

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

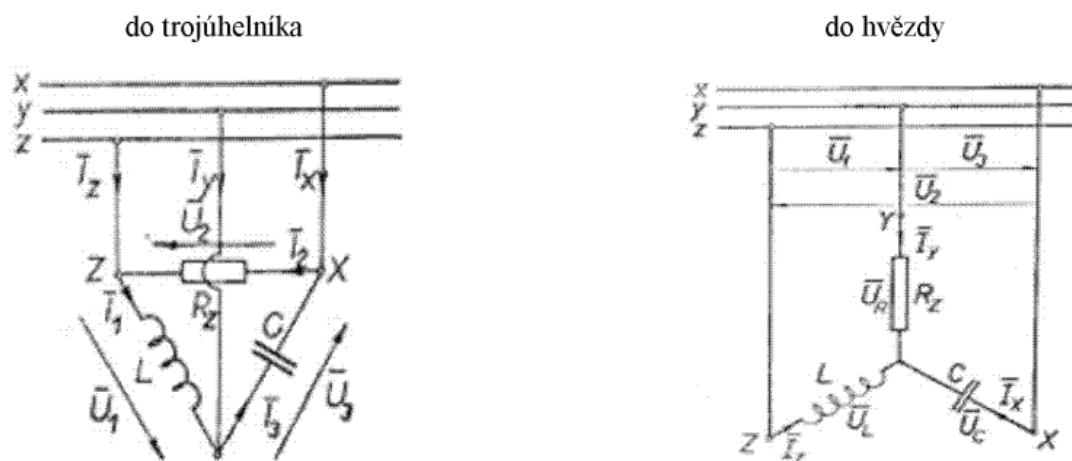
Navrhněte symetrizační zařízení pro připojení jednofázové odporové zátěže k trojfázové symetrické síti pro zadanou hodnotu činného odporu. Návrh proveďte pro zapojení: a) do hvězdy b) do trojúhelníka.

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

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

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
Ω	Metra	3821
V-metr	Finest	703 TRMS Multimetr

Naměřené a vypočítané hodnoty

Tabulka 1: Proudý a napětí pro zapojení Δ

Symetrie - Δ					
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 - Δ					
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 Δ

Hodnoty prvků R L C - Δ	
R_Z [Ω]	190
L_S [H]	1,05
C_S [μ F]	9,67
L_{zvol} [H]	0,94
C_{zvol} [μ F]	9,14

Tabulka 4: Prvky pro zapojení Y

Hodnoty prvků R L C - Y	
R_Z [Ω]	190
$L_{S'}$ [H]	0,35
$C_{S'}$ [μ F]	29,02
$L_{zvol'}$ [H]	0,37
$C_{zvol'}$ [μ 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 A a síť tak není rovnoměrně zatížena.

ZETP/CV

3.11.2016

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

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

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

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

Δ 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

france

K
SRM

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

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

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

$$I_g = 0,281 \text{ A}$$

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

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

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

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

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

K
NE9

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

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

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

$$I_g = 0,655 \text{ A}$$

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

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

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

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

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

A-m MASTECH MY-65

Ω METRA 3821

V-m FINEST 705 - TRMS Multimeter