

Projekt **ŠABLONY NA GVM**

registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0948

III-2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

**3. Elektromagnetismus**

**3. 13. Střídavý proud 2**

**Autor:**  Aleš Trojánek

**Jazyk:** čeština

**Datum vyhotovení:** červen 2013

**Cílová skupina:**  žáci gymnázia: 3. ročník čtyřletého studia a 7. ročník

 osmiletého studia + maturitní ročník, věk 16-19 let

**Druh učebního materiálu:** podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků

**Očekávaný výstup:** žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh z elektromagnetismu

**Anotace:** Učební materiál obsahuje vzorový příklad, úlohy a výkladový text z části – střídavý proud. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků. Velmi vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

**3. 13. Střídavý proud 2**

**Příklad 1 – elektro-mechanická analogie[[1]](#footnote-1)**

V této úloze se podíváme blíže na analogii mezi kmitajícím obvodem a kmitající soustavou tvořenou tělesem a pružinou (obr. 1). V mechanické soustavě těleso + pružina se vyskytují dva druhy energie: potenciální energie stlačené nebo natažené pružiny a kinetická energie pohybujícího se tělesa. V kmitajícím obvodu můžeme rozlišit také dva druhy energie: elektrickou energii kondenzátoru a magnetickou energii cívky s proudem. Srovnání odpovídajících si energií u obou soustav je znázorněno v následujícím přehledu:



Obr. 1

Těleso + pružina Cívka + kondenzátor

­­­­­­­­Pružina Kondenzátor

Těleso Cívka

Úhlová frekvence kmitů soustavy těleso + pružina při zanedbání tření je

Uvedená analogie nás vede k tomu, abychom pro úhlovou frekvenci kmitů v obvodu (bez odporu) sestavili vztah:

Poznámky:

1. Cestu k získání vztahu (1) pomocí analogie si podrobně projděte.

2. Vztah (1) pro úhlovou frekvenci vlastních kmitů v obvodu se nazývá **Thomsonův vztah**.

**Úloha 1**

(Jedná se o úlohu 9. C z [1], 882.)

V některých generátorech elektronické hudby se používají oscilátory . Jak velká indukčnost musí být použita spolu s kondenzátorem 6,7 F k získání frekvence komorního (440 Hz)?

[Výsledek: 38 H.]

**Úloha 2**

Nakreslete si a podrobně rozeberte časový průběh napětí na kondenzátoru a proudu procházejícího cívkou pro oscilační obvod.

**Tlumené kmity v obvodu**

V reálném sériovém obvodu elektromagnetická energie obvodu (součet energie elektrického a magnetického pole) nezůstává konstantní, ale klesá s časem tak, jak je energie postupně „disipována“ v rezistoru. Obr. 2. Proto také postupně klesá amplituda kmitů náboje, proudu a napětí. Říkáme, že kmity jsou **tlumené**, stejně jako je tomu v tlumené soustavě těleso + pružina.



Obr. 2

**Nucené kmity**

Rovnice (1) udává úhlovou frekvenci v netlumeném obvodu. Takovéto kmity náboje, napětí a proudu nazýváme **vlastní kmity** (bez vnějšího zdroje) a úhlovou frekvenci nazýváme **vlastní úhlovou frekvencí** obvodu.

Je-li k obvodu připojen zdroj střídavého elektromotorického napětí s frekvencí , potom mluvíme o **nucených** nebo též **buzených** kmitech. Obr. 3. Dá se dokázat, že **nucené kmity (náboje, proudu, napětí) vždy převezmou po celkem krátké době budící úhlovou frekvenci**  , ať už byla vlastní úhlová frekvence jakákoli.

Uvažujme sériový obvod , který je připojený ke zdroji harmonického elektromotorického napětí

 .

Protože jsou zapojeny v sérii, protéká jimi tentýž proud

 ,

kde je fázový posun napětí a proudu.

******

 Obr. 4

 Obr. 3

Poznámky:

1. Efektivní hodnoty napětí a proudu značíme v tomto textu (podobně jako v materiálu 3. 12)

2. Fázory v obr. 4 jsou orientované úsečky o velikostech rovných amplitudám proudu a napětí na prvcích obvodu. Jejich směry svírají s fázorem reprezentujícím napětí úhly rovné fázovému posunutí proudu a napětí vůči zmíněnému napětí .

Pomocí fázorového diagramu (obr. 4) dostaneme:

Provedeme další úpravy:

kde jmenovatel ve vztahu (2) má význam celkového odporu sériového obvodu a nazývá se

**impedance** obvodu pro budicí úhlovou frekvenci

Dosadíme-li za příslušné výrazy, dostaneme rovnici (2) ve tvaru:

Pro hodnotu fázového posunu můžeme z obr. 4 odvodit:

což dává

Z rovnic (2), (3) a (4) můžeme zjistit následující informace:

1. Je-li má obvod induktivní charakter a , viz obr. 4.

2. Je-li má obvod kapacitní charakter a .

3. Je-li je . Z rovnic (2) a (3) dále plyne, že pro danou hodnotu je efektivní hodnota proudu největší. V tomto případě platí:

odkud

Tato frekvence, kterou nazýváme **rezonanční frekvence** kmitavého sériového obvodu , je tedy rovna vlastní úhlové frekveci (netlumených) kmitů v obvodu . To znamená, že v obvodu nastane **rezonance** a efektivní hodnota proudu dasáhne maxima, jeli

**Literatura:**

 [1] Halliday, D., Resnick, J., Walker, J.: *Fyzika*. *(Vysokoškolská učebnice obecné fyziky.)*

 VUT v Brně - nakladatelství VUTIUM a Prometheus, Brno 2001. Dotisk 2003.

 ISBN 80-214-1868-0.

**Zdroje obrázků:**

Obr. 1- 4 kreslil Aleš Trojánek a jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení.

1. Následující text je zpracován podle učebnice [1], s. 862 – 873. [↑](#footnote-ref-1)