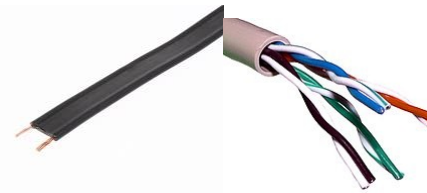
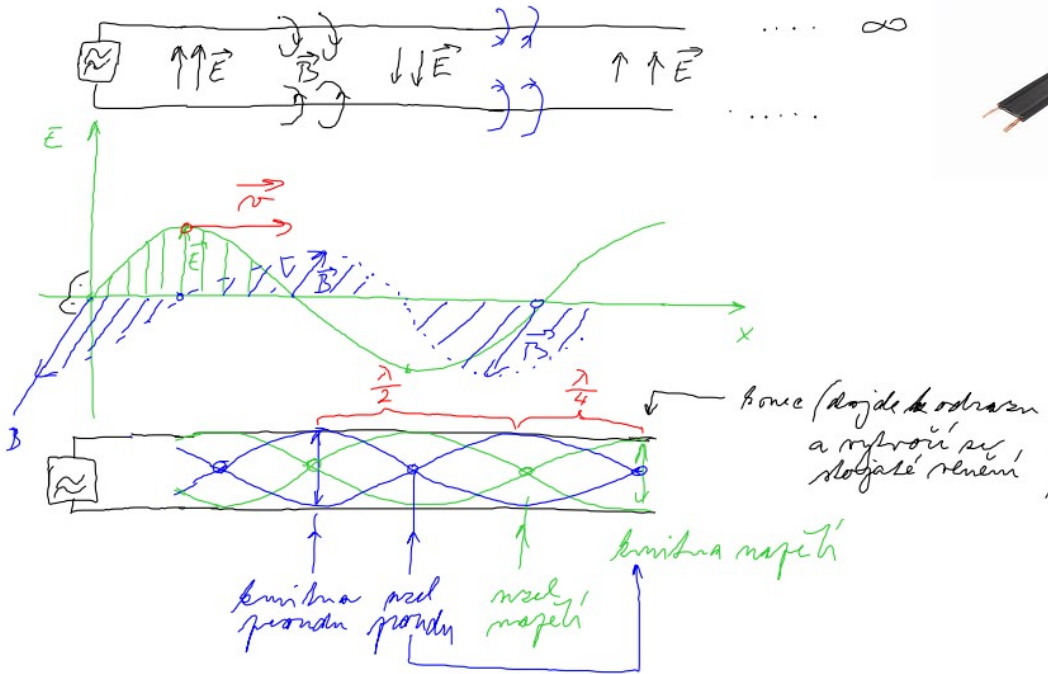


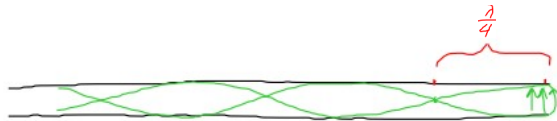
## Vznik elektromagnetického vlnění - pokračování.



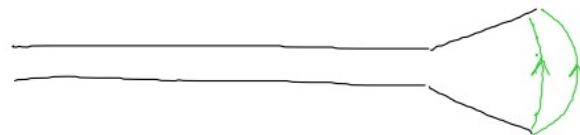
Dvou vodičové vedení může sloužit jako vlnod. (foto tzv. televizní dvojlínka pro svod signálu z televizní antény a kroucená dvojlínka (4 „dvojlínky“) pro přenos signálu v telekomunikacích a v počítačových sítích.)

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  $\lambda/4$ .

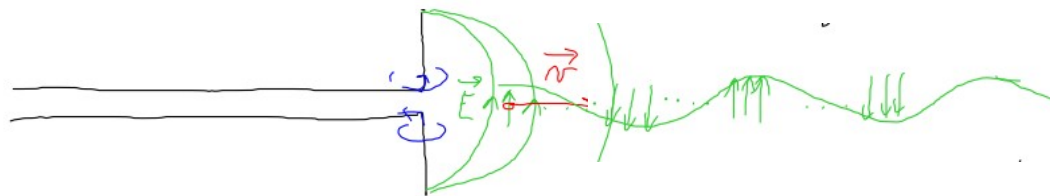
Jestliže vedení ukončíme, dojde na jeho konci k odrazu vlnění. Vznikne tak stojaté vlnění. Na jeho konci bude kmitna napětí a uzel proudů. (V prostoru mezi vodiči - kmitna intenzity elektrického pole a uzel magnetické indukce.) Rozložení intenzity E je znázorněno zeleně, magnetické indukce B modře. Vzdálenost 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,



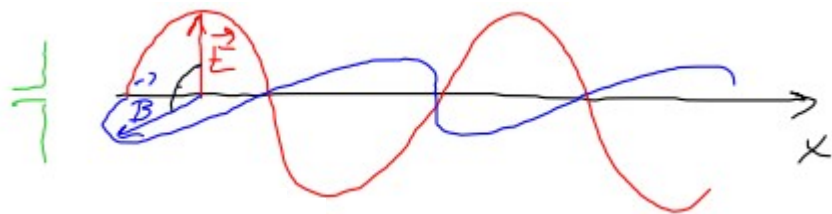
tím víc, čím více budeme konce vodičů od sebe vzdalovat.



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

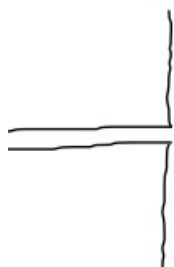
lom

ohyb a stín

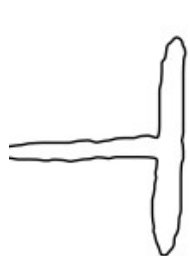
interferenci

## Fyzikální základy telekomunikace - přenos informací na dálku

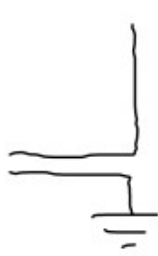
1)



2)



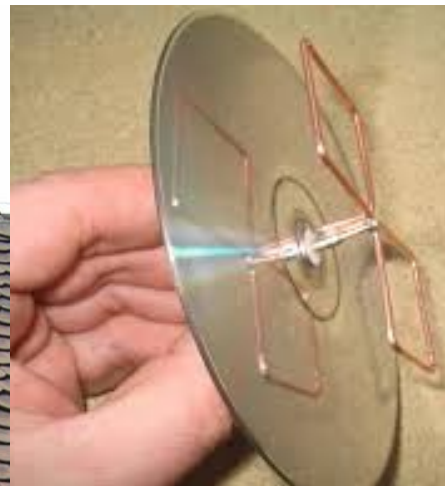
3)



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 jejichž 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.



Příklad:

Jaká délka drátu má vyčnívat uvnitř plechovky (viz foto), aby byla takto vytvořená anténa naladěna na wifi signál o frekvenci 2,4 GHz?

Vyčnívající drát musí mít délku poloviny dipólu, tedy  $\lambda/4$ . Musíme určit vlnovou délku vlnění, když známe rychlost a frekvenci.

$$f = 2,4 \text{ GHz} = 2,4 \cdot 10^9 \text{ Hz}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda = ? \quad (\text{dráha, kterou světlo urazí za dobu jedné periody } T)$$

$$\lambda = c \cdot T = c \cdot \frac{1}{f} = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9} = 0,125 \text{ m}$$

$$\text{Polovina dipólu má délku } \lambda/4 = 0,03125 \text{ m} \doteq 3,1 \text{ cm}$$

Drát by měl vyčnívat v délce asi 3,1 cm.  
(Další úlohy viz učebnice.)