



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DIGITÁLNÍ UČEBNÍ MATERIÁL

škola	Střední škola F. D. Roosevelta pro tělesně postižené, Brno, Křižíkova 11
číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.1037
číslo učebního materiálu	VY_32_INOVACE_ZIL_VEL_123_12
předmět, tematický celek	Základy elektrotechniky a elektroniky
ročník	První, druhý, třetí
datum vytvoření	2013
anotace	Materiál obsahuje řešené příklady na téma obvody střídavého napětí, paralelní obvod R, L, C.
metodická poznámka	Určeno pro práci s dataprojektorem a bílou keramickou tabulí. Příklady lze řešit na tabuli, nebo je mohou žáci řešit samostatně a nakonec pro kontrolu výsledků odhalit správné řešení.
autor	Ing. Olga Žilková
licence (není-li vyplněno, je materiál ze zdrojů autora)	T. Hajach, M. Tuma, E. Šteliarová: Základy elektrotechniky 1. Bratislava 1984

Obvody střídavého napětí

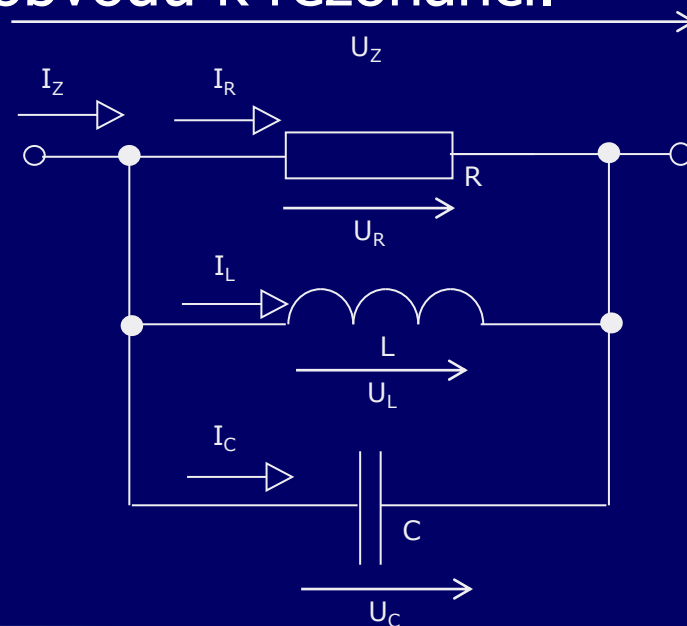


R, L, C obvody
paralelní

Paralelním obvodem rezistor, kondenzátor, cívka protéká celkový proud I_Z o velikosti 0,5A s frekvencí 200Hz. Určete velikost napětí U_Z napájecího zdroje a jeho fázový posuv oproti proudu I_Z , admitanci a impedanci obvodu, proudy protékající všemi součástkami a úbytky napětí na nich. Určete také frekvenci při níž by došlo v obvodu k rezonanci.

■ Dáno:

- $R = 34,25\Omega$
- $L = 9,875 \text{ mH}$
- $C = 31,83 \mu\text{F}$
- $I_Z = 0,5 \text{ A}$
- $f = 200 \text{ Hz}$

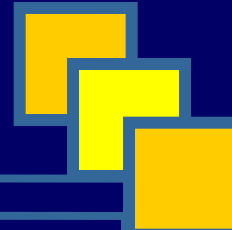




4



R, L, C



■ Řešení:

■ Vodivost rezistoru

$$G = \frac{1}{R}$$

$$G = \frac{1}{34,25}$$

$$G = 0,0292 \text{ S} \doteq 29,2 \text{ mS}$$

Vodivost rezistoru je 29,2mS.

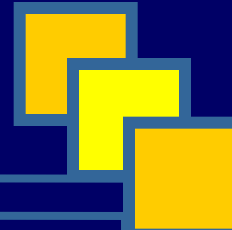




5



R, L, C



■ Řešení – kapacitní susceptance: ■

- Kapacitní zdánlivá vodivost

$$B_C = \frac{1}{X_C} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C$$

$$B_C = 2 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot 31,83 \cdot 10^{-6}$$

$$B_C = 0,04 \text{ S} \doteq 40 \text{ mS}$$

■ Dáno:

- $C = 31,83 \mu\text{F}$
- $f = 200 \text{ Hz}$

Kapacitní zdánlivá vodivost kondenzátoru při frekvenci 200 Hz je 0,04 S.

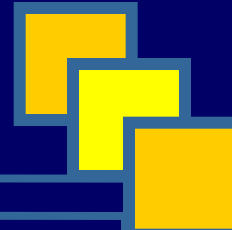




6



R, L, C



■ Řešení – indukční susceptance:

■ Indukční zdánlivá vodivost

■ Dáno:

■ $L = 9,875 \cdot 10^{-3} \text{ H}$

■ $f = 200 \text{ Hz}$

$$B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L}$$

$$B_L = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot 9,875 \cdot 10^{-3}}$$

$$B_L = 0,0806 \text{ S} \doteq 80,6 \text{ mS}$$

Zdánlivá vodivost cívky při frekvenci 200 Hz je 0,0806S.





7



R, L, C

■ Řešení:

- Celková zdánlivá vodivost obvodu
- ADMITANCE

■ Dáno:

- $B_L = 0,0806 \text{ S}$
- $B_C = 0,04 \text{ S}$
- $G = 0,0292 \text{ S}$

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2}$$

$$Y = \sqrt{0,0292^2 + (0,0806 - 0,04)^2}$$

$$Y = 0,05 \text{ S} \doteq 50 \text{ mS}$$

Admittance obvodu při frekvenci 200 Hz je 0,05 S.

Řešení:

- Celkový proud obvodem

$$I_Z = \frac{U_Z}{Z} = U_Z \cdot Y$$

- Celkové napětí zdroje

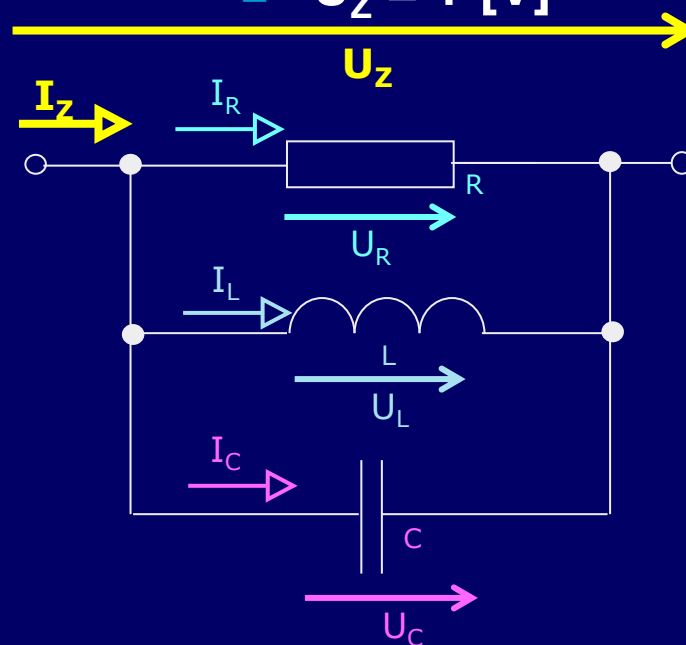
$$U_Z = \frac{I_Z}{Y} = \frac{0,5}{0,05} = 10V$$

Napětí zdroje při frekvenci 200 Hz je 10V.

Napětí zdroje U_Z má stejnou hodnotu jako napětí na cívce U_L , na kondenzátoru U_C i rezistoru U_R , vzhledem k tomu, že obvod je paralelní.

- Dáno:

- $Y = 0,05 \text{ S}$
- $I_Z = 0,5 \text{ A}$
- $U_Z = ? \text{ [V]}$

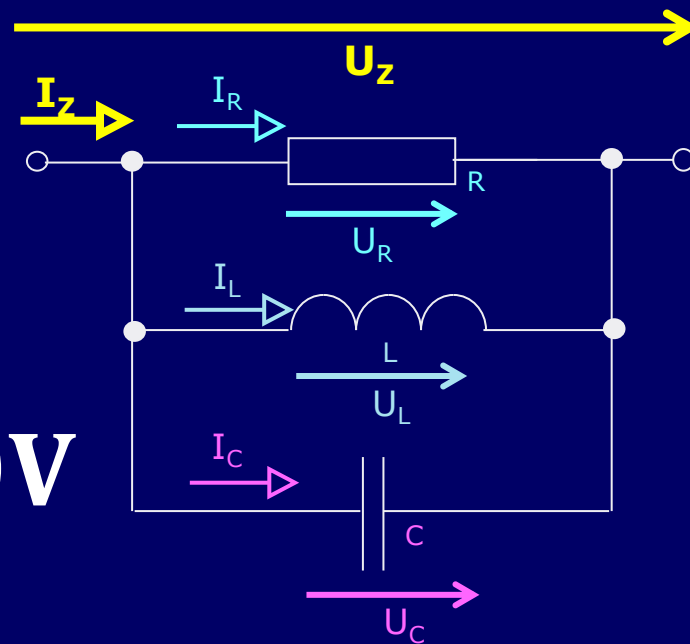


Řešení:

- Napětí zdroje nám vyšlo 10V

$$U_Z = \frac{I_Z}{Y} = \frac{0,5}{0,05} = 10V$$

$$U_Z = U_R = U_L = U_C = 10V$$



Napětí zdroje U_Z má stejnou hodnotu jako napětí na cívce U_L , na kondenzátoru U_C i rezistoru U_R , vzhledem k tomu, že obvod je paralelní.



10



R, L, C

Řešení:

Dílčí proudy součástkami obvodu

Dáno:

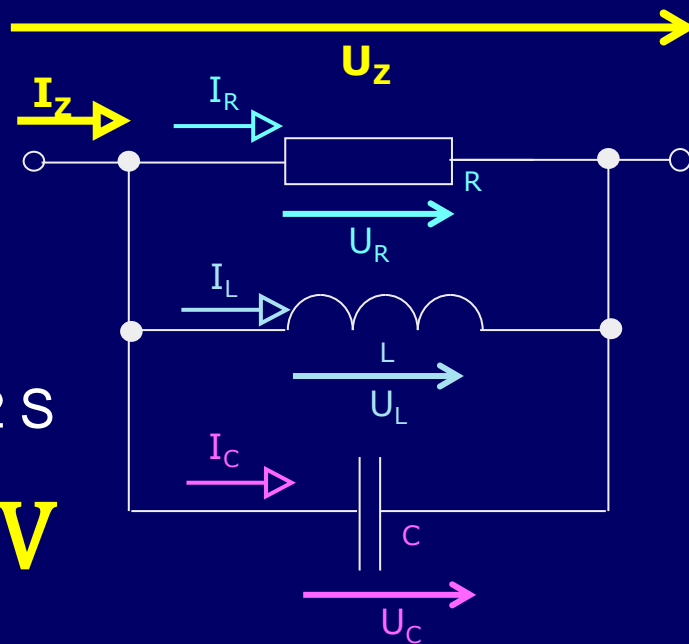
- $B_L = 0,0806 \text{ S}$, $B_C = 0,04 \text{ S}$, $G = 0,0292 \text{ S}$

$$U_Z = U_R = U_L = U_C = 10V$$

$$I_R = G \cdot U_R = 0,0292 \cdot 10 = 0,292A$$

$$I_L = B_L \cdot U_L = 0,0806 \cdot 10 = 0,806A$$

$$I_C = B_C \cdot U_C = 0,04 \cdot 10 = 0,4A$$





11



R, L, C

■ Řešení:

- Fázový posuv mezi proudem a napětím zdroje

$$\cos \varphi = \frac{G}{Y}$$

$$\cos \varphi = \frac{0,0292}{0,05}$$

$$\cos \varphi = 0,58$$

■ Dáno:

- $Y = 0,05 \text{ S}$
- $G = 0,0292 \text{ S}$
- $\varphi = ? [^\circ]$

$$\varphi = \cos^{-1}(0,58)$$

$$\varphi = 54,27^\circ$$

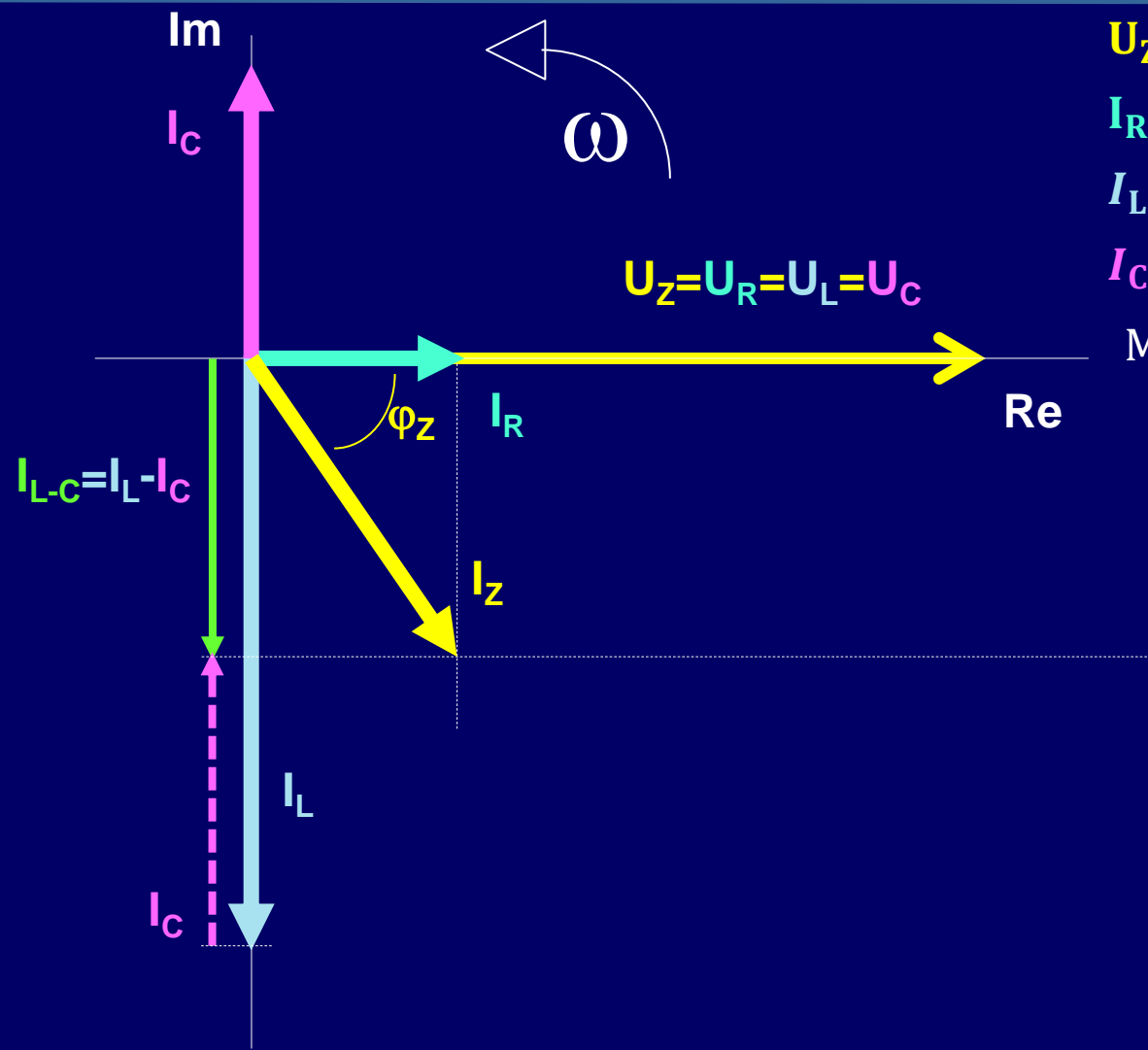


12

12



Vektorový diagram



$U_Z = U_R = U_L = U_C = 10V$

$I_R = 0,29A$

$I_L = 0,81A$

$I_C = 0,4A$

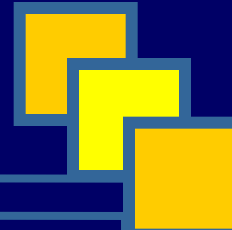
Měřítko napětí 1:1
proudu 1:1



13



R, L, C



■ Řešení:

- Rezonanční frekvence
- Thompsonův vztah

$$f_{\text{REZ}} = f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

$$f_{\text{REZ}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{9,875 \cdot 10^{-3} \cdot 31,83 \cdot 10^{-6}}}$$

$$f_{\text{REZ}} = 283,8 \text{ Hz}$$

Rezonanční frekvence R||L || C obvodu je 283,8 Hz.

■ Dáno:

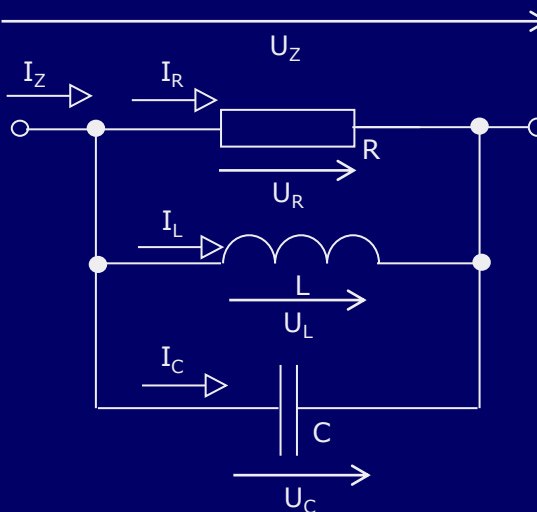
- $L = 9,875 \text{ mH}$
- $C = 31,83 \mu\text{F}$
- $f_{\text{REZ}} = ? [\text{Hz}]$



Paralelní obvod rezistor s odporem 25Ω , kondenzátor s kapacitancí $16,86 \Omega$ a cívka s induktancí $34,08 \Omega$ je napájen napětím $80V$ s frekvencí $500Hz$. Určete proudy celým obvodem a proudy protékající všemi součástkami. Nakreslete vektorový diagram. Určete hodnoty charakteristických vlastností součástek. Určete celkovou impedanci obvodu. Určete také frekvenci při níž by došlo v obvodu k rezonanci.

■ **Dáno:**

- $R = 25 \Omega$
- $X_L = 34,08 \Omega$
- $X_C = 16,86 \Omega$
- $U_Z = 80 V$
- $f = 500 Hz$



Řešení - dílčí proudy součástkami obvodu

Dáno:

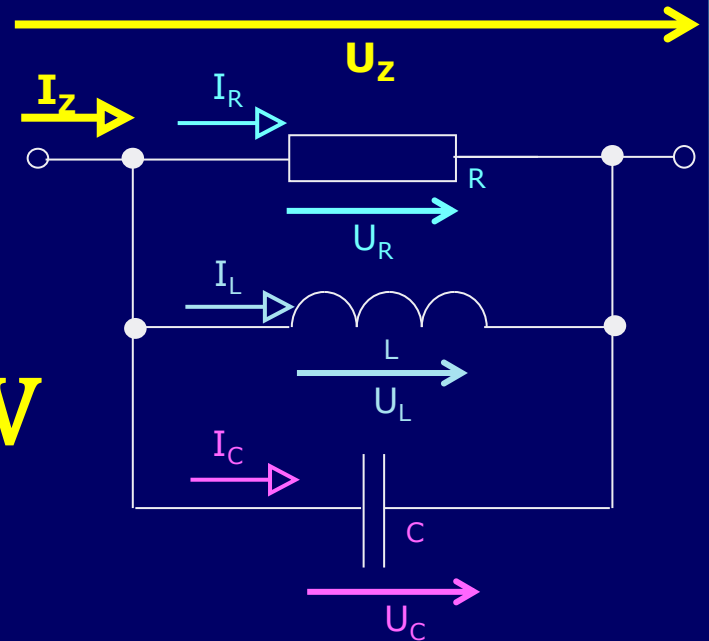
- $R = 25 \Omega$, $X_L = 34,08 \Omega$, $X_C = 16,86 \Omega$
- $U_Z = 80 \text{ V}$, $f = 500 \text{ Hz}$

$$U_Z = U_R = U_L = U_C = 80 \text{ V}$$

$$I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{80}{25} = 3,2 \text{ A}$$

Napětí zdroje U_Z má stejnou hodnotu jako napětí na cívce U_L , na kondenzátoru U_C i rezistoru U_R , vzhledem k tomu, že obvod je

paralelní



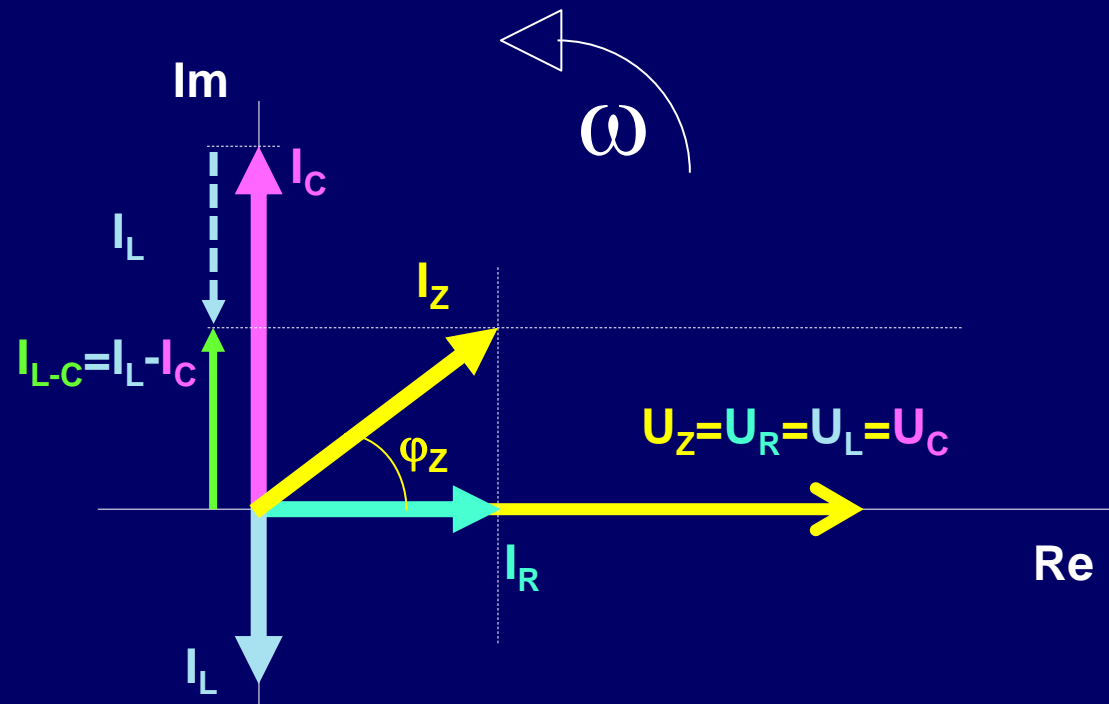


16

16



Vektorový diagram



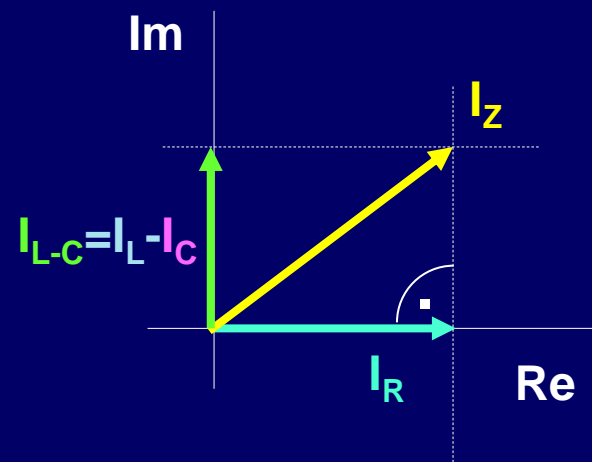
$U_Z = U_R = U_L = U_C = 80V$

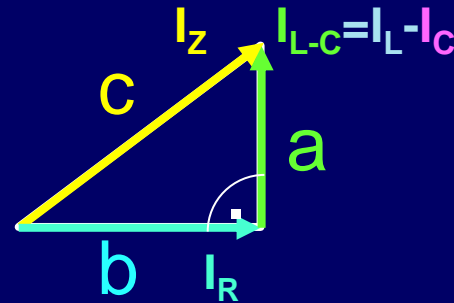
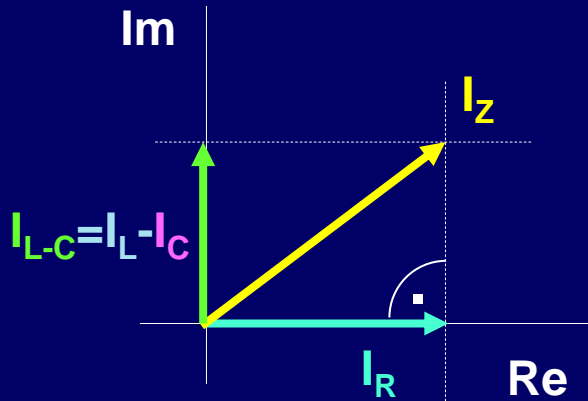
$I_R = 3,2A$

$I_L = 2,35A$

$I_C = 4,75A$

Měřítko napětí 1:1
proudu 1:1





$$I_R = 3,2A$$

$$I_L = 2,35A$$

$$I_C = 4,75A$$

Měřítko proudu 1: 1

Pravoúhlý trojúhelník – Pythagorova věta

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$I_Z^2 = I_{L-C}^2 + I_R^2$$

$$I_Z = \sqrt{I_{L-C}^2 + I_R^2} = \sqrt{(I_L - I_C)^2 + I_R^2}$$

$$I_Z = \sqrt{(2,35 - 4,75)^2 + 3,2^2} = 4 A$$



18



R, L, C

■ Řešení – impedance obvodu

■ Ohmův zákon

$$Z = \frac{U_Z}{I_Z}$$

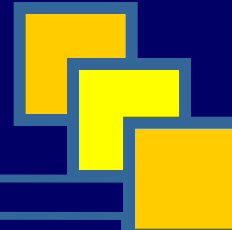
$$Z = \frac{80}{4}$$

$$Z = 20 \Omega$$

Impedance obvodu je 20Ω a obvodem teče celkový proud 4 A .



19

**R, L, C**

■ Řešení – indukčnost cívky

■ Indukční reaktance - induktance

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

$$L = \frac{34,08}{2 \cdot 3,14 \cdot 500}$$

$$L = 0,01085\text{H} = 10,85\text{mH}$$

Indukčnost cívky je 10,85 mH.

■ Dáno:

- $R = 25 \Omega$
- $X_L = 34,08 \Omega$
- $X_C = 16,86 \Omega$
- $U_Z = 80 \text{ V}$
- $f = 500 \text{ Hz}$

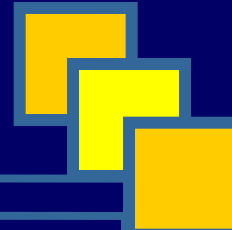




20



R, L, C



- **Řešení – kapacita kondenzátoru**
 - **Kapacitní reaktance - kapacitance**

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C}$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 16,86}$$

$$C = 1,89 \cdot 10^{-5} \text{ F} = 18,9 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 18,9 \mu\text{F}$$

Kapacita kondenzátoru je 18,9 μF .

- **Dáno:**
 - $R = 25 \Omega$
 - $X_L = 34,08 \Omega$
 - $X_C = 16,86 \Omega$
 - $U_Z = 80 \text{ V}$
 - $f = 500 \text{ Hz}$





■ Řešení:

- Rezonanční frekvence
- Thompsonův vztah

$$f_{\text{REZ}} = f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

$$f_{\text{REZ}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{10,85 \cdot 10^{-3} \cdot 18,9 \cdot 10^{-6}}}$$

$$f_{\text{REZ}} = 351,64 \text{ Hz}$$

Rezonanční frekvence R||L || C obvodu je 351,64 Hz.

■ Dáno:

- $L = 10,85 \text{ mH}$
- $C = 18,9 \mu\text{F}$
- $f_{\text{REZ}} = ? [\text{Hz}]$