

4.7.1 Třífázová soustava střídavého napětí

Předpoklady: 4509, 4601, 4607

Opakování: naprostá většina elektrické energie se vyrábí pomocí elektromagnetické indukce, v magnetickém poli magnetu (stator) jsme otáčeli cívkou (rotor) \Rightarrow měnil se magnetický indukční tok v cívce \Rightarrow indukovalo se napětí, které jsme odebírali pomocí kartáčků z osy

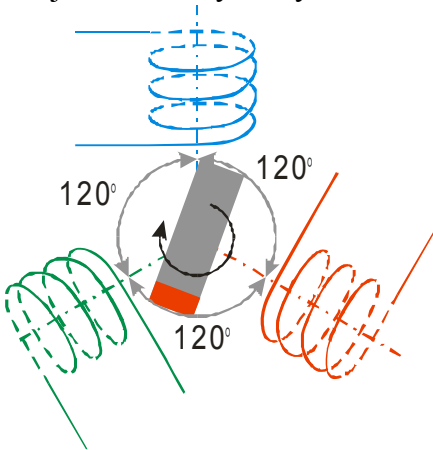
Alternátor v elektrárně se podstatně liší ve dvou ohledech:

- neotáčíme cívkou ale elektromagnetem \Rightarrow cívka, ve které se indukuje proud je umístěna ve statoru
- stator alternátoru jsou tři stejné cívky místo jedné

Př. 1: Navrhní důvody, které by mohly vést k umístění cívek do statoru namísto do rotoru.

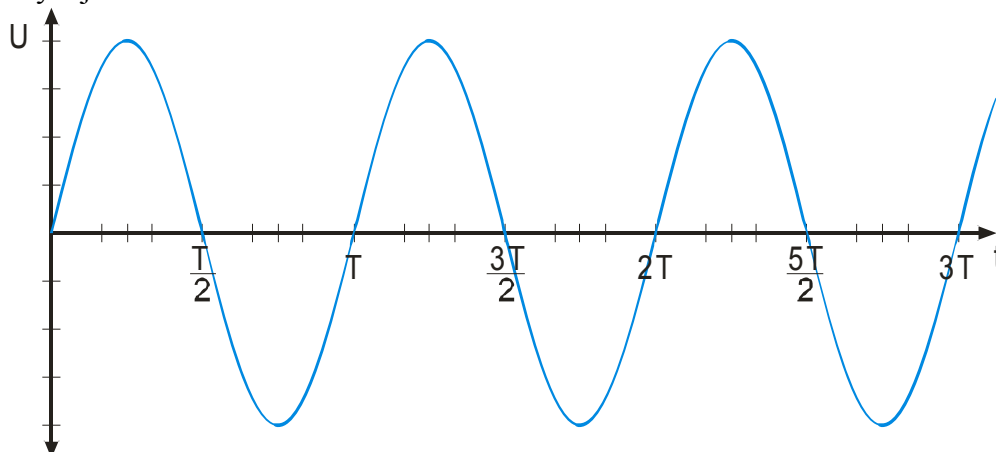
V alternátoru tečou velké proudy (chci vyrobit hodně energie), pokud by se cívka, kde se proudy indukují otáčela, musel bych vyrobený proud přenášet přes kartáčky \Rightarrow velké ztráty

Jak jsou umístěny cívky ve statoru?



jsou umístěny ve stejné poloze vůči rotoru, pouze jsou pootočeny o úhel 120° .

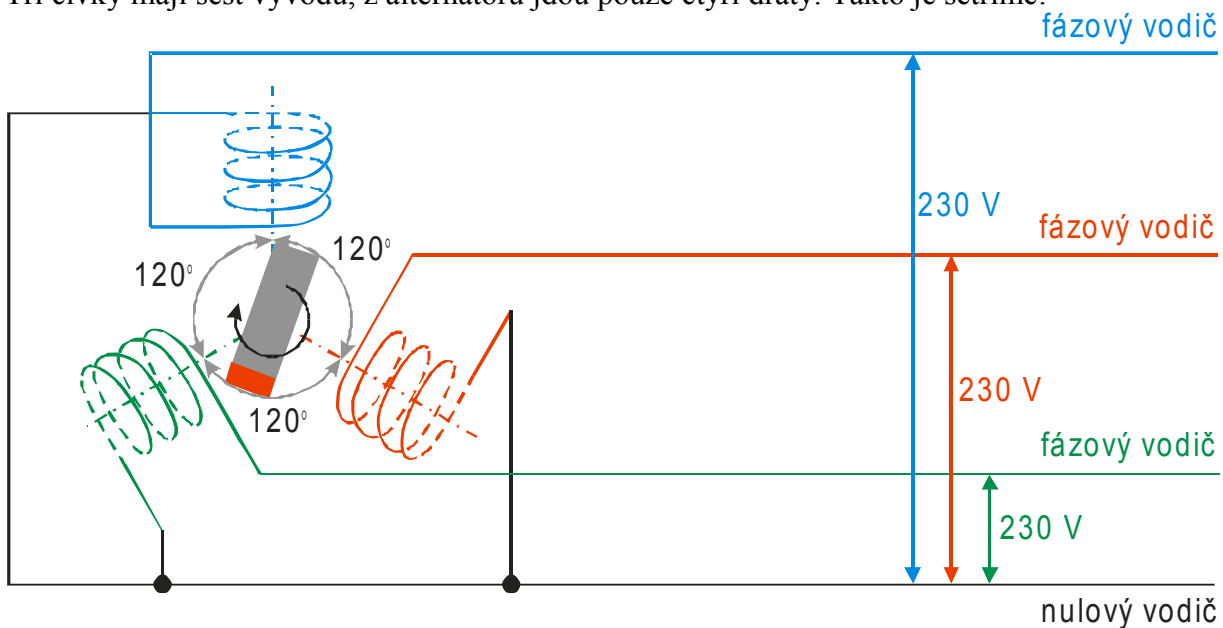
Př. 2: Na obrázku je nakreslen průběh napětí v modré cívce. Dokresli do obrázku průběh napětí na zbývajících cívkách.



Všechny cívky jsou stejné a jsou umístěny okolo stejného magnetu \Rightarrow průběh napětí bude na všech cívkách stejný, ale bude se lišit v posunutí v čase, průběhy budou vůči době zpožděné. Rozdíl mezi cívkami je třetina otáčky (120°) \Rightarrow magnet bude potřebovat třetinu periody T , aby se otočil od jedné cívky k druhé \Rightarrow průběhy budou navzájem posunuté o třetinu periody

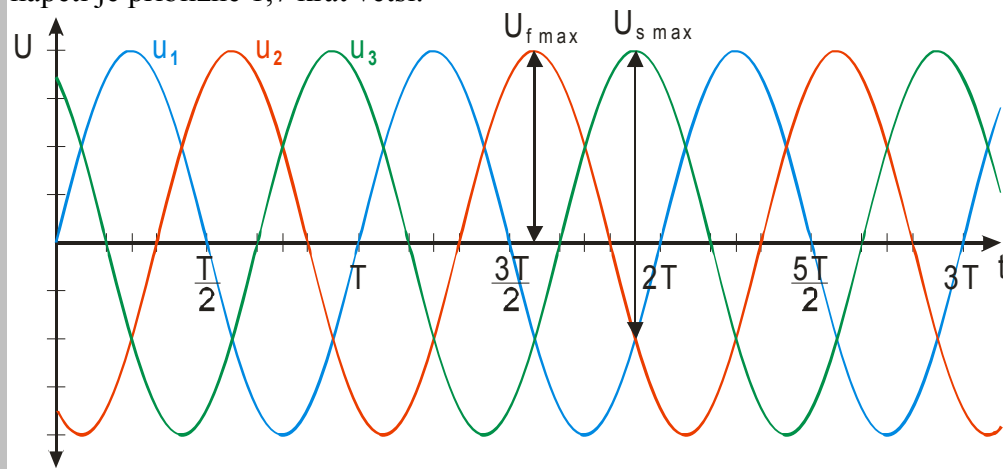
K čemu je to dobré?

Tři cívky mají šest vývodů, z alternátoru jdou pouze čtyři dráty. Takto je šetříme:



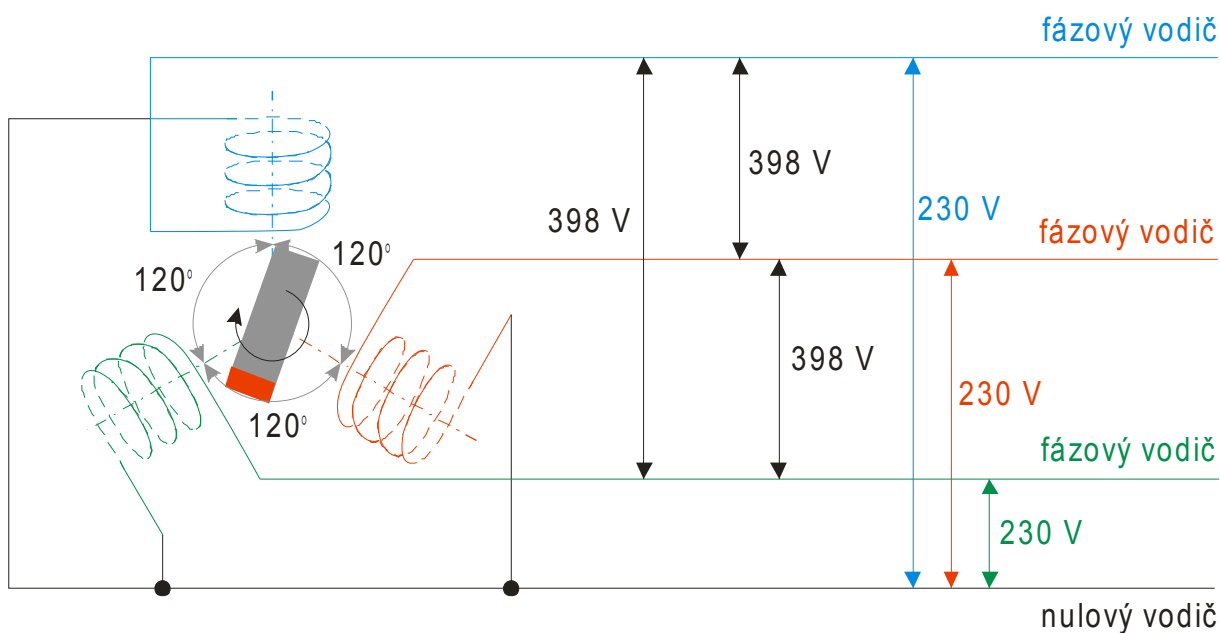
Př. 3: Sinusový průběh má nejen napětí indukované na jednotlivých cívkách (tedy napětí mezi fázovým a nulovým vodičem = **fázové napětí**), ale i napětí mezi dvěma fázovými vodiči (součet napětí na dvou indukovaných na dvou cívkách = **sdržené napětí**). Urči přibližně jeho efektivní hodnotu pokud efektivní hodnota fázového napětí je 230 V.

Například měřením můžeme zjistit, že amplituda (a tedy i efektivní hodnota) sdrženého napětí je přibližně 1,7 krát větší.



Přesným výpočtem bychom zjistili, že platí $U_s = \sqrt{3} \cdot U_f = \sqrt{3} \cdot 230 \text{ V} = 398 \text{ V}$

Obrázek zapojení alternátoru můžeme doplnit o další hodnoty napětí:

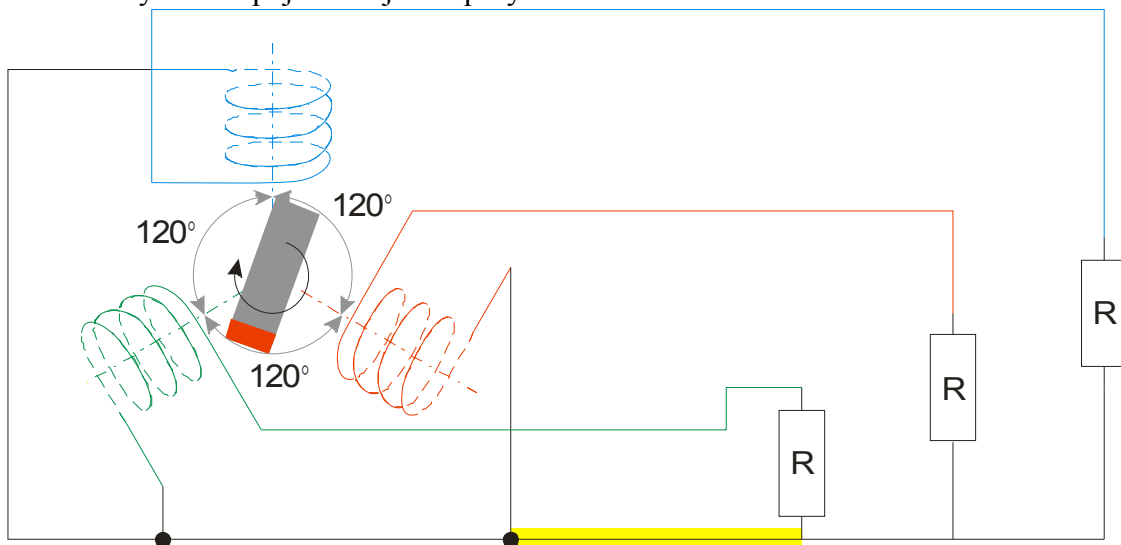


⇒ první výhoda: mám k dispozici dvě hodnoty napětí 230 V a 398 V

Dodatek: Ještě nedávno bylo fázové napětí 220 V a sružené 380 V (tato hodnota je známější).

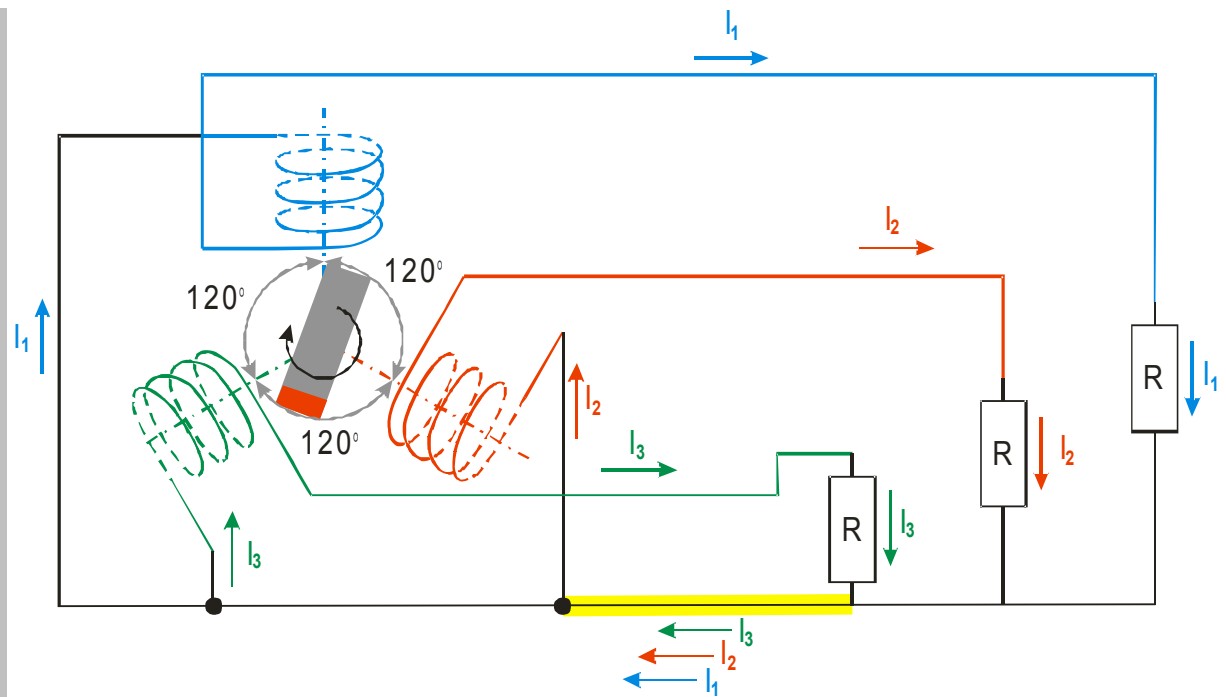
Je možné si ověřit (například z grafu), že pro okamžité hodnoty napětí platí v každém okamžiku $u_1 + u_2 + u_3 = 0$.

Na všechny fáze zapojíme stejné odpory:



Př. 4: Dokresli do obrázku proudy, které procházejí jednotlivými fázemi. Jaká hodnota proudu poteče ve žlutě vyznačené části nulového vodiče (vodič mezi alternátorem a spotřebičem)?

Na všech cívkách se indukují napětí se stejnou efektivní hodnotou, všechny odpory jsou stejné ⇒ platí $I_1 + I_2 + I_3 = 0$.



Efektivní hodnoty proudů jsou stejné. Okamžité hodnoty odpovídají okamžitým hodnotám indukovaného napětí na příslušné cívice \Rightarrow průběhy okamžitých hodnot proudů jsou jako u napětí stejné křivky posunuté o 120° \Rightarrow jejich součet stejně jako u součtu okamžitých hodnot napětí je nulový \Rightarrow žlutě označenou částí nulového vodiče by netekl žádný proud.

Ve skutečnosti nejsou nikdy odpory stejné \Rightarrow proudy nemají stejnou efektivní hodnotu \Rightarrow součet proudů v nulovém vodiči není přesně nulový, ale je podstatně menší než jsou jednotlivé proudy ve větvích.

\Rightarrow druhá výhoda: ušetřím dráty (místo šesti pouze čtyři) a drát na nulový vodič může být podstatně slabší (přenáší menší proudy)

\Rightarrow třetí výhoda: příští hodina

Jak je zapojena elektrina v domácnosti:

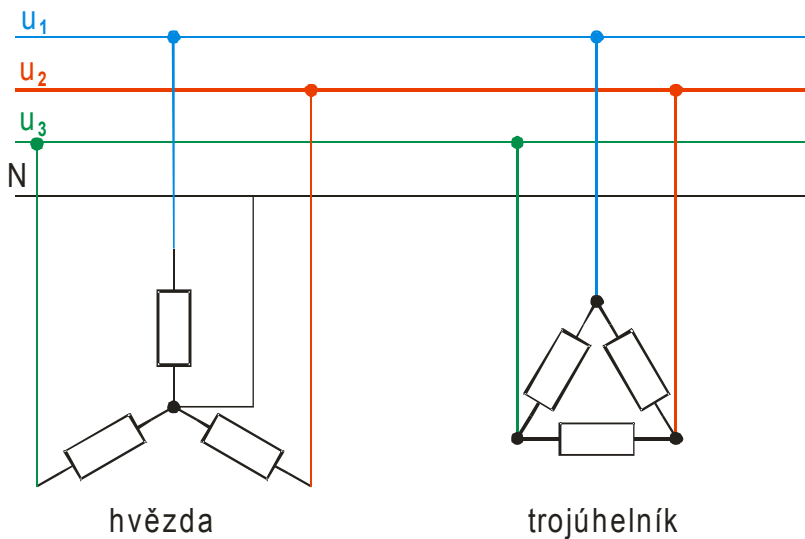
v normální zásuvce je vyvedena pouze jedna fáze (levá zdířka), nulový vodič (pravá zdířka) a ochranný vodič (kolík).

Snaha o rovnoměrné zatížení fází, aby v nulovém vodiči tekla, co nejmenší proud.

Některé spotřebiče s velkým výkonem (čerpadla, cirkulárky, stroje v továrnách) se připojují na všechny tři fáze (pětikolíková zásuvka: tři fáze, nulový vodič a ochranný vodič)

Existují dva způsoby zapojení:

- do hvězdy:
- do trojúhelníka:



Př. 5: Rozhodni, zda je výkon stroje větší při zapojení do hvězdy nebo při zapojení do trojúhelníka.

Větší výkon má přístroj při zapojení do trojúhelníka. V zapojení do trojúhelníka je připojený na sdružené napětí, které větší než fázové.

Shrnutí: V rozvodné síti se používá třífázové napětí se třemi stejnými, navzájem posunutými střídavými napětími.