$f_{uz} = 24 \text{ kHz}$$

$$M = 1$$

$$BR = M \cdot M \cdot f_{uz} = 14 \cdot 1 \cdot 24 = 336 \text{ kb/s}$$

Prijenosom percepcijskog kodiranja uz $R=4$ dobivamo
da je brzina prijenosa:

$$BR' = BR / R = 336 / 4 = 84 \text{ kb/s}$$

Brzina prijenosa DS1 sustava je 1024 kb/s, pa
pri prema tome bilo moguće prenjeti:

$$k = BR_{DS1} / BR' = 1024 / 84 = 12,19 \text{ signala}$$

Budući da svaki signal u DS1 sustavu može
zauzimati samo celobrojni višekratnik osnovnog
kanala čija je brzina prijenosa 64 kb/s, ispravljanje
pogrešaka se dobiva na sljedeli način:

$$BR' = m \cdot BR_0$$

gdje je m pri apeti broj za koji je ispunjen
gore navedeni uvjet.

U ovom slučaju to znači da unijesemo $BR' = 64$
kb/s, unimamio da je $BR' = 128 \text{ kb/s}$.

U tom slučaju je broj signala koji se može
prenjeti: $k = 1024 / 128 = 8 \text{ signala}$.

Iako smo zbog tehničkih osvihitosti DS1 sustava smanjili
broj signala za trećinu, to uvedno znači da je svatom "od
signala moguće povećati kvalitetu percepcijskog kodiranja"
povećanju brzine prijenosa do 128 kb/s, tj. smanjivši faktor

FREKVENCIJSKA MODULACIJA

FM

MATEMATIČKI PRIMAT

- frekvencijska i fazna modulacija ubrajaju se u osname linearne modulacije kod kojih je prijenosni signal kontinuiran, u pravilu SINUSOIDALNI signal
- amplituda modulacijskog signala određuje trenutnu fazu prijenosnog signala
- MODULACIJSKI POSNUPAK : MODULACIJA ARGUMENTA

- informacija, tj. modulacijski signal = u_m
- amplituda modulacijskog signala = U_m
- frekvencija modulacijskog signala = ω_m

$$u_m = U_m \cos \omega_m t$$

- prijenosni signal up kojićemo modulirati definiran je sa:
 $u_p = U_p \cos \omega_p t$
amplituda → frekvencija prijenosnog signala
prijenosnog signala

U postupku modulacije modulacijski signal mijenja trenutnu frekvenciju prijenosnog signala, tako da izraz za trenutnu frekvenciju moduliranog signala glasi:

$$\omega(t)_{\text{mod}} = \omega_p + k_f U_m \cos \omega_m t$$

k_f = osjetljivost frekvencijskog modulatora

$\Delta \omega_{\text{mod}}$ = devijacija frekvencije FM signala, tj. kolidina promijene frekvencije za jedinicnu amplitudu

$$\omega(t)_{\text{mod}} = \omega_p + \Delta \omega_{\text{mod}} \cos \omega_m t$$

Trenutna faza $\phi(t)$ mod :

$$\phi(t)_{\text{mod}} = \int [w_{\text{rf}} + \Delta w_{\text{mod}} \cos(\omega_m t)] dt$$

$$= w_{\text{rf}} t + (\Delta w_{\text{mod}} / \omega_m) \sin(\omega_m t)$$

Vlani oblik FM signala je određen s :

$$u(t)_{\text{mod}} = U_{\text{rf}} \cos[w_{\text{rf}} t + (\Delta w_{\text{mod}} / \omega_m) \sin(\omega_m t)]$$

Devijacija faze $\Delta\phi_{\text{mod}}$ učinju omičava indeks modulacije m_f frekvenčki moduliranih signala :

$$\Delta\phi_{\text{mod}} = \Delta w_{\text{mod}} / \omega_m = m_f = (k_f U_m) / \omega_m$$

Indeks modulacije može biti redi i manji od 1. Konstekst ornaku za indeks modulacije, vremenski oblik za FM signal definiran je kao :

$$u(t)_{\text{mod}} = U_p \cdot \underbrace{\cos[w_p t + m_f \sin(\omega_m t)]}$$

Kod frekvenčke modulacije se istovremeno događa promjena i frekvencaje i faze prijenosnog signala \rightarrow amplituda moduliranog signala je konstantna

$$u(t)_{\text{mod}} = U_p \cos w_p t \cdot \cos(m_f \sin(\omega_m t)) - U_p \sin w_p t \cdot \sin(m_f \sin(\omega_m t))$$

\rightarrow za male indekse modulacije ($m_f < 0.4$) spektar moduliranog signala rastoji se od komponente w_p amplitude U_p i dve bočne amplitude razmatrane za ω_m od frekvencaje prijenosnog signala

\rightarrow amplituda obje bočne komponente iznosi $U_{\text{rf}} \cdot \frac{m_f}{2}$

\rightarrow faza donje bočne komponente je za 180° pomaknuta u odnosu na gornju

AKCENTUACIJA: postupak isticanja visokih zvuknih frekvencija modulacijskog signala povišenjem njihove oduševitosti prije modulacije.

→ kod FM-e indeks modulacije pokazuje omjer promjene frekvencije prenovošnjeg signala i frekvencije modulacijskog signala

CARSONOV PRAVILO - formula za potrebnu širinu popasa moduliranog signala

- više frekvenčke komponente modulacijskog signala će uzrokovati veću promjenu frekvencije
- one komponente su malih razina, pa se u stvarnim sustavima one mogu zanemariti
 - 1% → prihvataljiva razina izobličenja
 - u tom slučaju je moguće zanemariti sve komponente oja amplituda iznosi manje od 10% moduliranog signala

$$B_{FM} = 2 f_m (m_f + 1) = 2 (\Delta f_{mod} + f_m)$$

Akcentuacija i deakcentuacija

Pri kom demodulacije frekvenčki moduliranog signala, javlja se farni Šum.

Razina farnog Šuma je to reč, što je modulacijska frekvenčja viša. Budući da su komponente modulacijskog signala viših frekvenčja manje u odnosu na sredinu jedne frekvenčke pojase, taj Šum nije maskiran signalom i u prijamniku postaje čujan.

Zbog toga se u odstojanju linearno izobličuje modulacijski signal, tj. izdižu se više frekvenčne modulacijske signale. → **AKCENTUACIJA**

Nakon demodulacije (konisti se inverzni postupak) → **DEAKCENTUACIJA**.

DEAKCENTUACIJA: postupak obratam od poshupka akcentuacije i obavljaju se nakon demodulacije, smanjavanjem odnosnog razinu viših frekvencija prenesenog signala, čime R, S ova dva poshupka, pri frekvencijskoj modulaciji dobiva poboljšanje omjeru signal/sum za oko 10 dB.

Njime se smanjuje amplituda viših frekvencija modulirajućeg signala. Istočitveno se za jednuak iznos smanjuje i amplituda sume, pa on postaje manje zanjetljiv.

→ zemaljski i satelitski digitalni radio-difuzni sustav

DAB - Digital Audio Broadcasting

DSR: satelitska difuzija, tabelska distribucija signala

DAB: britna prednost radija → mobilni prijem (to DSR ne radi odgovara)

DIGITALNI TONSKI UTEZAJI

→ 1984. - projekt Eureka EU-147

→ mobilni prijem → visko frekvencijsko područje odarišanj
→ ograničava količinu informacija koju se može prenijeti

→ algoritam redukcije boji omogućava kvalitetom prijenosu toniske informacije u brzine od 32-192 kb/s po kanalu → faktor redukcije od 22 do 3,6

3 OSNOVNA PRINCIPIJA na kojima se temelji redukcija digitaliziranog tonskog signala:

- ① ZALIHOST (redundancija) SIGNALA (kodiranje bez gubitaka)
- ② NEVAŽNOST SIGNALA - psihokognitistički model → uklanjaju nedjeljivih komponenti za corjelca
- ③ STANJE (ENTROPIJA) SIGNALA - uverljivost pojedinice u stvarnom signalu nije jednata za sve amplitudne vrijednosti → česte frekvencije se prenose s manje bitova → smanjuje potrošku do 27%

- LAYER III - konisti nelinearno kvantiziranje unutar svakog
predimac pojasa, proučavaju razinu pojasa i
frecuencije uzorkovanja, te entropijsko kodirajuće
- omogućava najveću redukciju, ali je to placeno
velikom složenosću sklopa
- iz tog male potrebne brzine, predmeten je za
prijenos
- multimedia - ISDN

MPEG-1 Layer II koderi:

- sačinjavaju audio informacije u DAB-u
- na osnovu talihosti i nevarnosti

DAB sustav: 6 različitih radijskih programa u 1 DAB signal:

MSC - klavni audio podaci su uzorkovani s 48 kHz u 16-bitovnu
razlučivost (Main Service Channel)

PAD - kapacitet predmeten za podatke vezane uz program:

667 b/s do 65 kbit/s (Program Associated Data)

S1 - semime informacije

2. dio DAB signala:

FIC - Fast Information Channel: podaci potrebni
za ispravan rad prijamnika: nadim kodiranje,
brzina prijenosa, alternativne frecvuencije

CA → konstrukcija kodiranje: moguća zaštita
podataka (ne mora se provoditi)
- usklađivanje preplate na program

ENERGETSKO KODIRANJE - smisao ovog postupka je
sprečavanje pojavljivanja ponovljivih nizova bitova
koji mogu dovesti do neispravne dekodage bitova.

OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplex

OFDM generator - QPSK modulacija

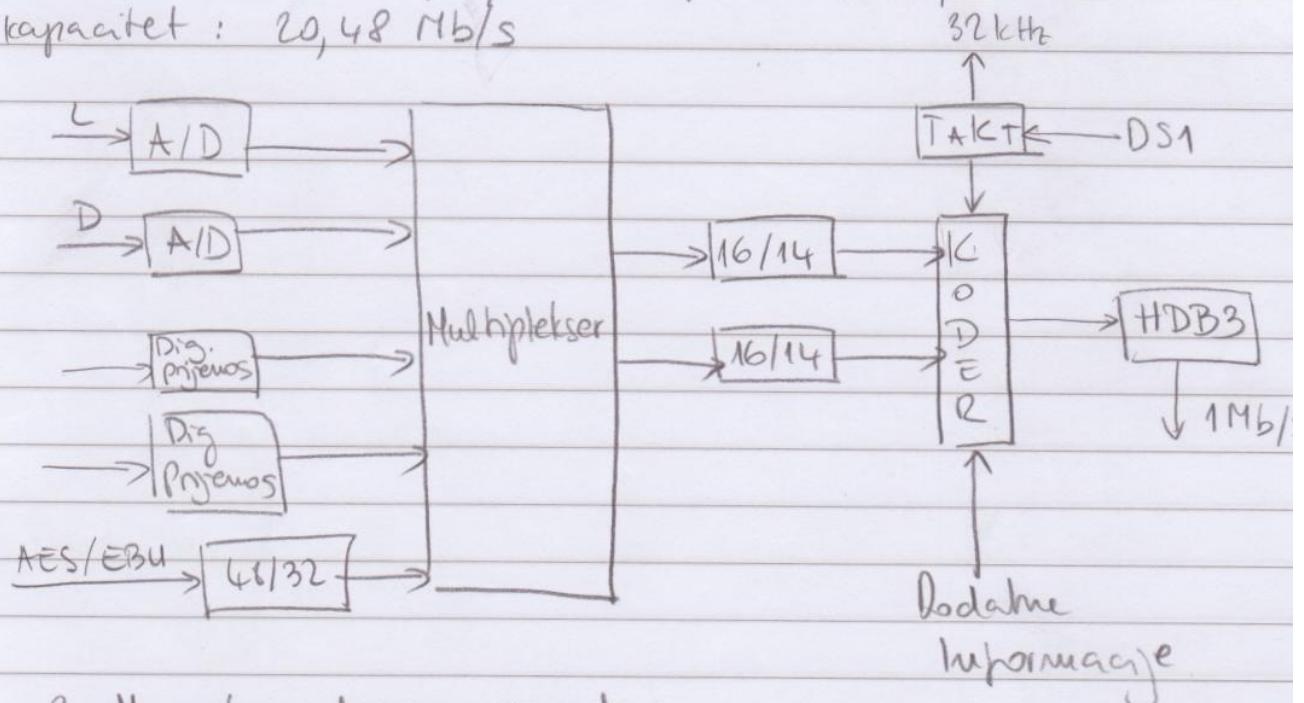
- referentna faza svakog simbola se pomiče za $\pi/4$ radijana
- informacija se određuje na temelju fiksnih razlike dvaju uzastopnih simbola i nije potreban referentni signal

DSR - Digital Satellite Radio

- problemi :

- kapacitet od samo 16 stereo kanala
- mobilni prijam (u potrebi) - posebne antene

- kapacitet : 20,48 Mb/s



3 moguća ulazna signala:

1. Analogni signal lijevog i desnog kanala koji se digitalizira frekv. uskraćenja od 32 kHz i 16-bitnom kvantizacijom

2. Digitalizirani audio signala 32/16 u paralelnom obliku

3. AES/EBU digit. audio signal 48/16

DINAMIKA SIGNALA : $D = 16 \cdot 6.02 + 1.76 \approx 98 \text{ dB}$

