



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Identifikátor materiálu: VY\_32\_INOVACE\_351

<b>Anotace</b>	Výuková prezentace .Na jednotlivých snímcích jsou postupně odkrývány informace, které žák zapisuje či zakresluje do sešitu.
<b>Autor</b>	Ing. Vadim Starý
<b>Jazyk</b>	Čeština
<b>Očekávaný výstup</b>	Student je seznámen a umí řešit jednoduché obvody střídavého proudu s prvky R,L,C
<b>Speciální vzdělávací potřeby</b>	- žádné -
<b>Klíčová slova</b>	Složené obvody, střídavý proud, R, L, C, sériový rezonanční obvod
<b>Druh učebního materiálu</b>	Prezentace
<b>Druh interaktivity</b>	Výklad podpořený vizualizací a práce se zápisem do sešitu.
<b>Cílová skupina</b>	Žák
<b>Stupeň a typ vzdělávání</b>	Střední Vzdělávání - SOŠ
<b>Typická věková skupina</b>	15 - 17 let / 2. ročník
<b>Celková velikost</b>	VY_32_INOVACE_351ppt 1 203 712kB
<b>Škola, projekt:</b>	VSŠ a VOŠ MO, Moravská Třebová ; Virtuální studovna, reg. č. CZ.1.07/1.5.00/34.0525
<b>Vzdělávací oblast</b>	Odborné vzdělávání
<b>Vzdělávací obor:</b>	Elektrotechnický základ
<b>Téma:</b>	Složené obvody střídavého proudu I
<b>Zdroje:</b>	Uvedeny na poslední straně
<b>Datum vytvoření materiálu:</b>	10.1.2014
<b>Datum pilotního ověření:</b>	5.2.2014

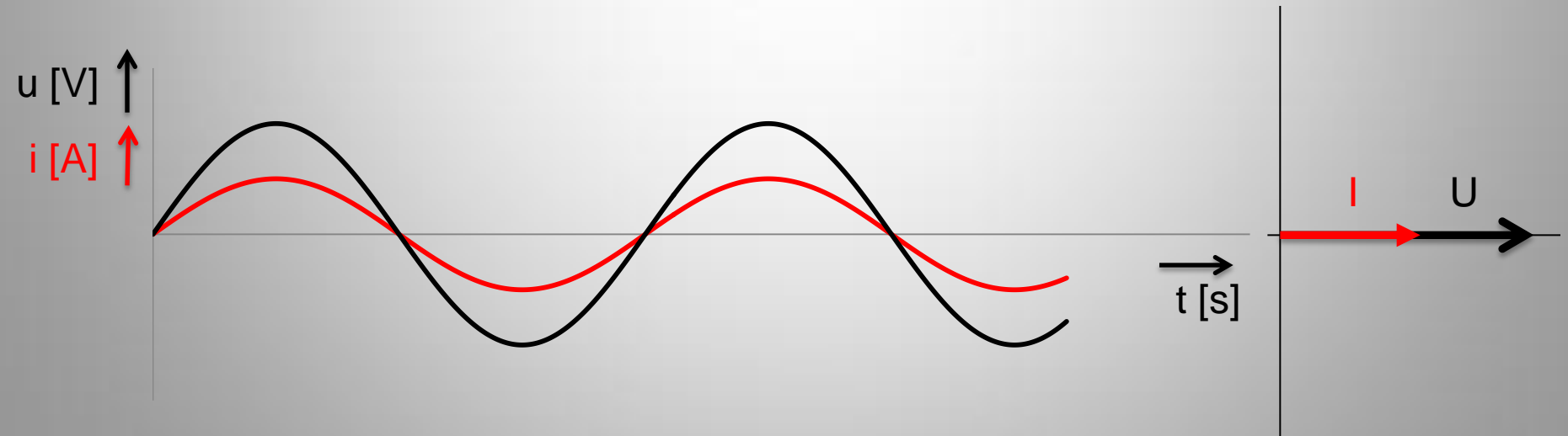
# Složené obvody střídavého proudu I

## Opakování:

- Ideální rezistor v obvodu střídavého proudu (fázový posuv napětí a proudu):

Proud a napětí jsou ve fázi. Fázový posun je  $0^\circ$ .

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_{max} \sin(2\pi ft)}{R} = \frac{U_{max}}{R} \sin(2\pi ft) = I_{max} \sin(2\pi ft), [A]$$



# Složené obvody střídavého proudu I

## Opakování:

- Ideální kondenzátor v obvodu střídavého proudu (fázový posuv napětí a proudu, reaktance, susceptance):

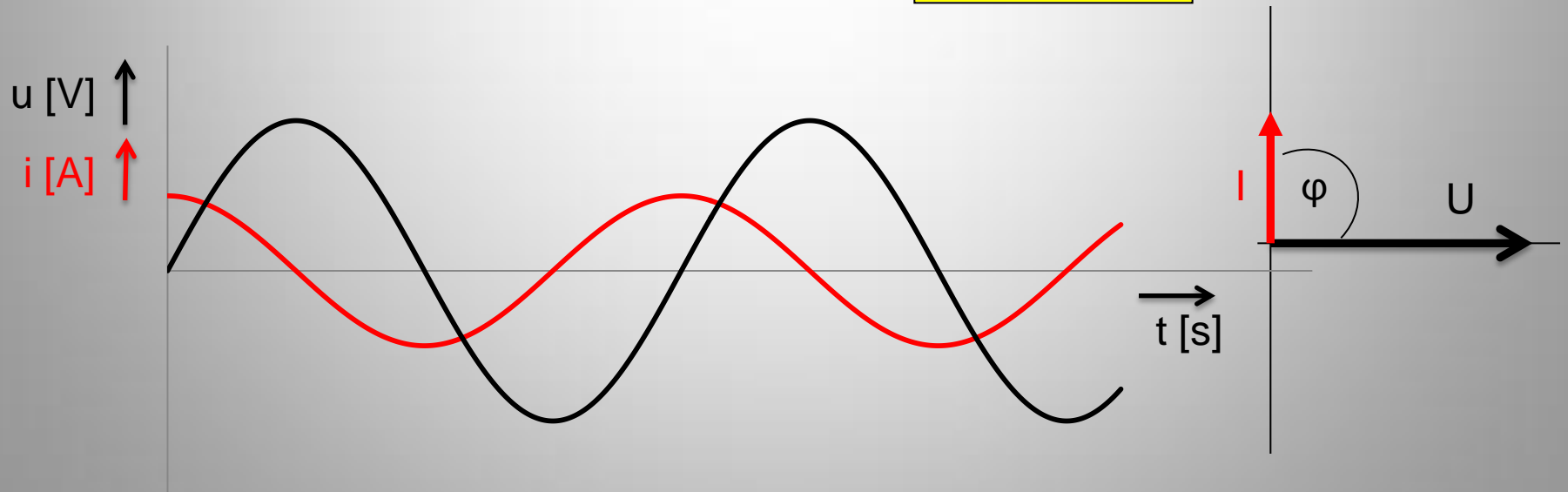
Proud předbíhá napětí o  $90^\circ$  ( $\pi/2$ )

$$u = U_{max} \sin(2\pi ft) \text{ [V]}$$

$$i = I_{max} \sin\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right) \text{ [A]}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \text{ [\Omega]}$$

$$B_C = \frac{1}{X_C} \text{ [S]}$$



# Složené obvody střídavého proudu I

## Opakování:

- Ideální cívka v obvodu střídavého proudu (fázový posuv napětí a proudu, reaktance, susceptance):

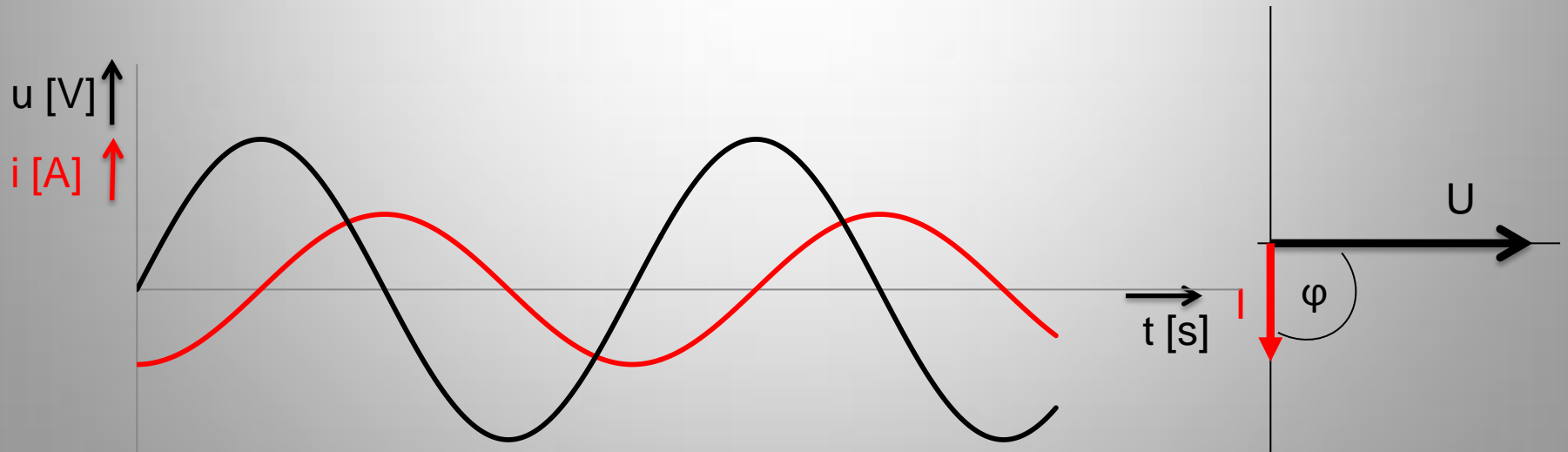
Napětí předbíhá proud o  $90^\circ$  ( $\pi/2$ )

$$i = I_{max} \sin(2\pi ft) [A]$$

$$u = U_{max} \sin\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right) [V]$$

$$X_L = 2\pi fL [\Omega]$$

$$B_L = \frac{1}{X_L} [S]$$



# Složené obvody střídavého proudu I

- Jedná se o obvody, kde je zapojeno více prvků, které ovlivňují fázový posun mezi napětím a proudem.
- Vznikají spojením (sériovým, paralelním nebo kombinací) ideálních součástek (rezistor, kondenzátor, cívka)
- Pro řešení využíváme Kirchhoffových zákonů a Ohmova zákona.

Rozlišujeme tyto metody řešení:

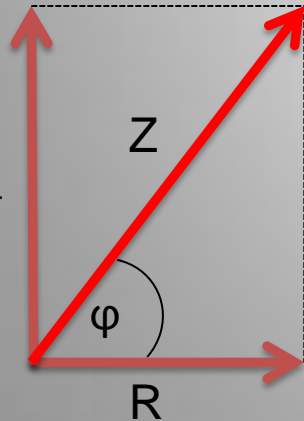
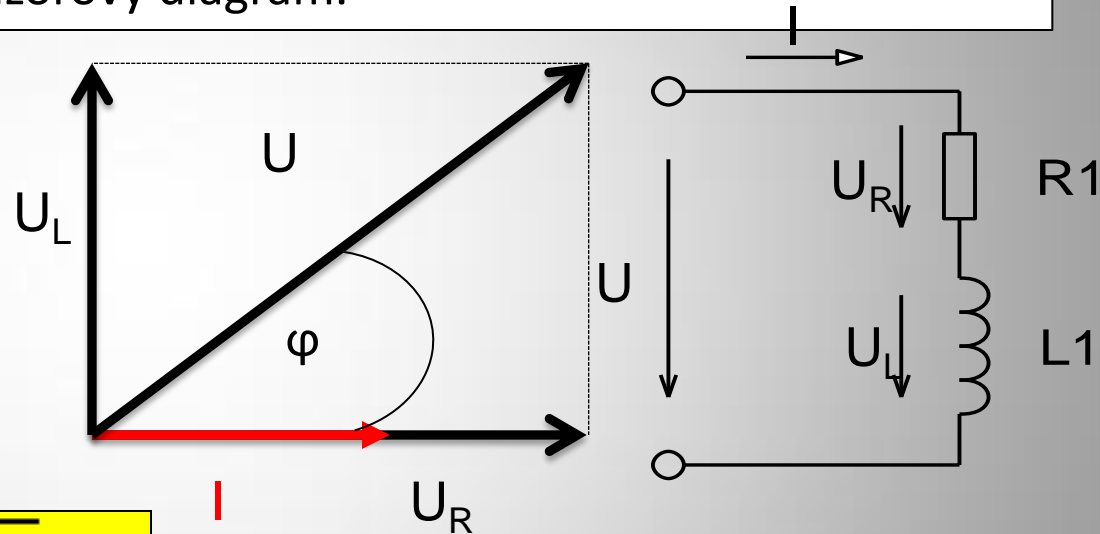
- Metoda počítání s fázory
- Metoda s využitím komplexních čísel (symbolicko – komplexní metoda).

## Sériová kombinace REZISTOR – CÍVKA

Jedná se vlastně o náhradní schéma skutečné cívky, neboť cívka nemá jen svoji indukčnost (reaktanci), ale i určitý reálný odpor.

Na obrázku je náhradní schéma a fázorový diagram.

Kombinace reálného odporu  $R$  a reaktance  $X_L$  nebo  $X_C$  se nazývá **IMPEDANCE** (zdánlivý odpor), značí se  $Z$ , a jeho převrácenou hodnotou je **ADMITANCE** (vodivost), značí se  $Y$ .



$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Y = \frac{1}{Z} \text{ [S]}$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} \text{ [A, V, }\Omega\text{]}$$

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

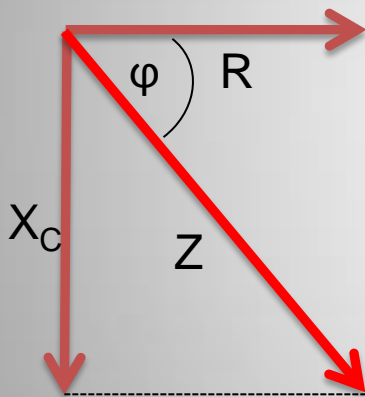
$$\sin\varphi = \frac{X_L}{Z} = \frac{U_L}{U}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{U_L}{U_R}$$

## Sériová kombinace REZISTOR – KONDENZÁTOR

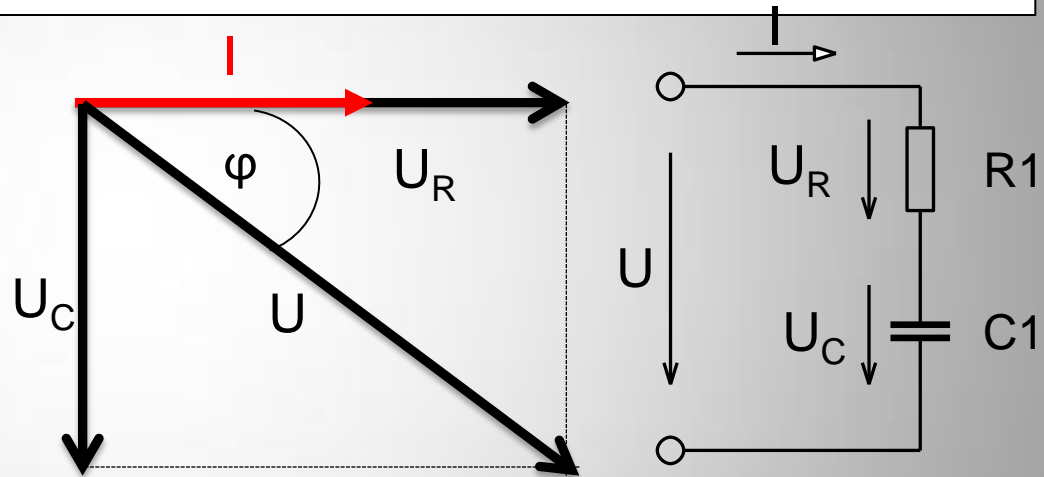
Jedná se vlastně o náhradní schéma skutečného kondenzátoru, neboť nemá jen svoji kapacitu (reaktanci), ale i určitý reálný odpor. Na obrázku je náhradní schéma a fázorový diagram.

Opět zavádíme IMPEDANCI Z.



$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \quad [A, V, \Omega]$$



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

$$\sin\varphi = \frac{X_C}{Z} = \frac{U_C}{U}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{X_C}{R} = \frac{U_C}{U_R}$$

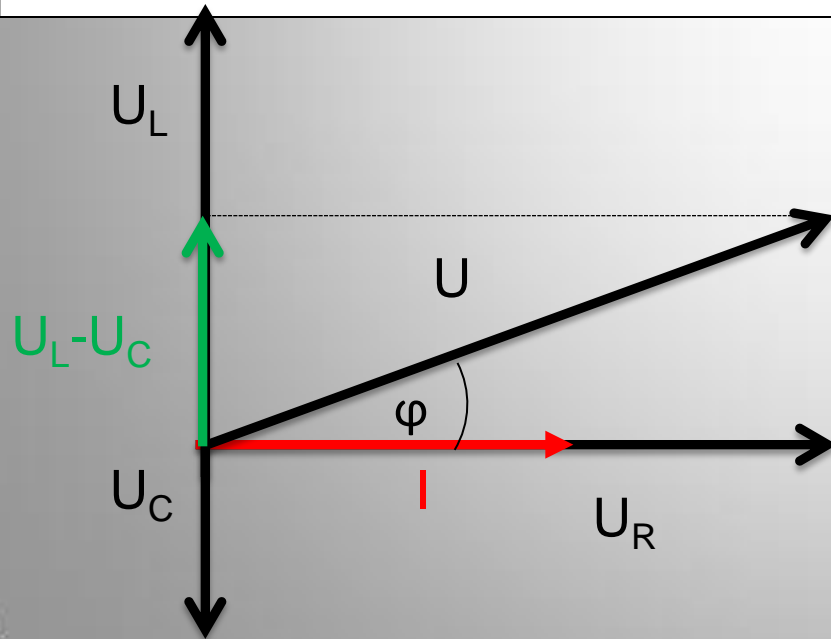
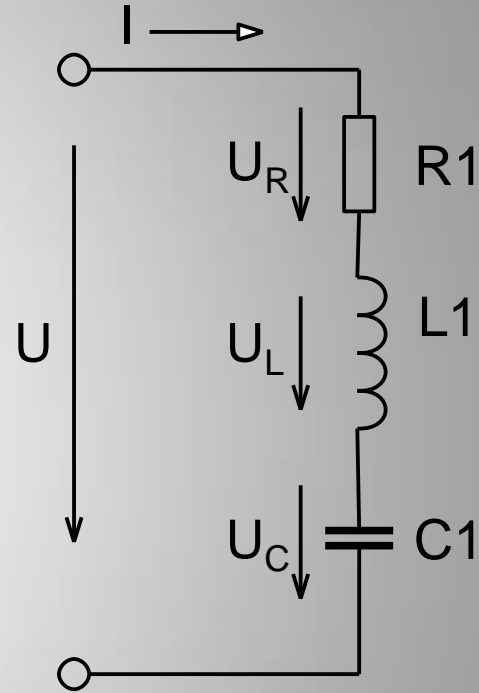
## Sériová kombinace REZISTOR – KONDENZÁTOR - CÍVKA

Jedná se o tzv. sériový rezonanční obvod. Mohou nastat celkem 3 stavy:

$U_L > U_C$  – převládat bude indukčnost – induktivní charakter obvodu

$U_C > U_L$  – převládat bude kapacita – kapacitní charakter obvodu

$U_L = U_C$  - účinky napětí se vzájemně ruší, dochází k tzv. napěťové rezonanci. Výsledné napětí je dáno pouze velikostí odporu R. Napětí a proud budou ve fázi.

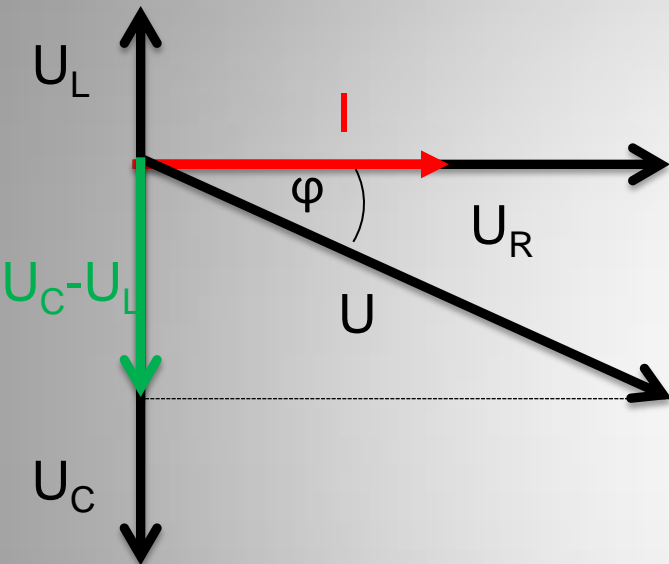


Varianta  $X_L > X_C$

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



## Sériová kombinace REZISTOR – KONDENZÁTOR - CÍVKA



Varianta  $X_c > X_L$

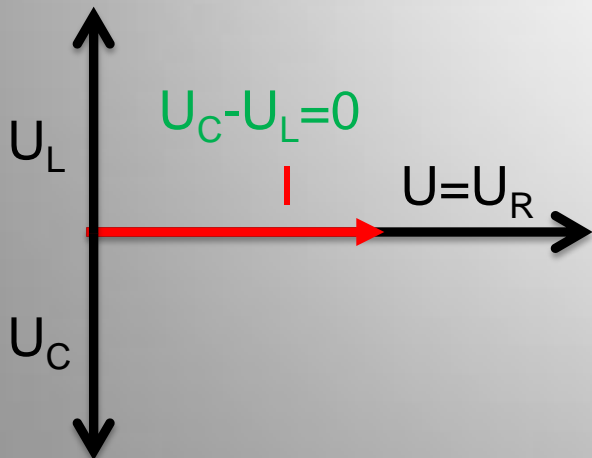
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

Varianta  $X_c = X_L$

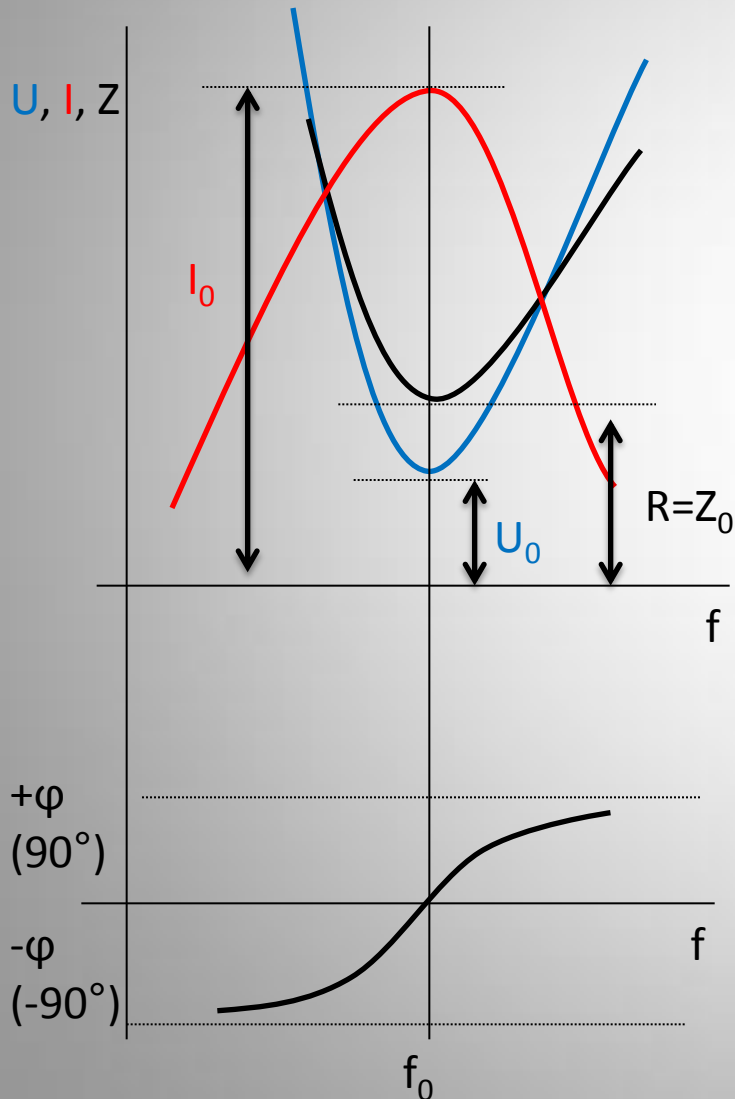
Tzv. rezonance. Vlivy kondenzátoru a cívky se vyruší, výsledné napětí je dáno úbytkem napětí na rezistoru. Napětí a proud jsou ve fázi. Tento stav nastává při rezonanční frekvenci –  $f_0$

$$Z_0 = R$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} [Hz, H, F]$$



## Sériová kombinace REZISTOR – KONDENZÁTOR - CÍVKA



Rezonanční křivky sériového rezonančního obvodu, ukazují závislost impedance, napětí, proudu a fázového posuvu na frekvenci.

Rezonance sériového rezonančního obvodu:

- Nastává při frekvenci  $f_0$
- Fázový posuv je roven  $0^\circ$
- Impedance je minimální a je rovna odporu  $R$
- Napětí v obvodu je minimální
- Proud v obvodu je maximální

# Složené obvody střídavého proudu I

## Opakování:

1. Co to je impedance a jak se vypočte?

Odpověď

2. Jak se chová ve střídavém obvodu sériová kombinace cívka a rezistor?

Odpověď

3. Jak se chová ve střídavém obvodu sériová kombinace kondenzátor a rezistor?

Odpověď

4. Co je to rezonance a kdy nastává?

Odpověď

5. Nakresli rezonanční křivku sériového rezonančního obvodu.

Odpověď

# Použité materiály

- BLAHOVEC, Antonín. Elektrotechnika II. 2. nezměň.vyd. Praha: Informatorium, 1997, 153 s. ISBN 80-860-7319-X.
- ZAPLATÍLEK, Karel. Základy elektrotechniky ZELí. User.unob.cz [online]. [cit. 2013-09-17]. Dostupné z: <http://user.unob.cz/zaplatilek/ZEL/Index.htm>
- Rezonanční obvod. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-10-23]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Rezonan%C4%8Dn%C3%AD\\_obvod](http://cs.wikipedia.org/wiki/Rezonan%C4%8Dn%C3%AD_obvod)
- REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Sériový RLC obvod. In: Encyklopedie fyziky [online]. 2006 [cit. 2013-10-23]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/316-seriovy-rlc-obvod>

# Použité obrázky

1. Schémata byly vytvořeny programem profiCAD, licence: VSŠ a VOŠ Moravská Třebová <http://www.proficad.cz/>