

Oscilační obvod se skládá z cívky o indukčnosti 0,1 H a kondenzátoru o kapacitě 20 μF . Při kmitech dosahuje maximální napětí na kondenzátoru hodnoty 4 V.

a) Napište rovnici popisující závislost okamžité hodnoty napětí kondenzátoru na čase.

b) Určete energii elektrického pole kondenzátoru a energii magnetického pole cívky v okamžiku, kdy je napětí na kondenzátoru nulové.

Řešení (a):

Rovnice pro okamžitou hodnotu napětí má tvar $u = U_m \sin \omega t$, přičemž bývá často také zapisována ve tvaru $u = U_m \sin 2\pi f t$.

Ze zadaných hodnot tedy musíme nejprve určit frekvenci f .

$$L = 0,1 \text{ H}, C = 20 \mu\text{F} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ F}, U_m = 4 \text{ V}, f = ? \text{ Hz}$$

Pro výpočet frekvence vlastního kmitání oscilačního obvodu platí vztah

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Číselně

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{0,1 \cdot 2 \cdot 10^{-5}}} \doteq 113 \text{ Hz}$$

Odpověď (a):

Po dosazení číselných hodnot má rovnice tvar: $u = 4 \sin(2\pi \cdot 113t) \text{ V}$

Poznámka (a):

V rovnici pro okamžitou hodnotu napětí dosazujeme za t číselnou hodnotu času v sekundách. Při výpočtu pomocí kalkulatoru je třeba použít režim výpočtu goniometrických funkcí v radiánech. Symbol V uvedený za rovnicí charakterizuje jednotku vypočítaného okamžitého napětí, tzn. volty.

Řešení (b):

V oscilačním obvodu se energie el. pole kondenzátoru mění na energii mag. pole cívky a naopak. Ze zákona zachování energie vyplývá, že součet těchto dvou forem energie je v každém okamžiku stejný.

Celkovou energii obvodu lze vypočítat mimo jiné ze zadaných hodnot jako energii el. pole kondenzátoru při maximálním napětí na kondenzátoru (tzn. při nulovém proudu v cívce) podle vztahu

$$E_{\text{celk}} = E_e = \frac{1}{2} C U_m^2$$

Číselně

$$E_{celk} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 4^2 = 1,6 \cdot 10^{-4} J$$

V okamžiku, kdy je napětí na kondenzátoru nulové, je energie el. pole kondenzátoru minimální (tedy nulová) a energie mag. pole cívky je dle zákona zachování energie maximální (je tedy rovna celkové energii oscilačního obvodu).

Číselně

$$E_e = 0 J$$

$$E_m = 1,6 \cdot 10^{-4} J$$

Odpověď (b):

V okamžiku, kdy je napětí na kondenzátoru nulové, má energie el. pole kondenzátoru hodnotu 0 J a energie mag. pole cívky hodnotu $1,6 \cdot 10^{-4} J$.