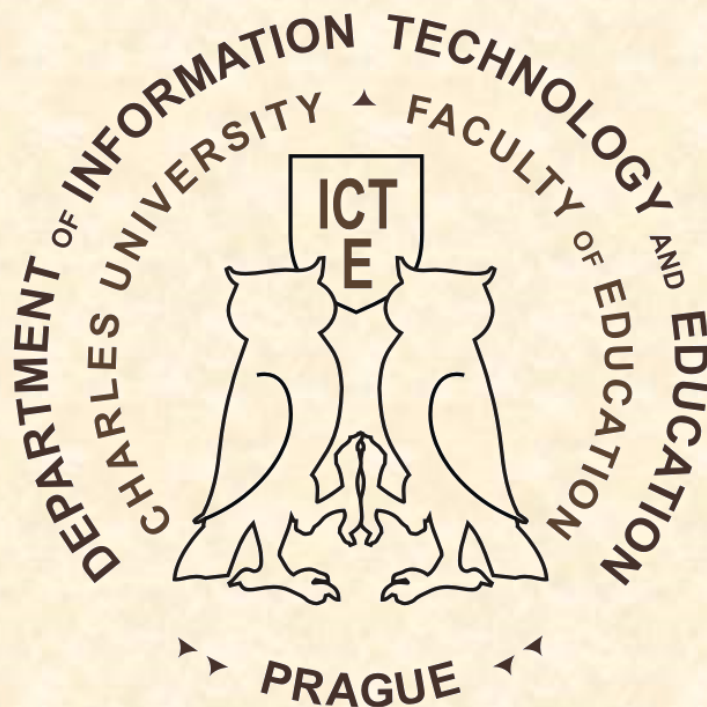




Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta
Katedra informačních technologií a technické výchovy

Kybernetika, Informatika



Kybernetika (N. Wiener)

Kybernetika aneb Řízení a sdělování u organismů a strojů (1948)

- Základní terminologické konstrukty:
 - **Systém** – množina prvků určitých vlastností, mezi kterými existují nějaké vazby/vztahy
 - **Hierarchizace systémů** – subsystém; blokové schéma (propojování systémů)
 - **Chování** systému, **black box** („černá skříňka“), I/O

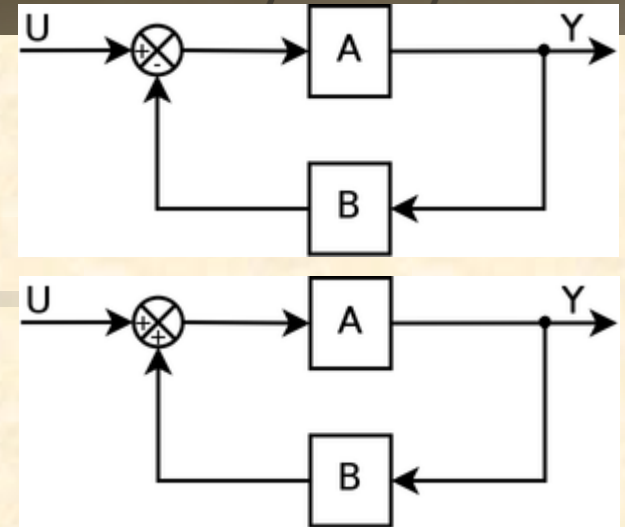
Kybernetika

➤ Řízení

- Ovládání - jednosměrné
- **Regulace** (+ **zpětná vazba** "*feedback*") – ovládání zpětnovazební smyčkou (plynule x skokově)
 - Rozsah (interval od-do), přesnost (hodnota), rozlišení/jemnost/citlivost (2 sousední hodnoty)

➤ Zpětná vazba

- **Záporná** - udržení stálých parametrů systému
- **Kladná** - zesílení nebo akcelerace žádoucích jevů (např. pískání reproduktoru, zánětlivá reakce, porodní kontrakce,...)



Kybernetika

- **Homeostáza** – ustálený stav systému
- **Entropie** – stav/míra neuspořádanosti, neurčitosti, předvídatelnosti chování, pravděpodobnost jevu
- **Modelování** - metoda popisu části reality (vzor/obraz)
- **Simulace** – napodobení skutečné věci, stavu, procesu (simulátor)
- **Sdělování** – přenos informací
- **Automatizace** - použití řídicích systémů k řízení průmyslových zařízení a procesů

C. E. Shannon

- Teorie konečných automatů (1937)
- Teorie informace (1946)
 - Vznik zprávy
 - Informační přínos
 - Přenos sdělovacími kanály
- Matematické disciplíny - teorie informace, teoretická informatika

Teorie informace x informatika

- **Teorie informace** - je věda, která se zabývá druhy a matematickým vyjádřením množství informací, způsoby a vlastnostmi jejich kódování, přenosu a využívání v informačně-komunikačním procesu
- **Informatika** - je věda o systematickém zpracování informací, o jejich vzniku, získávání, obsahu, organizaci, přenosu, šíření a využívání

Informace

- Znalosti **ukládáné** a **přenášené** v rámci poznávání světa
- Snížení nejistoty o okolním světě ve prospěch organizovanosti a systematickosti znalostí o něm
- **Změna entropie** (převážně snižování; předvídatelnost systému)
- Struktura, do které jsou hmotné objekty/obrazy uspořádány

Informace

- Informace v běžném jazyce:
 - Intuitivně chápeme jako informace *zprávy* předávané ústně, písemně či jiným způsobem
 - Ne každá *zpráva* má pro příjemce **informační hodnotu**
 - Příjemce zprávě nerozumí
 - Příjemce zpráva nezajímá
 - Zpráva obsahuje již známé
 - Sdělení s informační hodnotou pro příjemce (novost)

Informace

- Informace jako rozhodovací faktor:
 - *Zpráva* má informační hodnotu pouze pokud *sníží míru* nerozhodnosti příjemce
 - Co budu dělat o víkendu?
 - Bude hezky > pojedu na chatu
 - Bude pršet > budu doma
 - Informace o blížícím se zemětřesení?
- Zpráva obsahuje informaci, když *ovlivní/změní chování systému*

Informace

- Používáním se hodnota informace nesnižuje, ale spíš zpřesňuje
- Předáváním informace se pro nositele neztrácí
- Informaci lze zvýšit/obohatit pouze z vnějšího zdroje, učinit ji srozumitelnější
- Snižování nejistoty (náhoda, pravděpodobnost, nepřesnost, vágnost)

Zdroj informace

- Zpráva vzniká a je přenášena dál
- **Abeceda** (soubor znaků/symbolů dohodnutého významu; přípustná množina znaků) => mechanismus výběru znaků
=> **zpráva** (jazyk)
 - KABÁT x TABÁK x BÁTKA☺ (slovo, fráze)
 - Gramatika – četnost znaků; syntax(e), sémantika
- Nositelé informace – **data** (fakta zaznamenaná dohodnutým způsobem); např. srážky 5 mm (data) => bude sucho (informace)
- Kódování – nahrazení abecedy jinou (např. ASCII, UTF-8, apod.)
- Šifrování – záměrné převedení textu na jiný; (de)šifrovací klíč

Zpráva a znak

- Každá *zpráva (sdělení)* je obvykle složena ze znaků
- *Znaky*, ze kterých se *zprávy* mohou skládat tvoří *abecedu*
- Jednotlivé znaky jsou tvořeny dohodou (musí je „znát“ vysílač i přijímač)
- Jednotlivé *znaky* jsou tvořeny dohodnutou úrovní *signálu*, trváním úrovně, případně *sekvencí* těchto úrovní apod.

Zpráva a znak

- I jediný znak může tvořit zprávu a může mít informační hodnotu (hodnota zprávy)
- Četnost/pravděpodobnost výskytu znaku(ů) ve zprávě
- Zpráva může nést informaci, pokud má pro příjemce význam
- Zpráva musí být na straně příjemce
 - *Přijata* (schopnost vnímat signál v určitém čase – snímač/senzor/čidlo/receptor)
 - *Rozpoznána* (schopnost rozlišit znaky, dekodovat)
 - *Pochopena* (správně interpretována, informační kontext) + socio-kulturní aspekt

„Popravit, nelze osvobodit!“ X „Popravit nelze, osvobodit!“ „Budeme jíst děti.“ X „Budeme jíst, děti.“
„Chtěl bych být takový, jako ty!“ X „Chtěl bych být takový, jako ty!“
„Stará pila leží ve sklepě.“ X „Stará pila, leží ve sklepě.“
„Poledne v tom okamžiku, táta přijde z roboty.“ X „Poledne v tom okamžiku, táta přijde s roboty.“

O informacích

- **Bit** (b) - základní jednotka informace (Shannon)
 - Nejmenší možné, dále nedělitelné množství informace vyjadřující dva stavy (0,1 x H,L x T,F)
 - Binary digit
 - Nese informaci odpovědi na otázku ANO x NE
- **Byte** (B) - jednotka informace složená z osmi bitů
- Číselné soustavy – binární, oktalová, dekadická/decimální, hexadecimální
- Matematické operace (aritmetické); násobky (K, M, G,...)
- Logické operace (fce) – pravdivostní tabulky/návrh logických obvodů (AND, OR,...)

O informacích

- Množství informace nesené znakem (slovem, zprávou) je tím větší, čím méně jsme jej očekávali
- Informace nesené nezávislými znaky se sčítají
- *Míra informace/informační hustota* (Shannon)

$$I_p(x) = \log_2(1/p(x)) = -\log_2(p(x))$$

($I_p(x)$ – velikost informace nesené znakem x , p – pravděpodobnost výskytu znaku)

(množství informace v jedné zprávě je záporným logaritmem její pravděpodobnosti)

Přenos informace

- *Informace* (zpráva) musí být přenášena pomocí vhodného nosiče
- V nosiči jsou informace vhodně *zakódovány* (slova, znaky, obrázky...)
- Nosiče tedy obsahují *data*
- Z *dat může* příjemce *informace* získat
 - Informaci tedy můžeme chápat také jako význam přisouzený datům

Přenos informace

- Informace je přenášena pomocí signálu/nosiče (elektrické napětí, akustické vlnění...)
- Aby mohl signál nést informaci, musí být příjemce schopen rozlišit různé úrovně signálu
- Signál může být rušen, ale míra rušení nesmí převýšit přijatelnou mez, kdy je příjemce ještě schopen rozeznat úrovně původního signálu

Komunikace

- Předávání a výměna informací
 - Vysílač x Přijímač
 - Přenosový kanál (frekvenční pásmo)
 - Šum/rušení
 - Dopravní zpoždění
 - Signál



Komunikace

➤ Zvuk:

- Signál = mechanické/akustické/hmotné vlnění (postupné vlnění podélné) – nosič zprávy/dat/informace
- Dopravní zpoždění, Dopplerův jev (změna f a λ)
- Hlasitost = amplituda
- Znak = hláska (fón, foném)
- Nosič (médium, kanál, cesta) = vzduch/atmosféra
- Kanál (šířka) = frekvenční rozsah (hlas; ucho $\sim 20\text{Hz} - 20\text{kHz}$)
- Šum/rušení = znehodnocení zprávy (odstup signál/šum)

Komunikace

- Přenos
 - **Sériový** (sekvenční) - přenosu dat postupně po jednotlivých bitech
 - **Paralelní** - několik bitů posíláno najednou
 - **Synchronní** – komunikace ve stejném čase
 - **Asynchronní** – komunikace se zpožděním
 - **Symetrický** – stejná rychlost oběma směry
 - **Asymetrický** – odlišná rychlost v jednom směru
- **Datový proud** - sekvence digitálně kódovaných signálů, které jsou přenášeny mezi zdrojem a cílem

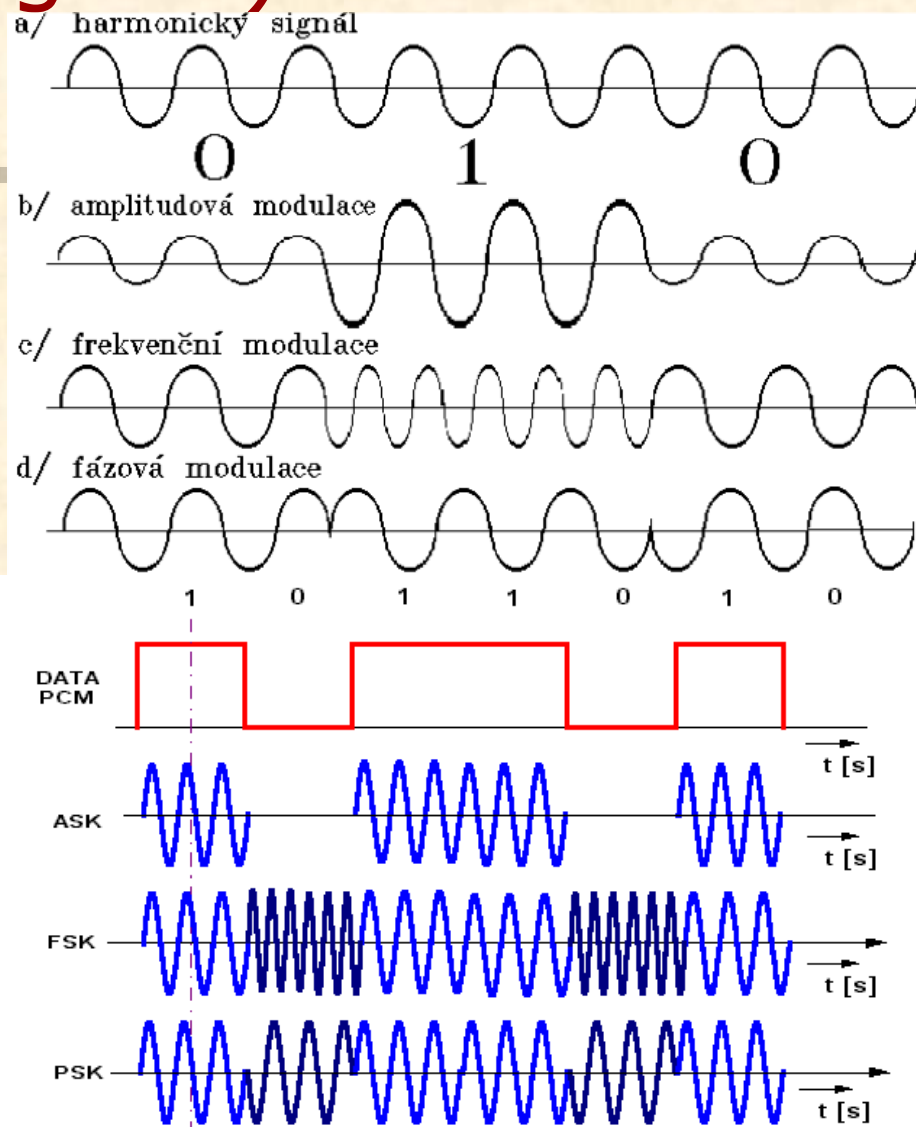
Komunikace

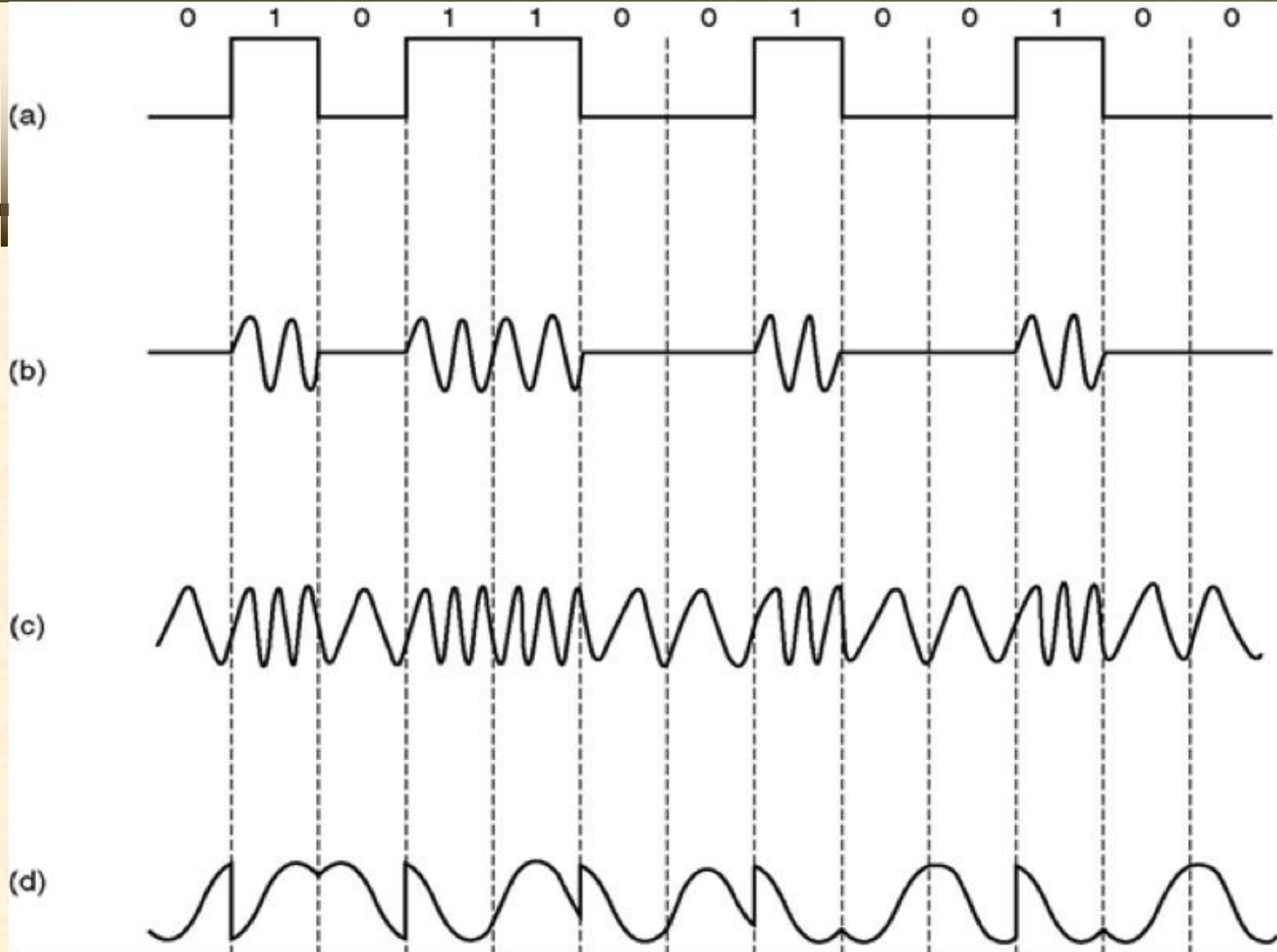
➤ Režim

- **Simplex** – jednosměrná komunikace
- **Duplex** – obousměrná komunikace (např. PC sítě)
 - Half – ve stejný čas pouze jeden (např. radiostanice - vysílačka)
 - Full – ve stejný čas oba (např. telefon)
- **Multiplex** – v jednom kanálu více pásem (např. DVB-T2)
- **Handshaking** – potvrzující/kvitovací komunikace

Modulace (klíčování signálů)

- Amplitudová
- Frekvenční
- Fázová (BT, Wi-Fi)
- Proces, kterým se mění charakter vhodného nosného signálu pomocí modulujícího signálu.
- Při přenosu nebo záznamu elektrických nebo optických signálů.
- Signály, které ve své původní podobě nejsou vhodné pro dálkový přenos.





Digitalizace

- **Digitalizace** – proces přeměny spojitého signálu do číslicové (digitální) formy; převod analogového (spojitého) signálu na signál diskrétní (nespojité)
- **Spojité (analogový) signál** - signál, který probíhá v čase nepřetržitě a dosahuje teoreticky libovolných/nekonečných hodnot (např. audio signál, video signál aj.)
 - v procesu digitalizace je často označován jako **zdrojový signál**
- **Číslicový (digitální, diskrétní) signál** - signál je reprezentován sekvencí binárních čísel (0,1), která vyjadřují hodnotu pravidelně se opakujících krátkých vzorků původního spojitého signálu
 - počet úrovní signálu je omezen => označení jako **signál nespojitý**

Digitální signál - výhody

Výhody

- Velká odolnost vůči nelineárním zkreslením a kolísání útlumu přenos. kanálu, šumovým signálům aj.
- Možnost kvalitního digitálního záznamu (nezávislého na počtu kopií) na různá media, včetně polovodičových pamětí
- Možnost užití účinných nespojitých modulačních metod pro přenos
- Možnost počítačového zpracování a kompenzace zkreslení
- Možnost užití účinných kompresních algoritmů pro redukci objemu digitálních dat a bitové rychlosti přenosu a tím lepší využití přenosového kanálu
- Snazší ochrana digitálních dat proti zkreslení

Digitální signál - nevýhody

Nevýhody

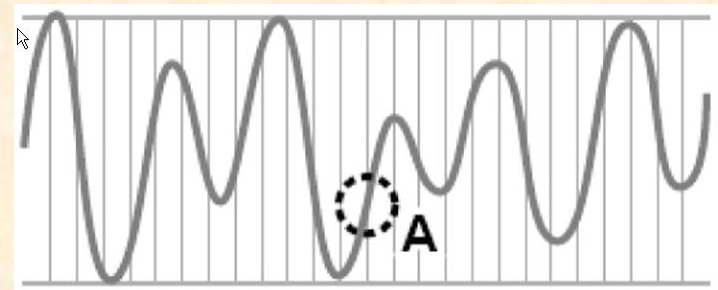
- Vznik nových systémových zkreslení při digitalizaci (např. kvantizační šum). Kvalita přenášené informace (např. obrazu) tedy nemůže být lepší než kvalita původní spojité informace
- Výrazné zvýšení potřebné šířky kmitočtového pásma přenosového kanálu při přenosu nekomprimovaných digitálních signálů. Díky účinným kompresním algoritmům však ve skutečnosti lze přenosovým kanálem přenášet podstatně větší objem informací než v případě analogových zdrojových signálů

Digitalizace signálu

- Převod analogového (spojitého) signálu na signál diskrétní (nespojité)
- Spočívá ve dvou procesech:
vzorkování a kvantování
- A/D převodníky
- Opačný postup – převod diskrétního signálu na analogový (D/A převodníky – bitové slovo na na napětí – např. 0000=0V.....1111=5V)
- Související problémy s digitalizací

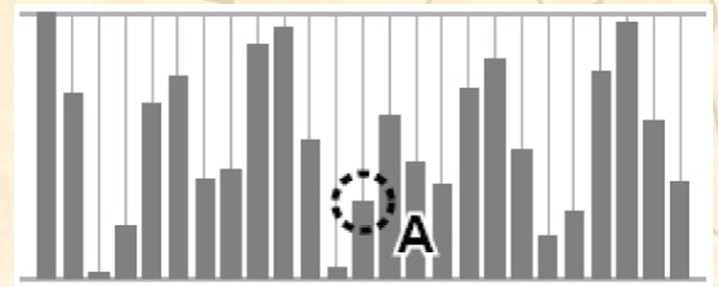
Digitalizace signálu

- Analogový signál
 - vzorkování
 - vzorkovací frekvence

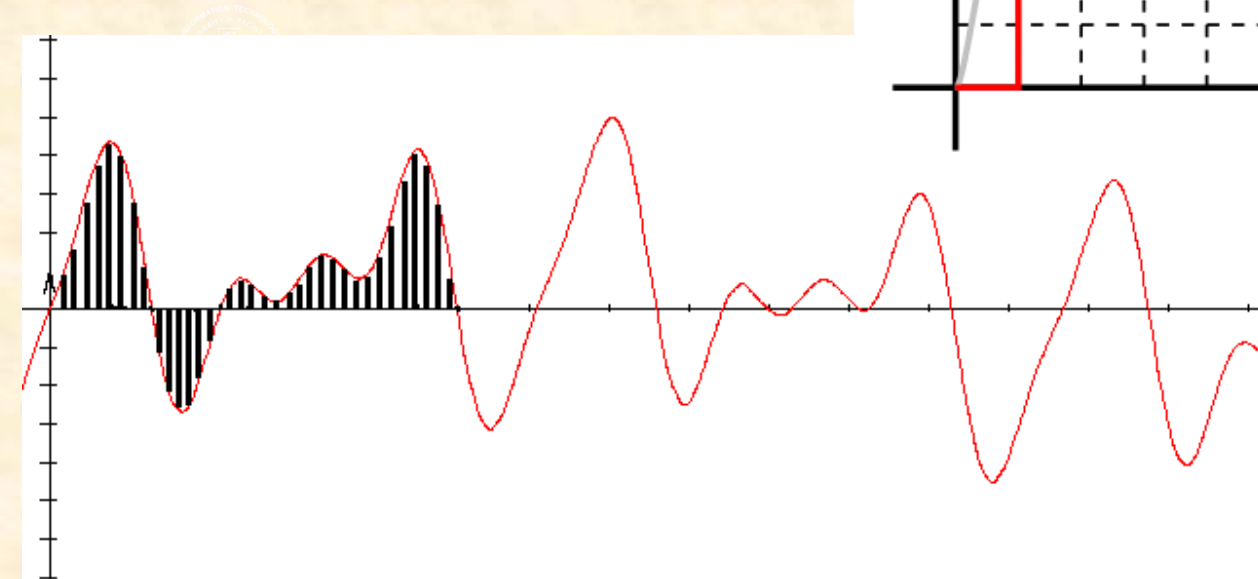
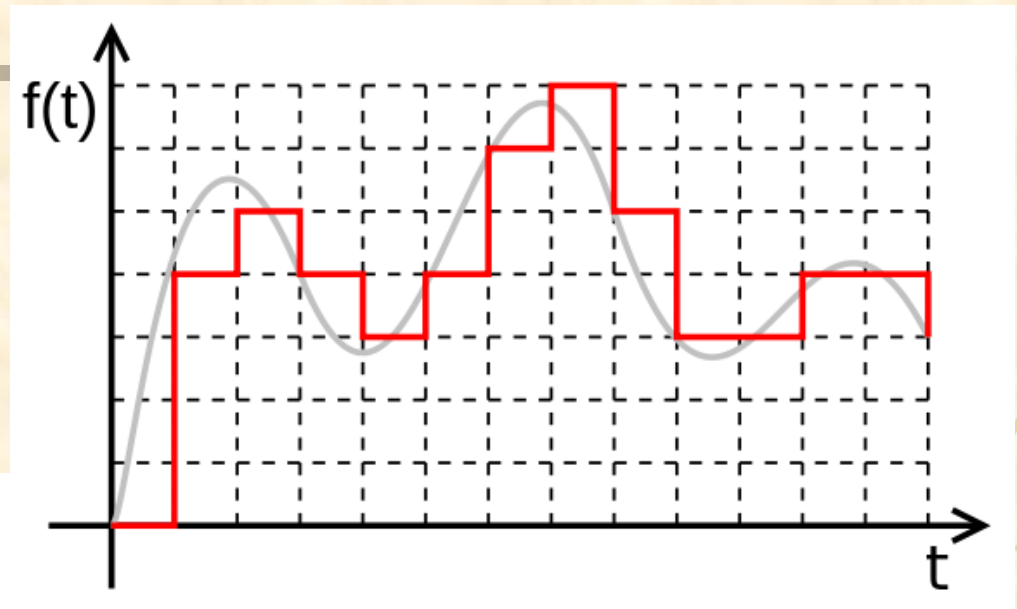


- kvantování
- kvantizační úroveň

- Digitální signál



Digitalizace signálu

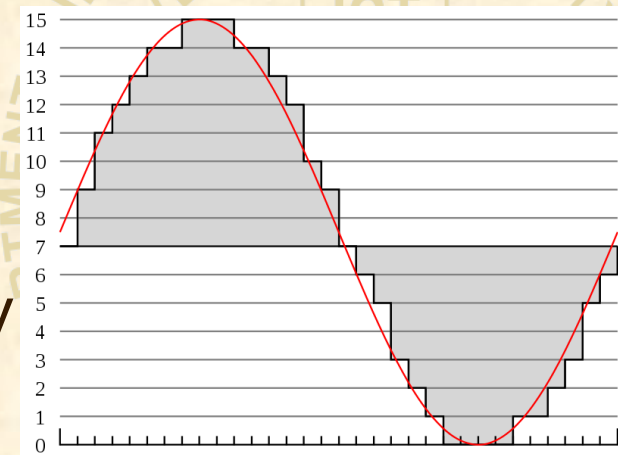


Pulse-code modulation (PCM)

- Pulsně kódová modulace
- Vytvořeno 1937 (Brit Alec Reeves)
- Modulační metoda převodu analogového zvukového signálu na signál digitální
- Odečítání hodnoty signálu pomocí A/D převodníku a jejím záznamu v binární podobě

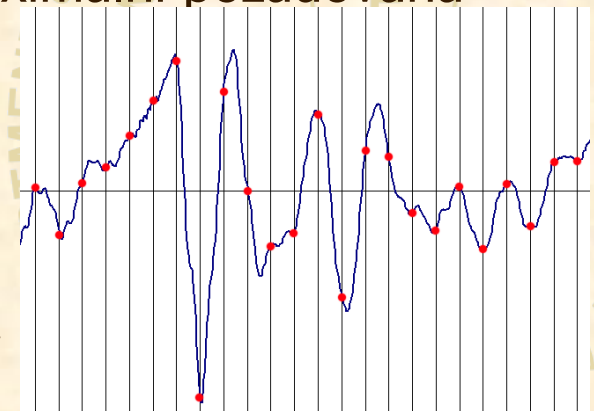
Např.:

Audio CD – 44,1 kHz, 16 bitů, dva kanály

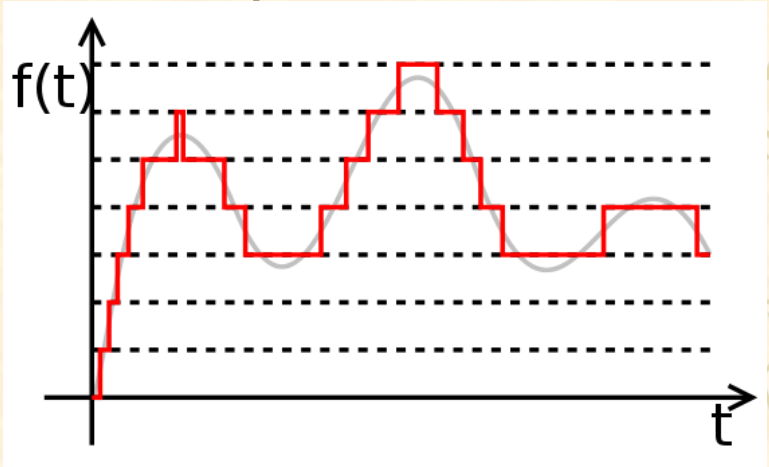


Vzorkování

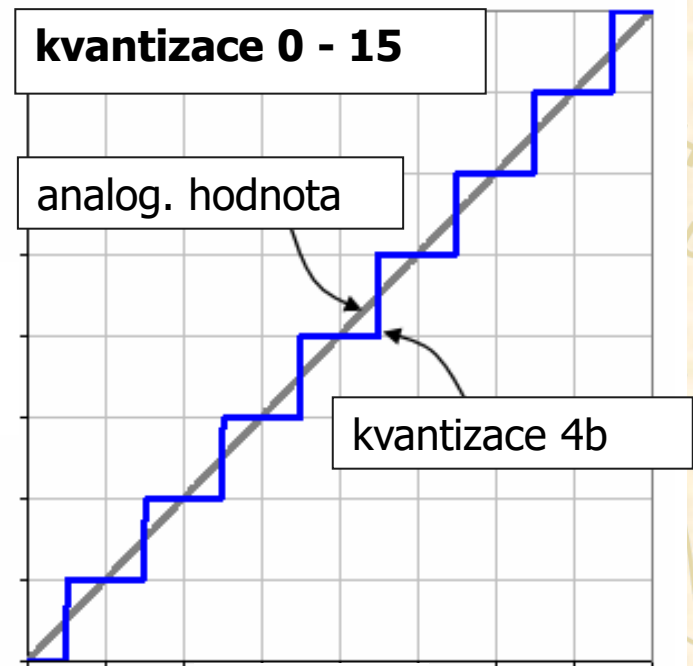
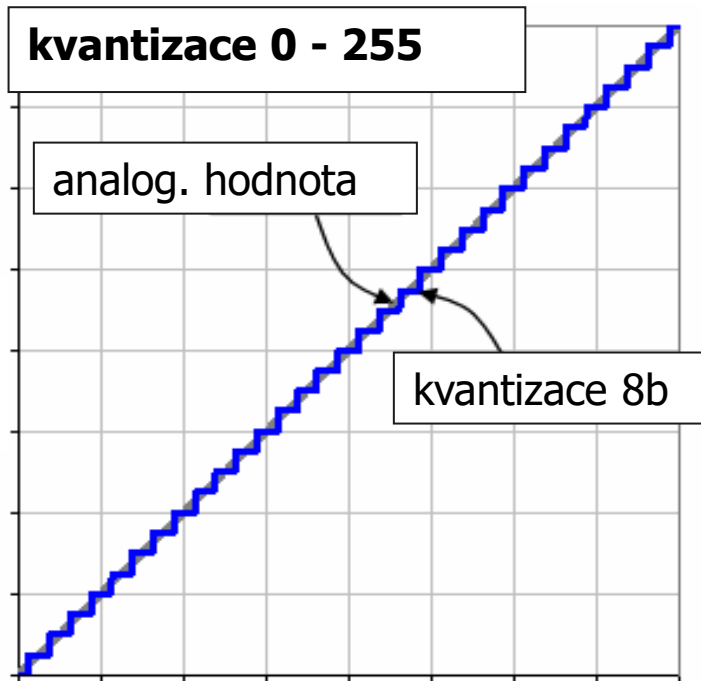
- „Rozdělení“ spojitého signálu na posloupnost vzorků daného signálu o určitých hodnotách – *diskretizace signálu v čase*
- Navzorkování (sampling) je obecně zaznamenání hodnot spojitě funkce v předem daných intervalech (velikost vzorku, vzorkovací frekvence)
- **Vzorkovací kmitočet / frekvence**
 - *definuje počet vzorků analogového signálu za jednotku času (Hz)*
 - v praxi se užívá 2x vyšší frekvence než je maximální požadovaná přenášená (*moaré efekt* – blízké frekvence)
- Problém s jevem zvaným **aliasing**
- **Chyba vzorkování**
 - podvzorkování (nízká frekvence odečtu, málo vzorků)
 - „přirozeně“ nezachycený analogový signál mezi 2 vzorky



Kvantování

- Diskretizace oboru hodnot signálu
 - Proces diskretizace spojitých hodnot, kdy se celý obor hodnot rozdělí na stanovené intervaly - **kvantizační úrovně**
 - Ztrátový a nevratný proces
 - Přiřazení binárních čísel
- 
- ***Kvantizační šum*** – způsobeno diskrétními úrovněmi výstupního signálu, kvantování není dostatečně jemné

Kvantování



Aliasing (alias)

- Jev vznikající při převodu spojitého signálu na diskrétní při nedostatečném navzorkování
 $(f_s > 2 f_{max})$

Shannonův teorém (též Shannon-Kotělnikův, Nyquistův)

- „Přesná rekonstrukce spojitého, frekvenčně omezeného signálu z jeho vzorků je možná tehdy, pokud byl vzorkován frekvencí alespoň dvakrát vyšší, než je maximální frekvence rekonstruovaného signálu.“
- Nebezpečí vzniku aliasu při vzorkování frekvencí nižší než dvojnásobek maximální hodnoty frekvence vzorkovaného signálu
 - **Časový alias** (např. kola automobilu se točí opačně)
 - **Prostorový alias** (např. zubaté hrany objektů)