

Technológie xDSL

- I. Charakteristika prenosového prostredia :

Prenosové médium - metalické symetrické (homogénne) vedenia, energetické rozvody (Power DSL), optické vlákna (Fiber DSL).

Negatívne vplyvy - lineárne (straty šírenia \approx tlmenie signálu), presluchy (NEXT, FEXT), šumy (impulzný šum).

Techniky číslicového spracovania používané v technológiách xDSL :

Adaptívne spracovanie signálov - číslicový vyrovnávač, číslicová zábrana ozvien

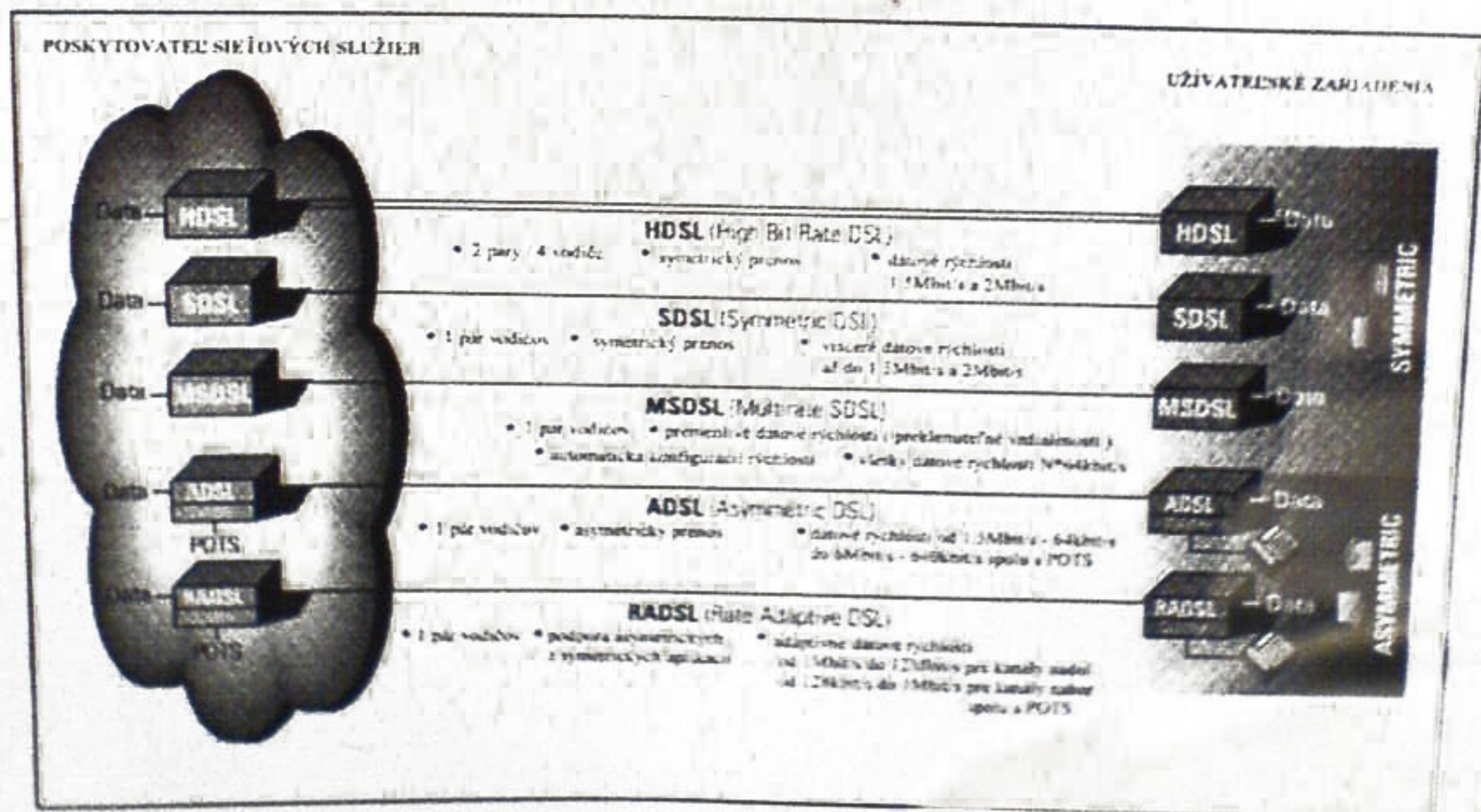
Linkové kódy - AMI, 2B1Q, MMS43 (4B3T)

Modulačné techniky - QAM, CAP, DMT, DWMT, ...

Kódovacie techniky - FEC

- II. Typy technológií xDSL a ich prenosové vlastnosti :

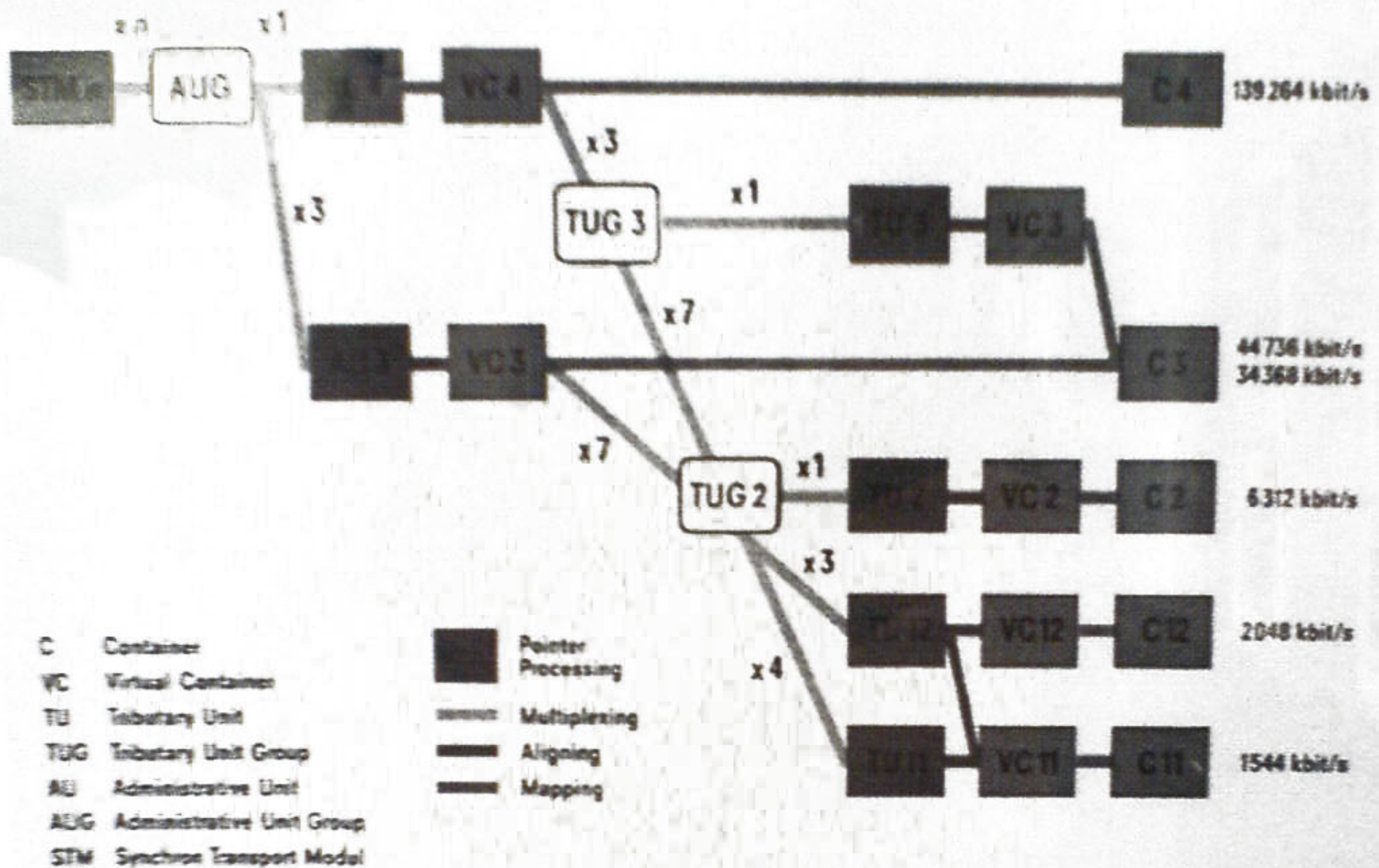
Technológia DSL - prvýkrát použitie pojmu Digital Subscriber Line, nepatrí však do rodiny technológií xDSL (neumožňuje súčasný prenos signálov POTS a DSL)



- Skupina HDSL** - plnduplexný symetrický prenos, prenosové rýchlosti do 2 Mbit/s
- patrí sem High-bit-rate DSL, Symmetric DSL, Multirate Symmetric DSL
- Skupina ADSL** - asymetrický prenos (prenos od účastníka k ústredne je menší ako prenos od ústredne k účastníkovi), prenosové rýchlosti do 6 Mbit/s
- patrí sem Asymmetric DSL, Rate Adaptive DSL
- Skupina VDSL** - asymetrický prenos, systémy neskoršej generácie budú umožňovať aj symetrický prenos, prenosové rýchlosti do 55 Mbit/s
- patrí sem Very high-bit-rate DSL
- Technológia PDSL** - prenosové médium je tvorené rozvodmi elektrickej energie
- Technológia FDSL** - prenosové médium je tvorené optickými vláknami

Číslicový prenosový systém SDH

- I. Základná multiplexná štruktúra pre vytvorenie rámca STM-1 z rôznych vstupných signálov z hierarchie PDH :



- II. Funkcia jednotlivých blokov a procedúr :

kontajner C - každý kontajner zodpovedá existujúcej pleziochrónnej bitovej rýchlosti, [informácie z pleziochrónneho signálu sú mapované do kontajnera]

mapovanie - procedúra, ktorou sa upravujú prítoky do formy virtuálnych kontajnerov na začiatku multiplexnej štruktúry siete SDH

hlavička cesty POH - doplnková riadiaca informácia zabezpečujúca monitorovanie cesty

$$C + POH \rightarrow VC$$

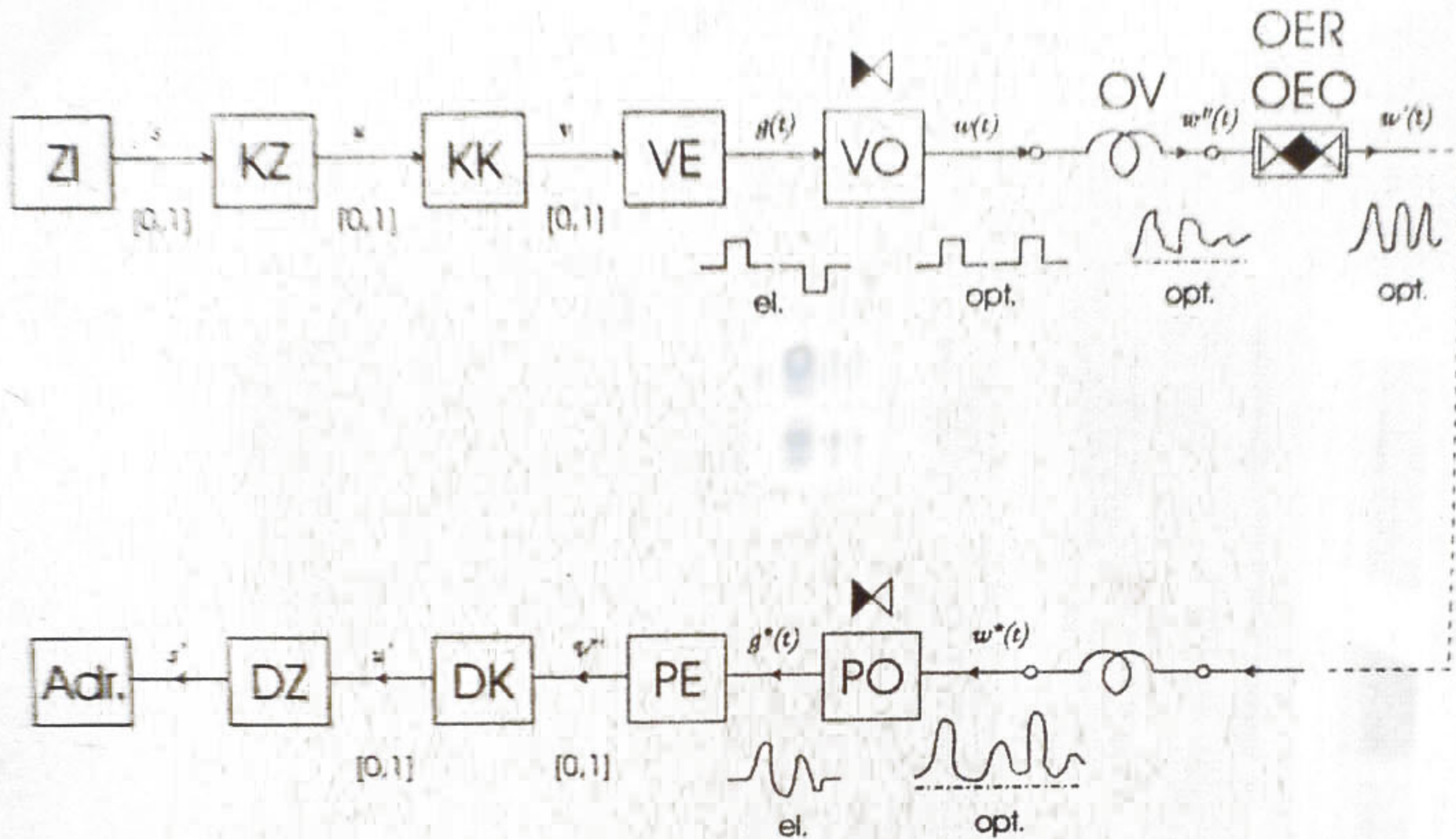
virtuálny kontajner VC - samostatná skupina, ktorá môže byť v tejto podobe prenášaná na potrebné miesto (multiplexovaná do vyšších skupín alebo prepínaná v sieti vo svojej úrovni)

zarovnávanie - procedúra, ktorou sa informácia o posune virtuálneho kontajnera zahrňa do prítokovej jednotky (alebo administratívnej jednotky), keď je upravovaný pre rámec danej vrstvy
smerník P - ukazuje na miesto, kde začína nižšia skupina vo vyššej relatívne k jeho polohe, ktorá je vo vyššej skupine pevne daná

$$VC + P \rightarrow TU$$

Bloková schéma komunikačného systému

- I. Kompletná bloková schéma komunikačného systému z hľadiska moderných telekomunikačných technológií :



- II. Funkcia, význam, základné parametre a vlastnosti jednotlivých blokov :

ZI - zdroj informácií

- spracúva pôvodnú informáciu vyjadrenú vo forme správ $s_1, s_2, \dots, s_{N_{kv}}$
 s - sú vlastne vzorky QPAM vyjadrené pomocou symbolov 0, 1 vo forme kódových slov
- je popísaný rozložením pravdepodobnostného poľa
 $s_1 \rightarrow p_1, s_2 \rightarrow p_2, s_{N_{kv}} \rightarrow p_{N_{kv}}$
- výdatnosť zdroja $N_{kv} = 2^{N_{kd}}$
- redundancia zdroja je nesystematického (stochastického) charakteru

$$R_z = H(0) - H(\alpha) \quad [\text{bit / správa}]$$

pričom $H(\alpha)$ je entropia

$$H(\alpha) = - \sum_{i=1}^{N_{kv}} p_i \cdot \log_2(p_i)$$

a $H(0)$ je maximálna entropia, teda keď $p_1 = p_2 = \dots = p_{N_{kv}}$

KZ - kódér zdroja

- znižuje nesystematickú (stochastickú) redundanciu podľa možnosti na minimum

prítoková jednotka *TU* - skupina, ktorá obsahuje všetky potrebné typy informácií a je pripravená na ďalšie spracovanie v rámci multiplexnej štruktúry

multiplexovanie - procedúra, ktorou sa viaceré signály na úrovni cesty nižšieho rádu upravujú na signály cesty vyššieho rádu alebo sa viaceré signály na úrovni cesty vyššieho rádu upravujú do sekcie multiplexu

$$n \times TU \rightarrow TUG$$

skupina prítokových jednotiek *TUG* - vzniká multiplexovaním niekoľkých prítokových jednotiek

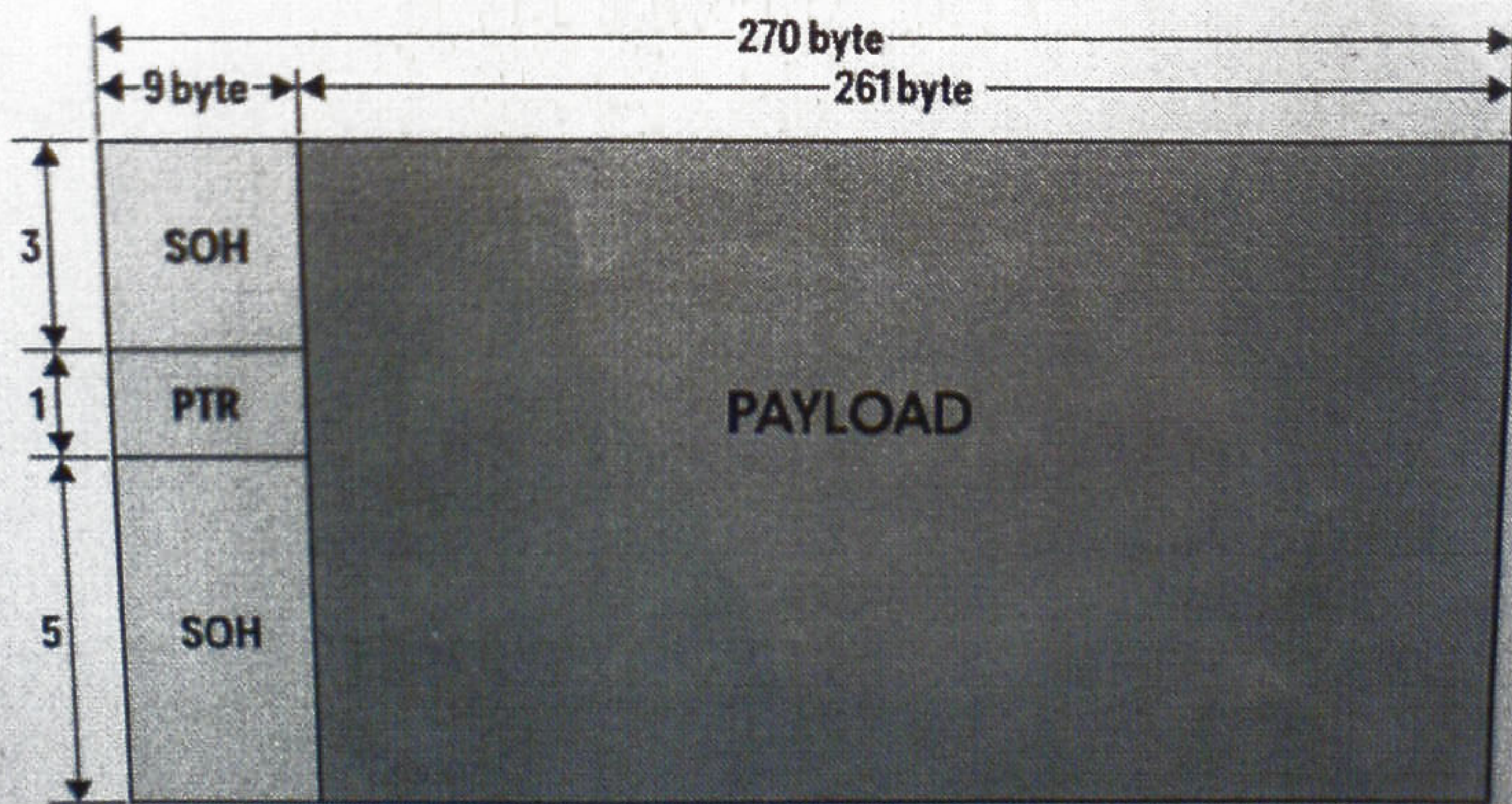
administratívna jednotka *AU* - ako pri prítokovej jednotke

skupina administratívnych jednotiek *AUG* - ako pri skupine prítokových jednotiek

hlavička sekcie *SOH* - hlavná riadiaca informácia zabezpečujúca rámcovú synchronizáciu; prídavné dátové kanály, dohľad pre jednotlivé sekcie, identifikáciu, riadiace funkcie pre záložné zapojenia

synchronný prenosový modul 1. rádu *STM-1* - základný rámec, najnižšia úroveň SDH

- III. Štruktúra rámca a odvodenie prenosovej rýchlosti :



SOH - Section Overhead
PTR - Pointer

frame duration = 125 μ s

Kvantovanie

- I. Dôvody kvantovania v digitálnych prenosových systémoch :

Diskretizácia signálu hodnotová za účelom získania konečného počtu hodnôt N_{KV} za účelom možnosti vyjadrenia vzoriek QPAM pomocou konečnej dĺžky kódového slova N_{KD}

$$N_{KV} = 2^{N_{KD}}$$

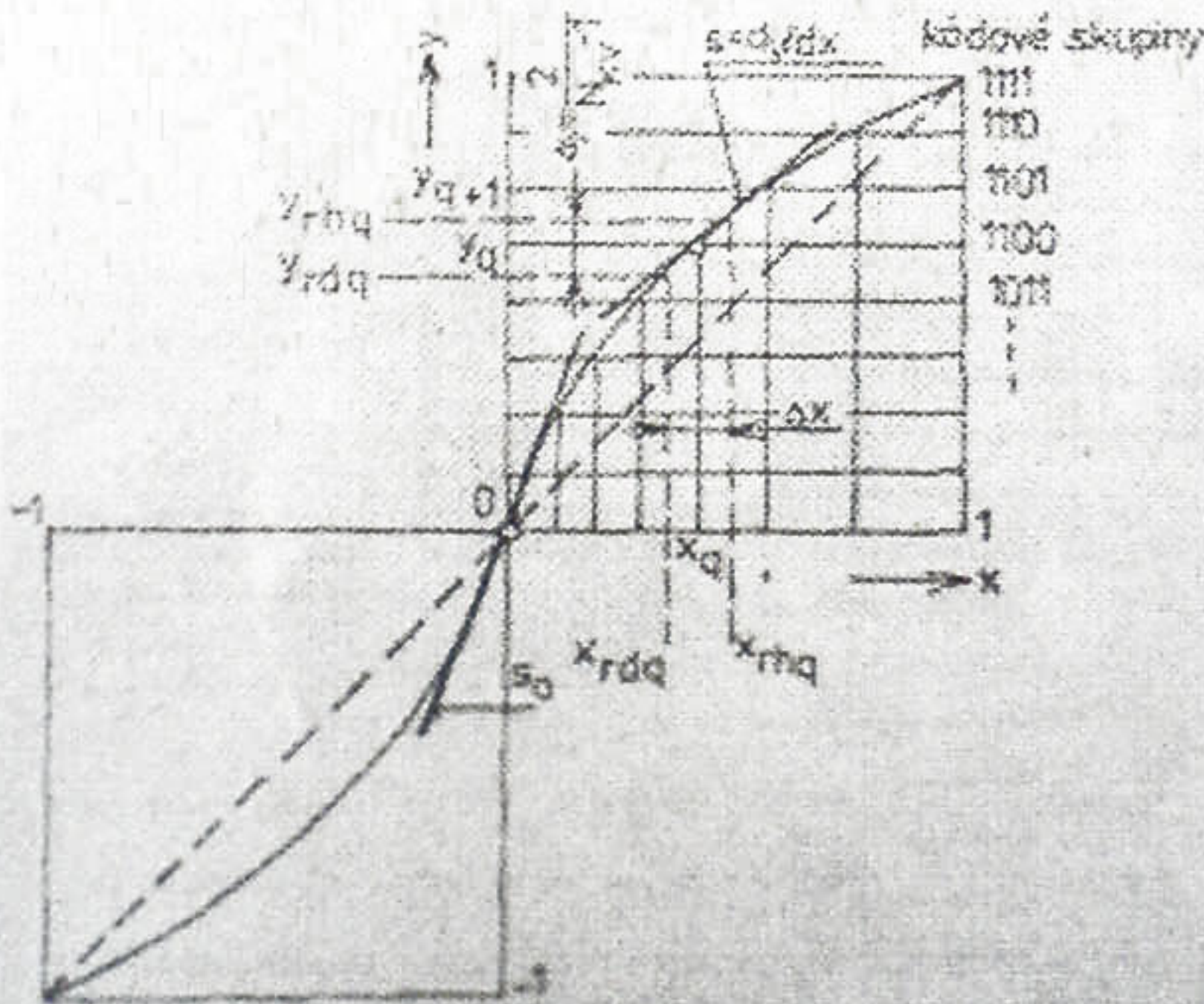
- II. Spôsoby kvantovania a ich vzájomná komparácia :

a) lineárne kvantovanie – celý dynamický rozsah je rozdelený na rovnaké kvantizačné úseky

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 = \dots = \Delta x_n$$

b) nelineárne kvantovanie – celý dynamický rozsah je rozdelený podľa dopredu definovaných kvantizačných charakteristík

$$y = u_{vyst} / u_{vystMAX}$$



Nelineárne kvantovanie zmierňuje kolísanie kvantizačného šumu (alebo a_{KV}), ktorý sa najviac prejaví pri najslabších signáloch, preto najslabšie signály zvýhodňujeme a najsilnejšie signály znevýhodňujeme → tzv. kompresia na vstupe a expanzia na výstupe. Na vyjadrenie tohto procesu sa v DPS využívajú dva typy charakteristík :

Typ A → Európa

$$y = \frac{1 + \ln Ax}{1 + \ln A} \quad \text{pre } \frac{1}{A} \leq x \leq 1$$

$$y = \frac{1 + Ax}{1 + \ln A} \quad \text{pre } 0 \leq x \leq \frac{1}{A}$$

Typ μ → USA, Japonsko

$$y = \frac{\ln(1 + \mu x)}{\ln(1 + \mu)} \quad \text{pre } 0 \leq x \leq 1$$

- III. Základné pojmy a_{KV} , s , v_K a vysvetlite ich význam :

a) a_{KV} – tlmenie kvantizačného skreslenia

$$a_{KV} = 10 \log \frac{P_S}{P_{KV}} \quad [dB]$$

kde P_S je zdanlivý výkon užitočného signálu a P_{KV} je zdanlivý výkon kvantizačnej chyby. Za určitých zjednodušujúcich podmienok môžeme a_{KV} vypočítať ako

$$a_{KV} = 6 \cdot N_{KD} + 1,8 \quad [dB]$$

b) s – strmosť v určitom bode kvantizačnej charakteristiky, s_0 – strmosť v bode $x = 0$

c) v_K – výhoda kompresie

$$v_K = 20 \cdot \log s_0 \quad [dB]$$

Udáva, o koľkokrát vyjadrené v dB sú zvýhodnené najslabšie signály oproti stavu, keď by sme použili lineárne kvantovanie.

d)

$$v_K = 20 \cdot \log s_0 \quad [dB] \quad A = 87,6$$

$$s_0 = \frac{dy}{dx_{x \rightarrow 0}} = \frac{d\left(\frac{1 + Ax}{1 + \ln A}\right)}{dx_{x \rightarrow 0}} = \frac{A}{1 + \ln A} \approx 16$$

$$v_K = 20 \cdot \log 16 \approx 24,086 \text{ dB}$$

KK - kódér kanála

a) pridáva ku kódovým slovám na výstupe KZ systematickú redundanciu za účelom identifikácie a odstránenia chýb, ktoré vzniknú pri prenose

b) k informačným znakom „i“ (N_{KD}) pridáva v kódovom slove kontrolné znaky „k“, takže dĺžka kódového slova na výstupe KK bude $i + k = N_{KD}$

Z nich vyberie len tie, ktoré spĺňajú podmienku $d(x, y) \geq e + 1$, keď chceme identifikovať e chýb; keď chceme e chýb odstrániť, potom je podmienka $d(x, y) \geq 2e + 1$.

VE - priradí k symbolom 0,1 fyzikálnu interpretáciu, tzv. linkové signály

VO - konvertuje signál elektrický $g(t)$ na optický výkon $w(t)$

OV - optické vlákno (vlnovod), prenosové médium

OER - konvertuje optický signál na elektrický; v elektrickej forme ho zregeneruje časovo (jitter) a tvarovo a kompenzuje straty prenosového média; potom ho konvertuje znova na optický výkon

PO - konvertuje prijatý signál na elektrický

PE - obsahuje koncový regenerátor, jeho funkcia je podobná ako priebežného regenerátora, na výstupe dostaneme kódové slová v''

DK - opravuje chyby, ktoré vznikli pri prenose, pomocou systematickej redundancie

DZ - odstraňuje systematickú redundanciu

Adr - vyhodnotí prijaté správy s' na pôvodnú informáciu