Perioda kmitání elektromagnetického oscilátoru

Můžeme-li zanedbat odpor oscilačního obvodu, je perioda jeho kmitání určena pouze parametry *L* a *C*. Kmitání tohoto obvodu se označuje jako **vlastní kmitání elektromagnetického oscilátoru**.

V mechanickém kmitání to odpovídá situaci, kdy na pružině kmitá závaží, kýve se kyvadlo, ... a jeho pohyb (ač je tlumen odporovými silami) považujeme za netlumený. Ale pouze v případě, že odporové síly jsou zanedbatelné ve srovnání se silami uvádějícími oscilátor do pohybu (tj. většinou tíhová síla).

Vztah pro periodu kmitání oscilačního obvodu lze nalézt následující úvahou: obvod je uzavřený a elektromagnetické kmitání v něm vytváří střídavý proud *I*, který prochází jak kondenzátorem, tak cívkou. Napětí na kondenzátoru $U_C = X_C I$ je stejně veliké jako napětí na cívce $U_L = X_L I$. Lze tedy psát $U_C = U_L$ a tedy $X_C = X_L$.

Jedná se o elektromagnetický oscilátor z obr. 243, takže na cívce i na kondenzátoru je stejné napětí a oběma součástkami prochází stejný proud. Stejné napětí vyplývá z toho, že jedna součástka je zdrojem napětí pro druhou. Stejný proud jimi prochází proto, že obvod nemá žádnou větev, kterou by proud „unikal“ jinam.

Po dosazení dostáváme $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$, kde ω_0 je **úhlová frekvence vlastního kmitání elektromagnetického oscilátoru**. Odtud $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. Pro periodu (resp. frekvenci) vlastního kmitání elektromagnetického oscilátoru dostáváme **Thomsonův vztah** ve tvaru: $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ (resp. $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$). Perioda (frekvence) tedy nezávisí na podmínkách, za nichž kmitání vzniklo.

U kmitání mechanického je to podobné: počáteční výchylka kmitání (není-li příliš velká) také nemá na vlastní periodu resp. frekvenci vliv.

Napětí kondenzátoru v počátečním okamžiku nemá tedy vliv na periodu kmitání. Určuje však amplitudu napětí U_m elektromagnetického kmitání obvodu. Pro okamžité napětí platí vztah: $u = U_m \cos\omega_0 t$. Proud procházející obvodem je opožděn za napětím o $\frac{\pi}{2}$, takže platí $i = I_m \cos\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right) = I_m \sin\omega_0 t$, kde I_m je amplituda proudu.

Uvedené vztahy pro periodu, frekvenci, napětí a proud platí pro ideální případ, kdy je odpor obvodu zanedbatelný a kmitání je harmonické.

Odpor skutečného oscilátoru není zanedbatelný a jeho vlastní kmitání je vždy tlumené. A tlumené kmitání není harmonické. Navíc má tlumení vliv i na úhlovou frekvenci ω vlastního kmitání oscilátoru, pro kterou z teorie vyplývá vztah: $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$, kde δ je součinitel tlumení, který má v případě oscilačního obvodu s odporem hodnotu $\delta = \frac{R}{2L}$. Vlivem tlumení se proto úhlová frekvence oscilátoru zmenšuje (prodlužuje se perioda). Mohou nastat případy:

$\omega_0 < \delta$ - oscilátor se nerozkmitá a kondenzátor se jen postupně vybije, přičemž se veškerá energie elektrického pole kondenzátoru změní ve vnitřní energii vodičů

$\omega_0^2 >> \delta^2$ - tlumení je zanedbatelné a kmitání oscilačního obvodu se jen málo liší od kmitání harmonického