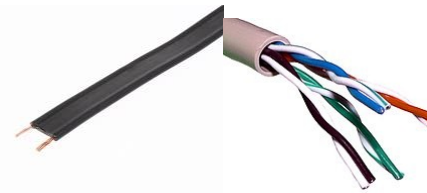
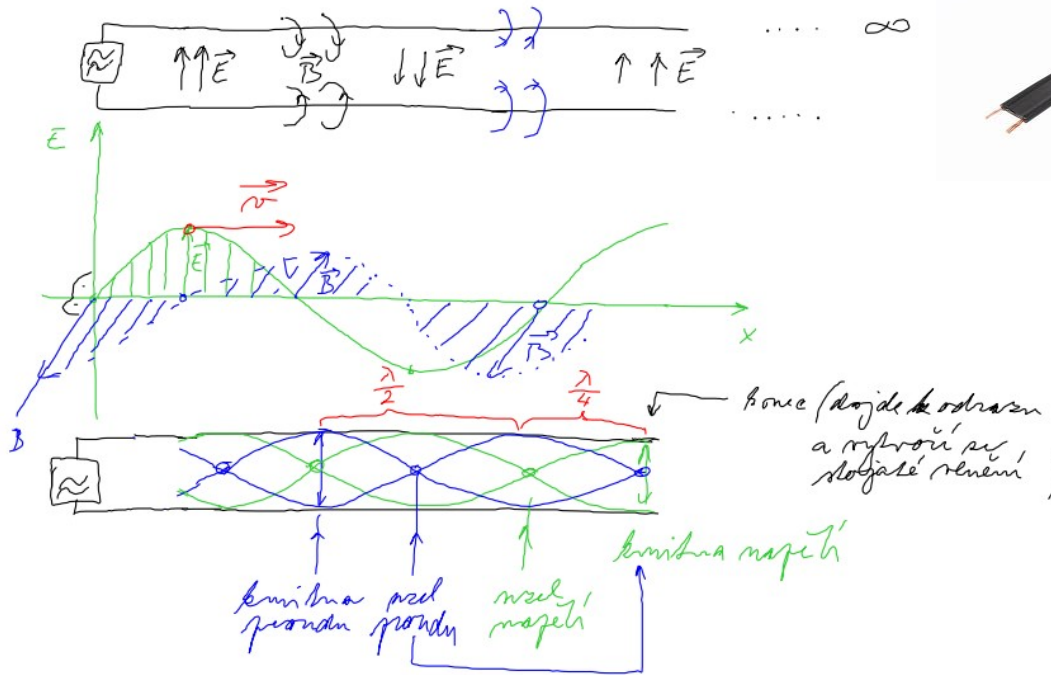


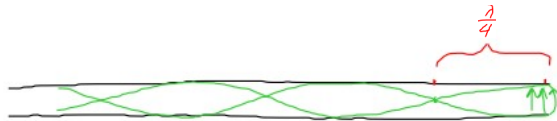
## Vznik elektromagnetického vlnění - pokračování.



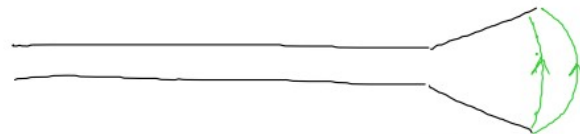
Dvou vodičové vedení může sloužit jako vlnod. (foto tzv. televizní dvojlínka pro svod signálu z televizní antény a kroucená dvojlínka (4 „dvojlínky“) pro přenos signálu v telekomunikacích a v počítačových sítích.)

obrázek vlevo znázorňuje rozložení intenzity elektrického pole a magnetické indukce v prostoru mezi dvojicí vodičů v určitém okamžiku. Vektory jsou navzájem kolmé, maximální hodnoty jsou posunuté o  $\lambda/4$ .

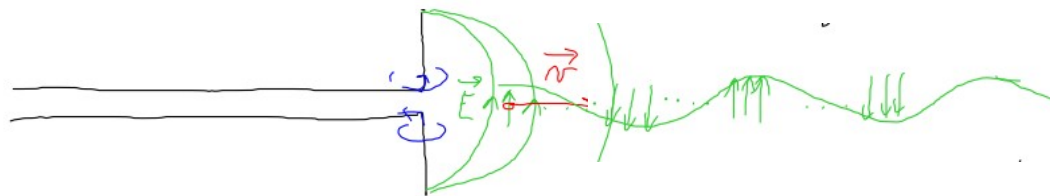
Jestliže vedení ukončíme, dojde na jeho konci k odrazu vlnění. Vznikne tak stojaté vlnění. Na jeho konci bude kmitna napětí a uzel proudu. (V prostoru mezi vodiči - kmitna intenzity elektrického pole a uzel magnetické indukce.) Rozložení intenzity E je znázorněno zeleně, magnetické indukce B modře. Vzdálenost sousedních kmiten je  $\lambda/2$ , vzdálenost kmitny a sousedního uzlu je  $\lambda/4$  - viz rozložení na obrázku.



Všimněme si intenzity elektrického pole na konci dvou vodičového vedení v délce  $\lambda/4$ . Na konci se bude intenzita elektrického pole vyzařovat i mimo prostor mezi vodiči,



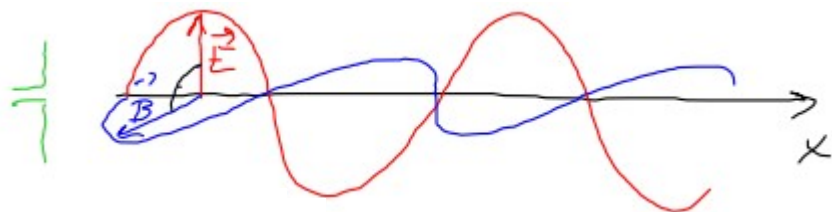
tím víc, čím více budeme konce vodičů od sebe vzdalovat.



Maximum dosáhneme, když budou konce vodičů v délce  $\lambda/4$  s vedením svírat pravý úhel. To se bude intenzita elektrického pole vyzařovat do celého prostoru. Stejně tak se bude vyzařovat magnetická indukce. Vektor intenzity elektrického pole bude rovnoběžný s koncem vodiče, vektor magnetické indukce bude kolmý ke koncům vodiče. Vlnění se bude vyzařovat do volného prostoru (rychlostí světla) a nebude již závislé na dvou vodičovém vedení. Bude existovat samo o sobě.

Zakončení dvou vodičového vedení označujeme jako dipól (někdy také půlvlnný dipól). Ten funguje jako vysílací i přijímací anténa.

## Vlastnosti elektromagnetického vlnění .



$$\begin{aligned} \vec{E} &\perp \vec{v} \\ \vec{B} &\perp \vec{v} \\ \vec{E} &\perp \vec{B} \end{aligned}$$

Je to postupné vlnění příčné (vektor intenzity i magnetické indukce jsou kolmé ke směru fázové rychlosti). Vektor intenzity elektrického pole a vektor magnetické indukce jsou rovněž navzájem kolmé. Fázová rychlost je rovna rychlosti světla.

Vlnění (jehož zdrojem je dipól) je polarizované (oba vektory **E** a **B** kmitají v jedné rovině) a šíří se podle Huygensova principu.

Můžeme pozorovat: odraz

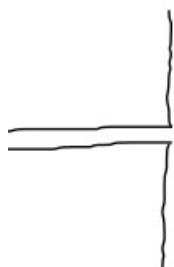
lom

ohyb a stín

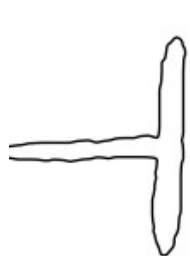
interferenci

## Fyzikální základy telekomunikace - přenos informací na dálku

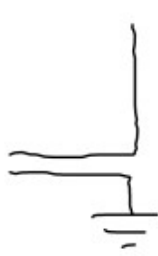
1)



2)



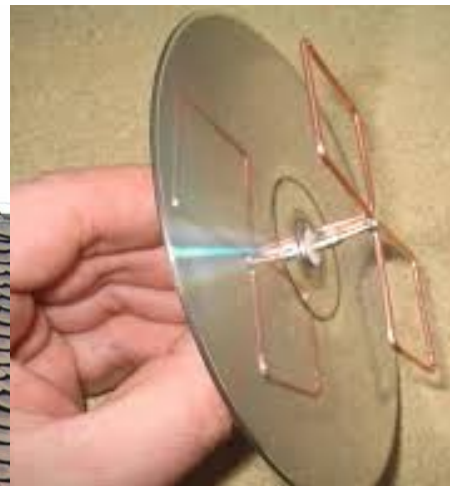
3)



obr. 1) znázorňuje základní dipól (půlvlnný dipól). Funguje jako elektromagnetický oscilátor. Může sloužit jako vysílací (a protože může rezonovat) i přijímací anténa.

Obr. 2) představuje dipól s vyšším ziskem, který bývá základem většiny složitějších antén.

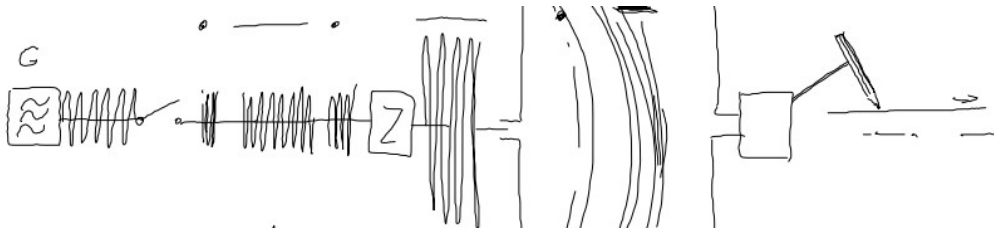
Obr. 3) znázorňuje unipól - jeden konec dvou vodičového vedení je uzemněn - slouží jako prutová anténa. (Jeho délka je násobkem  $\lambda/4$ , obvykle bývá teleskopická.) Dipól vysílá ve všech směrech kolmo na tyč dipólu. Vyzařovací charakteristika má tvar disku. Směřovost antény se dá zvýšit vhodně umístěnými tyčemi, které mohou signál odrážet (za dipólem) nebo rezonancí zesilovat (před dipólem). Pro vysokofrekvenční antény se často využívají parabolické odražeče, v jejich ohnisku je umístěn dipól.



Na dalších obrázcích je televizní směrová anténa, směrová wifi anténa, wifi anténa z CD (dipól ve tvaru osmičky), směrová wifi anténa z plechovky od jemných párků (unipól je vidět uvnitř plechovky) a satelitní anténa.



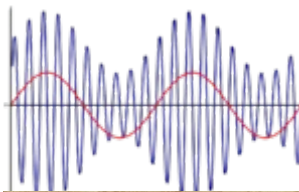
## Schéma přenosu informací na dálku pomocí elektromagnetického vlnění



Popis obrázku zleva: generátor elektromagnetického vlnění; modulátor (ve schématu zastoupen vypínačem; modulovaný signál; Z - zesilovač; zesílený signál; dipól jako vysílací anténa; elektromagnetické vlnění v prostoru; dipól jako přijímací anténa; přijímač (ladící prvek, zesilovač a demodulátor) a zapisovač morseovky (výstupní zařízení).

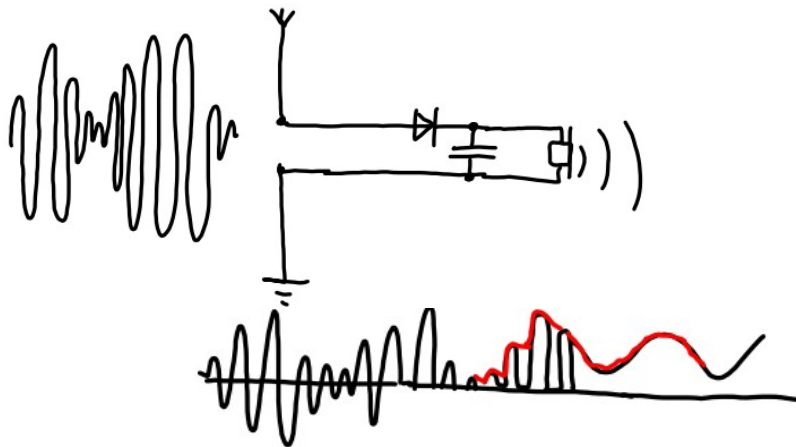
**Modulace** amplitudová (AM), frekvenční (FM) a pulzní (PCM - pulzně-kódová modulace - digitální).

Přenášený analogový signál (můžete si představit např. tón ladičky převedený na střídavé napětí) se namoduluje na nosnou vlnu o vysoké frekvenci.



**Amplitudová modulace** - amplituda nosné vlny (fialová) se mění v závislosti na přenášené vlně (červená). Používá ji rozhlasové vysílání na dlouhých a středních vlnách.

(\* Pro názornost uvádím popis nejjednoduššího rozhlasového přijímače, kterým je krystalka. Tento přijímač čerpal energii pouze z antény, tvořené dlouhým drátem, na kterém se indukovalo elektrické napětí vůči zemi. Výsledkem byl zvuk nejbližší rozhlasové stanice, který se ozýval ze sluchátka. K anténě bylo možné připojit oscilační obvod, který zesiloval jen jednu frekvenci. Ta se dala měnit ladicím kondenzátorem a krystalka tak mohla přijímat různé stanice. Pojmenování pochází od nejdůležitější součástky, kterou byl galenitový krystal a kovový hrot, umístěný ve skleněné trubičce. Hrotem bylo třeba najít místo na krystalu tak, aby fungoval jako dioda. (Viz foto ze sbírky M. Pelešky.) Při použití dvou elektronek - usměrňovací dioda a zesilovací trioda - odtud „dvoulampovka“ - již funguje hlasitá reprodukce.



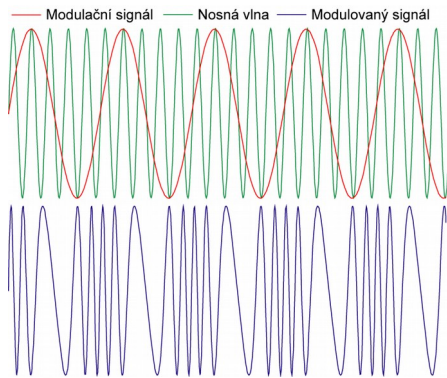
- 1 - rozhlasové vysílání
- 2 - napětí indukované na anténě
- 3 - usměrněné napětí za diodou (za krystalem)
- 4 - kondenzátorem vyhlazené napětí
- 5 - kmitání membrány sluchátka
- 6 - zvuk

↑            ↑            ↑    ↑            ↑            ↑  
1            2            3    4            5            6

(mezi hvězdičkami je to méně důležité)

\*)

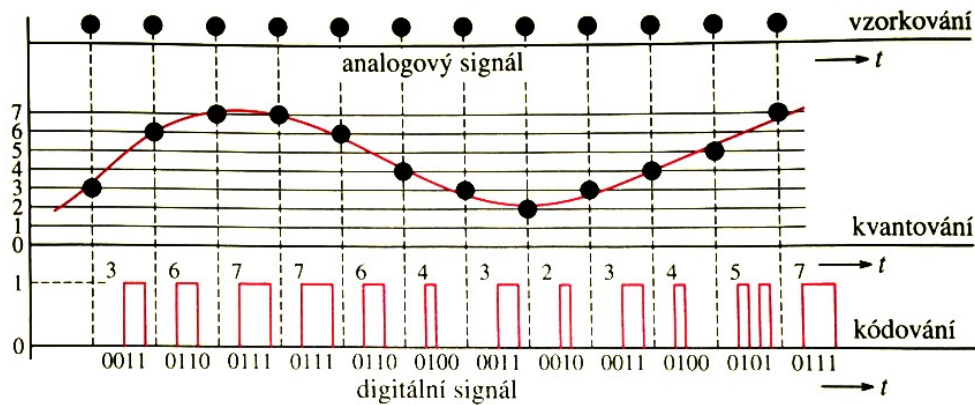




**Frekvenční modulace** je technicky náročnější. V závislosti na přenášené vlně se mění frekvence nosné vlny. Její amplituda zůstává stejná. Používá se v pásmu VKV.

- podívejte se na animované „gifko“

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a4/Amfm3-en-de.gif/200px-Amfm3-en-de.gif>



**Pulzně-kódová modulace** spočívá ve vzorkování a kvantování, při kterém se v pravidelných krátkých časových intervalech určí hodnota napětí přenášené vlny (horní obrázek) a kódování, při kterém se tato hodnota vyjádří osmibitovým číslem ve dvojkové soustavě (střední část obrázku). Během určitých časových intervalů se tak přeneše 8 hodnot 0 nebo 1.

Např. první vzorkovaná hodnota je 3. Ve dvojkové soustavě (pro jednoduchost vyjádřeno pouze na čtyřech bitech)

$3 = 0011$

(obrázek je z učebnice).

Zjednodušeně - analogový signál v určitých intervalech změříme a převedeme na řadu čísel. Tu převedeme do dvojkové soustavy a přenášíme jako řadu jedniček a nul.