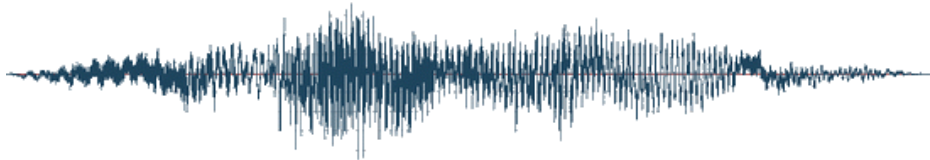


Zvuk

- pozdĺžne mechanické vlnenie v látkovom prostredí
- vzniká kmitaním hmoty, ktorá toto kmitanie odovzdáva hmotným časticiam v prostredí
- vo vzduchu nastáva zhusťovanie a zriedňovanie častíc, ktoré postupujú ako zvuková vlna

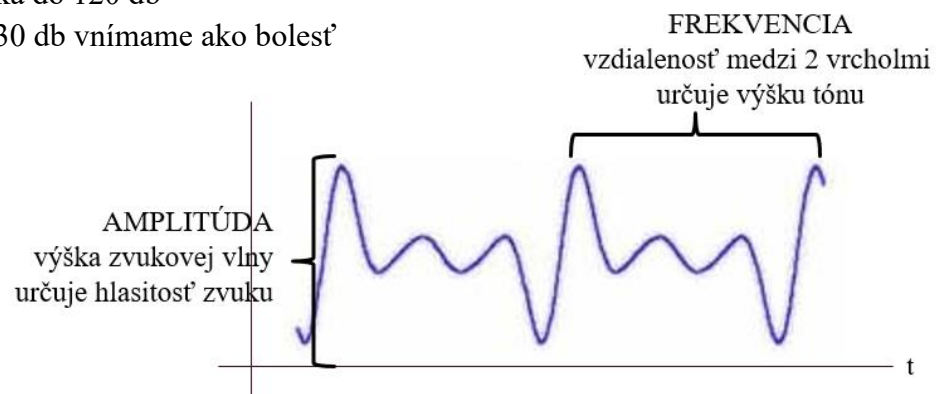
Zvuk plní viacero funkcií:

- Informačná – zvuk je nositeľom informácií
- Motivačná – zvuk motivuje a udržuje pozornosť
- Estetická – príjemná hudba správne naladí poslucháča, ľudský hlas vytvára bezprostredný kontakt
- Sprievodná – zachytáva atmosféru okolia



Základné vlastnosti zvuku:

- **výška (frekvencia)**
 - je daná rýchlosťou šírenia vibrácií (koľko ráz za sekundu prebehne vlna vibrácie)
 - udáva sa v hertzoch (Hz)
 - < 16 Hz – infrazvuk
 - 16 Hz – 20 kHz
 - > 20 kHz – ultrazvuk
- **intenzita (amplitúda)**
 - určuje hlasitosť, s akou zvuk vnímame (závisí na sile vibrácií, ktorými sa šíri)
 - udáva sa v decibeloch (db)
 - šuchot lístia má hlasitosť okolo 20 db
 - rušná ulica 70 db
 - búrka do 120 db
 - > 130 db vnímame ako bolesť



Digitalizácia zvuku

Prevod analógového signálu do digitálnej podoby (a naopak, pri prehrávaní).

Zvuk môžeme buď vytvoriť v počítači rôznymi nástrojmi na mixovanie zvuku alebo zachytiť prostredníctvom mikrofónu. Mikrofón je zariadenie pre premenu akustického signálu na signál elektrický. Nahrávaný zvuk spracúva zvuková karta, ktorá z analógového signálu vytvorí digitálny.

Digitalizácia je proces zmeny zvuku z analógového na digitálny. Najdôležitejším prvkom v tomto procese je analógovo-digitálny prevodník (A/D prevodník). Pre opačný proces je potrebný D/A prevodník. Tieto bývajú zväčša v jednom čipe na zvukovej karte, ktorý nazývame kodek.

prevedie mechanické vlnenie
na spojitý elektrický signál



A/D prevodník

- digitálne údaje
- uloženie v stanovenom audio formáte



softvér na prácu so zvukom

D/A prevodník

Analógový zvuk nadobúda nekonečné množstvo hodnôt, a preto je nemožné pracovať s takýmto zvukom bez predchádzajúcej digitalizácie. Táto prebieha v troch krokoch. Výsledok je sled logických jednotiek a núl, ktoré reprezentujú hodnotu v danom čase.

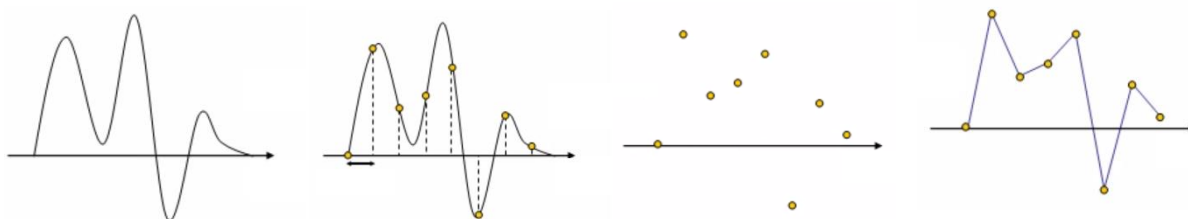
Digitálny zvuk sa teda skladá z obmedzeného množstva hodnôt, ktorých počet vopred určíme. Prechod od jedného číslicového znaku k druhému sa uskutočňuje skokovite. Na rozdiel od tohto, analógové signály prechádzajú jeden do druhého plynule (spojitě). Preto má aj šum väčší rušivý vplyv na analógový signál ako na digitálny.

Pulzná kódová modulácia (Pulse Code Modulation) - najrozšírenejšia forma kódovania zvukov. Prebieha v troch krokoch:

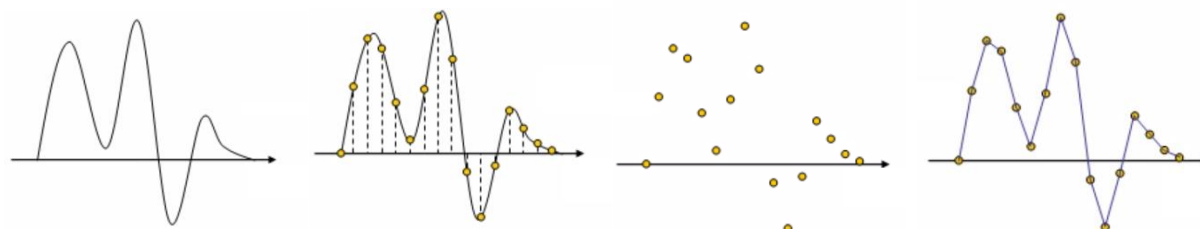
Vzorkovanie

Proces, v ktorom sa z analógového signálu zachovávajú len hodnoty každých niekoľko μs podľa vzorkovacej frekvencie. **Vzorkovacia frekvencia** (kHz) hovorí o tom, koľko vzoriek (**sample**, meraní) je v jednej sekunde záznamu (koľkokrát za sekundu sa zosníma výška analógovej vlny). Vzorkovacia frekvencia 10 kHz = hodnota signálu sa zaznamená 10 000krát za sekundu.

Vzorkovacia frekvencia 5 hz = vzorka 0,2 sek



Vzorkovacia frekvencia 10 hz = vzorka 0,1 sek



Čím je hodnota vzorkovacej frekvencie vyššia, tým kvalitnejší zvuk získame. Nevýhodou kvalitného rozlíšenia sú obrovské nároky na kapacitu pamäti.

Aby sa dal vzorkovaný signál pri reprodukcii plne zrekonštruovať (inak by mohol byť výsledný zvukový signál pre ľudské ucho skreslený), musí byť splnené tzv. "**Nyquistovo kritérium**" frekvencia, ktorou sa vzorkovanie prevádza, musí byť aspoň 2-krát vyššia ako frekvencia pôvodného signálu. Ak je počuteľný zvuk od 16 – 20 kHz, tak vzorkovacia frekvencia musí byť aspoň 40 kHz. V praxi sa vzorkuje s 10% navýšením, preto sa používa vzorkovacia frekvencia 44,1kHz.

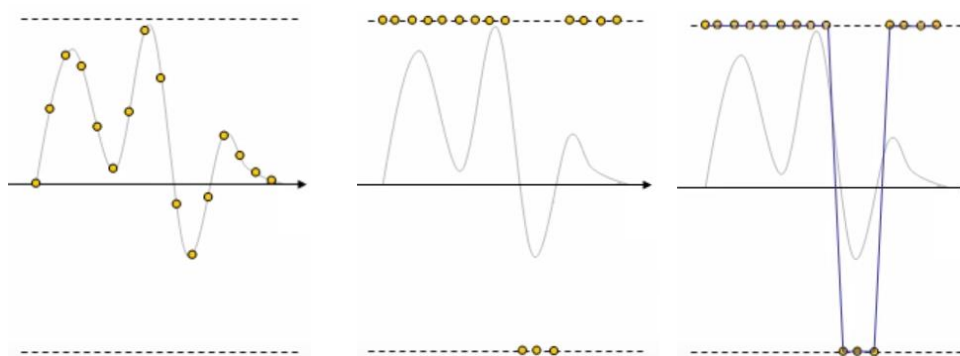
Kvalita digitálneho záznamu	vzorkovacia frekvencia
Telefóna kvalita	11 025Hz
Rozhlasová kvalita	22 050Hz
CD kvalita	44 100Hz
DVD kvalita	192 000Hz

Kvantovanie

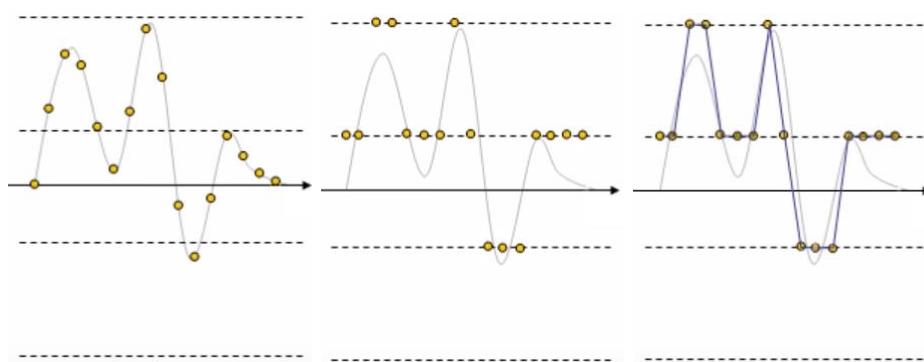
Vyjadruje bohatosť zvuku, s danou presnosťou (**počet kvantovacích úrovní** – počet bitov, v ktorých je nahrávka zakódovaná) zaznamenáva (meria, **kvantuje** hodnotu) úroveň aktuálnej úrovne signálu. **Namerané hodnoty** sa "**zaokrúhľujú**" na **najbližšiu úroveň (celočíselnú hodnotu)** amplitúdy každej vzorky, t.j. **zaokrúhľuje** spojité signál na **diskrétno číslo**.

Čím je počet kvantovacích úrovní väčší, tým je nahrávka kvalitnejšia.

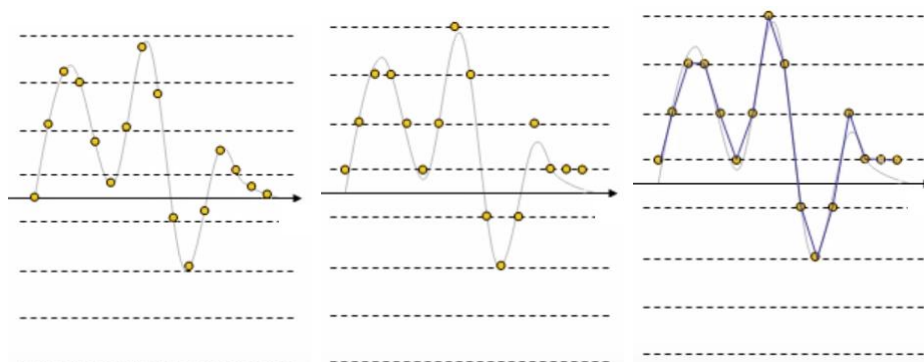
1 bitové kvantovanie = 2 kvantovacie úrovne



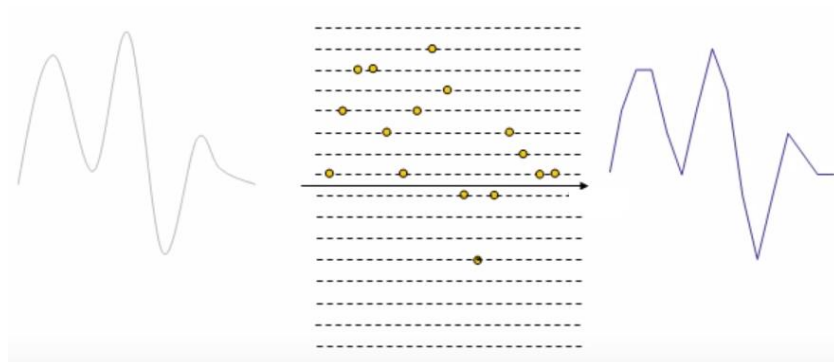
2 bitové kvantovanie = 4 kvantovacie úrovne



3 bitové kvantovanie = 8 kvantovacích úrovní



4 bitové kvantovanie = 16 kvantovacích úrovní

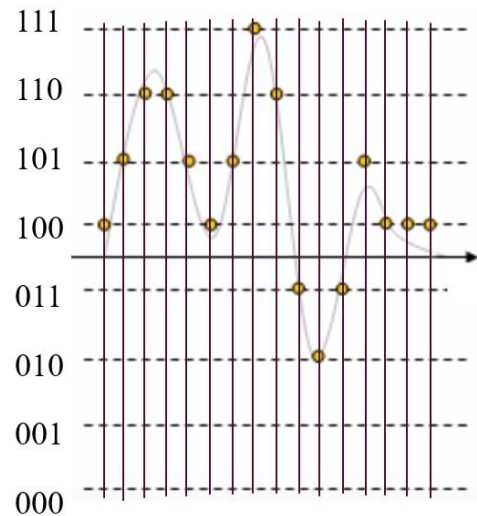


Kvalita digitálneho záznamu	vzorkovacia frekvencia	rozlíšenie, kanály
Telefóna kvalita	11 025Hz	8 bit - mono
Rozhlasová kvalita	22 050Hz	8 bit - mono
CD kvalita	44 100Hz	16 bit - stereo
DVD kvalita	192 000Hz	24 bit - 5.1 surround sound

Kódovanie

Zapísanie nameraných zaokrúhlených hodnôt v binárnom tvare.

100 101 110 110 101 100 101 111 110 011 010 011 101 100 100 100



Zistite:

1. Koľko pamäte zaberie 1 minúta stereo nahrávky s použitím vzorkovacej frekvencie CD kvality (vzorkovacia frekvencia je 44,1 kHz, 16 kvantovacích úrovní)?
2. Skladba bola nahraná v najvyššej kvalite (vzorkovacia frekvencia je 48 kHz, 2 B kvantovacích úrovní, stereo) a trvá 2,5 minúty. Koľko MB zaberá na disku?
3. Vypočítajte dĺžku zvukovej nahrávky, ktorá na DVD zaberá 64 MB a je nahraná v DVD kvalite (192 000 Hz, 24b, surround sound)?
4. Vypočítajte koľko kB operačnej pamäte zaberie 5-sekundová zvuková nahrávka nahraná so vzorkovacou frekvenciou 44 100 Hz, 16-bitovým rozlíšením a mono kanálmi.

Zvukové formáty

- **nekomprimované**
 - zaberajú na disku viac miesta
 - ukladajú zvukové dáta v takej podobe ako boli získané digitalizáciou
- **komprimované**
 - ktoré sú pri porovnateľnej kvalite menšie
 - dáta ďalej upravujú - odstraňujú redundanciu (nadbytočné dáta)
 - **stratové** – odstraňujú väčšie množstvo dát, takže sa nemôžeme vrátiť k pôvodnej kvalite
 - **bezstratové** – odstraňujú len istú časť dát, tak aby bolo možné vrátiť súbor do originálneho stavu

Nekomprimované formáty

- **AU (*.au, *.snd) - Audio File Format:** podporuje ho väčšina programov pre prácu so zvukom, štandard pre prostredie Unix a programovací jazyk Java

- **AIFF (*.aiff, *.aif) – Audio Interchange File Format:** zvukový formát používaný v macOS
- **WAVE (*.wav) – Waveform Audio File Format:** vzniká pri digitalizácii zvuku (pulznou kódovou moduláciou). Výhodou je, že dá sa prehrať na ktoromkoľvek počítači so zvukovou kartou a uchováva kompletnú zvukovú informáciu. Obsahuje všetky informácie nutné pre CD kvalitu nahrávky (1 min nahrávka zaberá > 10MB pamäte). Formát nie je vhodný pre prenos po sieti, vhodný na ukladanie malých súborov napr. zvuky ulice. Predvolený formát na počítačoch s OS Windows

Kodek – codec = **CO**der a **DE**Coder

Slúži na zakódovanie a dekódovanie, inak povedané na kompresiu a dekompresiu zvuku. Ovládač, ktorý pridáva podporu operačný systém, kóduje dátový tok do vhodného formátu a/alebo dovoľuje dátový prenos prehrávať. Používajú stratovú kompresiu.

Komprimované formáty so stratovou kompresiou

- **MPEG Audio (*.mp1, *.mp2, *.mp3, *.m2a, *.mpa, *.mpg, *.mpeg, *.swa) – Motion Picture Experts Group**
- ***. MP3 – MPEG audio Layer III:** 1993, stratová kompresia 1 : 11. Funguje na princípe znalostí **psychoakustiky**, využíva nedokonalosť ľudského sluchu – nepočujeme nízke tóny, ak sú prekryté vyššími, tichší zvuk je prekrytý hlasnejším... zložky zvuku, ktoré by sme aj tak nepočuli, sa vymažú.
Nastavovať však možno aj hodnoty množstva prenášaných dát za jednotku času, čím je ovplyvňovaná kvalita nahrávky, ale aj veľkosť súborov. Základná veličina, ktorá ovplyvňuje kvalitu mp3 súboru je tzv. **bitrate - rýchlosť dátového toku** hovorí o tom, koľko bitov je potrebných na rekonštrukciu jednej sekundy zvukového záznamu. Udáva sa v jednotkách **kbps**. Čím je bitrate vyšší, tým je lepšia kvalita, súbor väčší.

Forma záznamu	Dĺžka záznamu min:s	Veľkosť záznamu	Koeficient MB/min	Pomer k originálu
Wav kópia audio stopy z CD nosiča	2 : 32	26,95 MB	10,64	1 : 1
mp3 CD kvalita 128 kbps	2 : 32	2,45 MB	0,97	1 : 11
mp3 takmer CD kvalita 80 kbps	2 : 32	1,54 MB	0,61	1 : 18
mp3 rádio kvalita 64 kbps	2 : 32	1,23 MB	0,48	1 : 22

- **WMA (*.wma) – Windows Media Audio**, má podobné vlastnosti ako mp3, kvalitou mierne prekonáva mp3 formát, ale iba pri nižších dátových tokoch. Dokáže licencovať obsah (obsahuje aj informácie o vlastníčkovi licencie a prístupových právach k uloženým údajom)

Komprimované formáty s bezstratovou kompresiou

- **FLAC – Free Lossless Audio Codec** – súborový formát a zároveň kodek tohto formátu, veľkosť skomprimovaného súboru je asi 50–60% veľkosti pôvodného súboru.

MIDI

(***.MID**) – **Musical Instrument Digital Interface** („digitálne rozhranie pre hudobné nástroje“)
- medzinárodný štandard, ktorý **používajú hudobné nástroje a zariadenia** (syntetizátory, počítače, audio technika, videotechnika) za **účelom vzájomnej komunikácie**. Obsahuje **návod** ako sa má hudba zahrať pomocou rôznych hudobných nástrojov (informácie o základných nastaveniach hudobných nástrojov a noty – tón a jeho dĺžka, výška...). Nie je vhodný pre ľudský hlas, **výhodou** je veľkosť – aj súbory s dlhou skladbou majú veľkosť rádovo desiatky KB a **možnosť prevádzať zmeny** – v tomto formáte sa dajú prevádzať úpravy hudobných informácií, **nevýhodou** je horšia kvalita na lacných zariadeniach.