

25 - Základy sdělovací techniky

a) Zvuk

- je mechanické (postupné podélné) vlnění látkového prostředí, které je lidské ucho schopno vnímat. Jeho frekvence je přibližně mezi 16 Hz a 20 kHz.

Zdroje zvuku

- jsou kmitající tělesa.

- Chvění těles (hlasivek, strun, vzduchových sloupců, blan ...) se přenáší na okolní prostředí, v němž se šíří ve formě mechanického vlnění.

Zdroje tónů se dělí na:

a) *lineární* (struny (housle, harfy, kytary, klavíry,...) a tyče (xylofon, triangl,...))

b) *plošné* (blány (bubny, tympány,...) a desky (činely,...))

c) *prostorové* (vzduchové sloupce v píšťalách (flétny, trubky, klarinety, varhany...))

Zvuky rozdělujeme podle jejich časového průběhu na:

- *hudební zvuky* neboli **tóny** mají pravidelný průběh - harmonický → jednoduché tóny
- složitější → složené tóny

- *nehudební zvuky* neboli **hluky** mají neperiodický průběh

Charakteristiky zvuku:

Výška zvuku:

- **absolutní** ... je určena základní frekvencí zvuku (tónu);

- **relativní** ... je dána poměrem absolutní výšky daného tónu a absolutní výšky tónu základního, kterým je v hudbě komorní **a** 440 Hz a v technice 1000 Hz

Barva zvuku je určena násobky základní frekvence zvuku (tzv. vyšší harmonické frekvence) a jejich počtem a amplitudami ve složeném tónu. To má za následek různé znění hudebních nástrojů, hlasů lidí a podobně.

Intenzita zvuku (I) je zvuková energie dopadající na jednotku plochy za časovou jednotku

$$I = \frac{E}{S \cdot t} = \frac{P}{S} \text{ jednotka } [J \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}, W \cdot m^{-2}]$$

E – energie, S – obsah plochy, t – doba, P – výkon

Hladina intenzity zvuku (L) je veličina udávající intenzitu zvuku v decibelech (dB).

Zavádíme proto, že lidské vnímání je logaritmické (desetinásobnou intenzitu zvuku nevnímá jako desetinásobně hlasitější). Pro hladinu intenzity zvuku a intenzitu zvuku platí převodní vztah:

$$L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \text{ [dB]}, \quad I - \text{intenzita zvuku, } I_0 - \text{práh slyšitelnosti}$$

Pozn.: Pro frekvenci zvuku 1000 Hz dostáváme hodnoty:

Práh slyšitelnosti – stanoven pro intenzitu $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ a rovná se 0 dB.

Práh bolesti – stanoven pro intenzitu $I = 1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ a rovná se 120 dB.

Hlasitost subjektivní veličina související s intenzitou zvuku. Vyjadřuje fakt, že lidské ucho je citlivější na určitý rozsah frekvencí a tóny v daném rozsahu vnímá i při menší intenzitě jako hlasitější. Největší citlivost lidského ucha je mezi 700 Hz a 6000 Hz. Nejvyšší citlivost má lidské ucho při 3000 Hz (kvůli rezonanci vzduchového válce ve zvukovodu).

Šíření zvuku

Zvuk je mechanické vlnění, ke svému šíření tedy potřebuje látkové prostředí. Z toho důvodu se nemůže šířit ve vakuu. Rychlost zvuku je v různých prostředích různá a je ovlivněna také teplotou.

Nejvyšší rychlost má zvuk v pevných látkách (např. v oceli v ≈ 5000 m/s) a kapalinách (např. ve vodě v ≈ 1500 m/s).

Rychlost zvuku ve vzduchu je cca 340 m/s ... $v = (331,82 + 0,61 \cdot t)$ m/s.

Související pojmy

Infrazvuk zvuk o frekvenci menší než 16 Hz.

- Infrazvuk vnímá např. řada mořských živočichů (ryby, medúzy), kteří jsou tak varováni před vlnobitím a bouřemi.
- Na lidský organizmus může infrazvuk působit škodlivě zejména tehdy, je-li jeho frekvence blízká frekvenci tlukotu srdce a dalších biologických rytmů – nevolnost, úzkost, záchvaty hrůzy, dočasné oslepnutí, zástava srdce,...
- Zdroje: hladina moře, chvění budov, strojů, zemětřesení...

Ultrazvuk zvuk o frekvenci vyšší než 20 kHz.

- Využití v lékařství, k zjišťování vad materiálu (ultrazvuková defektoskopie), k výrobě emulzí, k vypuzování plynů z kapalin nebo z roztavených kovů, skla apod., k čištění součástí jemných zařízení, k čištění čoček brýlí, k měření hloubky moří příp. k identifikaci podvodních objektů (sonary), ...
- Zdroje: malé ladičky, „psí píšťalky“, sirény, elektronické generátory,...

Infrazvuk ani ultrazvuk není lidské ucho schopno slyšet.

Rezonance vzniká u pevných předmětů, je-li jejich vlastní frekvence shodná s frekvencí dopadajícího zvuku. V předmětu vzniká stojaté vlnění. Pokud má zvuk dostatečnou intenzitu, může dojít k rozpadnutí předmětu.

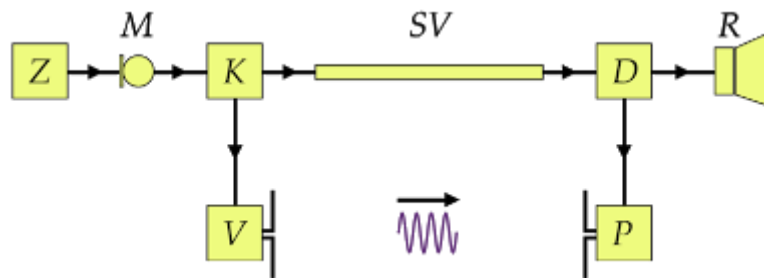
Odraz zvuku - na rozhraní dvou prostředí se zvuk odráží. Pokud dojde k odrazu v malé místnosti, zvuk splývá s původním.

- Dorazí-li však s větším zpožděním než 0,1s, vnímáme jej již odděleně od původního zvuku. Vzniká **ozvěna** (odraz zvuku od překážky vzdálené více jak 17 m).
- Ozvěna, kterou slyšíme i poté, co původní zvuk dozněl, se nazývá **dozvuk** (odraz zvuku ze vzdálenosti menší než 17 m).

Poznámka: **Dopplerův jev**: Nastává při relativním pohybu zdroje zvuku a jeho příjemce. Příjemce slyší zvuk jiné frekvence, než je frekvence zvuku vydávaného zdrojem, a to vyšší, jestliže se zdroj a příjemce přibližují, a nižší, pokud se vzdalují. (př. projíždějící sanitka s majákem)

b) Sdělovací soustava

- slouží k přenosu informací.



Z ... zdroj zprávy

M ... mikrofon (mechanické kmitání se mění na elektrické)

K ... kódování zprávy (převod na signál vhodnější k přenosu – pomocí modulace)

SV ... sdělovací vedení (kabel nebo vodič telefonní sítě)

Bezdrátový přenos (radiokomunikační soustava) :

V ... vysílač

elektromagnetické vlnění šířící se prostorem

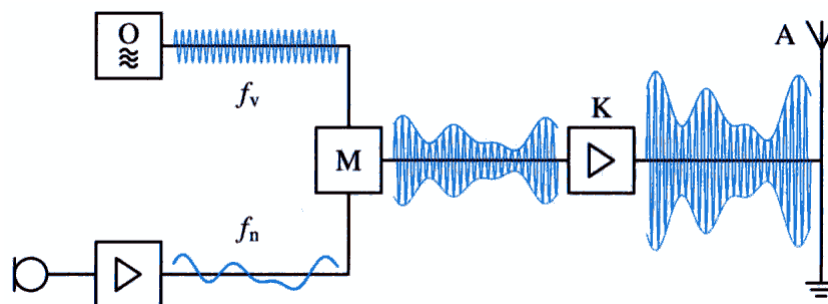
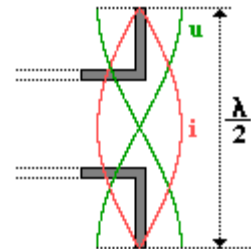
P ... přijímač

D ... demodulátor (signál převeden zpět na původní zprávu v podobě el. signálu)

R ... reproduktor (elektrické kmitání se mění zpět na mechanické)

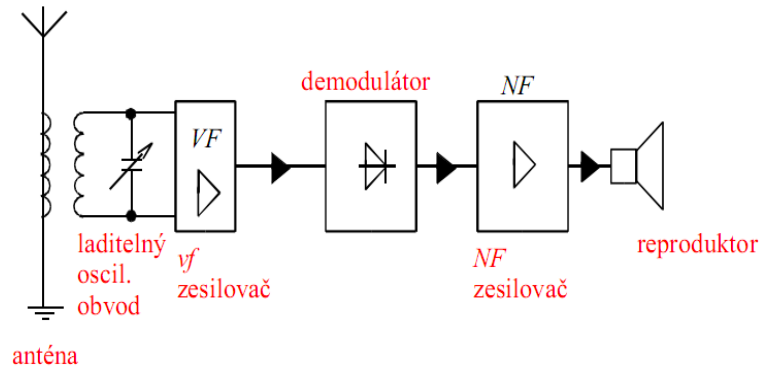
Vysílač

Ve vysílači se nízkofrekvenčním signálem (f_n) – elektrické kmitání, které nese požadovanou informaci (hudbu, mluvené slovo) – moduluje v modulátoru (M) vysokofrekvenční signál (f_v), který přichází z oscilátoru (O). Modulovaný vysokofrekvenční signál je zesílen v koncovém zesilovači (K) a vysílací anténou (A) je v podobě elektromagnetického vlnění vyzářen do prostoru.



Přijímač

V přijímači je vstupním zařízením přijímací anténa, která zachytává elektromagnetické vlnění všech frekvencí. Ladicí obvod vybere nastavením kondenzátoru jednu z nich a získaný vysokofrekvenční signál je zesílen vysokofrekvenčním zesilovačem (VF). Pak je demodulován demodulátorem (D) – nízkofrekvenční signál, který je nositelem kódované informace, je oddělen od vysokofrekvenčního. Do nízkofrekvenčního zesilovače (NF) již postupuje pouze nízkofrekvenční signál a je zesílen. Informace v něm obsažená je pak přečtena výstupním zařízením, například reproduktorem.



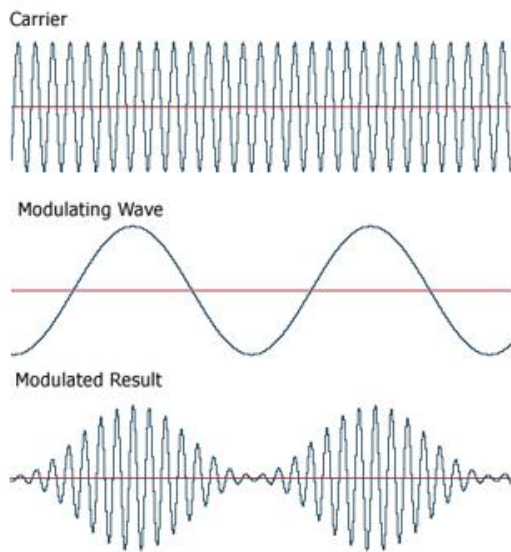
Signál:

- **nosný signál (vysoké frekvence) + užitečný signál**
- různé stanice – různé nosné frekvence (vlny patřící k jedné stanici se chovají stejně)
- Přibalování informace k nosné vlně (**modulátor**)
- **Nosné frekvence:**
 - o Vysoká frekvence – přenesou hodně informací
 - o Nízká frekvence – velký dosah (šíří se podél povrchu země)
 - o Dlouhé vlny: $\lambda = 1 - 10 \text{ km}$, ($f = 270 \text{ kHz}$)
 - Dosah: stovky až tisíce km, podél povrchu (odraz od ionosféry)
 - o Střední a krátké vlny: $\lambda = 10 - 500 \text{ m}$, ($f = 12333 \text{ kHz}$, $f = 5,930 \text{ MHz}$)
 - Dosah: stovky km, šíří se částečně podél povrchu
 - o Velmi krátké vlny (FM): $\lambda = 10 \text{ m}$ a méně, ($f = 105,0 \text{ MHz}$)
 - Šíří se pouze přímo

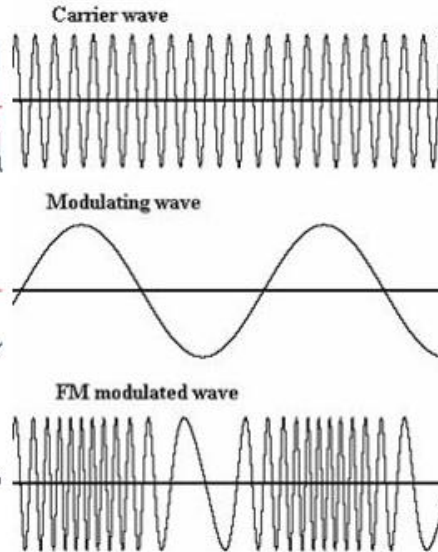
Hlavní druhy modulace

- **amplitudová modulace (AM)** se používá pro dlouhé, střední a krátké vlny a pro obrazový signál televize. Nízkofrekvenčním signálem se mění amplituda vysokofrekvenčního signálu.
- **frekvenční modulace (FM)** se používá pro velmi krátké vlny (VKV), audiosignál televize a signál mobilních telefonů. Nízkofrekvenčním signálem se mění frekvence vysokofrekvenčního signálu.

Amplitudová modulace



Frekvenční modulace

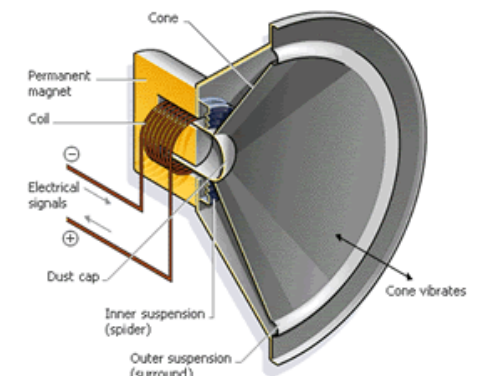
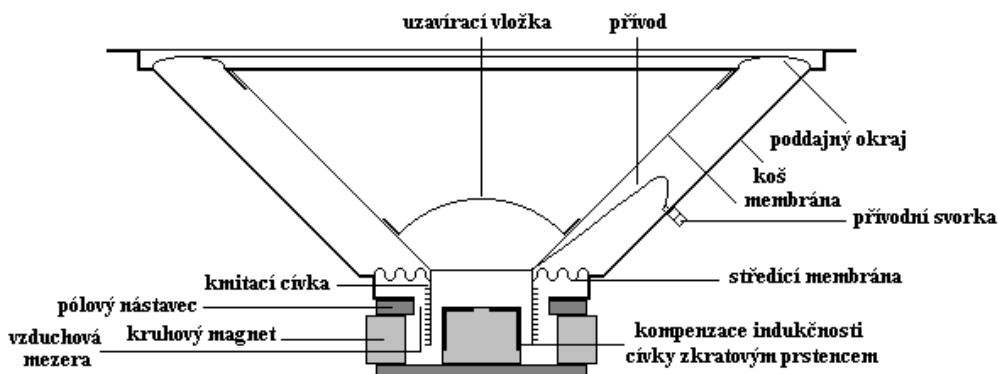


Elektroakustické měniče

- zařízení určená pro přeměnu akustického signálu na elektrický (mikrofony) nebo naopak elektrického signálu zpět na akustický (reproduktory).

Elektrodynamický princip elektroakustické přeměny:

- z komerčního hlediska nejvíce využívaný – výhody: široké kmitočtové pásmo, malé zkreslení, nízký šum, robustní konstrukce – běžné reproduktory, některé mikrofony
 - o **Princip mikrofону:** permanentní magnet s pólovými nástavci, v jeho magnetickém poli se pohybuje kmitací cívka pevně spojená s membránou, na kterou dopadá zvukové vlnění – v cívkě se indukují proudy takového průběhu, jaký odpovídá zvukovému vlnění
 - o **Princip reproduktoru** (viz obrázek): do cívky v magnetickém poli permanentního magnetu se přivádí elektrický signál získaný např. v mikrofону a přenesený sdělovací soustavou – silové působení mag. pole na cívku (vodič) s proudem má za následek rozkmitání cívky a uvedení do pohybu membrány, která je s cívkou spojena (membrána svým pohybem vyvolá vznik mechanického akustického vlnění)



Pozn.: Další principy elektroakustické přeměny:

- *piezoelektrický* (rozmanité použití, např. i jako snímače vibrací, ...)
princip mikrofону: membrána zachycující zvukové vlny přenáší měnící se tlak na piezoelektrické destičky a na jejich polepech vzniká různé napětí v rytmu dopadajících zvukových vln ...
- *elektrostatický* (kondenzátorový - vhodný např. pro měřicí mikrofony)
princip mikrofону: složen ze dvou od sebe izolovaných elektrod – jedna je pevná, druhá má funkci membrány, je umístěna v malé vzdálenosti od pevné elektrody (20 – 30 μm) a je vyrobena z kovové nebo metalizované fólie. Takto vzniklý kondenzátor má kapacitu 30 – 100 pF. Pohyb membrány má za následek změnu kapacity a tím změnu napětí na kondenzátoru...