Nucené kmitání elektromagnetického oscilátoru

Vlastní kmitání elektromagnetického oscilátoru je podmíněno tím, že mu je v počátečním okamžiku dodána určitá energie. Ztráty energie způsobené tlumením nebyly nahrazovány, proto kmitání postupně ustalo. Aby se kmitání udrželo, bylo by možné např. na začátku každé periody připojit oscilační obvod na krátký okamžik ke zdroji stejnosměrného napětí, kondenzátor by se nabil na počáteční hodnotu a oscilátor by kmital neustále. Jeho napětí by ale nebylo harmonické.

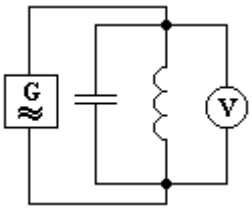
Podobně jako u mechanického kmitání, když maminka udržuje kývající se pouťovou houpačku v pohybu tím, že do ní v okamžiku, kdy se houpačka přiblíží k mamince, strčí. Kmitání houpačky je sice netlumené, ale není harmonické.

Netlumené harmonické kmitání elektromagnetického oscilátoru vznikne tehdy, když jsou ztráty energie nahrazovány v průběhu celé periody. Toho lze docílit, připojíme-li oscilátor ke zdroji harmonického napětí $u = U_m \sin \omega t$. Oscilační obvod pak kmitá harmonicky s úhlovou frekvencí ω, která se může lišit od úhlové frekvence vlastního kmitání ω_0.

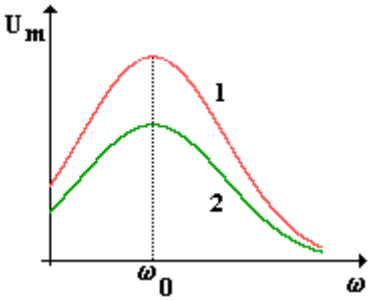
U elektromagnetického kmitání lze tohoto stavu dosáhnout snadněji, než u příkladu s maminkou a houpačkou. Maminka asi bude těžko s houpačkou běhat tam a zpátky ...

Připojením elektromagnetického oscilátoru ke zdroji harmonického napětí (viz obr. 255) vzniká v oscilátoru **nucené kmitání**. Oscilátor kmitá s frekvencí připojeného zdroje (ne s frekvencí vlastního kmitání). **Nucené kmitání je netlumené**.

Frekvence nuceného kmitání tedy nezávisí na parametrech oscilačního obvodu. Vlastnostmi oscilátoru je ale ovlivněna amplituda nuceného kmitání. Připojíme-li oscilační obvod ke zdroji měnitelné frekvence, ukazuje voltmetr napětí, které je úměrné amplitudě nucených kmitů v obvodu (za předpokladu, že ve vodičích je udržován stálý proud).



Obr. 255



Obr. 256

Průběh právě popsaného pokusu lze vyjádřit grafem závislosti amplitudy napětí v oscilačním obvodu na úhlové frekvenci.

Na svislé ose je skutečně amplituda napětí a ne jeho okamžitá hodnota (jak bylo zvykem např. u střídavých obvodů).

Z obr. 256 je vidět, že nucené kmitání dosahuje maximální amplitudy tehdy, když je frekvence nuceného kmitání rovna vlastní frekvenci oscilačního obvodu. Je-li splněna tato podmínka, nastává **rezonance elektromagnetického oscilátoru**. Závislost na obr. 256 se nazývá **rezonanční křivka**.

Někdy se na vodorovnou osu vynáší místo úhlové frekvence přímo frekvence. Z fyzikálního hlediska se nejedná o žádnou změnu - tyto veličiny jsou ekvivalentní.

Tlumení má vliv na tvar rezonanční křivky. Při malém tlumení je rezonanční křivka úzká a hodnota U_m je při rezonanci velká (křivka *1*). V takovém obvodu tedy vznikne nucené kmitání jen

v malém intervalu frekvencí v okolí rezonance. Při větším tlumení je maximum křivky nižší a křivka je širší (křivka *2*). Nucené kmitání tady vznikne ve větším intervalu frekvencí, ale dosahuje menší amplitudy.

V oscilačním obvodu jsou prvky spojeny paralelně. Uvážíme-li navíc i odpor *R* (spojovacích vodičů a vinutí cívky) dostaneme paralelní *RLC* obvod. Ten má při rezonanci maximální impedanci a na jednotlivých prvcích obvodu je při rezonanci maximální napětí a přívodními vodiči prochází minimální proud, který nahrazuje ztráty vzniklé tlumením kmitů. V případě zanedbatelného odporu je i tento proud zanedbatelný a v obvodu se udrží netlumené vlastní kmitání.

Rezonance elektromagnetického oscilátoru má široké uplatnění v praxi.

Např. v rozhlasovém přijímači: elektromagnetické kmitání je zde vynucováno malým napětím z antény. Při ladění se mění parametry oscilačního obvodu (většinou změnou kapacity kondenzátoru) tak, aby byl v rezonanci s frekvencí, na níž vysílá rozhlasová stanice. Oscilační obvod se s touto frekvencí rozkmitá a v dalších částech přijímače je rezonující zesílený signál zpracován.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.