

Řešení série úloh se zadáním: Řešte následující úkoly:

(pro výpočet můžete použít hodnoty $C = 40 \mu\text{F}$, $L = 0,1 \text{ H}$, $f = 80 \text{ Hz}$ a předpokládejte ideální cívku a ideální kondenzátor)

- 1) Určete impedanci sériového zapojení cívky a kondenzátoru.
- 2) Určete činný výkon sériového zapojení cívky a kondenzátoru.
- 3) Určete impedanci paralelního zapojení cívky a kondenzátoru.
- 4) Určete činný výkon paralelního zapojení cívky a kondenzátoru.
- 5) Jak se odpovědi 1) - 4) změní, když použijeme rezonanční frekvenci?
- 6) Může elektrický proud protékat sériovým zapojením i po odpojení od zdroje?
(Jestliže ano, tak jak dlouho?)

$C = 40 \mu\text{F}$, $L = 0,1 \text{ H}$, $f = 80 \text{ Hz}$

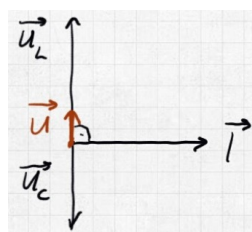
1.



$$R = 0 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \left|\omega L - \frac{1}{\omega C}\right| = 2\pi \cdot 0,1 - \frac{1}{2\pi \cdot 80 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \doteq 0,53 \Omega$$

2.



Napětí na cívce se předbíhá o 90° před společným proudem a napětí na kondenzátoru se o 90° opožďuje. Výsledné napětí s fázorem proudu svírá rovněž úhel 90° a účinník ($\cos 90^\circ$ nebo $\cos(-90^\circ)$) je roven nule.

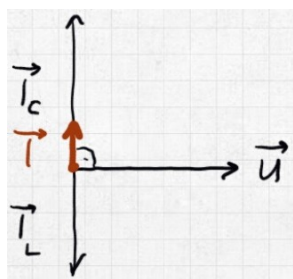
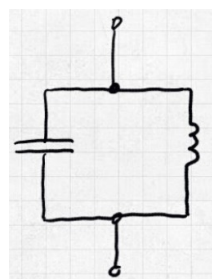
$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 0 \text{ W}$$

3.

$$R \rightarrow \infty$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{0 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}} = \frac{1}{\omega C - \frac{1}{\omega L}} = \frac{1}{2\pi \cdot 80 \cdot 40 \cdot 10^{-6} - \frac{1}{2\pi \cdot 80 \cdot 0,1}} = 4721 \Omega$$

4.



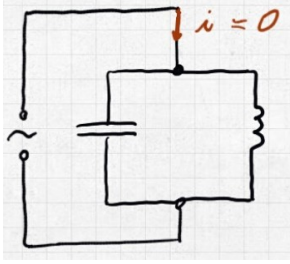
Fázor napětí je společný pro cívku i kondenzátor, proud I_C se předbíhá o 90° a proud I_L opožďuje o 90° za napětím a účinník je rovněž roven nule.

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 0 \text{ W}$$

5.

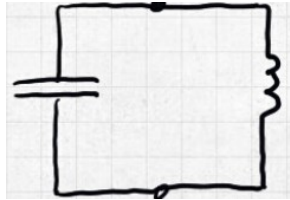
Při dosažení rezonanční frekvence ($f_0 \doteq 79,577 \text{ Hz}$) bude při sériovém zapojení $Z = 0 \Omega$, při paralelním zapojení $Z \rightarrow \infty$.

6.



Pro $Z \rightarrow \infty$ bude proud ze zdroje nulový, při nenulovém napětí to znamená, že kondenzátorem i cívkou bude protékat střídavý proud - z kondenzátoru do cívky a z cívky do kondenzátoru. Bude-li kondenzátor i cívka ideální, může proud oscilovat do nekonečna i při nulovém proudu ze zdroje - při odpojeném zdroji.

Elektromagnetický oscilátor



Kondenzátor a cívka tvoří oscilační obvod.

Nabijeme-li kondenzátor, získá energii elektrického pole.

Připojíme-li ke kondenzátoru cívku, začne se přes ni vybíjet, roste proud cívkou a naroste energie magnetického pole cívky. Napětí klesne na nulu, energie kondenzátoru přejde do cívky. V důsledku vlastní indukce nemůže proud cívkou klesnout okamžitě.

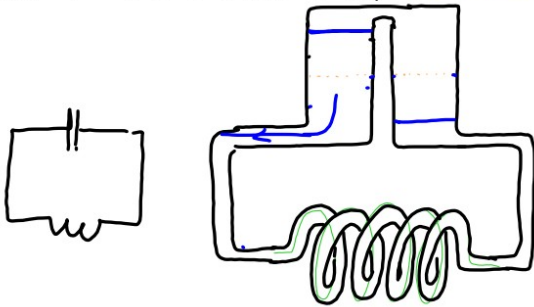
Indukovaný proud cívkou se tak stane zdrojem proudu, kterým se znovu nabije kondenzátor. Energie magnetického pole cívky se změní na energii elektrického pole kondenzátoru. Tento děj se neustále opakuje s frekvencí vlastních kmitů, která je rovna rezonanční frekvenci.

Energie elektrického pole kondenzátoru $E_e = \frac{1}{2} C U^2$

energie magnetického pole cívky $E_e = \frac{1}{2} L I^2$

frekvence vlastních kmitů $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (Thomsonův vztah).

Przn. Model oscilátoru (vodní)



Elektrický proud jsme si připodobňovali k proudu vody v potrubí. Svinutá hadice představuje cívku a dvě válcové nádoby představují kondenzátor. Hladina vody v levé nádobě je výš, v pravé je níž; což představuje nabitý kondenzátor s maximálním napětím a nulovým proudem. Voda začne protékat hadicí, proud se zvyšuje, hladina klesá - klesá napětí na kondenzátoru a roste proud cívkou. Když se hladiny vyrovnají - napětí je nulové, voda

proudí maximální rychlostí - proud je maximální. Setrvačností vody se zvýší hladina v pravé nádobě, proud vody se zpomaluje - kondenzátor se nabíjí opačným napětím a proud cívkou klesá. Kdyby se voda pohybovala bez odporu, výška hladin i rychlost proudění by harmonicky oscillovala.