

## 14 Elektrické stroje

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s oborem elektrické stroje, úvodem si je podle různých kritérií rozdělíme a pak vyhodnotíme jejich účinnost.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Definovat jednotlivé možnosti dělení strojů.
- Specifikovat ztráty v elektrických strojích.

### Klíčová slova



Dynamo, alternátor, ztráty.

Elektrické stroje přeměňují elektrickou energii působením elektromagnetické indukce.

### 14.1 Rozdělení elektrických strojů

Elektrické stroje dělíme podle několika kritérií:

- podle přeměny energie
  - generátory (mechanická energie → elektrická energie)
    - ss - dynamo
    - st - alternátor
  - motory (elektrická energie → mechanická energie)
  - měniče (elektrická energie → elektrická energie)
- podle pracovního napětí:
  - stejnosměrné
  - střídavé - 1 a 3 fázové
- podle principu, na jakém pracují:
  - transformátory
  - indukční (asynchronní)
  - synchronní
  - stejnosměrné
  - střídavé s komutátorem

## 14.2 Ztráty a účinnost elektrických strojů

V každém elektrickém stroji se část přiváděné energie mění v energii tepelnou, která se ve stroji nevyužije a představuje ztráty. Ztrátami je dána účinnost a ekonomické využití stroje.

Ztráty lze rozdělit:

- ztráty mechanické  $P_{\text{mech}}$  - jsou způsobené třením rotačních částí (ložiska, kartáče)
- ztráty v magnetickém obvodu, označované jako ztráty v železe  $P_{\text{fe}}$  – skládají se ze ztrát vířivými proudy  $P_v$  a hysterezních ztrát  $P_h$
- ztráty ve vinutí označovány jako Joulovy ztráty  $P_j$  – jsou způsobené průchodem proudu ve vinutí, v závislosti na odporu vodiče
- ztráty dodatečné  $P_d$  – jsou způsobeny vyššími harmonickými

Potom můžeme použít vztah k výpočtu účinnosti:

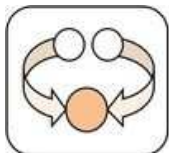
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - P_z}{P_1} = 1 - \frac{P_z}{P_1} \quad [-]$$

$P_1$ - příkon stroje

$P_2$  – výkon stroje

$P_z$  – ztráty stroje, dány součtem všech dílčích výše uvedených ztrát

### Shrnutí kapitoly



Elektrické stroje můžeme dělit podle různých kritérií. Podle přeměny energie rozlišujeme především generátory a motory. Podle principu, na jakém elektrické stroje pracují, se pak určí jejich základní využití. Každý stroj má své ztráty, ty se dělí do několika kategorií. Z poměru výkonu a příkonu určíme účinnost stroje.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Rozděl elektrické stroje podle přeměny energie.
- 2) Rozděl stroje podle principu, na jakém pracují.
- 3) Vyjmenuj a specifikuj jednotlivé druhy výkonových ztrát.

## 15 Hlavní části elektrických strojů

### Obsah hodiny



V této hodině se zaměříme na jednotlivé části elektrických strojů.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vyjmenovat hlavní části strojů.
- Popsat jednotlivé části strojů.

### Klíčová slova



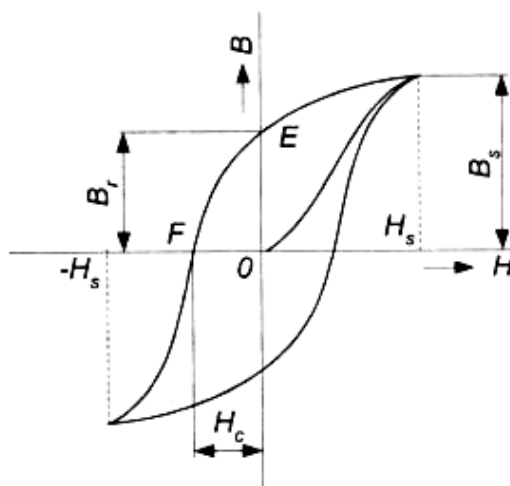
Magnetický obvod, vinutí, izolace.

Hlavní části všech elektrických strojů jsou tři:

- **magnetický obvod**

Je naskládán z dynamových nebo transformátorových plechů tloušťky 0,35-0,5mm, které jsou navzájem od sebe izolovány např. papírem, lakem nebo oxidem, abychom tak zamezili vzniku ztrát vířivými proudy. Další možné ztráty, které známe, jsou hysterezní ztráty. Ty souvisejí s plochou hysterezní smyčky daného materiálu magnetického obvodu. Abychom je omezili, potřebujeme materiál magnetický měkký s úzkou hysterezní smyčkou. Toho se docílí přidáním křemíku.

Pro připomenutí, zde je tvar hysterezní smyčky:



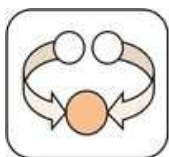
- **vinutí elektrických strojů**

Pro vinutí strojů se používají především vodiče o velké elektrické vodivosti. Nejpoužívanější je tedy elektrolytická měď, která je buď tvrdá tam, kde je nutná velká mechanická pevnost např. komutátor, nebo měkká pro vinutí strojů. Jako další používaný materiál je hliník, který má sice mechanické a elektrické vlastnosti horší než měď, ale má menší měrnou hmotnost. Využívá se především pro vinutí indukčních strojů s kotvou nakrátko, které se vyrábí formou tlakového lití.

- **izolace vodičů**

Izolace vodiče elektrického stroje má vodič izolovat proti magnetickému obvodu, v němž je uložen, proti sousedním vodičům a jiným neaktivním částem. Životnost elektrického zařízení závisí hlavně na jakosti a trvanlivosti použité izolace. Za obvyklých podmínek se předpokládá, že vydrží izolace 20 let. Trvanlivost materiálů používaných na izolace závisí na mnoha činitelích, ale z těchto činitelů je nejdůležitější teplota. Používáme na vinutí smaltované vodiče, které bývají dvakrát opředeny bavlnou. Pro vyšší teploty se k opředení používá skelného vlákna.

### **Shrnutí kapitoly**



Každý elektrický stroj se skládá ze tří základních částí. Magnetického obvodu, který je naskládán z plechů, vzájemně izolovaných. Vinutí navinutého na magnetickém obvodě, nejčastěji z mědi. Izolace vodičů, která musí vodič dobře izolovat od magnetického obvodu, sousedního vodiče a ostatních neaktivních částí.

### **Kontrolní otázky a úkoly**



- 1) Vyjmenuj tři základní části strojů a stručně je popiš.
- 2) Co je to hysterezní smyčka.

## 16 Transformátory

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s jediným netočivým strojem - transformátorem.

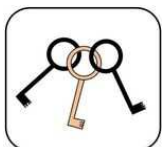
### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit princip transformátoru.
- Specifikovat složení transformátoru.

### Klíčová slova



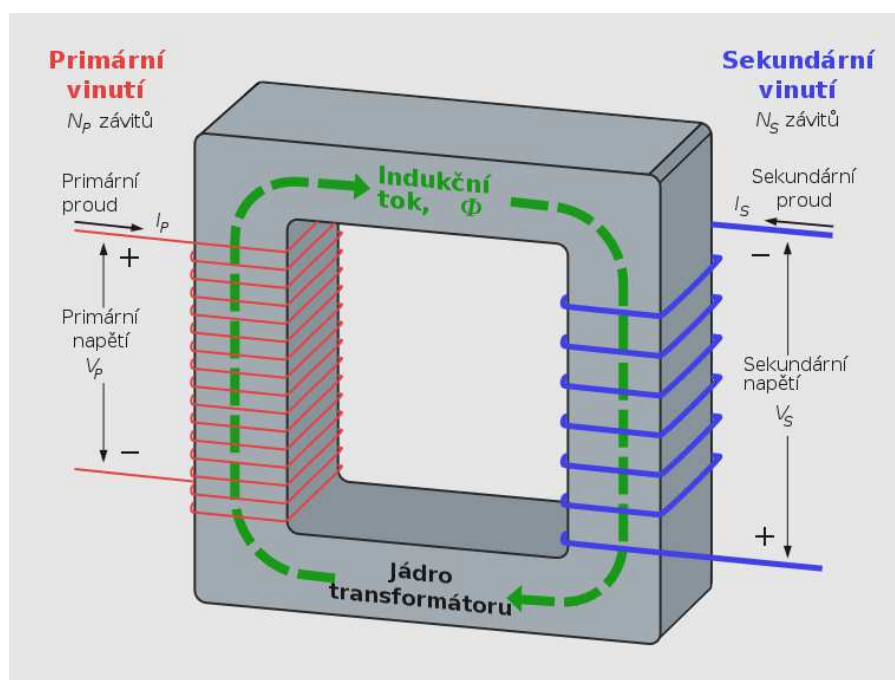
Transformátor,  $\Delta\Phi/\Delta t$ .



### Definice

Transformátor je netočivý elektrický stroj, který se používá ke změně střídavého napětí při stálém kmitočtu.

### Princip transformátoru:

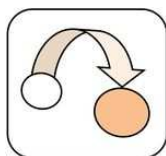


- na magnetickém obvodu jsou navinuty dvě cívky (primární, sekundární) s různým počtem závitů  $N_1, N_2$
- protéká-li primární cívkou se závitů  $N_1$  střídavý proud  $i_1$ , vyvolá to v obvodu magnetický tok  $\Phi$ , který se bude v čase měnit a tato časová změna  $\Delta\Phi/\Delta t$  naindukuje na svorky sekundární cívky se závitů  $N_2$  napětí  $u_2$
- bude-li k sekundárním svorkám připojena zátěž, bude obvodem procházet proud  $i_2$
- převod transformátoru p nám pak určuje změnu vstupního na výstupní napětí

$$p = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad [-]$$

## 16.1 Složení transformátoru

- Magnetický obvod – skládá se z jader a spojek, je to uzavřený obvod, bez vzduchových mezer, složený z transformátorových plechů.
- Vinutí – je navinuto na magnetickém jádře, vždy 1 jádro představuje jednu fázi, obvykle se navíjí cívka nižšího a na ní cívka vyššího napětí.
- Nádoba – v ní je uložen magnetický obvod s vinutím. Chlazení vinutí je v nádobě zajištěno cirkulujícím vzduchem, častěji olejem. Je důležité, aby nádoba byla dokonale naplněna olejem, proto je na transformátoru umístěna dilatační nádoba s olejoznakem. Pro lepší odvod tepla je nádoba upravena to tvaru chladících žeber a trubek. Pro lepší manipulaci je ke dnu připevněn podvozek.
- Víko – uzavírá se s ním transformační nádoba a jsou na něm umístěny další přístroje. Najdeme na něm průchodky, na které jsou vyvedené konce cívek. Je tam přepínač odboček, který umožňuje minimálně hrubé řízení napětí  $\pm 5\%$ . Jako ochranný prvek je na něm plynové relé, které zajišťuje odpojení transformátoru při poruše.

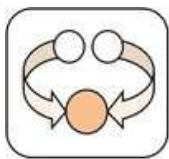


### **Příklad**

Průřez třífázovým transformátorem.



### Shrnutí kapitoly



Transformátor je elektrický netočivý stroj, který mění velikost napětí ve střídavé síti při stálé frekvenci. Skládá se ze čtyř základních částí. Magnetického obvodu, který je složený s plechů. Vinutí, které je navinuté na magnetickém jádře. Nádob, ve které je magnetický obvod s vinutím uložen a víka, na kterém jsou další přístroje.

### Kontrolní otázky a úkoly



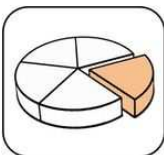
- 1) Definuj funkci transformátoru.
- 2) Popiš funkci transformátoru.
- 3) Specifikuj základní části transformátoru.

### Otázky k zamyšlení



- 1) Může transformátor pracovat na stejnosměrný proud?

### Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Transformátory, s. 21-146
- [2] *Wikipedie* [online]. 2011 [cit. 2011-08-06]. Transformátory. Dostupné z WWW:  
<<http://sk.wikipedia.org/w/index.php?title=Transform%C3%A1tor&action=history>>

## 17 Třífázové transformátory

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s třífázovými transformátory.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit možnosti spojení třífázového transformátoru.
- Definovat pojem hodinový úhel.

### Klíčová slova



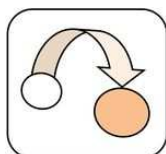
Hvězda, trojúhelník, lomená hvězda, hodinový úhel.

- Jednotlivé fáze vstupního a výstupního vinutí třífázového transformátoru můžeme mezi sebou spojovat do hvězdy, trojúhelníka a lomené hvězdy.
- Zapojení na jednotlivých stranách označujeme:

Spojení /strana	vyššího napětí	nižšího napětí
hvězda	Y	y
trojúhelník	D	d
lomená hvězda	Z	z

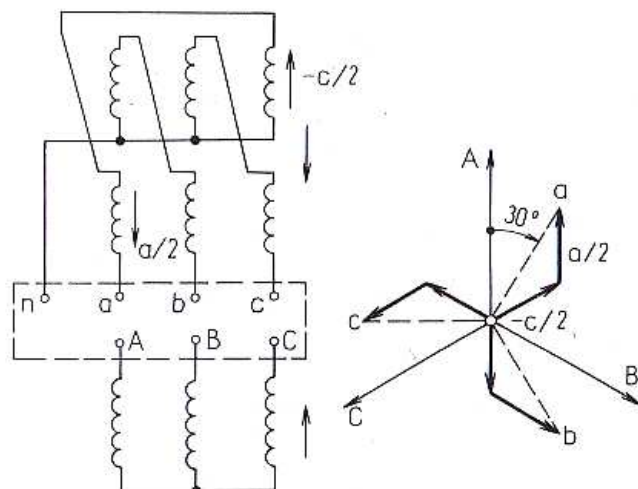
- spojení lze mezi sebou kombinovat
- dalším charakteristickým údajem o zapojení vinutí je hodinový úhel, který udává fázový posun mezi fázorem vstupního a výstupního napětí v hodinách,  $1h = 30^\circ$
- nejpoužívanější zapojení jsou: Yy0, Dy1, Yd1, Yz1



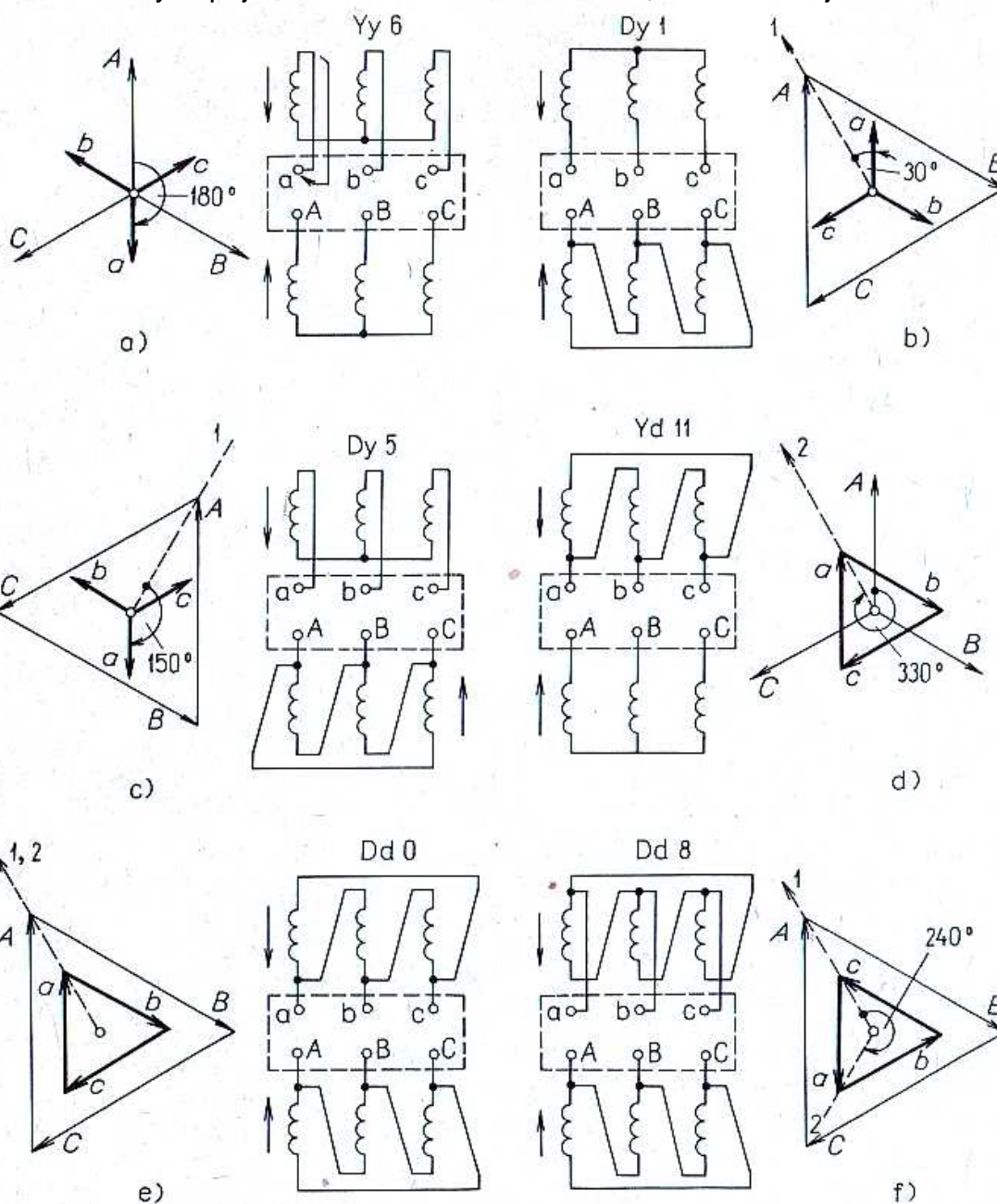


### Příklad

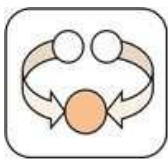
Příklad zapojení třífázového transformátor do lomené hvězdy Zy1:



Příklady zapojení třífázového transformátoru, hvězda a trojúhelník:



### Shrnutí kapitoly



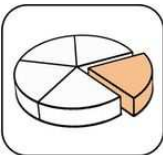
Vinutí třífázového transformátoru můžeme spojovat do hvězdy, trojúhelníka a lomené hvězdy. Hodinový úhel uvádí fázový posun mezi fázorem vstupního a výstupního napětí stejné fáze.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Jaké máme možnosti zapojení třífázového transformátoru.
- 2) Co určuje hodinový úhel?
- 3) Které zapojení se nejvíce používá?
- 4) Nakresli libovolné spojení třífázového transformátoru.

### Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Transformátory, s. 62-76

## 18 Úvod do točivých strojů I

### Obsah hodiny



V této hodině si připomeneme základní pravidla magnetického pole a elektromagnetické indukce.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit Ampérovo pravidlo.
- Vysvětlit Flemingovo pravidlo.
- Definovat Lorentzovou sílu.

### Klíčová slova



Ampérovo pravidlo, Flemingovo pravidlo, Lorentzova síla.

Na úvod točivých strojů je třeba si zopakovat základní pravidla magnetického pole a elektromagnetické indukce.

### 18.1 Ampérovo pravidlo

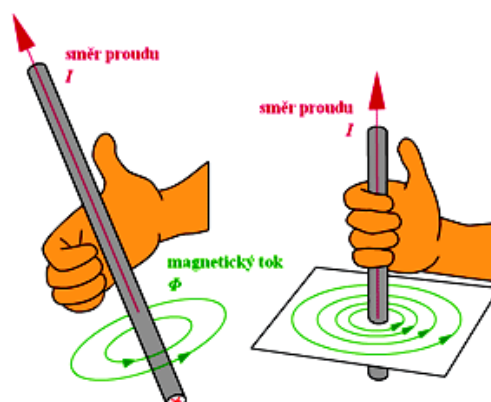
Kolem vodiče, kterým protéká elektrický proud, vzniká magnetické pole. Magnetické pole magnetů a proudových vodičů zobrazujeme pomocí magnetických indukčních čar. Směr indukčních čar nám určuje Ampérovo pravidlo.



#### Definice

##### Ampérovo pravidlo pravé ruky

Uchopíme-li vodič do pravé ruky tak, aby palec ukazoval směr proudu ve vodiči, pak prsty ukazují orientaci magnetických indukčních čar (magnetického toku  $\Phi$ ).



## 18.2 Flemingovo pravidlo

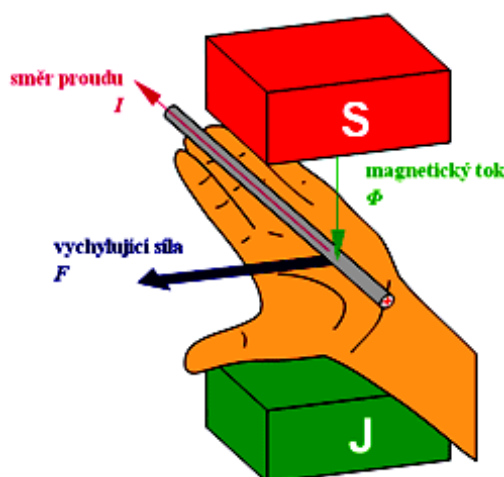
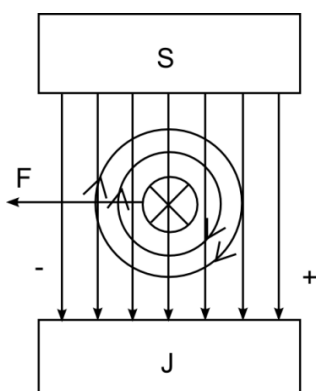
Vložíme-li vodič, kterým prochází proud, do magnetického pole magnetů (pole se zobrazuje indukčními čarami, které směřují od severního pólu k jižnímu), pak se jejich magnetická pole budou spojovat. Na jedné straně se budou siločáry zhušťovat, pole zesílí, protože jednotlivá pole vodiče i magnetu mají stejný směr. Na druhé straně siločáry zřídnou, pole se zeslabí, protože jednotlivá magnetická pole mají opačný směr. Proto bude vodič vytlačován silou  $F$  z místa pole s větší indukcí do místa s menší indukcí. Směr síly nám určí Flemingovo pravidlo.



### Definice

#### Flemingovo pravidlo levé ruky (motorové pravidlo)

Nastavíme-li levou ruku tak, aby indukční čáry magnetického pole vstupovaly od severního pólu kolmo do dlaně a natažené prsty ukazovaly směr proudu ve vodiči, pak vztyčený palec ukazuje směr síly  $F$  vychylující vodič.



## 18.3 Lorentzova síla

Síla, kterou je vodič z magnetického pole vytlačován, se nazývá Lorentzova síla.

Lorentzova síla  $F$  je tolikrát větší, kolikrát větší je magnetická indukce pole  $B$ , kolikrát větší je náboj  $Q$  a kolikrát větší je rychlost jeho pohybu  $v$ :

$$F = B \cdot Q \cdot v \quad [\text{N, T, C, m/s}]$$

$$\text{Dosadíme-li za } Q \text{ a } v: \quad Q = I \cdot t \quad [\text{C, A, s}] \quad v = \frac{l}{t} \quad [\text{m/s, m, s}]$$

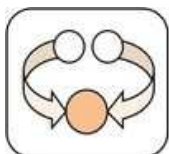
$$\text{Dostaneme vztah: } F = B \cdot I \cdot l \quad [\text{N, T, A, m}]$$

Nachází-li se současně více vodičů (závitů) v magnetickém poli a teče jimi stejný proud stejného směru, je celková síla rovna součtu sil působící na jednotlivé vodiče:

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot z \text{ [N, T, A, m]}$$

Lorentzova síla působí jen na tu část vodiče, která leží v magnetickém poli. Této části vodiče říkáme účinná délka vodiče.

### Shrnutí kapitoly



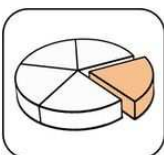
Ampérovým pravidlem pravé ruky určíme směr siločar vodiče, kterým prochází proud. Flemingovým pravidlem levé ruky (motorovým pravidlem) určíme směr síly vytlačující vodič z magnetického pole. Lorentzova síla nám určuje, jak velkou silou je vodič vytlačován ven z magnetického pole.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Vysvětli Ampérovo pravidlo pravé ruky.
- 2) Vysvětli Flemingovo pravidlo.
- 3) Jak vypočteme Lorentzovu sílu?

### Literatura



- [1] NOVÁK, PH.D., RNDr. Ivo. *ICT v učivu elektromotorů na SŠ* [online]. Ostrava: Ostravská univerzita, 2008 [cit. 2011-08-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.emotor.cz/>>

## 19 Úvod do točivých strojů II

### Obsah hodiny



V této hodině si připomeneme základní pravidla magnetického pole a elektromagnetické indukce.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit působení magnetického pole na proudovou smyčku.
- Vysvětlit vznik točivého magnetického pole.

### Klíčová slova

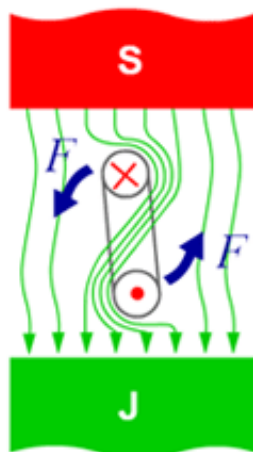


Proudová smyčka, točivé magnetické pole.

### 19.1 Proudová smyčka v magnetickém poli

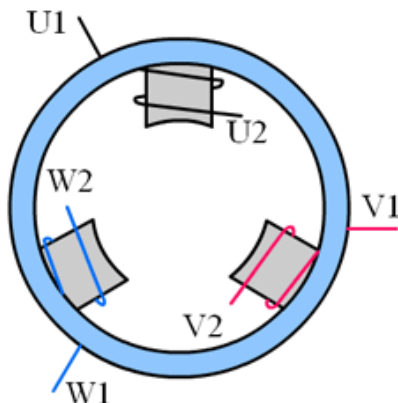
Proud procházející cívkou s jedním závitem (smyčkou) vytváří magnetické pole, které lze zobrazit jako magnetické pole dvojice vodičů kolmých ke směru pole. Tato pole vytváří s magnetickým polem magnetu výsledné magnetické pole. Síly  $F$  vychylující části závitů (smyčky) vytvářejí otáčivý moment  $M$ , který se při větším počtu závitů násobí jejich počtem:

$$M = F \cdot d \text{ [Nm, N, m]}$$



## 19.2 Vznik točivého magnetického pole

Točivé magnetické pole vzniká při třífázovém napájení kruhově uspořádaného třífázového vinutí. Každé vinutí vytváří střídavé magnetické pole, které se skládá do výsledného točivého magnetického pole.



V případě třífázového napájení tří cívek (se začátky vinutí U1, V1, W1 a konci vinutí U2, V2, W2) vzájemně natočených o 120° vzniká točivé dvoupólové magnetické pole, které se otočí během jedné periody třífázového proudu o jednu otáčku. Dvoupólové magnetické pole = jedna pólová dvojice.

*(jedna fáze = jedna cívka = dva póly = 1pólová dvojice = točivé dvoupólové magnetické pole)*

V případě šesti cívek vzájemně natočených o 60° vzniká točivé čtyřpólové magnetické pole, které se otočí během jedné periody třífázového proudu o půl otáčky. Čtyřpólové magnetické pole = dvě pólové dvojice.

*(jedna fáze = dvě cívky = čtyři póly = 2pólové dvojice = točivé čtyřpólové magnetické pole)*

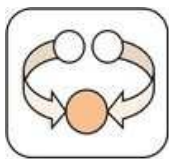
Otáčky točivého magnetického pole  $n_s$  jsou určeny frekvencí elektrické sítě  $f$  a počtem pólů trojfázového vinutí (pólových dvojic  $p$ ):

$$n_s = \frac{f}{p} \quad [\text{ot/s, Hz, -}]$$

V technické praxi se používá:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \quad [\text{ot/min, Hz, -}]$$

### Shrnutí kapitoly



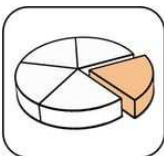
Proudová smyčka (závit) se v magnetickém poli začne otáčet, protože síla působící na každou část závitu má opačný směr. Točivé magnetické pole vznikne napájením posunutých cívek třífázovým proudem, podle počtu cívek vzniká několika pólové točivé magnetické pole.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Vysvětli působení magnetického pole na proudovou smyčku.
- 2) Jakým proudem musí být napájeny posunuté cívky, aby vzniklo točivé magnetické pole?
- 3) Kolika pólové točivé magnetické pole vznikne při 3 a při 6 cívkách a proč?

### Literatura



- [1] NOVÁK, PH.D., RNDr. Ivo. *ICT v učivu elektromotorů na SŠ* [online]. Ostrava: Ostravská univerzita, 2008 [cit. 2011-08-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.emotor.cz/>>



## 20 Asynchronní (indukční) stroje

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s principem asynchronních (indukčních) strojů.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit princip roztočení třífázového motoru.
- Objasnit název asynchronní popř. indukční stroj.

### Klíčová slova

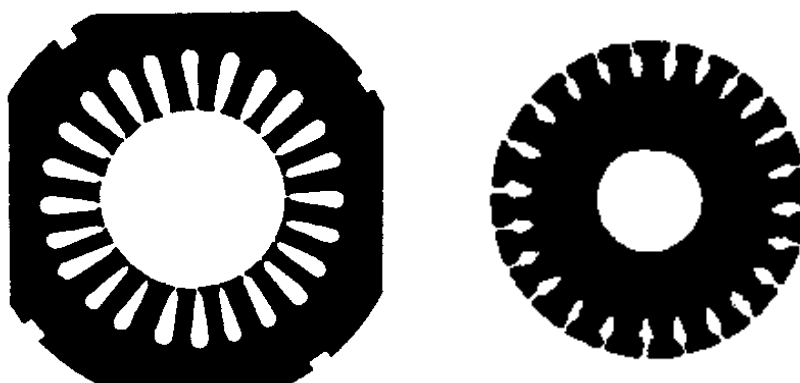


Asynchronní, indukční.

Protože se asynchronní stroje používají nejčastěji jako motory, vysvětlíme si jejich princip na třífázovém motoru.

- je to točivý elektrický stroj, velmi jednoduchý, spolehlivý, nejpoužívanější
- jeho magnetický obvod je vzduchovou mezerou rozdělen na 2 části - rotor a stator, obě části jsou opatřeny vinutím

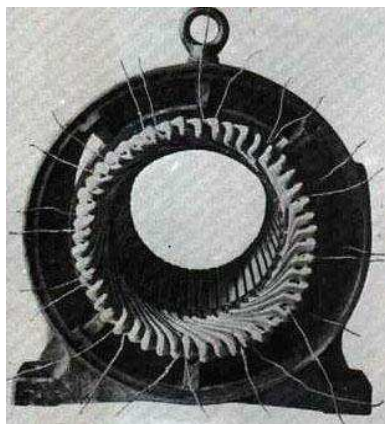
Tvar statorového a rotorového plechu.



- statorové vinutí je připojeno na zdroj střídavého třífázového proudu a ten vytvoří točivé magnetické pole, které naindukuje (odtud název

indukční) napětí do rotorového vinutí, protože je rotorové vinutí spojené nakrátko, začne jím protékat proud, který vybudí své magnetické pole, toto pole spolu s točivým magnetickým polem statoru vytvoří sílu (točivý moment), která roztočí rotor

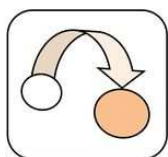
Statorové vinutí třífázového motoru.



- točivé magnetické pole statoru se otáčí synchronními otáčkami  $n_s$ , které jsou přímo závislé na frekvenci napájecího proudu
- $n$  jsou otáčky motoru, pro které platí, že jsou menší než  $n_s$  (jsou tedy asynchronní – odtud název stroje) a s rostoucím zatížením se mohou zmenšovat
- parametr, který určuje toto zpomalování a tím kvalitu stroje, je skluz, jeho hodnota je v rozmezí (1-15)%, průměrně je cca 5%, čím větší skluz, tím horší stroj

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 \text{ [%]}$$

- každý asynchronní stroj může pracovat jako: motor, generátor, brzda, měnič kmitočtu



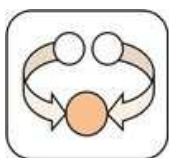
### **Příklad**

Ukázky asynchronních motorů.





### Shrnutí kapitoly



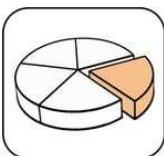
Asynchronní stroj se skládá ze statoru a rotoru, obě části jsou tvořeny magnetickým obvodem, na kterém je vinutí. Princip motoru je: do statoru se přivede proud a díky elektromagnetické indukci se rotor roztočí. Protože se rotor točí pomaleji než synchronní točivé magnetické pole, točí se tedy asynchronně a odtud je název stroje. Skluz je pak parametr stroje, který určuje jeho kvalitu, průměrně má hodnotu 5%.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Vysvětli princip roztočení asynchronního třífázového motoru.
- 2) Proč se jmenuje stroj asynchronní, (indukční)?
- 3) Vysvětli parametr skluz a napiš pro něj matematický vztah.

### Literatutra



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Indukční stroje, s. 147-257
- [2] NOVÁK, PH.D., RNDr. Ivo. *ICT v učivu elektromotorů na SŠ* [online]. Ostrava: Ostravská univerzita, 2008 [cit. 2011-08-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.emotor.cz/>>
- [3] Trojfázové asynchronní motory. In *Motory* [online]. [s.l.] : [s.n.], [200?] [cit. 2011-08-07]. Dostupné z WWW: <[http://www.myinfo.sk/download/SKOLA/002-Motory\\_TYPY\\_33str.pdf](http://www.myinfo.sk/download/SKOLA/002-Motory_TYPY_33str.pdf)>

## 21 Jednofázový asynchronní motor

### Obsah hodiny



V této hodině rozdělíme asynchronní motory podle statoru a zaměříme se na jednofázový motor.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Popsat rozběh jednofázového asynchronního motoru.
- Definovat rozběhovou fázi.

### Klíčová slova



Rozběhové vinutí.

Podle statorového vinutí se motory dělí na:

- třífázové (viz. 20. hodina)
- jednofázové

- **jednofázový motor** se sám neroztočí, protože jeho magnetické pole statoru není točivé, ale pouze pulsující (je vytvořeno pouze jednou fází)
- musíme ho tedy roztočit alespoň na  $20\%n_s$
- provádí se to buď mechanicky, nebo pomocným rozběhovým vinutím, které je vůči hlavnímu vinutí zapojeno tak, aby vznikl fázový posun  $90^\circ$
- fázového posunu docílíme nejčastěji zapojením kondenzátoru, jehož kapacita splňuje:  

$$C \geq 68 \cdot P [\mu F, kW]$$
- rozběhové vinutí není obvykle dimenzováno na trvalý chod, proto se musí po rozběhnutí motoru odpojit, to se provede pomocí časového relé, nebo odstředivým vypínačem

Schéma zapojení jednofázového asynchronního motoru.

*L1 – fáze*

*PEN – nulovací vodič*

*Sp – spínač*

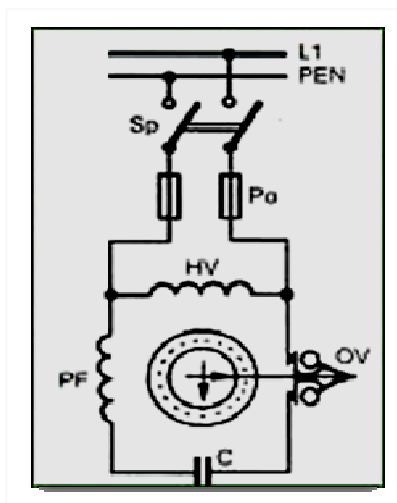
*Po – pojistky*

*HV – hlavní vinutí*

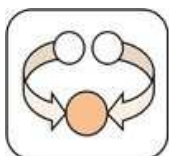
*PF – pomocná fáze*

*OV – odstředivý vypínač*

*C - kondenzátor*



### Shrnutí kapitoly



Jednofázový asynchronní motor se sám neroztočí, protože nemá točivé magnetické pole. Musí se mu přidat pomocná rozběhová fáze, která se připojuje zároveň s kondenzátorem. Po rozběhnutí se pomocná fáze odpojí, protože není dimenzována na trvalý chod.

### Kontrolní otázky a úkoly



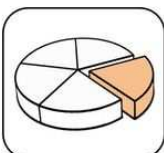
- 1) Jak se dělí asynchronní motory podle statoru?
- 2) Popiš rozběh jednofázového asynchronního motoru?
- 3) Jakou funkci v rozběhu motoru má pomocná fáze?

### Otázky k zamyšlení



- 1) Kolika fázový je jednofázový asynchronní motor v době rozběhu?

### Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Jednofázový asynchronní motor, s. 229-234
- [2] NOVÁK, PH.D., RNDr. Ivo. *ICT v učivu elektromotorů na SŠ* [online]. Ostrava: Ostravská univerzita, 2008 [cit. 2011-08-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.emotor.cz/>>

## 22 Rozdělení asynchronních motorů podle provedení rotoru

### Obsah hodiny



V této hodině si podle rotoru rozdělíme asynchronní stroje: motory s kotvou nakrátko a kroužkové motory.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Definovat rozdíl mezi jednotlivými typy asynchronních motorů.
- Vysvětlit, co je to klec.

### Klíčová slova

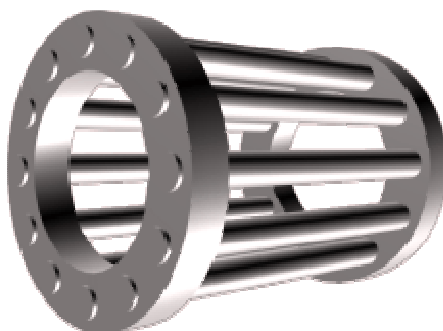


S kotvou nakrátko, klec, kroužkový motor.

Podle rotorového vinutí se motory rozdělují:

### 22.1 Motor s kotvou nakrátko (klecový)

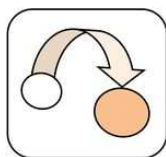
- má rotorové vinutí vytvořeno v drážkách pomoci tepla a pod tlakem vstříknutého hliníku, který zaplní drážky a tak vytvoří tyče, které jsou po obou stranách spojeny vodivým kruhem, tak se vytvoří klec



- patří mezi nejrozšířenější motory, neboť je konstrukčně a funkčně jednoduchý, výrobně levný, provozně spolehlivý, bezpečný, pohodlně se spouští, má velkou přetížitelnost
- nevýhodou je, že má velký záběrný proud a malý záběrný moment
- pro jednoduché ovládání je vhodný pro dálkové a automatické řízení

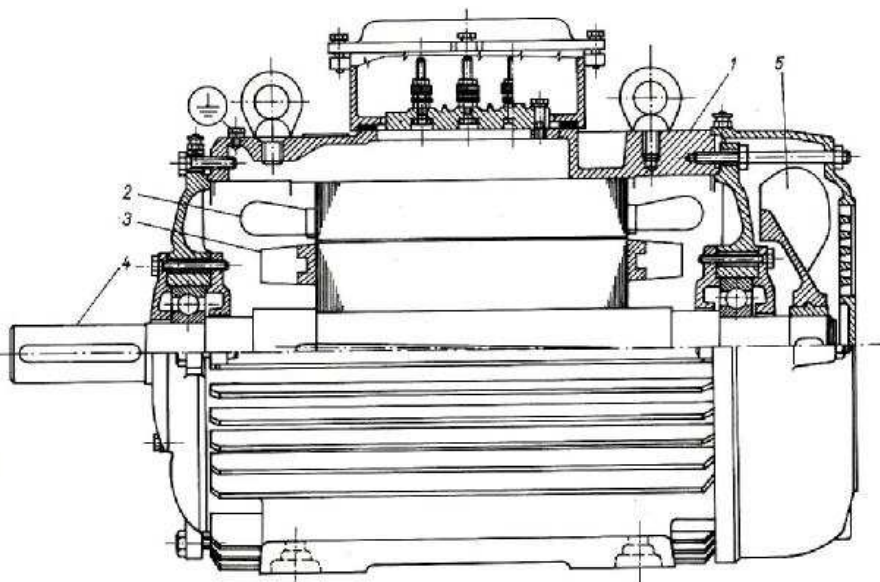


- používá se pro pohon odstředivých čerpadel, ventilátorů, výtahů atd.

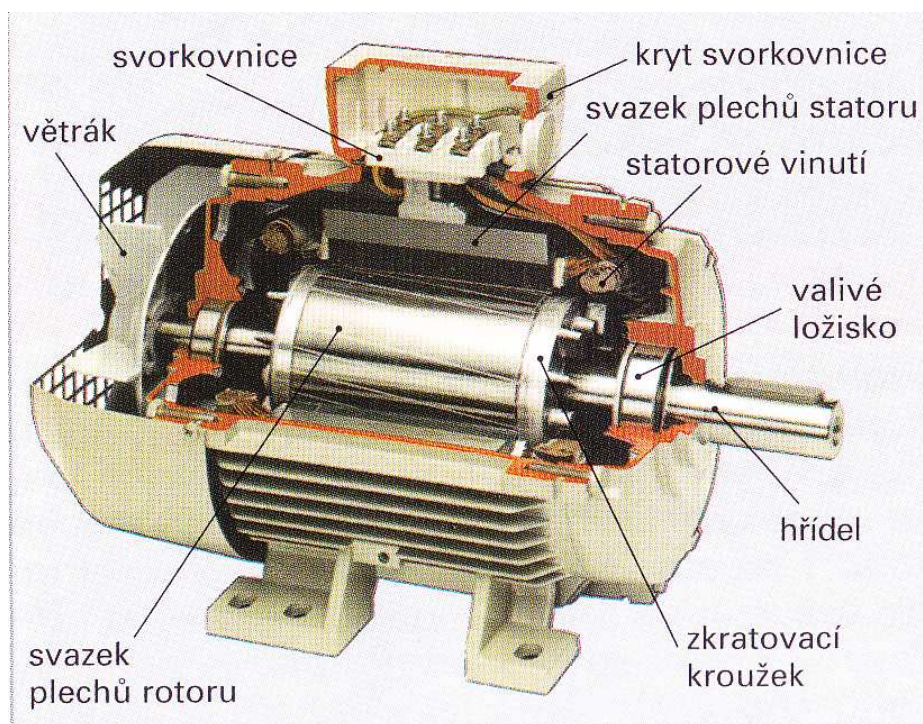


### **Příklad**

Názorné řezy motorem.



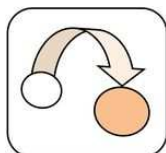
1. stator, 2. vinutí statoru, 3. rotor, 4. hřídel, 5. ventilátor



**Obr. 1** Trojfázový motor s kotvou nakrátko

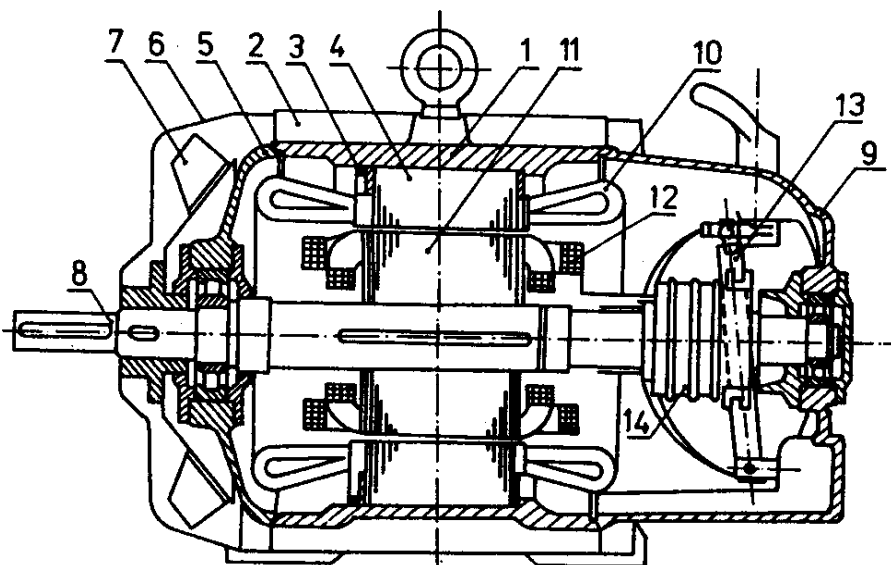
## 22.2 Motor kroužkový

- má rotorové třífázové vinutí provedené z izolovaných vodičů, uložené v izolovaných drážkách plechu rotoru
- vinutí je zpravidla spojeno do hvězdy a jeho konce jsou přivedeny ke třem vzájemně izolovaným sběracím kroužkům, které jsou upevněny na hřídeli rotoru
- na sběrací kroužky přilehají grafitové kartáče, od nichž jde přívod na rotorovou svorkovnici
- k svorkám rotorové svorkovnice se připojuje spouštěč, který slouží k rozběhu nebo regulaci otáček
- používají se jako pohony přečerpávacích čerpadel, drtičů kamene a velkých obráběcích strojů a také jako pohony s velkými výkony a s těžkým rozběhem, např. pro zvedáky, jeřáby, atd.



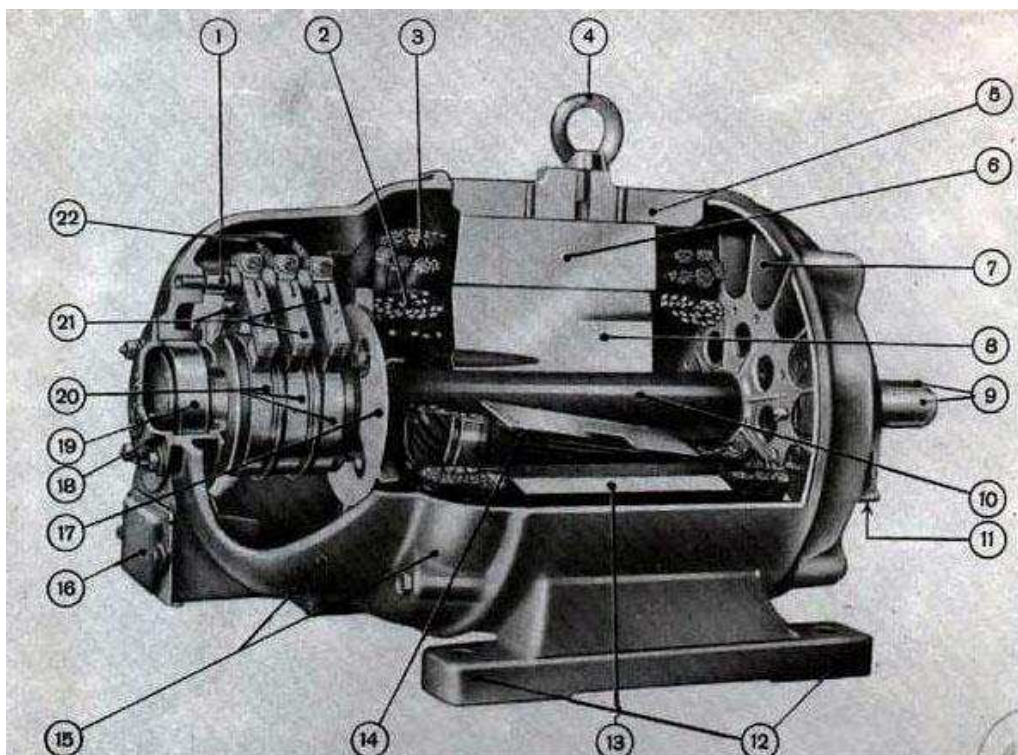
### Příklad

Názorné řezy motorem.



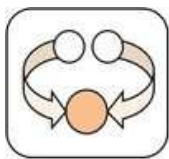
1 kostra, 2 žebra kostry, 3 zajišťovací péra statoru, 4 statorové plechy, 5 zadní ložiskový štít (u řemenice), 6 kryt větráku, 7 větrák, 8 hřídel, 9 přední ložiskový štít, 10 statorové vinutí, 11 rotorové plechy, 12 rotorové vinutí, 13 spojovač kroužků, 14 sběrací kroužky





1. svorník, na kterém jsou uloženy kartáče
2. rotorové vinutí
3. statorové vinutí
4. oko
5. kostra statoru
6. statorové plechy
7. ventilátor
8. rotorové plechy
9. volný konec hřídele
10. hřídel
11. ventilační otvor
12. patky motoru
13. statorové plechy
14. rotorové plechy
15. ložiskové víko
16. rotorová svorkovnice
17. ventilátor
18. ložiskové víko
19. kuličkové ložisko
20. sběrací kroužky
21. sběrací kartáče
22. kablíky od sběracích kartáčů

### Shrnutí kapitoly



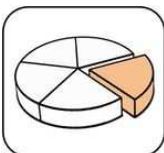
Podle provedení rotorového vinutí dělíme motory na dva typy. Motor s kotvou nakrátko, vinutí je provedeno masivními tyčemi z hliníku. Dále motor kroužkový, který má rotorové vinutí provedeno vodičem, které je připojeno na kroužky na hřídeli. Každý z obou možností má své přednosti.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Co to je klecové vinutí?
- 2) Proč označujeme asynchronní motor jako kroužkový?

### Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Indukční stroje, s. 147-257
- [2] Trojfázové asynchronní motory. In *Motory* [online]. [s.l.] : [s.n.], [200?] [cit. 2011-08-07]. Dostupné z WWW: [http://www.myinfo.sk/download/SKOLA/002-Motory\\_TYPY\\_33str.pdf](http://www.myinfo.sk/download/SKOLA/002-Motory_TYPY_33str.pdf)

## 23 Synchronní stroje

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s točivými stroji synchronními, jejich složením.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit, proč se synchronní stroje nazývají synchronní.
- Popsat jednotlivé části synchronního stroje.

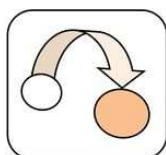
### Klíčová slova



Synchronní, budič.

Nemají skluz, rotor se otáčí současně s točivým magnetickým strojem. Nejčastěji se využívají jako alternátory, nebo motory – kompenzátory.

- stator - stejný jako u asynchronních strojů, dutý magnetický válec složený z plechů, v nich drážky, ve kterých je uloženo statorové vinutí

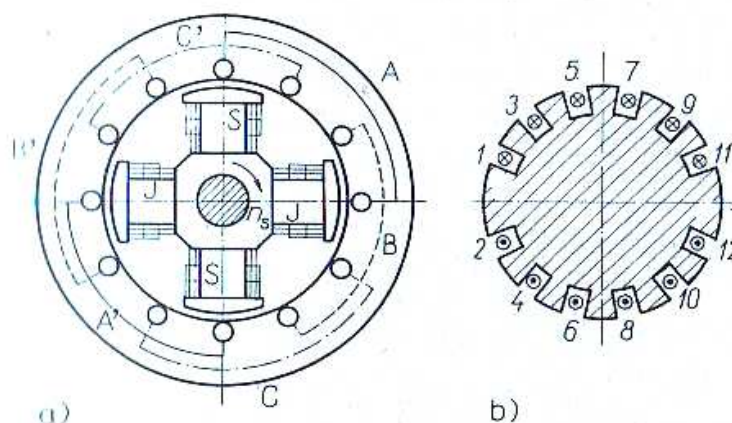


### Příklad

Stator synchronního stroje může dosahovat průměru až několik metrů.

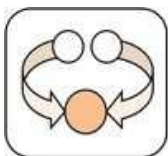


- rotor - podle jeho uspořádání rozlišujeme
  - hladký rotor b) – je to magnetický válec s drážkami, ve kterých je uloženo budící vinutí napájené stejnosměrným proudem
  - rotor s vyniklými póly a) – je to magnetické kolo, na něm upevněn určitý počet pólů a každý pól má svou budící cívku napájenou stejnosměrným proudem



- budič – představuje zdroj stejnosměrného proudu, obvykle derivační dynamo, uložené na společné hřídeli s rotorem, budící proud dynama se přivádí do rotoru prostřednictvím dvou kroužků a kartáčů

### Shrnutí kapitoly

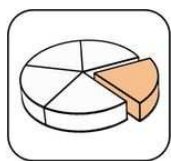


Synchronní stroj se otáčí současně s točivým magnetickým polem otáčkami  $n_s$ , nemají tedy skluz. Využití zejména jako alternátory. Skládají se ze tří částí. Statoru, který má provedení jako u asynchronního stroje, rotoru v provedení s vyniklými póly nebo hladkým rotorem a budiče, což je vlastně derivační dynamo umístěné na hřídeli stroje.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Proč se stroje nazývají synchronní?
- 2) Jaké druhy rotoru u synchronních strojů známe?
- 3) Kde se ve stroji nachází budič a jakou má funkci?



### **Literatura**

- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Synchronní stroje, s. 258-323
- [2] *Elektrárny* [online]. 2008 [cit. 2011-08-08]. Elektrické stroje. Dostupné z WWW: <[http://ok1zed.sweb.cz/s/el\\_generator.htm](http://ok1zed.sweb.cz/s/el_generator.htm)>

## 24 Synchronní alternátory

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme s principem a druhy synchronních alternátorů.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Popsat princip synchronního alternátoru.
- Určit druh synchronního alternátoru.

### Klíčová slova

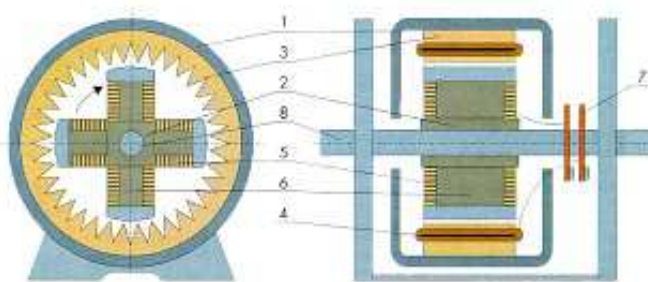


Alternátor, hydroalternátor, turboalternátor.

Alternátor je stroj, který z mechanické energie vyrábí elektrickou energii střídavého proudu.

- pomocí turbíny, která je na společné hřídeli s rotorem a budičem se rotor otáčí a jeho budícím vinutím začne procházet stejnosměrný proud vyrobený budičem
- tím, že se rotor otáčí, vytvoří se jeho točivé magnetické pole, které naindukuje do statorového vinutí napětí a po jeho zapojení k síti z něj můžeme odebírat střídavý proud

Názorný řez alternátorem.



Konstrukce synchronního stroje s vyniklými póly:

1. stator

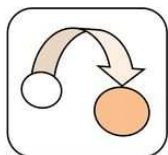
2. rotor

3. magnetický obvod statoru
4. statorové vinutí
5. rotorové vinutí
6. póly
7. sběrací kroužky
8. hřídel

Co na obrázku nevidíme, je turbína a budič, obě tyto části bychom našli na společné hřídeli se strojem a přes sběrací kroužky (7) je pak budič připojen k rotoru.

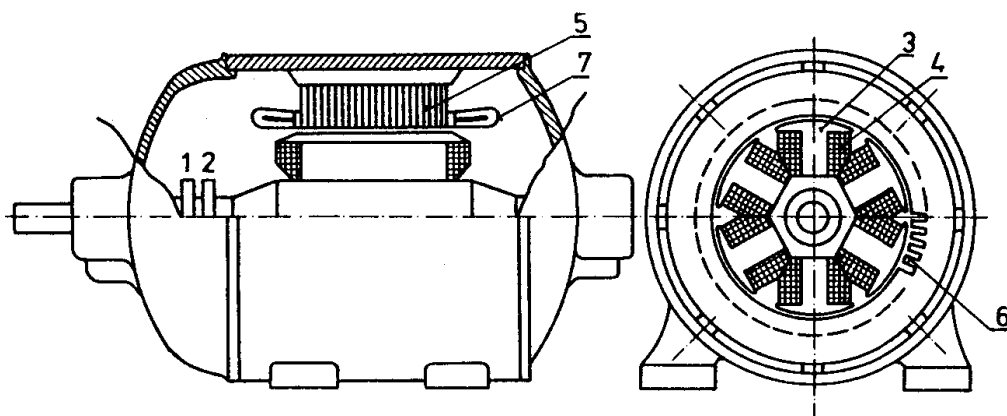
## 24.1 Rozdělení synchronních alternátorů

- Hydroalternátor
  - využití ve vodních elektrárnách
  - rotor je s uspořádáním s vyniklými póly
  - hřídel má – vodorovnou, pak je poháněná Peltonovou  
– svislou (častěji), pak je poháněna Francisovou  
nebo Kaplanovou turbínou
  - rozměry mohou být až: Ø10m, výška 3m
- Turboalternátor
  - využití v tepelných a jaderných elektrárnách
  - rotor je v uspořádání jako hladký rotor
  - hřídel má vodorovnou, poháněnou parní nebo plynovou  
turbínou
  - rozměry mohou být až: Ø1,2m, délka 12m



### Příklad

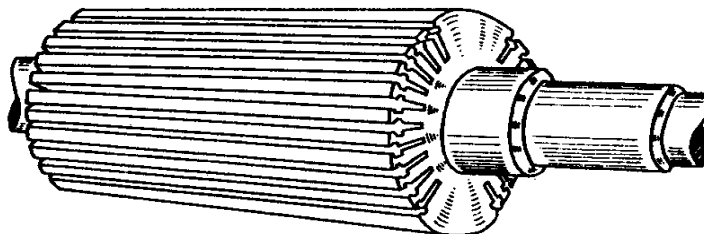
Hydroalternátor s vyniklými póly.



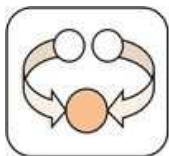
1, 2 kroužky budicího vinutí, 3 póly s pólovými nástavci, 4 budicí vinutí, 5 železo statoru, 6 statorové plechy, 7 vinutí statoru



Rotor turboalternátoru.



### Shrnutí kapitoly



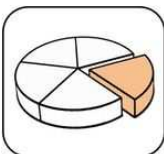
Alternátor vyrábí střídavou elektrickou energii. Je poháněn turbínou, která roztočí rotor a ten naindukuje do statoru střídavé napětí, které můžeme odebírat. Podle využití jej dělíme na hydroalternátor a turboalternátor. Každý z nich má své specifické vlastnosti.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Jaký je princip výroby střídavé elektrické energie?
- 2) Vyjmenuj základní rozdíly mezi turboalternátorem a hydroalternátorem.

### Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Synchronní stroje, s. 258-323
- [2] *Elektrárny* [online]. 2008 [cit. 2011-08-08]. Elektrické stroje. Dostupné z WWW: <[http://ok1zed.sweb.cz/s/el\\_generator.htm](http://ok1zed.sweb.cz/s/el_generator.htm)>



## 25 Synchronní motory

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme se synchronními motory, především jejich funkcí kompenzace.

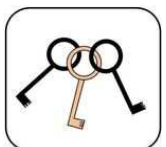
### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit pojem kompenzátor.
- Určit výhody a nevýhody synchronních motorů

### Klíčová slova



Kompenzátor.

- Konstrukce motorů je shodná s alternátorem, mají však řadu nevýhod a tudíž omezené použití
- nevýhodou je, že se špatně spouští a mají špatnou regulaci otáček
- jejich výhodou je, že mohou pracovat v širokém rozmezí zatížení a s účinnkem  $\cos\varphi = 1$ , lze je proto využít jako kompenzátory, což je zařízení, které vyrovnává účinník  $\cos\varphi$
- jako kompenzátory pracují ve stavu naprázdno a vzhledem k síti se chovají jako kapacity

*Zlepšují poměr činného  $P$  a jalového  $Q$  výkonu v síti. Potřebujeme, aby při co největším činném výkonu byl jalový co nejmenší a účinník sítě se tak pohyboval v hodnotě cca  $\cos\varphi = 0,95$ . Jalový výkon  $Q$  je dán především provozem asynchronních strojů. Připomeneme si základní vzaty, které mezi výkony střídavého proudu platí:*

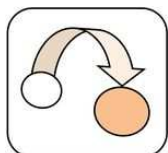
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} [VA, W, VAR]$$

$$P = S \cdot \cos \varphi$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi$$

$S$  – zdánlivý výkon, udává maximální rozsah sítě

- použití pro pohon:
  - velkých průmyslových strojů – čerpadla, ventilátory, dmýchadla, kompresory
  - krokové motorky - u programovatelného řízení, hodiny, časové relé, zapisovače měřících přístrojů

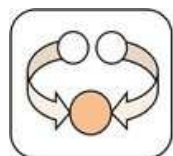


### Příklad

Krokové motorky.



### Shrnutí kapitoly



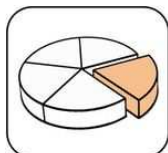
Synchronní motory mají řadu nevýhod a tudíž omezené použití. Jejich velkou výhodou je, že mohou pracovat jako kompenzátory, tzn., že vyrovnávají účiník sítě  $\cos\varphi$ .

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Vyjmenuj nevýhody synchronních motorů.
- 2) Co je to kompenzátor?
- 3) Jaké druhy střídavého výkonu známe?

### Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Synchronní stroje, s. 295-302
- [2] Pohony s krokovými motory. In [online]. [s.l.] : [s.n.], [200?] [cit. 2011-08-08]. Dostupné z WWW: [http://fei1.vsb.cz/kat410/studium/studijni\\_materialy/se/cast\\_C\\_el\\_pohony/se\\_eph\\_c1\\_krokac\\_02\\_teorie.pdf](http://fei1.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/se/cast_C_el_pohony/se_eph_c1_krokac_02_teorie.pdf)

## 26 Stejnosměrné stroje I

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme se stejnosměrnými stroji, jejich složením a rozdělením.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Popsat složení jednotlivých částí elektrických strojů.
- Definovat komutátor.
- Specifikovat rozdělení strojů podle buzení.

### Klíčová slova



Kotva, komutátor.

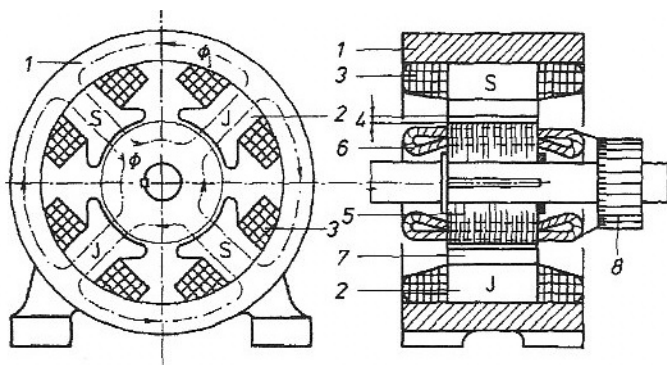
Jejich využití je především v elektrické trakci.  
Každý stroj lze použít jako motor nebo dynamo.

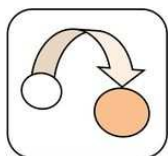
Složení:

- stator - je to magnetické kolo s póly magnetu, na kterých jsou navinuty budící cívky
- rotor (kotva) - je to magnetický válec s drážkami a v nich uložené vinutí, které je vyvedené na komutátor
- komutátor - je složen z měděných lamel, na které přiléhají kartáče, funguje jako mechanický usměrňovač

Názorný řez stejnosměrným motorem.

1. kotva
2. póly
3. budící vinutí
4. vzduchová mezera
5. plechy rotoru
6. rotorové vinutí
7. pólové nadstavce
8. komutátor





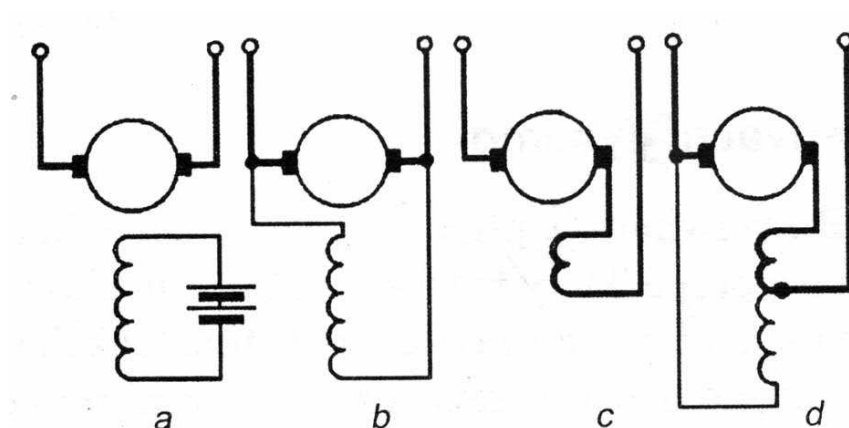
### Příklad

Ukázka kotvy s komutátorem.



Rozdělení stejnosměrných strojů podle buzení:

- je to rozdělení podle spojení budícího (statorového) vinutí hlavních pólů a vinutí kotvy (rotoru)
- ve schématu kruh představuje kotvu stroje, může v ní být vepsáno M – motor, nebo D – dynamo a cívka je budící vinutí hlavních pólů



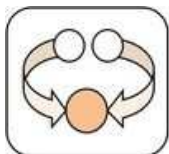
*a, stroje s cizím buzením – budící vinutí hlavních pólů je napájeno z nezávislého stejnosměrného zdroje nebo má stroj permanentní*

*b, stroje s derivačním buzením – budící vinutí hlavních pólů je zapojeno paralelně ke kotvě*

*c, stroje se sériovým buzením – budící vinutí hlavních pólů je zapojeno do série s kotvou*

*d, stroje s kompaundním (smíšeným) buzením – na hlavních pólech  
je budící vinutí  
derivační a sériové*

### Shrnutí kapitoly



Stejnosemnné stroje mají význam především v elektrické trakci. Můžou pracovat jako motor nebo dynamo. Stejnosemnný stroj se skládá ze tří částí. Statoru, který má póly s budícími cívkami, rotoru neboli kotvy, což je magnetický válec, v kterém je uloženo vinutí a komutátoru, který je složen z Cu lamel a pracuje jako mechanický usměrňovač. Podle buzení, což je spojení vinutí statoru a rotoru, rozeznáváme čtyři typy stejnosemnných strojů.

### Kontrolní otázky a úkoly



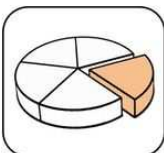
- 1) Kde se využívají stejnosemnné motory?
- 2) Popiš jednotlivé části stejnosemnného stroje.
- 3) Co to je kotva a komutátor?
- 4) Jak se rozdělují stejnosemnné stroje podle buzení?

### Otázky k zamyšlení



- 1) Známe nějaký jiný než mechanický usměrňovač?

### Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Stejnosemnné stroje, s. 324-397
- [2] BALÁK, Ing. Rudolf. *Sílnoproudá zařízení*. Praha: SNTL, 1984. Stejnosemnné stroje, s. 51-56
- [3] *Wikipedie* [online]. 2011 [cit. 2011-08-11]. Dynamo. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Dynamo>>
- [4] *Elektrotechnika* [online]. 2010 [cit. 2011-08-11]. Stejnosemnné stroje. Dostupné z WWW: <<http://elektrotechnika.netstranky.cz/stejnosmerne-stroje/stejnosmerne-stroje.html>>

## 27 Stejnosměrné stroje II

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme se stejnosměrnými stroji, jejich principem a výhodami.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit princip stejnosměrného stroje.
- Vyjmenovat výhody stejnosměrného stroje.

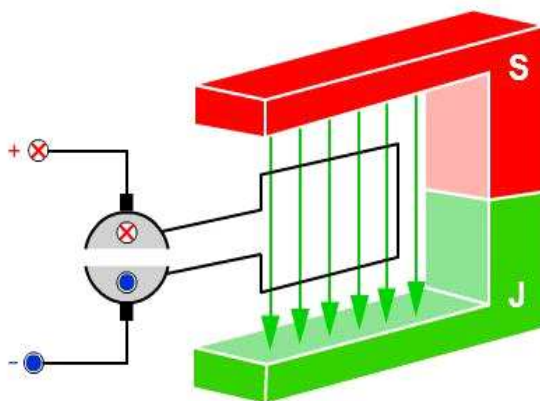
### Klíčová slova



Dynamo.

Princip činnosti:

- jako dynamo
  - stator vytvoří magnetické pole
  - otáčíme-li hřídel s kotvou v magnetickém poli statoru, naindukuje se do ní **střídavé napětí**
  - konce závitů vinutí jsou připojeny k lamelám komutátoru, na které dosedají pevně umístěné kartáče a tak se odebírá pulzující napětí
  - čím více závitů a lamel, tím méně je zvlněné **stejnosměrné napětí**
- jako motor
  - stator vytvoří magnetické pole
  - do kotvy se přes komutátor přivede stejnosměrný proud
  - silové působení magnetického pole statoru a proudu v kotvě roztočí rotor

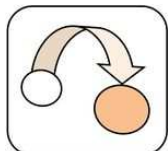


Otáčky stroje:  $n = \frac{U}{c \cdot \phi}$  [ot/min,

*C – konstanta vyjadřující neproměnlivé vlastnosti stroje*

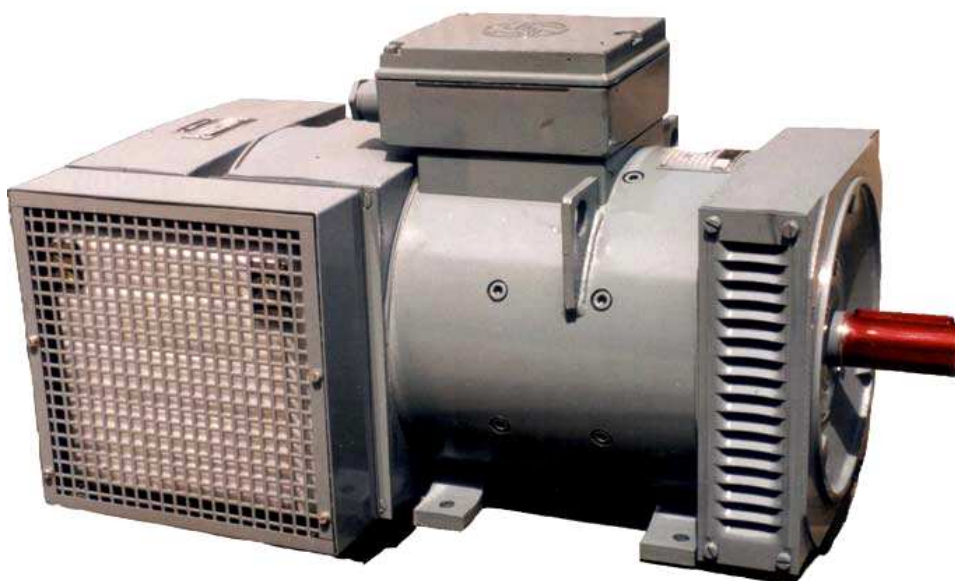
Výhody stejnosměrného stroje:

- regulace otáček v širokém rozmezí
- změnou směru proudu v buzení (ve statoru) nastane změna směru proudu v kotvě a tím proud odebíraný se změní v proud dodávaný, tzn., že změna buzení změní stroj z motoru na dynamo a naopak (využití v elektrické trakci při brzdění)



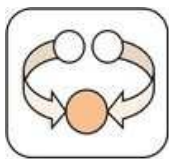
### **Příklad**

Stejnsměrný trakční motor.





## Shrnutí kapitoly



Princip stejnosměrného stroje, ať už pracuje jako dynamo nebo motor, je v tom, že uvnitř je stroj střídavý a díky komutátoru se navenek jeví jako stejnosměrný. Jeho výhody jsou především ve velkém rozsahu řízení otáček a poměrně lehké změně stroje z motoru na dynamo, což využíváme především v elektrické trakci.

## Kontrolní otázky a úkoly



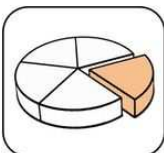
- 1) Vysvětli princip roztočení dynama.
- 2) Čím jsou dány otáčky stejnosměrného stroje?
- 3) Vyjmenuj výhody stejnosměrného stroje.

## Otázky k zamyšlení



- 1) Proč jsou stejnosměrné stroje výhodné právě v elektrické trakci?

## Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Stejnosměrné stroje, s. 324-397
- [2] NOVÁK, PH.D., RNDr. Ivo. *ICT v učivu elektromotorů na SŠ* [online]. 2008 [cit. 2011-08-11]. Stejnosměrný elektromotor. Dostupné z WWW: <<http://www.emotor.cz/>>
- [3] *EM Brno s.r.o.* [online]. 2007 [cit. 2011-08-11]. Dokumenty ke stažení. Dostupné z WWW: <[http://www.embrno.cz/doc/K10\\_EMB\\_cz.pdf?docid=46](http://www.embrno.cz/doc/K10_EMB_cz.pdf?docid=46)>



## 28 Střídavý komutátorový motor

### Obsah hodiny



V této hodině se seznámíme se střídavými komutátorovými motory.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Zdůvodnit jeho výhody.
- Určit jeho využití.

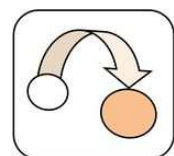
### Klíčová slova



Střídavý komutátorový motor.

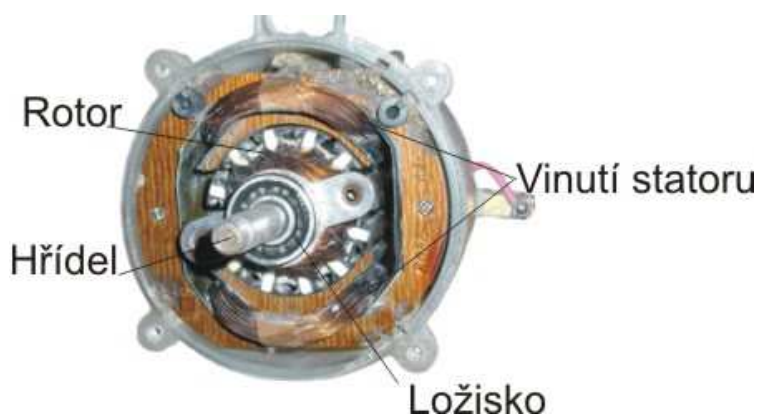
- je to stroj, který spojuje výhody řiditelnosti otáček stejnosměrného stroje s možností připojení ke střídavé síti
- složení: stator – jako u asynchronního stroje, vzniká v něm točivé magnetické pole  
rotor – jako u stejnosměrného motoru, kotva s komutátorem
- na komutátor dosedají 3 sady kartáčů posunuté o  $120^\circ$  (třífázový stroj) nebo 2 sady posunuté o  $180^\circ$  (jednofázový stroj)
- natáčením kartáčů se řídí otáčky stroje

Využití: průmyslové: obráběcí stroje, stroje v textilním a papírenském průmyslu  
spotřebitelské: mixéry, vysavače, vrtačky

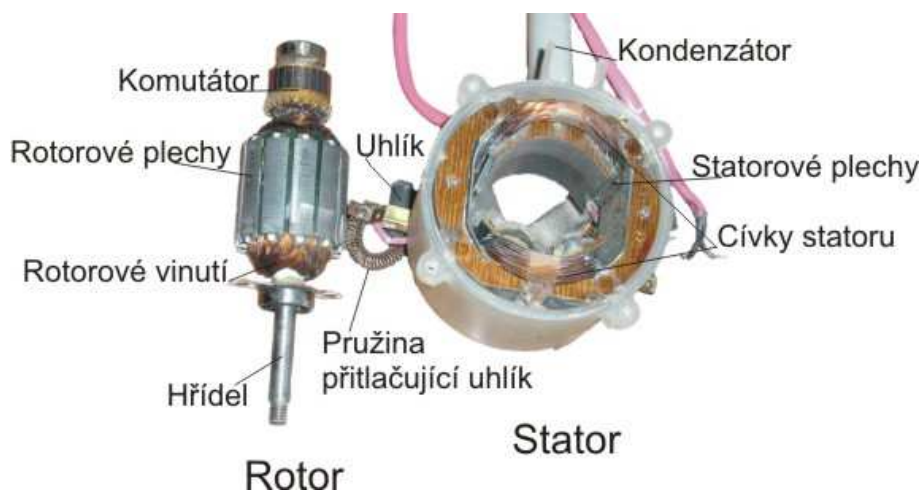


### Příklad

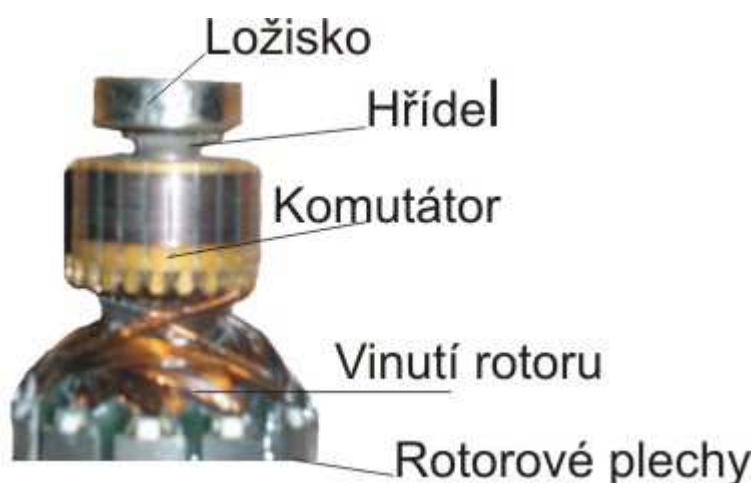
Pohled do vnitřku motorku vysavače.



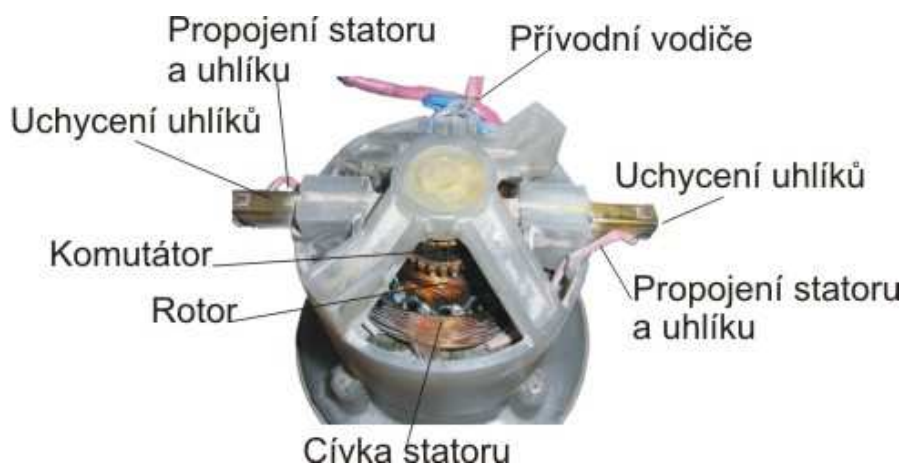
Popis rotoru a statoru motoru.



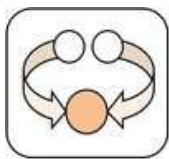
Detail komutátoru.



Pohled na motor vysavače a uchycení uhlíku.



### Shrnutí kapitoly



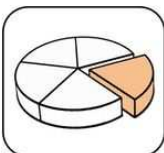
Střídavý komutátorový stroj je určitý hybrid mezi stroji, neb je složený ze střídavého i stejnosměrného stroje. Proto jeho hlavní výhodou je připojení na střídavou síť a dobrá regulace otáček. Využití v průmyslu i domácích spotřebičích.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Vyjmenuj výhody střídavého komutátorového stroje a jejich spojení se složením stroje.
- 2) Kde se střídavý komutátorový stroj využívá?

### Literatura



- [1] MRAVEC, Ing. Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje I*. Praha: SNTL, 1982. Střídavé komutátorové motory, s. 394-420
- [2] *FyzWeb* [online]. [200?] [cit. 2011-08-11]. Elektromotor. Dostupné z WWW: <[http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=90&id\\_casti=31](http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=90&id_casti=31)>

## 29 Zvláštní druhy motorů

### Obsah hodiny



Této hodině se zaměříme na poslední část elektrických strojů a to zvláštní druhy motorů.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- Vysvětlit princip krokového motoru.
- Vysvětlit princip lineárního motoru.

### Klíčová slova

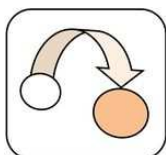


Krokový motor, lineární motor.

Mezi zvláštní druhy motorů řadíme krokové a lineární motory.

### 29.1 Krokový motor

- speciální synchronní motor, jehož otáčení kolem hřídele není plynulé, ale složeno z dílčích stejně velkých pohybů - kroků
- řízení jednotlivých kroků umožňují napěťové impulzy přiváděné do statoru
- využití: hodiny, automatické linky, válcovací stolice



### Příklad

Celkový pohled na motor.

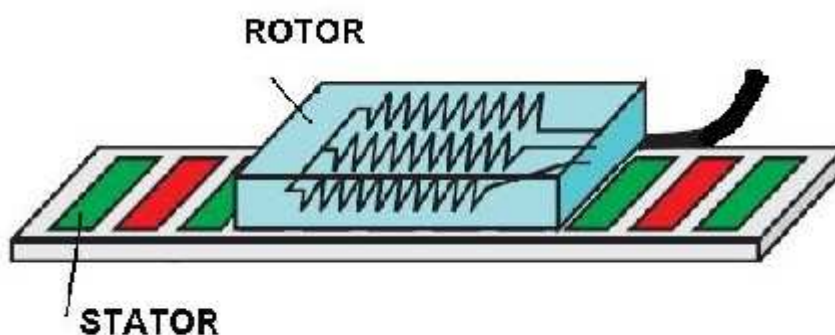


Stator a rotor krokového motoru.

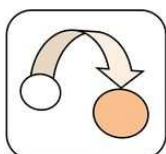


## 29.2 Lineární motor

- může pracovat na principu asynchronních, synchronních i stejnosměrných strojů
- statorové a rotorové vinutí je rozloženo do roviny



- místo točivého magnetického pole takto vzniká pole postupné, které svým silovým působením vyvolává posuvný pohyb
- využití: pohon dopravníku, ovládání vrat, nebo pro pohon magnetických vlaků, vznášejících se nad kolejnicí.

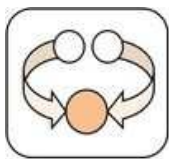


### **Příklad**

Magnetický vlak.



### Shrnutí kapitoly



Krokový motor se plynule neotáčí, ale pouze tzv. krokuje. To znamená, že se pootočí a zastaví. Využití je např. v hodinách.

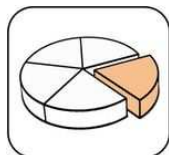
Lineární motor je rozložen do roviny a jeho magnetické pole je postupné. Využití např. v magnetických vlacích.

### Kontrolní otázky a úkoly



- 1) Vysvětli název krokového motoru a urči jeho využití.
- 2) Jak pracuje lineární motor a kde se využívá?

### Literatura



- [1] *Robotika.cz* [online]. 2002 [cit. 2011-08-11]. Krokové motory. Dostupné z WWW: <<http://robotika.cz/articles/steppers/cs>>
- [2] Lineární motory. In *Motory* [online]. [s.l.] : [s.n.], [200?] [cit. 2011-08-11]. Dostupné z WWW: <[http://www.myinfo.sk/download/SKOLA/002-Motory\\_TYPY\\_33str.pdf](http://www.myinfo.sk/download/SKOLA/002-Motory_TYPY_33str.pdf)>
- [3] *Pavel Lasák* [online]. 2005 [cit. 2011-08-11]. Lineární motor. Dostupné z WWW: <<http://pavel.lasakovi.com/projekty/elektrotechnika/linearni-motor/>>