

Poněvadž  $(R + R_i) \approx 0$ , je také  $I(R + R_i) \approx 0$ , a tedy  $U_e \approx L \Delta I / \Delta t$ . Odtud

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_e}{L}$$

a doba  $\Delta t$ , za kterou proud vzroste o 2,4 A, bude

$$\Delta t = \frac{\Delta I L}{U_e} \approx \frac{2,4 \cdot 0,5}{3,0} \text{ s} = 0,4 \text{ s}.$$

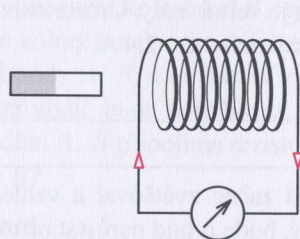
Proud v cílce vzroste o 2,4 A za 0,4 s.

## Úlohy

První tři úlohy řešte samostatně ve skupinách.

### Skupina A

- 1** Kterým směrem se pohyboval magnet na obr. C5-4a, jestliže se v cílce indukoval proud, který má směr šipek? Severní pól magnetu je vyznačen barvou.



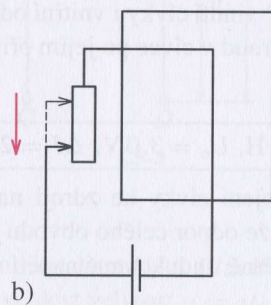
a)

C5-4

- 2** Magnetický indukční tok procházející cívkou s 80 závitů se za dobu 5 s rovnoměrně změnil z  $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$  na  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$ . Určete střední

### Skupina B

- 1** Změnou odporu reostatu naznačenou na obr. C5-4b se změní velikost proudu v obvodu. Určete směr indukovaného proudu v uzavřené vodivé smyčce rovnoběžné s rovinou obvodu.



b)

- 2** V kterém případě bude indukované napětí ve vodivé smyčce větší? Zmenší-li se magnetický indukční tok smyčkou z  $1,0 \text{ Wb}$  na nulovou hodnotu za 0,5 s, ne-

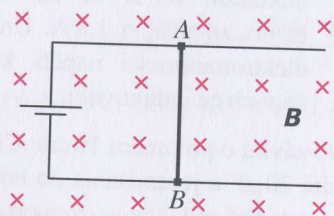
hodnotu indukovaného napětí na koncích cívky.

bo zvětší-li se z nulové hodnoty na  $1,0 \text{ Wb}$  za 0,1 s? Jaká bude polarita indukovaných napětí?

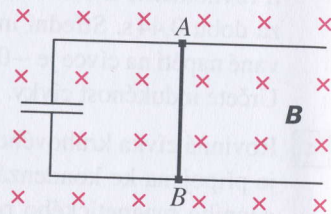
- 3** Proud procházející cívkou vzrostl rovnoměrně z 0,2 A na 2,4 A za dobu 0,44 s. Střední indukované napětí na cílce je  $-0,18 \text{ V}$ . Určete indukčnost cívky.
- 3** Proud procházející cívkou o indukčnosti 0,8 H se za dobu 60 ms zmenšil o 1,8 A. Určete elektromotorické napětí, které se v cílce indukovalo.
- 4** Rovinná cílka kruhového tvaru má 200 závitů o poloměru 10 cm. Cílka je připojena ke kondenzátoru o kapacitě  $20 \mu\text{F}$  a je umístěna do homogenního magnetického pole, jehož magnetická indukce se rovnoměrně zmenšuje o  $10^{-2} \text{ T} \cdot \text{s}^{-1}$ . Indukční čáry magnetického pole jsou kolmé k ploše závitů cívky. Určete náboj na deskách kondenzátoru.
- 5** V homogenním magnetickém poli o magnetické indukci  $12,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$  je umístěn čtvercový rámeček o délce strany 2 cm. Magnetické indukční čáry jsou kolmé k ploše rámečku. Odpor vodiče, z něhož je rámeček zhotoven, je  $1 \Omega$ . Určete proud, který projde vodičem, jestliže rámeček rovnoměrně vysuneme rychlostí  $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  z magnetického pole ve směru kolmém k indukčním čarám. Pole je ostře ohraničeno a dvě strany rámečku jsou rovnoběžné s touto hranicí.
- 6** V homogenním magnetickém poli je kolmo k indukčním čarám umístěn rovinný kruhový závit, jehož vnitřní plocha má obsah  $1 \text{ cm}^2$ . Odpor závitů je  $10^{-3} \Omega$ . Určete teplo, které vzniklo v závitě, jestliže se za dobu 1 s magnetická indukce zmenšila o  $10^{-2} \text{ Wb} \cdot \text{m}^{-2}$ . Odpor závitů se s teplotou nemění.
- 7** Měděný kroužek o poloměru 4,8 cm je umístěn v homogenním magnetickém poli o magnetické indukci 12 mT, jehož indukční čáry jsou kolmé k rovině kroužku. Kroužek je rovnoměrným pohybem za dobu 25 ms vysunut z magnetického pole. Určete střední hodnotu proudu v kroužku. Kroužek je zhotoven z vodiče o průměru 2 mm. Rezistivita mědi je  $1,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ .
- 8** Přímý vodič délky 1 m (AB na obr. C5-5) o odporu  $2 \Omega$  se nachází v homogenním magnetickém poli o magnetické indukci 0,1 T. Napětí zdroje je 1 V. Vektor magnetické indukce je kolmý k vodiči. Určete proud procházející vodičem, jestliže a) vodič je v klidu, b) vodič se pohybuje



vpravo rychlostí  $4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , c) vodič se pohybuje rychlostí  $4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  vlevo. Kterým směrem a jakou rychlostí se vodič musí pohybovat, aby jím neprocházel žádný proud? Kterým směrem se musí vodič pohybovat, aby jím procházel stejný proud jako v klidu?



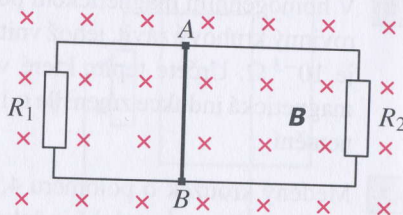
C5-5



C5-6

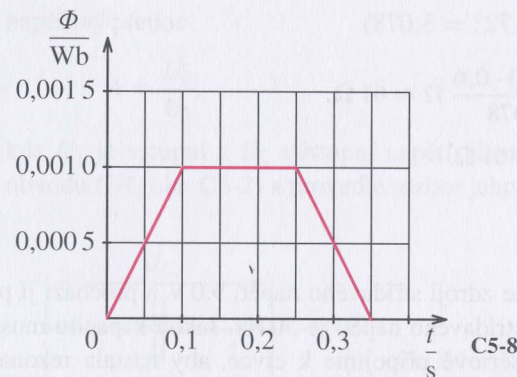
- 9 Podél rovnoběžných vodičů ve vzájemné vzdálenosti 20 cm se bez tření, ale s vodivým kontaktem pohybuje rychlostí  $0,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  vodič AB (obr. C5-6). Ke koncům vodičů je připojen kondenzátor o kapacitě  $20 \mu\text{F}$ . Vzniklý obvod je umístěn v homogenním magnetickém poli o magnetické indukci  $0,10 \text{ T}$  tak, že magnetické indukční čáry jsou kolmé k rovině vymezené obvodem. Určete náboj kondenzátoru a polaritu napětí kondenzátoru, jestliže se vodič AB pohybuje vpravo a vektor **B** míří za nákresnu.

- 10 Vodič délky  $0,30 \text{ m}$  o odporu  $1,0 \Omega$  se pohybuje bez tření a v kontaktu podél rovnoběžných vodičů, k jejichž koncům jsou připojeny rezistory o odporu  $R_1 = 3,0 \Omega$  a  $R_2 = 6,0 \Omega$  (obr. C5-7). Vzniklý obvod je umístěn v homogenním magnetickém poli tak, že vektor magnetické indukce o velikosti  $0,40 \text{ T}$  je kolmý k rovině obvodu. Určete proud v pohyblivém vodiči, který se pohybuje rychlostí  $5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , a proudy v rezistorech  $R_1$  a  $R_2$ . Jaký mechanický výkon je nutný k udržení pohybu vodiče?



C5-7

- 11 Magnetický indukční tok cívkou se v závislosti na čase mění podle grafu na obr. C5-8. Nakreslete graf závislosti napětí indukovaného na koncích cívky na čase.



- 12 Zvětšením proudu procházejícího cívkou o  $2,0 \text{ A}$  se energie magnetického pole zvětšila o  $10 \text{ mJ}$ . Určete indukčnost cívky, jestliže střední hodnota proudu byla  $5 \text{ A}$ .

## Cvičení 6 STŘÍDAVÝ PROUD

### Příklad 1

Každá skutečná cívka má vedle indukčnosti  $L$  také určitý odpor  $R$ . To způsobuje, že fázové posunutí střídavého proudu a napětí v obvodu s cívkou není  $\frac{\pi}{2}$ , ale je vždy menší. Určete odpor cívky o indukčnosti  $0,6 \text{ H}$ , jestliže fázový posun napětí a proudu v cívce je  $\frac{2}{3}\pi$ . Frekvence střídavého proudu je  $50 \text{ Hz}$ .

### Řešení

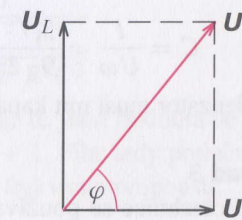
$$L = 0,6 \text{ H}, \varphi = \frac{2}{3}\pi, f = 50 \text{ Hz}; R = ?$$

Skutečnou cívku můžeme považovat za obvod s  $RL$  v sérii, jehož fázorový diagram je na obr. C6-1. Z něho vyplývá, že

$$\tan \varphi = \frac{U_L}{U_R} = \frac{IX_L}{IR} = \frac{\omega L}{R}.$$

Odtud dostaneme vztah

$$R = \frac{2\pi f L}{\tan \varphi}$$



C6-1



## Úlohy

První tři úlohy řešte samostatně ve skupinách a výsledky řešení porovnejte s výsledky druhé skupiny.

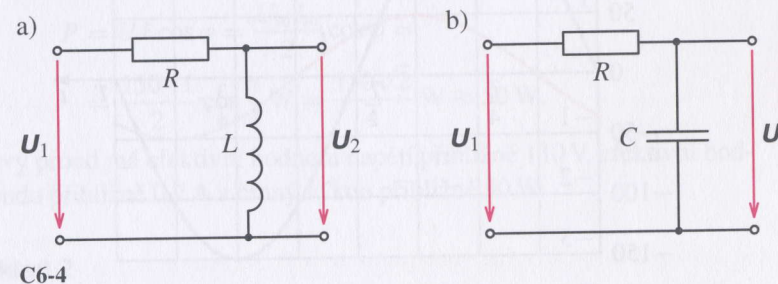
## Skupina A

- 1 Určete indukanci cívky o indukčnosti 500 mH v obvodu střídavého proudu o frekvenci 50 Hz.
- 2 Jakou kapacitu musí mít kondenzátor, aby při jeho sériovém spojení s cívkou v obvodu z předcházející úlohy nastala rezonance?
- 3 Nakreslete fázorový diagram obvodu s  $RLC$  v sérii, jestliže  $X_L = 0,5 X_C = R = 1,0 \Omega$  a obvodem prochází proud o amplitudě 1,0 A. Určete impedanci a fázové posunutí napětí a proudu v obvodu.
- 4 Cívkou v obvodu stejnosměrného proudu prochází při napětí 4 V proud 0,5 A. V obvodu střídavého proudu o amplitudě napětí 9 V jí prochází proud o amplitudě 180 mA. Frekvence střídavého napětí je 50 Hz. Určete indukčnost cívky.
- 5 Cívka má odpor 15  $\Omega$  a indukčnost 63 mH. Určete impedanci cívky v obvodu střídavého proudu o frekvenci 50 Hz.
- 6 Tlumivka o indukčnosti 2 H a odporu vinutí 20  $\Omega$  je připojena nejprve ke zdroji stejnosměrného napětí 20 V a potom ke zdroji střídavého napětí o stejné hodnotě efektivního napětí a frekvenci 50 Hz. Určete proud v obvodu v obou případech.
- 7 Kondenzátor je zařazen do obvodu střídavého proudu o efektivním napětí 230 V a frekvenci 50 Hz. Obvodem prochází proud 2,5 A. Určete kapacitu kondenzátoru.

## Skupina B

- 1 Určete kapacitanci kondenzátoru o kapacitě 20  $\mu\text{F}$  v obvodu střídavého proudu o frekvenci 50 Hz.
- 2 Jakou indukčnost musí mít cívka, aby při jejím sériovém spojení s kondenzátorem v obvodu z předcházející úlohy nastala rezonance?
- 3 Nakreslete fázorový diagram obvodu s  $RLC$  v sérii, jestliže  $X_C = 0,5 X_L = R = 1,0 \Omega$  a obvodem prochází proud o amplitudě 1,0 A. Určete impedanci a fázové posunutí napětí a proudu v obvodu.

- 8 Kondenzátor o kapacitě 2  $\mu\text{F}$  je sériově spojen s cívkou o indukčnosti 40 mH (odpor cívky neuvažujeme). Obvod je připojen ke zdroji střídavého napětí měnitelné frekvence. Určete, v jakém poměru jsou napětí na obou prvcích při frekvencích 200 Hz a 800 Hz. V kterém případě má obvod a) vlastnosti indukčnosti, b) vlastnosti kapacity? Zdůvodněte pomocí fázorového diagramu.
  - 9 Do obvodu střídavého proudu o efektivním napětí 200 V a frekvenci 50 Hz je připojen obvod tvořený sériovým spojením kondenzátoru o kapacitě 16  $\mu\text{F}$  a rezistoru o odporu 150  $\Omega$ . Určete impedanci obvodu, proud v obvodu a napětí na kondenzátoru a rezistoru.
  - 10 Pomocí fázorového diagramu odvoďte vztah pro impedanci obvodu  $RC$  s prvky spojenými paralelně. Určete impedanci obvodu  $RC$  s prvky spojenými paralelně, jestliže kondenzátor má kapacitu 1  $\mu\text{F}$  a rezistor má odpor 3 k $\Omega$ . Frekvence střídavého proudu je 50 Hz.
- Poznámka:** Při sestavování fázorového diagramu vycházejte z poznatku, že na obou prvcích je stejné napětí, ale proudy jsou fázově posunuté.
- 11 Ke zdroji střídavého napětí o frekvenci 1 kHz je připojen kondenzátor o kapacitě 0,1  $\mu\text{F}$  spojený sériově s cívkou o indukčnosti 0,5 H. Určete reaktanci obvodu. Při jaké frekvenci bude reaktance nulová?
  - 12 Odvoďte vztah pro  $\text{tg } \varphi$  obvodu  $CR$  v příkladu 3 (obr. C6-2) a určete napěťový přenos pro případ, že  $\text{tg } \varphi = 1$ .
  - 13 Na obr. C6-4 jsou schematicky nakresleny filtry s obvody  $RL$  (a) a  $RC$  (b). Určete napěťový přenos filtrů a proveďte rozbor jejich vlastností.



C6-4



**Řešení**

Fázová napětí  $u_1$  a  $u_2$  jsou popsána rovnicemi

$$u_1 = U_m \sin \omega t,$$

$$u_2 = U_m \sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right).$$

V soustavě zapojené do hvězdy je

$$u_{12} = u_1 - u_2 = U_m \sin \omega t - U_m \sin\left(\omega t - \frac{2}{3}\pi\right).$$

Použijeme vztah

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

a dostaneme

$$u_{12} = 2U_m \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right) \sin \frac{\pi}{3} =$$

$$= U_m \sqrt{3} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right) = U_m \sqrt{3} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right).$$

Odtud  $U_{m12} = U_m \sqrt{3}$ .

Ke stejnému výsledku dospějeme snadno také pomocí fázorového diagramu (viz čl. 10.2, úlohu 4).

**Příklad 3**

Primární cívka transformátoru s transformačním poměrem 0,10 je připojena ke zdroji síťového napětí 230 V. Sekundární vinutí má odpor 1,2  $\Omega$  a prochází jím proud 5,0 A. Určete napětí na svorkách sekundární cívky transformátoru. Ztráty v primárním vinutí neuvažujeme.

**Řešení**

$$k = 0,10, U_1 = 230 \text{ V}, R_v = 1,2 \Omega, I_2 = 5,0 \text{ A}; U = ?$$

Pro transformaci napětí platí vztah

$$\frac{U_2}{U_1} = k,$$

z něhož pro napětí  $U_2$  na sekundárním vinutí vyplývá

$$U_2 = kU_1 = 0,10 \cdot 230 \text{ V} = 23 \text{ V}.$$

Při proudu  $I_2$  vzniká na vinutí o odporu  $R_v$  úbytek napětí

$$\Delta U = I_2 R_v = 5,0 \cdot 1,2 \text{ V} = 6,0 \text{ V}.$$

Na svorkách sekundárního vinutí je napětí

$$U = U_2 - \Delta U = (23 - 6,0) \text{ V} = 17 \text{ V}.$$

**Úlohy**

První úlohu řešte samostatně ve skupinách.

- 1** Pro okamžité hodnoty napětí a proudu v obvodu střídavého proudu platí rovnice:

**Skupina A**

$$u = 325 \sin 100 \pi t \text{ V}$$

$$i = 0,7 \sin\left(100 \pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ A}$$

**Skupina B**

$$u = 170 \sin 100 \pi t \text{ V}$$

$$i = 2,8 \sin\left(100 \pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ A}$$

Určete:

- efektivní hodnoty napětí a proudu,
- frekvenci střídavého proudu,
- činný výkon střídavého proudu.

Nakreslete fázorový diagram napětí a proudu v obvodu (zvolte 50 V  $\approx$  1 cm; 0,2 A  $\approx$  1 cm). Rozhodněte, zda má obvod střídavého proudu vlastnosti indukce nebo kapacity. Proveďte společnou diskusi výsledků a odpovědi zdůvodněte.

- 2** Spotřebič v obvodu střídavého proudu má vlastnosti obvodu s  $RLC$  v sérii. Jak se bude měnit účinník obvodu při zvyšování frekvence (při přechodu přes rezonanční frekvenci)?

- 3** Napětí a proud v cílce se mění podle rovnice

$$u = 230 \sin 100 \pi t \text{ V},$$

$$i = 6 \sin\left(100 \pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ A}.$$

Určete činný výkon střídavého proudu.

- 4** Voltmetr v obvodu střídavého proudu ukazuje napětí 230 V, ampérmetr 10 A a wattmetr činný výkon 2 kW. Určete fázové posunutí napětí a proudu v obvodu.



- 5 Na štítku elektromotoru jsou údaje:  $U = 230 \text{ V}$ ,  $I = 4 \text{ A}$ ,  $\cos \varphi = 0,65$ . Určete činný výkon motoru.
- 6 Dokažte početně, že pro trojfázové napětí platí  $u_1 + u_2 + u_3 = 0$ .
- 7 Transformátor, kterým se transformuje napětí  $100 \text{ V}$  na  $3300 \text{ V}$ , má uzavřené jádro, na němž vytvoříme pomocí vodiče jediný závit. Voltmetrem zjistíme, že napětí na tomto závitě je  $0,5 \text{ V}$ . Kolik závitů mají cívky transformátoru?
- 8 Výkon transformátoru je  $5 \text{ kW}$ . Jak velké proudy procházejí cívkami transformátoru připojeného k síťovému napětí  $230 \text{ V}$ , jestliže  $k = 0,3$  a účinnost transformátoru je  $1$ ?
- 9 Primární cívku transformátoru prochází při napětí  $230 \text{ V}$  proud  $0,2 \text{ A}$ . Sekundární cívku současně prochází proud  $6 \text{ A}$  a napětí na svorkách cívky je  $6,3 \text{ V}$ . Určete účinnost transformace.
- 10 Primární vinutí transformátoru pro transformaci dolů ( $k = 0,1$ ) je připojeno ke zdroji střídavého napětí  $120 \text{ V}$ . Odpor sekundárního vinutí transformátoru je  $1 \Omega$ , sekundárním vinutím prochází proud  $5 \text{ A}$ . Určete napětí na sekundárním vinutí transformátoru. Ztráty v primárním vinutí neuvažujte.
- 11 Vedením přenosové soustavy jednofázového střídavého proudu je přenášen výkon zdroje  $33 \text{ MW}$ . Odpor vedení je  $0,12 \Omega$ . Určete ztráty ve vedení při napětí zdroje  $6,6 \text{ kV}$  a  $110 \text{ kV}$ .
- 12 Transformátor chlazený olejem transformuje výkon  $10 \text{ MW}$  s účinností  $98 \%$ . Určete teplotu oleje na výstupu z transformátoru, je-li jeho vstupní teplota  $18^\circ \text{C}$ . Olej má hustotu  $960 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , měrnou tepelnou kapacitu  $2,09 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  a objemový tok oleje pláštěm transformátoru je  $2,11 \cdot \text{s}^{-1}$ .

## Cvičení 8 ELEKTROMAGNETICKÉ KMITÁNÍ A VLNĚNÍ

### Příklad 1

V oscilačním obvodu, jehož cívka má indukčnost  $0,20 \text{ mH}$ , probíhá elektromagnetické kmitání, při němž amplituda proudu v cívce je  $5,0 \text{ mA}$  a amplituda

napětí na kondenzátoru je  $20 \text{ mV}$ . Určete frekvenci kmitání oscilačního obvodu a kapacitu kondenzátoru. Tlumení elektromagnetických kmitů neuvažujte.

### Řešení

$$L = 0,20 \text{ mH} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ H}, I_m = 5,0 \text{ mA} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ A}, U_m = 20 \text{ mV} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ V}; f_0 = ?, C = ?$$

Jestliže kmitání elektromagnetického oscilátoru není tlumené, je energie  $E_m$  magnetického pole cívky největší v okamžiku, kdy energie  $E_e$  elektrického pole kondenzátoru je nulová a naopak. To znamená, že největší hodnoty těchto energií v průběhu periody kmitání se navzájem rovnají a platí (viz čl. 1.9 a 8.6)

$$\frac{1}{2} C U_m^2 = \frac{1}{2} L I_m^2.$$

Obě strany rovnice vynásobíme  $L$  a po úpravě dostaneme pro úhlovou frekvenci kmitání oscilačního obvodu vztah

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} = \frac{U_m^2}{L^2 I_m^2},$$

ze kterého určíme frekvenci elektromagnetického kmitání oscilátoru

$$f_0 = \frac{U_m}{2\pi L I_m} = \frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{2\pi \cdot 2,0 \cdot 10^{-4} \cdot 5,0 \cdot 10^{-3}} \text{ Hz} \approx 3,2 \text{ kHz}.$$

Kapacitu kondenzátoru vypočítáme ze vztahu

$$C = L \frac{I_m^2}{U_m^2} = 2,0 \cdot 10^{-4} \frac{(5,0 \cdot 10^{-3})^2}{(2,0 \cdot 10^{-2})^2} \text{ F} \approx 12 \mu\text{F}.$$

Oscilační obvod kmitá s frekvencí přibližně  $3,2 \text{ kHz}$  a jeho kondenzátor má kapacitu přibližně  $12 \mu\text{F}$ .

### Příklad 2

Při přeletu vrtulníku nad televizní anténou pozorujeme periodické zeslabování a zesilování televizního signálu. Je to způsobeno interferencí vlnění přijatého anténou přímo z vysílače a po odrazu od vodivých ploch na povrchu vrtulníku. Odvoďte vztah pro výšku vrtulníku nad anténou, při níž dochází k interferenčnímu zesílení signálu.

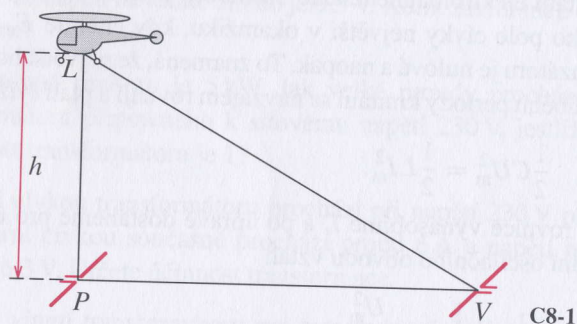


## Řešení

Při odrazu od vodivé plochy se mění fáze elektromagnetického vlnění v opačnou a interferenční zesílení signálu nastává v případě, že dráhový rozdíl vlnění

$$\Delta s = s_1 - s_2 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2},$$

kde  $s_1 = |VP|$ ,  $s_2 = |VL| + |LP|$  (obr. C8-1) a  $k = 0, 1, 2, \dots$  Z obr. C8-1



pro výšku vrtulníku  $h$  ( $h = |LP|$ ) vyplývá

$$h^2 = (s_2 - h)^2 - s_1^2$$

a po úpravě

$$h = \frac{s_2^2 - s_1^2}{2s_2}.$$

Při značné vzdálenosti od vysílače ( $s_1 \rightarrow s_2$ ) dostaneme

$$h = \frac{(s_2 - s_1)(s_2 + s_1)}{2s_2} \approx s_2 - s_1,$$

takže interferenční zesílení signálu je určeno přímo podmínkou

$$h = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}.$$

## Příklad 3

Impulzní radiolokátor vysílá  $2,5 \cdot 10^3$  radiolokačních impulzů za sekundu a každý impulz má dobu trvání  $0,6 \mu\text{s}$ . Určete největší a nejmenší vzdálenost objektu, kterou lze radiolokátorem zjišťovat.

## Řešení

$$n = 2,5 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}, t = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ s}; l_{\min} = ?, l_{\max} = ?$$

Aby bylo možné na obrazovce identifikovat odražený impulz, musí se vrátit k anténě radiolokátoru za dobu  $\tau$ , která je větší než  $t$ , ale menší než perioda  $T$  impulzů ( $T = 1/n$ ;  $n$  je počet impulzů za sekundu). Nejmenší vzdálenost  $l_{\min}$  zjištěná radiolokátorem tedy bude

$$l_{\min} = \frac{ct}{2} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{2} \text{ m} = 90 \text{ m}$$

a největší vzdálenost

$$l_{\max} = \frac{cT}{2} = \frac{c}{2n} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 2,5 \cdot 10^3} \text{ m} = 6 \cdot 10^4 \text{ m} = 60 \text{ km}.$$

Radiolokátorem lze zjišťovat objekty v nejmenší vzdálenosti 90 m a v největší vzdálenosti 60 km.

## Úlohy

První tři úlohy řešte samostatně ve skupinách.

## Skupina A

- 1 Oscilační obvod je tvořen kondenzátorem o kapacitě  $2 \mu\text{F}$  a cívkou o indukčnosti  $12 \text{ mH}$ . O kolik procent se změní frekvence oscilačního obvodu, jestliže ke kondenzátoru připojíme paralelně ještě jeden kondenzátor o stejné kapacitě?
- 2 Anténí dipól pro příjem televizního vysílání má délku  $0,75 \text{ m}$ . Pro jakou frekvenci televizního vysílače je určen?
- 3 Radiolokátor vyslal impulz elektromagnetického vlnění směrem k vodivé překážce a jeho přijí-

## Skupina B

- 1 Oscilační obvod je tvořen cívkou o indukčnosti  $2,5 \text{ mH}$  a kondenzátorem o kapacitě  $20 \mu\text{F}$ . O kolik procent se změní frekvence oscilačního obvodu, jestliže ke kondenzátoru připojíme sériově ještě jeden kondenzátor o stejné kapacitě?
- 2 Televizní vysílač ve II. televizním pásmu pracuje s frekvencí  $200 \text{ MHz}$ . Určete délku dipólu pro příjem tohoto vysílání.
- 3 Vodivá překážka je ve vzdálenosti  $12 \text{ km}$  od radiolokátoru. Jaká doba uplyne mezi vysláním



mač zaregistroval odražený impulz za  $60 \mu\text{s}$ . Určete vzdálenost překážky od radiolokátoru.

radiolokačního impulzu a jeho příjmem v radiolokátoru?

- 4 Do obvodu střídavého proudu o frekvenci  $400 \text{ Hz}$  je zařazena cívka o indukčnosti  $0,1 \text{ H}$ . Jaká musí být kapacita kondenzátoru připojeného do obvodu, aby nastala rezonance?
- 5 Oscilační obvod je tvořen cívkou o indukčnosti  $0,1 \text{ mH}$  a kondenzátorem s měnitelnou kapacitou od  $100 \text{ pF}$  do  $500 \text{ pF}$ . Určete rozsah vlastních frekvencí oscilátoru.
- 6 V oscilačním obvodu s kondenzátorem o kapacitě  $1 \mu\text{F}$  nastala rezonance při frekvenci  $400 \text{ Hz}$ . Ke kondenzátoru byl paralelně připojen další kondenzátor. Určete jeho kapacitu  $C_2$ , jestliže se rezonanční frekvence snížila na polovinu původní hodnoty.
- 7 Oscilační obvod, jehož cívka má indukčnost  $L$  a kondenzátor kapacitu  $C$ , kmitá netlumeně s amplitudou napětí  $U_m$  na kondenzátoru. Určete proud v okamžiku, kdy napětí na kondenzátoru bude poloviční.
- 8 Určete vlnovou délku elektromagnetického vlnění vyzařovaného vysílačem, jestliže náboj na deskách kondenzátoru v jeho oscilačním obvodu má amplitudu  $Q_m$  a proud v obvodu má amplitudu  $I_m$ . Rychlost elektromagnetického vlnění je  $v$ .
- 9 Za dipólem přijímací antény je pohyblivě umístěna vodivá deska. Při vzdalování desky od dipólu zjistíme, že se přijatý signál periodicky zesiluje a zeslabuje. Vzdálenost dvou sousedních poloh desky, v nichž nastalo zesílení signálu, je  $65 \text{ cm}$ . Určete frekvenci, na které pracuje vysílač.
- 10 Určete délku půlvlnného dipólu, jehož základní frekvence odpovídá frekvenci oscilačního obvodu s kondenzátorem o kapacitě  $10 \text{ pF}$  a cívkou o indukčnosti  $0,9 \mu\text{H}$ .
- 11 Určete délku půlvlnného dipólu pro vysílání a příjem elektromagnetického vlnění o frekvenci  $430 \text{ MHz}$  ve vzduchu a ve vodě ( $\epsilon_r = 81$ ;  $\mu_r = 1$ ).
- 12 Elektromagnetické vlnění o vlnové délce  $240 \text{ m}$  proniká ze vzduchu do stejnorodého prostředí, v němž se šíří rychlostí  $2 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Určete vlnovou délku elektromagnetického vlnění v tomto prostředí.

- 13 Radiolokátor je určen pro radiolokaci cílů ve vzdálenosti větší než  $30 \text{ km}$ . Určete maximální počet impulzů, které radiolokátor vyšle za sekundu.
- 14 Radiolokátor vysílá za sekundu  $4000$  impulzů elektromagnetického vlnění o vlnové délce  $15 \text{ cm}$ . Doba trvání jednoho impulzu je  $0,02 \mu\text{s}$ . Určete, kolik kmitů obsahuje jeden impulz a do jaké největší vzdálenosti lze radiolokátorem určovat cíle.
- 15 Výkonné radiolokátory umožňují experimentálně zjišťovat vzdálenost kosmických objektů. Při radiolokaci Měsíce se impulz odražený od jeho povrchu vrátil za  $2,563 \text{ s}$ . Určete vzdálenost Měsíce.