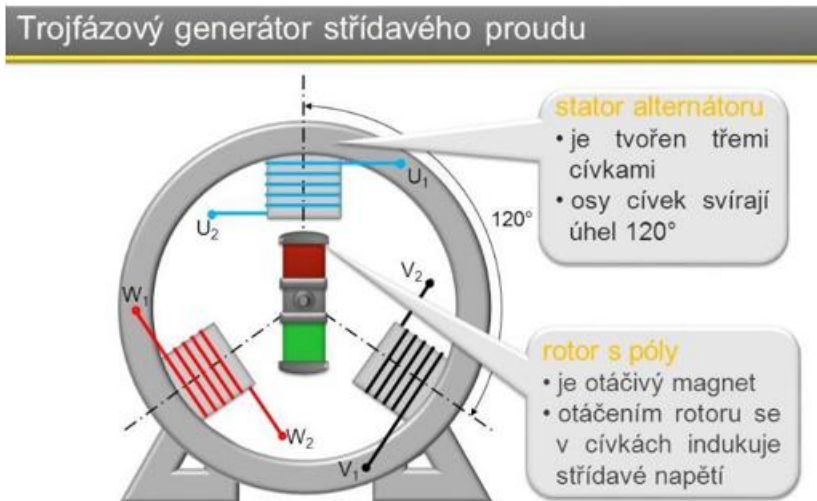


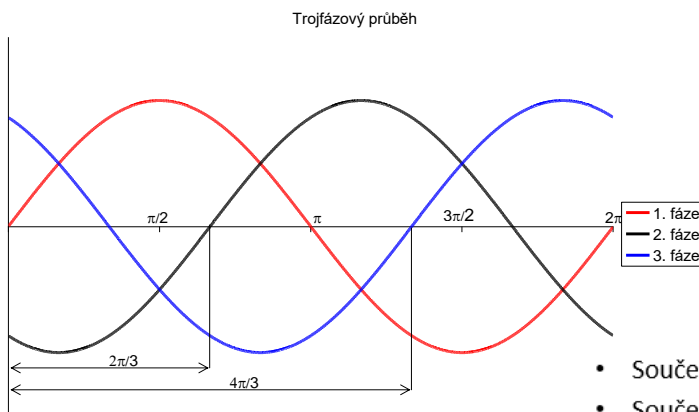
## Téma č. 14

### Trojfázová soustava, vznik, časový průběh, fázové a sdružené napětí, výkon, zatížení

- princip trojfázového generátoru, jednoduchý náčrt
  - Jednofázová soustava vznikne pohybem závitů (cívky) v konstantním magnetickém poli (trvalý magnet nebo elektromagnet).
  - Pro vznik trojfázové soustavy jsou v magnetickém poli tři cívky, které jsou natočeny o  $120^\circ$ .
  - Konstrukčně je jednodušší vyměnit rotující a pevnou část  $\Rightarrow$  tři cívky posunuté o  $120^\circ$  jsou pevné, stejnosměrné magnetické pole se otáčí.



- časový průběh trojfázového napětí, rovnice okamžitých hodnot, fázorový diagram



- Součet okamžitých hodnot napětí jednotlivých fází je roven 0
- Součet fázorů napětí jednotlivých fází je roven 0

1. fáze – průběh začíná z počátku
2. fáze – průběh je posunut o  $120^\circ$ .
3. fáze – průběh je posunut o  $240^\circ$ .

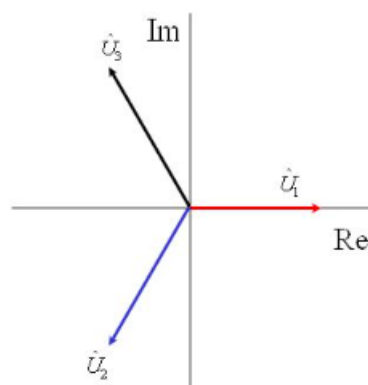
rovnice

$$u_1(t) = U \cdot \sin \omega t$$

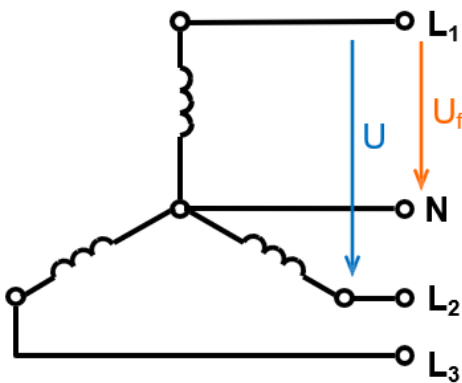
$$u_2(t) = U \cdot \sin (\omega t - 2\pi/3)$$

$$u_3(t) = U \cdot \sin (\omega t - 4\pi/3)$$

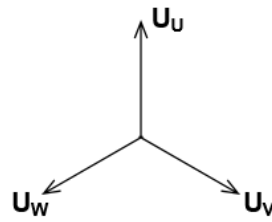
fázorový diagram



- zapojení do hvězdy – zdroj (nákres), napětí a proud
- vztah mezi sdruženým a fázovým napětím



Vztah mezi fázovým a sdruženým napětím

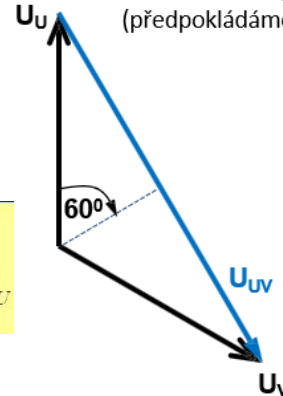


Zapojení do hvězdy může mít vyvedený střední vodič - N

Napětí mezi fázovým a středním vodičem – **fázové napětí  $U_f$**

Napětí mezi dvěma fázovými vodiči – **sdružené napětí  $U$**

Proud cívky – **fázový proud  $I$**  (předpokládáme všechny proudy stejné)



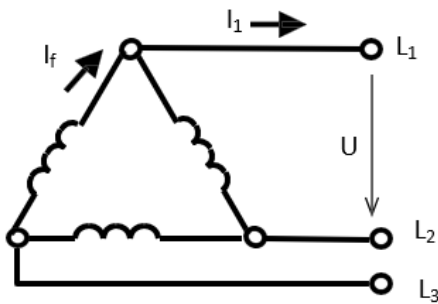
Sdružené napětí je dáno fázorovým **rozdílem** dvou fázových napětí

$$\hat{U}_{UV} = \hat{U}_U - \hat{U}_V$$

Odvození  $U_{UV}$ :

$$\sin(\pi/3) = \frac{U_{UV}}{2U_U} \Rightarrow U_{UV} = 2 * \frac{\sqrt{3}}{2} * U_U = \sqrt{3} * U_U$$

- zapojení do trojúhelníku – zdroj (nákres), napětí a proud
- vztah mezi sdruženým a fázovým proudem



Zapojení do trojúhelníku nemá vyvedený střední vodič - N

Soustava nemá fázové napětí

Napětí mezi dvěma fázovými vodiči a na cívkách – **sdružené napětí  $U$**

Proud cívky – **fázový proud  $I_f$**  (předpokládáme všechny proudy stejné)

Celkový (síťový) proud – **sdružený proud  $I$**

Sdružený proud je dán fázorovým rozdílem dvou fázových proudů

$$\hat{I} = \hat{I}_U - \hat{I}_V$$

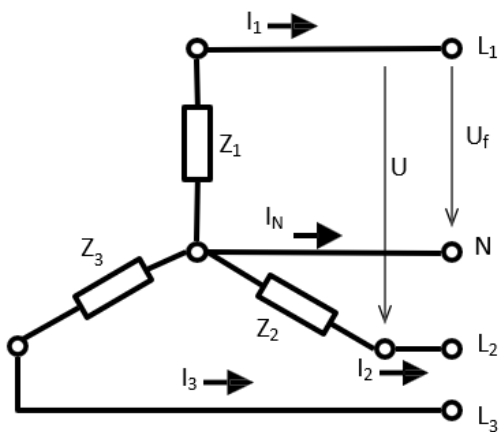
Odvození proudu je stejné jako u napětí v zapojení do hvězdy:

$$I = \sqrt{3} * I_f$$

Proud vinutím zdroje je dán zátěží

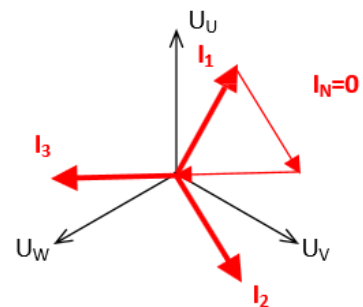
- symetrická zátěž – všechny proudy jsou stejné (motor, ...)
- nesymetrická zátěž – jednotlivé proudy jsou různé (1f spotřebiče)

- zapojení do hvězdy – spotřebič (náčrtek), fázorový diagram napětí a proudů při symetrické zátěži, proud středním vodičem



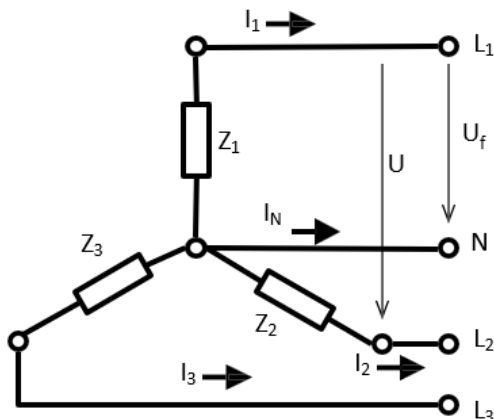
Při symetrické zátěži je fázorový součet proudů jednotlivých fází nulový  $\Rightarrow$  proud středním vodičem je nulový

$$\hat{I}_1 + \hat{I}_2 + \hat{I}_3 = 0$$



U trojfázových spotřebičů, které tvoří symetrickou zátěž (motory) neprochází středním vodičem žádný proud

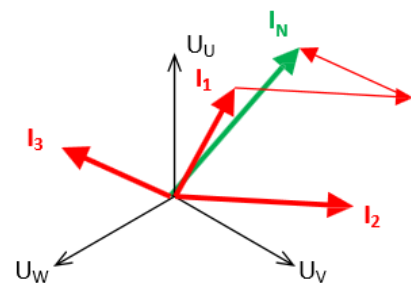
- nesymetrická zátěž, kdy vznikne a jaké jsou důsledky



Při nesymetrické zátěži prochází středním vodičem proud, který je dán fázorovým součtem dílčích proudů (musí být správně dimenzován).

$$\hat{I}_1 + \hat{I}_2 + \hat{I}_3 = \hat{I}_N$$

Proud středním vodičem by měl být co nejmenší (zapojení 1f. spotřebičů do různých fází).



Nesymetrická zátěž vznikne jednofázovým odběrem z třífázové soustavy. Způsobuje nesymetrii v síti, u spotřebičů snižuje výkon a životnost.

- činný výkon v jedné fázi, trojfázový činný výkon
- trojfázový jalový a zdánlivý výkon

Činný výkon v jedné fázi:  $P_f = U_f * I * \cos \varphi$

Trojfázový činný výkon –  $P_{3f}(W)$ :

$$P_{3f} = 3 * P_1 = 3 * U_f * I * \cos \varphi = \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi$$

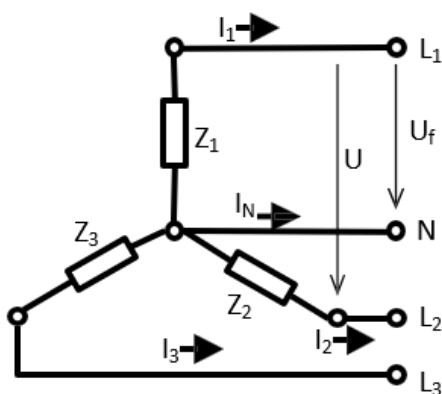
Trojfázový jalový výkon –  $Q_{3f}(\text{var})$ :

$$Q_{3f} = 3 * Q_1 = 3 * U_f * I * \sin \varphi = \sqrt{3} * U * I * \sin \varphi$$

Trojfázový zdánlivý výkon –  $S_{3f}(\text{VA})$

$$S_{3f} = 3 * S_1 = 3 * U_f * I = \sqrt{3} * U * I$$

- postup při určení trojfázového výkonu u nesymetrické zátěže



Předpoklad – stejná napětí

Výpočet dílčích proudů:

$$\hat{I}_1 = \frac{U_f}{\hat{Z}_1}; \hat{I}_2 = \frac{U_f}{\hat{Z}_2}; \hat{I}_3 = \frac{U_f}{\hat{Z}_3}$$

Výpočet dílčích výkonů:

$$\hat{S}_1 = \hat{U}_f^* * \hat{I}_1; \hat{S}_2 = \hat{U}_f^* * \hat{I}_2; \hat{S}_3 = \hat{U}_f^* * \hat{I}_3$$

Po úpravě:

$$\hat{S}_1 = P_1 + jQ_1; \hat{S}_2 = P_2 + jQ_2; \hat{S}_3 = P_3 + jQ_3$$

Celkový činný výkon:

$$P_{3f} = P_1 + P_2 + P_3$$

Celkový jalový výkon:

$$Q_{3f} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

(pozor na znaménka)