

$$v_{pSTM-1} = 270 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 8000 = 155,52 \text{ Mbit/s}$$

počet radkov (v bitoch)      vzorkovacia frekvencia (v Hertzoch)

počet stĺpcov (v oktetoch, bytech)      počet bitov v oktete, byte

- IV. Porovnanie základných charakteristík prenosových hierarchií PDH a SDH :

vlastnosť	PDH	SDH
štandard		
základný rámec		
typy informácií		
základná prenosová rýchlosť		
spôsob multiplexovania		
spôsob demultiplexovania		
prenosové médium		
typ prenosu z hľadiska synchronizácie		
spôsob synchronizácie		
typ signalizácie		
vytváranie sietí		
manažment sietí		
sieťové zariadenia		

# Technológie xDSL

## - I. Charakteristika prenosového prostredia :

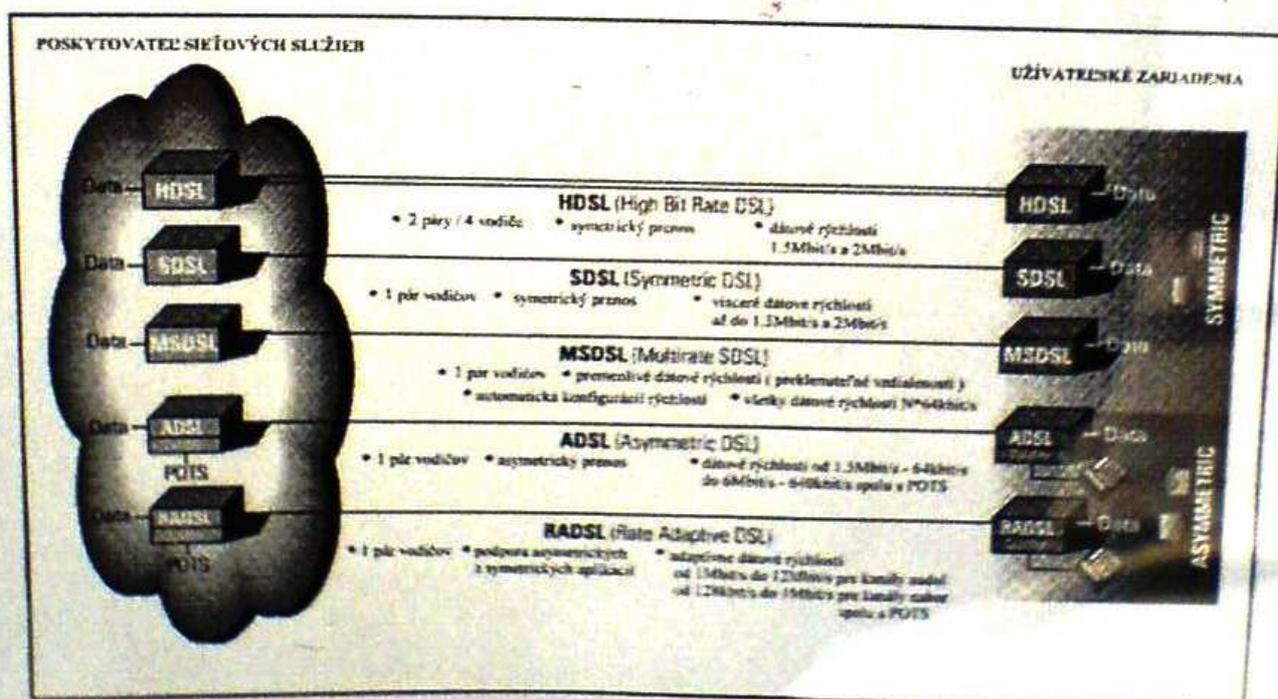
- Prenosové médium** - metalické symetrické (homogénne) vedenia, energetické rozvody (Power DSL), optické vlákna (Fiber DSL).
- Negatívne vplyvy** - lineárne (straty šírenia  $\approx$  tlmenie signálu), presluchy (NEXT, FEXT), šumy (impulzný šum).

## 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 :

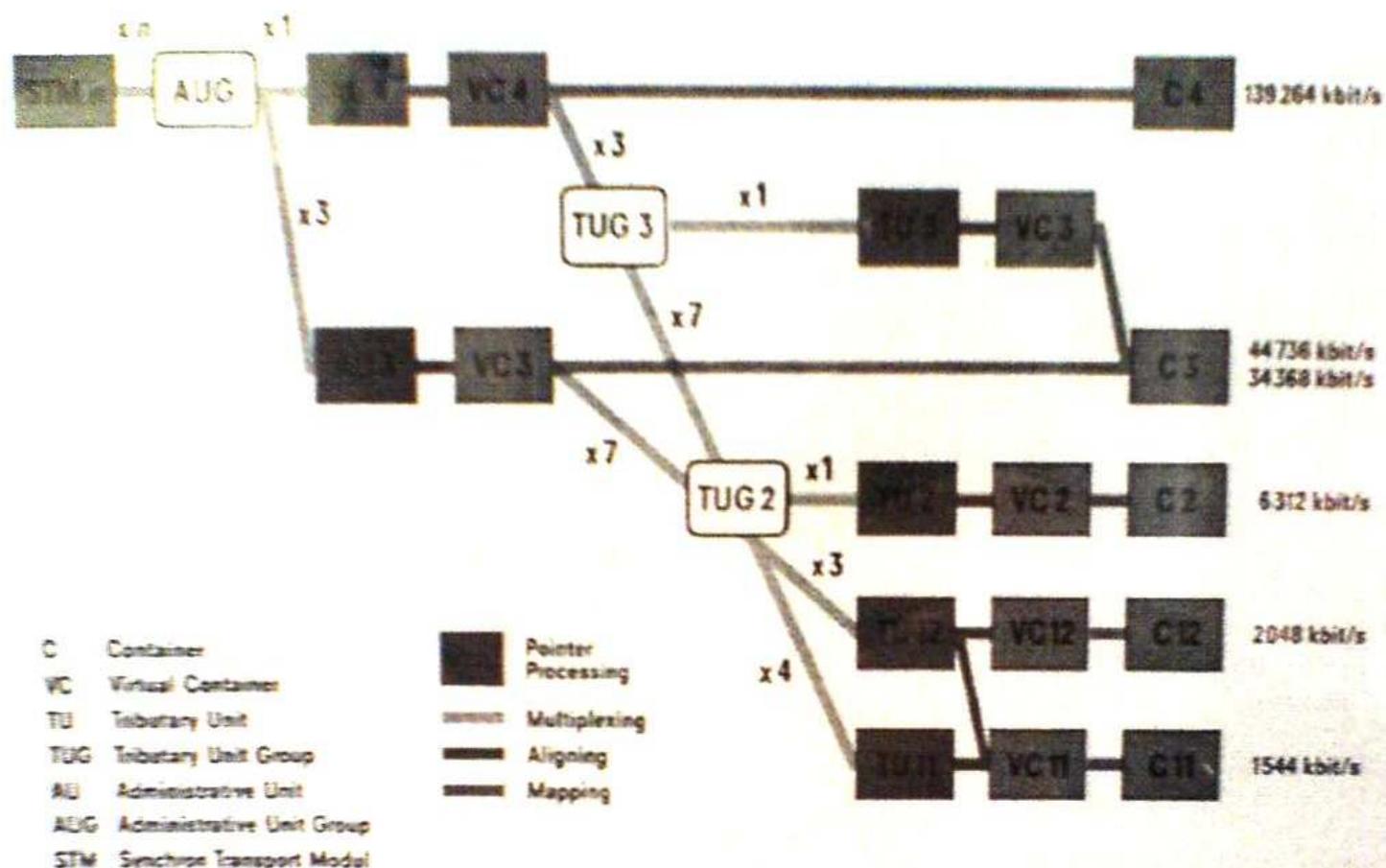
- Technológia DSL** - prvýkrát použitie pojmu Digital Subscriber Line, nepatrí však do rodiny technológií xDSL (neumožňuje súčasný prenos signálov POTS a DSL)



- Skupina HDSL** - plnduplexný symetrický prenos, prenosové rýchlosti do 2Mbit/s  
- patrí sem High-bit-rate DSL, Single pair (Symmetric) DSL, Multirate Symmetric DSL
- Skupina ADSL** - asymetrický prenos (prenos od účastníkov do ústredne je menší ako prenos od ústredne k účastníkov), prenosové rýchlosti do 6Mbit/s  
- patrí sem Asymmetric DSL, Rate Adaptive DSL
- Skupina VDSL** - asymetrický prenos, systémy neskoršej generácie budú umožňovať aj symetrický prenos, prenosové rýchlosti do 55Mbit/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

## Číslcový 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 zahŕňa 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

$$VC + P \rightarrow TU$$

**prítoková jednotka TU** - skupina, ktorá obsahuje všetky potrebné typy informácií a je **prípravená** 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

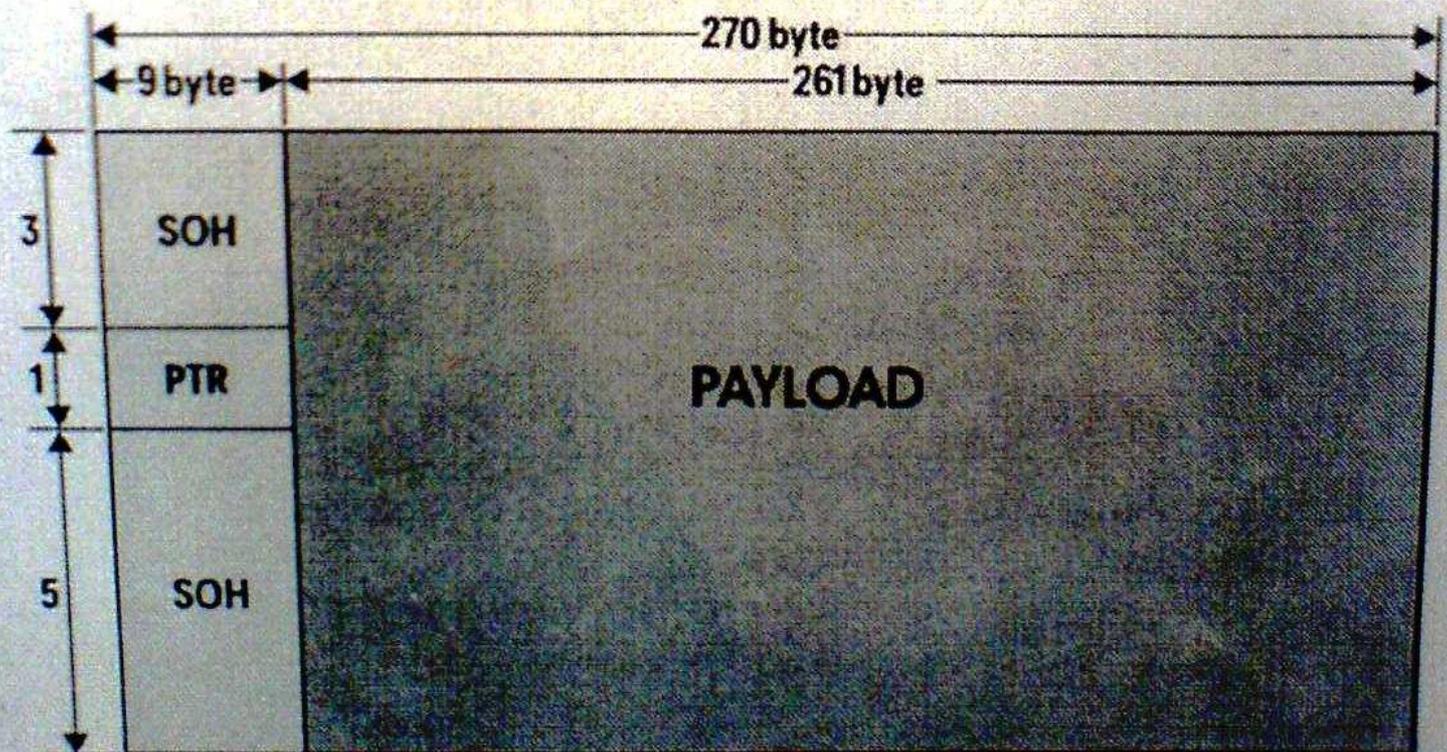
**administratívna jednotka AU** - ako pri prítokovej jednotke

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

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

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

- III. Štruktúra rámca a odvodenie prenosovej rýchlosti :



**SOH - Section Overhead**  
**PTR - Pointer**

frame duration = 125 μs

## 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  $N_{KD}$

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

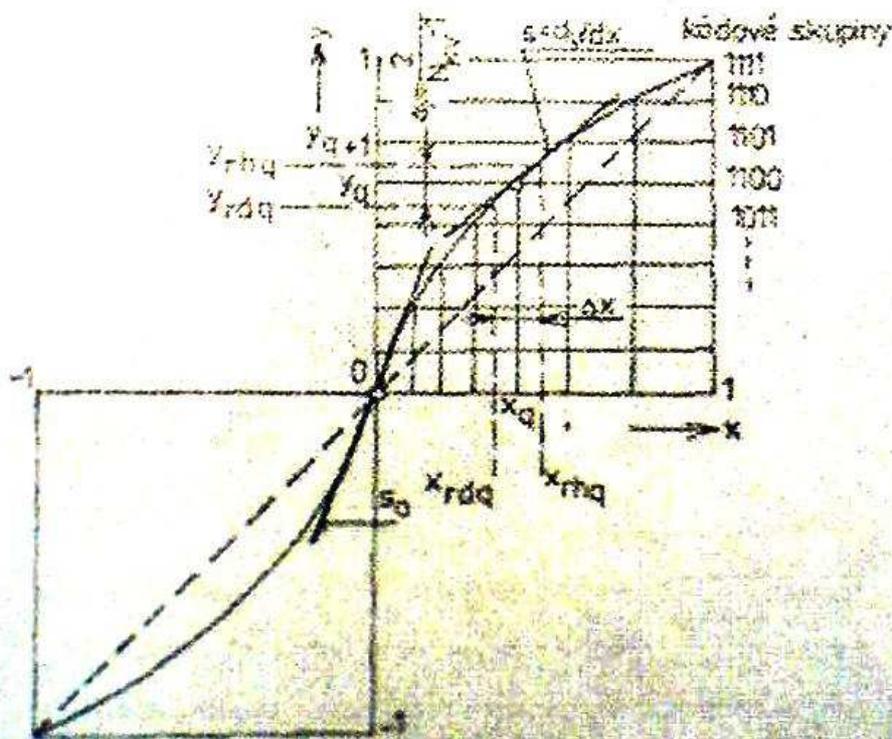
- II. Spôsoby kvantovania a ich vzájomná komparácia :

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 zmiernuje kolísanie kvantizačného šumu (alebo  $\sigma_{KV}$ ), 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  $\mu$  → 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)

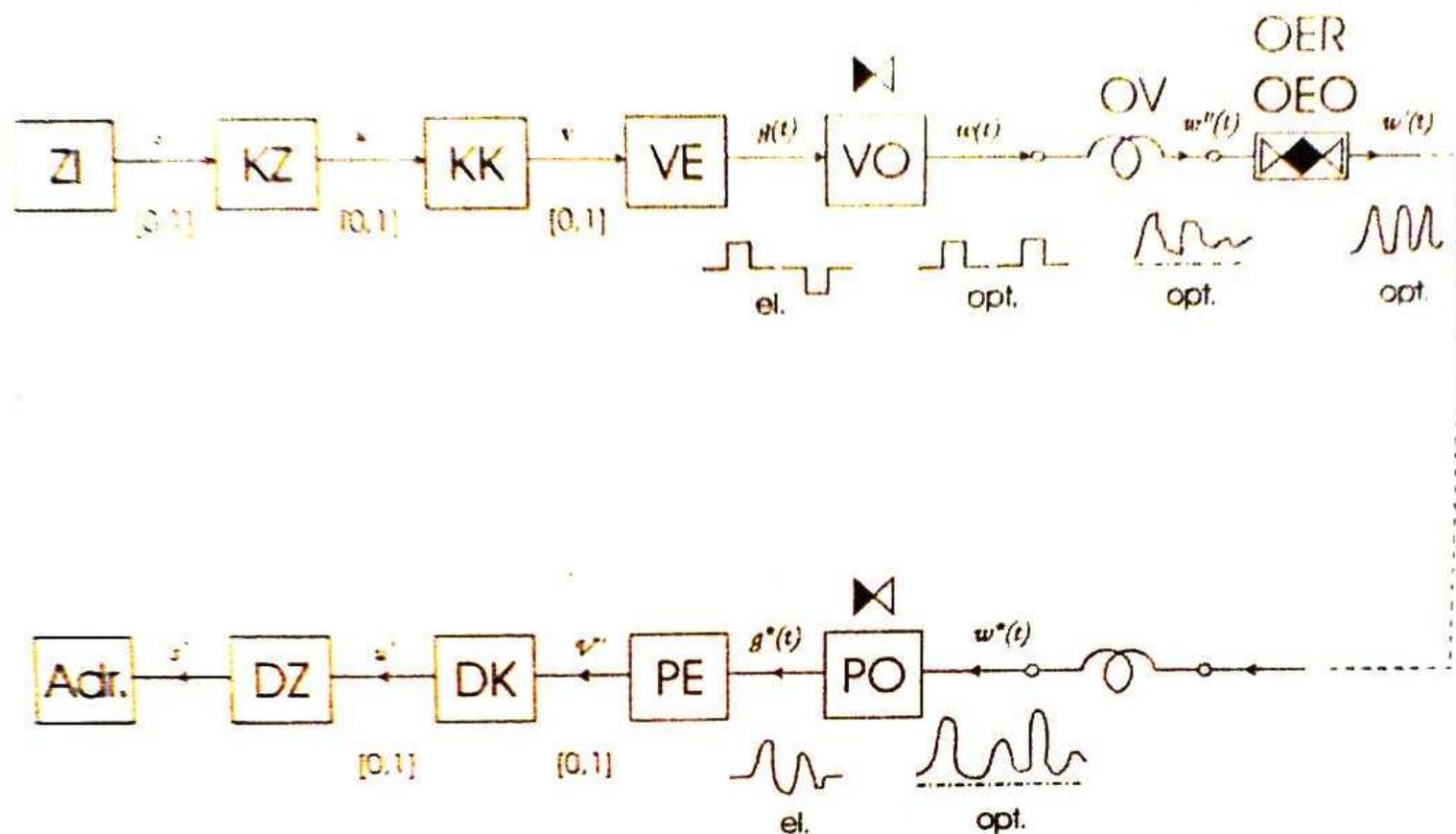
$$v_K = 20 \cdot \log s_0 \quad [dB] \quad A = 87,6$$

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

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

# 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

- a) 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
- b) je popísaný rozložením pravdepodobnostného poľa
- $s_1 \rightarrow p_1, s_2 \rightarrow p_2, s_{N_{kv}} \rightarrow p_{N_{kv}}$
- c) výdatnosť zdroja  $N_{kv} = 2^{N_{kd}}$
- d) 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

- a) znižuje nesystematickú (stochastickú) redundanciu podľa možnosti

**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“ ( $N_{iz}$ ) pridáva v kódovom slove kontrolné znaky „k“, takže dĺžka kódového slova na výstupe KK bude  $i + k = N_{kz}$

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