

EI2.C

Cvičení ze základů elektrotechniky 2. ročník

Podle knihy A Blahovec „Základy elektrotechniky v příkladech a úlohách“
zpracoval ing. Eduard Vladislav Kulhánek

Vyšší odborná a střední průmyslová škola elektrotechnická Františka Křižíka
Praha 1 Na Příkopě 16

Práce je zpracována jako pomůcka pro učitele pro efektivnější výuku předmětu.
Práce je volně šířitelná.

4.1.1. Plochou $0,005\text{m}^2$ prochází kolmo na plochu magnetický tok $0,004\text{Wb}$. Určete magnetickou indukci za předpokladu, že pole je homogenní.

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{0,004}{0,005} = 0,8\text{T}$$

4.1.11 V ploše 500mm^2 je stálá magnetická indukce $0,8\text{T}$. Určete, jak velký je magnetický tok, prostupující touto plochou, za předpokladu, že plocha je kolmá ke směru magnetické indukce.

$$\Phi = B \cdot S = 0,8 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$$

4.1.12. Jak velká je plocha, kterou prochází kolmo magnetický tok $\Phi = 0,00018\text{Wb}$ při magnetické indukci $B = 1,2\text{T}$?

$$S = \frac{\Phi}{B} = \frac{0,00018}{1,2} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 = 1,5\text{cm}^2$$

4.1.13 Určete počet závitů cívky tak, aby při proudu $6,3\text{A}$ měla cívka magnetomotorické napětí 26000A .

$$N = \frac{Fm}{I} = \frac{26000}{6,3} = 4000\text{z}$$

4.1.14. Stanovte intenzitu magnetického pole ve vzduchové mezeře o délce $\ell = 4\text{mm}$ je-li magnetomotorické napětí 1120A . (Magnetický odpor železa zanedbáváme).

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{1120}{0,004} = 280000\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.1.15. Určete magnetické napětí, které vyvolá magnetickou indukci $0,25\text{T}$ ve vzduchové mezeře tloušťky 2mm .

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{0,25}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 199000\text{A} \cdot \text{m}^{-1} \quad Fm = H \cdot \ell = 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 398\text{A}$$

4.1.16. Určete tloušťku vzduchové mezery, kterou prochází magnetický tok $0,00145\text{Wb}$ kolmo k ploše 24cm^2 při magnetomotorickém napětí 2895A .

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{0,00145}{0,0024} = 0,6\text{T} \quad H = \frac{B}{\mu} = \frac{0,6}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 478000\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\ell = \frac{Fm}{H} = \frac{2895}{478000} = 6\text{mm}$$

4.2.1. Určete intenzitu magnetického pole ve vzdálenosti 8cm od středu vodiče, kterým prochází proud $0,4\text{A}$.

$$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{0,4}{2 \cdot \pi \cdot 0,08} = 0,796\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.2.11. V jaké vzdálenosti od vodiče, kterým prochází proud 4A je intenzita magnetického pole

$$0,4 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}?$$

$$r = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot H} = \frac{4}{2 \cdot \pi \cdot 0,4} = 1,59 \text{ m}$$

4,2,12, Jak velký proud musí procházet vodičem, aby byla ve vzdálenosti 15cm od osy vodiče intenzita magnetického pole $20 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$?

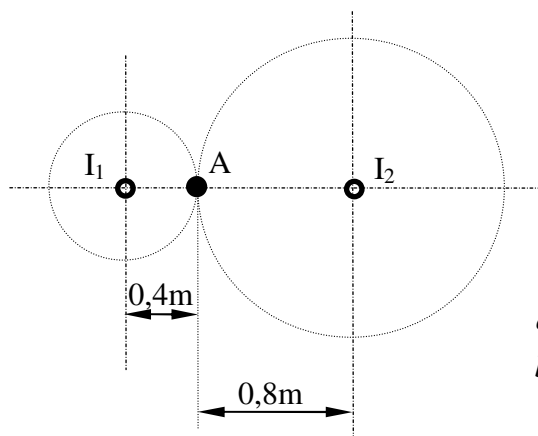
$$I = H \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = 20 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,15 = 18,8 \text{ A}$$

4.2.2. Určete intenzitu magnetického pole v místě A mezi dvěma rovnoběžnými vodiči, jejichž

osová vzdálenost je 1,2m. Proud $I_1=20\text{A}$, proud $I_2=15\text{A}$. Intenzitu magnetického pole vypočítejte pro případ, že:

a) proud v obou vodičích má souhlasný směr

b) proud v obou vodičích má nesouhlasný směr



$$H_1 = \frac{I_1}{2 \cdot \pi \cdot r_1} = \frac{20}{2 \cdot \pi \cdot 0,4} = 8 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$H_2 = \frac{I_2}{2 \cdot \pi \cdot r_2} = \frac{15}{2 \cdot \pi \cdot 0,8} = 3 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$a) \dots H_a = H_1 - H_2 = 8 - 3 = 5 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$b) \dots H_b = H_1 + H_2 = 8 + 3 = 11 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.2.13 Určete magnetickou indukci ve vzdálenosti 10 cm od osy vodiče. Přímým vodičem, který je ve vzduchoprázdnu prochází proud 50 A.

$$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{50}{2 \cdot \pi \cdot 0,1} = 79,6 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 79,6 = 10^{-4} \text{ T}$$

4.2.14. Určete proud který prochází přímým vodičem, byla-li ve vzdálenosti 10cm od jeho osy ve vzduchu magnetická indukce $0,002 \text{ T}$.

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{0,002}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 1590 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$I = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot H = 2 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 1590 = 1000 \text{ A}$$

4.2.3. Ve vodiči o průměru $0,012 \text{ m}$ je hustota proudu $4 \text{ A} \cdot \text{mm}^{-2}$. Určete intenzitu magnetického pole: a) na povrchu vodiče

b) ve vzdálenosti 50mm od osy vodiče

c) ve vzdálenosti 3mm od osy vodiče

$$a) S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \pi \cdot \frac{0,012^2}{4} = 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$I = J \cdot S = 4 \cdot 10^6 \cdot 1,13 \cdot 10^{-4} = 452 \text{ A}$$

$$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot \frac{d}{2}} = \frac{452}{2 \cdot \pi \cdot \frac{0,012}{2}} = 12000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\text{b) } H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot R} = \frac{452}{2 \cdot \pi \cdot 0,05} = 1440 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\text{c) } H = \frac{J}{2} \cdot r_2 = \frac{4 \cdot 10^6}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 6000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.2.15 Určete proud, který prochází vodičem o průměru 10 mm, je-li intenzita magnetického pole ve vzdálenosti 2 mm od středu vodiče $3000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$.

$$I = \frac{2 \cdot \pi \cdot H \cdot r_{\text{vodiče}}^2}{r} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 3000 \cdot 0,005^2}{0,002} = 235,6 \text{ A}$$

4.2.4. Stanovte intenzitu magnetického pole a magnetickou indukci ve středu tenké cívky s 20 závitů. Proud je 2A, střední poloměr cívky je 4cm.

$$H = \frac{N \cdot I}{2 \cdot r} = \frac{20 \cdot 2}{2 \cdot 0,04} = 500 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 500 = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

4.2.16. Určete proud ve vinutí tenké cívky o 24 závitů. Poloměr cívky je $r=5\text{cm}$. Intenzita magnetického pole ve středu cívky je $120 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$.

$$I = \frac{H \cdot 2 \cdot r}{N} = \frac{120 \cdot 2 \cdot 0,05}{24} = 0,5 \text{ A}$$

4.2.5. Určete magnetickou indukci a magnetický tok v prstencové cívce. Střední průměr prstence je 160mm, průřez cívky je 12cm^2 . Cívka má 750 závitů. Proud cívkou je 16A. Intenzita magnetického pole je po celém průřezu konstantní. Prostředí uvnitř cívky je vzduch.

$$Fm = N \cdot I = 750 \cdot 16 = 12000 \text{ A} \quad H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{12000}{\pi \cdot 0,16} = 23870 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 23870 = 0,03 \text{ T} \quad \Phi = B \cdot S = 0,03 \cdot 12 \cdot 10^{-4} = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$$

4.2.17 Stanovte budící proud cívky toroidu. Počet závitů cívky je 600, délka střední silové čáry je 480 mm, poměrná permeabilita je 530 a magnetická indukce je 1,25 T.

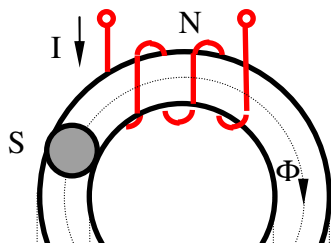
$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{1,25}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 530} = 1877 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad Fm = H \cdot \ell = 1877 \cdot 0,48 = 900 \text{ A}$$

$$I = \frac{Fm}{N} = \frac{900}{600} = 1,5 \text{ A}$$

4.2.18. Určete intenzitu magnetického pole toroidu. Magnetický tok je $3 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$, průřez cívky je 2cm^2 a poměrná permeabilita je 597.

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-4}} = 1,5 \text{ T} \quad H = \frac{B}{\mu} = \frac{1,5}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 597} = 2000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

4.2.19. Stanovte počet závitů budící cívky prstence podle obrázku, kde $d_1=6\text{cm}$ a $d_2=10\text{cm}$. Budící proud cívky je 2A, magnetický tok je $1,57 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$, $\mu_r=1$.



$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{1,57 \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot 1^2 \cdot 10^{-4}} = 0,005 T$$

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{0,005}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 3980 A \cdot m^{-1}$$

$$Fm = H \cdot \ell = 3980 \cdot \pi \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 1000 A$$

$$N = \frac{Fm}{I} = \frac{1000}{2} = 500 \text{ závitů}$$

4.2.20. Určete poměrnou permeabilitu toroidního kroužku, je-li magnetický tok $8 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$, průřez prstence 10 cm^2 , cívka má 400 závitů a prochází jí proud $1,5 \text{ A}$. Délka střední silové čáry je 10 cm .

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-3}} = 0,8 T$$

$$Fm = N \cdot I = 400 \cdot 1,5 = 600 A$$

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{600}{0,1} = 6000 A \cdot m^{-1}$$

$$\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} = \frac{0,8}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 6000} = 106$$

4.2.6. Vypočtěte intenzitu magnetického pole, magnetickou indukci a magnetický tok uprostřed

válcové cívky délky 200 mm , průměru 4 mm s 500 závitů. Vinutím prochází proud $0,5 \text{ A}$, poměrná permeabilita je 1 .

$$Fm = N \cdot I = 500 \cdot 0,5 = 250 A$$

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{250}{0,2} = 1250 A \cdot m^{-1}$$

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1250 = 0,00157 T \quad S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 10^{-6}}{4} = 12,6 \cdot 10^{-6} m^2$$

$$\Phi = B \cdot S = 0,00157 \cdot 12,6 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Wb}$$

4.2.21 Jak velký proud musí procházet vinutím válcové cívky délky 5 cm se 100 závitů, má-li být magnetická indukce v jádru cívky $7,536 \cdot 10^{-3} \text{ T}$. Prostředí uvnitř cívky je vzduch.

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{7,536 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 6000 A \cdot m^{-1}$$

$$Fm = H \cdot \ell = 5997 \cdot 0,05 = 300 A$$

$$I = \frac{Fm}{N} = \frac{300}{100} = 3 A$$

4.2.22. Určete magnetickou indukci a magnetický tok dlouhé cívky s poměrnou permeabilitou $\mu_r = 65$. Délka cívky je 50 cm , průřez cívky je 12 cm^2 . Cívka má 750 závitů a prochází jí proud 16 A .

$$Fm = N \cdot I = 750 \cdot 16 = 12000 A$$

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{12000}{0,5} = 24000 A \cdot m^{-1}$$

$$B = \mu \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 65 \cdot 24000 = 1,96 T$$

$$\Phi = B \cdot S = 1,96 \cdot 12 \cdot 10^{-4} = 0,00235 \text{ Wb}$$

4.2.23. Určete počet závitů 100 mm dlouhé cívky. Má-li být intenzita magnetického pole $1500 A \cdot m^{-1}$, musí cívkou procházet proud $0,5 \text{ A}$. Prostředí uvnitř cívky je vzduch.

$$Fm = H \cdot \ell = 1500 \cdot 0,1 = 150 A$$

$$N = \frac{Fm}{I} = \frac{150}{0,5} = 300 \text{ závitů}$$

4.3.1. Určete sílu, která působí na vodič v magnetickém poli o indukci 0,8T. Vodičem prochází proud 125A a jeho aktivní délka je 60mm.

$$F = B \cdot I \cdot \ell = 0,8 \cdot 125 \cdot 0,06 = 6 N$$

4.3.11 Vypočtete potřebnou magnetickou indukci tak, aby vodič dlouhý 180 cm, kterým prochází proud 30 A byl vychylován silou 108 N.

$$B = \frac{F}{I \cdot \ell} = \frac{108}{30 \cdot 1,8} = 2 T$$

4.3.12. Určete proud, procházející vodičem o délce 200mm. Vodič je kolmý na směr pole indukci 0,9T a je vytlačován silou 18N.

$$I = \frac{F}{B \cdot \ell} = \frac{18}{0,9 \cdot 0,2} = 100 A$$

4.3.2. Určete, jakou silou se přitahují ve vzduchu vodiče, dlouhé 1,5m, vzdálené od sebe 500mm. Jedním vodičem prochází proud 1000A, druhým vodičem prochází proud 1500A.

$$F = \frac{2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \ell}{a} \cdot 10^{-7} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 1500 \cdot 1,5}{0,5} \cdot 10^{-7} = 0,9 N$$

4.3.13 Stanovte sílu, kterou budou odpuzovány dva vodiče. Oběma prochází stejný proud 50A nesouhlasným směrem. Vlivem zkratového spojení dojde k dvacetinásobnému nárůstu proudu. Vodiče jsou od sebe vzdáleny 20cm a jsou dlouhé 2m.

Před zkratem
$$F = \frac{2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \ell}{a} \cdot 10^{-7} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 2}{0,2} \cdot 10^{-7} = 0,005 N$$

Po zkratu
$$F = \frac{2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \ell}{a} \cdot 10^{-7} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 2}{0,2} \cdot 10^{-7} = 2 N$$

4.3.14. Dva souběžné vodiče, délky 5m, jimiž prochází stejný proud ve stejném smyslu, jsou při osově vzdálenosti 0,4m přitahovány ve vzduchu silou $2,5 \cdot 10^{-4} N$. Stanovte proud ve vodičích.

$$F = \frac{2 \cdot I \cdot I \cdot \ell}{a} \cdot 10^{-7} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{F \cdot a}{2 \cdot \ell \cdot 10^{-7}}} = \sqrt{\frac{2,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,4}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-7}}} = 10 A$$

4.3.15. Stanovte velikost a rozměr permeability vakua μ_0 z definice proudu 1A.

Definice proudu 1 A.

Stejnoseměrný proud 1A je takový proud, který při průchodu dvěma rovnoběžnými, přímými, nekonečně dlouhými a nekonečně tenkými vodiči, vzdálenými od sebe 1m, vyvolá mezi nimi ve vakuu sílu $2 \cdot 10^{-7}$ N na každý metr jejich délky.

$$F = B \cdot I \cdot \ell = \mu_0 \cdot H \cdot I \cdot \ell = \mu_0 \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot a} \cdot I \cdot \ell = 2 \cdot 10^{-7} N$$

$$\mu_0 = \frac{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot a \cdot 10^{-7}}{I \cdot I \cdot \ell} = \frac{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^{-7}}{1 \cdot 1 \cdot 1} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} H \cdot m^{-1}$$

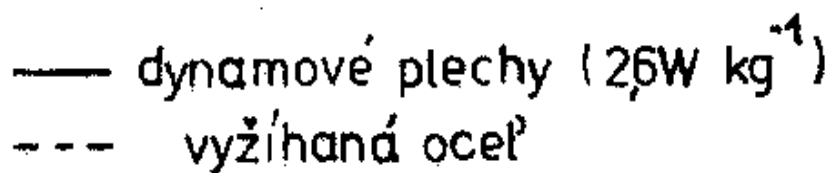
4.4.1. Určete poměrnou permeabilitu šedé litiny, při intenzitě magnetického pole $6000 A \cdot m^{-1}$.

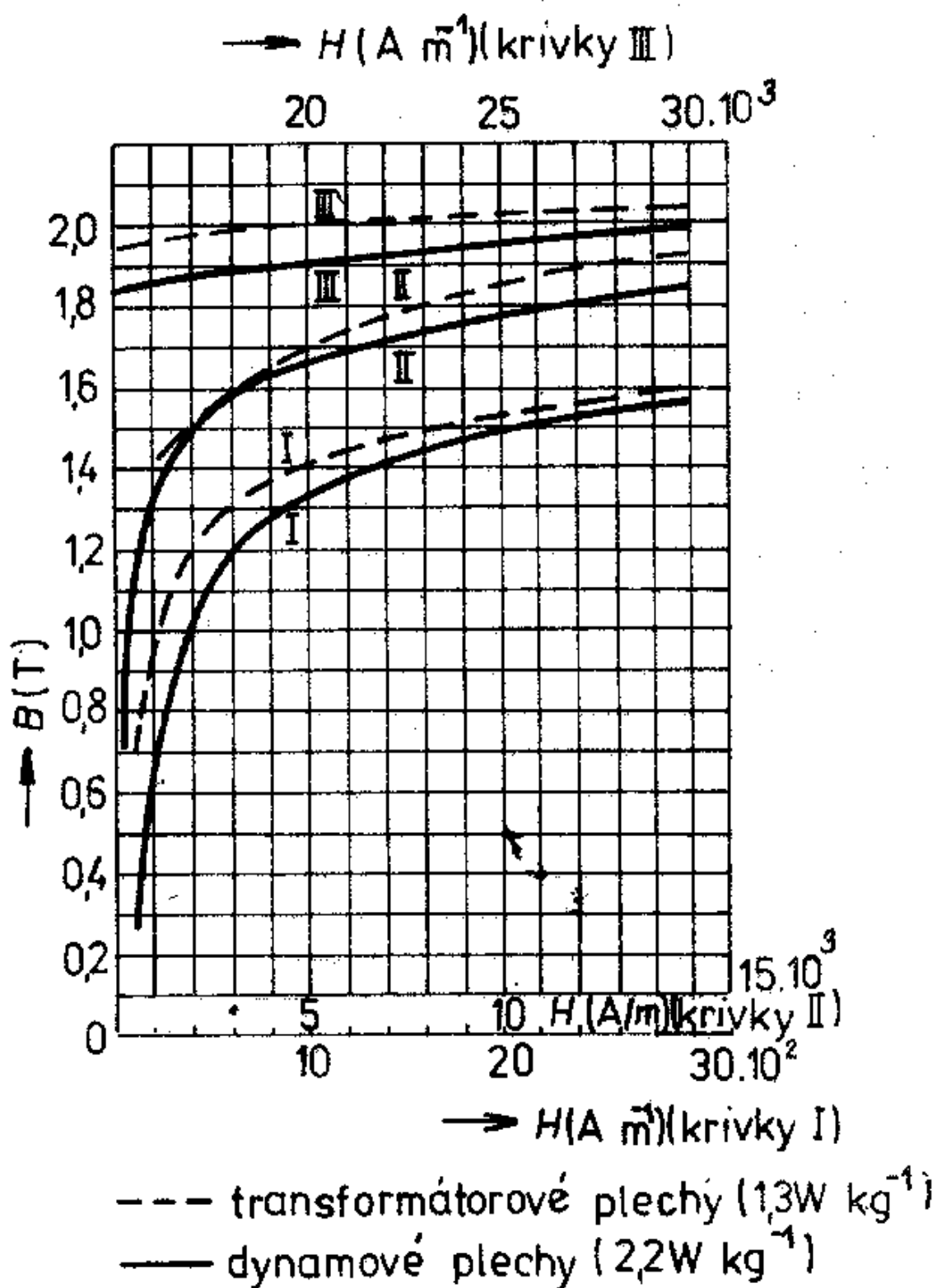
B odečteno z grafu $B=0,8T$ $\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} = \frac{0,8}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 6000} = 106$

4.4.11 Určete poměrnou permeabilitu pro litou ocel při magnetické indukci 1,6 T.

Z grafu $B = f(H)$ jsme odečetli $H = 7000 A \cdot m^{-1}$

$$\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} = \frac{1,6}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 7000} = 182$$





4.4.12. Určete poměrnou permitivitu vyžíhané oceli při intenzitě magnetického pole $600 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$.

B odečteno $B = 1,3 \text{ T}$ $\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} = \frac{1,3}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 600} = 1720$

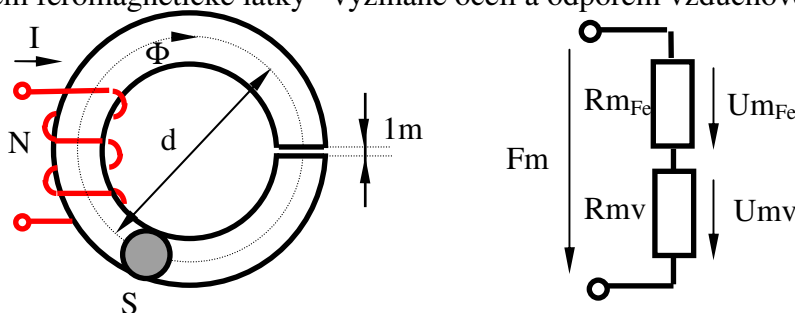
4.4.13. Určete poměrnou permitivitu šedé litiny při magnetické indukci $0,9 \text{ T}$.

H odečteno $H = 9000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ $\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} = \frac{0,9}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 9000} = 80$

4.4.14. Permeabilita prostředí je při určité indukci $26,4 \cdot 10^{-4} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$. Určete velikost poměrné permeability.

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{26,4 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 2100$$

4.5.1. Určete proud, potřebný k vybuzení magnetického toku $6 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$. Magnetický obvod je tvořen toroidním kroužkem o středním průměru 20 cm , průřezu 50 cm^2 , je z vyžíhané oceli a je přerušen vzduchovou mezerou $0,1 \text{ mm}$. Na toroidu je navinuta cívka s 1000 závitů. Obvod je tvořen magnetickým odporem feromagnetické látky - vyžíhané oceli a odporem vzduchové mezery.



$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 1,2 \text{ T} \quad Um_{Fe} = H_{Fe} \cdot \ell_{Fe} = 470 \cdot (\pi \cdot 200 - 0,1) \cdot 10^{-3} = 295 \text{ A}$$

$$Um_v = \frac{B}{\mu_0} \cdot \ell_v = \frac{1,2}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 95,5 \text{ A} \quad Fm = Um_{Fe} + Um_v = 295 + 95,5 = 390,5 \text{ A}$$

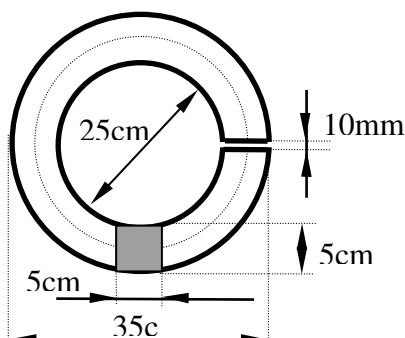
$$I = \frac{Fm}{N} = \frac{390,5}{1000} = 0,39 \text{ A}$$

4.5.11. Prstenec z šedé litiny má vnitřní průměr 25 cm , vnější průměr 35 cm . Průřez je čtvercový. Na prstenci je navinuto 500 závitů. Budící proud je $4,5 \text{ A}$. Vypočtete magnetický tok.

$$Fm = N \cdot I = 500 \cdot 4,5 = 2250 \text{ A} \quad H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{2250}{30 \cdot 10^{-2} \cdot \pi} = 2387 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

Z funkce $B = f(H)$ odečteme $B = 0,6 \text{ T}$ $\Phi = B \cdot S = 0,6 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$

4.5.12. Z prstence o rozměrech podle úlohy 4.5.11. vyřízněte vrstvu, tloušťky 10 mm a tak vznikne vzduchová mezera. Jak velké magnetické napětí a budící proud jsou potřebné na vytvoření magnetického toku $2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$.



$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 0,8 \text{ T}$$

$$H_{LIT} = 6 \cdot 10^3 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \text{ odečteno}$$

$$H_v = \frac{B}{\mu_0} = \frac{0,8}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 637000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$Um_{LIT} = H_{LIT} \cdot \ell_{LIT} = 6 \cdot 10^3 \cdot (\pi \cdot 300 - 10) \cdot 10^{-3} = 5600 \text{ A}$$

$$Um_v = H_v \cdot \ell_v = 637000 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 6370 \text{ A}$$

$$I = \frac{Um_{LT} + Um_v}{N} = \frac{5600 + 6370}{500} = 23,9 A$$

4.5.13. Určete počet závitů budící cívky magnetického obvodu, složeného ze dvou materiálů, z lité oceli s délkou střední indukční čáry 10cm a průřezem 6cm² a z feromagnetického materiálu, který má při magnetickém toku 10⁻³ Wb poměrnou permeabilitu 1600, délku střední indukční čáry 15cm a průřez 20cm². Budící proud je 1A.

$$B_2 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{10^{-3}}{20 \cdot 10^{-4}} = 0,5 T \quad B_1 = \frac{\Phi}{S_1} = \frac{10^{-3}}{6 \cdot 10^{-4}} = 1,66 T$$

$$H_2 = \frac{B_2}{\mu_o \cdot \mu_r} = \frac{0,5}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1600} = 250 A \cdot m^{-1} \quad H_1 = 9000 A \cdot m^{-1} \text{ odečteno}$$

$$Um_2 = H_2 \cdot \ell_2 = 250 \cdot 0,15 = 37 A \quad Um_1 = H_1 \cdot \ell_1 = 9000 \cdot 0,1 = 9000 A$$

$$Fm = Um_1 + Um_2 = 900 + 37 = 937 A \quad N = \frac{Fm}{I} = \frac{937}{1} = 937 \text{ záv.}$$

4.5.14. Stanovte budící proud a celkový magnetický odpor magnetického obvodu, složeného z těchto čtyř částí:

- 1) litá ocel s průřezem 15cm² a délkou střední indukční čáry 12cm.
- 2) dynamové plechy (2,2W·kg⁻¹) s průřezem 25cm² a délkou střední indukční čáry 16cm.
- 3) šedá litina s průřezem 25cm² a délkou střední indukční čáry 8cm.
- 4) vzduchová mezera tloušťky 4mm, která je mezi dynamovými plechy a šedou litinou (S=25cm²).

Budící cívka má 5000 závitů. Obvodem prochází magnetický tok 1,5·10⁻³Wb.

$$B_1 = \frac{\Phi}{S_1} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{15 \cdot 10^{-4}} = 1 T \quad B_2 = B_3 = B_4 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-4}} = 0,6 T$$

$$H_1 \text{ z grafu } H_1 = 1000 A \cdot m^{-1} \quad H_2 \text{ z grafu } H_2 = 200 A \cdot m^{-1} \quad H_3 \text{ z grafu } H_3 = 3000 A \cdot m^{-1}$$

$$H_4 = \frac{B_4}{\mu_0} = \frac{0,6}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 477000 A \cdot m^{-1} \quad Um_1 = H_1 \cdot \ell_1 = 1000 \cdot 0,12 = 120 A$$

$$Um_2 = H_2 \cdot \ell_2 = 200 \cdot 0,16 = 32 A \quad Um_3 = H_3 \cdot \ell_3 = 3000 \cdot 0,08 = 240 A$$

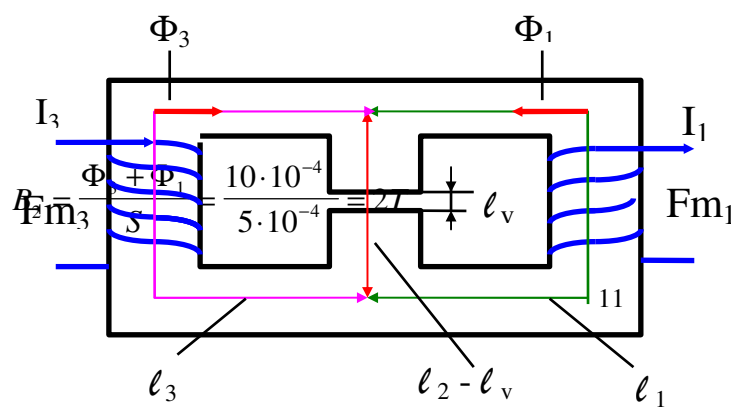
$$Um_4 = H_4 \cdot \ell_4 = 477000 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 1910 A$$

$$Fm = \sum_{x=1}^4 Um_x = 120 + 32 + 240 + 1910 = 2302 A$$

$$I = \frac{Fm}{N} = \frac{2302}{5000} = 0,46 A$$

$$Rm = \frac{Fm}{\Phi} = \frac{2302}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 1,53 \cdot 10^6 H^{-1}$$

4.5.15 Určete magnetomotorická napětí Fm₁ a Fm₃ pro dané velikosti a směry magnetických toků Φ₁ a Φ₃. Označte směry budících proudů I₁ a I₃. Feromagnetické prostředí tvoří dynamové plechy (2,2 W·kg⁻¹). Φ₁ = 6 · 10⁻⁴ Wb, Φ₃ = 4 · 10⁻⁴ Wb, ℓ₁ = 60 cm, ℓ₂ = 20 cm, ℓ₃ = 80 cm, ℓ₄ = 0,1 cm, S₁ = S₂ = S₃ = 5 cm².



$$B_1 = \frac{\Phi_1}{S} = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-4}} = 1,2 T$$

$$B_3 = \frac{\Phi_3}{S} = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-4}} = 0,8T$$

$$H_1 = 600 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$H_2 = 3 \cdot 10^4 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$H_3 = 280 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$H_v = \frac{B_2}{\mu_o} = \frac{2}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 1591549 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$Um_1 = H_1 \cdot \ell_1 = 600 \cdot 0,6 = 360 \text{ A}$$

$$Um_2 = H_2 \cdot \ell_2 = 3 \cdot 10^4 \cdot 0,199 = 5970 \text{ A}$$

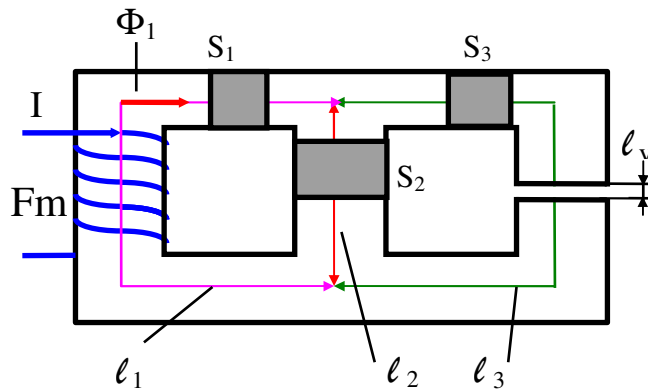
$$Um_3 = H_3 \cdot \ell_3 = 280 \cdot 0,8 = 224 \text{ A}$$

$$Um_v = H_v \cdot \ell_v = 1591549 \cdot 0,001 = 1592 \text{ A}$$

$$Fm_1 = Um_1 + Um_2 + Um_v = 360 + 5970 + 1592 = 7922 \text{ A}$$

$$Fm_3 = Um_3 + Um_2 + Um_v = 224 + 5970 + 1592 = 7786 \text{ A}$$

4.5.16. Určete tloušťku vzduchové mezery magnetického obvodu dle obrázku. $\Phi_1 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$, $\ell_1 = 40 \text{ cm}$, $\ell_2 = 12 \text{ cm}$, $\ell_3 = 30 \text{ cm}$, $S_1 = 4 \text{ cm}^2$, $S_2 = 2 \text{ cm}^2$, $S_3 = 4 \text{ cm}^2$ a $Fm = 1800 \text{ A}$. Obvod je složen z dynamových plechů s měrnými ztrátami $2,2 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$.



$$B_1 = \frac{\Phi_1}{S_1} = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-4}} = 1,5T$$

$$H_1 = 2100 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$Um_1 = H_1 \cdot \ell_1 = 2100 \cdot 0,4 = 840 \text{ A}$$

$$Um_2 = Fm - Um_1 = 1800 - 840 = 960 \text{ A}$$

$$H_2 = \frac{Um_2}{\ell_2} = \frac{960}{0,12} = 8000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$B_2 \text{ odečteno} \quad B_2 = 1,73T$$

$$\Phi_2 = B_2 \cdot S_2 = 1,73 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 3,46 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\Phi_3 = \Phi_1 - \Phi_2 = 6 \cdot 10^{-4} - 3,46 \cdot 10^{-4} = 2,54 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$B_3 = \frac{\Phi_3}{S_3} = \frac{2,54 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-4}} = 0,635T$$

$$H_{3Fe} \text{ odečteno} \quad H_{3Fe} = 2 \cdot 10^3 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$H_v = \frac{B_3}{\mu_o} = \frac{0,635}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 505300 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \ell_v = \frac{Um_2 - H_{3Fe} \cdot \ell_3}{H_v} = \frac{960 - 2 \cdot 10^2 \cdot 0,3}{505300} = 1,78 \text{ mm}$$

Kniha uvádí 2mm, jedná se nejspíš o jiný odečet z grafu.

4.5.2. Určete magnetický tok v jádru z dynamových plechů (měrné ztráty $2,2 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$). Jádro je tvořeno toroidním kroužkem se středním průměrem 30cm a o průřezu 5 cm^2 . Kroužek je přerušen vzduchovou mezerou tloušťky 2mm. Budící cívka má 1500 závitů a prochází jí proud 1,6A.

$$\text{Zvolíme magnetický tok } \Phi_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} \quad B_1 = \frac{\Phi_1}{S} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-4}} = 0,4 \text{ T}$$

$$H_1 \text{ odečteno } H_1 = 130 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad H_{v1} = \frac{B_1}{\mu_o} = \frac{0,4}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 3,2 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

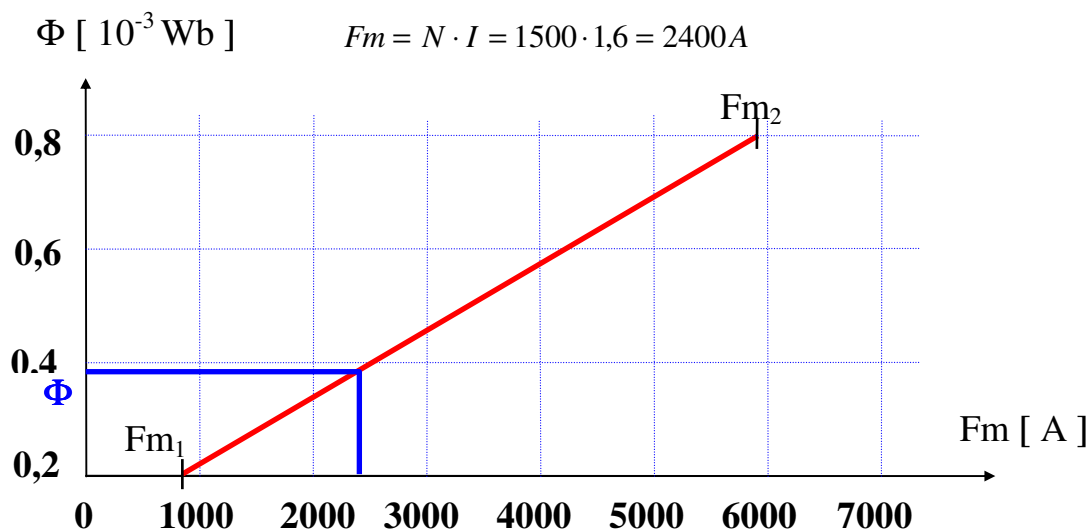
$$\ell_1 = \pi \cdot d - \ell_v = \pi \cdot 0,3 - 0,002 = 0,94 \text{ m}$$

$$Fm_1 = H_1 \cdot \ell_1 + H_{v1} \cdot \ell_v = 130 \cdot 0,94 + 320000 \cdot 0,002 = 762 \text{ A}$$

$$\text{Zvolíme magnetický tok } \Phi_2 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} \quad B_2 = \frac{\Phi_2}{S} = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-4}} = 1,6 \text{ T}$$

$$H_2 \text{ odečteno } H_2 = 3500 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad H_{v2} = \frac{B_2}{\mu_o} = \frac{1,6}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 1,28 \cdot 10^6 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$Fm_2 = H_2 \cdot \ell_1 + H_{v2} \cdot \ell_v = 3500 \cdot 0,94 + 1280000 \cdot 0,002 = 5850 \text{ A}$$



Pro dané magnetomotorické napětí $Fm = 2400 \text{ A}$ jsme odečetli $\Phi = 0,38 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$. Tento údaj je zatížen chybou proto, že $\Phi = f(Fm)$ není funkce lineární.

4.5.17. Určete magnetický tok podle zadání z příkladu 4.5.2. s tím, že průřez jádra bude 2 cm^2 .

$$\text{Zvolíme magnetický tok } \Phi_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} \quad B_1 = \frac{\Phi_1}{S} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-4}} = 1 \text{ T}$$

$$H_1 \text{ odečteno} \quad H_1 = 400 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad H_{v1} = \frac{B_1}{\mu_o} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 7,96 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\ell_1 = \pi \cdot d - \ell_v = \pi \cdot 0,3 - 0,002 = 0,94 \text{ m}$$

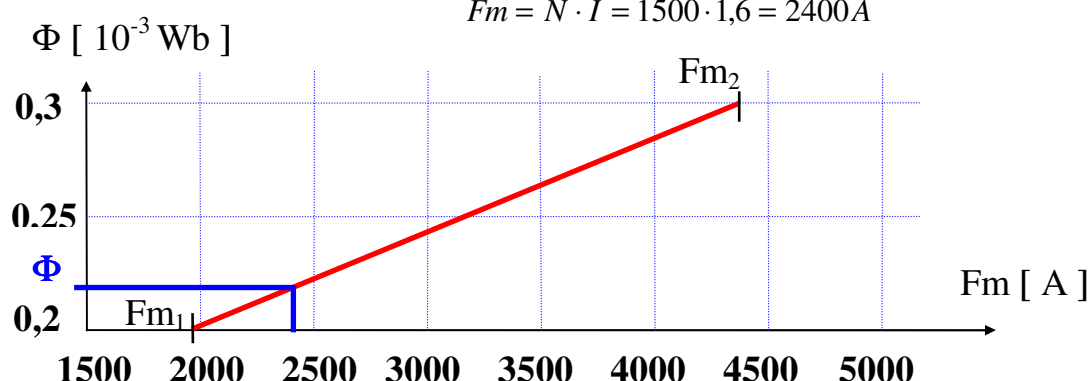
$$Fm_1 = H_1 \cdot \ell_1 + H_{v1} \cdot \ell_v = 400 \cdot 0,94 + 796000 \cdot 0,002 = 1968 \text{ A}$$

$$\text{Zvolíme magnetický tok } \Phi_2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} \quad B_2 = \frac{\Phi_2}{S} = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-4}} = 1,5 \text{ T}$$

$$H_2 \text{ odečteno} \quad H_2 = 2000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad H_{v2} = \frac{B_2}{\mu_o} = \frac{1,5}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 1,194 \cdot 10^6 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$Fm_2 = H_2 \cdot \ell_1 + H_{v2} \cdot \ell_v = 2000 \cdot 0,94 + 1194000 \cdot 0,002 = 4367 \text{ A}$$

$$Fm = N \cdot I = 1500 \cdot 1,6 = 2400 \text{ A}$$



Pro dané magnetomotorické napětí $Fm = 2400 \text{ A}$ jsme odečetli $\Phi = 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$.
Tento údaj je zatížen chybou proto, že $\Phi = f(Fm)$ není funkce lineární.

4.5.18. Určete magnetický tok v obvodu složeném ze dvou částí stejného materiálu, z lité oceli

různých průřezů a různých délek středních indukčních čar. $S_1 = 6 \text{ cm}^2$, $\ell_1 = 10 \text{ cm}$, $S_2 = 10 \text{ cm}^2$, $\ell_2 = 15 \text{ cm}$. Budící cívka má 1000 závitů, proud je 1 A.

$$\text{Volíme } \Phi_x = 9 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} \quad B_{1x} = \frac{\Phi_x}{S_1} = \frac{9 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-4}} = 1,5 \text{ T}$$

$$B_{2x} = \frac{\Phi_x}{S_2} = \frac{9 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 10^{-4}} = 0,9 \text{ T}$$

$$H_{2x} = 700 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$H_{1x} = 4400 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$Fm = N \cdot I = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ A}$$

$$Fm_x = H_{1x} \cdot \ell_1 + H_{2x} \cdot \ell_2 = 4400 \cdot 0,1 + 700 \cdot 0,15 = 545 \text{ A}$$

$$\text{Volíme } \Phi_y = 11 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

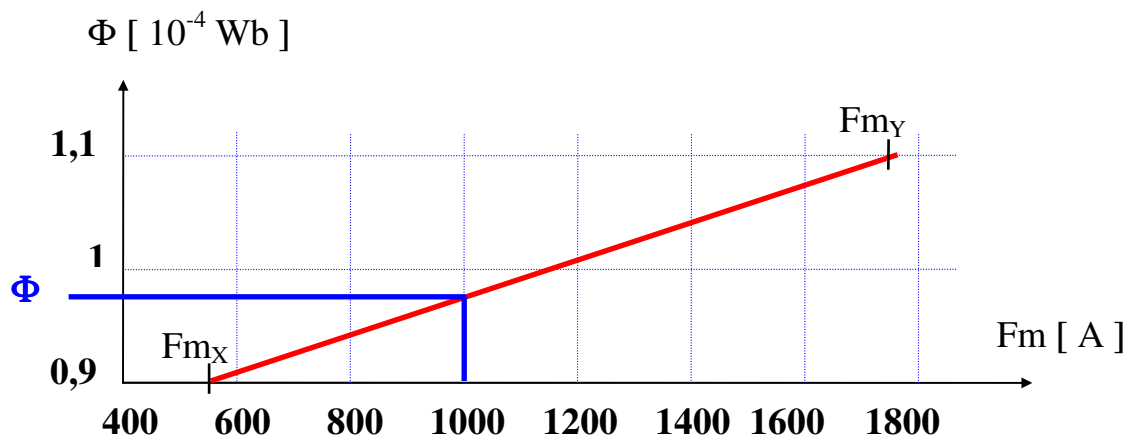
$$B_{1y} = \frac{\Phi_y}{S_1} = \frac{11 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-4}} = 1,83 \text{ T}$$

$$B_{2y} = \frac{\Phi_y}{S_2} = \frac{11 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 10^{-4}} = 1,1 \text{ T}$$

$$H_{2y} = 1100 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

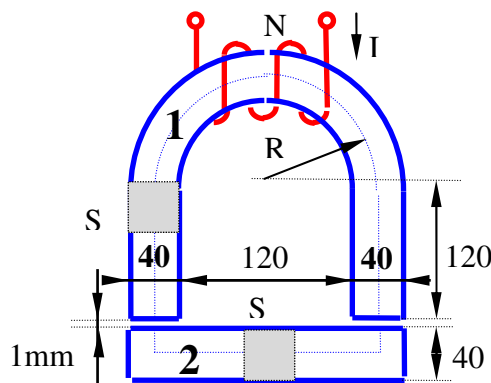
$$H_{1y} = 16000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$Fm_y = 16000 \cdot 0,1 + 1100 \cdot 0,15 = 1765 \text{ A}$$



Výsledný magnetický tok je $\Phi = 0,975 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$

4.5.19. Určete magnetický tok elektromagnetu podkovovitého tvaru a čtvercového průřezu podle obrázku, je-li magnetomotorické napětí 3000A. Díl 1 je z dynamových plechů ($2,2 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$) a díl 2 je z vyžíhané oceli.



$$\ell_1 = 0,12 + 0,12 + 0,08 \cdot \pi = 0,49 \text{ m}$$

$$\ell_2 = 0,12 + 0,04 + 0,04 = 0,2 \text{ m}$$

$$S_1 = S_2 = S_v = 0,04^2 = 16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Volíme } \Phi = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$B_1 = \frac{\Phi_1}{S_1} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 1,25 \text{ T}$$

$$H_{1,1} = 700 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \text{ odečteno}$$

$$H_{2,1} = 500 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \text{ odečteno}$$

$$H_{v1} = \frac{B_1}{\mu_o} = \frac{1,25}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 9,95 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$Fm_1 = H_1 \cdot \ell_1 + H_2 \cdot \ell_2 + H_{v1} \cdot \ell_v = 700 \cdot 0,49 + 500 \cdot 0,2 + 995000 \cdot 0,002 = 2433 \text{ A}$$

$$\text{Volíme } \Phi = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

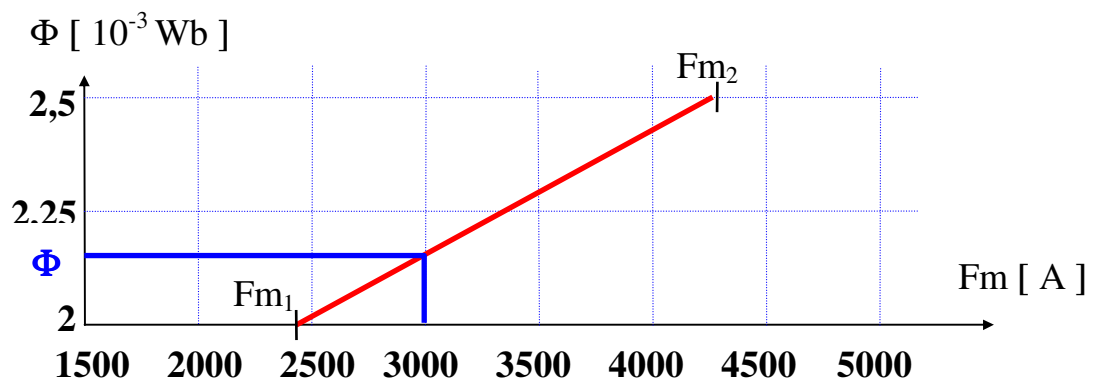
$$B_2 = \frac{\Phi_2}{S_1} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 1,56 \text{ T}$$

$$H_{1,2} = 2800 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \text{ odečteno}$$

$$H_{2,2} = 2000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \text{ odečteno}$$

$$H_{v2} = \frac{B_2}{\mu_o} = \frac{1,56}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 12,4 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

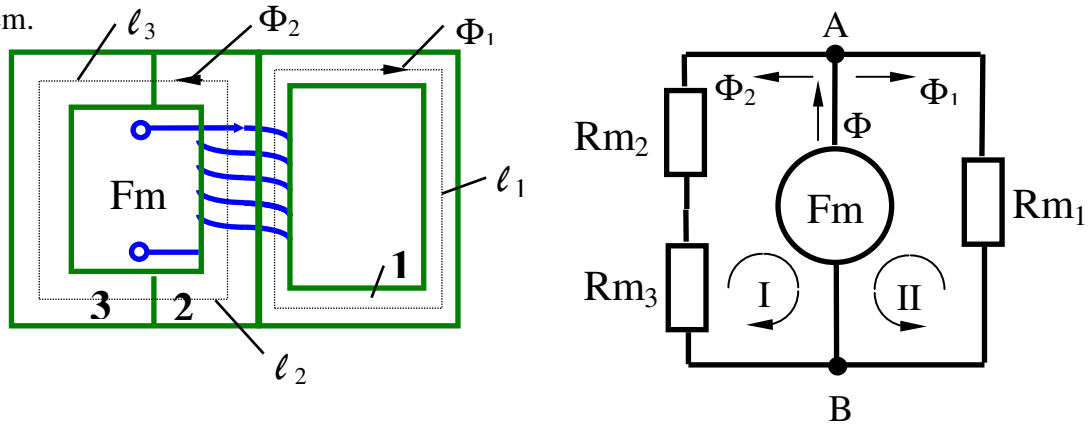
$$Fm_1 = H_1 \cdot \ell_1 + H_2 \cdot \ell_2 + H_{v1} \cdot \ell_v = 2800 \cdot 0,49 + 2000 \cdot 0,2 + 1240000 \cdot 0,002 = 4250 \text{ A}$$



Výsledný magnetický tok je $\Phi = 2,15 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$

4.5.3. Určete magnetický tok Φ_2 magnetického obvodu, složeného ze tří různých materiálů, viz

obrázek. Magnetický tok $\Phi_1 = 1,3 \cdot 10^{-3}$ Wb. Část 1 magnetického obvodu je z lité oceli, průřezu 10cm^2 a střední indukční čáry 46cm. Část 2 magnetického obvodu je z dynamových plechů ($2,2\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$), má průřez 16cm^2 a délku střední indukční čáry 40cm. Část 3 magnetického obvodu je z vyžíhané oceli průřezu 16cm^2 a má délku střední indukční čáry 50cm.



$$B_1 = \frac{\Phi_1}{S_1} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} = 1,3T$$

$$H_1 = 2000 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$Fm = Um_1 = H_1 \cdot \ell_1 = 2 \cdot 10^3 \cdot 0,46 = 920A$$

$$\text{Volíme } \Phi_{2,1} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$B_{2,1} = \frac{\Phi_{2,1}}{S_2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 1T$$

$$H_{2,1} = 400 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$B_{3,1} = \frac{\Phi_{2,1}}{S_3} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 1T$$

$$H_{3,1} = 300 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$Fm = Um_{2,1} + Um_{3,1} = H_{2,1} \cdot \ell_2 + H_{3,1} \cdot \ell_3 = 400 \cdot 0,4 + 300 \cdot 0,5 = 310A$$

$$\text{Volíme } \Phi_{2,2} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$B_{2,2} = \frac{\Phi_{2,2}}{S_2} = \frac{2,4 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 1,5T$$

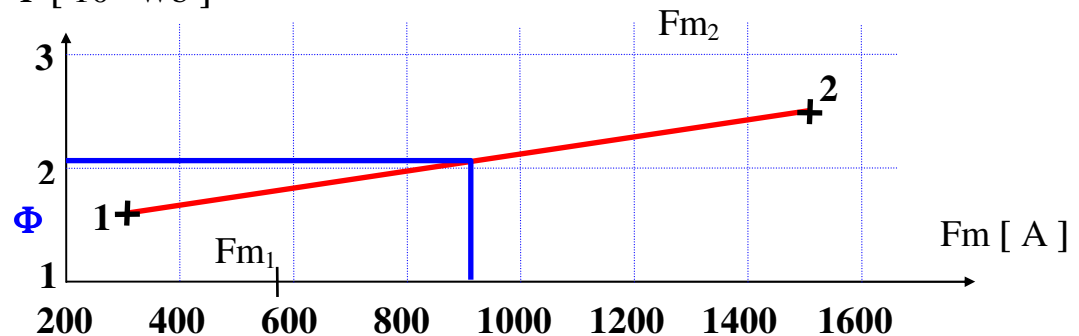
$$H_{2,2} = 2000 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

$$B_{3,2} = \frac{\Phi_{2,2}}{S_3} = \frac{2,4 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 1,5T$$

$$H_{3,2} = 1500 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1} \quad \text{odečteno}$$

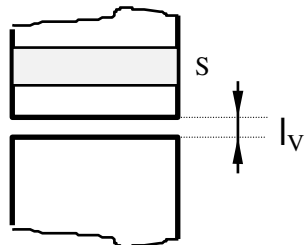
$$Fm = Um_{2,2} + Um_{3,2} = H_{2,2} \cdot \ell_2 + H_{3,2} \cdot \ell_3 = 2000 \cdot 0,4 + 1500 \cdot 0,5 = 1550A$$

$\Phi [10^{-3} \text{ Wb}]$



Výsledný magnetický tok je $\Phi = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$

4.6.1. Určete energii magnetického pole ve vzduchové mezeře pólových nástavců průřezu 20cm^2 , tloušťka vzduchové mezery je 15mm , magnetická indukce ve vzduchové mezeře je $1,5\text{T}$.



$$H_v = \frac{B}{\mu_0} = \frac{1,5}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 11,94 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\Phi = B \cdot S = 1,5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

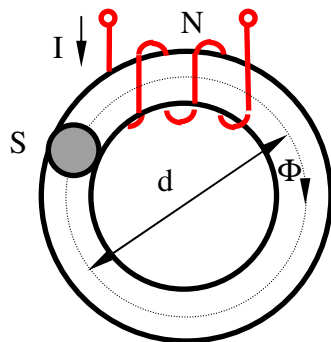
$$Um_v = H_v \cdot \ell_v = 11,94 \cdot 10^5 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 17910 \text{ A}$$

$$W_m = \frac{1}{2} \cdot \Phi \cdot Um = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,791 \cdot 10^4 = 26,9 \text{ J}$$

4.6.11. Určete energii magnetického pole tlumivky s vlastní indukčností 6H při proudu $0,1\text{A}$.

$$W_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 0,1^2 = 0,03 \text{ J}$$

4.6.12. Na toroidním kroužku z vyžíhané oceli o středním průměru 20cm a průřezu 10cm^2 je navinuto 500 závitů. Budící proud je $0,5\text{A}$. Určete indukčnost a energii magnetického pole.



$$\ell = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,2 = 0,63 \text{ m}$$

$$Fm = N \cdot I = 500 \cdot 0,5 = 250 \text{ A}$$

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{250}{0,63} = 397 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

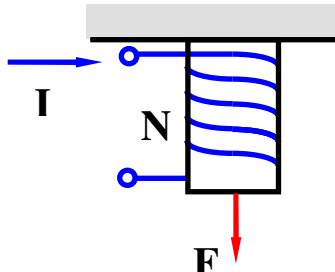
$$B \text{ odečteno } B = 1,15 \text{ T}$$

$$\Lambda = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = \frac{B}{H} \cdot \frac{S}{\ell} = \frac{1,15}{397} \cdot \frac{10 \cdot 10^{-4}}{0,63} = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

$$L = N^2 \cdot \Lambda = 500^2 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} = 1,15 \text{ H}$$

$$W_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,15 \cdot 0,5^2 = 0,144 \text{ J}$$

4.6.2. Určete nosnost elektromagnetu, vytvořeného jádrem z vyžíhané oceli o průřezu 10cm^2 . Budící cívka je navinuta na jádře a má délku 200mm , viz obrázek. Cívka má 400 závitů a prochází jí proud 2A .



$$Fm = N \cdot I = 400 \cdot 2 = 800 \text{ A}$$

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{800}{0,2} = 4000 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$B \text{ odečteno } B = 1,65 \text{ T}$$

$$F = 4 \cdot 10^5 \cdot B^2 \cdot S = 4 \cdot 10^5 \cdot 1,65^2 \cdot 10 \cdot 10^{-4} = 1090 \text{ N}$$

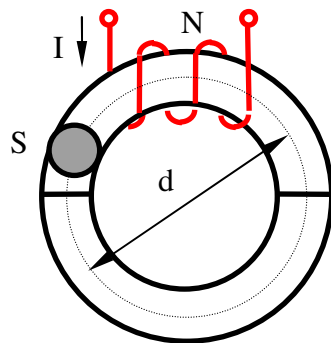
4.6.13. Stanovte proud budící cívky tak, aby nosnost tyčového magnetu z šedé litiny byla 1400N . Průřez jádra je 44cm^2 , počet závitů budící cívky je 500 a délka cívky je 50cm .

$$B = \sqrt{\frac{F}{4 \cdot 10^5 \cdot S}} = \sqrt{\frac{1400}{4 \cdot 10^5 \cdot 44 \cdot 10^{-4}}} = 0,892 \text{ T} \quad H \text{ odečteno z grafu } H = 9 \cdot 10^3 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$I = \frac{H \cdot \ell}{N} = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{500} = 9 A$$

4.6.14. Toroidní jádro z lité oceli s kruhovým průřezem 3cm^2 a středním průměrem 5cm , se skládá ze dvou stejných dílů, viz obrázek. Budící cívka má 630 závitů a prochází jí proud $1,5\text{A}$.

Předpokládáme, že vzduchová mezera je zanedbatelná. Určete, jak velkou silou drží obě části pohromadě.



$$\ell = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,05 = 0,157 m$$

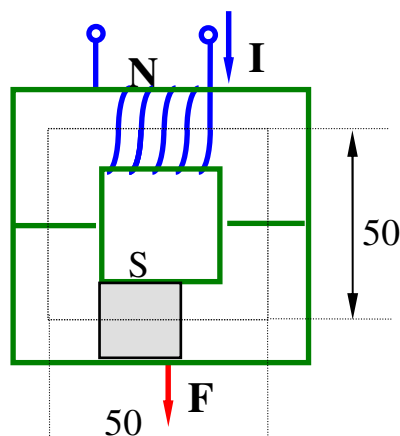
$$Fm = N \cdot I = 630 \cdot 1,5 = 945 A$$

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{945}{0,157} = 6020 A \cdot m^{-1}$$

$$B \text{ odečteno } B = 1,55 T$$

$$F = 4 \cdot 10^5 \cdot B^2 \cdot S = 4 \cdot 10^5 \cdot 1,55^2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{-4} = 577 N$$

4.6.15. Určete počet závitů budící cívky v zapojení podle obrázku, bude-li síla, potřebná k odtržení obou částí magnetu 360N . Proud cívky je $0,5\text{A}$, průřez magnetického obvodu je 2cm^2 . Magnetický obvod je složen z dynamových plechů se ztrátami $2,2\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$.



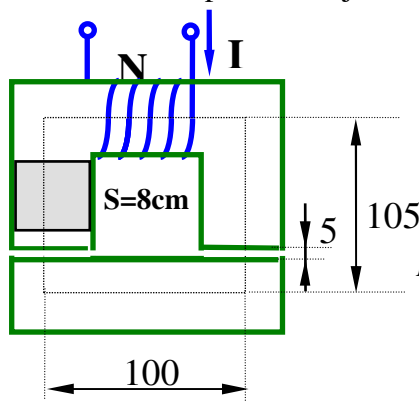
$$B = \sqrt{\frac{F}{4 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot S}} = \sqrt{\frac{360}{4 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}} = 1,5 T$$

$$H \text{ odečteno z grafu } H = 2 \cdot 10^3 A \cdot m^{-1}$$

$$Fm = H \cdot \ell = 2 \cdot 10^3 \cdot 0,2 = 400 A$$

$$N = \frac{Fm}{I} = \frac{400}{0,5} = 800 \text{ závitů}$$

4.6.16. Určete, jakou silou bude přitahována spodní část elektromagnetu podle obrázku. Cívka má 750 závitů a proud v ní je 8A . Magnetický materiál je litá ocel.



$$Fm = N \cdot I = 750 \cdot 8 = 6000 A$$

$$B \text{ volíme } B = 0,73 T$$

$$H \text{ odečteme } H = 500 A \cdot m^{-1}$$

$$H_v = \frac{B}{\mu_o} = \frac{0,73}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 5,8 \cdot 10^5 A \cdot m^{-1}$$

$$Fm = H_{oc} \cdot \ell_{oc} + H_v \cdot \ell_v = 500 \cdot 0,4 + 580000 \cdot 0,01 = 6000 A$$

$$F = 4 \cdot 10^5 \cdot B^2 \cdot S = 4 \cdot 10^5 \cdot 0,73^2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 10^{-4} = 341 N$$

$$\text{Kniha jinak, } F = 560 N$$

4.6.17. Určete nosnost podkovovitého magnetu je-li $B=0,6T$ a průřez jednoho pólu je $5cm^2$, za předpokladu, že mezi kotvou a magnetem nebude vzduchová mezera

$$F = 4 \cdot 10^5 \cdot B^2 \cdot S = 4 \cdot 10^5 \cdot 0,6^2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 144N$$

5.1.1. Stanovte napětí, které se bude indukovat v cívce se 40 závitů, změní-li se magnetický tok z hodnoty $\Phi_1=3 \cdot 10^{-5}Wb$ na hodnotu $\Phi_2=9 \cdot 10^{-5}Wb$ za dobu $20\mu s$.

$$u = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 40 \cdot \frac{6 \cdot 10^{-5}}{20 \cdot 10^{-6}} = 120V$$

5.1.11. Jak se musí změnit magnetický tok za dobu $2ms$, aby se v cívce se 100 závitů indukovalo napětí $10V$.

$$\Delta\Phi = \frac{u \cdot \Delta t}{N} = \frac{16 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{100} = 3,2 \cdot 10^{-3}Wb$$

5.1.12. Určete počet závitů cívky, ve které se při změně magnetického toku $3 \cdot 10^{-4}Wb$ za $6ms$ indukují napětí $10V$.

$$N = u \cdot \frac{\Delta t}{\Delta\Phi} = 10 \cdot \frac{6 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-4}} = 200 \text{ závitů}$$

5.1.2. Vypočítejte napětí, které se indukují v jednom vodiči kotvy generátoru. Kotva generátoru má průměr $0,2m$, délku $300mm$ a ve vzduchové mezeře je magnetická indukce $0,6T$. Generátor se otáčí rychlostí $1200min^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 0,2 \cdot 1200}{60} = 12,6m \cdot s^{-1} \quad u = B \cdot \ell \cdot v = 0,6 \cdot 0,3 \cdot 12,6 = 2,27V$$

5.1.13. Vypočítejte magnetickou indukci ve vzduchové mezeře stejnosměrného stroje tak, aby se v jednom vodiči indukovalo napětí $2,5V$. Kotva má délku $200mm$, průměr $250mm$ a otáčí se rychlostí $1320min^{-1}$.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 0,25 \cdot 1320}{60} = 17,3m \cdot s^{-1} \quad B = \frac{u}{\ell \cdot v} = \frac{2,5}{0,2 \cdot 17,3} = 0,72T$$

5.1.14. Určete rychlost pohybu vodiče v magnetickém poli s indukcí $0,9T$. Vodič se pohybuje kolmo ke směru pole a indukují se v něm napětí $270mV$. Vodič má délku $25mm$.

$$v = \frac{u}{B \cdot \ell} = \frac{0,27}{0,9 \cdot 0,025} = 12m \cdot s^{-1}$$

5.1.15. V homogenním magnetickém poli se kolmo ke směru pole pohybuje vodič délky $40mm$ rychlostí $8m \cdot s^{-1}$ a indukují se v něm napětí $160mV$. Určete magnetickou indukci homogenního magnetického pole,

$$B = \frac{u}{\ell \cdot v} = \frac{0,16}{0,04 \cdot 8} = 0,5T$$

5.2.1. Vypočítejte vlastní indukčnost jednovrstvé cívky s 500 závitů, navinutými těsně vedle sebe. Průměr vodiče je 0,5mm. Jádru cívky má průřez 3cm^2 . Poměrná permitivita feromagnetického materiálu je 400.

$$\begin{aligned}\text{Délka cívky } \ell &= d \cdot N = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 500 = 0,25\text{m} \\ \Lambda &= \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 400 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-4}}{0,25} = 6,03 \cdot 10^{-7} \text{ H} \\ L &= N^2 \cdot \Lambda = 500^2 \cdot 6,03 \cdot 10^{-7} = 0,15\text{H}\end{aligned}$$

5.2.2. Vypočítejte vlastní indukčnost cívky, navinuté na toroidním jádře kruhového průřezu s vnějším průměrem $d_2=60\text{mm}$ a vnitřním průměrem $d_1=40\text{mm}$. Feromagnetický materiál má poměrnou permitivitu 1200. Cívka má 800 závitů.

$$\begin{aligned}S &= \pi \cdot \frac{\left(\frac{d_2 - d_1}{2}\right)^2}{4} = \pi \cdot \frac{\left(\frac{0,06 - 0,04}{2}\right)^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \\ \ell &= \pi \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} = \pi \cdot \frac{0,06 + 0,04}{2} = 0,157\text{m} \\ L &= N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 800^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1200 \cdot \frac{7,85 \cdot 10^{-5}}{0,157} = 0,482\text{H}\end{aligned}$$

5.2.3. Stanovte vlastní indukčnost cívky, navinuté na toroidním kroužku, přerušeném vzduchovou mezerou. Cívka má 1600 závitů. Délka středního průměru feromagnetického materiálu s poměrnou permitivitou 800, je 30cm, tloušťka vzduchové mezery je 2mm. Jádru má průřez 5cm^2 . Rozptylové toky zanedbejte.

$$\begin{aligned}\ell_{Fe} &= \pi \cdot d - \ell_v = (\pi \cdot 300 - 2) \cdot 10^{-3} = 0,94\text{m} \\ Rm_{Fe} &= \frac{1}{\Lambda_{Fe}} = \frac{\ell_{Fe}}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S} = \frac{0,94}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 800 \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 1,87 \cdot 10^6 \text{ H}^{-1} \\ Rm_v &= \frac{1}{\Lambda_v} = \frac{\ell_v}{\mu_0 \cdot S} = \frac{0,002}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 3,18 \cdot 10^6 \text{ H}^{-1} \\ Rm &= Rm_{Fe} + Rm_v = 1,87 \cdot 10^6 + 3,18 \cdot 10^6 = 5,05 \cdot 10^6 \text{ H}^{-1} \\ L &= \frac{N^2}{Rm} = \frac{1600^2}{5,05 \cdot 10^6} = 0,507\text{H}\end{aligned}$$

5.2.4. Vypočítejte napětí, které se bude indukovat v cívce, dlouhé 8cm, navinuté na jádře s poměrnou permeabilitou $\mu_r=1$ a s průměrem 2,2cm, vzroste-li proud z hodnoty 0,3A na hodnotu 0,5A za dobu 0,6s. Cívka má 200 závitů.

$$\begin{aligned}S &= \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \pi \cdot \frac{(2,2 \cdot 10^{-2})^2}{4} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ L &= N^2 \cdot \Lambda = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 200^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot \frac{3,8 \cdot 10^{-4}}{0,08} = 2,38 \cdot 10^{-4} \text{ H} \\ u &= L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 2,38 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,2}{0,6} = 0,793 \cdot 10^{-4} \text{ V}\end{aligned}$$

5.2.5. Stanovte vlastní indukčnost cívky, prochází-li vinutím proud a) 0,5A b) 0,2A. Cívka je navinuta na feromagnetickém jádře o průřezu 3cm^2 , složeném z transformátorových plechů s měrnými ztrátami $1,3\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$. Cívka má 400 závitů, délka střední indukční čáry magnetického materiálu je 20cm.

pro proud 0,5A

$$Fm = N \cdot I = 400 \cdot 0,5 = 200\text{ A}$$

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{200}{0,2} = 1000\text{ A}\cdot\text{m}^{-1} \quad \text{B odečteno} \quad B=1,42\text{ T}$$

$$\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} = \frac{1,42}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1000} = 1130$$

$$L = N^2 \cdot \Lambda = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 400^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1130 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-4}}{0,2} = 0,34\text{ H}$$

pro proud 0,2A

$$Fm = N \cdot I = 400 \cdot 0,2 = 80\text{ A}$$

$$H = \frac{Fm}{\ell} = \frac{80}{0,2} = 400\text{ A}\cdot\text{m}^{-1} \quad \text{B odečteno} \quad B=1,2\text{ T}$$

$$\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} = \frac{1,2}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 400} = 2387$$

$$L = N^2 \cdot \Lambda = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 400^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 2387 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-4}}{0,2} = 0,72\text{ H}$$

Vlastní indukčnost cívky s feromagnetickým jádrem je závislá na proudu, procházejícím vinutím cívky.

5.2.11. Vypočítejte velikost napětí, indukovaného na cívce s vlastní indukčností 1,8H (napětí vlastní indukce). Cívkou prochází proud 0,5A, doba zapnutí proudu je 0,1s a doba vypnutí proudu je 0,06s.

$$u_{\text{zap}} = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 1,8 \cdot \frac{0,5}{0,1} = 9\text{ V} \quad u_{\text{vyp}} = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 1,8 \cdot \frac{0,5}{0,06} = 15\text{ V}$$

5.2.12. Stanovte vlastní indukčnost cívky, navinuté na jádře z paramagnetické látky. Počet závitů je 700, cívka má délku 150mm, průměr jádra je 1,2cm.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,012^2}{4} = 1,13 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2$$

$$L = N^2 \cdot \Lambda = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \frac{S}{\ell} = 700^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1,13 \cdot 10^{-4}}{0,15} = 4,64 \cdot 10^{-4}\text{ H}$$

5.2.13. Vypočítejte indukčnost cívky z úlohy 5.2.12., bude-li jádro z feromagnetického materiálu s poměrnou permeabilitou $\mu_r=2800$.

$$L = N^2 \cdot \Lambda = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 700^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 2800 \cdot \frac{1,13 \cdot 10^{-4}}{0,15} = 1,3\text{ H}$$

5.2.14. Určete počet závitů cívky s indukčností 0,5H. Cívka je navinuta na jádro o průřezu 4cm^2

a prochází jí proud 1,2A. V jádře je magnetická indukce 0,8T.

$$L = N^2 \cdot \mu \cdot \frac{S}{\ell} = N^2 \cdot \frac{B}{H} \cdot \frac{S}{\frac{Fm}{H}} = N^2 \cdot B \cdot \frac{S}{N \cdot I} = \frac{N \cdot B \cdot S}{I} \Rightarrow N = \frac{I \cdot L}{B \cdot S} = \frac{1,2 \cdot 0,5}{0,8 \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 1375$$

5.2.15. Vypočítejte vlastní indukčnost jednovrstvé cívky s jádrem z feromagnetického materiálu

s $\mu_r=150$. Cívka má 240 závitů, průměr jádra 2cm, délku 9cm a prochází jí proud 1,8A.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,02^2}{4} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$$

$$L = N^2 \cdot \Lambda = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 240^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 150 \cdot \frac{3,14 \cdot 10^{-4}}{0,09} = 37,9 \text{mH}$$

5.2.16. Stanovte časovou změnu magnetického toku v jádře cívky $S=3\text{cm}^2$ s poměrnou permeabilitou $\mu_r=750$. Cívka má 750 závitů a délku 120mm. Proud, procházející cívkou, vzroste o 2,8A za dobu 7ms.

$$L = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 750^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 750 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-4}}{0,12} = 1,32 \text{H}$$

$$u = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 1,32 \cdot \frac{2,8}{7 \cdot 10^{-3}} = 528 \text{V} \quad \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{u}{N} = \frac{528}{750} = 0,704 \text{Wb} \cdot \text{s}^{-1}$$

5.2.17. Určete velikost indukovaného napětí na vstupní (primární) cívce transformátoru s indukčností 2,4H při vypnutí proudu 4A za 10ms.

$$u = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 2,4 \cdot \frac{4}{0,01} = 960 \text{V}$$

5.2.18. Stanovte indukčnost cívky se 300 závitů a jádrem o průřezu 5cm^2 . Při průchodu proudem

45mA cívkou je v jádře magnetická indukce 0,6T.

$$L = N^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = N^2 \cdot \frac{B}{H} \cdot \frac{S}{\ell} = N^2 \cdot \frac{B}{\frac{Fm}{H}} \cdot \frac{S}{\ell} = N^2 \cdot \frac{B \cdot S}{N \cdot I} = \frac{N \cdot B \cdot S}{I} = \frac{300 \cdot 0,6 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{0,045} = 2 \text{H}$$

5.2.19. Vypočítejte napětí, indukované na cívce s indukčností 2mH. Cívka je zapojena v obvodu s proudem 4mA, který se vypne za 0,5μs.

$$u = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 16 \text{V}$$

5.2.20. Při průchodu proudem 200mA skutečnou cívku se nahromadí v jejím magnetickém poli energie 10^{-2}J . Vypočítejte vlastní indukčnost cívky.

$$W_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 \Rightarrow L = \frac{2 \cdot W}{I^2} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0,2^2} = 0,5 \text{H}$$

5.2.21. Skutečná cívka se 3200 závitů má odpor vinutí 480Ω . K vybuzení magnetického toku $\Phi = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$ je třeba dodat výkon 2W. Vypočítejte indukčnost cívky.

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{2}{480}} = 0,0645 \text{ A}$$

$$u = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow L = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta I} = 3200 \cdot \frac{1,2 \cdot 10^{-4}}{0,0645} = 5,95 \text{ H}$$

5.3.1. Dvě cívky s počtem závitů $N_1=1200$ a $N_2=700$, jsou navinuty na feromagnetickém jádře o průřezu 9cm^2 . Délka střední indukční čáry je 32cm, poměrná permeabilita feromagnetického materiálu je 400. Proud v cívce s N_1 závitů klesne z hodnoty 0,8A na 0,4A za 20ms. Činitel vazby $k=1$. Stanovte vlastní indukčnost obou cívek, vzájemnou indukčnost a napětí, indukované na obou cívkách.

$$L_1 = N_1^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 1200^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 400 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-4}}{0,32} = 2,03 \text{ H}$$

$$L_2 = N_2^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 700^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 400 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-4}}{0,32} = 0,69 \text{ H}$$

$$M = k \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2} = 1 \cdot \sqrt{2,03 \cdot 0,69} = 1,18 \text{ H}$$

$$u_1 = L_1 \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 2,03 \cdot \frac{0,4}{20 \cdot 10^{-3}} = 40,6 \text{ V} \quad u_2 = M \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 1,18 \cdot \frac{0,4}{20 \cdot 10^{-3}} = 23,6 \text{ V}$$

5.3.2. Na feromagnetickém jádře s poměrnou permeabilitou 1800, průřezem 4cm^2 a délkou střední indukční čáry 12cm, jsou navinuty dvě cívky s počtem závitů $N_1=300$ a $N_2=200$. Určete výslednou indukčnost při sériovém zapojení obou vinutí pro případ, že magnetické pole obou cívek působí a) souhlasně, b) proti sobě. Činitel vazby je 0,8.

$$L_1 = N_1^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 300^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1800 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-4}}{0,12} = 0,67 \text{ H}$$

$$L_2 = N_2^2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 200^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1800 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-4}}{0,12} = 0,3 \text{ H}$$

$$M = k \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2} = 0,8 \cdot \sqrt{0,67 \cdot 0,3} = 0,35 \text{ H}$$

$$\text{a) } L = L_1 + L_2 + 2M = 0,67 + 0,3 + 2 \cdot 0,35 = 1,67 \text{ H}$$

$$\text{b) } L = L_1 + L_2 - 2M = 0,67 + 0,3 - 2 \cdot 0,35 = 0,27 \text{ H}$$

5.3.3. Válcová cívka s $L_1=160$ závitů má průřez 2cm^2 a je umístěna ve středu válcové cívky s $L_2=200$ závitů o délce 8cm. Vypočtete vzájemnou indukčnost cívek a indukované napětí v cívce L_1 , změní-li se proud v cívce L_2 o 1,2A za dobu $40\mu\text{s}$. ($k=1$).

$$M = N_1 \cdot N_2 \cdot \mu_0 \cdot \frac{S}{\ell} = 160 \cdot 200 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,08} = 100 \mu\text{H}$$

$$u_i = M \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 10^{-4} \cdot \frac{1,2}{40 \cdot 10^{-6}} = 3 \text{ V}$$

5.3.11. Stanovte vzájemnou indukčnost dvou cívek s počtem závitů $N_1=400$ a $N_2=300$, navinutých na společném feromagnetickém jádře s poměrnou permeabilitou 900. Průřez jádra je $1,5\text{cm}^2$, délka střední silové čáry je 5cm, $k=1$.

$$M = N_1 \cdot N_2 \cdot k \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} = 400 \cdot 300 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 900 \cdot \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{0,05} = 0,407 \text{ H}$$

5.3.12. Mění-li se proud v cívce s N_1 závitů o 0,4A za 0,8s, indukuje se v cívce s počtem závitů $N_2=100$ napětí 0,2V. Průřez jádra je 1cm^2 , délka střední silové čáry je 4cm, poměrná permitivita je 10000. Stanovte počet závitů cívky N_1 .

$$u_1 = M \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow M = u_1 \cdot \frac{\Delta t}{\Delta I} = 0,2 \cdot \frac{0,8}{0,4} = 0,4\text{H}$$

$$M = N_1 \cdot N_2 \cdot k \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{S}{\ell} \Rightarrow N_1 = \frac{M \cdot \ell}{N_2 \cdot k \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot S} = \frac{0,4 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{100 \cdot 1 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^4 \cdot 10^{-4}} = 127$$

5.3.13. Stanovte činitel vazby cívek o vlastních indukčnostech $L_1=120\text{mH}$ a $L_2=30\text{mH}$, navinutých na společném jádře, indukovalo-li se na cívce L_2 napětí 27mV při časové změně proudu 5mA v cívce L_1 za dobu 10ms.

$$k = \frac{u_i}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta I} = \frac{27 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{0,12 \cdot 0,03}} \cdot \frac{0,01}{0,005} = 0,9$$

5.3.14. Dvě cívky o stejném počtu závitů jsou navinuty na společném feromagnetickém jádře. Vzájemná indukčnost cívek při činiteli vazby 0,8 je 2,4H. Vypočítejte vlastní indukčnost cívek.

$$L_1 = L_2 = \frac{M}{k} = \frac{2,4}{0,8} = 3\text{H}$$

5.3.15. Při sériovém spojení dvou cívek a shodném působení jejich magnetického pole je celková indukčnost 7mH. Působí-li magnetické pole cívek proti sobě, je celková indukčnost 3mH. Indukčnost cívky $L_1=3\text{mH}$. Stanovte indukčnost cívky L_2 , vzájemnou indukčnost a činitel vazby

$$\begin{aligned} L_+ &= L_1 + L_2 + 2 \cdot M \\ L_- &= L_1 + L_2 - 2 \cdot M \end{aligned} \Rightarrow L_2 = \frac{L_+ + L_- - 2 \cdot L_1}{2} = \frac{7 + 3 - 2 \cdot 3}{2} = 2\text{mH}$$

$$M = \frac{L_+ - L_1 - L_2}{2} = \frac{7 - 3 - 2}{2} = 1\text{mH}$$

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}} = \frac{1}{\sqrt{3 \cdot 2}} = 0,4$$

6.1.1. Jaká je frekvence a doba kmitu střídavého napětí při úhlové frekvenci $\omega=628\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$.

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{628}{2 \cdot \pi} = 100\text{Hz} \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100} = 0,01\text{s}$$

6.1.11. Stanovte frekvenci a dobu kmitu střídavého proudu, je-li úhlová frekvence $\omega=120\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$.

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{120}{2 \cdot \pi} = 19,1\text{Hz} \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{19,1} = 0,052\text{s}$$

6.1.12. Vypočítejte úhlovou frekvenci a dobu kmitu střídavého napětí s frekvencí 5kHz.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^3 = 31420\text{rad} \cdot \text{s}^{-1} \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-4}\text{s}$$

6.1.2. Vypočítejte v obloukové míře úhly 30°, 120°, 250° a 340°.

$$\alpha_r = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_s = \frac{\pi}{180} \cdot 30 = 0,52rad \quad \alpha_r = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_s = \frac{\pi}{180} \cdot 120 = 2,09rad$$

$$\alpha_r = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_s = \frac{\pi}{180} \cdot 250 = 4,36rad \quad \alpha_r = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_s = \frac{\pi}{180} \cdot 340 = 5,93rad$$

6.1.13. Stanovte ve stupních úhly 0,35rad, 17,454rad a 0,086rad.

$$\alpha_s = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha_r = \frac{180}{\pi} \cdot 0,35 = 20^\circ \quad \alpha_s = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha_r = \frac{180}{\pi} \cdot 17,454 = 1000^\circ$$

$$\alpha_s = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha_r = \frac{180}{\pi} \cdot 0,086 = 5^\circ$$

6.1.14. Vypočítejte časový úhel ve stupních i v radiánech pro časové úseky doby kmitu T/4, T/6 a T/9.

$$\alpha_s = \frac{T}{4} = \frac{360}{4} = 90^\circ \quad \alpha_r = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_s = \frac{\pi}{180} \cdot 90 = 1,57rad$$

$$\alpha_s = \frac{T}{6} = \frac{360}{6} = 60^\circ \quad \alpha_r = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_s = \frac{\pi}{180} \cdot 60 = 1,05rad$$

$$\alpha_s = \frac{T}{9} = \frac{360}{9} = 40^\circ \quad \alpha_r = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_s = \frac{\pi}{180} \cdot 40 = 0,7rad$$

6.1.3. Vypočítejte okamžitou hodnotu střídavého napětí sinusového průběhu s frekvencí 60Hz za

dobu 2,5ms. Maximální hodnota napětí je 4V. V čase t=0 je napětí rovno nule.

$$\alpha_r = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot t = 2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,942rad$$

$$\alpha_s = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha_r = \frac{180}{\pi} \cdot 0,942 = 54^\circ$$

$$u = U_{\max} \cdot \sin \alpha_s = 4 \cdot \sin 54^\circ = 3,23V$$

6.1.4. Vypočítejte okamžitou hodnotu střídavého proudu sinusového průběhu s fázovým posunem -60° za dobu kmitu 5μs. Maximální hodnota proudu je 8mA, frekvence je 12kHz.

$$\alpha_r = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot t = 2 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 0,377rad \quad \alpha_s = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha_r = \frac{180}{\pi} \cdot 0,377 = 21,6^\circ$$

$$i = I_{\max} \cdot \sin(\alpha_s - 60^\circ) = 8 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(21,6 - 60) = -4,97mA$$

6.1.15. Vypočítejte okamžitou hodnotu napětí za dobu kmitu 0,3ms. Napětí $U_{\max}=14V$, frekvence je 1000Hz a úhel fázového posunu je 20°.

$$\alpha_r = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot t = 2 \cdot \pi \cdot 1000 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} = 1,885rad \quad \alpha_s = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha_r = \frac{180}{\pi} \cdot 1,885 = 108^\circ$$

$$u = U_{\max} \cdot \sin(\alpha_s + 20^\circ) = 14 \cdot \sin(108 + 20) = 11V$$

6.2.1. Určete efektivní a střední hodnotu střídavého proudu, je-li maximální hodnota 150A.

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{150}{\sqrt{2}} = 106A \quad I_{AV} = \frac{2}{\pi} \cdot I_{\max} = \frac{2}{\pi} \cdot 150 = 95,5A$$

6.2.11. Stanovte maximální hodnotu napětí, je-li jeho efektivní hodnota 120V a 220V.

$$U_{\max} = U \cdot \sqrt{2} = 120 \cdot \sqrt{2} = 170V \quad U_{\max} = U \cdot \sqrt{2} = 220 \cdot \sqrt{2} = 311V$$

6.2.12. Odvoďte vztah mezi efektivní a střední hodnotou sinusového proudu.

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \quad I_{AV} = \frac{2}{\pi} \cdot I_{\max} \quad I_{\max} = I \cdot \sqrt{2} = \frac{I_{AV} \cdot \pi}{2} \Rightarrow I = \frac{I_{AV} \cdot \pi}{2 \cdot \sqrt{2}} \Leftrightarrow I_{AV} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot I}{\pi}$$

6.2.13. Vypočítejte efektivní hodnotu indukovaného sinusového napětí, které se indukuje v ideální cívce s 240 závitů, je-li maximální hodnota sinusového magnetického toku $3 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$ při frekvenci 50Hz.

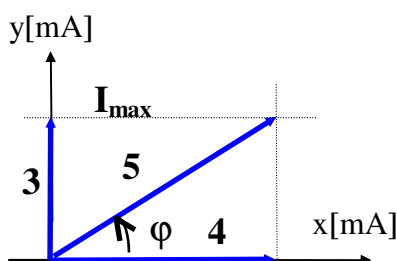
$$U_{\max} = \omega \cdot N \cdot \Phi_{\max} = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 240 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 226V$$

$$U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{226}{\sqrt{2}} = 160V$$

6.3.1. Proud s efektivní hodnotou 5mA je znázorněn fázorem. Složka do osy y=3mA.

Stanovte

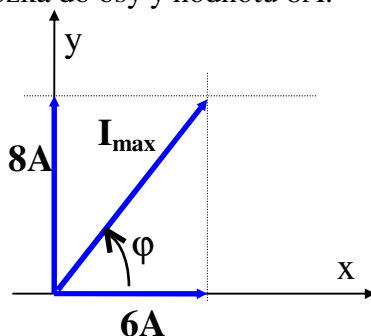
složku do osy x, $\cos \varphi$ a fázový posun.



$$I_x = \sqrt{I^2 - I_y^2} = \sqrt{5^2 - 3^2} = 4mA$$

$$\cos \varphi = \frac{I_x}{I_{\max}} = \frac{4}{5} = 0,8 \Rightarrow \varphi = 36,87^\circ$$

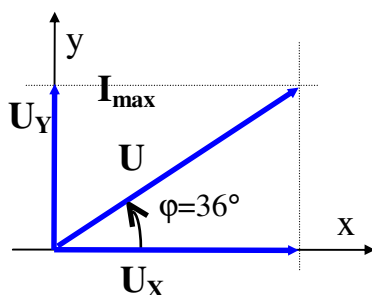
6.3.11. Stanovte velikost fázoru proudu a fázový posun, má-li složka do osy x hodnotu 6A a složka do osy y hodnotu 8A.



$$I_{\max} = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10A$$

$$\cos \varphi = \frac{I_x}{I_{\max}} = \frac{6}{10} \Rightarrow \varphi = 53,13^\circ$$

6.3.12. Napětí s efektivní hodnotou 70,7V je znázorněno fázorem s fázovým posunem 36° od osy x. Vypočítejte složky U_x , U_y a maximální hodnotu napětí.



$$U_{\max} = U \cdot \sqrt{2} = 70,7 \cdot \sqrt{2} = 100V$$

$$U_x = U_{\max} \cdot \cos \varphi = 100 \cdot \cos 36^\circ = 80,9V$$

$$U_y = U_{\max} \cdot \sin \varphi = 100 \cdot \sin 36^\circ = 58,8V$$

KNIHA ŠPATNĚ

6.3.2. Stanovte okamžité hodnoty proudu ve vodiči, jímž procházejí dva proudy stejné frekvence, ale různých amplitud a různého fázového posunu. $I_{1\max}=10\text{mA}$, $I_{2\max}=6\text{mA}$, $\varphi_1=70^\circ$ a $\varphi_2=20^\circ$.

$$i_1 = I_{1\max} \cdot \sin \alpha_{1s} = 10 \cdot \sin 70^\circ = 9,39\text{mA}$$

$$i_2 = I_{2\max} \cdot \sin \alpha_{2s} = 6 \cdot \sin 20^\circ = 2,05\text{mA}$$

$$i = i_1 + i_2 = 9,39 + 2,05 = 11,44\text{mA}$$

$$I = \sqrt{I_{1\max}^2 + I_{2\max}^2 - 2 \cdot I_{1\max} \cdot I_{2\max} \cdot \cos(180^\circ - 70^\circ + 20^\circ)} = \sqrt{10^2 + 6^2 - 2 \cdot 10 \cdot 6 \cdot \cos 130^\circ} = 14,6\text{mA}$$

6.3.13. Určete součet okamžitých hodnot dvou napětí, daných rovnicemi

$u_1 = 20 \cdot \sin(\omega \cdot t + 80^\circ)\text{V}$ a $u_2 = 15 \cdot \sin(\omega \cdot t - 30^\circ)\text{V}$, dále napište rovnici pro okamžitou hodnotu výsledného napětí.

$$u_1(t=0) = 20 \cdot \sin(80^\circ) = 19,7\text{V} \quad u_2(t=0) = 15 \cdot \sin(-30^\circ) = -7,5\text{V}$$

$$u(t=0) = u_1(t=0) + u_2(t=0) = 19,7 - 7,5 = 12,2\text{V}$$

$$U_{\max} = \sqrt{U_{1\max}^2 + U_{2\max}^2 - 2 \cdot U_{1\max} \cdot U_{2\max} \cdot \cos \gamma} = \sqrt{20^2 + 15^2 - 2 \cdot 20 \cdot 15 \cdot \cos 70^\circ} = 20,5\text{V}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{U_{1\max} \cdot \sin \varphi_1 + U_{2\max} \cdot \sin \varphi_2}{U_{\max}} = \arcsin \frac{20 \cdot \sin 80^\circ + 15 \cdot \sin(-30^\circ)}{20,5} = 36,5^\circ$$

$$u = 20,5 \cdot \sin(\omega \cdot t + 36,5^\circ)\text{V}$$

7.1.1. Rezistorem s odporem 6Ω prochází sinusový proud, jehož efektivní hodnota je $8,5\text{A}$ a frekvence je 50Hz . Vypočítejte maximální hodnotu napětí na svorkách rezistoru, efektivní hodnotu napětí, okamžitou hodnotu napětí za 2ms a výkon na rezistoru.

$$I_{\max} = \sqrt{2} \cdot I = \sqrt{2} \cdot 8,5 = 12\text{A} \quad U_{\max} = R \cdot I_{\max} = 6 \cdot 12 = 72\text{V}$$

$$U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{72}{\sqrt{2}} = 50,9\text{V}$$

$$u = U_{\max} \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 72 \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 72 \cdot \sin 36^\circ = 42,32\text{V}$$

$$P = U \cdot I = 50,9 \cdot 8,5 = 432,73\text{W}$$

7.1.11. Rezistorem s odporem 24Ω prochází střídavý proud, jehož maximální hodnota je $2,82\text{A}$. Stanovte efektivní hodnotu napětí na svorkách rezistoru a výkon na rezistoru.

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{2,82}{\sqrt{2}} = 2\text{A} \quad U = R \cdot I = 24 \cdot 2 = 48\text{V} \quad P = U \cdot I = 48 \cdot 2 = 96\text{W}$$

7.1.12. Na střídavé napětí $u=40 \cdot \sin(502 \cdot t)$ je připojen rezistor s odporem 32Ω . Vypočítejte maximální hodnotu proudu, frekvenci proudu, okamžitou hodnotu napětí za 12ms a výkon na rezistoru.

$$I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R} = \frac{40}{32} = 1,25 A \quad f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{502}{2 \cdot \pi} = 79,89 \text{ Hz}$$

$$u = U_{\max} \cdot \sin\left(\omega \cdot t \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 40 \cdot \sin\left(502 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 40 \cdot \sin 345,15^\circ = 10,25 V$$

$$P = U \cdot I = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{40}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1,25}{\sqrt{2}} = 25 W$$

7.1.13. Určete okamžitou hodnotu proudu který prochází rezistorem s odporem $2k\Omega$, je-li odpor připojen ke zdroji napětí s maximální hodnotou 62mV a s frekvencí 3kHz. Okamžitou hodnotu proudu určete pro čas $t=2,45\text{ms}$.

$$I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R} = \frac{62 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^3} = 31 \mu A$$

$$i = I_{\max} \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 31 \cdot 10^{-6} \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 2,45 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 31 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 2646^\circ = 25 \cdot 10^{-6} A$$

7.1.2. Ke zdroji střídavého napětí, s maximální hodnotou 1,2V a s frekvencí 200Hz, je připojena ideální cívka s indukčností 4mH, Vypočítejte reaktanci ideální cívky a efektivní hodnotu proudu, procházejícího cívkou.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 200 \cdot 0,004 = 5 \Omega \quad I = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2} \cdot R} = \frac{1,2}{\sqrt{2} \cdot 5} = 0,169 A$$

7.1.14. Ideální cívkou, připojenou na zdroj střídavého sinusového napětí 120V s frekvencí 50Hz prochází proud 2,5A. Vypočítejte indukčnost ideální cívky.

$$L = \frac{U_L}{I_L \cdot 2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{120}{2,5 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 0,152 H$$

7.1.15. Vypočítejte indukční reaktanci ideální cívky s indukčností 120mH při frekvenci 50Hz.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,12 = 37,7 \Omega$$

7.1.16. Ideální cívkou s indukčností 140mH procházel při napětí 220V proud 0,7A, Vypočítejte frekvenci.

$$f = \frac{U}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot I} = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 0,14 \cdot 0,7} = 357 \text{ Hz}$$

7.1.17. Určete okamžitou hodnotu střídavého napětí za 3,6ms, na svorkách ideální cívky s indukčností 2mH, prochází-li jí střídavý proud s amplitudou 5A s frekvencí 100Hz

$$U_{\max} = I_{\max} \cdot X_L = 5 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 6,28 V$$

$$u_L = U_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t) = 6,28 \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 4,84 V \quad \text{KNIHA ŠPATNĚ}$$

7.1.18. Ideální cívka, která je připojena ke střídavému napětí s efektivní hodnotou 120V, s frekvencí 50Hz, prochází proud 8A. Stanovte indukční reaktanci a indukčnost ideální cívky.

$$X_L = \frac{U}{I} = \frac{120}{8} = 15\Omega \quad L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{15}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 47,7mH$$

7.1.3. Ideální kondenzátor s kapacitou 5600pF je připojen na střídavé sinusové napětí efektivní hodnotě 2V, frekvence je 15kHz. Určete kapacitní susceptanci, amplitudu proudu kondenzátorem a amplitudu napětí na kondenzátoru.

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 5,6 \cdot 10^{-9} = 5,28 \cdot 10^{-4} S$$

$$U_{\max} = U \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot \sqrt{2} = 2,82V \quad I_{\max} = B_C \cdot U_{\max} = 5,28 \cdot 10^{-4} \cdot 2,82 = 1,48mA$$

7.1.19. Ideální kondenzátor s kapacitou 0,5μF a kapacitní reaktancí 30Ω je připojen ke zdroji střídavého sinusového napětí o amplitudě 4V. Určete frekvenci napětí a okamžitou hodnotu napětí a proudu za dobu 12μs.

$$I_{\max} = \frac{U_{\max}}{X_C} = \frac{4}{30} = 0,13A \quad f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 30} = 10,61kHz$$

$$u_C = U_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t) = 4 \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot 10610 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 2,86V$$

$$i_C = I_{\max} \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right) = 0,13 \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot 10610 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{180}{\pi} + \frac{\pi}{2}\right) = 92mA$$

7.1.20. Stanovte proud, procházející ideálním kondenzátorem s kapacitou 2000pF, je-li kondenzátor připojen ke zdroji sinusového napětí 2,5V o frekvenci 8kHz.

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-9} = 1 \cdot 10^{-4} S$$

$$I = U \cdot B_C = 2,5 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 2,5 \cdot 10^{-4} A$$

7.1.21. Proud, procházející ideálním kondenzátorem s kapacitou 1μF se změnil ze 4mA na 1mA

při konstantní hodnotě napětí 10V. Stanovte změnu frekvence.

$$f_1 = \frac{I}{U \cdot 2 \cdot \pi \cdot C} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 63,7Hz$$

$$f_2 = \frac{I_2}{U \cdot 2 \cdot \pi \cdot C} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 15,9Hz \quad \Delta f = f_1 - f_2 = 63,7 - 15,9 = 47,8Hz$$

7.1.22. Určete kapacitu ideálního kondenzátoru, připojeného ke zdroji střídavého napětí s frekvencí 200Hz. Kapacitní reaktance je 400Ω.

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 200 \cdot 400} = 2\mu F$$

7.1.23. Stanovte nabíjecí proud ideálního kondenzátoru s kapacitou 4μF, je-li připojen na napětí 150V s frekvencí 100Hz.

$$I_C = \frac{U}{X_C} = U \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 150 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,377 A$$

7.1.24. Vypočítejte napětí na ideálním kondenzátoru, kapacity 8200pF, prochází-li jím proud 10mA při frekvenci 1,4MHz.

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1,4 \cdot 10^6 \cdot 8,2 \cdot 10^{-9}} = 13,9 \Omega \quad U = I \cdot X_C = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 13,9 = 0,139V$$

7.1.25. Na svorky zdroje střídavého napětí 60V s frekvencí 200Hz jsou postupně připojovány rezistor, ideální cívka a ideální kondenzátor. Ze zdroje se vždy odebírá proud 150mA.

Vypočtete odpor rezistoru, indukčnost ideální cívky a kapacitu ideálního kondenzátoru.

$$R = X_L = X_C = \frac{U}{I} = \frac{60}{0,15} = 400 \Omega \quad L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{400}{2 \cdot \pi \cdot 200} = 0,318H$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 200 \cdot 400} = 2 \mu F$$

7.1.26. Stanovte proud, procházející rezistorem s odporem 3kΩ, ideální cívku s indukčností 127mH a ideálním kondenzátorem s kapacitou 5,3nF. Uvedené prvky jsou postupně připojovány ke zdroji střídavého sinusového napětí 12V s frekvencí 5kHz.

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{12}{3 \cdot 10^3} = 4mA \quad I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{U}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{12}{2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 0,127} = 3mA$$

$$I_C = \frac{U}{X_C} = U \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 12 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 5,3 \cdot 10^{-9} = 2mA$$

7.2.1. Skutečná cívka s indukčností 202mH a s odporem 80Ω, je připojena ke zdroji střídavého

napětí a prochází jí proud 2A při frekvenci 100Hz. Stanovte impedanci obvodu, napětí zdroje, napětí na indukčnosti a odporu a fázový posun mezi napětím a proudem.

$$\begin{aligned} X_L &= 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 0,202 = 127 \Omega & Z &= \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{80^2 + 127^2} = 150 \Omega \\ U_Z &= I \cdot Z = 2 \cdot 150 = 300V & U_L &= I \cdot X_L = 2 \cdot 127 = 254V \\ U_R &= I \cdot R = 2 \cdot 80 = 160V & \operatorname{tg} \varphi &= \frac{X_L}{R} = \frac{127}{80} = 1,59 \Rightarrow \varphi = 57,8^\circ \end{aligned}$$

7.2.2. Ke zdroji s napětím 400V a frekvencí 50Hz je připojena skutečná cívka s indukčností 0,255H a s odporem 60Ω. Stanovte proud, procházející obvodem, impedanci, napětí na indukčnosti a odporu a úhel fázového posunu mezi napětím a proudem

$$\begin{aligned} X_L &= 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,255 = 80 \Omega & Z &= \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100 \Omega \\ I &= \frac{U}{Z} = \frac{400}{100} = 4A & U_L &= I \cdot X_L = 4 \cdot 80 = 320V \\ U_R &= I \cdot R = 4 \cdot 60 = 240V & \operatorname{tg} \varphi &= \frac{X_L}{R} = \frac{80}{60} = 1,3 \Rightarrow \varphi = 53,1^\circ \end{aligned}$$

7.2.3. Připojíme-li skutečnou cívku s odporem 50Ω ke zdroji střídavého napětí 110V s frekvencí 50Hz, prochází jí proud 0,7A. Stanovte indukčnost cívky.

$$\begin{aligned} Z &= \frac{U}{I} = \frac{110}{0,7} = 157 \Omega & X_L &= \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{157^2 - 50^2} = 149 \Omega \\ L &= \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{149}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 0,474H \end{aligned}$$

7.2.4. Ideální kondenzátor s kapacitou $16\mu\text{F}$ a rezistor s odporem 400Ω jsou připojeny do série

na napětí 220V s frekvencí 50Hz . Určete impedanci obvodu, proud, procházející obvodem, napětí na ideálním kondenzátoru a na rezistoru a fázový posun mezi napětím a proudem.

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 16 \cdot 10^{-6}} = 200\Omega \quad Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{200^2 + 400^2} = 447\Omega$$

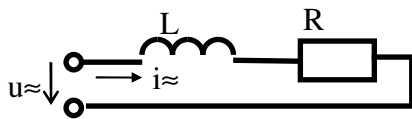
$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{447} = 0,49\text{A}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 0,49 \cdot 200 = 98\text{V}$$

$$U_R = I \cdot R = 0,49 \cdot 400 = 196\text{V}$$

$$\tan \varphi = \frac{X_C}{R} = \frac{200}{400} = 0,5 \Rightarrow \varphi = 26,5^\circ$$

7.2.11. Skutečná cívka je připojena ke zdroji střídavého napětí 220V a prochází jí proud $1,4\text{A}$. odpor cívky je 10Ω , indukčnost $0,5\text{H}$. Stanovte frekvenci.



$$Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{1,4} = 157\Omega$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{157^2 - 10^2} = 156,7\Omega$$

$$f = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot L} = \frac{156,7}{2 \cdot \pi \cdot 0,5} = 50\text{Hz}$$

7.2.12. Připojíme-li skutečnou cívku ke zdroji stejnosměrného napětí 10V , prochází jí proud $2,5\text{A}$. Po připojení skutečné cívky ke zdroji střídavého napětí 10V s frekvencí 50Hz , prochází proud 2A . Vypočítejte indukčnost cívky.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{2,5} = 4\Omega$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{10}{2} = 5\Omega$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{5^2 - 4^2} = 3\Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{3}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 9,55\text{mH}$$

7.2.13. Do série se skutečnou cívku s odporem 5Ω a indukčností 100mH je připojena žárovka

s odporem při svícení 25Ω . Napětí zdroje je 88V , frekvence 50Hz . Stanovte výkon na žárovce.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,1 = 31,4\Omega$$

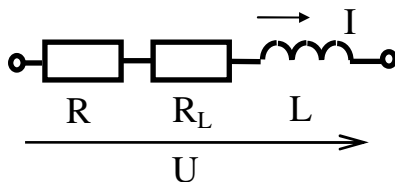
$$R = R_L + R_Z = 5 + 25 = 30\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{30^2 + 31,4^2} = 43,4\Omega$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{88}{43,4} = 2,03\text{A}$$

$$P_Z = R_Z \cdot I^2 = 25 \cdot 2,03^2 = 102\text{W}$$

7.2.14. V sérii se skutečnou cívku s odporem 10Ω je zapojen rezistor s odporem 15Ω , viz obrázek. Obvodem prochází proud 2A . Napětí zdroje je 100V , frekvence je 50Hz . Vypočítejte indukčnost cívky.



$$R_C = R_L + R = 10 + 15 = 25\Omega$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{2} = 50\Omega$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{50^2 - 25^2} = 43,3\Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{43,3}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 0,138\text{H}$$

7.2.15. Ke zdroji střídavého napětí 120V, s frekvencí 50Hz jsou připojeny dvě skutečné cívky v sérii. Odpory cívek jsou $R_1=60\Omega$, $R_2=40\Omega$, indukčnosti cívek $L_1=96\text{mH}$ a $L_2=185\text{mH}$.

Vypočítejte napětí na obou cívkách.

$$X_{L1} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,096 = 30\Omega$$

$$X_{L2} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,185 = 58\Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_{L1}^2} = \sqrt{60^2 + 30^2} = 67\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_{L2}^2} = \sqrt{40^2 + 58^2} = 70,5\Omega$$

$$R_C = R_1 + R_2 = 60 + 40 = 100\Omega$$

$$X_C = X_1 + X_2 = 30 + 58 = 88\Omega$$

$$Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2} = \sqrt{100^2 + 88^2} = 133,2\Omega$$

$$I = \frac{U}{Z_C} = \frac{120}{133,2} = 0,9\text{A}$$

$$U_{L1} = I \cdot Z_1 = 0,9 \cdot 67 = 60,3\text{V}$$

$$U_{L2} = I \cdot Z_2 = 0,9 \cdot 70,5 = 63,45\text{V}$$

7.2.5. Ke zdroji střídavého napětí je připojeno sériové spojení ideálního kondenzátoru s kapacitou $70\mu\text{F}$ a rezistoru s odporem 30Ω . Odporem prochází proud 4A , při frekvenci 50Hz . Stanovte impedanci obvodu, napětí zdroje, napětí na ideálním kondenzátoru a rezistoru a fázový posun mezi napětím a proudem.

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 70 \cdot 10^{-6}} = 45,5\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{30^2 + 45,5^2} = 54,5\Omega$$

$$U = Z \cdot I = 54,5 \cdot 4 = 217,9\text{V}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 4 \cdot 45,5 = 181,9\text{V}$$

$$U_R = I \cdot R = 4 \cdot 30 = 120\text{V}$$

$$\tan \varphi = \frac{X_C}{R} = \frac{45,5}{30} = 1,515 \Rightarrow \varphi = 56,6^\circ$$

7.2.6. Rezistor s odporem 160Ω a ideální kondenzátor jsou v sériovém řazení připojeny ke zdroji střídavého napětí 120V s frekvencí 100Hz . Obvodem prochází proud $0,5\text{A}$. Stanovte kapacitu ideálního kondenzátoru.

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{120}{0,5} = 240\Omega$$

$$X_C = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{240^2 - 160^2} = 178,9\Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 178,9} = 8,89\mu\text{F}$$

7.2.16. U sériového spojení rezistoru s odporem 100Ω a ideální cívky s indukčností 190mH je na ideální cívce napětí 60V při frekvenci 100Hz . Stanovte proud, procházející obvodem, napětí na rezistoru a napětí zdroje.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 0,19 = 119,4\Omega$$

$$I = \frac{U_L}{X_L} = \frac{60}{119,4} = 0,5\text{A}$$

$$U_R = I \cdot R = 0,5 \cdot 100 = 50\text{V}$$

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = \sqrt{50^2 + 60^2} = 78\text{V}$$

7.2.17. Stanovte kapacitu ideálního kondenzátoru tak, aby při sériovém spojení s rezistorem, jehož odpor je 1330Ω , byl fázový posun 50° po připojení ke zdroji střídavého napětí s frekvencí 100Hz .

$$X_C = \tan \varphi \cdot R = \tan 50^\circ \cdot 1330 = 1585\Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 1585} = 1\mu\text{F}$$

7.2.18. Stanovte kapacitu ideálního kondenzátoru, který se musí zapojit do série se žárovkou o příkonu 60W a napětí 24V, aby mohla být žárovka připojena ke zdroji střídavého napětí 220V

s frekvencí 50Hz. $I_z = \frac{P_z}{U_z} = \frac{60}{24} = 2,5A$ $R_z = \frac{U_z}{I_z} = \frac{24}{2,5} = 9,6\Omega$

$$Z = \frac{U}{I_z} = \frac{220}{2,5} = 88\Omega \quad X_c = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{88^2 - 9,6^2} = 87,5\Omega$$

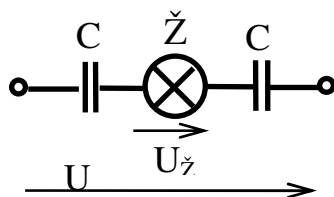
$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 87,5} = 36,3\mu F$$

7.2.19. Sériové spojení rezistoru s odporem 6Ω a ideálního kondenzátoru s kapacitou 1μF je připojeno ke zdroji střídavého napětí 100V. Obvodem prochází proud 10A. Stanovte frekvenci.

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{10} = 10\Omega \quad X_c = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{100^2 - 36^2} = 8\Omega$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C \cdot X_c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 8} = 19,89kHz$$

7.2.20. V zapojení podle obrázku mají oba ideální kondenzátory stejnou kapacitu, a to 135μF. Žárovka má příkon 60W a je na ní napětí 24V. Napětí zdroje je 120V. Stanovte frekvenci.



$$C_v = \frac{C}{2} = \frac{135}{2} = 67,5\mu F$$

$$I = \frac{P_z}{U_z} = \frac{60}{24} = 2,5A$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{120}{2,5} = 48\Omega$$

$$R_z = \frac{U_z}{I} = \frac{24}{2,5} = 9,6\Omega$$

$$X_c = \sqrt{Z^2 - R_z^2} = \sqrt{48^2 - 9,6^2} = 47\Omega$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C \cdot X_c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 67,5 \cdot 10^{-6} \cdot 47} = 50,16Hz$$

7.2.21. V sériovém spojení rezistoru s odporem 200Ω a ideálního kondenzátoru s kapacitou 700pF je na rezistoru, při frekvenci 1,5MHz, napětí 8V. Stanovte proud, procházející obvodem, napětí na ideálním kondenzátoru a napětí zdroje.

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1,5 \cdot 10^6 \cdot 700 \cdot 10^{-12}} = 152\Omega$$

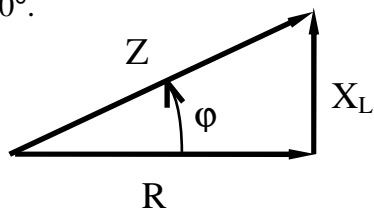
$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} = \sqrt{200^2 + 152^2} = 251\Omega$$

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{8}{200} = 0,04A$$

$$U = I \cdot Z = 0,04 \cdot 251 = 10V$$

$$U_c = \sqrt{U^2 - U_R^2} = \sqrt{10^2 - 8^2} = 6V$$

7.2.22. Stanovte indukčnost ideální cívky tak, aby při sériovém spojení s rezistorem, jehož odpor je 18Ω , byl po připojení ke zdroji střídavého napětí s frekvencí 200Hz fázový posun 30° .



$$X_L = R \cdot \tan \varphi = 18 \cdot \tan 30^\circ = 10,4\Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{10,4}{2 \cdot \pi \cdot 200} = 8,26\text{mH}$$

7.2.7. Ke zdroji se střídavým napětím je připojeno sériové spojení rezistoru s odporem 6Ω , ideální cívky s indukčností $1,27\text{mH}$ a ideálního kondenzátoru s kapacitou $26,3\mu\text{F}$. Obvodem prochází při frekvenci 500Hz proud 200mA . Určete impedanci obvodu, napětí zdroje, napětí na všech prvcích obvodu a fázový posun mezi napětím a proudem.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 1,27 \cdot 10^{-3} = 4\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 26,3 \cdot 10^{-6}} = 12\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} = \sqrt{6^2 + (12 - 4)^2} = 10\Omega$$

$$U = Z \cdot I = 10 \cdot 0,2 = 2\text{V}$$

$$U_R = R \cdot I = 6 \cdot 0,2 = 1,2\text{V}$$

$$U_L = X_L \cdot I = 4 \cdot 0,2 = 0,8\text{V}$$

$$U_C = X_C \cdot I = 12 \cdot 0,2 = 2,4\text{V}$$

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_C - U_L)^2} = \sqrt{1,2^2 + (2,4 - 0,8)^2} = 2\text{V}$$

$$\tan \varphi = \frac{U_C - U_L}{U_R} = \frac{2,4 - 0,8}{1,2} = 1,3 \Rightarrow \varphi = 53,13^\circ$$

7.2.8. Stanovte impedanci obvodu, proud procházející obvodem, napětí na všech prvcích obvodu a fázový posun mezi napětím a proudem v obvodu, ve kterém je v sérii zapojen rezistor s odporem 120Ω , ideální kondenzátor s kapacitou $35,3\mu\text{F}$ a ideální cívka s indukčností 445mH .

Napětí zdroje je 65V , frekvence je 50Hz .

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 445 \cdot 10^{-3} = 140\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 35,3 \cdot 10^{-6}} = 90\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{120^2 + (140 - 90)^2} = 130\Omega$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{65}{130} = 0,5\text{A}$$

$$U_R = R \cdot I = 120 \cdot 0,5 = 60\text{V}$$

$$U_L = X_L \cdot I = 140 \cdot 0,5 = 70\text{V}$$

$$U_C = X_C \cdot I = 90 \cdot 0,5 = 45\text{V}$$

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{60^2 + (70 - 45)^2} = 65\text{V}$$

$$\tan \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{70 - 45}{60} = 0,41\bar{6} \Rightarrow \varphi = 22,6^\circ$$

7.2.9. Ke zdroji střídavého napětí 100V s frekvencí 150Hz je připojen sériový obvod, tvořený rezistorem s odporem 50Ω, ideální cívku s indukčností 50mH a ideálním kondenzátorem. Obvodem prochází proud 0,8A. Vypočítejte kapacitu ideálního kondenzátoru, když $X_C > X_L$.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 150 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 75,4\Omega \quad Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{0,8} = 125\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \Rightarrow X_C = \sqrt{Z^2 - R^2} + X_L = \sqrt{125^2 - 50^2} + 75,4 = 190\Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 150 \cdot 190} = 5,58\mu F$$

7.2.10. Sériový obvod tvoří rezistor s odporem 30Ω, ideální kondenzátor s kapacitou 45μF a ideální cívka. Napětí zdroje je 220V, frekvence je 50Hz. Obvodem prochází proud 4A. Stanovte indukčnost ideální cívky, když $X_L > X_C$.

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{4} = 55\Omega \quad X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 45 \cdot 10^{-6}} = 70,73\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \Rightarrow X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} + X_C = \sqrt{55^2 - 30^2} + 70,73 = 116,8\Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{116,8}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 0,371H$$

7.2.23. V sériovém R, L, C obvodu je odpor rezistoru 20Ω, indukční reaktance ideální cívky 60Ω a kapacitní reaktance ideálního kondenzátoru 20Ω. Obvodem prochází proud 2A. Stanovte napětí zdroje a napětí na všech prvcích obvodu.

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{20^2 + (60 - 20)^2} = 44,72\Omega$$

$$U = I \cdot Z = 2 \cdot 44,72 = 89,44V$$

$$U_R = I \cdot R = 2 \cdot 20 = 40V$$

$$U_C = I \cdot X_C = 2 \cdot 20 = 40V$$

$$U_L = I \cdot X_L = 2 \cdot 60 = 120V$$

7.2.24. Ke zdroji střídavého napětí 100V s frekvencí 50Hz, je připojeno sériové spojení rezistoru s odporem 60Ω, ideální cívky s indukčností 0,5H a ideálního kondenzátoru s kapacitou 40μF. Vypočtete impedanci obvodu, proud obvodem, napětí na rezistoru, ideální cívce a ideálním kondenzátoru a úhel fázového posunu mezi proudem a napětím.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,5 = 157\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = 79,6\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{60^2 + (157 - 79,6)^2} = 98\Omega \quad I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{98} = 1,02A$$

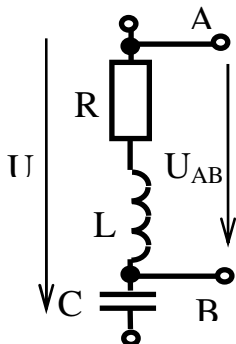
$$U_R = R \cdot I = 60 \cdot 1,02 = 61,2V$$

$$U_L = X_L \cdot I = 157 \cdot 1,02 = 160V$$

$$U_C = X_C \cdot I = 79,6 \cdot 1,02 = 81V$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{60}{98} = 0,6122 \Rightarrow \varphi = 52,25^\circ$$

7.2.25. V zapojení podle obrázku je odpor skutečné cívky 80Ω , indukčnost 320mH a kapacita ideálního kondenzátoru $50\mu\text{F}$. Napětí zdroje je 90V , frekvence je 50Hz . Vypočítejte napětí U_{AB} na skutečné cívce.



$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,32 = 100,5\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 50 \cdot 10^{-6}} = 63,7\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{80^2 + (100,5 - 63,7)^2} = 88\Omega$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{90}{88} = 1,02\text{A}$$

$$U_{AB} = I \cdot \sqrt{R^2 + X_L^2} = 1,02 \cdot \sqrt{80^2 + 100,5^2} = 131\text{V}$$

7.2.26. Sériovým spojením rezistoru s odporem 20Ω , ideální cívky s indukční reaktancí 60Ω a ideálním kondenzátorem prochází proud 5A . Napětí zdroje je 110V , frekvence je 100Hz . Vypočítejte kapacitu ideálního kondenzátoru.

OPROTI KNIZE JSOU 2 ŘEŠENÍ

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{110}{5} = 22\Omega$$

$$\text{a) } Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \Rightarrow X_{C1} = \sqrt{Z^2 - R^2} + X_L = \sqrt{22^2 - 20^2} + 60 = 69,2\Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_{C1}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 69,2} = 22,9\mu\text{F}$$

$$\text{b) } Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \Rightarrow X_{C2} = -\sqrt{Z^2 - R^2} + X_L = -\sqrt{22^2 - 20^2} + 60 = 50,8\Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_{C2}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 50,8} = 31,3\mu\text{F}$$

7.2.27. U sériového spojení skutečné cívky s odporem 20Ω a indukčností $6,4\text{mH}$ a ideálního kondenzátoru s kapacitou $5\mu\text{F}$ je napětí na ideálním kondenzátoru 2V , při frekvenci 1kHz . Stanovte napětí na skutečné cívce a napětí zdroje.

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 31,8\Omega \quad I = \frac{U_C}{X_C} = \frac{2}{31,8} = 62,9\text{mA}$$

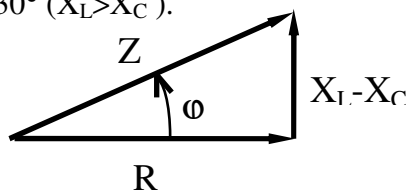
$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 6,4 \cdot 10^{-3} = 40,2\Omega$$

$$U_L = I \cdot \sqrt{R^2 + X_L^2} = 62,9 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{20^2 + 40,2^2} = 2,82\text{V}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{20^2 + (40,2 - 31,8)^2} = 21,7\Omega$$

$$U = Z \cdot I = 21,7 \cdot 62,8 \cdot 10^{-3} = 1,36\text{V}$$

7.2.28. Jakou musí mít kapacitu ideální kondenzátor, aby po jeho připojení do série se skutečnou cívkou s odporem 40Ω a indukčností 50mH , byl při frekvenci 200Hz fázový posun 30° ($X_L > X_C$).



$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 200 \cdot 0,05 = 62,8\Omega$$

$$\tan 30^\circ = \frac{X_L - X_C}{R} \Rightarrow X_C = X_L - R \cdot \tan 30^\circ = 62,8 - 40 \cdot \tan 30^\circ = 39,7\Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 200 \cdot 39,7} = 20\mu\text{F}$$

7.3.1. Ke zdroji napětí 240V s frekvencí 400Hz je připojeno paralelní spojení rezistoru s odporem 800Ω a ideální cívky s indukčností 239mH . Stanovte proudy v prvcích obvodu, celkový proud, admitanci a impedanci obvodu a fázový posun.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 400 \cdot 0,239 = 600\Omega \quad I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{240}{600} = 0,4\text{A}$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{240}{800} = 0,3\text{A} \quad I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,4^2} = 0,5\text{A}$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{800} = 1,25\text{mS} \quad B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{600} = 1,6\text{mS}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_L^2} = \sqrt{1,25^2 + 1,6^2} = 2,08\text{mS} \quad Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{2,08 \cdot 10^{-3}} = 480,8\Omega$$

$$\tan \varphi = \frac{B_L}{G} = \frac{1,6}{1,25} = 1,3 \Rightarrow \varphi = 53^\circ$$

7.3.2. Rezistor s odporem 5Ω a ideální cívka s indukčností $264\mu\text{H}$ jsou spojeny paralelně a připojeny ke zdroji střídavého napětí s frekvencí 4kHz . Ideální cívkou prochází proud 60mA , celkový proud ze zdroje je 100mA . Určete proud, procházející rezistorem, admitanci obvodu, impedanci obvodu, napětí zdroje a fázový posun.

$$I_R = \sqrt{I^2 - I_L^2} = \sqrt{0,1^2 - 0,06^2} = 80\text{mA} \quad X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 4000 \cdot 264 \cdot 10^{-6} = 6,6\Omega$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{5} = 0,2\text{S} \quad B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{6,6} = 0,15\text{S}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_L^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,15^2} = 0,25\text{S} \quad Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{0,25} = 4\Omega$$

$$\tan \varphi = \frac{I_L}{I_R} = \frac{60}{80} = 0,75 \Rightarrow \varphi = 36,5^\circ \quad U = I \cdot Z = 0,1 \cdot 4 = 0,4\text{V}$$

7.3.3. Admitance paralelního spojení rezistoru a ideální cívky je $1,9\text{mS}$. Rezistor má odpor $1\text{k}\Omega$. Celkový proud je 385mA při frekvenci $1,5\text{kHz}$. Stanovte indukčnost ideální cívky, svorkové napětí obvodu, proudy ve větvích a fázový posun.

$$B_L = \sqrt{Y^2 - G^2} = \sqrt{1,9^2 - 1^2} = 1,6\text{mS}$$

$$L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot B_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}} = 66,3\text{mH}$$

$$U = \frac{I}{Y} = \frac{0,385}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 202,63\text{V}$$

$$I_L = \frac{U}{X_L} = U \cdot B_L = 202,63 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} = 324\text{mA}$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{202,63}{1000} = 202\text{mA}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{B_L}{G} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} = 1,6 \Rightarrow \varphi = 58^\circ$$

7.3.11. Paralelní obvod, složený z rezistoru s odporem 40Ω a z ideální cívky s indukčností 50mH , je připojen ke zdroji sinusového napětí 200V s frekvencí 100Hz .

Určete admitanci obvodu, proud odebíraný ze zdroje, proud procházející rezistorem, proud procházející ideální cívkou a fázový posun.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{40} = 25\text{mS}$$

$$B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 0,05} = 31,8\text{mS}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_L^2} = \sqrt{(25 \cdot 10^{-3})^2 + (31,8 \cdot 10^{-3})^2} = 40,45\text{mS}$$

$$I = U \cdot Y = 200 \cdot 40,45 \cdot 10^{-3} = 8,09\text{A}$$

$$I_R = U \cdot G = 200 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 5\text{A}$$

$$I_L = U \cdot B_L = 200 \cdot 31,8 \cdot 10^{-3} = 6,36\text{A}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{I_L}{I_R} = \frac{6,36}{5} = 1,272$$

$$\varphi = 51,83^\circ$$

7.3.12. Ke zdroji střídavého napětí 120V je připojena zátěž, tvořená paralelní kombinací rezistoru s odporem $1\text{k}\Omega$ a ideální cívky s indukčností 630mH . Ze zdroje se odebírá proud $0,5\text{A}$. Určete frekvenci napětí a proud, procházející ideální cívkou.

$$Y = \frac{I}{U} = \frac{0,5}{120} = 4,17\text{mS}$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{10^3} = 1\text{mS}$$

$$B_L = \sqrt{Y^2 - G^2} = \sqrt{4,17^2 - 1^2} = 4,04\text{mS}$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot B_L \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 4,04 \cdot 10^{-3} \cdot 0,63} = 62,6\text{Hz}$$

$$I_L = U \cdot B_L = 120 \cdot 4,04 \cdot 10^{-3} = 485\text{mA}$$

7.3.13. Admitance paralelního spojení rezistoru a ideální cívky je 20mS . Indukčnost ideální cívky je 100mH . Stanovte odpor rezistoru, celkový proud, proudy ve větvích a fázový posun, je-li napětí zdroje 120V při frekvenci 100Hz .

$$I = U \cdot Y = 120 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 2,4\text{A}$$

$$B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 0,1} = 15,9\text{mS}$$

$$G = \sqrt{Y^2 - B_L^2} = \sqrt{20^2 - 15,9^2} = 12\text{mS}$$

$$R = \frac{1}{G} = \frac{1}{12 \cdot 10^{-3}} = 83,3\Omega$$

$$I_R = U \cdot G = 120 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 1,44\text{A}$$

$$I_L = U \cdot B_L = 120 \cdot 15,9 \cdot 10^{-3} = 1,91\text{A}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_L}{I_R} = \frac{1,91 \cdot 10^{-3}}{1,44 \cdot 10^{-3}} = 1,325 \Rightarrow \varphi = 53^\circ$$

7.3.4. Při paralelním spojení rezistoru s odporem $6,25\Omega$ a ideálního kondenzátoru s kapacitou $3,8\mu\text{F}$ se odebírá ze zdroje proud 100mA , při frekvenci 5kHz . Rezistorem prochází proud 80mA . Vypočítejte napětí zdroje, proud, procházející ideálním kondenzátorem, admitanci a impedanci obvodu a fázový posun.

$$U = R \cdot I_R = 6,25 \cdot 0,08 = 0,5\text{V} \quad I_C = \sqrt{I^2 - I_R^2} = \sqrt{0,1^2 - 0,08^2} = 60\text{mA}$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 3,8 \cdot 10^{-6} = 0,12\text{S} \quad G = \frac{1}{R} = \frac{1}{6,25} = 0,16\text{S}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_C^2} = \sqrt{0,16^2 + 0,12^2} = 0,2\text{S} \quad Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{0,2} = 5\Omega$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{B_C}{G} = \frac{0,12}{0,16} = 0,75 \Rightarrow \varphi = 36,9^\circ$$

7.3.14. Paralelní spojení rezistoru a ideální cívky je připojeno ke zdroji střídavého napětí 26V s frekvencí 400Hz . Rezistorem prochází proud 12mA , ideální cívkou prochází proud 5mA . Určete odpor rezistoru, indukčnost ideální cívky a celkový proud.

$$R = \frac{U}{I_R} = \frac{26}{12 \cdot 10^{-3}} = 2170\Omega \quad X_L = \frac{U}{I_L} = \frac{26}{5 \cdot 10^{-3}} = 5200\Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{5200}{2 \cdot \pi \cdot 400} = 2,06\text{H} \quad I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{12^2 + 5^2} = 13\text{mA}$$

7.3.15. Paralelní spojení rezistoru a ideální cívky je připojeno ke zdroji střídavého napětí. Celkový proud, procházející obvodem je 1A při frekvenci 500Hz . Odpor rezistoru je 4Ω , indukčnost ideální cívky je 2mH . Stanovte napětí zdroje a proudy, procházející rezistorem a ideální cívkou.

$$B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 159\text{mS} \quad G = \frac{1}{R} = \frac{1}{4} = 0,25\text{S}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_L^2} = \sqrt{0,25^2 + 0,159^2} = 0,296\text{S} \quad U = \frac{I}{Y} = \frac{1}{0,296} = 3,38\text{V}$$

$$I_R = U \cdot G = 3,38 \cdot 0,25 = 0,845\text{A} \quad I_L = U \cdot B_L = 3,38 \cdot 0,159 = 0,538\text{A}$$

7.3.16. Impedance zátěže, tvořená paralelním spojením rezistoru a ideální cívky je 100Ω . Indukčnost ideální cívky je 20mH . Napětí střídavého zdroje napětí je 160V , frekvence je 2kHz . Stanovte odpor rezistoru.

$$B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 4\text{mS} \quad Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{100} = 10\text{mS}$$

$$G = \sqrt{Y^2 - B_L^2} = \sqrt{10^2 - 4^2} = 9,17\text{mS} \quad R = \frac{1}{G} = \frac{1}{9,17 \cdot 10^{-3}} = 109\Omega$$

7.3.17. Paralelní kombinace rezistoru s odporem $2\text{k}\Omega$ a ideálního kondenzátoru s kapacitou 11000pF je připojena ke zdroji sinusového napětí 12V , frekvence je 10kHz . Vypočítejte proudy, procházející rezistorem, ideálním kondenzátorem a celkový proud obvodu, admitanci, impedanci a fázový posun.

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 11 \cdot 10^{-9} = 691\mu\text{S} \quad G = \frac{1}{R} = \frac{1}{2 \cdot 10^3} = 0,5\text{mS}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_C^2} = \sqrt{(0,691 \cdot 10^{-3})^2 + (0,5 \cdot 10^{-3})^2} = 0,853\text{mS}$$

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{853 \cdot 10^{-6}} = 1,17 k\Omega$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{12}{2 \cdot 10^3} = 6 mA$$

$$I_C = U \cdot B_C = 12 \cdot 691 \cdot 10^{-6} = 8,3 mA$$

$$I = U \cdot Y = 12 \cdot 0,853 \cdot 10^{-3} = 10,23 mA$$

$$\tan \varphi = \frac{I_C}{I_R} = \frac{8,3}{6} = 1,382$$

$$\varphi = 54,11^\circ$$

7.3.18. Admitance paralelního spojení ideálního kondenzátoru a rezistoru s odporem 250Ω je $8mS$. Obvodem prochází proud $180mA$ při frekvenci $500Hz$. Určete napětí zdroje, proud, procházející rezistorem a ideálním kondenzátorem a kapacitu ideálního kondenzátoru.

$$U = \frac{I}{Y} = \frac{0,18}{8 \cdot 10^{-3}} = 22,5V$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{250} = 4mS$$

$$B_C = \sqrt{Y^2 - G^2} = \sqrt{8^2 - 4^2} = 6,93mS$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{22,5}{250} = 90mA$$

$$I_C = U \cdot B_C = 22,5 \cdot 6,93 \cdot 10^{-3} = 155,9mA$$

$$C = \frac{B_C}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{6,93 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi \cdot 500} = 2,2\mu F$$

7.3.19. Ke zdroji střídavého napětí $220V$ s frekvencí $50Hz$ je připojeno paralelní spojení rezistoru a ideálního kondenzátoru s kapacitou $10\mu F$. Proud, odebíraný ze zdroje je $1,6A$. Vypočítejte odpor rezistoru, proudy, procházející rezistorem a ideálním kondenzátorem, impedanci a admitanci obvodu.

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{1,6} = 137,5\Omega$$

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{137,5} = 7,27mS$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 3,14mS$$

$$I_C = U \cdot B_C = 220 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} = 0,69A$$

$$G = \sqrt{Y^2 - B_C^2} = \sqrt{7,27^2 - 3,14^2} = 6,56mS$$

$$R = \frac{1}{G} = \frac{1}{6,56 \cdot 10^{-3}} = 152,5\Omega$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{220}{152,5} = 1,44A$$

7.3.20. Stanovte rozdíl frekvence střídavého zdroje napětí $20V$ při změně proudu do zátěže z $20mA$ na $65mA$. Zátěž je tvořena paralelní kombinací rezistoru s odporem 1250Ω a ideálního kondenzátoru s kapacitou $1\mu F$.

$$Y_{20} = \frac{I_{20}}{U} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{20} = 1mS$$

$$Y_{65} = \frac{I_{65}}{U} = \frac{65 \cdot 10^{-3}}{20} = 3,25mS$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{1250} = 0,8mS$$

$$B_{C20} = \sqrt{Y_{20}^2 - G^2} = \sqrt{1^2 - 0,8^2} = 0,6mS$$

$$B_{C65} = \sqrt{Y_{65}^2 - G^2} = \sqrt{3,25^2 - 0,8^2} = 3,15mS$$

$$f_{20} = \frac{B_{C20}}{2 \cdot \pi \cdot C} = \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 95,5Hz$$

$$f_{65} = \frac{B_{C65}}{2 \cdot \pi \cdot C} = \frac{3,15 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 501,3Hz$$

$$\Delta f = 501,3 - 95,5 = 405,8Hz$$

7.3.21. Admitance paralelního spojení rezistoru a ideálního kondenzátoru je $0,5mS$. Odpor rezistoru je $4k\Omega$. Spojení je připojeno ke zdroji střídavého napětí $100V$ při frekvenci $800Hz$. Vypočítejte kapacitu ideálního kondenzátoru, proudy, procházející rezistorem a ideálním kondenzátorem a fázový posun.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{4000} = 0,25mS$$

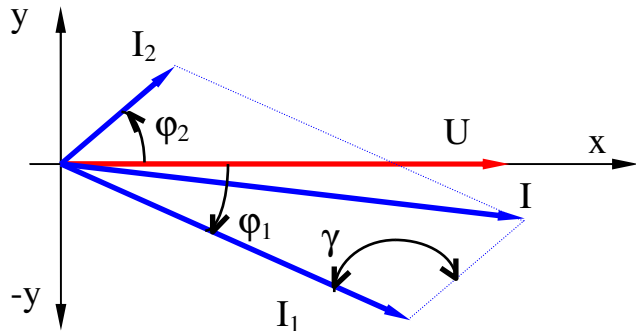
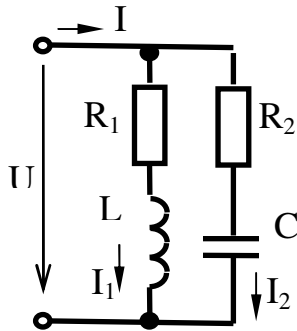
$$B_C = \sqrt{Y^2 - G^2} = \sqrt{0,5^2 - 0,25^2} = 0,433mS$$

$$C = \frac{B_C}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{0,433 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi \cdot 800} = 86,1 \text{ nF}$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{100}{4000} = 25 \text{ mA}$$

$$I_C = U \cdot B_C = 100 \cdot 0,433 = 43,3 \text{ mA} \quad \text{tg } \varphi = \frac{I_C}{I_R} = \frac{43,3}{25} = 1,732 \quad \varphi = 60^\circ$$

7.3.5. Vypočítejte proudy v jednotlivých větvích, celkový proud a impedanci v obvodu, zapojeném podle obrázku. Odpory rezistorů jsou $R_1=40\Omega$, $R_2=250\Omega$, indukčnost ideální cívky je $L=5\text{mH}$ a kapacita ideálního kondenzátoru je $C=2\mu\text{F}$. Obvod je připojen ke zdroji střídavého napětí $U=250\text{V}$, frekvence je $f=600\text{Hz}$.



$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 600 \cdot 0,005 = 18,8 \Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_L^2} = \sqrt{40^2 + 18,8^2} = 54,5 \Omega$$

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{250}{54,5} = 5,65 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1} = \frac{40}{54,5} = 0,734 \Rightarrow \varphi_1 = 42,9^\circ$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 600 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 132,6 \Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_C^2} = \sqrt{250^2 + 132,6^2} = 283 \Omega$$

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{250}{283} = 0,883 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{250}{283} = 0,883 \Rightarrow \varphi_2 = 28^\circ$$

$$\gamma = 180 - (\varphi_1 + \varphi_2) = 180 - (42,9 + 28) = 109,1^\circ$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \gamma} = \sqrt{5,65^2 + 0,883^2 - 2 \cdot 5,65 \cdot 0,883 \cdot \cos 109,1^\circ} = 6,22 \text{ A}$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{250}{6,22} = 40,2 \Omega$$

7.3.6. Určete odpor rezistoru, který musíme připojit paralelně k ideálnímu kondenzátoru s kapacitou $2\mu\text{F}$, aby po připojení ke zdroji střídavého napětí 200V s frekvencí 100Hz , byla impedance obvodu 400Ω . Dále určete proudy, procházející všemi prvky a fázový posun mezi napětím a proudem.

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{200}{400} = 0,5 \text{ A}$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 1,26 \text{ mS}$$

$$I_C = U \cdot B_C = 200 \cdot 1,26 \cdot 10^{-3} = 0,252 \text{ A}$$

$$I_R = \sqrt{I^2 - I_C^2} = \sqrt{0,5^2 - 0,252^2} = 0,43 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I_R} = \frac{200}{0,43} = 465 \Omega$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{I_C}{I_R} = \frac{0,252}{0,43} = 0,588 \Rightarrow \varphi = 30,5^\circ$$

7.3.7. Paralelní spojení rezistoru s odporem 40Ω , ideální cívky s indukčností 150mH a ideálního kondenzátoru s kapacitou $40\mu\text{F}$, je připojeno ke zdroji střídavého napětí 100V s frekvencí 50Hz . Vypočítejte proudy ve všech prvcích obvodu a celkový proud, admitanci a impedanci obvodu a fázový posun mezi napětím a proudem.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{40} = 25\text{mS} \quad I_R = U \cdot G = 100 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 2,5\text{A}$$

$$B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,15} = 21,2\text{mS} \quad I_L = U \cdot B_L = 100 \cdot 21,2 \cdot 10^{-3} = 2,12\text{A}$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-6} = 12,6\text{mS} \quad I_C = U \cdot B_C = 100 \cdot 12,6 \cdot 10^{-3} = 1,25\text{A}$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} = \sqrt{2,5^2 + (2,12 - 1,25)^2} = 2,64\text{A}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2} = \sqrt{25^2 + (21,2 - 12,6)^2} = 26\text{mS}$$

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{26 \cdot 10^{-3}} = 38,5\Omega \quad \text{tg } \varphi = \frac{I_L - I_C}{I_R} = \frac{2,12 - 1,25}{2,5} = 0,348 \Rightarrow \varphi = 19,18^\circ$$

7.3.8. Paralelní spojení rezistoru s odporem 120Ω , ideální cívky s indukčností 40mH a ideálního kondenzátoru s kapacitou $5\mu\text{F}$ je připojeno ke zdroji střídavého napětí s frekvencí 200Hz . Celkový proud, procházející obvodem je $1,9\text{A}$. Stanovte proudy ve všech prvcích obvodu, napětí zdroje, impedanci a admitanci obvodu a fázový posun mezi napětím a proudem.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{120} = 8,3\text{mS} \quad B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 200 \cdot 0,04} = 19,9\text{mS}$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 200 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 6,28\text{mS}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2} = \sqrt{8,3^2 + (19,9 - 6,28)^2} = 15,9\text{mS}$$

$$U = \frac{I}{Y} = \frac{1,9}{15,9 \cdot 10^{-3}} = 119,2\text{V} \quad Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{15,9 \cdot 10^{-3}} = 62,7\Omega$$

$$I_R = U \cdot G = 119,2 \cdot 8,3 \cdot 10^{-3} = 1\text{A} \quad I_L = U \cdot B_L = 119,2 \cdot 19,9 \cdot 10^{-3} = 2,37\text{A}$$

$$I_C = U \cdot B_C = 119,2 \cdot 6,28 \cdot 10^{-3} = 0,74\text{A} \quad \text{tg } \varphi = \frac{B_L - B_C}{G} = \frac{19,9 - 6,28}{8,3} = 1,64 \Rightarrow \varphi = 58,6^\circ$$

7.3.9. Při paralelním spojení rezistoru s odporem 60Ω , ideálního kondenzátoru a ideální cívky je celkový proud 4A . Proud procházející rezistorem je $2,4\text{A}$, proud procházející ideálním kondenzátorem je $1,6\text{A}$. Stanovte proud, procházející ideální cívku a indukčnost cívky. Frekvence je 50Hz , $I_L > I_C$.

$$I_L = \sqrt{I^2 - I_R^2} + I_C = \sqrt{4^2 - 2,4^2} + 1,6 = 4,8\text{A}$$

$$U = R \cdot I_R = 60 \cdot 2,4 = 144\text{V} \quad B_L = \frac{I_L}{U} = \frac{4,8}{144} = 33\text{mS}$$

$$L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot B_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 33 \cdot 10^{-3}} = 96\text{mH}$$

7.3.22. Ke zdroji střídavého napětí 6V s frekvencí 1kHz je paralelně připojen rezistor, ideální cívka s indukčností 238mH a ideální kondenzátor s kapacitou 0,3μF. Zdroj dává proud 10mA. Stanovte odpor rezistoru.

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{6}{0,01} = 600\Omega \quad Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{600} = 1,6\bar{m}S$$

$$B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 0,238} = 0,668mS$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6} = 1,88mS$$

$$G = \sqrt{Y^2 - (B_C - B_L)^2} = \sqrt{1,6^2 - (1,88 - 0,668)^2} = 1,14mS$$

$$R = \frac{1}{G} = \frac{1}{1,14 \cdot 10^{-3}} = 877\Omega$$

7.3.23. U paralelního spojení rezistoru, ideálního kondenzátoru a ideální cívky je napětí zdroje 160V, frekvence je 250Hz. Rezistorem prochází proud 2A, ideální cívkou 0,8A a celkový proud je 2,5A. Určete odpor rezistoru, kapacitu ideálního kondenzátoru a indukčnost ideální cívky ($I_C > I_L$).

$$R = \frac{U}{I} = \frac{160}{2} = 80\Omega \quad B_L = \frac{I_L}{U} = \frac{0,8}{160} = 5mS$$

$$L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot B_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 250 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 127mH$$

$$I_C = \sqrt{I^2 - I_R^2} + I_L = \sqrt{2,5^2 - 2^2} + 0,8 = 2,3A$$

$$X_C = \frac{U}{I_C} = \frac{160}{2,3} = 70\Omega \quad C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 250 \cdot 70} = 9,1\mu F$$

7.3.24. Paralelní spojení rezistoru, ideální cívky a ideálního kondenzátoru je připojeno ke zdroji střídavého napětí 200V s frekvencí 500Hz. Celkový proud je 4A. Indukčnost ideální cívky je 100mH, kapacita ideálního kondenzátoru je 2μF. Stanovte odpor rezistoru.

$$Y = \frac{I}{U} = \frac{4}{200} = 20mS \quad B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 0,1} = 3,18mS$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 6,28mS$$

$$G = \sqrt{Y^2 - (B_C - B_L)^2} = \sqrt{20^2 - (6,28 - 3,18)^2} = 19,8mS \quad R = \frac{1}{G} = \frac{1}{19,8 \cdot 10^{-3}} = 50,5\Omega$$

7.3.25. Admitance paralelního spojení rezistoru, ideální cívky a ideálního kondenzátoru je 16mS. Je-li obvod připojen ke zdroji střídavého napětí 200V s frekvencí 50Hz, prochází jím proud 3,2A. Rezistor má odpor 100Ω, indukční susceptance je 8mS. Určete indukčnost ideální cívky a kapacitu ideálního kondenzátoru, je-li $B_C > B_L$.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{100} = 10mS \quad B_C = \sqrt{Y^2 - G^2} + B_L = \sqrt{16^2 - 10^2} + 8 = 20,5mS$$

$$L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot B_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = 0,4H \quad C = \frac{B_C}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{20,5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 65\mu F$$

7.3.26. Jakou hodnotu má mít odpor rezistoru, který se má připojit paralelně k paralelnímu spojení ideální cívky s indukčností 120mH a ideálního kondenzátoru s kapacitou 2μF, aby úhel fázového posunu mezi napětím a proudem byl 70°, při frekvenci 100Hz.

$$B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 0,12} = 13,3mS$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 1,26mS \quad \varphi = 70^\circ \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 2,75$$

$$R = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{B_L - B_C} = \frac{2,75}{13,3 - 1,26} = 229\Omega$$

7.3.27. Paralelní spojení rezistoru s odporem 40Ω, ideální cívky s indukčností 190mH a ideálního kondenzátoru s kapacitou 160μF je připojeno ke zdroji střídavého napětí 12V s frekvencí 50Hz. Stanovte celkový proud, admitanci a fázový posun mezi napětím a proudem.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{40} = 25mS \quad B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,19} = 16,75mS$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 160 \cdot 10^{-6} = 50,3mS$$

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2} = \sqrt{25^2 + (50,3 - 16,75)^2} = 41,8mS$$

$$I = U \cdot Y = 12 \cdot 41,8 \cdot 10^{-3} = 0,5A$$

$$I_R = U \cdot G = 12 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,3A$$

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I} = \frac{0,3}{0,5} = 0,6 \Rightarrow \varphi = 53,13^\circ$$

7.3.28. U paralelního spojení rezistoru s odporem 50Ω, ideálního kondenzátoru s kapacitou 16μF a ideální cívky s indukčností 64mH stanovte proudy ve všech prvcích, celkový proud, impedanci a admitanci obvodu a fázový posun mezi proudem a napětím. Napětí zdroje je 200V, frekvence je 100Hz.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50} = 20mS$$

$$I_R = U \cdot G = 200 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 4A$$

$$B_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 0,064} = 24,9mS$$

$$I_L = U \cdot B_L = 200 \cdot 24,9 \cdot 10^{-3} = 5A$$

$$B_C = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 16 \cdot 10^{-6} = 10,05mS$$

$$I_C = U \cdot B_C = 200 \cdot 10,05 \cdot 10^{-3} = 2A$$

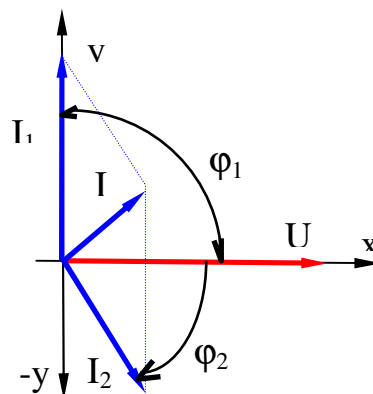
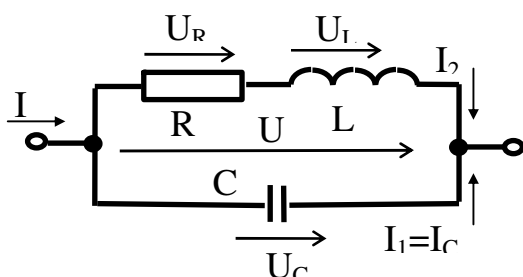
$$Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2} = \sqrt{20^2 + (24,9 - 10,05)^2} = 25mS$$

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-3}} = 40\Omega$$

$$I = U \cdot Y = 200 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 5A$$

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I} = \frac{4}{5} = 0,8 \Rightarrow \varphi = 36,9^\circ$$

7.3.10. Určete proud I_L , celkový proud I , Napětí zdroje střídavého napětí U a impedanci obvodu, zapojeného podle obrázku, Skutečná cívka má odpor 15Ω , indukčnost je $0,05H$. Ideální kondenzátor má kapacitu $60\mu F$ a prochází jím proud $I_1=1,8A$, frekvence je $100Hz$.



$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 60 \cdot 10^{-6}} = 26,5\Omega \quad U = I_1 \cdot X_C = 1,8 \cdot 26,5 = 47,7V$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 0,05 = 31,4\Omega \quad Z_2 = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{15^2 + 31,4^2} = 34,8\Omega$$

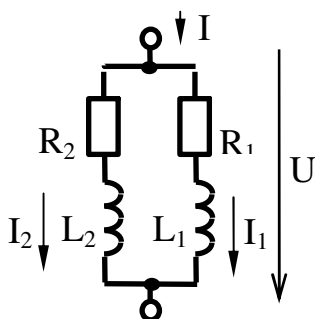
$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{47,7}{34,8} = 1,37A \quad \tan \varphi_2 = \frac{X_L}{R} = \frac{31,4}{15} = 2,09 \Rightarrow \varphi_2 = 64,5^\circ \quad \varphi_1 = 90^\circ$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos(180^\circ - \varphi_1 - \varphi_2)} = \sqrt{1,8^2 + 1,37^2 - 2 \cdot 1,8 \cdot 1,37 \cdot \cos(180^\circ - 90^\circ - 64,5^\circ)} = 0,81A$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{47,7}{0,81} = 58,9\Omega$$

7.3.29. Dvě skutečné, paralelně spojené cívky jsou připojeny ke zdroji střídavého napětí $220V$,

s frekvencí $50Hz$, viz obrázek. $R_1=60\Omega$, $R_2=40\Omega$, $L_1=96mH$ a $L_2=192mH$. Vypočítejte proudy ve skutečných cívkách I_1 a I_2 , celkový proud a fázový posun mezi proudy ve skutečných cívkách.



$$X_{L1} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,096 = 30,2\Omega$$

$$X_{L2} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,192 = 60,3\Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_{L1}^2} = \sqrt{60^2 + 30,2^2} = 67,15\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_{L2}^2} = \sqrt{40^2 + 60,3^2} = 72,4\Omega$$

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{220}{67,15} = 3,28A \quad I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{220}{72,4} = 3,04A$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1} = \frac{60}{67,15} = 0,894 \Rightarrow \varphi_1 = 26,7^\circ$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{40}{72,4} = 0,553 \Rightarrow \varphi_2 = 56,45^\circ$$

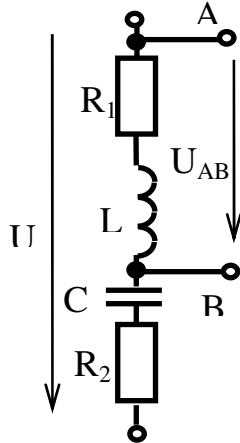
$$\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 56,45 - 26,7 = 29,75^\circ$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos(180^\circ - \varphi)} = \sqrt{3,28^2 + 3,04^2 - 2 \cdot 3,28 \cdot 3,04 \cdot \cos(180^\circ - 29,75^\circ)} = 6,1A$$

7.3.30. Vypočítejte napětí mezi svorkami A a B v obvodu, zapojeném podle obrázku.

Skutečná

cívka má odpor $R_1=50\Omega$ a indukčnost $L=250mH$. Odpor rezistoru $R_2=150\Omega$, kapacita ideálního kondenzátoru $C=30\mu F$. Napětí zdroje je $U=100V$, frekvence je $50Hz$.



$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,25 = 78,5\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 30 \cdot 10^{-6}} = 106,1\Omega$$

$$R = R_1 + R_2 = 50 + 150 = 200\Omega$$

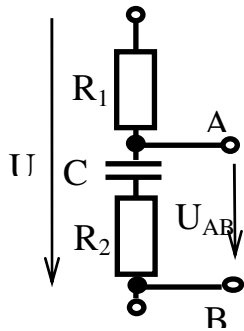
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} = \sqrt{200^2 + (106,1 - 78,5)^2} = 201,9\Omega$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{201,9} = 0,495A$$

$$Z_{AB} = \sqrt{R_1^2 + X_L^2} = \sqrt{50^2 + 78,5^2} = 93,1\Omega$$

$$U_{AB} = I \cdot Z_{AB} = 0,495 \cdot 93,1 = 46V$$

7.3.31. Vypočítejte napětí mezi svorkami A a B v obvodu, zapojeném podle obrázku. Odpory rezistorů jsou $R_1=60\Omega$, $R_2=40\Omega$, kapacita ideálního kondenzátoru $C=30\mu F$. Napětí zdroje je $U=220V$, frekvence je $50Hz$.



$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 30 \cdot 10^{-6}} = 106,1\Omega$$

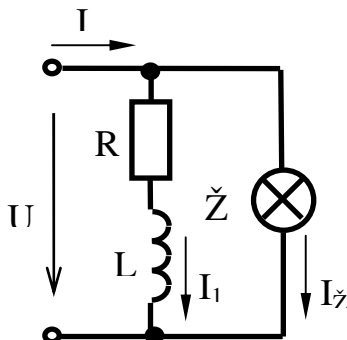
$$Z = \sqrt{(R_1 - R_2)^2 + X_C^2} = \sqrt{(60 - 40)^2 + 106,1^2} = 145,8\Omega$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{145,8} = 1,5A$$

$$Z_{AB} = \sqrt{R_2^2 + X_C^2} = \sqrt{40^2 + 106,1^2} = 113,4\Omega$$

$$U_{AB} = I \cdot Z_{AB} = 1,5 \cdot 113,4 = 170V$$

7.3.32. Vypočítejte proudy, procházející žárovkou a skutečnou cívku a celkový proud v obvodu, zapojeném podle obrázku. Příkon žárovky je $25W$, odpor cívky je 160Ω , indukčnost cívky je $0,8H$, napětí zdroje je $120V$ a frekvence $f=50Hz$.



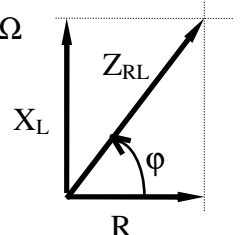
$$I_z = \frac{P_z}{U} = \frac{25}{120} = 0,21A$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,8 = 251\Omega$$

$$Z_{RL} = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{160^2 + 251^2} = 298\Omega$$

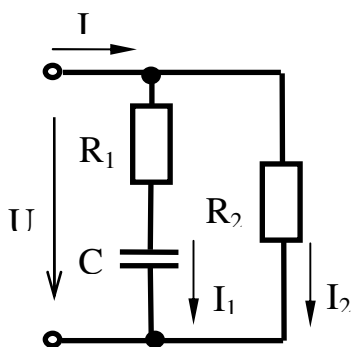
$$I_1 = \frac{U}{Z_{RL}} = \frac{120}{298} = 0,4A$$

$$\tan \varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{251}{160} = 1,57 \Rightarrow \varphi = 57,5^\circ$$



$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos(180^\circ - \varphi)} = \sqrt{0,4^2 + 0,21^2 - 2 \cdot 0,4 \cdot 0,21 \cdot \cos(180^\circ - 57,5^\circ)} = 0,544 A$$

7.3.33. Vypočítejte proudy a napětí na všech prvcích obvodu, zapojeného podle obrázku. Odpor rezistorů jsou $R_1=50\Omega$, $R_2=60\Omega$, kapacita ideálního kondenzátoru $C=40\mu F$. Napětí zdroje je $U=200V$, frekvence je $50Hz$.



$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{200}{60} = 3,3 A$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = 79,6 \Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_C^2} = \sqrt{50^2 + 79,6^2} = 94 \Omega$$

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{200}{94} = 2,12 A$$

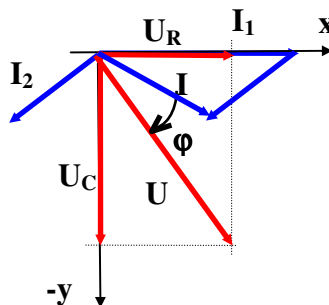
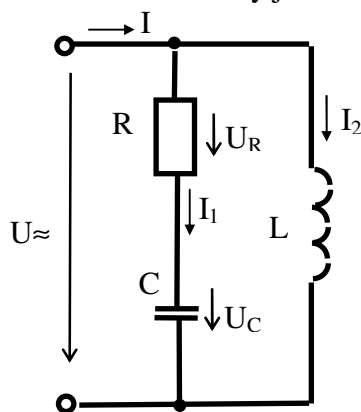
$$U_{R1} = I_1 \cdot R_1 = 2,12 \cdot 50 = 106 V$$

$$U_C = I_1 \cdot X_C = 2,12 \cdot 79,6 = 169 V$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1} = \frac{50}{94} = 0,532 \Rightarrow \varphi_1 = 57,9^\circ$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos(180^\circ - \varphi)} = \sqrt{2,12^2 + 3,3^2 - 2 \cdot 2,12 \cdot 3,3 \cdot \cos(180^\circ - 57,9^\circ)} = 4,8 A$$

7.3.34. Vypočítejte proudy a napětí na všech prvcích a úhel fázového posunu v obvodu, zapojeném podle obrázku. Odpor rezistoru je 50Ω , kapacita ideálního kondenzátoru je $3,2\mu F$ a indukčnost ideální cívky je $60mH$. Napětí zdroje je $220V$, frekvence $500Hz$.



$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 3,2 \cdot 10^{-6}} = 99,5 \Omega$$

$$Z_{R,C} = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{50^2 + 99,5^2} = 111,4 \Omega$$

$$I_1 = \frac{U}{Z_{R,C}} = \frac{220}{111,4} = 1,97 A$$

$$U_R = R \cdot I_1 = 50 \cdot 1,97 = 98,5 V$$

$$U_C = X_C \cdot I_1 = 99,5 \cdot 1,97 = 196 V$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 188,5 \Omega$$

$$I_2 = \frac{U}{X_L} = \frac{220}{188,5} = 1,17 A$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{R}{Z_{R,C}} = \frac{50}{111,4} = 0,449 \Rightarrow \varphi_{R,C} = 63,3^\circ$$

$$\varphi_L = 90^\circ$$

$$\varphi_{\text{celk}} = \varphi_{R,C} + \varphi_L = 63,3 + 90 = 153,3^\circ$$

$$\text{doplňkový } \varphi_d = 180 - \varphi_{\text{celk}} = 180 - 153,3 = 26,7^\circ$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_d} = \sqrt{1,97^2 + 1,17^2 - 2 \cdot 1,97 \cdot 1,17 \cdot \cos 26,7^\circ} = 1,06 \text{ A}$$

$$I_{\zeta} = I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 1,97 \cdot 0,449 = 0,885 \text{ A}$$

$$I_j = I_2 \cdot \sin \varphi_2 + I_1 \cdot \sin \varphi_1 = 1,17 \cdot 1 - 1,97 \cdot 0,885 = -0,589 \text{ A}$$

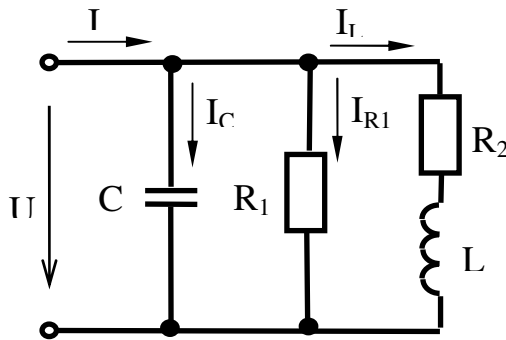
$$\text{tg} \varphi = \frac{I_j}{I_{\zeta}} = \frac{-0,589}{0,885} = -0,666 \Rightarrow \varphi = 33,6^\circ$$

7.3.35. Vypočítejte admitanci a proud v obvodu podle obrázku. Odpory rezistorů jsou

$$R_1 = 50 \Omega,$$

$R_2 = 60 \Omega$, kapacita ideálního kondenzátoru je $C = 127 \mu\text{F}$ a indukčnost ideální cívky je 254 mH .

Napětí zdroje je $U = 100 \text{ V}$, frekvence je 50 Hz .



$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 127 \cdot 10^{-6}} = 25 \Omega$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 254 \cdot 10^{-3} = 79,8 \Omega$$

$$Z_{R2L} = \sqrt{R_2^2 + X_L^2} = \sqrt{60^2 + 79,8^2} = 100 \Omega$$

$$\text{tg} \varphi_{R2L} = \frac{X_L}{R_2} = \frac{79,8}{60} = 1,33 \Rightarrow \varphi_{R2L} = 53^\circ$$

$$I_L = \frac{U}{Z_{R2L}} = \frac{100}{100} = 1 \text{ A}$$

$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{100}{25} = 4 \text{ A}$$

$$I_{R1} = \frac{U}{R_1} = \frac{100}{50} = 2 \text{ A}$$

$$I_{\zeta} = I_{R1} + I_L \cdot \cos \varphi_{R2L} = 2 + 1 \cdot \cos 53^\circ = 2,6 \text{ A}$$

$$I_j = I_C - I_L \cdot \sin \varphi_{R2L} = 4 - 1 \cdot \sin 53^\circ = 3,2 \text{ A}$$

$$I = \sqrt{I_{\zeta}^2 + I_j^2} = \sqrt{2,6^2 + 3,2^2} = 4,12 \text{ A}$$

$$Y = \frac{I}{U} = \frac{4,12}{100} = 41,2 \text{ mS}$$

7.4.1. Stanovte kapacitu ideálního kondenzátoru sériového rezonančního obvodu tak, aby došlo

k rezonanci při frekvenci 200 kHz . Indukčnost ideální cívky je $150 \mu\text{H}$.

$$C_0 = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (2 \cdot 10^5)^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4}} = 4,22 \text{ nF}$$

7.4.11. Vypočítejte indukčnost ideální cívky, spojené do série s ideálním kondenzátorem s kapacitou $0,25 \mu\text{F}$ tak, aby došlo při frekvenci 40 kHz k rezonanci.

$$L_0 = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot C} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot C} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (4 \cdot 10^4)^2 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6}} = 63,3 \mu\text{H}$$

7.4.12. Určete rezonanční frekvenci obvodu, ve kterém je do série spojena ideální cívka s indukčností $200 \mu\text{H}$ s ideálním kondenzátorem s kapacitou 350 pF .

$$f_0 = \sqrt{\frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot L \cdot C}} = \sqrt{\frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^{-12}}} = 601,5 \text{ kHz}$$

7.4.2. U sériového rezonančního obvodu, složeného ze skutečné cívky s odporem 10Ω a indukčnosti $0,3\text{mH}$ a ideálního kondenzátoru s kapacitou 300pF , připojeného na zdroj střídavého napětí 10V , stanovte rezonanční frekvenci, proud při rezonanci, napětí na skutečné cívce a na ideálním kondenzátoru.

$$f_0 = \sqrt{\frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot L \cdot C}} = \sqrt{\frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300 \cdot 10^{-12}}} = 530 \text{ kHz}$$

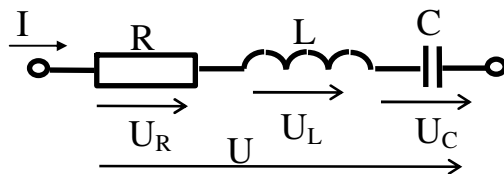
$$Z_0 = R = 10\Omega \quad I_0 = \frac{U}{R} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ A}$$

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L}{R} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3}}{10} = 100$$

$$U_{C_0} = Q \cdot U = 100 \cdot 10 = 1 \text{ kV}$$

$$U_{RL} = \sqrt{U_{C_0}^2 + U^2} = \sqrt{1000^2 + 10^2} = 1000 \text{ V}$$

7.4.13. Sériový rezonanční obvod je tvořen skutečnou cívkou s odporem 4Ω a indukčností 2mH a ideálním kondenzátorem neznámé kapacity. Rezananční frekvence je 500Hz . Rezananční obvod je připojen na zdroj střídavého napětí 10V . Stanovte kapacitu ideálního kondenzátoru, proud a napětí na skutečné cívce a na ideálním kondenzátoru při rezonanci.



$$C_0 = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot 500^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 50,6 \mu\text{F} \quad I_0 = \frac{U}{R} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ A}$$

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L}{R} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{4} = 1,57$$

$$U_{C_0} = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_0} = \frac{2,5}{2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot 50,6 \cdot 10^{-6}} = 15,7 \text{ V}$$

$$U_{RL} = \sqrt{U_{C_0}^2 + U^2} = \sqrt{15,7^2 + 10^2} = 18,6 \text{ V} \quad \text{kniha chybně } 15,7 \text{ V}$$

7.4.14. Sériovým rezonančním obvodem prochází při rezonanci proud $2,5\text{A}$. Obvod je tvořen ideálním kondenzátorem s kapacitou $2\mu\text{F}$ a skutečnou cívkou, obvod je připojen na zdroj střídavého napětí 15V , činitel jakosti obvodu je 15 . Stanovte odpor a indukčnost skutečné cívky.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{15}{2,5} = 6\Omega$$

$$U_{L_0} = Q \cdot U = 15 \cdot 15 = 225 \text{ V}$$

$$X_L = \frac{U_{L_0}}{I} = \frac{225}{2,5} = 90\Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f_0} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot C} \Rightarrow$$

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C \cdot X_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 90} = 885 \text{ Hz} \quad L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f_0} = \frac{90}{2 \cdot \pi \cdot 885} = 16,2 \text{ mH}$$

7.4.15. Sériový rezonanční obvod má činitel jakosti 80. Ideální kondenzátor má kapacitu 450pF. Obvod je připojen na zdroj střídavého napětí 6V a při rezonanci jím prochází proud 1A. Vypočítejte odpor a indukčnost skutečné cívky a rezonanční frekvenci.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6}{1} = 6 \Omega \quad U_{L0} = Q \cdot U = 80 \cdot 6 = 480 \text{ V}$$

$$X_L = \frac{U_{L0}}{I} = \frac{480}{1} = 480 \Omega \quad L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f_0} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot C} \Rightarrow$$

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C \cdot X_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 450 \cdot 10^{-12} \cdot 480} = 737 \text{ kHz}$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f_0} = \frac{480}{2 \cdot \pi \cdot 737 \cdot 10^3} = 104 \mu\text{H}$$

7.4.3. Sériový rezonanční obvod je tvořen ideálním kondenzátorem s kapacitou 1200pF a skutečnou cívkou s odporem 15Ω a indukčností 400μH. Obvod je připojen na zdroj střídavého napětí 12V. Určete rezonanční frekvenci, činitel jakosti obvodu, napětí na ideálním kondenzátoru a na skutečné cívkce a proud, procházející obvodem při rezonanci.

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-4} \cdot 1,2 \cdot 10^{-9}}} = 230 \text{ kHz}$$

$$Q = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 230 \cdot 10^3 \cdot 15 \cdot 1,2 \cdot 10^{-9}} = 38,5$$

$$U_{C0} = Q \cdot U = 38,5 \cdot 12 = 462 \text{ V} \quad I_0 = \frac{U}{R} = \frac{12}{15} = 0,8 \text{ A}$$

$$U_{RL} = \sqrt{U_{C0}^2 + U^2} = \sqrt{462^2 + 12^2} = 462 \text{ V}$$

7.4.4. Ideální kondenzátor s kapacitou 500pF je zapojen paralelně ke skutečné cívkce s odporem 10Ω a s indukčností 200μH. Obvod je připojen na zdroj střídavého napětí 120V. Vypočítejte rezonanční frekvenci obvodu, impedanci při rezonanci, činitel jakosti obvodu a proud, procházející obvodem při rezonanci.

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{2 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-10}}} = 503 \text{ kHz} \quad Z_0 = \frac{L}{R \cdot C} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 5 \cdot 10^{-10}} = 40 \text{ k}\Omega$$

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L}{R} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 503 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{10} = 163,2 \quad I_0 = \frac{U}{Z_0} = \frac{120}{40 \cdot 10^3} = 3 \text{ mA}$$

7.4.16. Paralelní rezonanční obvod je sestaven ze skutečné cívky s odporem 4Ω a s indukčností 120μH a z proměnného (ladícího) ideálního kondenzátoru, který má $C_{\min}=30\text{pF}$ a $C_{\max}=400\text{pF}$. Stanovte minimální a maximální frekvenci.

$$f_{\min} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C_{\max}}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-10}}} = 726 \text{ kHz}$$

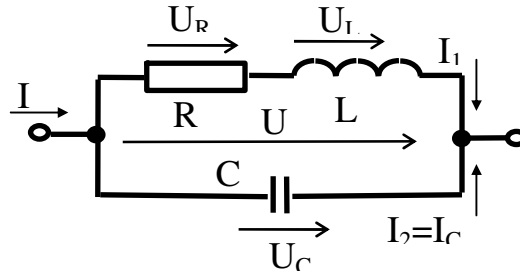
$$f_{\max} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C_{\min}}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^{-11}}} = 2,65 \text{ MHz}$$

7.4.17. Stanovte C_{\min} a C_{\max} ladícího kondenzátoru paralelního rezonančního obvodu, který tvoří vstupní obvod přijímače tak, aby byl laditelný ve frekvenčním rozsahu 0,503 až 1,677 MHz. Indukčnost skutečné cívky je, při zanedbaném odporu, 200 μH.

$$C_{\min} = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_{0\max}^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (1,677 \cdot 10^6)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} = 45 \text{ pF}$$

$$C_{\max} = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_{0\min}^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (503 \cdot 10^3)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} = 500 \text{ pF}$$

7.4.18. Vypočítejte kapacitu ideálního kondenzátoru a indukčnost skutečné cívky paralelního rezonančního obvodu. Odpor cívky je 6 Ω. Při rezonanční frekvenci 470 kHz je činitel jakosti obvodu Q=90.



$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L_0}{R} \Rightarrow L_0 = \frac{Q \cdot R}{2 \cdot \pi \cdot f_0} = \frac{90 \cdot 6}{2 \cdot \pi \cdot 470 \cdot 10^3} = 183 \mu\text{H}$$

$$C_0 = \frac{1}{\omega^2 \cdot L_0} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (470 \cdot 10^3)^2 \cdot 183 \cdot 10^{-6}} = 627 \text{ pF}$$

7.4.19. U paralelního rezonančního obvodu je indukčnost skutečné cívky 300 μH. Při rezonanční frekvenci 530 kHz je činitel jakosti obvodu 100. Vypočítejte odpor skutečné cívky a kapacitu ideálního kondenzátoru.

$$R = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L}{Q} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 530 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-4}}{100} = 10 \Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot Q \cdot R} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 530 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10} = 300 \text{ pF}$$

7.4.20. U paralelního rezonančního obvodu stanovte kapacitu ideálního kondenzátoru tak, aby nastala rezonance při frekvenci 150 kHz. Skutečná cívka má odpor 6 Ω a indukčnost 0,25 mH.

$$C_0 = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (1,5 \cdot 10^5)^2 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3}} = 4,5 \text{ nF}$$

7.5.1. Obvodem, připojeným ke zdroji střídavého napětí 20 V, prochází proud 5 A. Účinník $\cos \varphi = 0,5$. Určete zdánlivý, činný a jalový výkon.

$$\cos \varphi = 0,5 \Rightarrow \varphi = 60^\circ \Rightarrow \sin \varphi = 0,866$$

$$S = U \cdot I = 20 \cdot 5 = 100 \text{VA}$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{W}$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 100 \cdot 0,866 = 86,6 \text{Var}$$

7.5.11. Spotřebič má při svorkovém napětí 220V příkon 400W a prochází jím proud 3,5A. Určete účinník, jalový a zdánlivý výkon.

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{400}{220 \cdot 3,5} = 0,519 \Rightarrow \varphi = 58,7^\circ$$

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 3,5 = 770 \text{VA}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{770^2 - 400^2} = 658 \text{Var}$$

7.5.12. Impedance zátěže zdroje střídavého napětí 60V je 24Ω . Proud, procházející obvodem, předbíhá napětí o 70° . Určete zdánlivý, činný a jalový výkon a účinník.

$$S = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = \frac{60^2}{24} = 150 \text{VA}$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 150 \cdot \cos 70^\circ = 51,3 \text{W}$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 150 \cdot \sin 70^\circ = 140,9 \text{Var}$$

$$\cos 70^\circ = 0,34$$

7.5.13. Spotřebičem procházel, po připojení ke zdroji střídavého napětí 220V, proud 40A. Měřený příkon byl 6kW. Určete účinník a stanovte velikost proudu při stejném příkonu, ale při $\cos \varphi = 1$.

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 40 = 8,8 \text{kVA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{6}{8,8} = 0,682$$

$$I_{(\cos \varphi = 1)} = \frac{P}{U} = \frac{6000}{220} = 27,3 \text{A}$$

7.5.2. Jednofázový motor na napětí 220V, odebírá ze sítě činný výkon 1,5kW a proud 8A. Vypočítejte zdánlivý a jalový výkon, účinník a činnou a jalovou složku proudu.

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 8 = 1,76 \text{kVA}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{1760^2 - 1500^2} = 920 \text{Var}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{1,5}{1,76} = 0,852 \Rightarrow \varphi = 31,6^\circ \Rightarrow \sin \varphi = 0,523$$

$$I_{\zeta} = I \cdot \cos \varphi = 8 \cdot 0,852 = 56,82 \text{A}$$

$$I_J = I \cdot \sin \varphi = 8 \cdot 0,523 = 4,18 \text{A}$$

7.5.14. Jednofázový motor s účinníkem 0,7 odebírá po připojení na zdroj střídavého napětí 220V ze sítě proud 2,6A. Stanovte příkon motoru.

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 220 \cdot 2,6 \cdot 0,7 = 400 \text{W}$$

7.5.15. Spotřebič odebírá, po připojení na zdroj střídavého napětí 220V a při účinníku $\cos \varphi = 0,8$, proud 5A. Stanovte zdánlivý, činný a jalový příkon spotřebiče.

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 5 = 1,1 \text{kVA}$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 1100 \cdot 0,8 = 0,88 \text{kW}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{1100^2 - 880^2} = 660 \text{Var}$$

7.5.3. Stanovte u sériového spojení skutečné cívky a ideálního kondenzátoru výkon činný, jalový a zdánlivý. Odpor skutečné cívky je 20Ω , její indukčnost je 95,5mH. Kapacita ideálního kondenzátoru je 53μF. Obvod je připojen ke zdroji střídavého napětí 220Vs frekvencí 100Hz.

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 53 \cdot 10^{-6}} = 30 \Omega$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 95,5 \cdot 10^{-3} = 60 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{20^2 + (60 - 30)^2} = 36 \Omega \quad I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{36} = 6,11 A$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{60 - 30}{20} = 1,5 \Rightarrow \varphi = 56,3^\circ \quad S = U \cdot I = 220 \cdot 6,11 = 1,34 kVA$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 220 \cdot 6,11 \cdot 0,554 = 745 W \quad Q = S \cdot \sin \varphi = 1,34 \sin 56,3^\circ = 1,120 VA$$

7.5.16. Skutečná cívka s odporem 8Ω a indukčností $25 mH$ je připojena na zdroj střídavého napětí $220 V$ s frekvencí $50 Hz$. Stanovte činný a jalový výkon.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 7,85 \Omega \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{7,85}{8} = 0,98 \Rightarrow \varphi = 44,46^\circ$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{8^2 + 7,85^2} = 11,2 \Omega \quad I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{11,2} = 19,6 A$$

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 19,6 = 4,31 kVA \quad P = S \cdot \cos \varphi = 4,31 \cdot 10^3 \cdot \cos 44,46^\circ = 3,07 kW$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 4,31 \cdot 10^3 \cdot \sin 44,46^\circ = 3,02 kW$$

7.5.17. Tlumivka se vzduchovou mezerou odebrává, po připojení na zadaný zdroj střídavého napětí $220 V$ s frekvencí $50 Hz$, proud $1,6 A$. Odpor vinutí cívky je 34Ω . Stanovte indukčnost tlumivky.

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{1,6} = 137,5 \Omega \quad X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{137,5^2 - 34^2} = 133,2 \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{133,2}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 424 mH$$

7.5.18. Jednofázový motor ledničky, připojený na zdroj střídavého napětí $220 V$, odebíral proud $4,2 A$ po dobu 15 minut a spotřeboval elektrickou energii $0,16 kWh$. Stanovte účinník motoru.

$$P = \frac{A}{t} = \frac{160}{0,25} = 640 W \quad S = U \cdot I = 220 \cdot 4,2 = 924 VA$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{640}{924} = 0,69$$

7.5.19. Elektrický obvod s účinníkem $\cos \varphi = 0,6$ byl připojen ke zdroji střídavého napětí $220 V$. Činná složka proudu, procházejícího obvodem byla $12 A$. Vypočítejte činný, jalový a zdánlivý výkon.

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 220 \cdot 12 = 2,64 kW \quad S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{2640}{0,6} = 4,4 kVA$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{4400^2 - 2640^2} = 3520 VA$$

8.2.1. V sériové R L C obvodu je rezistor s odporem 120Ω , cívka s indukčností 96mH a kondenzátor s kapacitou $40\mu\text{F}$. Střídavý proud, procházející obvodem je 3A , při frekvenci 50Hz . Určete impedanci obvodu, napětí na svorkách zdroje, fázový posun a napětí na jednotlivých prvcích obvodu.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,096 = 30\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = 80\Omega$$

$$\vec{Z} = R + j \cdot (X_L - X_C) = 120 + j \cdot (30 - 80) = (120 - j \cdot 50)\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{120^2 + (30 - 80)^2} = 130\Omega$$

$$\vec{U} = \vec{Z} \cdot \vec{I} = (120 - j \cdot 50) \cdot 3 = (360 - j \cdot 150)\text{V} \quad U = \sqrt{360^2 + 150^2} = 390\text{V}$$

$$\tan \varphi = \frac{X_C - X_L}{R} = \frac{80 - 30}{120} = 0,417 \Rightarrow \varphi = 22,4^\circ \quad \vec{U}_R = U_R = R \cdot I = 120 \cdot 3 = 360\text{V}$$

$$\vec{U}_C = -j \cdot X_C \cdot I = -j \cdot 80 \cdot 3 = -j \cdot 240\text{V} \quad U_C = 240\text{V}$$

$$\vec{U}_L = j \cdot X_L \cdot I = j \cdot 30 \cdot 3 = j \cdot 90\text{V} \quad U_L = 90\text{V}$$

8.2.2. Určete proudy I_1 , I_2 a I_3 v obvodu na obrázku, jsou-li impedance $\vec{Z}_1 = (10 - j \cdot 15)\Omega$, $\vec{Z}_2 = (2 + j \cdot 6)\Omega$ a $\vec{Z}_3 = (3,33 + j \cdot 2)\Omega$. Napětí zdroje je 120V .

$$\vec{Z}_{1,2} = \frac{\vec{Z}_1 \cdot \vec{Z}_2}{\vec{Z}_1 + \vec{Z}_2} = \frac{(10 - j \cdot 15) \cdot (2 + j \cdot 6)}{10 - j \cdot 15 + 2 + j \cdot 6} = \frac{110 + j \cdot 30}{12 - j \cdot 9} = \frac{(110 + j \cdot 30) \cdot (12 + j \cdot 9)}{(12 - j \cdot 9) \cdot (12 + j \cdot 9)} = (4,67 + j \cdot 6)\Omega$$

$$\vec{Z} = \vec{Z}_{1,2} \cdot \vec{Z}_3 = 4,67 + j \cdot 6 + 3,33 + j \cdot 2 = (8 + j \cdot 8)\Omega \quad Z = \sqrt{8^2 + 8^2} = 11,3\Omega$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{U}}{\vec{Z}} = \frac{120}{8 + j \cdot 8} = \frac{120 \cdot (8 - j \cdot 8)}{(8 + j \cdot 8) \cdot (8 - j \cdot 8)} = (7,5 - j \cdot 7,5)\text{A} \quad I = \sqrt{7,5^2 + 7,5^2} = 10,6\text{A}$$

$$\vec{U}_3 = \vec{Z}_3 \cdot \vec{I} = (3,33 + j \cdot 2) \cdot (7,5 - j \cdot 7,5) = (40 - j \cdot 10)\text{V}$$

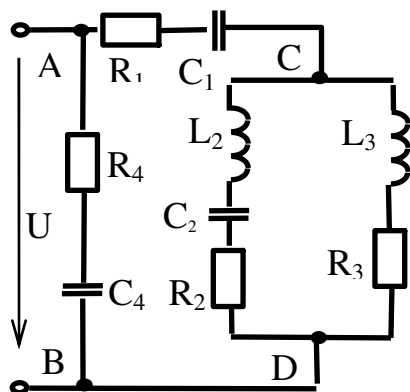
$$\vec{U}_{1,2} = \vec{U} - \vec{U}_3 = 120 - (40 - j \cdot 10) = (80 + j \cdot 10)\text{V}$$

$$\vec{I}_1 = \frac{\vec{U}_{1,2}}{\vec{Z}_1} = \frac{80 + j \cdot 10}{10 - j \cdot 15} = \frac{(80 + j \cdot 10) \cdot (10 + j \cdot 15)}{10^2 + 15^2} = (2 + j \cdot 4)\text{A} \quad I_1 = \sqrt{2^2 + 4^2} = 4,47\text{A}$$

$$\vec{I}_2 = \vec{I} - \vec{I}_1 = 7,5 - j \cdot 7,5 - 2 - j \cdot 4 = (5,5 - j \cdot 11,5)\text{A} \quad I_2 = \sqrt{5,5^2 + 11,5^2} = 12,75\text{A}$$

8.2.3. V obvodu na obrázku určete proudy a napětí na všech prvcích, fázový posun mezi napětím zdroje a celkovým proudem a výkon činný, jalový a zdánlivý. Prvky obvodu jsou $R_1=1,5\Omega$, $R_2=3\Omega$, $R_3=2\Omega$, $R_4=3\Omega$, $X_{C1}=2\Omega$, $X_{C2}=6\Omega$, $X_{C4}=4\Omega$, $X_{L2}=4\Omega$, $X_{L3}=3\Omega$

a $\vec{I}_2 = 2 \cdot e^{j \cdot 90^\circ} \text{A}$.



$$\vec{Z}_1 = R_1 - j \cdot X_{C1} = (1,5 - j \cdot 2) \Omega = 2,5 \cdot e^{-j53,1^\circ}$$

$$\vec{Z}_2 = R_2 - j \cdot X_{C2} + j \cdot X_{L2} = (3 - j \cdot 2) \Omega = 3,6 \cdot e^{-j33,6^\circ}$$

$$\vec{Z}_3 = R_3 + j \cdot X_{L3} = (2 + j \cdot 3) \Omega = 3,6 \cdot e^{j56,3^\circ}$$

$$\vec{Z}_4 = R_4 - j \cdot X_{C4} = (3 - j \cdot 4) \Omega = 5 \cdot e^{-j53,2^\circ}$$

$$\vec{U}_{C,D} = \vec{Z}_2 \cdot \vec{I}_2 = 3,6 \cdot e^{-j33,6^\circ} \cdot 2 \cdot e^{j90^\circ} = 7,2 \cdot e^{j56,4^\circ} V$$

$$\vec{U}_{C,D} = (4 + j \cdot 6) V \quad U_{C,D} = 7,2 V$$

$$\vec{I}_3 = \frac{\vec{U}_{C,D}}{\vec{Z}_3} = \frac{7,2 \cdot e^{j56,4^\circ}}{3,6 \cdot e^{j56,3^\circ}} = 2 A$$

$$\vec{I}_1 = \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = (2 + j \cdot 2) A = 2,82 \cdot e^{j45^\circ} A$$

$$\vec{U}_{A,C} = \vec{Z}_1 \cdot \vec{I}_1 = 2,5 \cdot e^{-j53,1^\circ} \cdot 2,82 \cdot e^{j45^\circ} = 7,05 \cdot e^{-j8,1^\circ} V = (7 - j) V$$

$$\vec{U}_{A,B} = \vec{U}_{C,D} + \vec{U}_{A,C} = 4 + j \cdot 6 + 7 - j = (11 + j \cdot 5) V = 12,1 \cdot e^{j24,5^\circ} V$$

$$\vec{I}_4 = \frac{\vec{U}_{A,B}}{\vec{Z}_4} = \frac{12,1 \cdot e^{j24,5^\circ}}{5 \cdot e^{-j53,2^\circ}} = 2,42 \cdot e^{j77,6^\circ} A = (0,52 + j \cdot 2,36) A$$

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_4 = 2 + j \cdot 2 + 0,52 + j \cdot 2,36 = (2,52 + j \cdot 4,36) A = 5 \cdot e^{j60^\circ} A$$

$$\vec{S} = \vec{U}_{A,B} \cdot \vec{I}^* = 12,1 \cdot e^{j24,5^\circ} \cdot 5 \cdot e^{-j60^\circ} = 60,5 \cdot e^{-j35,5^\circ} VA = (49,2 - j \cdot 35,2) VA$$

$$P = 49,2 W$$

$$Q = 35,2 VAr$$

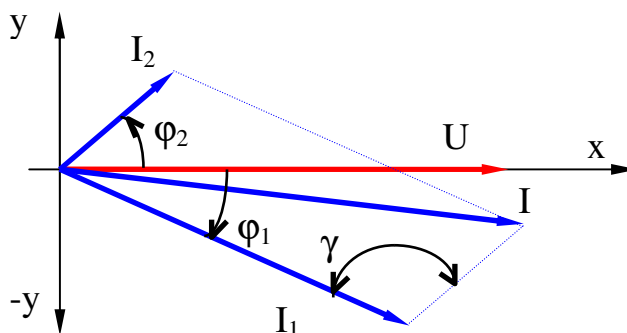
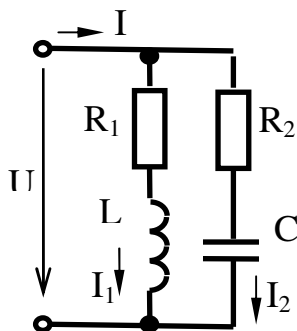
$$S = 60,5 VA$$

$$\varphi = 35,5^\circ$$

$$\vec{Z} = \frac{\vec{U}_{A,B}}{\vec{I}} = \frac{12,1 \cdot e^{j24,5^\circ}}{5 \cdot e^{j60^\circ}} = 2,42 \cdot e^{-j35,5^\circ} \Omega$$

8.2.4. Řešte příklad 7.3.5. symbolickou metodou a porovnejte způsob výpočtu.

*****Vypočítejte proudy v jednotlivých větvích, celkový proud a impedanci v obvodu, zapojeném podle obrázku. Odpory rezistorů jsou $R_1=40\Omega$, $R_2=250\Omega$, indukčnost ideální cívky je $L=5mH$ a kapacita ideálního kondenzátoru je $C=2\mu F$. Obvod je připojen ke zdroji střídavého napětí $U=250V$, frekvence je $f=600Hz$.



$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 600 \cdot 0,005 = 18,8 \Omega$$

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 600 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 132,6 \Omega$$

$$\vec{I}_1 = \frac{\vec{U}}{R_1 + j \cdot X_L} = \frac{250}{40 + j \cdot 18,8} = \frac{250(40 - j \cdot 18,8)}{40^2 + 18,8^2} = (5,12 - j \cdot 2,4) A$$

$$I_1 = \sqrt{5,12^2 + 2,4^2} = 5,65 A$$

$$\vec{I}_2 = \frac{\vec{U}}{R_2 - j \cdot X_c} = \frac{250}{250 - j \cdot 132,6} = \frac{250(250 + j \cdot 132,6)}{250^2 + 132,6^2} = (0,78 + j \cdot 0,414) A$$

$$I_2 = \sqrt{0,78^2 + 0,414^2} = 0,883 A$$

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 = 5,12 - j \cdot 2,4 + 0,78 + j \cdot 0,414 = (5,9 - j \cdot 1,986) A$$

$$Z_1 = \sqrt{40^2 + 18,8^2} = 44,2 \Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{250^2 + 132,7^2} = 283 \Omega$$

$$\vec{Z} = \frac{\vec{Z}_1 \cdot \vec{Z}_2}{\vec{Z}_1 + \vec{Z}_2} = \frac{(40 + j \cdot 18,8) \cdot (250 - j \cdot 132,7)}{40 + j \cdot 18,8 + 250 - j \cdot 132,7} = \left(\frac{12500 - j \cdot 598}{290 - j \cdot 113,9} \right) \cdot \frac{290 + j \cdot 113,9}{290 + j \cdot 113,9} = (38 + j \cdot 12,9) A$$

$$Z = \sqrt{38^2 + 12,9^2} = 40,2 \Omega$$

8.2.11. V obvodu střídavého proudu je zapojen rezistor s odporem 30Ω a kondenzátor s kapacitou $80 \mu F$ v sérii k napětí $\vec{U} = (120 + j \cdot 50) V$. Frekvence je $f = 50 \text{ Hz}$. Stanovte proud, procházející obvodem a také napětí na rezistoru a na kondenzátoru. Nakreslete fázorový diagram napětí v příslušném měřítku a ověřte správnost řešení odečtením napětí z fázorového diagramu.

$$\vec{X}_c = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 80 \cdot 10^{-6}} = -j \cdot 40 \Omega$$

$$\vec{I}_2 = \frac{\vec{U}}{\vec{Z}} = \frac{\vec{U}}{R - j \cdot X_c} = \frac{120 + j \cdot 50}{30 - j \cdot 40} = \frac{(120 + j \cdot 50) \cdot (30 + j \cdot 40)}{30^2 + 40^2} = (0,64 + j \cdot 2,52) A$$

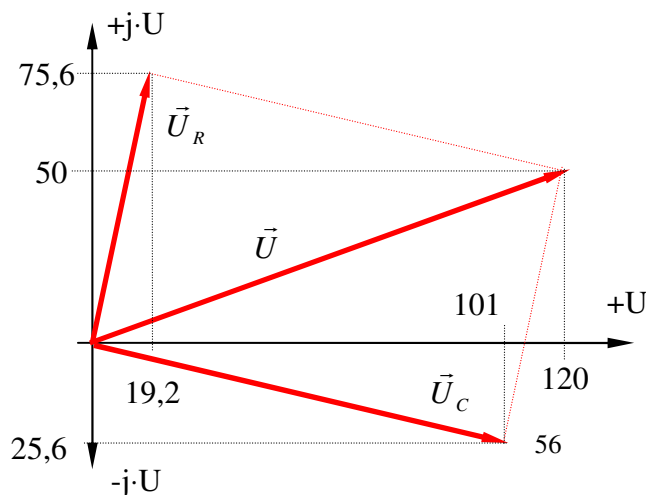
$$I = \sqrt{0,64^2 + 2,52^2} = 2,6 A$$

$$\vec{U}_R = \vec{R} \cdot \vec{I} = 30 \cdot (0,64 + j \cdot 2,52) = (19,2 + j \cdot 75,6) V$$

$$U_R = \sqrt{19,2^2 + 75,6^2} = 78 V$$

$$\vec{U}_c = \vec{X}_c \cdot \vec{I} = -j \cdot 40 \cdot (0,64 + j \cdot 2,52) = (101 - j \cdot 25,6) V$$

$$U_c = \sqrt{101^2 + 25,6^2} = 104 V$$



8.2.12. Určete celkový ze zdroje odebíraný proud a fázový posun. Obvod je tvořen paralelní kombinací rezistoru s odporem 120Ω , cívky s indukčností 160mH a kondenzátoru s kapacitou $40\mu\text{F}$. Napětí zdroje v komplexním vyjádření je $220 \cdot e^{j \cdot 30^\circ} \text{V}$, při frekvenci 50Hz .

$$\vec{U}_Z = 220 \cdot \cos 30^\circ + j \cdot 220 \cdot \sin 30^\circ = (190 + j \cdot 110) \text{V}$$

$$\vec{I}_R = \frac{\vec{U}_Z}{\vec{R}} = \frac{190 + j \cdot 110}{120} = (1,6 + j \cdot 0,92) \text{A}$$

$$\vec{X}_C = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = -j \cdot 80 \Omega$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,16 = 50,3 \Omega$$

$$\vec{I}_C = \frac{\vec{U}_Z}{\vec{X}_C} = \frac{190 + j \cdot 110}{-j \cdot 80} = (-1,375 + j \cdot 2,375) \text{A}$$

$$\vec{I}_L = \frac{\vec{U}_Z}{\vec{X}_L} = \frac{190 + j \cdot 110}{j \cdot 50,3} = (2,19 - j \cdot 3,78) \text{A}$$

$$\vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_C + \vec{I}_L = 1,6 + j \cdot 0,92 - 1,375 + j \cdot 2,375 + 2,19 - j \cdot 3,78 = (2,4 - j \cdot 0,5) \text{A}$$

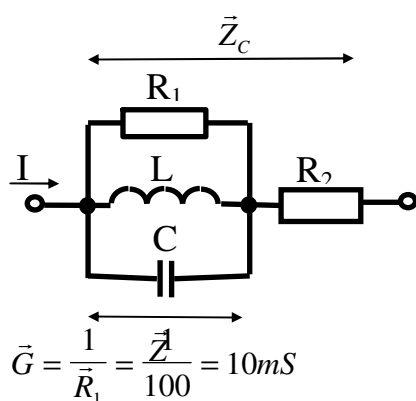
$$I = \sqrt{2,4^2 + 0,5^2} = 2,45 \text{A}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_I = \frac{I_j}{I_\zeta} = \frac{-0,5}{2,4} = -0,21 \Rightarrow \varphi = -11,8^\circ$$

$$\varphi_U = 30^\circ$$

$$\varphi = \varphi_U - \varphi_I = 30 - (-11,8) = 41,8^\circ$$

8.2.13. Určete napětí zdroje a fázový posun v obvodu na obrázku. $R_1=100\Omega$, $R_2=100\Omega$, $L=0,2\text{H}$ a $C=20\mu\text{F}$. Celkový proud v komplexním tvaru $I=0,8 \cdot (\cos 20^\circ + j \cdot \sin 20^\circ) \text{A}$ při frekvenci 50Hz .



$$\vec{X}_C = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} = -j \cdot 159 \Omega$$

$$\vec{X}_L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,2 = j \cdot 63 \Omega$$

$$\vec{Y}_C = \frac{1}{\vec{X}_C} = \frac{1}{-j \cdot 159} = j \cdot 6,3 \text{mS}$$

$$\vec{Y}_L = \frac{1}{\vec{X}_L} = \frac{1}{j \cdot 63} = -j \cdot 15,9 \text{mS}$$

$$\vec{I} = (0,75 + j \cdot 27) \text{A}$$

$$\vec{B} = \vec{G} + \vec{Y}_C + \vec{Y}_L = 10 + j \cdot 6,3 - j \cdot 15,9 = (10 - j \cdot 9,6) \text{mS}$$

$$\vec{Z} = \frac{1}{\vec{B}} = \frac{10 + j \cdot 9,6}{10^2 + 9,6^2} \cdot \frac{10^{-3}}{10^{-6}} = (52 + j \cdot 50) \Omega$$

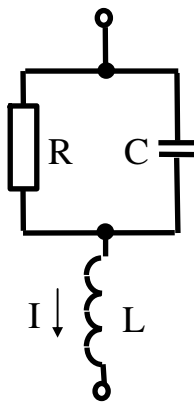
$$\vec{Z}_C = \vec{Z} + \vec{R}_2 = 52 + j \cdot 50 + 100 = (152 + j \cdot 50) \Omega$$

$$\vec{U} = \vec{Z}_C \cdot \vec{I} = (152 + j \cdot 50) \cdot (0,75 + j \cdot 0,27) = (100,5 + j \cdot 78,5)V$$

$$U = \sqrt{100,5^2 + 78,5^2} = 127,5V \quad \operatorname{tg} \varphi_U = \frac{78,5}{100,5} = 0,78 \Rightarrow \varphi_U = 38^\circ$$

$$\varphi = \varphi_U - \varphi_I = 38 - 20 = 18^\circ$$

8.2.14. V obvodu podle obrázku určete napětí zdroje, proudy a napětí na všech prvcích obvodu, fázový posun a činný, jalový a zdánlivý výkon. Celkový proud je 1,4A při frekvenci 50Hz. $R=10\Omega$, $C=150\mu F$ a $L=100mH$.



$$\vec{Y}_C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} = j \cdot 47mS$$

$$\vec{X}_L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,1 = j \cdot 31,4\Omega$$

$$\vec{G} = \frac{1}{R} = \frac{1}{10} = 0,1S \quad \vec{Y}_{R,C} = \vec{G} + \vec{Y}_C = (100 + j \cdot 47)mS$$

$$\vec{Z}_{R,C} = \frac{1}{\vec{Y}_{R,C}} = \frac{10^3}{100 + j \cdot 47} = \frac{10^3 \cdot (100 - j \cdot 47)}{100^2 + 47^2} = (8,2 - j \cdot 3,85)\Omega$$

$$\vec{Z} = \vec{Z}_{R,C} + \vec{X}_L = 8,2 - j \cdot 3,85 + j \cdot 31,4 = (8,2 + j \cdot 27,6)\Omega$$

$$\vec{U} = \vec{I} \cdot \vec{Z} = 1,4 \cdot (8,2 + j \cdot 27,6) = (11,5 + j \cdot 38,6)V$$

$$U = \sqrt{11,5^2 + 38,6^2} = 40,3V \quad \vec{U}_L = \vec{I} \cdot \vec{X}_L = 1,4 \cdot j \cdot 31,4 = j \cdot 44V$$

$$U_L = 44V \quad \vec{U}_C = \vec{U}_R = \vec{I} \cdot \vec{Z}_{R,C} = 1,4 \cdot (8,2 - j \cdot 3,85) = (11,5 - j \cdot 5,4)V$$

$$U_C = U_R = \sqrt{11,5^2 + 5,4^2} = 12,7V$$

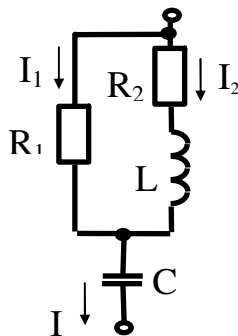
$$\vec{I}_C = \vec{U}_C \cdot \vec{Y}_C = (11,5 - j \cdot 5,4) \cdot j \cdot 0,047 = (0,25 + j \cdot 0,54)A \quad I_C = \sqrt{0,25^2 + 0,54^2} = 0,6A$$

$$\vec{I}_R = \vec{U}_R \cdot \vec{G} = (11,5 - j \cdot 5,4) \cdot 0,1 = (1,15 - j \cdot 0,54)A \quad I_R = \sqrt{1,15^2 + 0,54^2} = 1,27A$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_J}{U_{\check{c}}} = \frac{38,6}{11,5} = 3,37 \Rightarrow \varphi = 73,7^\circ \quad S = U \cdot I = 40,3 \cdot 1,4 = 56,4VA$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 56,4 \cdot \cos 73,7^\circ = 16W \quad Q = S \cdot \sin \varphi = 56,4 \cdot \sin 73,7^\circ = 54VA_r$$

8.2.15. Určete napětí zdroje a fázový posun v obvodu na obrázku. $R_1=20\Omega$, $R_2=30\Omega$, $L=20mH$ a $C=80\mu F$. Proud $I_1=1,5 \cdot e^{j20^\circ}A$ při frekvenci 50Hz.



$$\vec{X}_L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,02 = j \cdot 6,28\Omega$$

$$\vec{X}_C = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 80 \cdot 10^{-6}} = -j \cdot 39,7\Omega$$

$$\vec{Z}_{R,L} = \vec{R}_2 + \vec{X}_L = (30 + j \cdot 6,28)\Omega \quad \vec{I}_2 = (1,4 + j \cdot 0,51)A$$

$$\vec{U}_{R,L} = \vec{Z}_{R,L} \cdot \vec{I}_2 = (30 + j \cdot 6,28) \cdot (1,4 + j \cdot 0,51) = (38,8 + j \cdot 24,1)V$$

$$\vec{I}_1 = \frac{\vec{U}_{R,L}}{\vec{R}_1} = \frac{38,8 + j \cdot 24,1}{20} = (1,94 + j \cdot 1,205)A$$

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 = 1,94 + j \cdot 1,205 + 1,4 + j \cdot 0,51 = (3,34 + j \cdot 1,72)A$$

$$\operatorname{tg} \varphi_I = \frac{1,72}{3,34} = 0,52 \Rightarrow \varphi_I = 27,25^\circ$$

$$\vec{Y}_{R,L} = \frac{1}{\vec{Z}_{R,L}} = \frac{1}{30 + j \cdot 6,28} = \frac{30 - j \cdot 6,28}{30^2 + 6,28^2} = (31,8 - j \cdot 6,66)mS$$

$$\vec{G}_1 = \frac{1}{\vec{R}_1} = \frac{1}{20} = 50 \text{ mS} \quad \vec{Y}_{RLR} = \vec{G}_1 + \vec{Y}_{R,L} = 50 + 31,8 - j \cdot 6,66 = (81,8 - j \cdot 6,66) \text{ mS}$$

$$\vec{Z}_{RLR} = \frac{1}{\vec{Y}_{RLR}} = \frac{10^3}{81,8 - j \cdot 6,66} = \frac{10^3 \cdot (81,8 + j \cdot 6,66)}{81,8^2 + 6,66^2} = (12,1 + j \cdot 1) \Omega$$

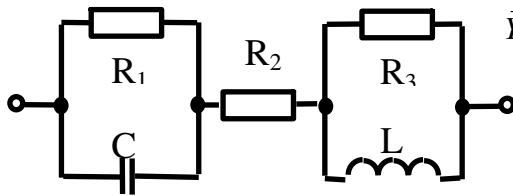
$$\vec{Z} = \vec{Z}_{RLR} + \vec{X}_C = 12,1 + j \cdot 1 - j \cdot 39,7 = (12,1 - j \cdot 38,7) \Omega$$

$$\vec{U} = \vec{Z} \cdot \vec{I} = (12,1 - j \cdot 38,7) \cdot (3,34 + j \cdot 1,72) = (107,2 - j \cdot 108,8) \text{ V}$$

$$U = \sqrt{107,2^2 + 108,8^2} = 152,6 \text{ V} \quad \text{tg } \varphi_U = -\frac{108,8}{107,2} = -1,02 \Rightarrow \varphi_U = -45,35^\circ$$

$$\varphi = -\varphi_U + \varphi_I = 45,35 + 27,25 = 72,6^\circ$$

8.2.16. Stanovte celkový proud v obvodu, fázový posun a činný, jalový a zdánlivý výkon v obvodu dle obrázku. $R_1=30\Omega$, $R_2=50\Omega$, $R_3=20\Omega$, $L=400\text{mH}$ a $C=50\mu\text{F}$. Napětí zdroje je $\vec{U} = (15 + j \cdot 27) \text{ V}$ při frekvenci 50Hz.



$$\vec{Y}_C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = j \cdot 15,7 \text{ mS}$$

$$\vec{G}_1 = \frac{1}{\vec{R}_1} = \frac{1}{30} = 33,3 \text{ mS}$$

$$\vec{G}_3 = \frac{1}{\vec{R}_3} = \frac{1}{20} = 50 \text{ mS}$$

$$\vec{Y}_L = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,4} = -j \cdot 7,96 \text{ mS}$$

$$\vec{Y}_{R1C} = \vec{G}_1 + \vec{Y}_C = (33,3 + j \cdot 15,7) \text{ mS}$$

$$\vec{Y}_{R3L} = \vec{G}_3 + \vec{Y}_L = (50 - j \cdot 7,96) \text{ mS}$$

$$\vec{Z}_{R1C} = \frac{1}{\vec{Y}_{R1C}} = \frac{10^3}{33,3 + j \cdot 15,7} = \frac{10^3 \cdot (33,3 - j \cdot 15,7)}{33,3^2 + 15,7^2} = (24,6 - j \cdot 11,6) \Omega$$

$$\vec{Z}_{R3L} = \frac{1}{\vec{Y}_{R3L}} = \frac{10^3}{50 - j \cdot 7,96} = \frac{10^3 \cdot (50 + j \cdot 7,96)}{50^2 + 7,96^2} = (19,5 + j \cdot 3,1) \Omega$$

$$\vec{Z} = \vec{Z}_{R1C} + \vec{R}_2 + \vec{Z}_{R3L} = 24,6 - j \cdot 11,6 + 50 + 19,5 + j \cdot 3,1 = (94,1 - j \cdot 8,5) \Omega$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{U}}{\vec{Z}} = \frac{15 + j \cdot 27}{94,1 - j \cdot 8,5} = \frac{(15 + j \cdot 27) \cdot (94,1 + j \cdot 8,5)}{94,1^2 + 8,5^2} = (0,13 + j \cdot 0,3) \text{ A}$$

$$I = \sqrt{0,13^2 + 0,3^2} = 0,33 \text{ A}$$

$$U = \sqrt{15^2 + 27^2} = 30,9 \text{ V}$$

$$\text{tg } \varphi_U = \frac{27}{15} = 1,8 \Rightarrow \varphi_U = 61^\circ$$

$$\text{tg } \varphi_I = \frac{0,3}{0,13} = 2,3 \Rightarrow \varphi_I = 66,6^\circ$$

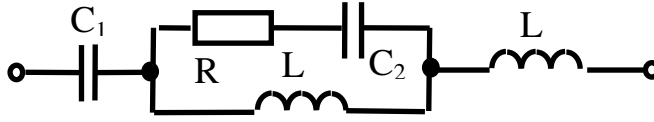
$$\varphi = \varphi_I - \varphi_U = 66,6 - 61 = 5,6^\circ$$

$$S = U \cdot I = 30,9 \cdot 0,33 = 10,1 \text{ VA}$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 10,1 \cdot \cos 5,6^\circ = 10 \text{ W}$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 10,1 \cdot \sin 5,6^\circ = 1 \text{ VAr}$$

8.2.17. Vypočítejte celkový proud a napětí zdroje v obvodu dle obrázku. $C_1=30\mu\text{F}$, $C_2=100\mu\text{F}$, $R=40\Omega$, $L_1=150\text{mH}$ a $L_2=100\text{mH}$. Napětí na cívce s indukčností L_1 v komplexním vyjádření je $\vec{U}_{L_1} = j \cdot 23\text{V}$, frekvence je $f=50\text{Hz}$.



$$\vec{Z}_{RC2} = \vec{R} + \vec{X}_{C2} = R - j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_2} = 40 - j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1 \cdot 10^{-4}} = (40 - j \cdot 31,8)\Omega$$

$$\vec{Y}_{RC2} = \frac{1}{\vec{Z}_{RC2}} = \frac{1}{40 - j \cdot 31,8} = \frac{40 + j \cdot 31,8}{40^2 + 31,8^2} = (15,3 + j \cdot 12,2)\text{mS}$$

$$\vec{Y}_{L1} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,15} = -j \cdot 21,2\text{mS}$$

$$\vec{Y}_{RC2L1} = \vec{Y}_{RC2} + \vec{Y}_{L1} = 15,3 + j \cdot 12,2 - j \cdot 21,2 = (15,3 - j \cdot 9)\text{mS}$$

$$\vec{Z}_{RC2L1} = \frac{1}{\vec{Y}_{RC2L1}} = \frac{10^3}{15,3 - j \cdot 9} = \frac{10^3 \cdot (15,3 + j \cdot 9)}{15,3^2 + 9^2} = (48,4 + j \cdot 28,5)\Omega$$

$$\vec{X}_{L2} = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,1 = j \cdot 31,4\Omega$$

$$\vec{X}_{C1} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_1} = -j \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 30 \cdot 10^{-6}} = -j \cdot 106\Omega$$

$$\vec{Z} = \vec{X}_{C1} + \vec{Z}_{RC2L1} + \vec{X}_{L2} = -j \cdot 106 + 48,4 + j \cdot 28,5 + j \cdot 31,4 = (48,4 - j \cdot 46,1)\Omega$$

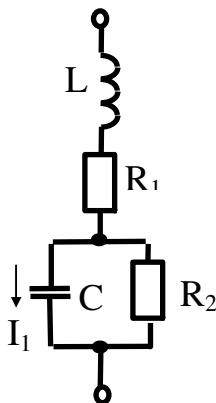
$$\vec{I} = \frac{\vec{U}_{L1}}{\vec{Z}_{RC2L1}} = \frac{j \cdot 23}{48,4 + j \cdot 28,5} = \frac{j \cdot 23 \cdot (48,4 - j \cdot 28,5)}{48,4^2 + 28,5^2} = (0,21 + j \cdot 0,35)\text{A}$$

$$\vec{U} = \vec{Z} \cdot \vec{I} = (48,4 - j \cdot 46,1) \cdot (0,21 + j \cdot 0,35) = (26,1 + j \cdot 7,4)\text{V}$$

$$I = \sqrt{0,21^2 + 0,35^2} = 0,407\text{A}$$

$$U = \sqrt{26,1^2 + 7,4^2} = 27,1\text{V}$$

8.2.18. Určete celkový proud a napětí zdroje v obvodu na obrázku. $R_1=40\Omega$, $R_2=120\Omega$, $L=60\text{mH}$ a $C=50\mu\text{F}$. Proud I v komplexním vyjádření je $\vec{I}_1 = 1,2 \cdot e^{j \cdot 50^\circ}\text{A}$, při frekvenci 50Hz .



$$\vec{Y}_C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = j \cdot 15,7\text{mS}$$

$$\vec{G}_2 = \frac{1}{\vec{R}_2} = \frac{1}{120} = 8,3\text{mS}$$

$$\vec{Y}_{R2C} = \vec{G}_2 + \vec{Y}_C = (8,3 + j \cdot 15,7)\text{mS}$$

$$\vec{Z}_{R2C} = \frac{1}{\vec{Y}_{R2C}} = \frac{10^3}{8,3 + j \cdot 15,7} = \frac{10^3 \cdot (8,3 - j \cdot 15,7)}{8,3^2 + 15,7^2} = (26,2 - j \cdot 49,3)\Omega$$

$$\vec{X}_L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,06 = j \cdot 18,9\Omega$$

$$\vec{Z} = \vec{X}_L + \vec{R}_1 + \vec{Z}_{R_2C} = j \cdot 18,9 + 40 + 26,2 - j \cdot 49,3 = (66,2 - j \cdot 30,4) \Omega$$

$$\vec{I}_1 = 1,2 \cdot \cos 50^\circ + j \cdot 1,2 \cdot \sin 50^\circ = (0,77 + j \cdot 0,92) A \quad \vec{X}_C = \frac{1}{\vec{Y}_C} = \frac{10^2}{j \cdot 15,7} = -j \cdot 63,7 \Omega$$

$$\vec{U}_C = \vec{X}_C \cdot \vec{I}_C = -j \cdot 63,7 \cdot (0,77 + j \cdot 0,92) = (58,6 - j \cdot 49) V$$

$$\vec{I}_{R_2} = \frac{\vec{U}_C}{\vec{R}_2} = \frac{58,6 - j \cdot 49}{120} = (0,49 - j \cdot 0,4) A$$

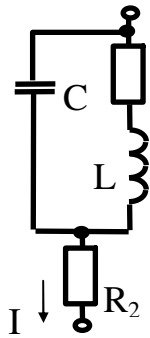
$$\vec{I} = \vec{I}_C + \vec{I}_{R_2} = 0,77 + j \cdot 0,92 + 0,49 - j \cdot 0,4 = (1,26 + j \cdot 0,52) A$$

$$\vec{U} = \vec{Z} \cdot \vec{I} = (66,2 - j \cdot 30,4) \cdot (1,26 + j \cdot 0,52) = (99,2 - j \cdot 3,92) V$$

$$I = \sqrt{1,26^2 + 0,52^2} = 1,36 A$$

$$U = \sqrt{99,2^2 + 3,92^2} = 99,24 V$$

8.2.19. V obvodu, zapojeném podle obrázku vypočtete svorkové napětí zdroje, napětí na všech prvcích obvodu a fázový posun. $R_1=50\Omega$, $R_2=50\Omega$, $L=100\text{mH}$ a $C=20\mu\text{F}$. Celkový proud v komplexním vyjádření je $\vec{I} = 0,85 \cdot e^{j20^\circ} A$ při frekvenci 50Hz.



$$\vec{Y}_C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = j \cdot 6,28 \text{ mS} = 6,28 \cdot e^{j90^\circ} \text{ mS}$$

$$\vec{Z}_C = \frac{1}{\vec{Y}_C} = \frac{1000}{6,28 \cdot e^{j90^\circ}} = 159 \cdot e^{-j90^\circ} \Omega$$

$$\vec{Z}_{R_1L} = R_1 + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 50 + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,1 = (50 + j \cdot 31,4) \Omega = 59 \cdot e^{j32^\circ} \Omega$$

$$\vec{Y}_{R_1L} = \frac{1}{\vec{Z}_{R_1L}} = \frac{1}{59 \cdot e^{j32^\circ}} = 17 \cdot e^{-j32^\circ} \text{ mS} = (14,3 - j \cdot 8,9) \text{ mS}$$

$$\vec{Y}_{R_1LC} = \vec{Y}_{R_1L} + \vec{Y}_C = 14,3 - j \cdot 8,9 + j \cdot 6,28 = (14,3 - j \cdot 2,62) \text{ mS} = 14,5 \cdot e^{-j9,5^\circ} \text{ mS}$$

$$\vec{Z}_{R_1LC} = \frac{1}{\vec{Y}_{R_1LC}} = \frac{1000}{14,5 \cdot e^{-j9,5^\circ}} = 69 \cdot e^{j9,5^\circ} \Omega = (67,8 + j \cdot 12,4) \Omega$$

$$\vec{Z} = \vec{R}_2 + \vec{Z}_{R_1LC} = 50 + 67,8 + j \cdot 12,4 = (117,8 + j \cdot 12,4) \Omega = 118,5 \cdot e^{j6,2^\circ} \Omega$$

$$\vec{U} = \vec{Z} \cdot \vec{I} = 118,5 \cdot e^{j6,2^\circ} \cdot 0,85 \cdot e^{j20^\circ} = 101 \cdot e^{j26,2^\circ} = (90,6 + j \cdot 44) V$$

$$\varphi = \varphi_U - \varphi_I = 26,2 - 20 = 6,2^\circ$$

$$\vec{U}_{R_2} = \vec{I} \cdot R_2 = 0,85 \cdot e^{j20^\circ} \cdot 50 = 42,5 \cdot e^{j20^\circ} V = (40 + j \cdot 14,5) V$$

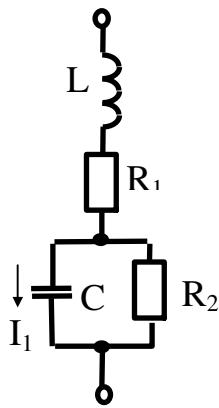
$$\vec{U}_C = \vec{U} - \vec{U}_{R_2} = 90,6 + j \cdot 44 - 40 - j \cdot 14,5 = (50,6 + j \cdot 29,5) V = 58,6 \cdot e^{j30,3^\circ} V$$

$$\vec{I}_{R_1} = \vec{U}_C \cdot \vec{Y}_{R_1L} = 58,6 \cdot e^{j30,3^\circ} \cdot 17 \cdot e^{-j32^\circ} \cdot 10^{-3} = 1 \cdot e^{-j1,7^\circ} A = (1 + j \cdot 0,03) A$$

$$\vec{U}_{R_1} = \vec{I}_{R_1} \cdot R_1 = 1 \cdot e^{-j1,7^\circ} \cdot 50 = 50 \cdot e^{-j1,7^\circ} V$$

$$\vec{U}_L = \vec{I}_{R_1} \cdot \vec{X}_L = 1 \cdot e^{-j1,7^\circ} \cdot 31,4 \cdot e^{j90^\circ} = 31,4 \cdot e^{j88,3^\circ} V$$

8.2.20. Vypočtěte napětí na rezistoru R_2 v obvodu na obrázku. Napětí zdroje je 30V při frekvenci 100Hz. $R_1=200\Omega$, $R_2=1k\Omega$, $L=6H$ a $C=50\mu F$.



$$\vec{Y}_C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = j \cdot 31,4 mS$$

$$\vec{G}_2 = \frac{1}{\vec{R}_2} = \frac{1}{1000} = 1 mS \quad \vec{Y}_{R2C} = \vec{G}_2 + \vec{Y}_C = (1 + j \cdot 31,4) mS$$

$$\vec{Z}_{R2C} = \frac{1}{\vec{Y}_{R2C}} = \frac{10^3}{1 + j \cdot 31,4} = \frac{10^3 \cdot (1 - j \cdot 31,4)}{1^2 + 31,4^2} = (1 - j \cdot 31,8) \Omega$$

$$\vec{X}_L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 6 = j \cdot 3,77 k\Omega$$

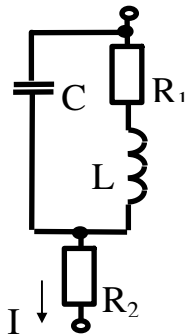
$$\vec{Z} = \vec{X}_L + \vec{R}_1 + \vec{Z}_{R2C} = j \cdot 3770 + 200 + 1 - j \cdot 31,8 = (201 - j \cdot 3738) \Omega$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{U}}{\vec{Z}} = \frac{30}{201 + j \cdot 3738} = \frac{30 \cdot (201 - j \cdot 3738)}{201^2 + 3738^2} = (0,46 + j \cdot 8) mA$$

$$\vec{U}_{R2} = \vec{Z}_{R2C} \cdot \vec{I} = (1 - j \cdot 31,8) \cdot (0,46 + j \cdot 8) \cdot 10^{-3} = (255 - j \cdot 5,7) mV$$

$$U_{R2} = \sqrt{255^2 + 5,7^2} \cdot 10^{-3} = 255 mV$$

8,2,21, V obvodu, zapojeném podle obrázku, určete proud, odebíraný ze zdroje a fázový posun. $U=220V$, $f=50Hz$, $R_1=40\Omega$, $R_2=56\Omega$, $L=96mH$ a $C=20\mu F$.



$$\vec{X}_L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,096 = j \cdot 30,2 \Omega$$

$$\vec{Z}_{R1L} = R_1 + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = (40 + j \cdot 30,2) \Omega$$

$$\vec{Y}_{R1L} = \frac{1}{\vec{Z}_{R1L}} = \frac{1}{40 + j \cdot 30,2} = \frac{40 - j \cdot 30,2}{40^2 + 30,2^2} = (15,9 - j \cdot 12) mS$$

$$\vec{Y}_C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = j \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = j \cdot 6,3 mS$$

$$\vec{Y}_{R1LC} = \vec{Y}_{R1L} + \vec{Y}_C = 15,9 - j \cdot 12 + j \cdot 6,3 = (15,9 - j \cdot 5,7) mS$$

$$\vec{Z}_{R1LC} = \frac{1}{\vec{Y}_{R1LC}} = \frac{10^3}{15,9 - j \cdot 5,7} = \frac{10^3 \cdot (15,9 + j \cdot 5,7)}{15,9^2 + 5,7^2} = (55,8 + j \cdot 20) \Omega$$

$$\vec{Z} = \vec{R}_2 + \vec{Z}_{R1LC} = 56 + 55,8 + j \cdot 20 = (111,8 + j \cdot 20) \Omega$$

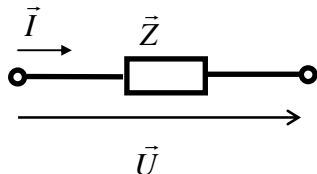
$$\vec{I} = \frac{\vec{U}}{\vec{Z}} = \frac{220}{111,8 + j \cdot 20} = \frac{220 \cdot (111,8 - j \cdot 20)}{111,8^2 + 20^2} = (2,16 - j \cdot 0,39) A$$

$$I = \sqrt{2,16^2 + 0,39^2} = 2,2 A$$

$$\tan \varphi = \frac{0,39}{2,16} = 0,18 \Rightarrow \varphi = 10,2^\circ$$

Příklad: Určete činný, jalový a zdánlivý výkon impedance dle obrázku. $\vec{Z} = (3 + j4) \Omega$,

$\vec{U} = 20 \cdot e^{j \cdot 30^\circ}$. Zdánlivý výkon a proud vypočtěte pomocí třemi známými způsoby.



$$\vec{U} = 20 \cdot (\cos 30^\circ + j \cdot \sin 30^\circ) V = (17,3 + j \cdot 10) V$$

$$\vec{Z} = 5 \cdot (\cos 53^\circ + j \cdot \sin 53^\circ) \Omega = 5 \cdot e^{j \cdot 53^\circ} \Omega$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{U}}{\vec{Z}} = \frac{17,3 + j \cdot 10}{3 + j \cdot 4} = \frac{(17,3 + j \cdot 10) \cdot (3 - j \cdot 4)}{3^2 + 4^2} = (3,67 - j \cdot 1,57) A$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{U}}{\vec{Z}} = \frac{20 \cdot (\cos 30^\circ + j \sin 30^\circ)}{5 \cdot (\cos 53^\circ + j \sin 53^\circ)} = \frac{20 \cdot (0,866 + j \cdot 0,5)}{5 \cdot (0,6 + j \cdot 0,8)} = 4 \cdot (0,92 - j \cdot 0,39) A$$

$$\vec{I} = 4 \cdot (\cos 23^\circ - j \cdot \sin 23^\circ) A$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{U}}{\vec{Z}} = \frac{20 \cdot e^{j \cdot 30^\circ}}{5 \cdot e^{j \cdot 53^\circ}} = \frac{20}{5} \cdot e^{j(30-53)} = 4 \cdot e^{-j \cdot 23^\circ} A$$

$$\vec{S} = \vec{U} \cdot \vec{I}^* = (17,3 + j \cdot 10) \cdot (3,67 + j \cdot 1,57) = (47,8 + j \cdot 63,9) VA$$

$$\vec{S} = \vec{U} \cdot \vec{I}^* = 20 \cdot (\cos 30^\circ + j \sin 30^\circ) \cdot 4 \cdot (\cos 23^\circ + j \sin 23^\circ) = 80 \cdot (0,6 + j \cdot 0,8) VA$$

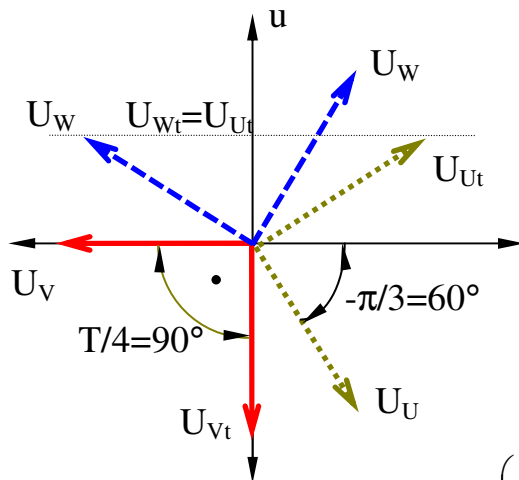
$$\vec{S} = 80 \cdot (\cos 53^\circ + j \sin 53^\circ) VA$$

$$\vec{S} = \vec{U} \cdot \vec{I}^* = 20 \cdot e^{j \cdot 30^\circ} \cdot 4 \cdot e^{+j \cdot 23^\circ} = 80 \cdot e^{j \cdot 53^\circ}$$

$$P = S \cdot \cos 53^\circ = 80 \cdot 0,6 = 48 W$$

$$Q = S \cdot \sin 53^\circ = 80 \cdot 0,8 = 64 VAr$$

9.1.1. Okamžitá hodnota napětí fáze U je dána rovnicí $u=120 \cdot \sin(\omega t - \pi/3)$. Nakreslete fázory napětí U, V a W a z fázorového diagramu určete okamžité hodnoty napětí pro $T/4$. Výsledky zkontrolujte výpočtem.



$$u_{U_t} = 120 \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{\pi}{3}\right) = 120 \cdot \sin(90^\circ - 60^\circ) = 60 V$$

$$u_{V_t} = 120 \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{\pi}{3} - 120^\circ\right) = 120 \cdot \sin(90^\circ - 60^\circ - 120^\circ) = -120 V$$

$$u_{W_t} = 120 \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \frac{\pi}{3} - 240^\circ\right) = 120 \cdot \sin(90^\circ - 60^\circ - 240^\circ) = 60 V$$

9.1.11. Okamžitá hodnota napětí fáze U je dána rovnicí $U=60 \cdot \sin(\omega t)$. Vypočítejte okamžité hodnoty napětí fází U, V a W v čase $t=T/6$.

$$U_U = 60 \cdot \sin 60^\circ = 52 V$$

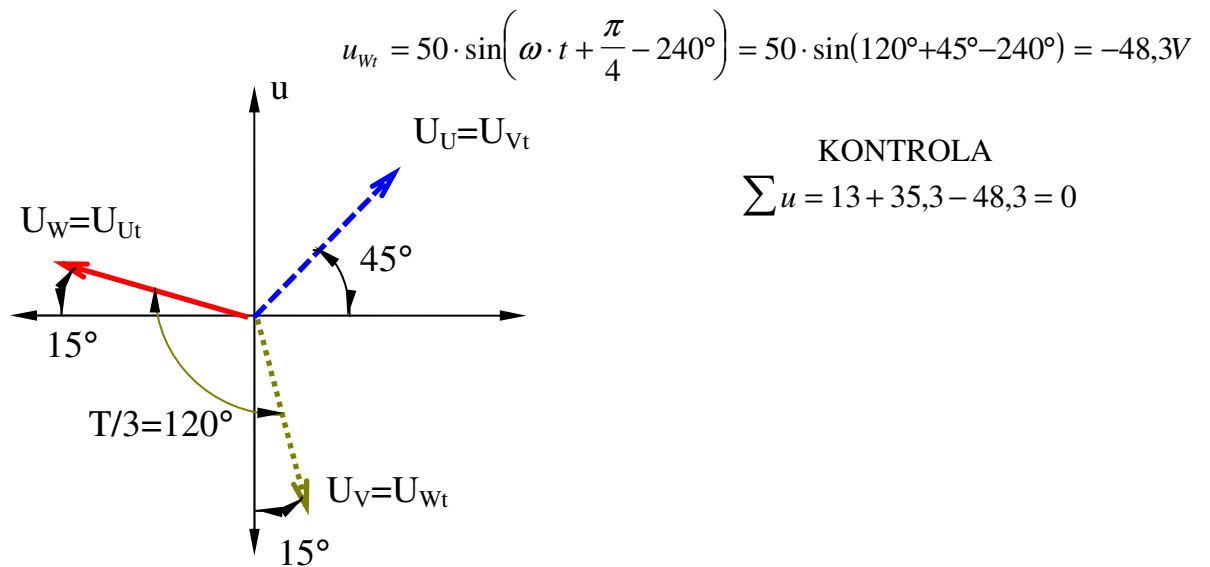
$$U_V = 60 \cdot \sin(60^\circ - 120^\circ) = -52 V$$

$$U_W = 60 \cdot \sin(60^\circ + 120^\circ) = 0 V$$

9.1.12. Okamžitá hodnota napětí fáze U je $u=50 \sin(\omega t + \pi/4)$. Stanovte okamžité hodnoty napětí fází U, V a W v čase $t=T/3$. Výsledky zkontrolujte fázorovým diagramem.

$$u_{U_t} = 50 \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{4}\right) = 50 \cdot \sin(120^\circ + 45^\circ) = 13 V$$

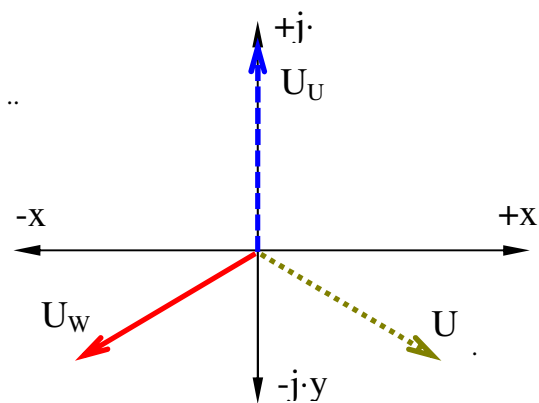
$$u_{V_t} = 50 \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{4} - 120^\circ\right) = 50 \cdot \sin(120^\circ + 45^\circ - 120^\circ) = 35,3 V$$



9.1.2. Vyjádřete v symbolické formě napětí fází V a W, je-li napětí fáze U dáno vztahem $\vec{U}_U = j \cdot 80V$. Z vypočítaných hodnot nakreslete fázorový diagram.

$$\vec{U}_V = \vec{U}_U \cdot \frac{-1 - j \cdot \sqrt{3}}{2} = j \cdot \frac{80 \cdot (-1 - j \cdot \sqrt{3})}{2} = (69,2 - j \cdot 40)V$$

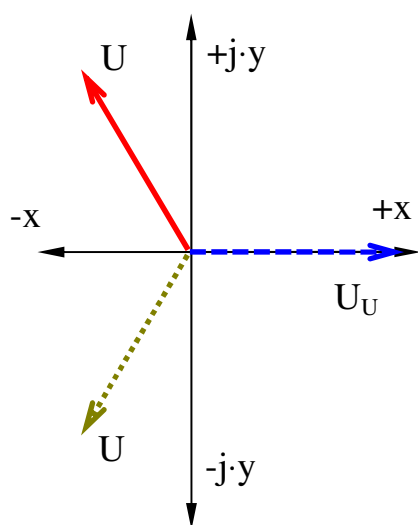
$$\vec{U}_W = \vec{U}_U \cdot \frac{-1 + j \cdot \sqrt{3}}{2} = j \cdot \frac{80 \cdot (-1 + j \cdot \sqrt{3})}{2} = (-69,2 - j \cdot 40)V$$



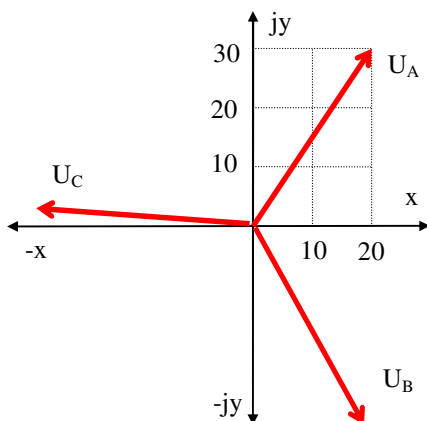
9.1.13. Vyjádřete v symbolické formě napětí fází V a W, je-li napětí fáze U dáno vztahem $\vec{U}_U = 60V$. Nakreslete fázorový diagram.

$$\vec{U}_V = \vec{U}_U \cdot \frac{-1 - j \cdot \sqrt{3}}{2} = \frac{60 \cdot (-1 - j \cdot \sqrt{3})}{2} = (-30 - j \cdot 52)V$$

$$\vec{U}_W = \vec{U}_U \cdot \frac{-1 + j \cdot \sqrt{3}}{2} = \frac{60 \cdot (-1 + j \cdot \sqrt{3})}{2} = (-30 + j \cdot 52)V$$



9.1.14. Vyjádřete v symbolické formě napětí fází B a C, je-li dáno napětí fáze A vztahem $\vec{U}_A = (20 + j \cdot 30)V$. Nakreslete fázorový diagram všech tří napětí.



$$\vec{U}_A = (20 + j \cdot 30) = \sqrt{20^2 + 30^2} \cdot \frac{(20 + j \cdot 30)}{\sqrt{20^2 + 30^2}} V$$

$$\vec{U}_A = 36 \cdot (0,555 + j \cdot 0,833) = 36 \cdot (\cos 56,4^\circ + j \cdot \sin 56,4^\circ) V$$

$$\vec{U}_B = 36 \cdot (\cos(56,4^\circ - 120^\circ) + j \cdot \sin(56,4^\circ - 120^\circ)) V$$

$$\vec{U}_B = 36 \cdot (0,444 - j \cdot 0,896) = (16 - j \cdot 32,2) V$$

$$\vec{U}_B = 36 \cdot (\cos(56,4^\circ + 120^\circ) + j \cdot \sin(56,4^\circ + 120^\circ)) V$$

$$\vec{U}_B = 36 \cdot (-0,998 - j \cdot 0,063) = (-35,9 + j \cdot 2,3) V$$

9.2.1. Určete odpor vinutí jedné fáze třífázového generátoru, zapojeného do hvězdy, je-li jeho sružené napětí 320V a síťový proud 5A.

$$U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{320}{\sqrt{3}} = 185V$$

$$I_f = I = 5A$$

$$R_f = \frac{U_f}{I_f} = \frac{185}{5} = 37\Omega$$

9.2.11. Třífázový elektromotor, zapojený do hvězdy, má sdružené napětí a) 380V b) 220V. Určete jeho fázové napětí.

$$\text{a) } U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V$$

$$\text{b) } U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127V$$

9.2.12. Třífázový alternátor v zapojení do hvězdy, dodává při sdruženém napětí 346V do sítě proud 200A. Určete jeho fázové napětí a proud v jednotlivých cívkách statoru.

$$U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{346}{\sqrt{3}} = 200V$$

$$I_f = I = 200A$$

9.2.13. Na jaké síťové napětí musí být připojen třífázový spotřebič, zapojený do hvězdy, je-li jeho fázové napětí 450V? Jak velký je proud v přívodním vedení, je-li impedance jedné statorové cívky 75Ω.

$$U_S = U_f \cdot \sqrt{3} = 450 \cdot \sqrt{3} = 780V \quad I = \sqrt{3} \cdot \frac{U_f}{Z} = \sqrt{3} \cdot \frac{450}{75} = 10,4A \quad \text{kniha špatně}$$

9.2.2. Jak velký je odpor vinutí v jedné fázi třífázového spotřebiče, zapojeného do trojúhelníku na napětí 3x380V, prochází-li přívodními vodiči proud 6A? Jak se změní napětí a proud, přepojíme-li vinutí z trojúhelníku do hvězdy?



$$U_f = U = 380V \quad I_f = \frac{I_s}{\sqrt{3}} = \frac{6}{\sqrt{3}} = 3,47A \quad R_f = \frac{U_f}{I_f} = \frac{380}{3,47} = 109,5\Omega$$

$$U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V$$

$$I_f = \frac{U_f}{R_f} = \frac{220}{109,5} = 2,01A$$

9.2.14. Fázový proud třífázového generátoru, zapojeného do trojúhelníku, je 15A, fázové napětí je 200V. Určete jeho síťový proud a síťové napětí.

$$I_s = I_f \cdot \sqrt{3} = 15 \cdot \sqrt{3} = 26A$$

$$U_s = U_f = 200V$$

9.2.15. Přívody třífázového spotřebiče na napětí 3x380V, s fázovými vinutími, zapojenými do trojúhelníku, prochází proud 4A. Jak velký proud prochází jednotlivými vinutími a jaký je jejich odpor?

$$I_f = \frac{I_s}{\sqrt{3}} = \frac{4}{\sqrt{3}} = 2,3A$$

$$R_f = \frac{U_f}{I_f} = \frac{380}{2,3} = 165\Omega$$

9.2.16. Třífázový alternátor dodává do sítě v zapojení do trojúhelníku proud 50A, při sdruženém napětí 220V. Jak velký je fázový proud a fázové napětí.

$$I_f = \frac{I_s}{\sqrt{3}} = \frac{50}{\sqrt{3}} = 28,9A$$

$$U_f = U_s = 220V$$

9.3.1. Určete činný, jalový a zdánlivý výkon třífázového alternátoru, který dodává při sdruženém napětí 380V proud 160A. Jde o souměrné zatížení při $\cos\varphi=0,6$.

$$\sin\varphi = 0,8$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 160 \cdot 0,6 = 63,2kW$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 160 \cdot 0,8 = 84,2 \text{ kVAr}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 160 = 105,2 \text{ kVA}$$

9.3.11. Třífázový elektromotor na napětí 3x380V odebírá, při účinnosti $\cos \varphi = 0,75$, proud 20A. Jak velký je činný a zdánlivý výkon elektromotoru.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 20 \cdot 0,75 = 9,88 \text{ kW}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 20 = 13,2 \text{ kVA}$$

9.3.12. Třífázový motor se sdruženým napětím 220V odebírá proud 100A. Určete jeho účinník, jestliže má při účinnosti 90% výkon $P_2 = 25 \text{ kW}$.

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = \eta \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = \frac{P_2}{\eta \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I} = \frac{25000}{0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 100} = 0,73$$

9.3.13. Třífázový elektromotor, připojený na napětí 3x380V, odebírá proud 50A, při účinnosti $\cos \varphi = 0,75$. Určete činný příkon a výkon elektromotoru, jestliže elektromotor pracuje s účinností 70%.

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 50 \cdot 0,75 = 24,7 \text{ kW}$$

$$P_2 = \eta \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 0,7 \cdot \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 50 \cdot 0,75 = 17,3 \text{ kW}$$

9.3.2. Jak velký síťový a fázový proud odebírá třífázový elektromotor v zapojení do trojúhelníku ze sítě 3x380V, je-li jeho výkon $P_2 = 15 \text{ kW}$, účinnost 90% a účinník $\cos \varphi = 0,8$?

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{15}{0,9} = 16,7 \text{ kW} \quad I = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{16,7 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 31,7 \text{ A}$$

$$I_f = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{31,7}{\sqrt{3}} = 18,3 \text{ A}$$

9.3.14. Třífázový generátor výkonu 20MW dodává do sítě proud 1800A při účinnosti 0,8. Jak velké sdružené napětí má generátor na svorkách.

$$U = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi} = \frac{20 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1800 \cdot 0,8} = 8 \text{ kV}$$

9.3.15. Jak velký fázový proud prochází vinutím třífázového spotřebiče, které je zapojeno do trojúhelníku, má-li spotřebič při napětí 220V příkon 6kW a účinník $\cos \varphi = 0,85$.

$$I_f = \frac{P_1}{3 \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{6 \cdot 10^3}{3 \cdot 220 \cdot 0,85} = 10,7 \text{ A} \quad \text{KNIHA ŠPATNĚ 107A}$$

9.3.16. Třífázový alternátor s vinutími, zapojenými do hvězdy, dodává do sítě proud 40A při zdánlivém výkonu $S = 280 \text{ kVA}$. Jak velké je síťové a fázové napětí a činný výkon alternátoru, je-li $\cos \varphi = 0,9$?

$$P = S \cdot \cos \varphi = 280 \cdot 10^3 \cdot 0,9 = 252 \text{ kW} \quad U_S = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi} = \frac{252 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 40 \cdot 0,9} = 4 \text{ kV}$$

$$U_f = \frac{U_S}{\sqrt{3}} = \frac{4000}{\sqrt{3}} = 2,3 \text{ kV}$$

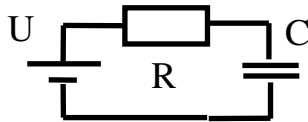
9.3.17. Třífázový elektromotor, zapojený do trojúhelníku, o výkonu 2kW je připojen k síti 3x380V a pracuje s účinností 75% při účinnosti 0,85. Určete činný, zdánlivý a jalový příkon elektromotoru a proud ve vedení a ve vinutí fáze.

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{2}{0,75} = 2,67 \text{ kW} \quad I = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{2,67 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 4,8 \text{ A}$$

$$I_f = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{4,8}{\sqrt{3}} = 2,8 \text{ A} \quad S_1 = \frac{P_1}{\cos \varphi} = \frac{2,67 \cdot 10^3}{0,85} = 3,14 \text{ kVA}$$

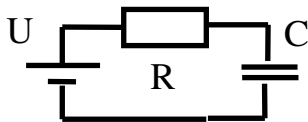
$$Q = \sqrt{S_1^2 - P^2} = \sqrt{3,14^2 - 2,67^2} \cdot 10^3 = 1,76 \text{ kVar}$$

10.2.1. Stanovte proud v obvodu podle obrázku, v čase $t=5\tau$. $R=200\Omega$, $C=1\mu\text{F}$ a $U=10\text{V}$.



$$i = I_0 \cdot e^{-t/\tau} = \frac{U}{R} \cdot e^{-5} = \frac{10}{200} \cdot \frac{1}{e^5} = 3,37 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

10.2.11. Stanovte velikost kapacity tak, aby napětí na ní vzrostlo na hodnotu $U/5$ za 1ms . $R=10\Omega$.



$$u_C = U \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \quad \tau = R \cdot C$$

$$\frac{U}{5} = U \left(1 - e^{-\frac{1}{1000 \cdot 10 \cdot C}} \right) \Rightarrow 5 \cdot \left(1 - e^{-\frac{1}{1000 \cdot 10 \cdot C}} \right) = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{5}{e^{\frac{1}{1000 \cdot 10 \cdot C}}} = 4 \Rightarrow e^{\frac{1}{1000 \cdot 10 \cdot C}} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{1}{1000 \cdot 10 \cdot C} = \ln \frac{5}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,223 = \frac{1}{1000 \cdot 10 \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{1000 \cdot 2,23} = 448 \mu\text{F}$$

10.2.12. Určete dobu, za kterou dosáhne nabíjecí proud kondenzátoru velikost $I_0/2$. $R=5\Omega$ a $C=10\mu\text{F}$.

$$i = I_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{I_0}{2} = I_0 \cdot \frac{1}{e^{\frac{t}{R \cdot C}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{R \cdot C}} = 2 \Rightarrow \frac{t \cdot 10^5}{5} = \ln 2 \Rightarrow \frac{t \cdot 10^5}{5} = 0,693 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = 0,693 \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 3,46 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

10.2.13. Určete kapacitu kondenzátoru, když nabíjecí proud dosáhne $I_0/3$ za 1ms a $R=20\Omega$.

$$i = I_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{I_0}{3} = I_0 \cdot \frac{1}{e^{\frac{t}{R \cdot C}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{R \cdot C}} = 3 \Rightarrow \frac{1}{1000 \cdot 20 \cdot C} = \ln 3 \Rightarrow \frac{1}{2 \cdot 10^4 \cdot C} = 1,1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{2 \cdot 10^4 \cdot 1,1} = 45,5 \mu\text{F}$$

10.2.14. Určete časovou konstantu obvodu, jestliže nabíjecí proud dosáhne hodnoty $0,1\text{mA}$ za 1ms od okamžiku připojení obvodu ke zdroji. $I_0=5\text{mA}$.

$$i = I_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow 0,1 = 5 \cdot \frac{1}{e^{\frac{t}{\tau}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{\tau}} = 50 \Rightarrow \frac{1}{1000 \cdot \tau} = \ln 50 \Rightarrow \frac{1}{1000 \cdot \tau} = 3,91 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{1}{1000 \cdot 3,91} = 2,56 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

10.2.15. Určete čas, za který bude napětí na kondenzátoru stejné, jako napětí na rezistoru při nabíjení kondenzátoru.

$$i = I_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow 0,5 = 1 \cdot \frac{1}{e^{\frac{t}{\tau}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{\tau}} = 2 \Rightarrow \frac{t}{\tau} = \ln 2 \Rightarrow \frac{t}{\tau} = 0,693 \Rightarrow t = 0,693 \cdot \tau$$

10.2.16. Vypočítejte svodový odpor kondenzátoru s kapacitou 40μF. Kondenzátor byl nabit na napětí 250V a vybíjením přes vlastní odpor (svod) na něm kleslo napětí na 100V za 50min.

$$u = U_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow 100 = 250 \cdot \frac{1}{e^{\frac{t}{R \cdot C}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{R \cdot C}} = 2,5 \Rightarrow \frac{50 \cdot 60}{R \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = \ln 2,5 \Rightarrow \frac{50 \cdot 60}{R \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = 0,916 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{50 \cdot 60 \cdot 10^6}{40 \cdot 0,916} = 81,9 M\Omega$$

10.2.17. Určete dobu, za kterou klesne napětí na kondenzátoru z 50V na 30V. Kondenzátor má kapacitu 5μF, byl nabit na napětí 100V a vybíjí se přes rezistor 2kΩ.

$$u = U_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow 30 = 50 \cdot \frac{1}{e^{\frac{t}{R \cdot C}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{R \cdot C}} = 1,6 \Rightarrow \frac{t}{2 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = \ln 1,6 \Rightarrow \frac{t}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 0,511 \Rightarrow$$

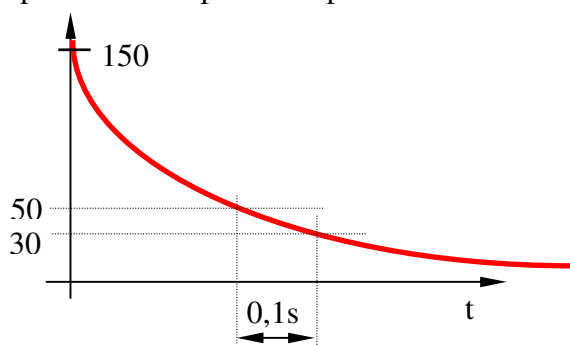
$$\Rightarrow t = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,511 = 5,1 ms$$

10.2.18. Určete odpor rezistoru, kterým se vybíjel kondenzátor o kapacitě 2μF. Kondenzátor byl nabit na napětí 200V a za 2ms na něm kleslo napětí na 20V.

$$u = U_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow 20 = 200 \cdot \frac{1}{e^{\frac{t}{R \cdot C}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{R \cdot C}} = 10 \Rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-3}}{R \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = \ln 10 \Rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-3}}{R \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 2,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2,3 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 434 \Omega$$

10.2.2. Určete odpor rezistoru, kterým se nabíjel kondenzátor o kapacitě 237μF ze zdroje o napětí 150V. Napětí na odporu kleslo z 55V na 20V za 100ms.



$$u_{R1} = U_0 \cdot e^{-t_1/\tau}$$

$$55 = 150 \cdot e^{-t_1/\tau}$$

$$e^{t_1/\tau} = \frac{150}{55} = 2,73$$

$$\frac{t_1}{\tau} = \ln 2,73$$

$$u_{R2} = U_0 \cdot e^{-t_2/\tau}$$

$$20 = 150 \cdot e^{-t_2/\tau}$$

$$e^{t_2/\tau} = \frac{150}{20} = 7,5$$

$$\frac{t_2}{\tau} = \ln 7,5$$

$$t_2 - t_1 = \tau \cdot (\ln 7,5 - \ln 2,73)$$

$$\tau = \frac{t_2 - t_1}{\ln 7,5 - \ln 2,73} = \frac{0,1}{2,01 - 1} = \frac{0,1}{1,01} \Rightarrow R = \frac{0,1}{C \cdot 1,01} = \frac{0,1}{237 \cdot 10^{-6} \cdot 1,01} = 418 \Omega$$

10.2.19. Určete kapacitu kondenzátoru který se nabíjí přes rezistor 1000Ω . Napětí na rezistoru kleslo z 80V na 40V za 100ms.

$$u_R = U_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow 40 = 80 \cdot \frac{1}{e^{\frac{t}{RC}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{RC}} = 2 \Rightarrow \frac{0,1}{1000 \cdot C} = \ln 2 \Rightarrow \frac{0,1}{1000 \cdot C} = 0,693 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{0,1}{1000 \cdot 0,693} = 144 \mu F$$

10.2.20. Při nabíjení kondenzátoru přes rezistor 400Ω vzrostlo napětí na kondenzátoru za 100ms na 95V a za 200ms na 130V od okamžiku připojení zdroje. Určete kapacitu kondenzátoru a napětí zdroje.

$$\begin{aligned} u_1 &= U_0 \cdot (1 - e^{-t_1/\tau}) & u_2 &= U_0 \cdot (1 - e^{-t_2/\tau}) \\ \frac{u_1}{U_0} &= 1 - e^{-t_1/\tau} & \frac{u_2}{U_0} &= 1 - e^{-t_2/\tau} \\ e^{-t_1/\tau} &= 1 - \frac{u_1}{U_0} & e^{-t_2/\tau} &= 1 - \frac{u_2}{U_0} \\ e^{t_1/\tau} &= \frac{U_0}{U_0 - u_1} & e^{t_2/\tau} &= \frac{U_0}{U_0 - u_2} \\ \frac{t_1}{\tau} &= \ln \frac{U_0}{U_0 - u_1} & \frac{t_2}{\tau} &= \ln \frac{U_0}{U_0 - u_2} \\ \frac{0,1}{\tau} &= \ln \frac{U_0}{U_0 - 95} & \frac{0,2}{\tau} &= \ln \frac{U_0}{U_0 - 130} \\ 2 \cdot \ln \frac{U_0}{U_0 - 95} &= \ln \frac{U_0}{U_0 - 130} \Rightarrow \frac{U_0^2}{(U_0 - 95)^2} = \frac{U_0}{U_0 - 130} \Rightarrow U_0 \cdot (U_0 - 130) = (U_0 - 95)^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow U_0^2 - 130 \cdot U_0 &= U_0^2 - 190 \cdot U_0 + 9025 \Rightarrow 60 \cdot U_0 = 9025 \Rightarrow U_0 = 150V \\ \tau &= \frac{0,1}{\ln \frac{U_0}{U_0 - 95}} = \frac{0,1}{\ln \frac{150}{150 - 95}} = 0,1s & C &= \frac{\tau}{R} = \frac{0,1}{400} = 250 \mu F \end{aligned}$$

10.2.21. Kondenzátor o kapacitě $50\mu F$ se nabíjel z neznámého zdroje přes neznámý rezistor. Za 200ms vzrostlo napětí na kondenzátoru na 173V. Proud v okamžiku připojení zdroje byl 100mA. Určete napětí zdroje a odpor rezistoru.

Řešením klasickým způsobem bychom obdrželi rovnici, kde neznámá je zároveň v lineárním i v exponenciálním tvaru. Obdobné situace řeším s oblibou metodou postupného zpřesňování výsledku. PRVNÍ VOLBA - $U_{01}=185V$

$$R_1 = \frac{U_{01}}{I_0} = \frac{185}{0,1} = 1850\Omega$$

$$u_1 = U_0 \cdot (1 - e^{-t_1/\tau}) \Rightarrow U_{02} = \frac{u_1}{1 - e^{-\frac{t}{R_1 \cdot C}}} = \frac{173}{1 - e^{-\frac{0,2 \cdot 100000}{5 \cdot 1850}}} = 195,5V$$

$$R_2 = \frac{U_{02}}{I_0} = \frac{195,5}{0,1} = 1955\Omega$$

$$U_{03} = \frac{u_1}{1 - e^{-\frac{t}{R_2 \cdot C}}} = \frac{173}{1 - e^{-\frac{0,2 \cdot 100000}{5 \cdot 1955}}} = 198,7V$$

$$R_3 = \frac{U_{03}}{I_0} = \frac{198,7}{0,1} = 1987\Omega$$

$$U_{04} = \frac{u_1}{1 - e^{-\frac{t}{R_3 \cdot C}}} = \frac{173}{1 - e^{-\frac{0,2 \cdot 100000}{5 \cdot 1987}}} = 199,7V$$

$$R_4 = \frac{U_{04}}{I_0} = \frac{199,7}{0,1} = 1997\Omega$$

$$U_{05} = \frac{u_1}{1 - e^{-\frac{t}{R_4 \cdot C}}} = \frac{173}{1 - e^{-\frac{0,2 \cdot 100000}{5 \cdot 1997}}} = 199,98V$$

Řešení konverguje k výsledku $U_0=200V$ a $R=2k\Omega$, což je shodné s výsledkem v knize.

10.2.22. Kondenzátor s kapacitou $10\mu F$ se nabíjí ze zdroje $200V$ přes rezistor R . Rezistor R je tvořen a) sériovým spojením rezistorů R_1 a R_2 a kondenzátor se nabije na napětí $100V$ za $62,3ms$

b) paralelním spojením rezistorů R_1 a R_2 a kondenzátor se nabije na napětí $100V$ za $14ms$.

Vypočítejte odpory rezistorů R_1 a R_2 .

$$u_c = U_0 \cdot (1 - e^{-t_1/\tau}) \Rightarrow \frac{u_c}{U_0} = 1 - \frac{1}{e^{\frac{t}{R \cdot C}}} \Rightarrow e^{\frac{t}{R \cdot C}} = \frac{U_0}{U_0 - u_c} \Rightarrow \frac{t}{R \cdot C} = \ln \frac{U_0}{U_0 - u_c} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{t}{C \cdot \ln \frac{U_0}{U_0 - u_c}} \Rightarrow R_a = \frac{62,3 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-6} \cdot \ln \frac{200}{200 - 100}} = 8989\Omega$$

$$\Rightarrow R = \frac{t}{C \cdot \ln \frac{U_0}{U_0 - u_c}} \Rightarrow R_b = \frac{14 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-6} \cdot \ln \frac{200}{200 - 100}} = 2020\Omega$$

$$R_1 = R_a - R_2 = 8989 - R_2$$

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(8989 - R_2) \cdot R_2}{8989 - R_2 + R_2} = 2020 \Rightarrow R_2^2 - 8989 \cdot R_2 + 2020 \cdot 8989 = 0$$

$$R_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} = \frac{8989 \pm \sqrt{8989^2 - 4 \cdot 1 \cdot 2020 \cdot 8989}}{2 \cdot 1} = \begin{cases} 5924\Omega \\ 3065\Omega \end{cases}$$

10.3.1. Určete napětí zdroje, je-li indukčnost cívky $100mH$, činný odpor cívky 400Ω a obvodem procházel proud $4mA$ za $0,5ms$ od připojení ke zdroji.

$$\tau = \frac{L}{R}$$

$$i = I_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow i = \frac{U_0}{R} \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow U = \frac{R \cdot i}{1 - e^{-\frac{t \cdot R}{L}}} = \frac{400 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{1 - e^{-\frac{0,0005 \cdot 400}{0,1}}} = 1,85V$$

10.3.2. Stanovte indukčnost ideální cívky, která je zapojena do série s rezistorem, jehož odpor je 100Ω . Za 10ms po připojení zdroje napětí 6V procházel obvodem proud 38mA.

$$i = I_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow i = \frac{U_0}{R} \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \frac{1}{e^{t/\tau}} = \frac{U_0 - R \cdot i}{U_0} \Rightarrow e^{t/\tau} = \frac{U_0}{U_0 - R \cdot i} \Rightarrow t \cdot \frac{R}{L} = \ln \frac{U_0}{U_0 - R \cdot i} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{t \cdot R}{\ln \frac{U_0}{U_0 - R \cdot i}} = \frac{0,01 \cdot 100}{\ln \frac{6}{6 - 100 \cdot 38 \cdot 10^{-3}}} = 1H \quad \tau = \frac{L}{R}$$

10.3.11. Určete indukčnost cívky, je-li její činný odpor 50Ω a klesne-li na činném odporu napětí z 12V na 7,5V za 20ms.

$$u_R = U_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow e^{\frac{t}{\tau}} = \frac{U_0}{u_R} \Rightarrow \frac{t}{\tau} = \ln \frac{U_0}{u_R} \Rightarrow \frac{t \cdot R}{L} = \ln \frac{U_0}{u_R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{t \cdot R}{\ln \frac{U_0}{u_R}} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 50}{\ln \frac{12}{7,5}} = 2,13H$$

10.3.12. Stanovte časovou konstantu a ustálený proud I_0 , prochází-li obvodem v čase $t_1=0,1s$ proud $i_1=3mA$ a v čase $t_2=0,2s$ proud $i_2=5mA$.

$$i = I_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \frac{i}{I_0} = (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \frac{1}{e^{t/\tau}} = \frac{I_0 - i}{I_0} \Rightarrow e^{t/\tau} = \frac{I_0}{I_0 - i} \Rightarrow \frac{t}{\tau} = \ln \frac{I_0}{I_0 - i} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{t}{\ln \frac{I_0}{I_0 - i}} \Rightarrow \frac{0,1}{\ln \frac{I_0}{I_0 - 3 \cdot 10^{-3}}} = \frac{0,2}{\ln \frac{I_0}{I_0 - 5 \cdot 10^{-3}}} \Rightarrow 2 \cdot \ln \frac{I_0}{I_0 - 3 \cdot 10^{-3}} = \ln \frac{I_0}{I_0 - 5 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{I_0^2}{(I_0 - 3 \cdot 10^{-3})^2} = \frac{I_0}{I_0 - 5 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow I_0^2 - 6 \cdot 10^{-3} \cdot I_0 + 9 \cdot 10^{-6} = I_0^2 - 5 \cdot 10^{-3} \cdot I_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10^{-3} \cdot I_0 = 9 \cdot 10^{-6} \Rightarrow I_0 = 9mA \quad \tau = \frac{t}{\ln \frac{I_0}{I_0 - i}} = \frac{0,1}{\ln \frac{9}{6}} = 0,25s$$

10.3.13. Určete odpor rezistoru, který je zapojen do série s ideální cívkou s indukčností 2H. Napětí na této ideální cívce klesne z 5V na 2V za 4ms.

$$u_R = U_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow 1 - e^{-t/\tau} = \frac{u_R}{U_0} \Rightarrow e^{-t/\tau} = \frac{U_0 - u_R}{U_0} \Rightarrow e^{t/\tau} = \frac{U_0}{U_0 - u_R} \Rightarrow \frac{t \cdot R}{L} = \ln \frac{U_0}{U_0 - u_R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{L}{t} \cdot \ln \frac{U_0}{U_0 - u_R} = \frac{2}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot \ln \frac{5}{5 - 2} = 458\Omega$$

10.3.14. Za jak dlouho poklesne proud, který prochází obvodem, z 5mA na 2mA? Indukčnost cívky je 100mH a její činný odpor je 180Ω .

$$i_R = I_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow e^{\frac{t}{\tau}} = \frac{I_0}{i_R} \Rightarrow \frac{t}{\tau} = \ln \frac{I_0}{i_R} \Rightarrow \frac{t \cdot R}{L} = \ln \frac{I_0}{i_R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{L}{R} \cdot \ln \frac{I_0}{i_R} = \frac{0,1}{180} \cdot \ln \frac{5}{2} = 0,51ms$$

10.3.15. Jak velký odpor má cívka s indukčností 2H, prochází-li obvodem proud 6mA za 4ms od připojení ke zdroji s napětím 5V?

$$u_R = U_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow 1 - e^{-t/\tau} = \frac{u_R}{U_0} \Rightarrow e^{-t/\tau} = \frac{U_0 - u_R}{U_0} \Rightarrow e^{\frac{t \cdot R}{L}} = \frac{U_0}{U_0 - u_R} \Rightarrow \frac{t \cdot R}{L} = \ln \frac{U_0}{U_0 - u_R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{L}{t} \cdot \ln \frac{U_0}{U_0 - u_R} = \frac{L}{t} \cdot \ln \frac{U_0}{U_0 - R \cdot i_R} = \frac{2}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot \ln \frac{5}{5 - R \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 500 \cdot \ln \frac{5}{5 - R \cdot 6 \cdot 10^{-3}}$$

Řešením klasickým způsobem bychom obdrželi rovnici, kde neznámá je zároveň v lineárním i v logaritmickém tvaru. Obdobné situace řeším s oblibou metodou postupného zpřesňování výsledku. PRVNÍ VOLBA - $R_1 = 500 \Omega$.

$$R = 500 \cdot \ln \frac{5}{5 - R \cdot 6 \cdot 10^{-3}} \quad 500 \neq 500 \cdot \ln \frac{5}{5 - 500 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 458$$

$$\text{DRUHÁ VOLBA - } R_2 = 450 \Omega \quad 450 \neq 500 \cdot \ln \frac{5}{5 - 450 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 388$$

rozdíl rosti

$$\text{TŘETÍ VOLBA - } R_3 = 550 \Omega \quad 550 \neq 500 \cdot \ln \frac{5}{5 - 550 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 540$$

$$\text{ČTVRTÁ VOLBA - } \underline{R_4 = 560 \Omega} \quad 560 = 500 \cdot \ln \frac{5}{5 - 560 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 560$$

10.3.16. Vypočítejte, za jak dlouho po připojení zdroje bude procházet obvodem proud 6mA. $R = 500 \Omega$, $L = 2,2 \text{ H}$, $U = 5 \text{ V}$ a indukčnost cívky je konstantní.

$$I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{5}{500} = 10 \text{ mA}$$

$$i = I_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \frac{i}{I_0} = (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \frac{1}{e^{\frac{t \cdot R}{L}}} = \frac{I_0 - i}{I_0} \Rightarrow e^{\frac{t \cdot R}{L}} = \frac{I_0}{I_0 - i} \Rightarrow \frac{t}{\tau} = \ln \frac{I_0}{I_0 - i} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{L}{R} \cdot \ln \frac{I_0}{I_0 - i} = \frac{2,2}{500} \cdot \ln \frac{10}{10 - 6} = 4,03 \text{ ms}$$

10.3.17. Do série s ideální cívkou je zapojen rezistor R. Rezistor R je tvořen:

a) paralelním spojením rezistorů s odpory R_1 a R_2 .

b) sériovým spojením rezistorů s odpory R_1 a R_2

Při paralelním spojení rezistorů R_1 a R_2 prochází obvodem proud 700mA za 10ms od okamžiku připojení zdroje napětí. Při sériovém spojení rezistorů R_1 a R_2 prochází obvodem proud 350mA za 10ms od okamžiku připojení zdroje napětí. Napětí zdroje je 18V, indukčnost ideální cívky je 200mH. Vypočítejte odpory rezistorů R_1 a R_2 .

$$i = I_0 \cdot (1 - e^{-t_1/\tau}) \Rightarrow \frac{i}{I_0} = 1 - \frac{1}{e^{\frac{t \cdot R}{L}}} \Rightarrow e^{\frac{t \cdot R}{L}} = \frac{I_0}{I_0 - i} \Rightarrow e^{\frac{0,01 \cdot R}{0,2}} = \frac{\frac{U_0}{R}}{\frac{U_0}{R} - i} \Rightarrow e^{\frac{R}{20}} = \frac{\frac{U_0}{R}}{\frac{U_0}{R} - R \cdot i} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e^{\frac{R}{20}} = \frac{U_0}{U_0 - R \cdot i} \Rightarrow e^{\frac{R}{20}} = \frac{18}{18 - R \cdot i} \Rightarrow 18 \cdot e^{\frac{R}{20}} - R \cdot i \cdot e^{\frac{R}{20}} = 18 \Rightarrow R = \frac{18 \cdot \left(e^{\frac{R}{20}} - 1 \right)}{i \cdot e^{\frac{R}{20}}}$$

$$Ra = \frac{18 \cdot \left(e^{\frac{Ra}{20}} - 1 \right)}{0,7 \cdot e^{\frac{Ra}{20}}}$$

$$Rb = \frac{18 \cdot \left(e^{\frac{Rb}{20}} - 1 \right)}{0,35 \cdot e^{\frac{Rb}{20}}}$$

$$1. \text{ volba - } R_{a0}=R_{b0}=20\Omega \quad R_{a1} = \frac{18 \cdot \left(e^{\frac{20}{20}} - 1\right)}{0,7 \cdot e^{\frac{20}{20}}} = 16,2\Omega \quad R_{b1} = \frac{18 \cdot \left(e^{\frac{20}{20}} - 1\right)}{0,35 \cdot e^{\frac{20}{20}}} = 32,3\Omega$$

$$2. \quad R_{a2} = \frac{18 \cdot \left(e^{\frac{16,2}{20}} - 1\right)}{0,7 \cdot e^{\frac{16,2}{20}}} = 14,2\Omega \quad R_{b2} = \frac{18 \cdot \left(e^{\frac{32,3}{20}} - 1\right)}{0,35 \cdot e^{\frac{32,3}{20}}} = 41,1\Omega$$

$$3. R_{a3}=12,9\Omega, R_{b3}=44,8\Omega$$

$$4. R_{a4}=12,1\Omega, R_{b4}=45,9\Omega$$

$$5. R_{a5}=11,5\Omega, R_{b5}=46,2\Omega$$

$$6. R_{a6}=11,1\Omega, R_{b6}=46,3\Omega$$

$$7. R_{a7}=10,8\Omega, R_{b7}=46,3\Omega$$

$$8. R_{a8}=10,6\Omega, R_{b8}=46,3\Omega$$

$$9. R_{a9}=10,4\Omega, R_{b9}=46,3\Omega$$

$$10. R_{a10}=10,3\Omega, R_{b10}=46,3\Omega$$

$$11. R_{a11}=10,2\Omega, R_{b11}=46,3\Omega$$

$$12. R_{a12}=10,1\Omega, R_{b12}=46,3\Omega$$

$$13. \underline{R_{a13}=10\Omega, R_{b13}=46,3\Omega}$$

$R_a = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad R_b = R_1 + R_2$ ze druhé rovnice dosadíme $R_1 = R_b - R_2$ do druhé rovnice.

$$R_a \cdot R_1 + R_a \cdot R_2 = R_1 \cdot R_2 \quad R_2 = \frac{R_a \cdot R_1}{R_1 - R_a} = \frac{R_a \cdot (R_b - R_2)}{R_b - R_2 - R_a}$$

$$R_2^2 + R_2 \cdot (R_a - R_b - R_a) + R_a \cdot R_b = 0 \quad R_2^2 + R_2 \cdot 46,3 + 463 = 0$$

$$R_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} = \frac{46,3 \pm \sqrt{46,3^2 - 4 \cdot 46,3 \cdot 10}}{2} = \begin{cases} 14,6\Omega \\ 31,7\Omega \end{cases}$$

10.3.18. Vypočítejte proud, který prochází obvodem v čase $t=5\tau$ od okamžiku připojení skutečné cívky ke zdroji stejnosměrného napětí. Odpor vinutí cívky je 20Ω , napětí zdroje je $5V$.

$$i = I_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau}) = \frac{U_0}{R} \cdot (1 - e^{-t/\tau}) = \frac{5}{20} \cdot (1 - e^{-5}) = 0,248A$$