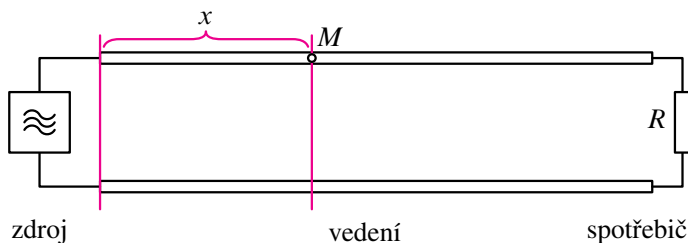


R9 ELEKTROMAGNETICKÉ VLNĚNÍ

R9.1 Vznik elektromagnetického vlnění

V učivu o mechanickém vlnění jsme poznali, že rozkmitáním jednoho konce pružného vlákna vznikne vlnění, které se vláknem šíří k opačnému konci vlákna. Obdobným způsobem vzniká i elektromagnetické vlnění, jehož vznik ukážeme na příkladu dvou vodičového vedení, které je připojeno ke zdroji vysokofrekvenčního střídavého napětí o frekvenci $f > 10$ MHz (obr. R9-1).



R9-1 Dvou vodičové vedení

Vzhledem k tomu, že elektromagnetický rozruch se vedením šíří konečnou rychlostí c (viz čl. 9.2), dospívají změny napětí na začátku vedení na jeho konec s určitým zpožděním. Mezi vodiči vedení bude napětí, jehož okamžitá hodnota závisí nejen na čase, ale i na vzdálenosti od zdroje. Jestliže pro okamžité napětí zdroje platí vztah $u = U_m \sin \omega t$, pak v bodě M ve vzdálenosti x od zdroje bude určité okamžité napětí později o dobu $\tau = x/c$. Pro napětí mezi vodiči v bodě M tedy platí

$$u = U_m \sin \omega(t - \tau).$$

Tento vztah upravíme na rovnici

$$u = U_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{cT} \right).$$

Za periodu T , se kterou oscilátor kmitá, dospěje elektromagnetické vlnění do vzdálenosti, kterou nazýváme **vlnová délka elektromagnetického vlnění**

$$\lambda = cT = \frac{c}{f},$$

kde f je frekvence kmitání oscilátoru.

Dvou vodičovým vedením se šíří **postupné elektromagnetické vlnění** popsané rovnicí

$$u = U_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right). \quad (1)$$

Obdobnou rovnici jsme odvodili pro mechanické vlnění (např. v pružném vlákně) a označili jsme ji jako *rovnici postupného mechanického vlnění*. Obdobně je rovnice (1) **rovnici postupného elektromagnetického vlnění** v dvou vodičovém vedení.

Vzhledem k velké rychlosti elektromagnetického vlnění je při frekvenci 50 Hz mezi vodiči vedení všude stejné napětí. Uvažovanému ději totiž odpovídá vlnová délka $\lambda = c/f = (3 \cdot 10^8/50) \text{ m} = 6 \cdot 10^6 \text{ m} = 6\,000 \text{ km}$. Rozměry celého obvodu tedy můžeme vzhledem k vlnové délce zanedbat a děje ve vedení mají ráz kmitání.

Tak je tomu vždy, když v rovnici postupné vlny $t/T \gg x/\lambda$. Za těchto podmínek přechází rovnice ve vztah pro kmitání ($u = U_m \sin \omega t$) a vlnový ráz uvažovaného děje se neprojevuje. Jako vlnění tedy chápeme děj v soustavách, jejichž rozměry jsou srovnatelné nebo větší, než je vlnová délka elektromagnetického vlnění.

R9.2 Elektromagnetická vlna

Jestliže je dvou vodičové vedení připojeno ke zdroji harmonického napětí vysoké frekvence, je mezi vodiči napětí odpovídající rovnici (1). To současně znamená, že také náboj vodičů není rozložen rovnoměrně a mezi vodiči je různá intenzita **E** elektrického pole. Mezi vodiči vedení vzniká elektrické pole s nerovnoměrným rozložením siločar. Pro určitý okamžik je elektrické pole znázorněno na obr. R9-2a. Hodnoty intenzity elektrického pole podél vedení můžeme vyjádřit pomocí sinusoidy (obr. R9-2b).

Pokud je ke konci vedení připojen rezistor, ve kterém se veškerá přiváděná elektromagnetická energie spotřebuje (rezistor se např. zahřeje), bude proud ve vedení ve stejné fázi jako napětí. V místech největšího napětí bude ve vedení také největší proud a činný výkon vysokofrekvenčního střídavého proudu bude maximální. Energie se elektromagnetickým vlněním přenáší od zdroje ke spotřebiči.

Současně s elektrickým polem je kolem vedení také magnetické pole, které je na obr. R9-2a znázorněno kruhovými indukčními čarami. Vektor magnetické indukce **B** je kolmý na vektor **E**. Na obr. R9-2b je průběh hodnot magnetické