

# **ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

## **FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

### **KATEDRA ELEKTROENERGETIKY**



## **Základy elektrotepelných procesů**

### **Symetrizační zařízení**

**Vypracoval:**

Jan Kaska

**Ostatní členové měřicího týmu:**

Lukáš Knepr

Cvičení

Čt 14:50 - 16:30

Datum měření  
3.11.2016

Datum vypracování  
8.11.2016

Školní rok  
2016/17

Semestr  
zimní

Ročník  
3.

# Úkol měření

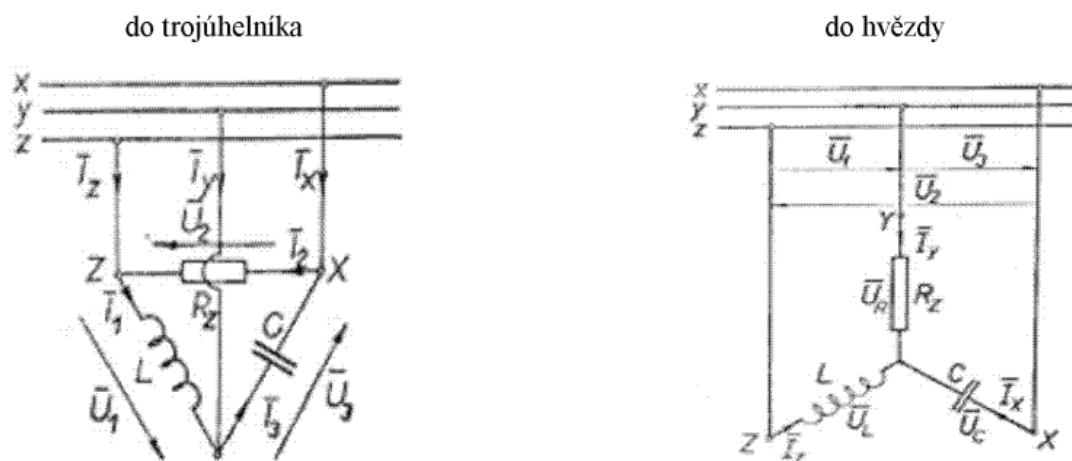
Navrhněte symetrizační zařízení pro připojení jednofázové odporové zátěže k trojfázové symetrické síti pro zadanou hodnotu činného odporu. Návrh proveďte pro zapojení: a) do hvězdy b) do trojúhelníka.

## Teoretický úvod

V praxi se na síť připojují zátěže různých typů. Jedním spotřebičem, který se k síti připojuje je indukční tavící pec. Předpokládáme, že pec je vyladěna a zatěžuje síť pouze jako ohmický odpor. Jelikož se jedná o jednofázovou zátěž se značným příkonem, je nutno připojit k peci další zařízení, které zajistí symetrické zatížení trojfázové napájecí sítě.

Jedná se o symetrizační indukčnost  $L_s$  a kapacitu  $C_s$ , které se spolu s pecí zapojují na trojfázovou síť buď do trojúhelníku nebo do hvězdy.

Při rovnoměrném zatížení sítě se požaduje, aby proudy v jednotlivých fázích byly stejné a současně souběžné s příslušnými fázovými napětími. Při obou zapojeních je třeba použít správný sled fází, protože velikost proudů případně napětí je na tomto sledu závislá.



Obrázek 1: Schéma zapojení

$$L_s = \frac{\sqrt{3} \cdot R_Z}{2\pi \cdot f}$$
$$C_s = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot \sqrt{3} \cdot R_Z}$$

$$L_s' = \frac{R_Z}{\sqrt{3} \cdot 2\pi \cdot f}$$
$$C_s' = \frac{\sqrt{3}}{2\pi \cdot f \cdot R_Z}$$

## Postup měření

Obvod zapojte dle schématu do hvězdy či trojúhelníka (podle zadání,  $R$ , bude také zadán). Vypočtete hodnoty indukčnosti a kapacity pro zadané zapojení. Do každé větve zapojte jeden ampérmetr. Napětí na jednotlivých prvcích a na zdroji změřte pomocí voltmetru. Odměřte všechna napětí a proudy při správném sledu fází (symetrický stav) a následně při nesprávném sledu fází (nesymetrický stav).

## Použité přístroje

A-metr	Mastech	MY-65
$\Omega$	Metra	3821
V-metr	Finest	703 TRMS Multimetr

## Naměřené a vypočítané hodnoty

Tabulka 1: Proudý a napětí pro zapojení  $\Delta$

Symetrie - $\Delta$					
$U_{xy}$ [mV]	192,5	$I_x$ [mA]	115,0	$U_R$ [mV]	192,0
$U_{yz}$ [mV]	192,0	$I_y$ [mA]	115,0	$U_C$ [mV]	192,2
$U_{xz}$ [mV]	192,1	$I_z$ [mA]	115,0	$U_L$ [mV]	192,1
Nesymetrie - $\Delta$					
$U_{xy}$ [mV]	192,3	$I_x$ [mA]	290,0	$U_R$ [mV]	192,1
$U_{yz}$ [mV]	192,5	$I_y$ [mA]	300,0	$U_C$ [mV]	192,0
$U_{xz}$ [mV]	192,1	$I_z$ [mA]	80,0	$U_L$ [mV]	190,5

Tabulka 2: Proudý a napětí pro zapojení Y

Symetrie - Y					
$U_{xy}$ [mV]	192,1	$I_x$ [mA]	282,0	$U_R$ [mV]	184,4
$U_{yz}$ [mV]	192,2	$I_y$ [mA]	281,0	$U_C$ [mV]	195,2
$U_{xz}$ [mV]	192,0	$I_z$ [mA]	230,0	$U_L$ [mV]	193,0
Nesymetrie - Y					
$U_{xy}$ [mV]	192,2	$I_x$ [mA]	700,0	$U_R$ [mV]	188,7
$U_{yz}$ [mV]	192,3	$I_y$ [mA]	655,0	$U_C$ [mV]	177,6
$U_{xz}$ [mV]	192,0	$I_z$ [mA]	218,0	$U_L$ [mV]	177,5

Tabulka 3: Prvky pro zapojení  $\Delta$

Hodnoty prvků R L C - $\Delta$	
$R_Z$ [ $\Omega$ ]	190
$L_S$ [H]	1,05
$C_S$ [ $\mu$ F]	9,67
$L_{zvol}$ [H]	0,94
$C_{zvol}$ [ $\mu$ F]	9,14

Tabulka 4: Prvky pro zapojení Y

Hodnoty prvků R L C - Y	
$R_Z$ [ $\Omega$ ]	190
$L_{S'}$ [H]	0,35
$C_{S'}$ [ $\mu$ F]	29,02
$L_{zvol'}$ [H]	0,37
$C_{zvol'}$ [ $\mu$ F]	27,60

Výpočty hodnot prvků R L C:

$$L_S = \frac{\sqrt{3} \cdot R_Z}{2\pi \cdot f} = \frac{\sqrt{3} \cdot 190}{2\pi \cdot 50} = 1,05 \text{ H}$$

$$L'_S = \frac{R_Z}{\sqrt{3} \cdot 2\pi \cdot f} = \frac{190}{\sqrt{3} \cdot 2\pi \cdot 50} = 0,35 \text{ H}$$

$$C_S = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot \sqrt{3} \cdot R_Z} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot \sqrt{3} \cdot 190} = 9,67 \text{ }\mu\text{F}$$

$$C'_S = \frac{\sqrt{3}}{2\pi \cdot f \cdot R_Z} = \frac{\sqrt{3}}{2\pi \cdot 50 \cdot 190} = 27,6 \text{ }\mu\text{F}$$

## Závěr

Nejprve byl zvolen odpor  $R_Z$  reprezentující ohmickou zátěž indukční pece. Následně byly spočteny symetrizační indukčnosti a kapacity a to jak pro zapojení do trojúhelníka, tak pro zapojení do hvězdy. K těmto hodnotám byly nalezeny nejbližší hodnoty L a C na dekádách.

Z měření je očividné, že proudy jednotlivými fázemi jsou při symetrickém stavu téměř totožné. V zapojení do hvězdy se mírně liší, je to dáno nejspíše větším rozdílem mezi vypočítanými a nastavenými hodnotami L a C. Nesymetrický stav byl vyvolán přehozením dvou libovolných fází. V tomto stavu jsou hodnoty proudů v jednotlivých fázích rozdílné až o 100 mA a síť tak není rovnoměrně zatížena.

ZETP/CV

3.11.2016

$\Delta$ SRM	$U_{xg} = 192,5 \text{ mV}$	$I_x = 0,104 \text{ A}$
	$U_{gr} = 192,0 \text{ mV}$	$I_g = 0,115 \text{ A}$
	$U_{xr} = 192,1 \text{ mV}$	$I_r = 0,115$

$$U_P = 192 \text{ mV}$$

$$U_C = 192,2 \text{ mV}$$

$$U_L = 192,1 \text{ mV}$$

$\Delta$ NES	$U_{xg} = 192,3 \text{ mV}$	$I_x = 0,290 \text{ A}$
	$U_{gr} = 192,5 \text{ mV}$	$I_g = 0,08 \text{ A} \leftarrow$
	$U_{xr} = 192,1 \text{ mV}$	$I_r = 0,3 \text{ A} \leftarrow$

$$U_P = 192,1 \text{ mV}$$

$$U_C = 192 \text{ mV}$$

$$U_L = 190,5 \text{ mV}$$

$$R_z = 190$$

$L_s = 9,14 \text{ } \mu\text{H}$	$L = 0,371 \text{ H}$
$C_s = 0,942 \text{ } \mu\text{F}$	$C = 276 \text{ pF}$

ZVOLENO

*finis*

K  
SRM

$$U_{f, \eta} = 192,1 \text{ mV}$$

$$U_{\eta, \eta} = 192,2 \text{ mV}$$

$$U_{f, \eta} = 192 \text{ mV}$$

$$I_f = 0,282 \text{ A}$$

$$I_{\eta} = 0,281 \text{ A}$$

$$I_{\eta} = 0,23 \text{ A}$$

$$U_R = 194,4 \text{ mV}$$

$$U_C = 195,2 \text{ mV}$$

$$U_L = 193,0 \text{ mV}$$

K  
NE9

$$U_{f, \eta} = 192,2 \text{ mV}$$

$$U_{\eta, \eta} = 192,3 \text{ mV}$$

$$U_{f, \eta} = 192$$

$$I_f = 0,7 \text{ A}$$

$$I_{\eta} = 0,655 \text{ A}$$

$$I_{\eta} = 0,28 \text{ A}$$

$$U_R = 182,7 \text{ mV}$$

$$U_C = 177,6 \text{ mV}$$

$$U_L = 177,5 \text{ mV}$$

A-m MASTECH MY-65

Ω METRA 3821

V-m FINEST 705 - TRMS

Multimeter