

Riešenie lineárnych elektrických obvodov s harmonickými zdrojmi v ustálenom stave

Pri riešení lineárnych elektrických obvodov s harmonickými zdrojmi v ustálenom stave postupujeme nasledovne:

1. zadaným harmonickým veličinám

$$v_k(t) = \sqrt{2} V_k \sin(\omega t + \varphi_{v_k}), \text{ resp. } v_k(t) = \sqrt{2} V_k \cos(\omega t + \varphi_{v_k})$$

priradíme fázory

$$\overset{\circ}{V}_k = V_k e^{j\varphi_{v_k}}$$

a jednotlivým prvkom v obvode komplexnú impedanciu

$$R \rightarrow R,$$

$$L \rightarrow j\omega L = jX_L,$$

$$C \rightarrow -j\frac{1}{\omega C} = -jX_C.$$

2. Daný obvod vyriešime vhodnou (podľa topológie obvodu) alebo predpísanou metódou ako sú

- metóda postupného zjednodušovania,
- metóda priameho použitia KZ,
- metóda slučkových prúdov,
- metóda uzlových napätí,
- metóda rezových napätí,

alebo využitím princípov ako sú:

- princíp superpozície,
- princíp náhradného zdroja (Theveninova veta, Nortonova veta),

pričom medzi veličinami používanými v obvodoch s rezistormi a jednosmernými zdrojmi a obvodmi s harmonickými zdrojmi platí korešpondencia uvedená v nasledujúcej tabuľke:

obvody s rezistormi a jednosmernými zdrojmi v ustálenom stave	obvody s harmonickými zdrojmi v ustálenom stave
prúd I	fázy prúdu $\overset{\circ}{I}$
napätie U	fázy napätia $\overset{\circ}{U}$
odpor R	komplexná impedancia $\overset{\circ}{Z}$
vodivosť G	komplexná admitancia $\overset{\circ}{Y}$

3. Fázorom vypočítaných veličín

$$\overset{\circ}{W}_k = W_k e^{j\varphi_{w_k}}$$

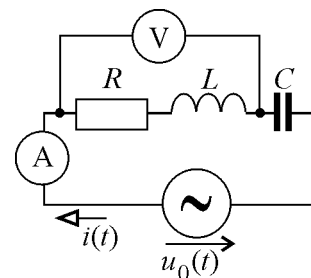
spätne priradíme okamžité hodnoty

$$w_k(t) = \sqrt{2} W_k \sin(\omega t + \varphi_{w_k}), \text{ resp. } w_k(t) = \sqrt{2} W_k \cos(\omega t + \varphi_{w_k}).$$

Príklad 2.1:

V obvode (**Obr. 2.1**)

- určte okamžitú hodnotu prúdu,
- určte okamžitú hodnotu napätia na jednotlivých prvkoch,
- určte údaj ampèrmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nulový,
- určte údaj voltmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nekonečne veľký,
- nakreslite vektorový diagram napätí a prúdov,
- činný, jalový a zdanlivý výkon dodávaný zdrojom do obvodu,



Obr. 2.1

ak parametre prvkov sú:

$$R = 40 \, \Omega, \quad L = 80 \, \text{mH}, \quad C = 25 \, \mu\text{F}, \quad u_0(t) = 100\sqrt{2} \sin(1000t + 60^\circ) \, \text{V}.$$

Riešenie:

Harmonickým veličinám priradíme fázory:

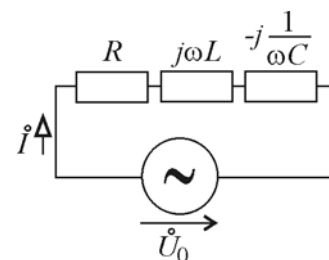
$$u_0(t) = 100\sqrt{2} \sin(1000t + 60^\circ) \quad \rightarrow \quad \overset{\circ}{U}_0 = 100 e^{j60^\circ} \, \text{V},$$

$$i(t) \quad \rightarrow \quad \overset{\circ}{I},$$

$$u_R(t) \quad \rightarrow \quad \overset{\circ}{U}_R,$$

$$u_L(t) \quad \rightarrow \quad \overset{\circ}{U}_L,$$

$$u_C(t) \quad \rightarrow \quad \overset{\circ}{U}_C,$$



Obr. 2.1a

jednotlivým prvkom komplexnú impedanciu:

$$R \rightarrow R = 40 \, \Omega,$$

$$L \rightarrow j\omega L = jX_L = j1000 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = j80 \, \Omega,$$

$$C \rightarrow -j \frac{1}{\omega C} = -j X_C = -j \frac{1}{1000 \cdot 25 \cdot 10^{-6}} = -j 40 \Omega.$$

Danému priradeniu odpovedá obvod na (**Obr.2.1a**).

Zvolíme si vhodnú metódu na riešenie obvodu podľa topológie obvodu. Na analýzu tohoto obvodu si zvolíme metódu postupného zjednodušovania obvodu.

Celková komplexná impedancia obvodu je

$$\overset{\circ}{Z} = R + j\omega L - j \frac{1}{\omega C} = 40 + j80 - j40 = 40 + j40 = 40\sqrt{2} e^{j45^\circ} \Omega.$$

Fázor celkového prúdu dodávaného zdrojom do obvodu určíme pomocou Ohmovho zákona

$$\overset{\circ}{I} = \frac{\overset{\circ}{U}_0}{\overset{\circ}{Z}} = \frac{100 e^{j60^\circ}}{40\sqrt{2} e^{j45^\circ}} = \frac{2,5}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} \text{ A.}$$

Fázor napätia na rezistore (**Obr. 2.1b**)

$$\overset{\circ}{U}_R = R \overset{\circ}{I} = 40 \cdot \frac{2,5}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} = \frac{100}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} \text{ V,}$$

fázor napätia na cievke s komplexnou impedanciou $j\omega L$ (**Obr. 2.1b**)

$$\overset{\circ}{U}_L = j\omega L \overset{\circ}{I} = j80 \cdot \frac{2,5}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} = \frac{200}{\sqrt{2}} e^{j105^\circ} \text{ V,}$$

fázor napätia na kondenzátore s komplexnou impedanciou $-j \frac{1}{\omega C}$ (**Obr. 2.1b**)

$$\overset{\circ}{U}_C = -j \frac{1}{\omega C} \overset{\circ}{I} = -j40 \cdot \frac{2,5}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} = \frac{100}{\sqrt{2}} e^{-j75^\circ} \text{ V.}$$

Vypočítaným fázorom priradíme okamžité hodnoty

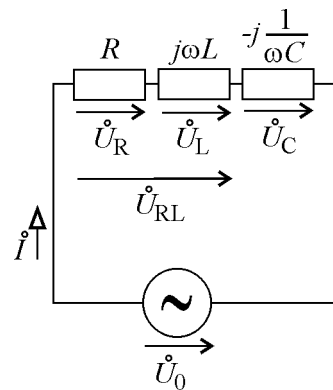
$$\text{a) } \overset{\circ}{I} = \frac{2,5}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} \text{ A} \rightarrow i(t) = \frac{2,5}{\sqrt{2}} \sqrt{2} \sin(1000t + 15^\circ) = 2,5 \sin(1000t + 15^\circ) \text{ A,}$$

$$\text{b) } \overset{\circ}{U}_R = \frac{100}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} \text{ V} \rightarrow u_R(t) = \frac{100}{\sqrt{2}} \sqrt{2} \sin(1000t + 15^\circ) = 100 \sin(1000t + 15^\circ) \text{ V,}$$

$$\overset{\circ}{U}_L = \frac{200}{\sqrt{2}} e^{j105^\circ} \text{ V} \rightarrow u_L(t) = \frac{200}{\sqrt{2}} \sqrt{2} \sin(1000t + 105^\circ) = 200 \sin(1000t + 105^\circ) \text{ V,}$$

$$\overset{\circ}{U}_C = \frac{100}{\sqrt{2}} e^{-j75^\circ} \text{ V} \rightarrow u_C(t) = \frac{100}{\sqrt{2}} \sqrt{2} \sin(1000t - 75^\circ) = 100 \sin(1000t - 75^\circ) \text{ V.}$$

c) Údaj ampèrmetra je efektívna hodnota prúdu tečúceho vetvou, kde je ampèrmetr zapojený. V našom prípade ampèrmetr merá efektívnu hodnotu prúdu $i(t)$



Obr. 2.1b

$$I_A = I = \frac{2,5}{\sqrt{2}} = 1,768 \text{ A.}$$

- d) Údaj voltmetra je efektívna hodnota napätia medzi svorkami, kde je voltmeter zapojený. V našom prípade voltmeter merá efektívnu hodnotu napätia na rezistore s odporom R a cievke s indukčnosťou L . Preto určíme najprv fázor napätia $\overset{\circ}{U}_{RL}$ (**Obr. 2.1b**)

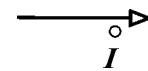
$$\overset{\circ}{U}_{RL} = \overset{\circ}{U}_R + \overset{\circ}{U}_L = \frac{100}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} + \frac{200}{\sqrt{2}} e^{j105^\circ} = 158,114 e^{j78,43^\circ} \text{ V}$$

a údaj voltmetra

$$U_V = U_{RL} = 158,114 \text{ V.}$$

- e) Vektorový diagram napätí a prúdov nakreslíme nasledovne:

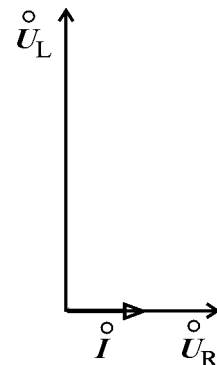
- Zakreslíme fázor prúdu $\overset{\circ}{I}$ do roviny (**Obr. 2.1c**),
- zakreslíme fázor napätia na rezistore $\overset{\circ}{U}_R$, ktorý je vo fáze s fázorom prúdu (**Obr. 2.1d**)
- zakreslíme fázor napätia na rezistore $\overset{\circ}{U}_L$, ktorý je pootočený o 90° proti smeru hodinových ručičiek voči fázoru prúdu (**Obr. 2.1e**)
- zakreslíme fázor napätia na rezistore $\overset{\circ}{U}_C$, ktorý je pootočený o 90° v smere hodinových ručičiek voči fázoru prúdu (**Obr. 2.1f**)



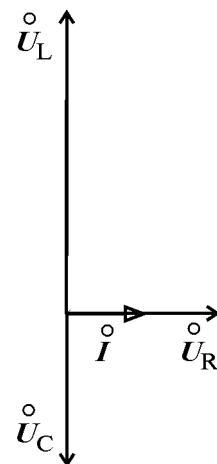
Obr. 2.1c



Obr. 2.1d

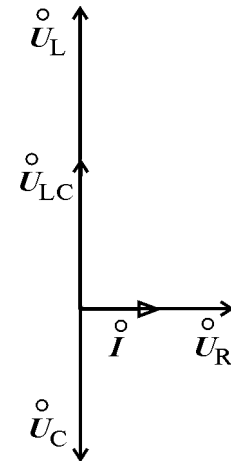


Obr. 2.1e



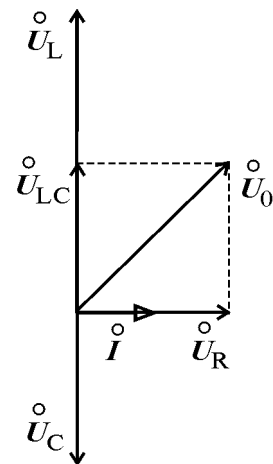
Obr. 2.1f

- sčítame fázory $\overset{\circ}{U}_L$ a $\overset{\circ}{U}_C$ a dostaneme fázor $\overset{\circ}{U}_{LC}$ (Obr. 2.1g)



Obr. 2.1g

- sčítame fázory $\overset{\circ}{U}_{LC}$ a $\overset{\circ}{U}_R$ a dostaneme fázor $\overset{\circ}{U}_0$ (Obr. 2.1h)



Obr. 2.1h

f) Komplexným výkonom $\overset{\circ}{S}$

$$\overset{\circ}{S} = \overset{\circ}{U} \cdot \overset{x}{I}$$

sú jednoznačne určené výkony, a to: činný P , jalový Q a zdanlivý S .

Potrebuje určiť výkon dodávaný zdrojom do obvodu, a preto

$$\overset{\circ}{U} = \overset{\circ}{U}_0 = 100 e^{j60^\circ} \text{ V}$$

a

$$\overset{\circ}{I} = \frac{2,5}{\sqrt{2}} e^{j15^\circ} \text{ A}, \text{ odkiaľ vyplýva, že } \overset{x}{I} = \frac{2,5}{\sqrt{2}} e^{-j15^\circ} \text{ A.}$$

Komplexný výkon dodávaný zdrojom do obvodu

$$\overset{\circ}{S} = \overset{\circ}{U}_0 \cdot \overset{x}{I} = 176,777 e^{j45^\circ} = (125 + j125) \text{ VA,}$$

činný výkon dodávaný zdrojom do obvodu

$$P = \operatorname{Re} \left\{ \overset{\circ}{S} \right\} = 125 \text{ W},$$

jalový výkon dodávaný zdrojom do obvodu

$$Q = \operatorname{Im} \left\{ \overset{\circ}{S} \right\} = 125 \text{ var},$$

zdanlivý výkon dodávaný zdrojom do obvodu

$$S = \left| \overset{\circ}{S} \right| = 176,777 \text{ VA}.$$

Príklad 2.2:

V obvode (**Obr. 2.2**) určte:

- komplexnú impedanciu obvodu,
- okamžitú hodnotu prúdu $i(t)$,
- okamžitú hodnotu napätia $u(t)$,
- údaj ampèrmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nulový,
- údaj voltmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nekonečne veľký,
- činný výkon dodávaný zdrojom do obvodu,
- zdanlivý výkon dodávaný do kondenzátora,

ak parametre prvkov sú:

$$R_1 = 40 \text{ } \Omega, L_1 = 80 \text{ mH}, R_2 = 50 \text{ } \Omega, L_2 = 40 \text{ mH}, M = 5 \text{ mH}, C = 25 \text{ } \mu\text{F},$$

$$u_0(t) = 100\sqrt{2} \sin(1000t + 60^\circ) \text{ V}.$$

Riešenie:

Harmonickým veličinám priradíme príslušné fázory

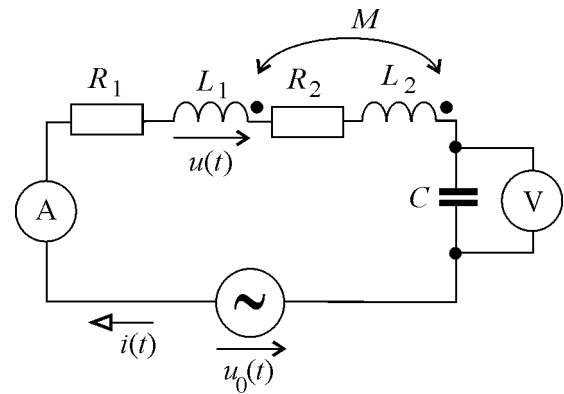
$$u_0(t) = 100\sqrt{2} \sin(1000t + 60^\circ) \text{ V} \quad \rightarrow \quad \overset{\circ}{U}_0 = 100e^{j60^\circ} \text{ V},$$

$$i(t) \rightarrow \overset{\circ}{I},$$

$$u(t) \rightarrow \overset{\circ}{U},$$

$$u_C(t) \rightarrow \overset{\circ}{U}_C,$$

a jednotlivým prvkom komplexnú impedanciu



Obr. 2.2

$$R_1 \rightarrow R_1 = 40 \text{ } \Omega,$$

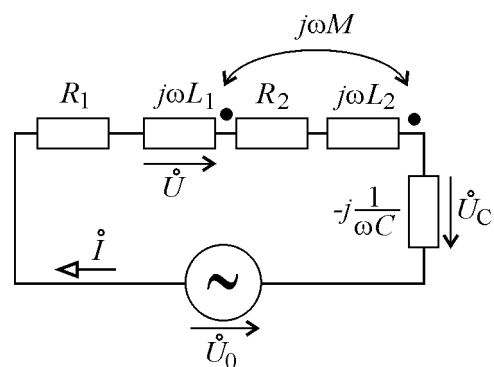
$$R_2 \rightarrow R_2 = 50 \text{ } \Omega,$$

$$L_1 \rightarrow j \omega L_1 = j1000 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = j80 \text{ } \Omega,$$

$$L_2 \rightarrow j \omega L_2 = j1000 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = j40 \text{ } \Omega,$$

$$M \rightarrow j \omega M = j1000 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = j5 \text{ } \Omega,$$

$$C \rightarrow -j \frac{1}{\omega C} = -j \frac{1}{1000 \cdot 25 \cdot 10^{-6}} = -j40 \text{ } \Omega.$$



Obr. 2.2a

Danému priradeniu odpovedá obvod na (Obr.2.2a).

Keďže obvod je tvorený len jednou slučkou, napíšeme II. KZ pre tento odvod

$$R_1 \overset{\circ}{I} + j \omega L_1 \overset{\circ}{I} + j \omega M \overset{\circ}{I} + R_2 \overset{\circ}{I} + j \omega L_2 \overset{\circ}{I} + j \omega M \overset{\circ}{I} + \left(-j \frac{1}{\omega C}\right) \overset{\circ}{I} = U_0^{\circ},$$

vyberieme fázor prúdu $\overset{\circ}{I}$ pred zátvorku a dostaneme

$$\left(R_1 + R_2 + j \omega L_1 + j \omega L_2 + j 2 \omega M - j \frac{1}{\omega C}\right) \overset{\circ}{I} = U_0^{\circ}.$$

a) Celková komplexná impedancia obvodu

$$\overset{\circ}{Z} = \frac{U_0^{\circ}}{\overset{\circ}{I}} = R_1 + R_2 + j \left(\omega L_1 + \omega L_2 + 2 \omega M - \frac{1}{\omega C} \right)$$

číselne

$$\overset{\circ}{Z} = 90 + j90 = 90 \cdot \sqrt{2} e^{j45^{\circ}} \text{ } \Omega.$$

b) Fázor prúdu $\overset{\circ}{I}$ určíme pomocou Ohmovho zákona

$$\overset{\circ}{I} = \frac{U_0^{\circ}}{\overset{\circ}{Z}} = 0,786 e^{j15^{\circ}} \text{ A}$$

a priradíme mu okamžitú hodnotu

$$i(t) = 0,786 \sqrt{2} \sin(1000t + 15^{\circ}) \text{ A.}$$

c) Pre fázor napätia $\overset{\circ}{U}$:

$$\overset{\circ}{U} = \left(j \omega L_1 + j \omega M\right) \overset{\circ}{I} = 66,81 e^{j105^{\circ}} \text{ V,}$$

a okamžitá hodnota

$$u(t) = 66,81 \sqrt{2} \sin(1000t + 105^{\circ}) \text{ V.}$$

d) Údaj ampèrmetra je efektívna hodnota prúdu tečúceho vetvou, kde je ampèrmetr zapojený

$$I_A = I = 0,786 \text{ A.}$$

e) Voltmeter merá efektívnu hodnotu napätia na kondenzátore s kapacitou C . Preto určíme najprv

fázor napätia $\overset{\circ}{U}_C$

$$\overset{\circ}{U}_C = -j \frac{1}{\omega C} \overset{\circ}{I} = 31,44 e^{-j75^\circ} \text{ V}$$

a údaj voltmetra

$$U_V = U_C = 31,44 \text{ V.}$$

f) Komplexný výkon dodávaný zdrojom do obvodu

$$\overset{\circ}{S} = \overset{\circ}{U}_0 \cdot \overset{x}{I} = 78,6 e^{j45^\circ} = (55,579 + j55,579) \text{ VA,}$$

činný výkon dodávaný zdrojom do obvodu

$$P = \text{Re} \left\{ \overset{\circ}{S} \right\} = 55,579 \text{ W.}$$

g) Komplexný výkon dodávaný do kondenzátora s kapacitou C

$$\overset{\circ}{S}_C = \overset{\circ}{U}_C \cdot \overset{x}{I} = 24,712 e^{-j60^\circ} = (12,356 - j21,401) \text{ VA,}$$

jalový výkon dodávaný do kondenzátora

$$Q = \text{Im} \left\{ \overset{\circ}{S}_C \right\} = -21,401 \text{ var}$$

Príklad 2.3:

V obvode (**Obr. 2.3**) nastala rezonancia. Určte:

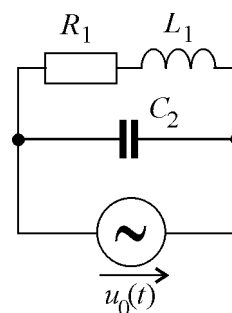
a) rezonančnú hodnotu kapacity kondenzátora,

b) komplexnú impedanciu obvodu,

ak:

$$R_1 = 50 \Omega, L_1 = 100 \text{ mH,}$$

$$u_0(t) = 100\sqrt{2} \sin(500t - 30^\circ) \text{ V.}$$



Obr. 2.3

Riešenie:

Jednotlivým prvkom priradíme komplexnú impedanciu

$$R_1 \rightarrow R_1 = 50 \Omega,$$

$$L_1 \rightarrow j \omega L_1 = j X_{L1} = j 500 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = j 50 \Omega,$$

$$C_2 \rightarrow -j \frac{1}{\omega C_2} = -j X_{C2}.$$

Určíme celkovú komplexnú impedanciu obvodu

$$\overset{\circ}{Z} = \frac{(R_1 + j X_{L1}) \cdot (-j X_{C2})}{R_1 + j X_{L1} - j X_{C2}}.$$

Pri fázovej rezonancii:

$$\text{Im} \left\{ \overset{\circ}{Z} \right\} = 0.$$

Najprv upravíme vzťah pre komplexnú impedanciu obvodu tak, aby sme vedeli určiť jej imaginárnu zložku

$$\begin{aligned} \overset{\circ}{Z} &= \frac{(R_1 + j X_{L1}) \cdot (-j X_{C2})}{R_1 + j X_{L1} - j X_{C2}} = \frac{X_{L1} X_{C2} - j X_{C2} R_1}{R_1 + j(X_{L1} - X_{C2})} \cdot \frac{R_1 - j(X_{L1} - X_{C2})}{R_1 - j(X_{L1} - X_{C2})} = \\ &= \frac{[R_1 X_{L1} X_{C2} - X_{C2} R_1 (X_{L1} - X_{C2})] - j[(X_{L1} - X_{C2}) X_{L1} X_{C2} + X_{C2} R_1^2]}{R_1^2 + (X_{L1} - X_{C2})^2}. \end{aligned}$$

a) Pre imaginárnu zložku komplexnej impedancie:

$$\text{Im} \left\{ \overset{\circ}{Z} \right\} = \frac{(X_{L1} - X_{C2}) X_{L1} X_{C2} + X_{C2} R_1^2}{R_1^2 + (X_{L1} - X_{C2})^2} = 0,$$

čiže

$$(X_{L1} - X_{C2}) X_{L1} X_{C2} + X_{C2} R_1^2 = 0,$$

odkiaľ

$$X_{C2} = X_{L1} + \frac{R_1^2}{X_{L1}} = 100 \, \Omega$$

a

$$C_{2r} = \frac{1}{\omega X_{C2}} = 20 \, \mu\text{F}.$$

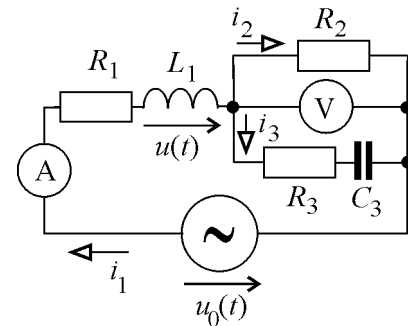
b) Komplexná impedancia obvodu pri rezonancii:

$$\overset{\circ}{Z}_r = \frac{(R_1 + j X_{L1}) \cdot (-j X_{C2})}{R_1 + j X_{L1} - j X_{C2}} = 100 \, \Omega.$$

Príklad 2.4:

V obvode (Obr. 2.4)

- určte okamžitú hodnotu prúdov,
- určte okamžitú hodnotu napätia $u(t)$,
- určte údaj ampèrmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nulový,
- určte údaj voltmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nekonečne veľký,
- určte činný, jalový a zdanlivý výkon dodávaný zdrojom do obvodu,
- určte činný, jalový a zdanlivý výkon dodávaný do vetvy s rezistorom R_3 a kondenzátorom C_3 ,
- nakreslite vektorový diagram napätí a prúdov, ak parametre prvkov sú:



Obr. 2.4

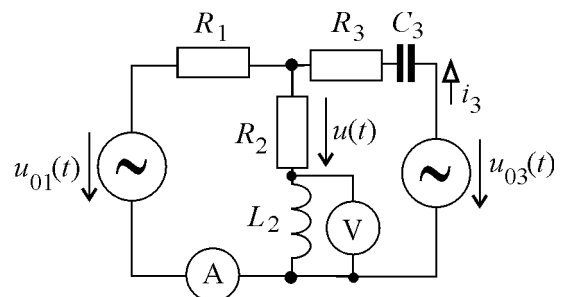
$$R_1 = 50 \, \Omega, L_1 = 80 \, \text{mH}, R_2 = 20 \, \Omega, R_3 = 40 \, \Omega, C_3 = 20 \, \mu\text{F}, u_0(t) = 100 \sin(1000t - 60^\circ) \, \text{V}.$$

- Riešenie:**
- $i_1(t) = 0,988 \sin(1000t - 109,27^\circ) \, \text{A}$,
 $i_2(t) = 0,81 \sin(1000t - 120,8^\circ) \, \text{A}$,
 $i_3(t) = 0,253 \sin(1000t - 69,46^\circ) \, \text{A}$
 - $u(t) = 79,015 \sin(1000t - 19,27^\circ) \, \text{V}$
 - $I_A = 0,698 \, \text{A}$
 - $U_V = 11,452 \, \text{V}$
 - $P = 32,233 \, \text{W}, Q = 37,435 \, \text{var}, S = 49,4 \, \text{VA}$
 - $P_3 = 1,28 \, \text{W}, Q_3 = -1,6 \, \text{var}, S_3 = 2,049 \, \text{VA}$

Príklad 2.5:

V obvode (Obr. 2.5)

- určte okamžitú hodnotu prúdu $i_3(t)$,
- určte okamžitú hodnotu napätia $u(t)$,
- určte údaj ampèrmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nulový,
- určte údaj voltmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nekonečne veľký,



Obr. 2.5

e) určte činný, jalový a zdanlivý výkon dodávaný zdrojom $u_{01}(t)$ do obvodu,

f) určte činný, jalový a zdanlivý výkon dodávaný do vetvy s rezistorom R_2 a cievkou L_2 ,

ak parametre prvkov sú:

$$R_1 = 100 \Omega, R_2 = 200 \Omega, L_2 = 20 \text{ mH}, R_3 = 100 \Omega, C_3 = 100 \mu\text{F},$$

$$u_{01}(t) = 200 \sin(1000t + 30^\circ) \text{ V}, u_{02}(t) = 200\sqrt{2} \sin(1000t - 45^\circ) \text{ V}.$$

Riešenie: a) $i_3(t) = 1,701 \sin(1000t + 110,39^\circ) \text{ A}$

b) $u(t) = 159,634 \sin(1000t - 18,16^\circ) \text{ V}$

c) $I_A = 0,959 \text{ A}$

d) $U_V = 11,285 \text{ V}$

e) $P = 81,831 \text{ W}, Q = -108,289 \text{ var}, S = 135,61 \text{ VA}$

f) $P_2 = 63,708 \text{ W}, Q_2 = 6,371 \text{ var}, S_2 = 64,026 \text{ VA}$

Príklad 2.6:

V obvode (**Obr. 2.6**) nastala rezonancia. Určte:

a) rezonančnú hodnotu indukčnosti cievky,

b) komplexnú impedanciu obvodu,

ak:

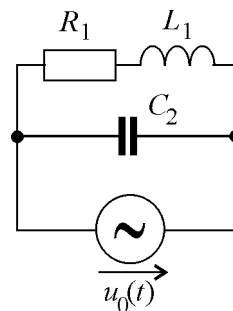
$$R_1 = 50 \Omega, C_2 = 100 \mu\text{F},$$

$$u_0(t) = 130\sqrt{2} \sin(100t + 30^\circ) \text{ V}.$$

Nakreslite vektorový diagram napätí a prúdov.

Riešenie: a) $L_{1r} = 500 \text{ mH}$

b) $Z_r = 100 \Omega$



Obr. 2.6

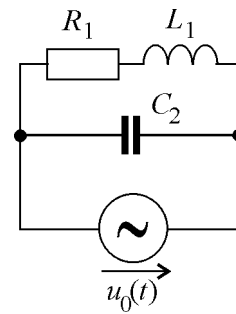
Príklad 2.7:

V obvode (**Obr. 2.7**) nastala rezonancia. Určte:

- rezonančnú hodnotu frekvencie,
 - komplexnú impedanciu obvodu,
- ak:

$$R_1 = 30 \, \Omega, \quad L_1 = 60 \, \text{mH}, \quad C_2 = 25 \, \mu\text{F},$$

$$u_0(t) = 70 \sin(\omega_r t + 70^\circ) \, \text{V}.$$



Obr. 2.7

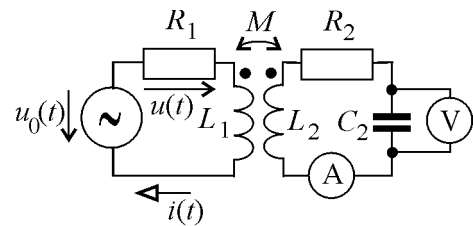
Riešenie: a) $f_r = 102,734 \, \text{Hz}$

b) $\overset{\circ}{Z}_r = 80 \, \Omega$

Príklad 2.8:

V obvode (**Obr. 2.8**) určte:

- okamžitú hodnotu prúdu $i(t)$,
- okamžitú hodnotu napätia $u(t)$,
- údaj ampèrmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nulový,
- údaj voltmetra za predpokladu, že jeho vnútorný odpor je nekonečne veľký,
- jalový výkon dodávaný zdrojom do obvodu,
- činný výkon dodávaný do rezistora R_2 ,



Obr. 2.8

ak parametre prvkov sú:

$$R_1 = 40 \, \Omega, \quad L_1 = 80 \, \text{mH}, \quad R_2 = 50 \, \Omega, \quad L_2 = 40 \, \text{mH}, \quad M = 5 \, \text{mH}, \quad C_2 = 10 \, \mu\text{F},$$

$$u_0(t) = 200 \sin(500t - 30^\circ) \, \text{V}.$$

Riešenie: a) $i(t) = 3,534 \sin(500t - 75,02^\circ) \, \text{A}$

b) $u(t) = 141,348 \sin(500t - 75,02^\circ) \, \text{V}$

c) $I_A = 0,033 \, \text{A}$

d) $U_V = 6,688 \, \text{V}$

e) $Q = 249,979 \, \text{var}$

f) $P_2 = 0,056 \, \text{W}$