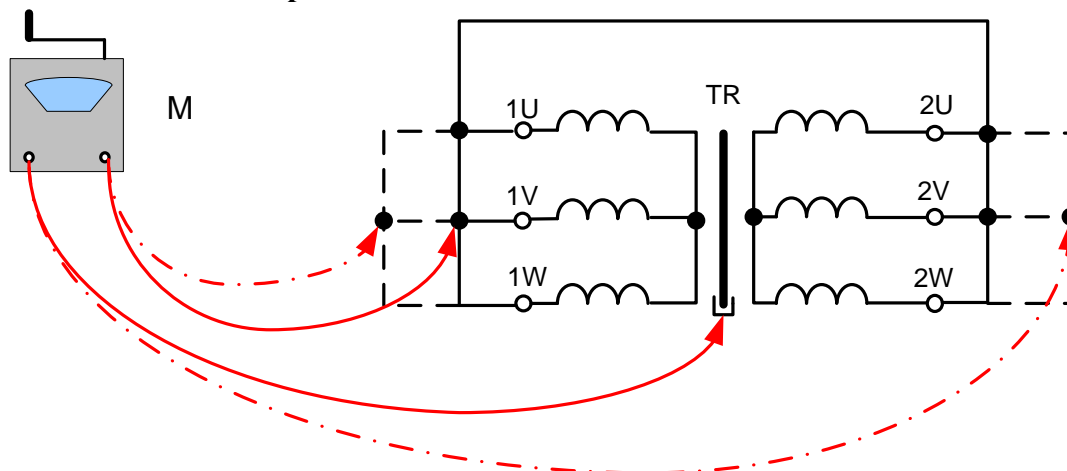


## II. Meranie na trojfázovom transformátore

### 1. Meranie izolačného odporu



Zisťuje sa odpor – medzi jednotlivými vinutiami -----  
 – medzi vinutiami a uzemnenými časťami transformátora \_\_\_\_\_

STN 35 1080 čl. 43

Pri teplote okolia  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$

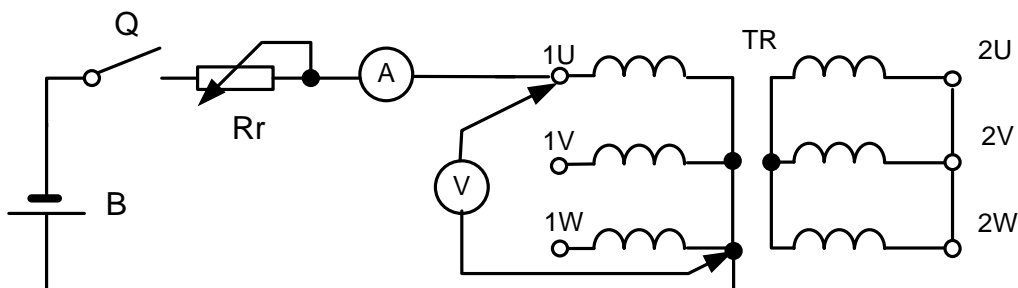
V prevádzke

$R_{iz} > 3U_n$  [M $\Omega$ ; kV]

$R_{iz} > U_n$  [M $\Omega$ ; kV]

### 2. Meranie ohmických odporov vinutí za studena

$I_{mer} \leq (0,1 \text{ až } 0,20)I_n$



Meranie sa uskutočňuje najskôr na primárnom vinutí a sekundárne vinutie je skratované. Následne meranie zopakujeme pre sekundárnu stranu s tým rozdielom, že skratujeme svorky primárneho vinutia. Takéto riešenie zamedzuje vzniku napät'ových špičiek spôsobených vlastnou a vzájomnou indukciou.

Zvýšenú pozornosť treba venovať pri práci s meracími prístrojmi, nakoľko pri prerušovaní prúdového okruhu dochádza k indukovaniu nebezpečných napätí (niekoľkonásobne prevyšujú napájacie napätie jednosmerného zdroja).

$$R_s = R_g \frac{\vartheta_\alpha + 20}{\vartheta_\alpha + \vartheta} \quad \vartheta_\alpha = 235^{\circ}\text{C} \text{ pre Cu} \quad \vartheta_\alpha = 230^{\circ}\text{C} \text{ pre Al}$$

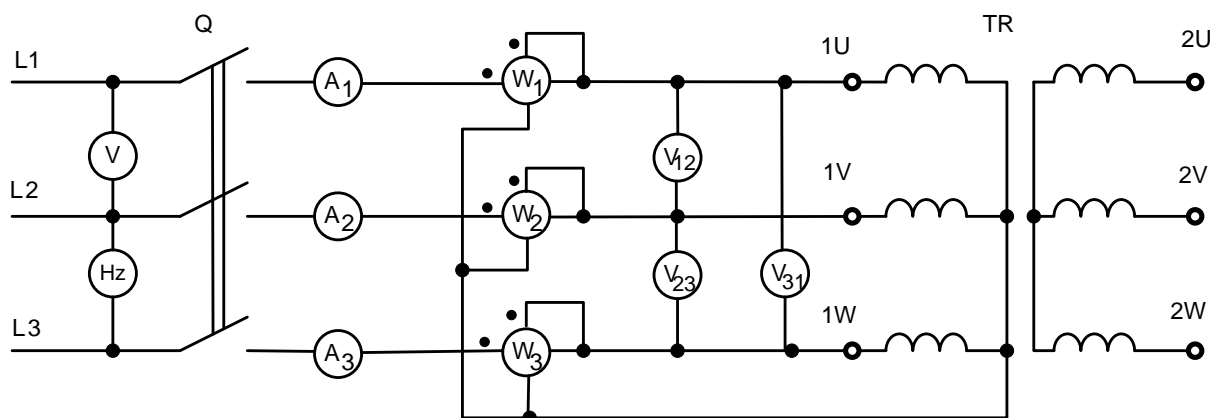
STN pripúšťa pre Cu aj Al použiť  $\vartheta_\alpha = 235^{\circ}\text{C}$  (chyba max. 0,1%) potom

$$R_s = R_g \frac{255}{235 + \vartheta}$$

Tabuľka nameraných a vypočítaných hodnôt

Vin.	Medzi	U			I			R [Ω]	R <sub>v</sub> [Ω]	R <sub>s</sub> [Ω]	Poznámky
		α [d]	K [V/d]	U [V]	α [d]	K [A/d]	I [A]				
Primárne	1U - 0										$R_v =$ .....kΩ $v =$ .....°C  $R = \frac{U}{I - \frac{U}{R_v}}$ [Ω; V, A, V, Ω]
	1V - 0										
	1W - 0										
Sekundárne	2U - 0										
	2V - 0										
	2W - 0										

### 3. Meranie naprázdno



Tabuľka nametaných a vypočítaných hodnôt

Č. m. Hodnota	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
U <sub>12</sub> [V]										
U <sub>23</sub> [V]										
U <sub>31</sub> [V]										
U <sub>10</sub> [V]										
I <sub>1</sub> [A]										
I <sub>2</sub> [A]										
I <sub>3</sub> [A]										
I <sub>10</sub> [A]										
P <sub>1</sub> [W]										
P <sub>2</sub> [W]										
P <sub>3</sub> [W]										
P <sub>10</sub> [W]										
R <sub>V</sub> [Ω]										
R <sub>W</sub> [Ω]										
ΔP <sub>p0</sub> [W]										
ΔP <sub>j1</sub> [W]										
ΔP <sub>Fe1</sub> [W]										
cos φ <sub>0</sub> [-]										

Vzťahy pre výpočet:

$$U_{10} = \frac{U_{12} + U_{23} + U_{31}}{3}$$

$$I_{10} = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}$$

$$P_{p0} = P_1 + P_2 + P_3 - U_1^2 \left( \frac{3}{R_W} + \frac{3}{R_V} \right) \quad (\text{W}; \text{W}, \text{W}, \text{W}, \text{V}, \Omega, \Omega)$$

$$\Delta P_{j1} = 1,5 R_{1g} I_{10}^2 \quad (\text{W}; \Omega, \text{A}, -)$$

$$\Delta P_{Fe1} = P_{p0} - \Delta P_{j1}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_{p0}}{\sqrt{3} U_{10} I_{10}} \quad (-; \text{W}, \text{V}, \text{A})$$

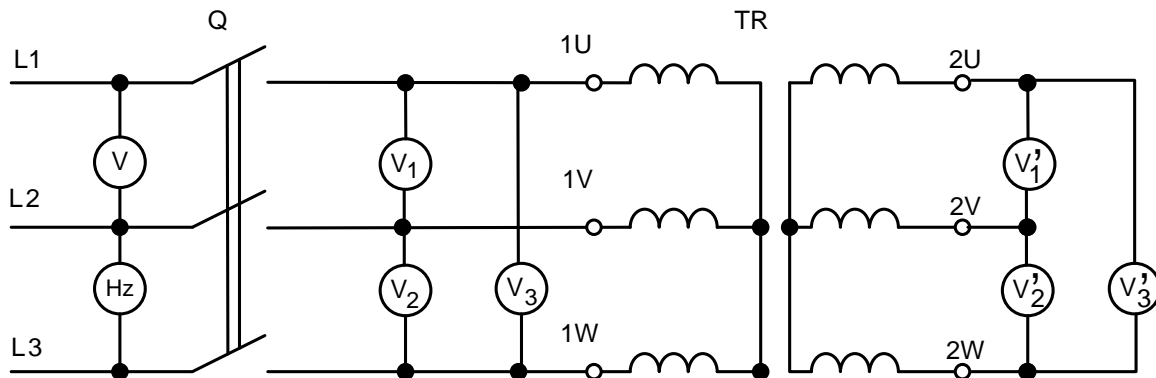
Teplota okolia ..... °C

Frekvencia napájacieho napätia ..... Hz

Charakteristika naprázdno bude uvedená na konci prípravy.

#### 4. Meranie prevodu

Meracie napätie v rozmedzí (0,1 až 0,7)  $U_{1n}$



Tabuľka nameraných a vypočítaných hodnôt

Primárne vinutie			Sekundárne vinutie				
$U_1$ [V]	1.		$U_{1V} =$ V	$U'_1$ [V]	1.	$U_{2V} =$ V	
	2.				2.		
	3.				3.		
$U_2$ [V]	1.			$U'_2$ [V]	1.		
	2.				2.		
	3.				3.		
$U_3$ [V]	1.		$U'_3$ [V]	1.			
	2.			2.			
	3.			3.			

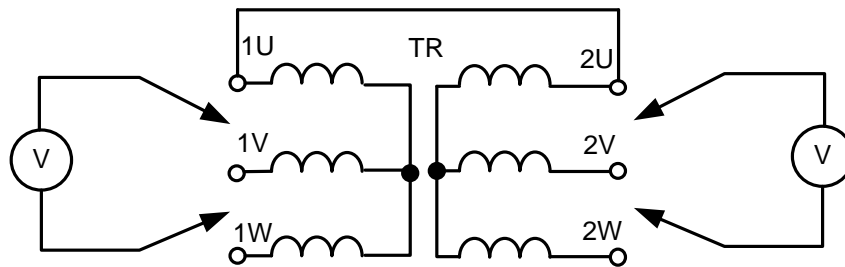
$$U_{1V} = \frac{\sum_1^3 U_1 + \sum_1^3 U_2 + \sum_1^3 U_3}{9}$$

$$U_{2V} = \frac{\sum_1^3 U'_1 + \sum_1^3 U'_2 + \sum_1^3 U'_3}{9}$$

$$p = \frac{U_{1V}}{U_{2V}}$$

Údaj sa porovná so štítkovým údajom a vyčíslí sa percentuálny rozdiel.

## 5. Zisťovanie hodinového uhla



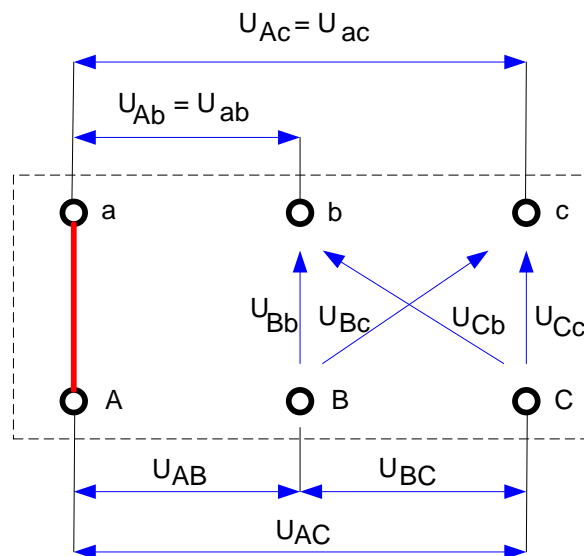
Tabuľka nametaných hodnôt (V)

$U_{1U-1V}$	$U_{1U-1W}$	$U_{1V-1W}$	$U_{2U-2V}$	$U_{1V-1W}$	$U_{2U-2W}$	$U_{1V-2V}$	$U_{2W-1W}$	$U_{1W-2V}$	$U_{1V-2W}$

Príklad konštrukcie fázorového diagramu je uvedený so zjednodušeným indexovaním v ktorom platia tieto rovnosti:

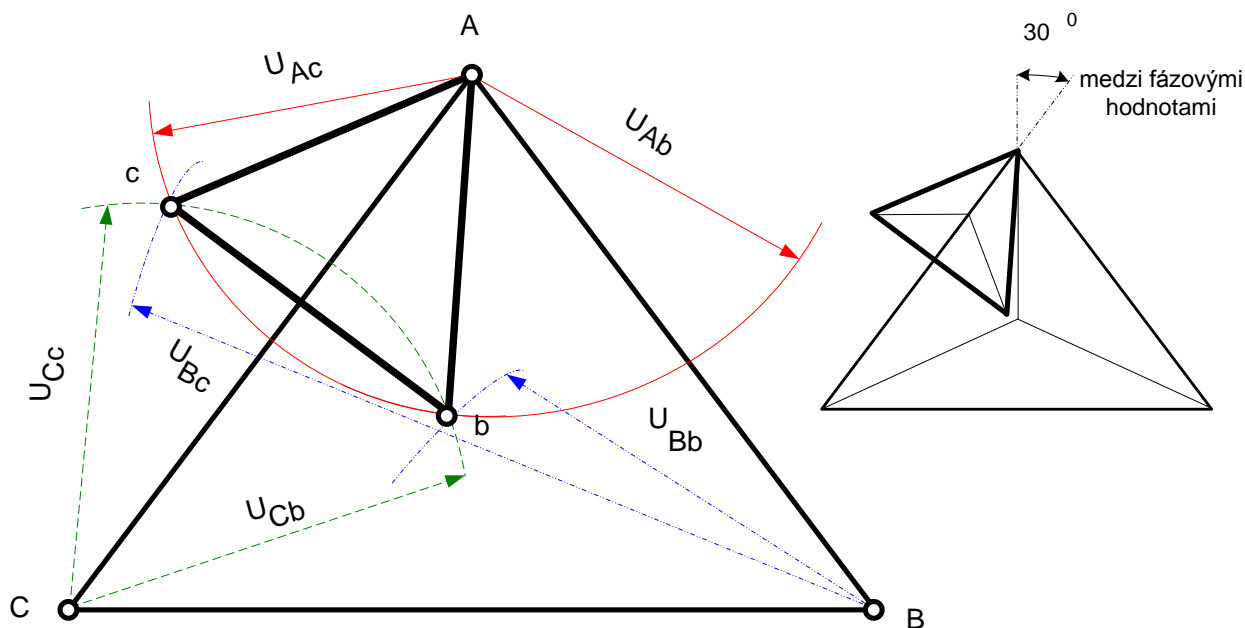
$1U - A$   
 $1V - B$   
 $1W - C$   
 $2U - a$   
 $2V - b$   
 $2W - c$

Svorkovnica stroja je nasledovná:



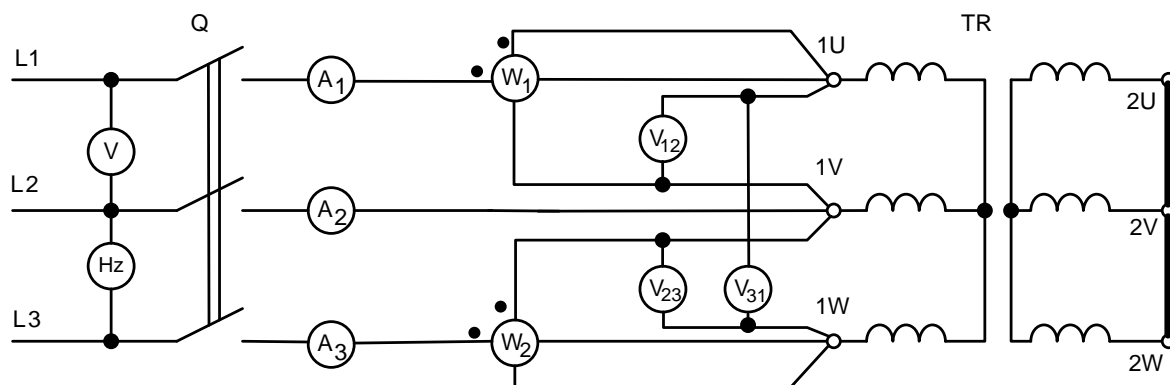
### Postup zostrojenia fázorového diagramu meraných napätí:

1. Z nameraných hodnôt v určenej mierke napätí nakreslíme *fázorový diagram* (napr. *trojuholník*) strany vyššieho napájacieho napätia.
2. Poloha bodu a fázorového trojuholníka strany nižšieho napätia – je totožná s bodom A (lebo A, a sú spoločnými, vodivo spojenými bodmi).
3. Ďalšie vrcholy fázorového trojuholníka sú priesečníkmi kruhových oblúkov s polomermi, ktoré sa vo zvolenej mierke rovnajú nameraným napätiam. *Napríklad vrchol c je priesečníkom oblúkov  $U_{Bc}$  a  $U_{Cc}$  (kontrola  $U_{Ac}$ ). Podobne dostaneme aj vrchol b (konštrukcia fázorového diagramu je naznačená na Obr. 4).*
4. Uhol medzi dvojicou trojuholníkov (prípadne hviezd) je hľadaným *uhlom natočenia fáz* (*hodinovým uhlom*), meraný v smere pohybu hodinových ručičiek od primárneho trojuholníka. Príklad možných fázorových diagramov pri spojení svoriek a – a uvádza literatúra [1].



**Obr.** Konštrukcia fázového diagramu meraných napätí

## 6. Meranie nakrátko



Nakoľko účinník je pri chode nakrátko podstatne väčší, ako pri chode naprázdno, používa sa Áronovo zapojenie. Napäťové cievky W – m a V – m zapájame priamo na svorky transformátora, aby sme znížili úbytky napätia – straty v prívodných vodičoch.

Tabuľka nameraných a vypočítaných hodnôt

Č. m. Hodnota	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
$U_{12}$ [V]										
$U_{23}$ [V]										
$U_{31}$ [V]										
$U_k$ [V]										
$I_1$ [A]										
$I_2$ [A]										
$I_3$ [A]										
$I_k$ [A]										
$P_1$ [W]										
$P_2$ [W]										
$P_{pk}$ [W]										
$R_v$ [ $\Omega$ ]										
$R_w$ [ $\Omega$ ]										
$\Delta P_{jk}$ [W]										
$\Delta P_d$ [W]										
$\Delta P_p$ [W]										
$\cos \varphi_k$ [-]										

Vzťahy pre výpočet:

$$U_k = \frac{U_{12} + U_{23} + U_{31}}{3} \quad (\text{V})$$

$$I_k = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \quad (\text{A})$$

$$P_{pk} = P_1 + P_2 - U_k^2 \left( \frac{2}{R_w} + \frac{3}{R_v} \right) \quad (\text{W}; \text{W}, \text{V}, \Omega, \Omega) \quad \text{- príkon stroja pri chode nakrátko}$$

$$\Delta P_{jk} = 1,5 R_l I_{lk}^2 \quad (\text{W}; \Omega, \text{A}) \quad \text{- Joulove straty v stroji}$$

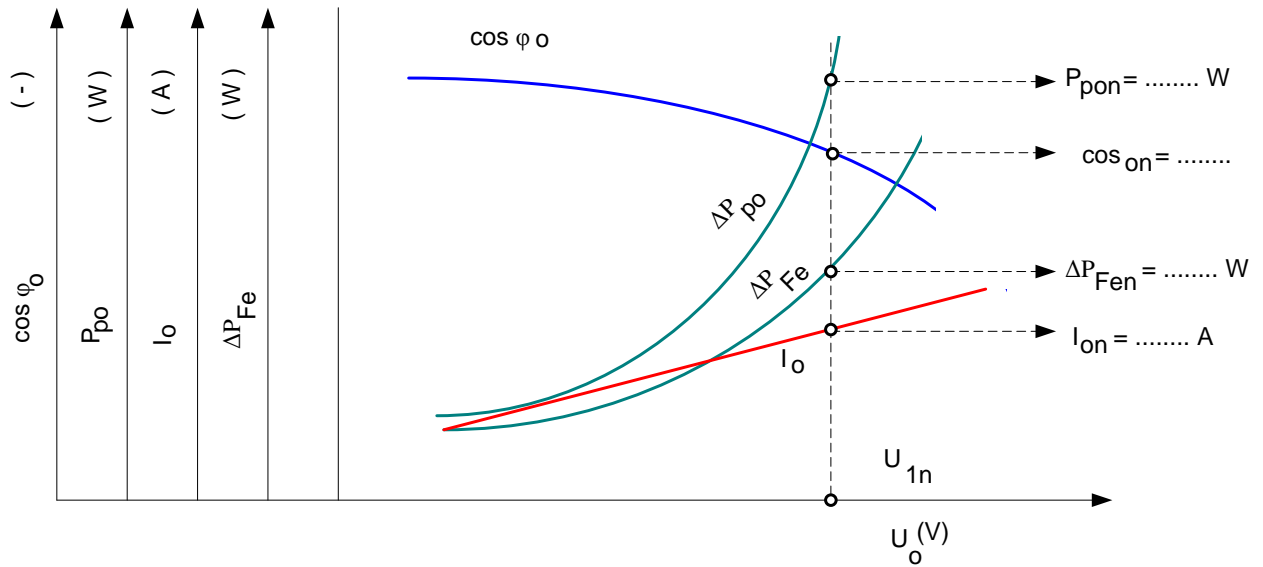
$$\Delta P_d = P_{pk} - \Delta P_{jk} \quad (\text{W}) \quad \text{- dodatočné straty}$$

$$\cos \varphi_k = \frac{P_{pk}}{\sqrt{3} U_k I_k} \quad (-; \text{W}, \text{V}, \text{A}) \quad \text{- účinník pri chode nakrátko}$$

$$u_k = \frac{U_{kn}}{U_{1n}} 100 = \frac{Z_k I_{1n}}{U_{1n}} 100 \quad (\%; \Omega, \text{A}, \text{V}) \quad \text{- napätie nakrátko}$$

$$Z_k = \frac{u_k U_{1n}}{100 I_{1n}} \quad (\Omega; \%, \text{V}, \text{A}) \quad \text{- impedancia nakrátko}$$

### Charakteristika naprázdno



### Charakteristika nakrátko

