

Střídavý proud v energetice

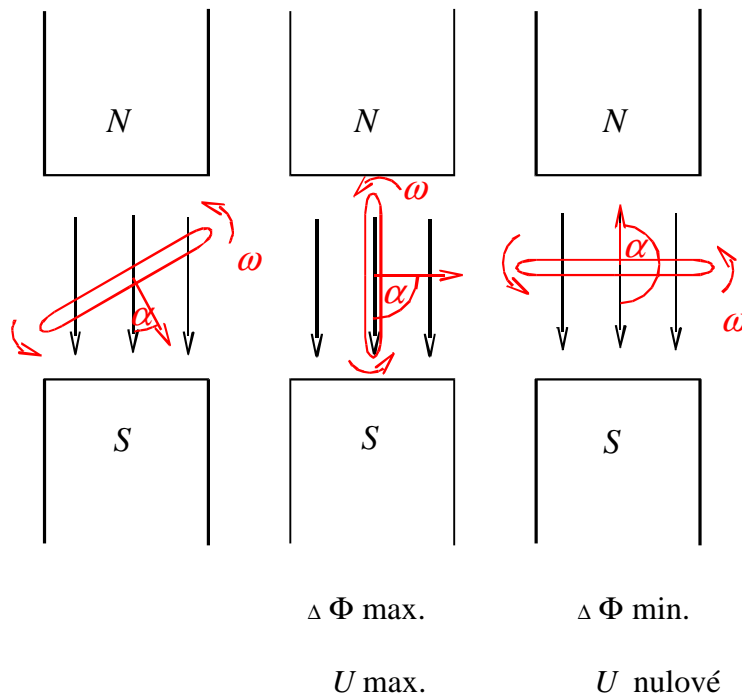
Generátory střídavého napětí = alternátory
 $f = 50 \text{ Hz}$

Generátory střídavého proudu

Pracují na principu Faradayova zákona elmg. indukce
 Generátor: rotor = cívka
 stator = perm. magnety

Schéma generátoru (magnet a vodivá smyčka):

Vodivá smyčka se otáčí v magnetickém poli úhlovou rychlostí ω a tím se mění magnetický indukční tok plochou smyčky.



$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$, $\alpha = \omega \cdot t$, $\alpha \dots$ úhel mezi \vec{B} a normálou plochy smyčky

$$U = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \rightarrow \boxed{u = U_m \sin \omega t}$$

$$U_m = B \cdot S \cdot \omega$$

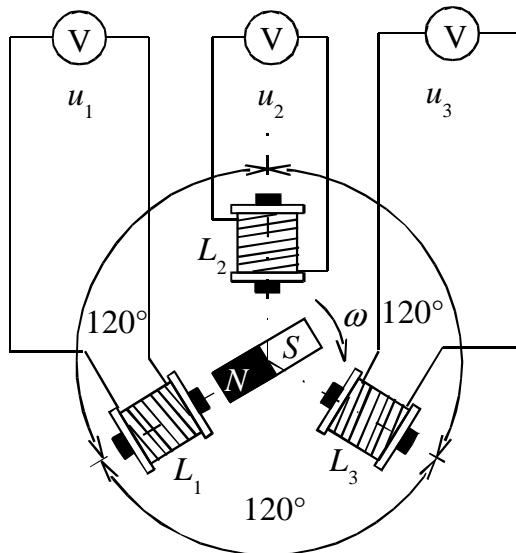
Častěji se používá jako rotor magnet a stator cívka – technicky jednodušší odebrat proud ze statoru než z rotoru.

Trojfázová soustava střídavých napětí

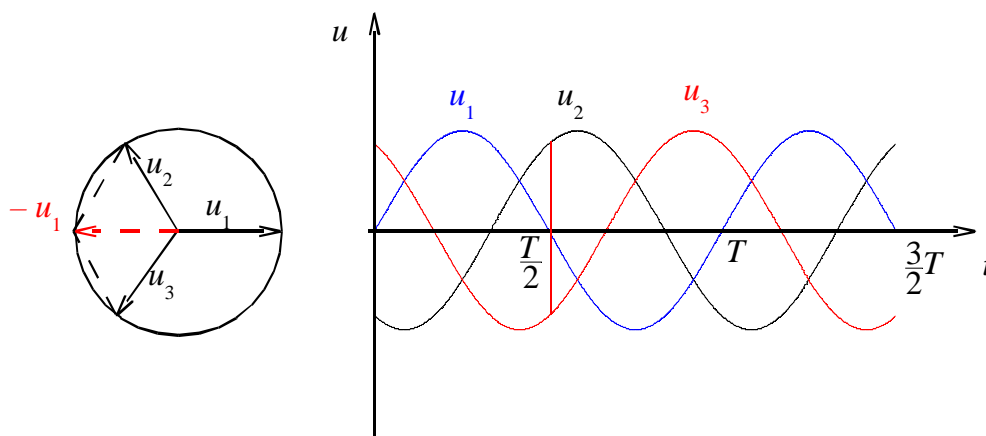
- tzv. trojfázový alternátor – v elektrárnách

Schéma alternátoru:

Stator – 3 cívky svírající vzájemný úhel 120° ; rotor – magnet



Indukovaná napětí na cívkách jsou fázově posunuta o $\frac{1}{3}$ periody:



Rovnice pro indukovaná napětí:

$$u_1 = U_m \sin \omega t$$

$$u_2 = U_m \sin \left(\omega t - \frac{2}{3} \pi \right)$$

$$u_3 = U_m \sin \left(\omega t - \frac{4}{3} \pi \right)$$

$$\begin{aligned} u_1 + u_2 + u_3 &= U_m \sin \omega t + U_m \left[\sin \omega t \cos \frac{2}{3} \pi - \cos \omega t \sin \frac{2}{3} \pi \right] + U_m \left[\sin \omega t \cos \frac{4}{3} \pi - \cos \omega t \sin \frac{4}{3} \pi \right] = \\ &= U_m \sin \omega t - \frac{1}{2} U_m \sin \omega t - \frac{\sqrt{3}}{2} U_m \cos \omega t - \frac{1}{2} U_m \sin \omega t + \frac{\sqrt{3}}{2} U_m \cos \omega t = \underline{\underline{0}} \end{aligned}$$

↑
z grafu i z fáz. diagramu

Alternátor je zdrojem tří napětí o frekvenci 50 Hz. Jednotlivá napětí jsou fázově posunuta o 120°.

Napětí se rozvádí pomocí čtyř vodičů:

3 fázové vodiče ... L_1, L_2, L_3

1 nulovací vodič ... N (N ... bývá uzemněn)

N ... připojen k uzlu ... spojení jednoho konce všech tří cívek do jednoho bodu

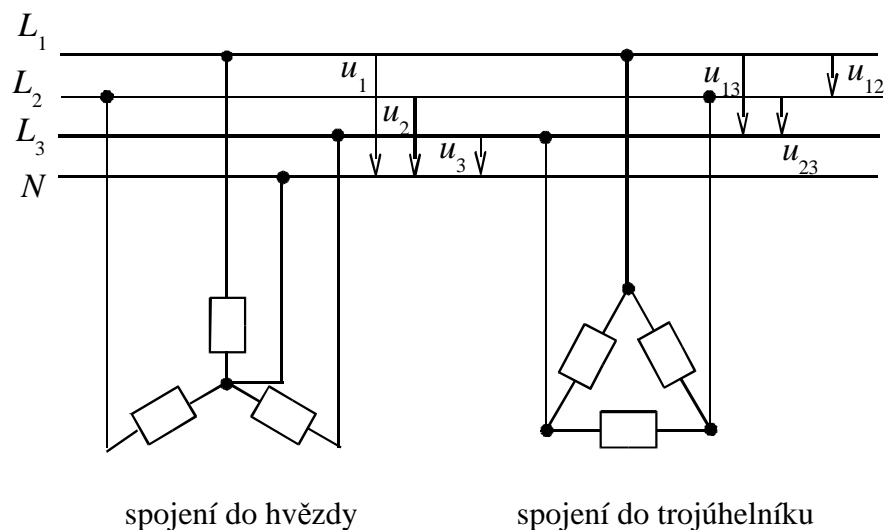
Mezi L a N získáme fázové napětí ($u_1, u_2, u_3 = 230\text{V}$)

Mezi L sdružené napětí ($u_{12} = u_{13} = u_{23} = 230\text{V} \cdot \sqrt{3} = 398\text{ V}$)

Spotřebiče se většinou připojí mezi L a N (pokud jsou spotřebiče stejného R , proud tekoucí nulovým vodičem je:

$$i_N = i_1 + i_2 + i_3 = (u_1 + u_2 + u_3) \frac{1}{R} = 0 \text{ A}$$

Elektromotory, transformátory, apod. – jejich el. obvod (př. vinutí) má tři stejné části, zapojené do hvězdy, nebo do trojúhelníku (viz obr.)

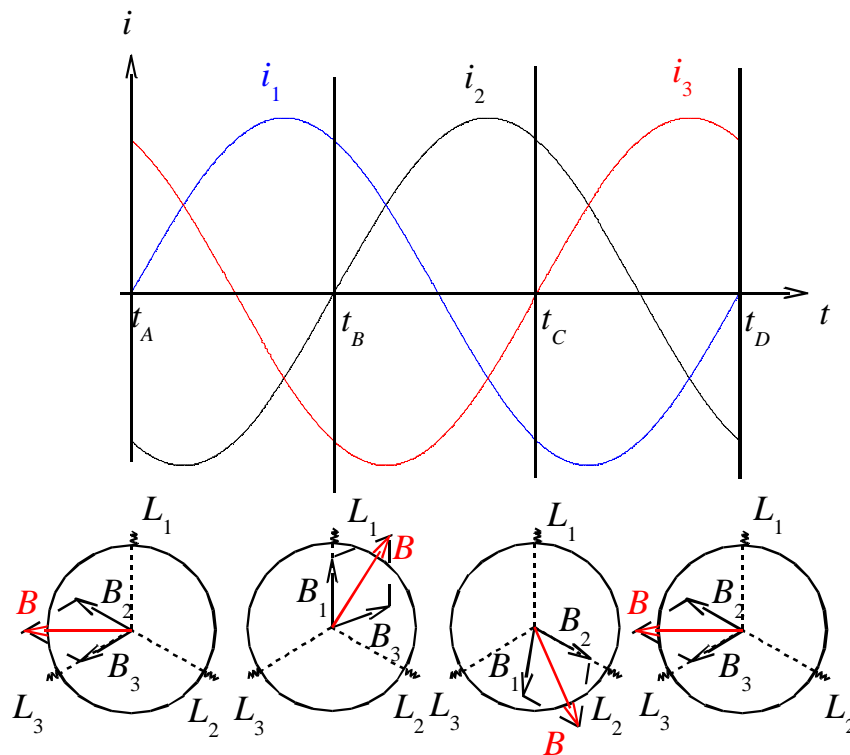


Při spojení do hvězdy jsou jednotlivé části spotřebiče připojeny k fázovému napětí (230 V), při spojení do trojúhelníku ke sruženému napětí (398 V).

Elektromotor na trojfázový proud

- princip elektromotoru – schéma stejné jako u trojfázového alternátoru – místo otáčení perm. magnetu se na cívky přivede trojfázové napětí z jiného zdroje \Rightarrow proud v cívkách vytváří točivé magnetické pole - vektor \vec{B} rotuje ve směru hod. ručiček a mgn. pole silově působí na magnet, ten se začne otáčet se stejnou frekvencí, jako je frekvence stříd. proudu

Časový diagram proudů v cívkách a tvar indukčních čar výsledného mgn. pole v různých časech:



rotor = kotva

Je – li kotvou perm. magnet, motor se nazývá synchronní.

V případě výkonnějších elektromotorů kotva bývá zhotovena z ocelových plechů s drážkami, kde jsou uloženy silné vodiče z hliníku nebo mědi, v čelech kotvy vodiče spojeny prstenci \rightarrow vinutí má podobu klece – klecové vinutí. Točivé mgn. pole cívek statoru indukuje ve vinutí kotvy velké proudy a kotva se roztočí ve směru rotace mgn. pole. Kotva se ale neotáčí stejnou frekvencí jako by se otáčel magnet. Při synchronním otáčení kotvy by bylo její vinutí v klidu vůči indukčním čarám, neindukoval by se proud a zanikla by příčina otáčení. Kotva se otáčí vždy s menší frekvencí, tj. asynchronně. \rightarrow trojfázový asynchronní elektromotor

Koná – li motor práci, bude se rotor otáčet pomaleji. Indukční čáry točivého mgn. pole protínají vodiče rotoru a jeho vinutím prochází tím větší indukovaný proud, čím pomalejší je jeho otáčení. Tím se zvyšuje otáčivý moment motoru.

Zavádí se tzv. skluz s :

f_p ... frekvence toč. pole

f_r ... frekvence kotvy

s ... skluz

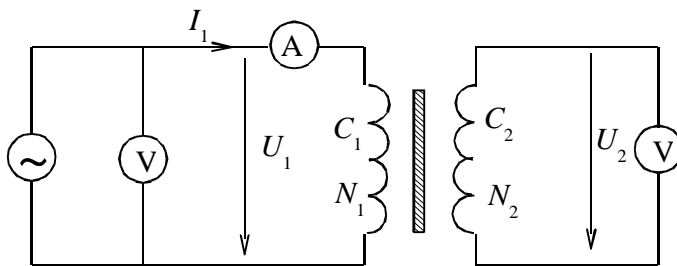
$$s = \frac{f_p - f_r}{f_p} \quad (\text{v praxi } s = 2 \% - 5 \%)$$

Transformátor

- zařízení, která přeměňují střídavé proudy a napětí na jiné hodnoty napětí a proudu stejné frekvence, princip je založen na elmg. indukci

Jednofázový transformátor

- 2 cívky – primární, sekundární - zasazené na společném uzavřeném jádře z měkké oceli



Střídavý proud přivedený do primární cívky C_1 vytváří v jádře proměnné mgn. pole \Rightarrow indukuje se na závitech cívek elektromotorické napětí:

$$U = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$U_1 = -N_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad U_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

N_1 – počet závitů primární cívky

N_2 – počet závitů sekundární cívky

Rovnice transformátoru:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = k \quad \dots \text{ transformační poměr}$$

transformace nahoru $k > 1$ $N_2 > N_1$

transformace dolů $k < 1$ $N_2 > N_1$

Zákon zachování energie:

příkon $P_1 =$ výkon P_2

$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

Proudy se transformují v opačném poměru.

Ve skutečnosti dochází při transformaci ke ztrátám energie (účinnost transf. 90 – 98 %).