

## Zvuková informácia

Stručné opakovanie z fyziky: periodický dej – kmitanie, oscilátor – každé zariadenie, ktoré môže voľne kmitať bez vonkajšieho pôsobenia – kmitanie spôsobujú sily pružnosti (závažie na pružine), tiažová sila (kyvadlo), **kmit** – periodicky sa opakujúca časť kmitavého pohybu, **perióda**, alebo doba kmitu – čas, za ktorý prebehne jeden kmit, **frekvencia** – počet kmitov, ktoré prebehnú za sekundu (Hz).

Mechanické vlnenie vzniká v pevných, kvapalných a plynných látkach, jeho príčinou je existencia väzbových síl medzi časticami prostredia, ktorým sa vlnenie šíri. Kmitanie jednej častice sa väzbovými silami prenáša na ďalšie častice.

**Zvuk** je mechanické vlnenie hmotného prostredia, ktoré pôsobí na ľudské ucho a vyvoláva v ňom sluchový vnem. Zvuk je mechanické vlnenie s frekvenciou od 16 Hz do 16 000 Hz. Mechanické vlnenie s nižšou frekvenciou nazývame **infrazvuk**, s vyššou frekvenciou.

Medzi veličiny, ktoré zvuk charakterizujú patrí aj výška zvuku a hlasitosť zvuku. **Výšku zvuku** určuje jeho **frekvencia**. Zvuková vlna je v podstate periodické stláčanie a rozpínanie pružného prostredia (napr. vzduchu – atmosférický tlak vzduchu má istú hodnotu a periodické zmeny tlaku vzduchu vnímame ako zvuky s rôznou hlasitosťou – ucho môže vnímať  $\Delta p = 10^{-5}$  Pa – toto určuje prah počuteľnosti, veľmi hlasným zvukom zodpovedajú tlakové zmeny  $\Delta p = 10^2$  Pa – keď sa táto hranica prekročí hovoríme o prahu bolesti). Hlasitosť je subjektívnym hodnotením zvuku, objektívne hodnotíme zvuk veličinou **intenzita zvuku**. Na hodnotenie intenzity zvuku je vytvorená osobitná stupnica – jednotka je bel, v praxi sa používa 10 krát menšia – decibel – dB (prah počuteľnosti je určený 0 dB, prah bolesti 120 dB)

Zvuk je vo svojej podstate analógový signál, ktorý je potrebné pri prevode do počítača zdigitalizovať a naopak, pri prehrávaní previesť z digitálnej do analógovej formy. O tieto prevody sa zaoberajú zvukové karty starajú číslicovo-analógové a analógovo-číslícové prevodníky, ktoré zvuk transformujú do elektrického napätia. Najrozšírenejšia forma kódovania v počítači je označovaná ako **pulzná kódová modulácia**, ktorá analógový signál transformuje vzorkovaním, kvantovaním a napokon ho zakóduje do súboru.

Proces nahrávania zvuku do počítača je riadený dvoma veličinami. **Vzorkovacia frekvencia** udáva, koľkokrát za sekundu je zamerané napätie na vstupe zvukovej karty (mikrofón). Čím je táto frekvencia vyššia, tým vernejší, kvalitnejší, ale aj objemnejší záznam dokážeme získať. Uvádza sa, že kvalitné vzorkovanie by malo byť dvojnásobkom maximálne počuteľnej frekvencie a k tomu sa navyše pridáva 10 % na eliminovanie nežiaducich signálov. Vzorkovacia frekvencia potom predstavuje hodnotu 44,1 kHz,

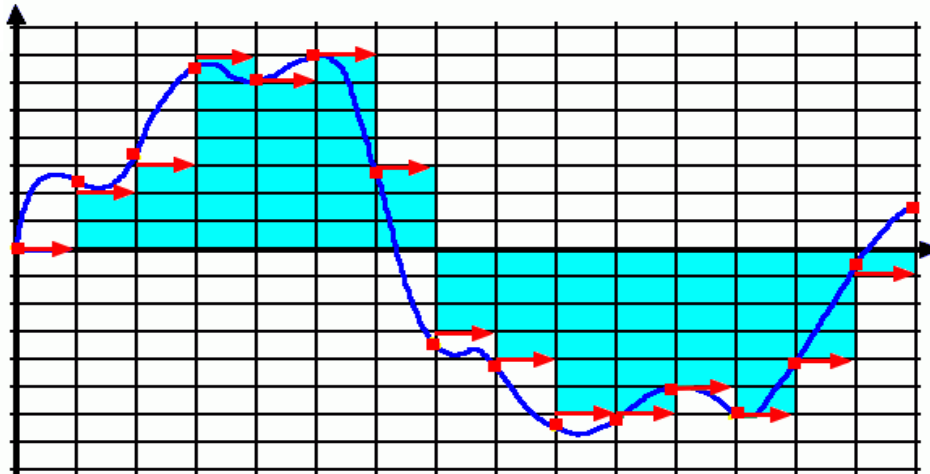


Na predchádzajúcom obrázku vidíme, že sme za 1 sekundu zmerali napätie na vstupe zvukovej karty 10 krát – teda vzorkovacia frekvencia v tomto prípade bola 10 Hz.

Vzorkovanie rozdelilo vstupný zvuk na malé časové intervaly.

Druhým faktorom, ktorý ovplyvňuje vernosť záznamu, je **kvantovanie**, ktoré v našom prípade súvisí s **počtom bitov** určujúcich počet úrovní, ktoré dokážeme rozlíšiť. Pridelenú hodnotu úrovne signálu v danom intervale zaokrúhlime na najbližšiu kvantizačnú úroveň. Množstvo kvantizačných úrovní záleží od toho, s akou presnosťou chceme namerané hodnoty uchovať.

Prvé zvukové adaptéry boli 8-bitové a umožňovali uložiť získaný zvuk len do 256 rôznych hladín. Neskôr sa rozsah zjemnil na 16 bitov a umožnil zachytiť  $2^{16}$  rôznych zvukov. Súčasné adaptéry podporujú 24-bitové kódovanie.



Na obrázku máme 14 rôznych úrovní, tie môžem zakódovať pomocou 4 bitov.

Posledným krokom je **kódovanie**. Kvantizačnú úroveň každého úseku zakódujeme do postupnosti núl a jednotiek. Čím viac kvantizačných úrovní sme zvolili, tým presnejšie vieme zvuk zaznamenať. Čím presnejšie ho chceme zaznamenať, tým viac číslíc budeme potrebovať. V predchádzajúcom prípade sme zvolili 14 kvantizačných úrovní. Na zakódovanie každej z nich nám stačia 4 bity. Počtu bitov potrebných pre zakódovanie jednej hodnoty hovoríme aj rozlíšenie vzorky.

V prípade viackanálového zvuku sú kanály zaznamenávané samostatne.

Podľa toho, aký je zdroj zvuku alebo ako kvalitne chceme zvuk zaznamenať, sa používajú rôzne parametre jeho digitalizácie. Niektoré z nich dostali aj svoje meno:

- **telefónna kvalita** 11 025 Hz, 8 b, mono
- **rádio kvalita** 22 050 Hz, 8 b, mono
- **CD kvalita** 44 100 Hz, 16 b, stereo
- **DVD kvalita** 192 000 Hz, 24 b, 5.1 surround 5 reproduktorov a subwoofer

Výber formátu, do ktorého zvuk kódujeme, závisí od účelu, na ktorý ho chceme použiť:

**CD-DA** je formátom, ktorý stal pri zrode kvalitného digitálneho zvuku a predstavuje originálny formát používaný v nahrávkach CD. Zvuk je kódovaný 16 bitmi v dvoch kanáloch pri vzorkovacej frekvencii 44,1 kHz. Jeho prehrávanie podporujú ak štandardné mechaniky CD-ROM, tak i stolné a prenosné CD-prehrávače

**WAV** predstavuje zvukový záznam v nekomprimovanej podobe, tak ako bol získaný zo vstupu alebo z iného formátu. WAV síce obsahuje kvalitný záznam, avšak zvyčajne z dôvodu prílišnej veľkosti nie je vhodný na archivovanie údajov.

**MP3** je populárny zvukový formát, ktorý je založený na nedokonalosti ľudského sluchu a jednoducho vynecháva tóny, ktoré ľudské ucho nevníma (napr. nízke tóny, ak sú prekryté vyššími, tichší zvuk prekrytý hlasnejším zvukom). Pri hudobných CD nahrávkach dokáže redukovať výsledné množstvo dát až na jednu desatinu a to bez postrehnuteľnej straty kvality.

Formát **MIDI** (Musical Instrument Digital Interface) je medzinárodný štandard, ktorý používajú hudobné nástroje a počítače k vzájomnej komunikácii. Napr. k počítaču pripojené MIDI klávesy posielajú do počítača signály o tom čo, kedy a ako dlho stlačiť. Syntetizátor v počítači sa potom postará o to, že výsledný zvuk budeme počuť v reproduktorech pripojených k počítaču. Aby sa nestalo, že namiesto gitary počujeme klavír, bol definovaný štandard General MIDI. Tento štandard definuje 16 kanálov (a ďalšie udalosti). Pätnástim z nich môže byť pridelený ľubovoľný nástroj, šestnástemu je pridelený nástroj bicie. Výsledná podoba zvuku je však závislá na kvalite MIDI syntetizátora (väčšinou je súčasťou zvukovej karty). Takto generovaný zvuk je však „umelý“ a aj keď je vytvorený s počítačovou presnosťou, nemôže konkurovať dobrému živému hudobníkovi. Týmto spôsobom sa samozrejme nedá vygenerovať ľudský hlas.