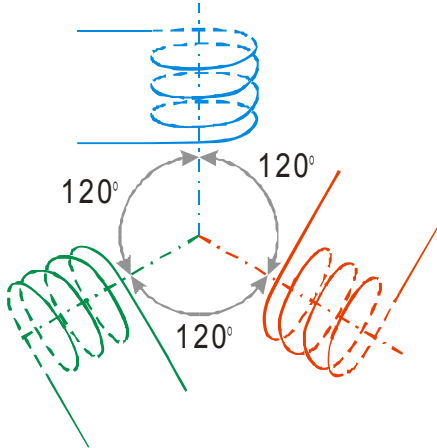


## 4.7.2 Elektromotory

**Předpoklady:** 4701, 4503, 4509

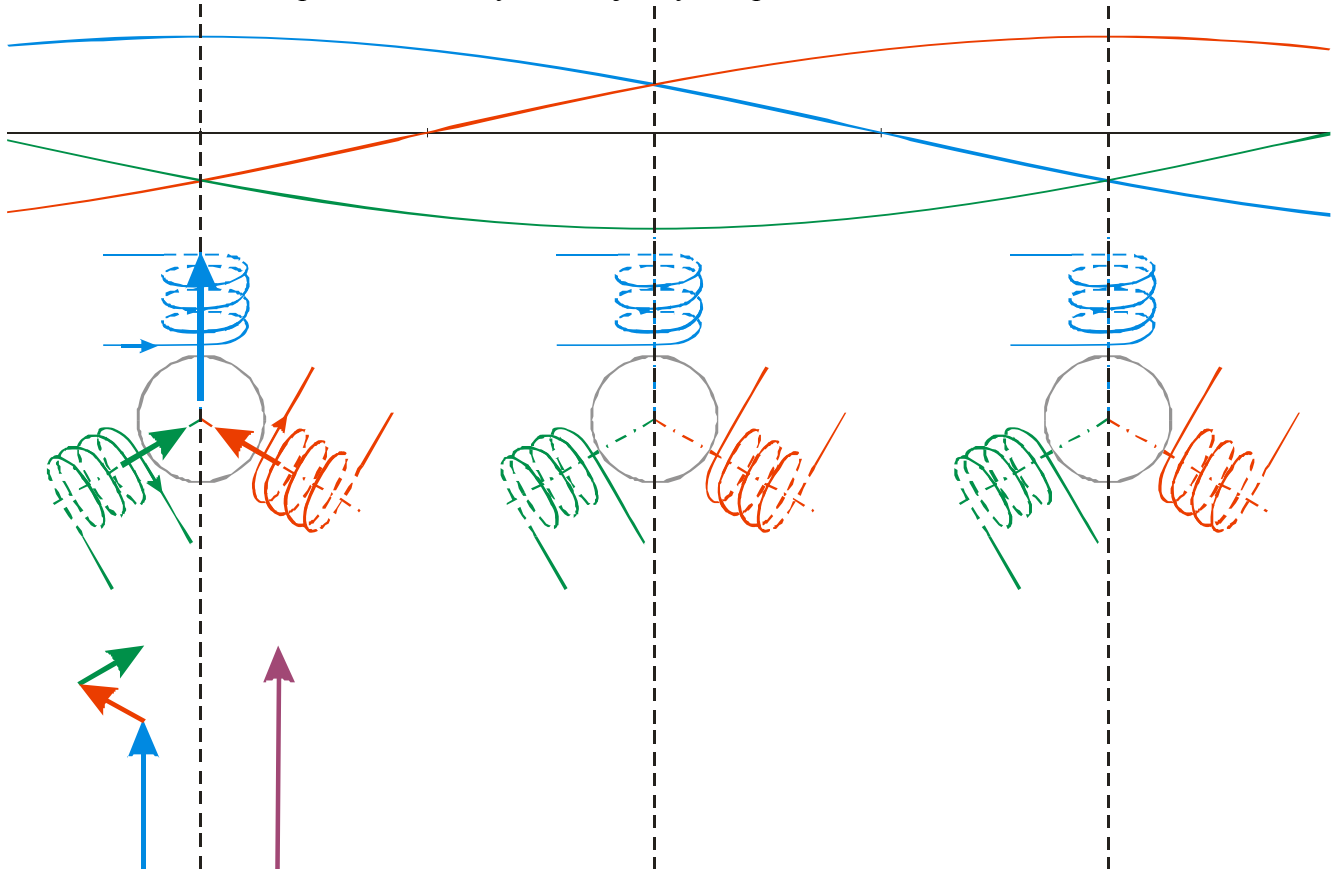
### Třífázové elektromotory



Stator třífázového alternátoru připojím k třífázovému napětí  $\Rightarrow$  cívkami začne procházet elektrický proud (se stejnou efektivní hodnotou, ale různě posunutý v čase)  $\Rightarrow$  každá cívka generuje střídavé magnetické pole (se stejnou maximální hodnotou, sinusovým průběhem, ale různě posunuté v čase)

Jak vypadá výsledné pole vzniklé součtem polí tří cívek?

Nakreslíme si obrázek pro tři okamžiky nastávající rychle po sobě:

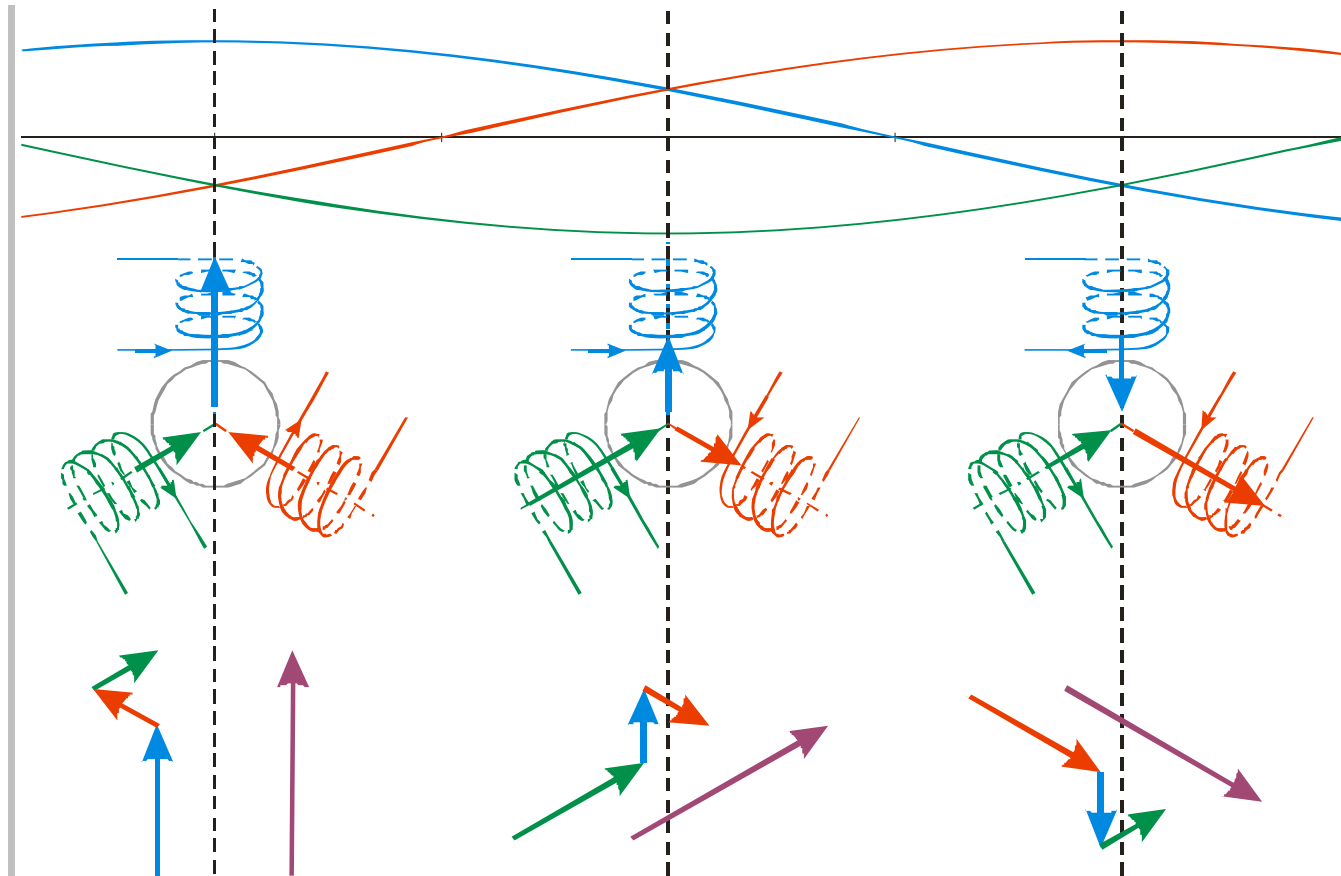


Nahoře máme graf okamžitých hodnot napětí.

Předpokládáme, že při kladné hodnotě napětí proud vtéká do cívky bližším vývodem  $\Rightarrow$  v červené

a zelené cívice má proud opačný směr než v modré (jejich okamžité napětí má opačnou polaritu). Cívky jsou stejné  $\Rightarrow$  magnetické pole, které vytvářejí je přímo úměrné okamžité hodnotě napětí (magnetické pole červené a zelené cívice je poloviční v porovnání s polem v modré cívice) Pod obrázkem pomocí vektorovým součtem zjistíme velikost a směr výsledného pole (fialová šipka).

**Př. 1:** Dokresli vektory magnetických polí i vektor výsledného magnetického pole pro zbývající dva okamžiky.



$\Rightarrow$  výsledné magnetické pole se otáčení uvnitř statoru stejně, jako se otáčel budící magnet v alternátoru (i s frekvencí 50 Hz) = vzniklo **točivé magnetické pole**, mohou využít pro konstrukci dvou druhů elektromotorů:

- rotor sestojím jako magnet  $\Rightarrow$  pole s magnetem otáčí  $\Rightarrow$  **trojfázový synchronní elektromotor** (vlastně jde o obrácený alternátor)  
synchronní = otáčí se stejnou rychlostí jako magnetické pole statoru  
málo používaný: je třeba ho roztočit, při větším výkonu bych musel v rotoru použít elektromagnet (a vést do něj obtížně elektrický proud)
- rotor sestojím jako zkratovanou cívku (říká se jí kotva nakrátko, často ani nevypadá jako cívka)  $\Rightarrow$  **trojfázový asynchronní elektromotor**  
asynchronní = otáčí se vždy pomaleji než pole ve statoru  
Proč se točí?  
připojím na stator trojfázový proud  $\Rightarrow$  vznikne točivé magnetické pole  $\Rightarrow$  ve stojící kotvě se mění magnetické pole  $\Rightarrow$  v kotvě se indukuje napětí, kotva je zkratována  $\Rightarrow$  prochází přes ní proud  $\Rightarrow$  kotva se stává magnetem  $\Rightarrow$  točivé pole s ní začne otáčet  
nejpoužívanější elektromotor na větší výkony (čerpadla, cirkulárky, motory v továrnách...)

**Př. 2:** Jak závisí síla asynchronního motoru na jeho otáčkách? Proč se asynchronní motor nikdy neotáčí stejně rychle jako točivé magnetické pole?

Motorem točí naindukovaný proud v kotvě.

Čím rychleji se rotor vzhledem k magnetickému poli otáčí, tím pomaleji se vůči němu mění magnetické pole statoru  $\Rightarrow$  v rotoru je menší indukovaný proud  $\Rightarrow$  rotor je slabší magnet  $\Rightarrow$  motor se točí menší silou

$\Rightarrow$  čím je otáčení rotoru pomalejší, tím větší proud se indukuje v kotvě  $\Rightarrow$  tím je motor silnější

Kdyby se kotva otáčela stejně rychle jako magnetické pole  $\Rightarrow$  magnetické pole se uvnitř kotvy nemění  $\Rightarrow$  v kotvě se neindukuje žádný proud  $\Rightarrow$  kotva není magnet a točivé magnetické pole na ni nepůsobí  $\Rightarrow$  zmizela síla, která ji roztáčela

chod asynchronního elektromotoru charakterizuje **skluz (s)**:  $s = \frac{f_p - f_r}{f_p}$  ( $f_p$  - frekvence otáčení pole,  $f_r$  - frekvence otáčení rotoru)

**Př. 3:** Urči frekvenci, se kterou otáčí rotor asynchronního elektromotoru, pokud je jeho skluz 5%.

Frekvence pole je 50 Hz  $\Rightarrow$  dosadím do vzorce, všechno znám

$$s = \frac{f_p - f_r}{f_p}$$

$$s \cdot f_p = f_p - f_r$$

$$f_r = f_p - s \cdot f_p = 50 - 0,05 \cdot 50 \text{ Hz} = 47,5 \text{ Hz}$$

Rotor asynchronního elektromotoru se otáčí s frekvencí 47,5 Hz.

### Výhody asynchronního motoru:

motor si sám nastavuje výkon podle zatížení

nemusíme do rotoru přivádět proud (s uhlíky jsou vždycky problémy)

### Nebezpečí:

Při zastavení motoru se indukuje v kotvě obrovský proud a motor může vyhořet  $\Rightarrow$  pokud se cirkulárka zasekne, musí se ihned vypnout

Velký proud prochází motorem také při zapnutí  $\Rightarrow$  zapíná se na hvězdu, běží na trojúhelník

### Stejnoseměrné elektromotory

činnost známe, magnetické pole se svislými indukčními čarami se snaží srovnat závit s proudem do vodorovné polohy, pokud v tomto okamžiku otočíme směr proudu v závitě, pole se snaží otočit závit o dalších 180°, pak opět prohodíme směr proudu a tak pořád dokola

zařízení na prohazování směru proudu se jmenuje **komutátor**

<http://www.walter-fendt.de/ph11e/electricmotor.htm>

všechny motory v počítači (větráky, HDD), většina motorů v hračkách

**Problém:** většina domácích spotřebičů (pračky, fény, mixéry, vrtačky ...) nepatří ani k jednomu z jmenovaných druhů. Jsou připojeny ke střídavému napětí, ale pouze k jedné fázi.

Dvě možnosti:

- **sériový (derivační) motor:** stejná konstrukce jako stejnosměrný motor, stator je konstruován jako elektromagnet, proud prochází sériově (paralelně) nejdřív elektromagnetem ve statoru a elektromagnetem v rotoru  $\Rightarrow$  nevadí, že se rotor kvůli střídavosti proudu přepólovává, protože se s ním přepóluje i stator (a tak se nic nemění), v běžné domácnosti nejpoužívanější typ (pračky, fény, mixéry, vrtačky ...)
- **asynchronní jednofázový elektromotor:** stator má pouze hlavní a pomocné vinutí, proud do pomocného vinutí se fázově zpožďuje například kondenzátorem

**Postřeh:** naprostá většina sériových i stejnosměrných motorů nemá komutátor složený ze dvou částí, komutátor je složený z většího sudého počtu kousků, na rotoru je více vinutí  
- normální stejnosměrný motor nezabírá v průběhu otočky stejně, záběr kolísá od nuly do maximální hodnoty  $\Rightarrow$  v průběhu otáčky přepínám mezi větším počtem cívek v rotoru tak, aby proud procházel tou, která je právě v poloze s největším záběrem  $\Rightarrow$  plynulejší chod motoru

**Shrnutí:** Točivé magnetické pole umožňuje sestavit asynchronní trojfázový elektromotor.