



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# DIGITÁLNÍ UČEBNÍ MATERIÁL

<b>škola</b>	Střední škola F. D. Roosevelta pro tělesně postižené, Brno, Křižíkova 11
<b>číslo projektu</b>	CZ.1.07/1.5.00/34.1037
<b>číslo učebního materiálu</b>	VY_32_INOVACE_ZIL_VEL_123_11
<b>předmět, tematický celek</b>	Základy elektrotechniky a elektroniky
<b>ročník</b>	První, druhý, třetí
<b>datum vytvoření</b>	2013
<b>anotace</b>	Materiál obsahuje řešené příklady na téma obvody střídavého napětí, sériový obvod R, L, C.
<b>metodická poznámka</b>	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.
<b>autor</b>	Ing. Olga Žilková
<b>licence (není-li vyplněno, je materiál ze zdrojů autora)</b>	T. Hajach, M. Tuma, E. Šteliarová: Základy elektrotechniky 1. Bratislava 1984

# Obvody střídavého napětí



R, L, C obvody  
sériové



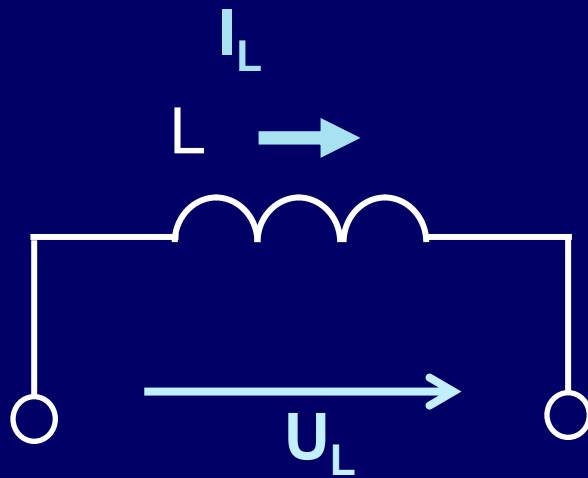
3



R, L, C

Jaký **proud** bude protékat **cívkou** s indukčností  $L = 0,1 \text{ H}$  když napájecí napětí je  $100 \text{ V}$  a frekvence je:

- a)  $50 \text{ Hz}$ ,
- b)  $200 \text{ Hz}$ .



■ **Dáno:**

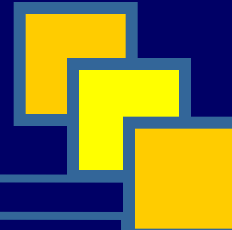
- $L = 0,1 \text{ H}$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $f_2 = 200 \text{ Hz}$
- $U = 100 \text{ V}$
- $I = ? \text{ [A]}$



4



R, L, C



## ■ a) Řešení:

### ■ Indukční reaktance - induktance

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

$$X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,1$$

$$X_L = 31,4 \Omega$$

### ■ Dáno:

- $L = 0,1 \text{ H}$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $U = 100 \text{ V}$
- $I = ? \text{ [A]}$

Induktance cívky při frekvenci 50 Hz je 31,4  $\Omega$ .





5



R, L, C



## ■ a) Řešení:

### ■ Proud cívkou

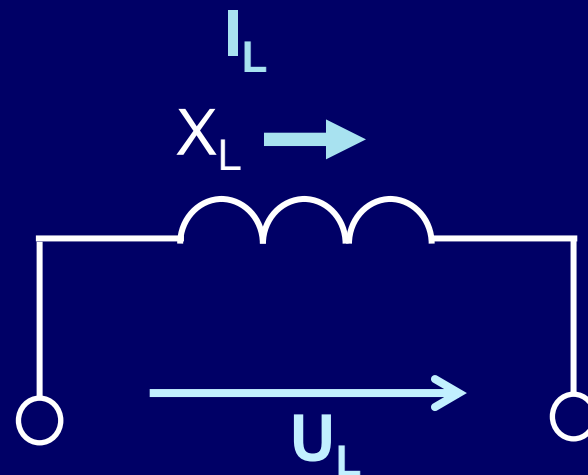
$$X_L = 31,4 \Omega$$

$$I = \frac{U}{X_L}$$

$$I = \frac{100}{31,4} = 3,18 \text{ A}$$

### ■ Dáno:

- $L = 0,1 \text{ H}$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $U = 100 \text{ V}$
- $I = ? \text{ [A]}$



Proud obvodem při frekvenci 50 Hz je 3,18 A.

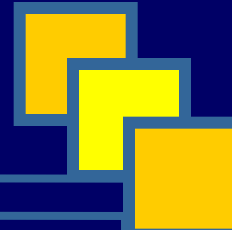




6



R, L, C



## ■ b) Řešení:

### ■ Indukční reaktance - induktance

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

$$X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot 0,1$$

$$X_L = 125,6 \Omega$$

Induktance cívky při frekvenci 200 Hz je 125,6Ω.

### ■ Dáno:

- $L = 0,1 \text{ H}$
- $f_2 = 200 \text{ Hz}$
- $\underline{U = 100 \text{ V}}$
- $I = ? \text{ [A]}$





7



R, L, C

## ■ b) Řešení:

### ■ Proud cívkou

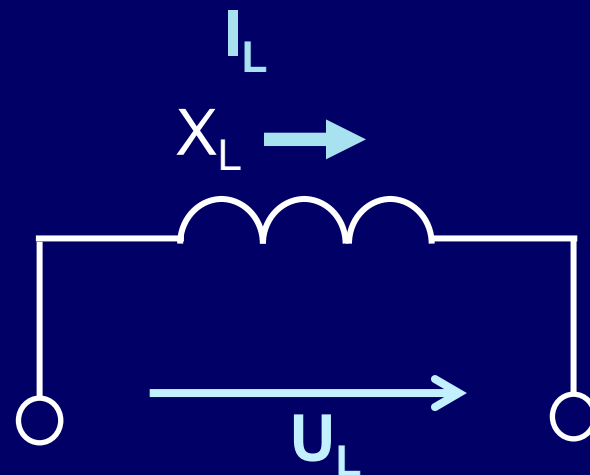
$$X_L = 125,6 \Omega$$

$$I = \frac{U}{X_L}$$

$$I = \frac{100}{125,6} = 0,79 \text{ A}$$

### ■ Dáno:

- $L = 0,1 \text{ H}$
- $f_2 = 200 \text{ Hz}$
- $U = 100 \text{ V}$
- $I = ? \text{ [A]}$



Proud obvodem při frekvenci 200 Hz je 0,79 A.



8



R, L, C

Jaký proud bude téct kondenzátorem s hodnotou  $100\mu\text{F}$ , když je napájen zdrojem s  $63,7\text{ V}$  a frekvencí  $50\text{ Hz}$ .

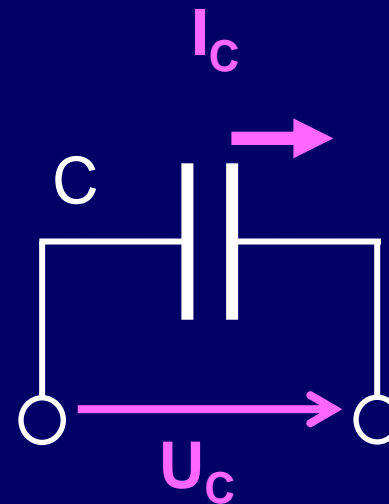
■ **Dáno:**

■  $C = 100\ \mu\text{F} = 100 \cdot 10^{-6}\ \text{F}$

■  $U = 63,7\ \text{V}$

■  $f = 50\ \text{Hz}$

■  $I = ?\ [\text{A}]$



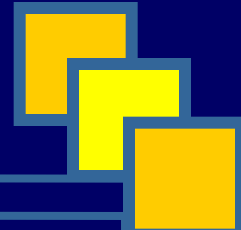




9



R, L, C



## ■ Řešení:

### ■ Kapacitní reaktance - kapacitance

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

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}$$

$$X_C = 31,85 \Omega$$

Kapacitance kondenzátoru při frekvenci 50Hz je 31,85Ω.

## ■ Dáno:

- $C = 100 \cdot 10^{-6} \text{ F}$
- $f = 50 \text{ Hz}$
- $U = 63,7 \text{ V}$
- $I = ? \text{ [A]}$





10



R, L, C

## ■ Řešení:

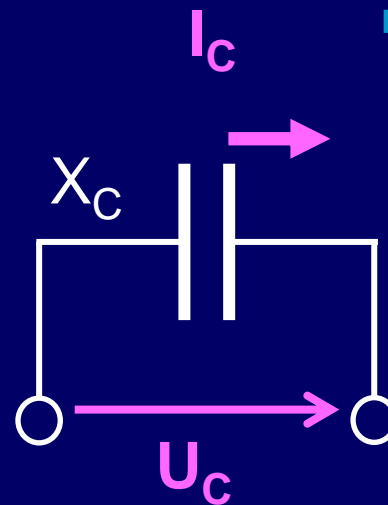
### ■ Proud kondenzátorem

$$I = \frac{U}{X_C}$$

$$I = \frac{63,7}{31,85} = 2A$$

### ■ Dáno:

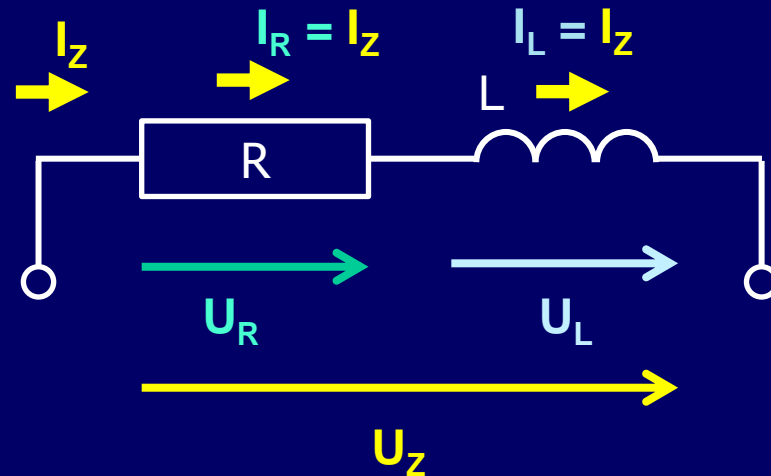
- $C = 100 \cdot 10^{-6} \text{ F}$
- $f = 50 \text{ Hz}$
- $\underline{U = 63,7 \text{ V}}$
- $I = ? \text{ [A]}$



Proud obvodem při frekvenci 50 Hz je 2 A.

Ve střídavém obvodu je do série zapojen rezistor a cívka a střídavý zdroj napětí. Jaký proud poteče **obvodem** když je dáno:

- $f = 1 \text{ kHz} = 1000 \text{ Hz}$
- $L = 0,1 \text{ H}$
- $R = 200 \text{ } \Omega$
- $\underline{U} = 100 \text{ V}$
- $I_Z = ? \text{ A}$

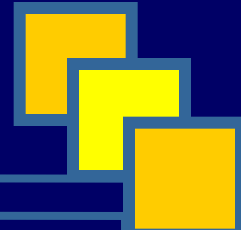




12



R, L, C



## ■ Řešení:

### ■ Indukční reaktance - induktance

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

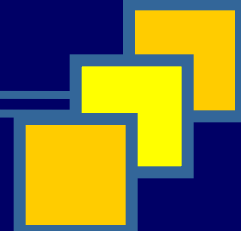
$$X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 0,1$$

$$X_L = 628 \Omega$$

Induktance cívky při frekvenci 1000 Hz je 628Ω.

## ■ Dáno:

- $f = 1 \text{ kHz} = 1000 \text{ Hz}$
- $L = 0,1 \text{ H}$
- $R = 200 \Omega$
- $\underline{U = 100 \text{ V}}$
- $I_z = ? \text{ A}$



**Řešení:**

- Celkový zdánlivý odpor obvodu
- IMPEDANCE

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L)^2}$$

$$Z = \sqrt{200^2 + 628^2}$$

$$Z = 659 \Omega$$

Impedance obvodu při frekvenci 1000 Hz je 659Ω.

**Dáno:**

- $f = 1 \text{ kHz} = 1000 \text{ Hz}$
- $L = 0,1 \text{ H}$
- $R = 200 \Omega$
- $\underline{U = 100 \text{ V}}$
- $I_z = ? \text{ A}$

## Řešení:

### Proud obvodem

$$I = \frac{U}{Z}$$

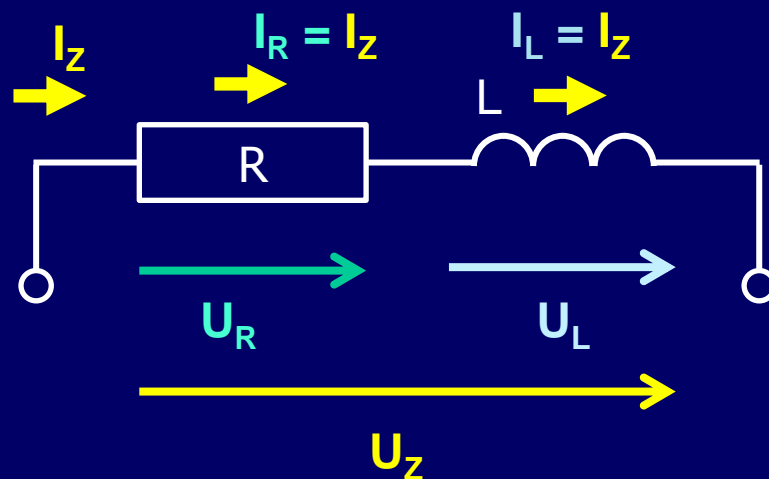
$$I = \frac{100}{659} = 0,15A$$

Proud celým obvodem při frekvenci 1000 Hz je 0,15A.

Proud celým obvodem  $I_Z$  je stejný jako proud cívky  $I_L$  i rezistorem  $I_R$ , vzhledem k tomu, že obvod je sériový.

### Dáno:

- $Z = 659\Omega$
- $\underline{U} = 100\text{ V}$
- $I_Z = ?\text{ [A]}$

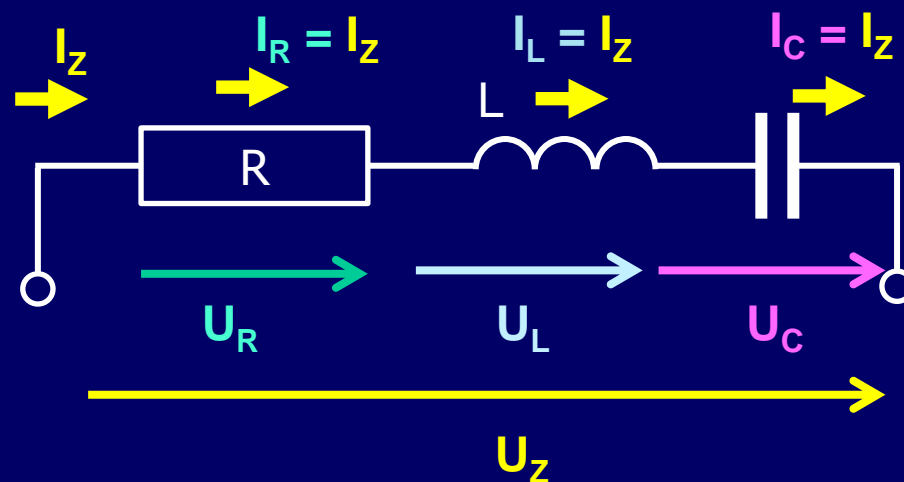


Ve střídavém obvodu jsou sériově zapojeny rezistor, kondenzátor, cívka a zdroj napětí o frekvenci 10 kHz. Jaký proud poteče obvodem a jaký úhel svírá proud s napětím? Známé veličiny jsou:  $L = 200 \text{ mH}$ ;  $R = 484 \Omega$ ;  $C = 630 \text{ pF}$ ;  $U = 127,25 \text{ V}$

Ohmické mezivýsledky zaokrouhlete na celá čísla.

#### ■ Dáno:

- $R = 484 \Omega$
- $L = 200 \text{ mH} = 0,2 \text{ H}$
- $C = 630 \text{ pF} = 630 \cdot 10^{-12} \text{ F}$
- $U = 127,25 \text{ V}$
- $f = 10 \text{ kHz} = 10\,000 \text{ Hz}$
- $\varphi = ? [^\circ]$
- $I = ? [\text{A}]$

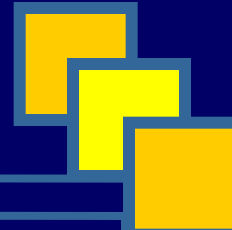




16



R, L, C



## ■ Řešení:

### ■ Indukční reaktance - induktance

#### ■ Dáno:

- $L = 0,2 \text{ H}$

- $f = 10\,000 \text{ Hz}$

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

$$X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 10\,000 \cdot 0,2$$

$$X_L = 12\,560 \, \Omega$$

Induktance cívky při frekvenci 10 000 Hz je 12 560  $\Omega$ .



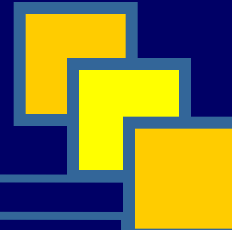




17



R, L, C



## ■ Řešení:

### ■ Kapacitní reaktance - kapacitance

#### ■ Dáno:

■  $C = 630 \cdot 10^{-12} \text{ F}$

■  $f = 10\,000 \text{ Hz}$

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

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10\,000 \cdot 630 \cdot 10^{-12}}$$

$$X_C = 25\,276 \, \Omega$$

Kapacitance kondenzátoru při frekvenci 10 000 Hz je 25 276 Ω.





18



R, L, C

## ■ Řešení:

- Celkový zdánlivý odpor obvodu
- IMPEDANCE

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{484^2 + (12\,560 - 25\,276)^2}$$

$$Z = 12\,725 \Omega$$

Impedance obvodu při frekvenci 10 000 Hz je 12 725Ω.

## Řešení:

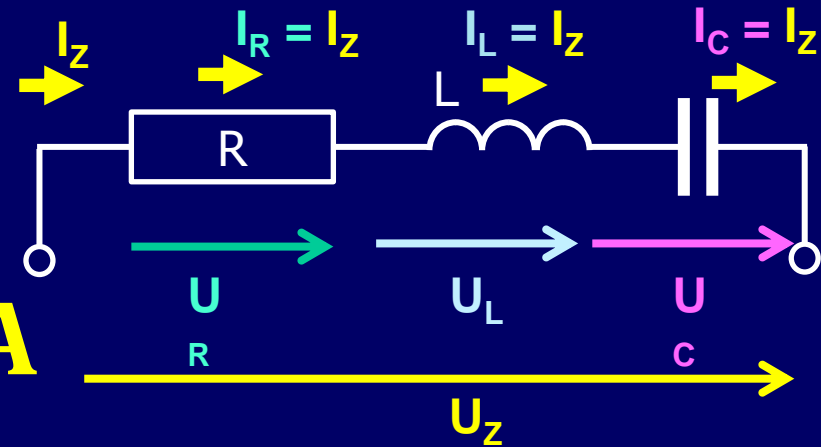
### Proud obvodem

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

$$I_Z = \frac{127,25}{12\,725} = 0,01\text{A}$$

### Dáno:

- $Z = 12\,725\ \Omega$
- $U = 127,25\ \text{V}$
- $I_Z = ?\ [\text{A}]$



Proud celým obvodem při frekvenci 10 000 Hz je 10mA.

Proud celým obvodem  $I_Z$  je stejný jako proud cívkou  $I_L$ , kondenzátorem  $I_C$  i rezistorem  $I_R$ , vzhledem k tomu, že obvod je sériový.



20



R, L, C

## ■ Řešení:

- Fázový posuv mezi proudem a napětím zdroje

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\cos \varphi = \frac{484}{12\,725}$$

$$\cos \varphi = 0,038$$

$$\varphi = \cos^{-1}(0,038)$$

$$\varphi = 87,82^\circ$$

## ■ Dáno:

- $Z = 12\,725 \, \Omega$
- $R = 484 \, \Omega$
- $\varphi = ? [^\circ]$

Vycházejte ze zadání předchozího příkladu a řešení doplňte o dílčí napětí a proudy na všech součástkách obvodu a o vektorový diagram.

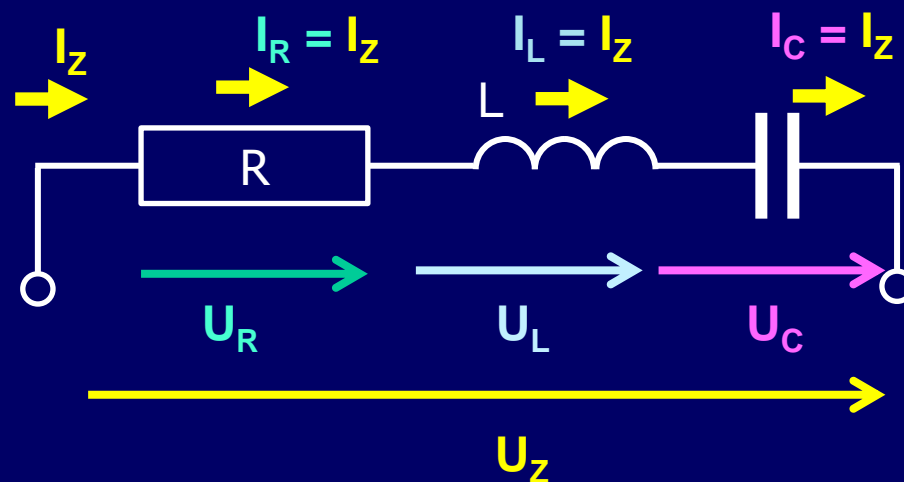
Ve střídavém obvodu jsou sériově zapojeny rezistor, kondenzátor, cívka a zdroj napětí o frekvenci 10 kHz.

Znamé veličiny jsou:  $L = 200 \text{ mH}$ ;  $R = 484\Omega$ ;  $C = 630 \text{ pF}$ ;

$U = 127,25\text{V}$

■ Dáno:

- $R = 484\Omega$
- $L = 200 \text{ mH} = 0,2\text{H}$
- $C = 630 \text{ pF} = 630 \cdot 10^{-12}\text{F}$
- $U = 127,25 \text{ V}$
- $f = 10 \text{ kHz} = 10\,000\text{Hz}$
- $U_R, U_L, U_C = ?[\text{V}]$
- $I_R, I_L, I_C = ?[\text{A}]$



## Řešení:

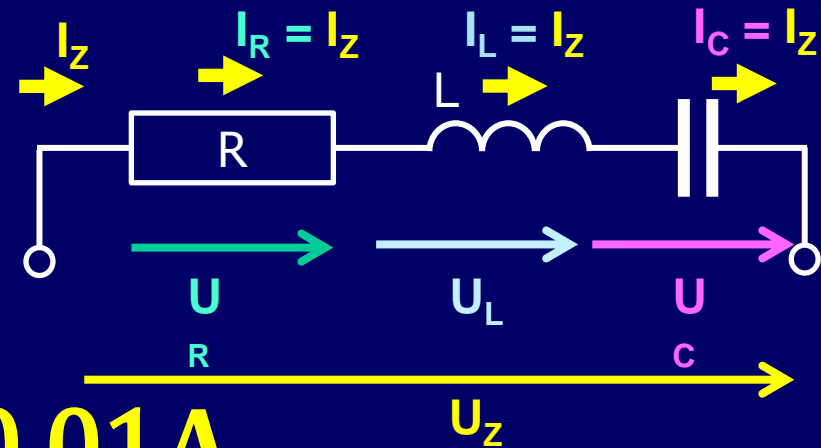
- Proud obvodem nám vyšel 10 mA

$$I_Z = \frac{U}{Z} = 0,01A$$

$$I_Z = I_R = I_L = I_C = 0,01A$$

## Dáno:

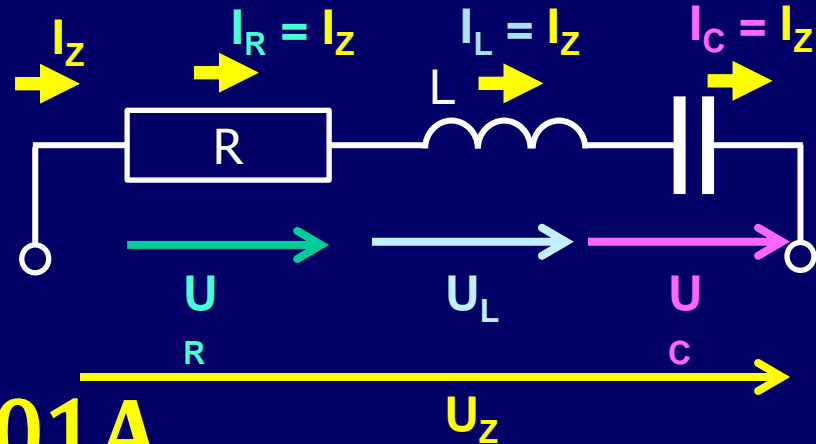
- $Z = 12\,725\ \Omega$
- $U = 127,25\ V$
- $I_Z = ?\ [A]$



Proud celým obvodem  $I_Z$  je stejný jako proud cívkou  $I_L$ , kondenzátorem  $I_C$  i rezistorem  $I_R$ , vzhledem k tomu, že obvod je sériový.

## Řešení:

- Dílčí napětí na součástkách obvodu



$$I_Z = I_R = I_L = I_C = 0,01A$$

$$U_R = R \cdot I_R = 484 \cdot 0,01 = 4,84V$$

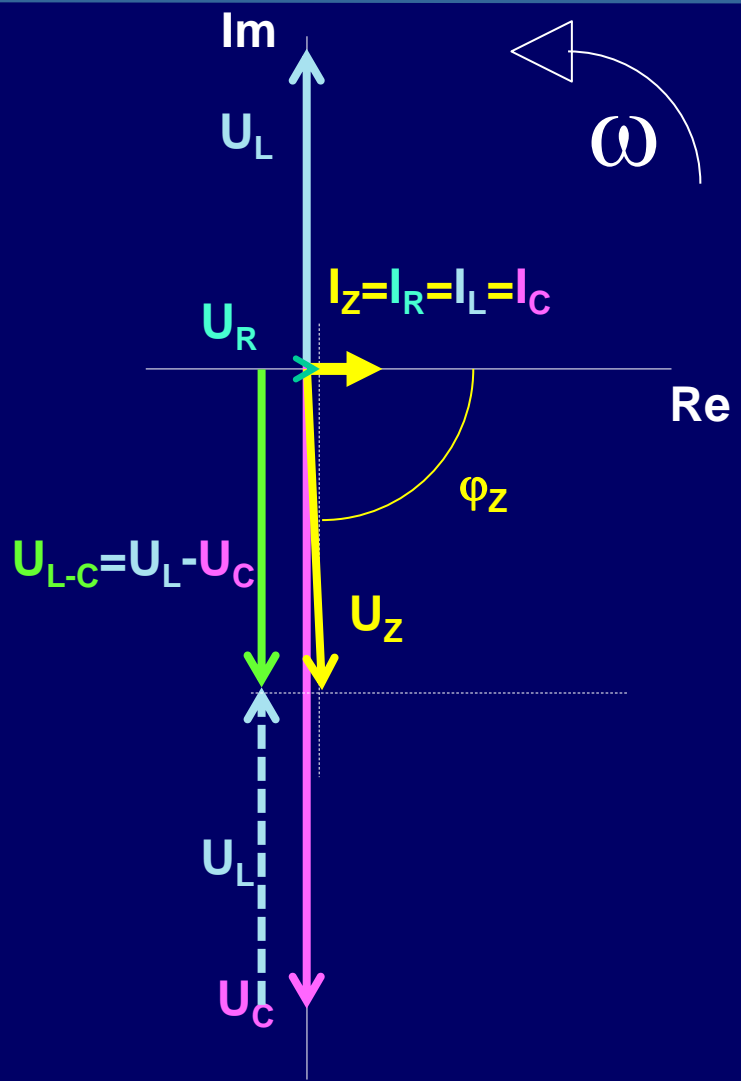
$$U_L = X_L \cdot I_L = 12\,560 \cdot 0,01A = 125,6V$$

$$U_C = X_C \cdot I_C = 25276 \cdot 0,01A = 252,76V$$



# Vektorový diagram

24



$I_Z = I_R = I_L = I_C = 10\text{mA}$

$U_R = 4,84\text{V}$

$U_L = 125,6\text{V}$

$U_C = 252,76\text{V}$

Měřítko napětí 1:3  
proudu 1:1





25



R, L, C

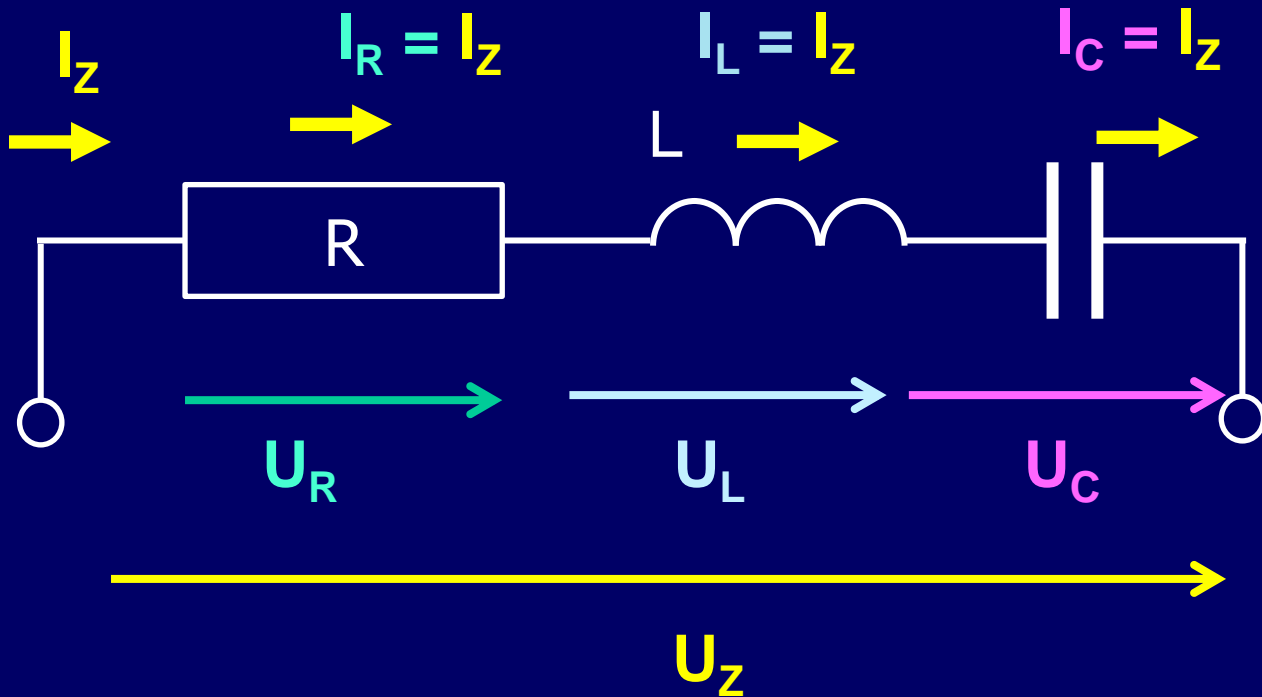
Ve střídavém obvodu jsou sériově zapojeny rezistor, kondenzátor, cívka a zdroj napětí o frekvenci 50 Hz. Jaké velikosti mají dílčí napětí a proudy na všech součástkách obvodu? Jaký celkový proud poteče obvodem a jaký úhel svírá proud s napětím? Jaká je rezonanční frekvence obvodu? Nakreslete vektorový diagram. Známé veličiny jsou:  $L = 1,4 \text{ H}$ ;  $R = 280 \Omega$ ;  $C = 4,8 \mu\text{F}$ ;  $U = 71,8\text{V}$ . Ohmické mezivýsledky zaokrouhlete na celá čísla.

**■ Dáno:**

- $R = 280 \Omega$
- $L = 1,4 \text{ H}$
- $C = 4,8 \mu\text{F}$
- $U = 71,8\text{V}$
- $f = 50 \text{ Hz}$

**■ Neznámé:**

- $\varphi = ? [^\circ]$
- $I_z = ? [\text{A}]$
- $I_R = ? [\text{A}]$
- $I_L = ? [\text{A}]$
- $I_C = ? [\text{A}]$
- $U_R = ? [\text{V}]$
- $U_L = ? [\text{V}]$
- $U_C = ? [\text{V}]$
- $f_{\text{REZ}} = ? [\text{Hz}]$

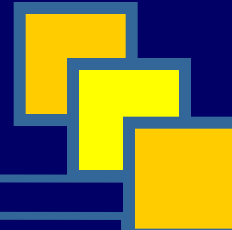




27



R, L, C



## ■ Řešení:

### ■ Indukční reaktance - induktance

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

$$X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 1,4$$

$$X_L = 439,6 \Omega \doteq 440 \Omega$$

### ■ Dáno:

- $L = 1,4 \text{ H}$
- $f = 50 \text{ Hz}$

Induktance cívky při frekvenci 50 Hz je 440  $\Omega$ .



## ■ Řešení:

### ■ Kapacitní reaktance - kapacitance

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

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 4,8 \cdot 10^{-6}}$$

$$X_C = 663,5 \Omega \doteq 664 \Omega$$

Kapacitance kondenzátoru při frekvenci 50 Hz je 664  $\Omega$ .

### ■ Dáno:

- $C = 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ F}$
- $f = 50 \text{ Hz}$

## Řešení:

- Celkový zdánlivý odpor obvodu
- IMPEDANCE

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{280^2 + (440 - 664)^2}$$

$$Z = 358,6 \Omega \doteq 359 \Omega$$

Impedance obvodu při frekvenci 50 Hz je 359Ω.

## ■ Dáno:

- $X_L = 440 \Omega$
- $X_C = 664 \Omega$
- $R = 280 \Omega$

30

R, L, C

## Řešení:

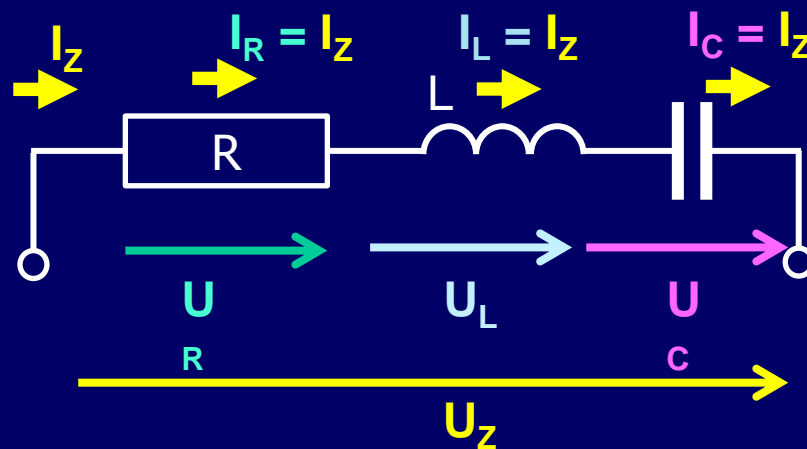
### Proud obvodem

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

$$I_Z = \frac{71,8}{359} = 0,2A$$

### Dáno:

- $Z = 359 \Omega$
- $\underline{U} = 71,8 V$
- $I_Z = ? [A]$



Proud celým obvodem při frekvenci 50 Hz je 200 mA.

Proud celým obvodem  $I_Z$  je stejný jako proud cívkou  $I_L$ , kondenzátorem  $I_C$  i rezistorem  $I_R$ , vzhledem k tomu, že obvod je sériový.

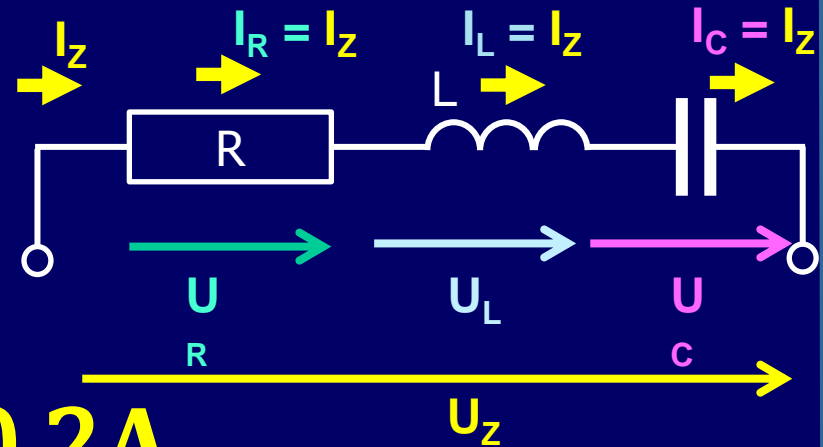
## Řešení:

- Proud obvodem nám vyšel 200 mA

### Dáno:

- $Z = 359 \Omega$
- $\underline{U} = 71,8 \text{ V}$
- $I_Z = ? \text{ [A]}$

$$I_Z = \frac{U}{Z} = 0,2 \text{ A}$$

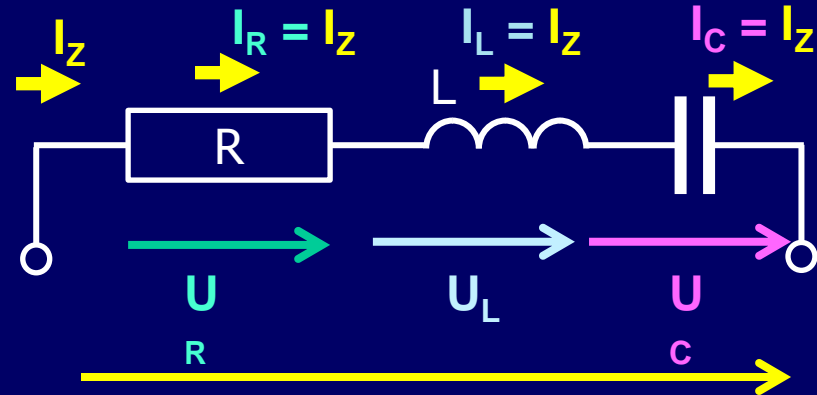


$$I_Z = I_R = I_L = I_C = 0,2 \text{ A}$$

Proud celým obvodem  $I_Z$  je stejný jako proud cívkou  $I_L$ , kondenzátorem  $I_C$  i rezistorem  $I_R$ , vzhledem k tomu, že obvod je sériový.

## Řešení:

- Dílčí napětí na součástkách obvodu



$$I_Z = I_R = I_L = I_C = 0,2A$$

■ Dáno:

- $X_L = 440 \Omega$
- $X_C = 664 \Omega$
- $R = 280 \Omega$

$$U_R = R \cdot I_R = 280 \cdot 0,2 = 56V$$

$$U_L = X_L \cdot I_L = 440 \cdot 0,2A = 88V$$

$$U_C = X_C \cdot I_C = 664 \cdot 0,2A = 132,8V$$



## Řešení:

- Fázový posuv mezi proudem a napětím zdroje

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\cos \varphi = \frac{280}{359}$$

$$\cos \varphi = 0,78$$

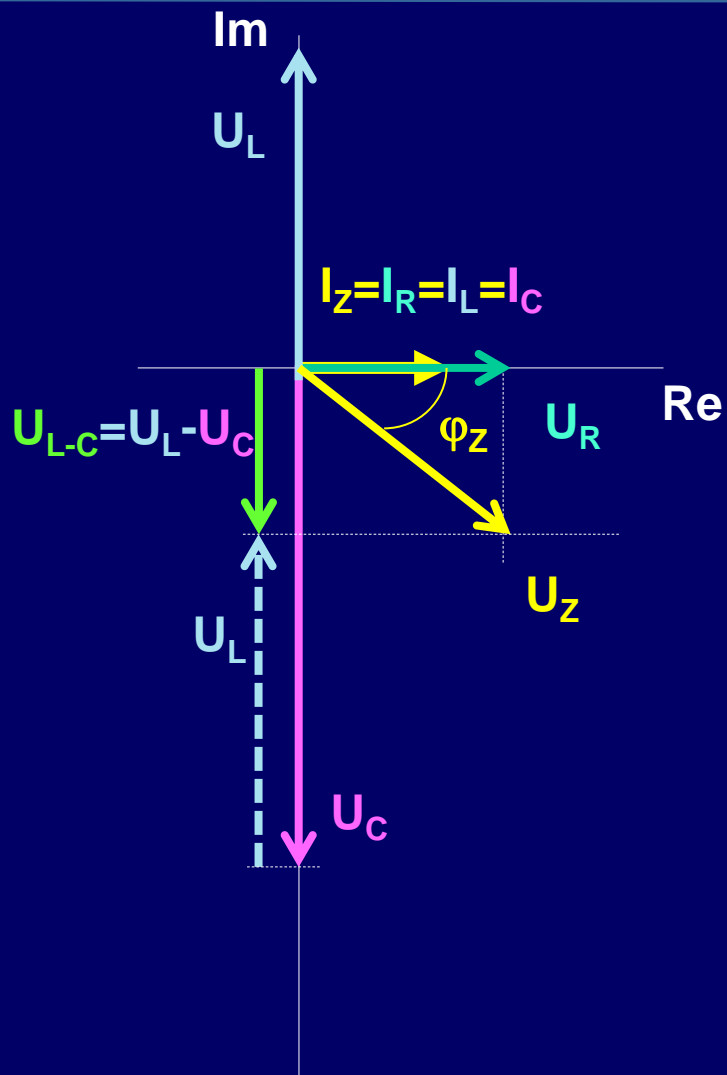
$$\varphi = \cos^{-1}(0,78)$$

$$\varphi = 38,74^\circ$$

Fázový posuv mezi proudem a napětím obvodu je  $38,74^\circ$ .

### Dáno:

- $Z = 359 \Omega$
- $R = 280 \Omega$
- $\varphi = ? [^\circ]$



$$I_Z = I_R = I_L = I_C = 0,2A$$

$$U_R = 56V$$

$$U_L = 88V$$

$$U_C = 135,8V$$

Měřítko napětí 1:1  
proudu 1:1

## Řešení:

- Rezonanční frekvence
- Thompsonův vztah

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

$$f_{\text{REZ}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{1,4 \cdot 4,8 \cdot 10^{-6}}} = 61,4 \text{ Hz}$$

Rezonanční frekvence R-L-C obvodu je 61,4 Hz.

## Dáno:

- $L = 1,4 \text{ H}$
- $C = 4,8 \mu\text{F}$
- $f_{\text{REZ}} = ? \text{ [Hz]}$

