



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pracovní list CLIL

Předmět: Přenosové a automatizované systémy (PAS)

Ročník: druhý (A2.S, C2.S)

Téma vyučovací hodiny: PCM

Vypracoval: Ing. Krupičková Daniela, Ing. Molkup Ladislav

Vocabulary

Pulse-code modulation (PCM) – pulsně kódová modulace

coding, encoding – kódování

analogue signal – analogový signál

digital signal – digitální (číslíkový) signál

analog-to-digital converter (ADC) – analogově digitální převodník

sample - vzorek

sampling - vzorkování

sampling frequency – vzorkovací frekvence

sampling period – perioda vzorkování

bandwidth – šířka pásma

quantisation - kvantování

quantisation noise – kvantizační šum

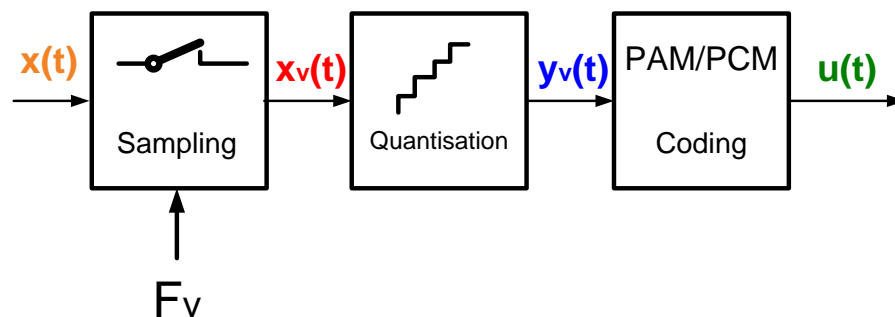
quantized values – kvantované hodnoty

step size – kvantizační krok

Explanation

Pulse-code modulation (PCM)

- ✓ This is the simplest form of waveform coding
- ✓ Waveform coding is used to encode analogue signals (for example speech) into a digital signal
- ✓ The PCM process is commonly implemented on a single integrated circuit generally referred to as an analog-to-digital converter (ADC)
- ✓ This is defined in the ITU-T G.711 specification



Sampling

- ✓ Sampling is the process of reading the values of the filtered analogue signal at discrete time intervals
- ✓ Sampling frequency - (Nyquist-Kotelnik-Shannon-Whittaker) sampling theorem

$$F_v \geq 2F_m$$

F_v – sampling frequency

F_m - the highest frequency of the original signal

- ✓ A bandwidth of telephone signal is 3100Hz (from 300Hz to 3400Hz)
The highest frequency of telephone signal is 3400Hz
Sampling frequency must be equal or higher then $2F_m \geq 6800\text{Hz}$

Used sampling frequency is

$$F_v = 8\text{kHz}$$

- ✓ Sampling period is

$$T_v = 1 / F_v = 1 / 8000 = 125\mu\text{s}$$

Quantisation

- ✓ Quantisation is the process of assigning a discrete value from a range of possible values to each sample obtained
- ✓ The number of possible values will depend on the number of bits used to represent each sample

Encoding

- ✓ Encoding is the process of representing the sampled values as a binary number in the range 0 to n
- ✓ The number of bits for coding of telephone signal is 8. The number of possible values is

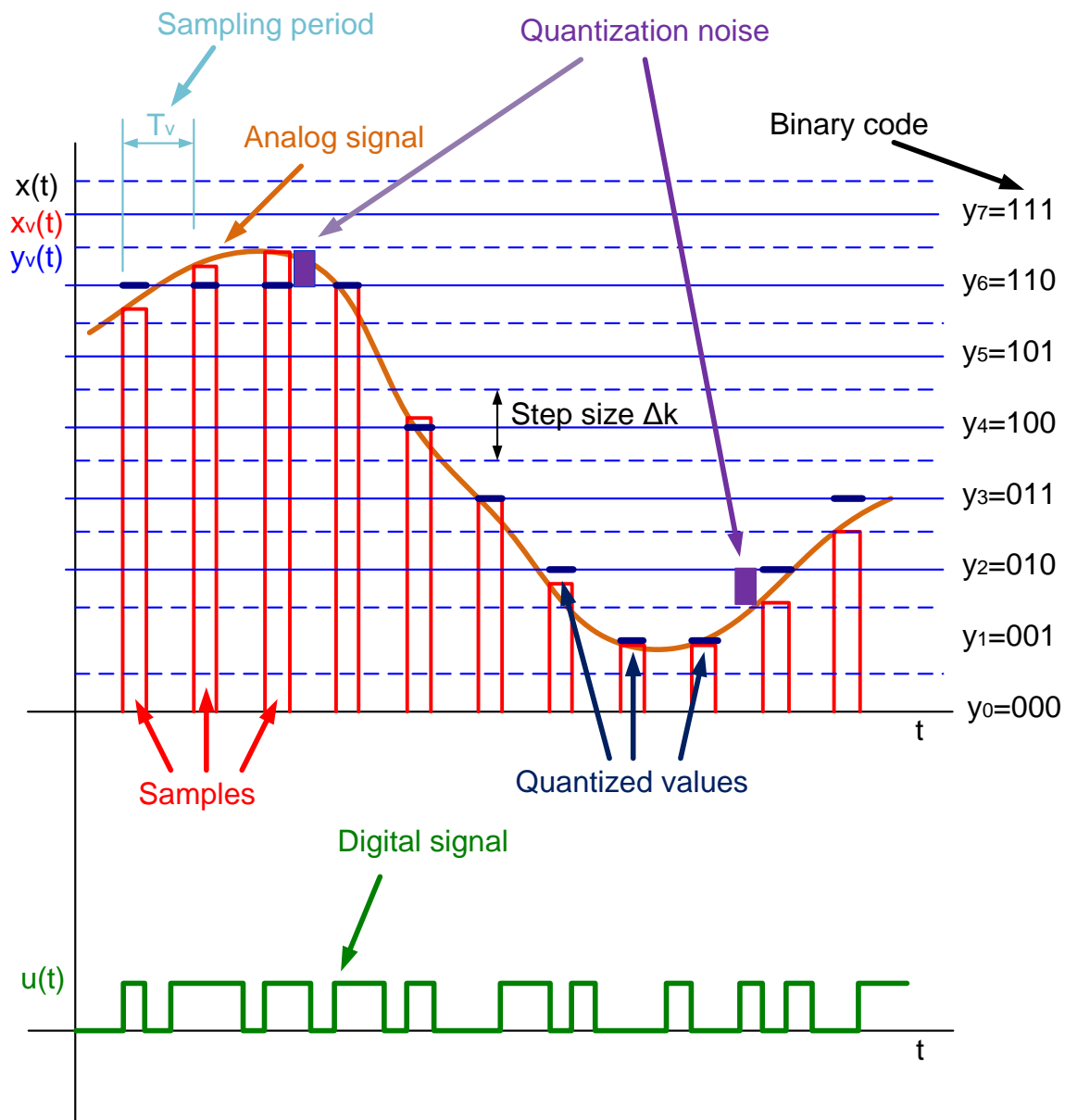
$$2^8 = 256$$

- ✓ A telephone signal is bipolar

MSB = 0	00000000 – 01111111	(0-127)	positive amplitude
MSB = 1	10000000 - 11111111	(128-255)	negative amplitude

- ✓ A bit rate of one telephone channel is

$$8000 \text{ (samples per second)} \times 8 \text{ (bits per sample)} = 64\,000 \text{ bits per second} = \mathbf{64\text{kbps}}$$



Advantages of PCM

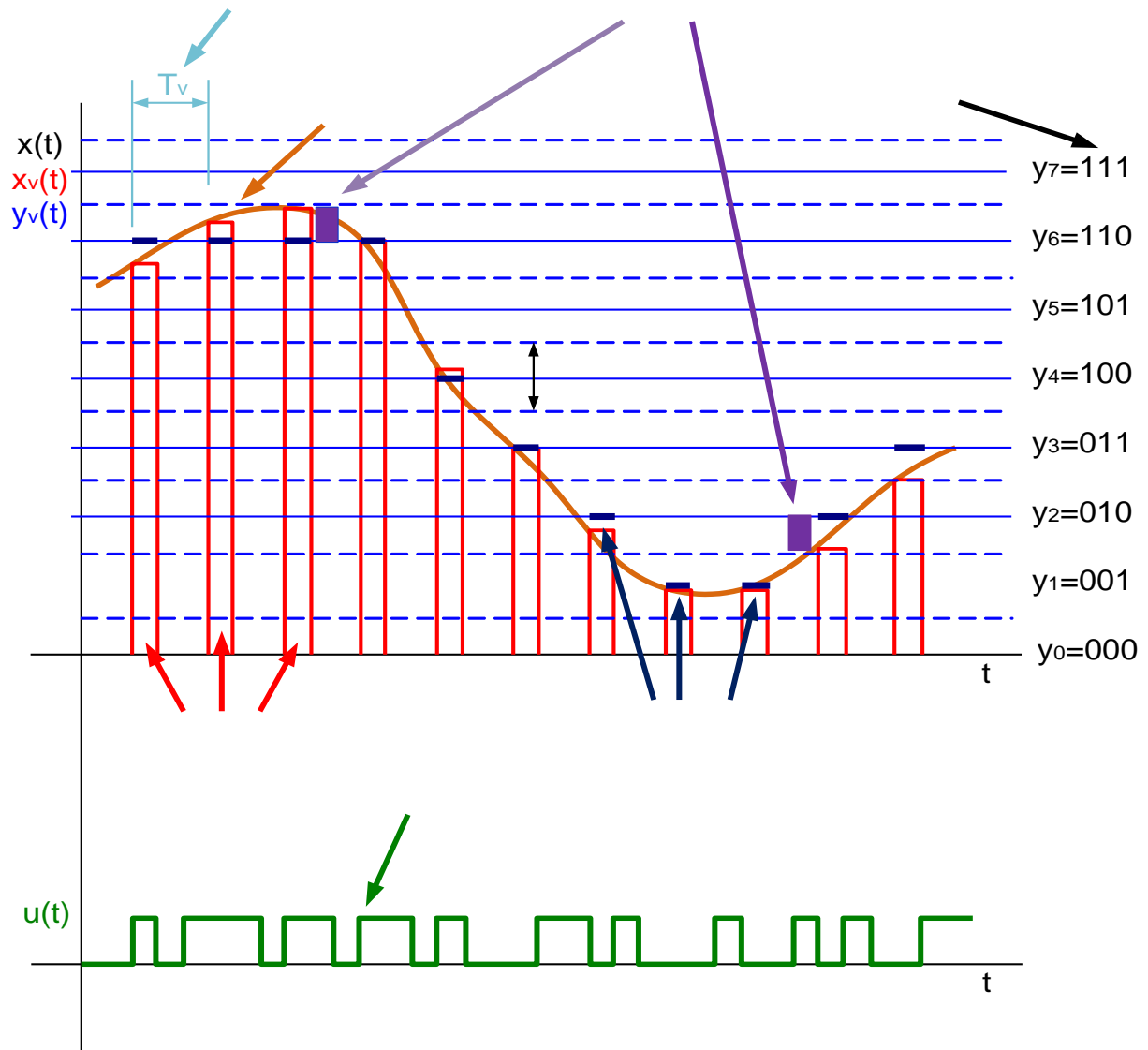
- ✓ Low Noise Susceptibility - digital waveforms are less susceptible to interference and noise than analog signals. This low noise susceptibility allows PCM signals to transmit farther than analog signals without signal degradation, information loss, and distortion
- ✓ Storage - a PCM signal may be saved for later recreation or playback

Disadvantages of PCM

- ✓ Pulse Code Modulation requires a large Band width as compared to the other systems
- ✓ Quantization noise

Exercises

1. Refer to the exhibit and complete it

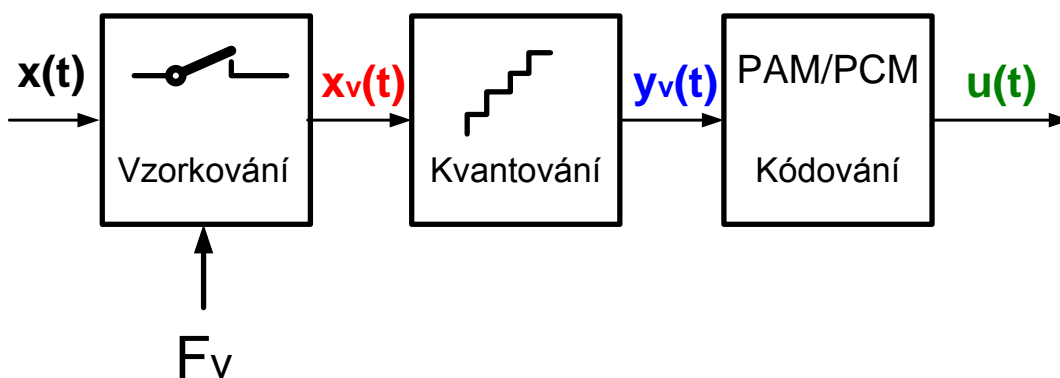


2. What sampling frequency is used for telephone signal? Why?
3. How many bites of code is used for coding telephone signal?
4. A bit rate of one telephone channel is ...

Výklad

Pulsně- kódová modulace (PCM)

- ✓ Je to nejjednodušší způsob kódování signálů
- ✓ Používá se převodu analogového signálu (například řeči) na digitální signál
- ✓ PCM je obvykle implementována do jednoho integrovaného obvodu nazývaného A/D převodník
- ✓ Je definována ve standardu ITU-T G.711



Vzorkování

- ✓ Vzorkování je proces, při němž je frekvenčně omezený analogový signál převáděn na diskretní v čase
- ✓ Vzorkovací frekvence - (Nyquist-Kotelnik-Shannon-Whittaker) vzorkovací teorém

$$F_v \geq 2F_m$$

F_v – vzorkovací frekvence

F_m – horní mezní frekvence vzorkovaného signálu

- ✓ Šířka telefonního signálu ke 3100Hz (od 300Hz do 3400Hz)
Horní mezní frekvence telefonního signálu je 3400Hz
Vzorkovací frekvence musí být větší nebo rovna $2F_m \geq 6800\text{Hz}$
Používaná vzorkovací frekvence je

$$F_v = 8 \text{ kHz}$$

- ✓ Vzorkovací perioda je

$$T_v = 1 / F_v = 1 / 8000 = 125 \mu\text{s}$$

Kvantování

- ✓ Kvantování je proces, při kterém se diskretním hodnotám napětí každého vzorku přiřazují kvantované hodnoty (z omezeného počtu možných hodnot)
- ✓ Počet možných hodnot je závislý na počtu bitů, které reprezentují každý vzorek

Kódování

- ✓ Kódování je proces, kdy se hodnotám vzorků přidělují binární čísla v rozmezí 0 až n
- ✓ Počet bitů pro kódování telefonního signálu je 8. Počet možných hodnot je tedy

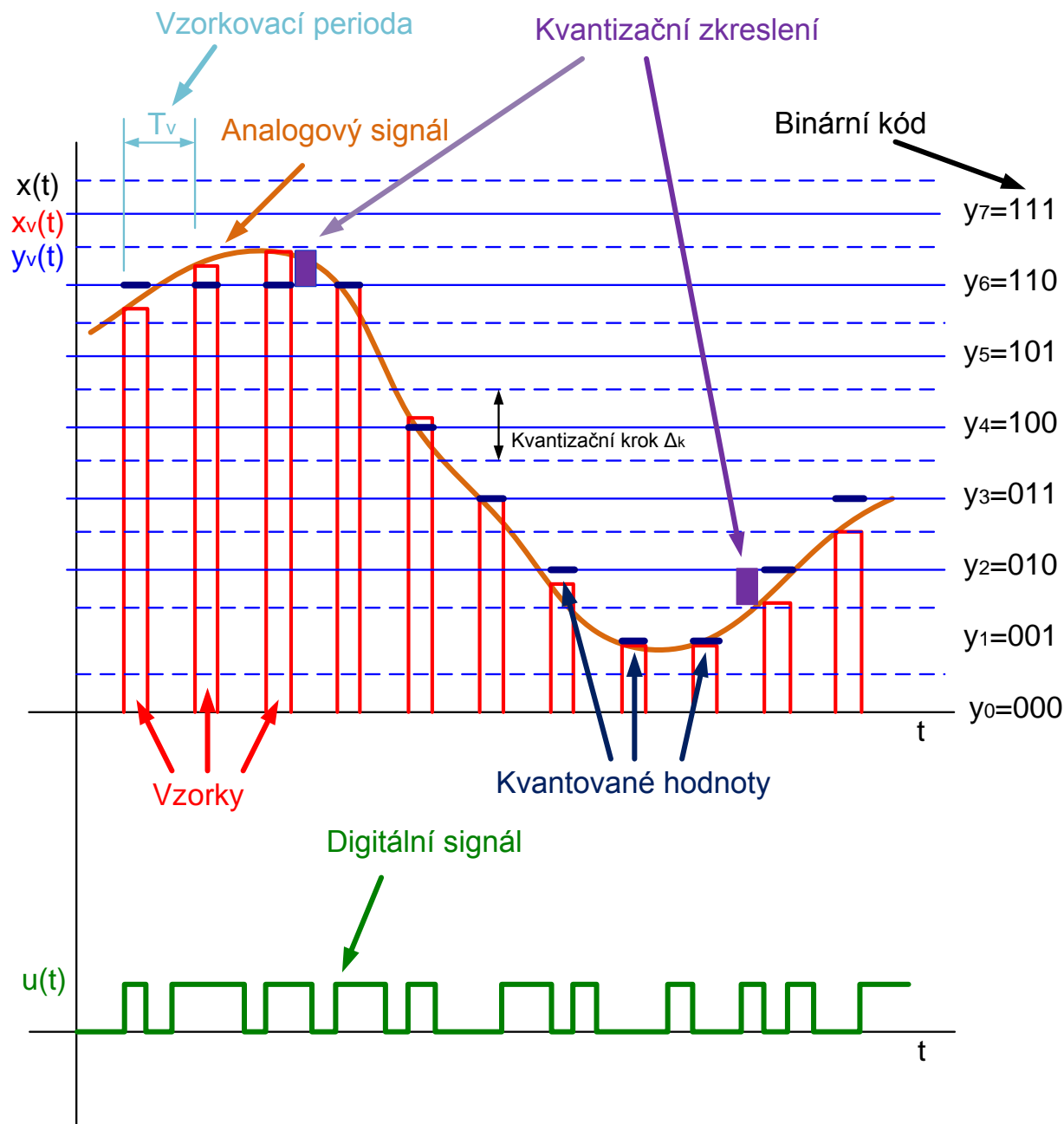
$$2^8 = 256$$

- ✓ Telefonní signál je bipolární

MSB = 0	00000000 – 01111111	(0-127)	kladná amplituda
MSB = 1	10000000 - 11111111	(128-255)	záporná amplituda

- ✓ Přenosová rychlost jednoho telefonního kanálu je

$$8000 \text{ (vzorků za sekundu)} \times 8 \text{ (bitů na vzorek)} = 64\,000 \text{ bitů za sekundu} = 64 \text{ kbps}$$



Výhody PCM

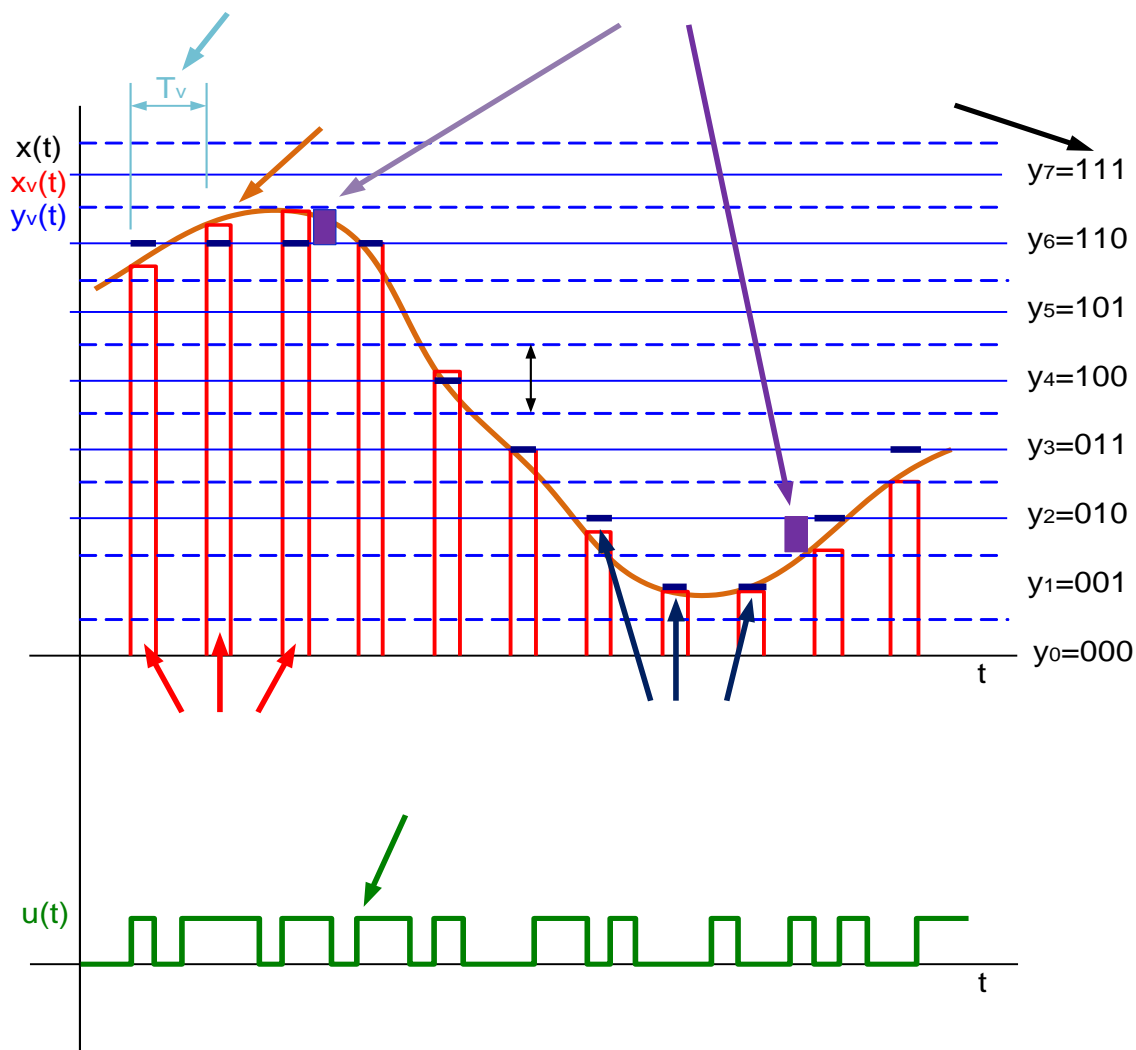
- ✓ Vysoká odolnost proti rušení – digitální signál je odolnější vůči rušení a interferenci než analogový signál. Tato nízká citlivost umožňuje přenášet PCM signály na rozdíl od analogových bez degradace, ztráty informace a zkreslení.
- ✓ Uchovávání – PCM signál může být uložen pro pozdější použití

Nevýhody PCM

- ✓ PCM vyžaduje širší frekvenční pásmo než podobné jiné systémy
- ✓ Kvantizační zkreslení

Procvičení

1. Prohlédněte si obrázek a doplňte ho



2. Jaká vzorkovací frekvence je použita pro telefonní signál? Proč?
3. Kolik bitů se používá pro kódování telefonního signálu?
4. Přenosová rychlost jednoho telefonního kanálu je ...

Studijní literatura

http://www.ehow.com/info_8632701_advantages-pcm.html

http://www.technologyuk.net/telecommunications/telecom_principles/pulse_code_modulation.shtml

Svoboda a kol.: Telekomunikační technika, Huthing a Beneš, 1998