20) Elektromagnetické kmitání a vlnění

Základní pojmy

* Alternátor = zdroj střídavého napětí s harmonickým průběhem a nízkou frekvencí
* Elektromagnetické oscilátory = zdroje střídavých proudů jiných frekvencí
* **Elektromagnetické kmitání =** střídavé proudy a napětí vyrobené oscilátory

Elektromagnetický oscilátor

* Jeho nejjednodušší příklad: oscilační obvod (obvod LC)
* Složení: cívka, kondenzátor
* Parametry LC obvodu: indukčnost (L), kapacita (C)
* Popis dějů v obvodu:

1) Kondenzátor připojíme ke zdroji stejnosměrného napětí a nabijeme ho na napětí U **→ mezi deskami kondenzátoru vznikne elektrické pole (počáteční okamžik)**

2) Přepínačem připojíme kondenzátor k cívce a uzavřeme LC obvod, kterým začíná procházet proud

3) **Napětí** na kondenzátoru **klesá** (kondenzátor se vybíjí) a **proud** procházející obvodem **roste, energie elektrického pole se snižuje a kolem cívky se vytváří magnetické pole**

4) Když je **proud** v obvodu **největší**, kondenzátor je vybit

5) **Proud v obvodu se začíná zmenšovat, v cívce se indukuje napětí a obvodem prochází indukovaný proud**

5) Kondenzátor se znovu nabije (s opačnou polaritou napětí), **energie magnetického pole cívky se přeměnila na energii elektrického pole kondenzátoru**

6) Děj se opakuje (druhá polovina periody), **směry proudů a pořadí polarit napětí kondenzátoru jsou ale opačné**

7) Až bude kondenzátor nabitý na stejnou polaritu jako při přepnutí přepínače, **obvod vykoná 1 kmit**

* Amplitudy napětí i proudu se s časem zmenšují (kvůli odporu R oscilačního obvodu, např. odpor vinutí cívky, Jouleovo teplo) → elektromagnetické kmitání oscilačního obvodu je **tlumené**

Perioda kmitání elektromagnetického oscilátoru

* Zanedbáním odporu oscilačního obvodu, je perioda jeho kmitání určena jen parametry L a C **= vlastní kmitání** elektromagnetického oscilátoru
* LC oscilátor kmitá s vlastní úhlovou frekvencí:

$$ω\_{0}= \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

* Thomsonův vztah:

$f\_{0}= \frac{1}{2π\sqrt{LC}}$ $T\_{0}= 2π\sqrt{LC}$

* Perioda (frekvence) nezávisí na podmínkách vzniku kmitání

Nucené kmitání elektromagnetického oscilátoru

* Vlastní kmitání elektromagnetického oscilátoru je podmíněno dodáním E v počátečním okamžiku
* Aby se kmitání udrželo je nutné ztráty E nahrazovat v průběhu celé periody → připojení oscilátoru ke zdroji harmonického napětí
* V oscilátoru vzniká **nucené kmitání** (je netlumené)
* Oscilátor kmitá s frekvencí připojeného zdroje (NE s frekvencí vlastního kmitání)
* Pokud **frekvence zdroje = frekvence vlastního kmitání** → nastane **rezonance**
* Rezonanční křivka – závislost amplitudy napětí na úhlové rychlosti
* Využití: rozhlasový přijímač
* Laděním se mění parametry obvodu (kapacita kondenzátoru) tak, aby byl v rezonanci s frekvencí, s kterou vysílá stanice
* Rezonancí se zesiluje signál

Vznik elektromagnetického vlnění

* **Elektromagnetický oscilátor** je **zdrojem elektromagnetického vlnění**
* U kmitání elektromagnetického oscilátoru, v něm probíhají periodické změny energie
* E se udržuje v oscilačním obvodu
* V praxi je ale nutné E z oscilátoru přenášet
* Přenos E probíhá se zpožděním
* Podle Maxwella se elektromagnetické vlnění šíří stejnou rychlostí jako světlo
* Ve vakuu je velikost rychlosti elektromagnetického vlnění: 3·108 m·s-1 (lze uvažovat i pro vzduch)

Rovnice postupné elektromagnetické vlny

* Při velké frekvenci zdroje napětí závisí na vzdálenosti od něj (jinak zanedbatelné)
* Jestliže pro okamžité napětí zdroje platí vztah u = Um sin ω t, pak v bodě M ve vzdálenosti x od zdroje bude určité okamžité napětí později o dobu:

$$\frac{x}{c}$$

* Pro napětí mezi vodiči v bodě M tedy dostáváme:

$$u=U\_{m}sin2π(\frac{t}{T}-\frac{x}{λ})$$

* Za periodu T se dostane vlnění do vzdálenosti $λ$

$$λ=c∙t=\frac{c}{f}$$

Elektromagnetická vlna

* Pokud není stejné napětí v celém vodiči, není zde rovnoměrně rozložen náboj vodičů → mezi vodiči vzniká elektrické pole s různou elektrickou intenzitou
* Je-li ke konci vedení připojen rezistor (spotřebič), kde se veškerá elektromagnetická E mění v jinou E, proud má ve vedení stejnou fázi jako napětí
	+ Současně s el. polem bude **vznikat** kolem vedení **magnetické pole**
	+ **Vektor magnetické indukce** je **kolmý na vektor elektrické intenzity**
	+ Vedením dvěma vodiči vzniká časově proměnné silové pole (má elektrickou a magnetickou složku) = elektromagnetic­ké pole
	+ Elektromagnetické vlnění je postupné příčné
* Při úvaze, že se veškerá elektromagnetická E na konci vedení nepohltí (bez spotřebiče – rozpojené), na konci vedení **nastane odraz vlnění**
	+ **Odražené vlnění se skládá s vlněním postupujícím**
	+ Vzniká vlnění **stojaté**
	+ Mezi vektory elektrické intenzity (E) a magnetické indukce (B) je fázový rozdíl $\frac{π}{2}$
	+ Periodicky se přeměňuje E elektrického pole mezi vodiči na E pole magnetického

Spektrum elektromagnetického záření

* **Rádiové vlny**
* Vlny s nejdelší vlnovou délkou
* Rádiové vysílání, letadlové radary
* **Mikrovlny**
* Mikrovlnné trouby, vysušování vlhkých materiálů, Wi-Fi
* **Infračervené záření (IR)**
* Je vyzařováno rozžhavenými tělesy
* Dálkové ovladače, vyhledávání pohřešovaných osob
* **Světlo**
* Vnímáme zrakem
* **Ultrafialové záření – (zkratka UV)**
* Přírodní zdroj: Slunce
* Většina je ho zadržena zemskou atmosférou
* Způsobuje rakovinu kůže
* **Rentgenové záření (RTG)**
* Nebezpečné
* Značná pronikavost
* Zemská atmosféra RTG záření z vesmíru nepropouští
* **Gama záření**
* Zdroj: tělesa, v jejichž jádru dochází k radioaktivní přeměně
* Velká pronikavost
* Ozařování některých nádorů
* Přichází z vesmíru

Elektromagnetický dipól

* Anténa
* anténa vysílače – vyzařuje do okolního prostoru energii v podobě elektromagnetického vlnění
* anténa přijímače – má opačnou funkci: zachytí část elektromagnetického vlnění a vznikne v ní nucené elektromagnetické kmitání

$μ\_{r}$ a změna prostředí

* Při změně prostředí $μ\_{r}$ řešíme jen u feromagnetických látek