

# Stejnoseměrný stroj

Ing. M. Bešta

## Stejnoseměrný stroj

Stejnoseměrné stroje ke své činnosti využívají účinků stejnosměrného proudu (motory), nebo naopak generují stejnosměrné napětí (generátory). Jde o nejstarší známé typy strojů stejně jako předchozí typy elektrických strojů (synchronní a asynchronní) může i stejnosměrný stroj v principu pracovat v obou režimech, motorickém i generátorickém. Stejnoseměrný generátor se nazývá dynamo.

### 1) Generátor stejnosměrného napětí - dynamo

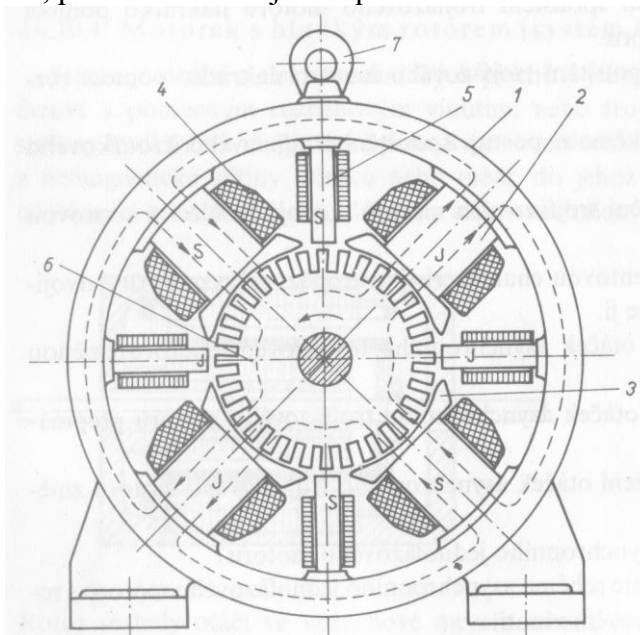
Dynamo je stroj využívající principů elektromagnetické indukce k přeměně mechanické energie na energii elektrickou. Na výstupních svorkách dynamu je pulzující stejnosměrné napětí. Velikost generovaného napětí je dána vztahem:

$$U = B \cdot l \cdot v$$

B- magnetická indukce, l – délka vodiče, v – rychlost otáčení

Hlavní části dynamu:

- Stator, nepohyblivá část, uvnitř které je vytvářeno budícím vinutím (nebo permanentními magnety) statické (nepohyblivé) magnetické pole. Součástí statoru je sběrací ústrojí – kartáče a svorkovnice, kam jsou připojeny cívky statorového vinutí. Budící statorové cívky (4) umístěné na pólech (2) jsou zapojené do série, tak aby došlo ke střídání magnetických pólů (viz J,S na obrázku). Cívky jsou napájeny (buzeny) stejnosměrným proudem. Kostra statoru je z lité oceli, nebo svařovaná z profilů, pólové nástavce jsou z plechů.



Řez stejnosměrným strojem s vyznačenou orientací mg. pole na statoru S, J.

1 stator, 2 pólové jádro, 3 pólový nástavec, 4 statorová (budící) cívka, 5 pomocný pól, 6 rotor, 7 úchyt.

- Rotor (kotva), tvoří ho hřídel, jádro rotoru, vinutí a komutátor. Rotor (6) se otáčí v magnetickém poli uvnitř statoru střídavě pod severním a jižním pólem, dochází tak neustále k přemagnetování. Kotva je kvůli snížení ztrát skládána z izolovaných elektrotechnických plechů. V drážkách je založeno vinutí z izolovaných vodičů,

## Stejnoseměrný stroj

Ing. M. Bešta

konce vinutí jsou k lamelám komutátoru. Při otáčení se v cívkách indukují střídavé napětí, které je komutátorem mechanicky usměrněno.



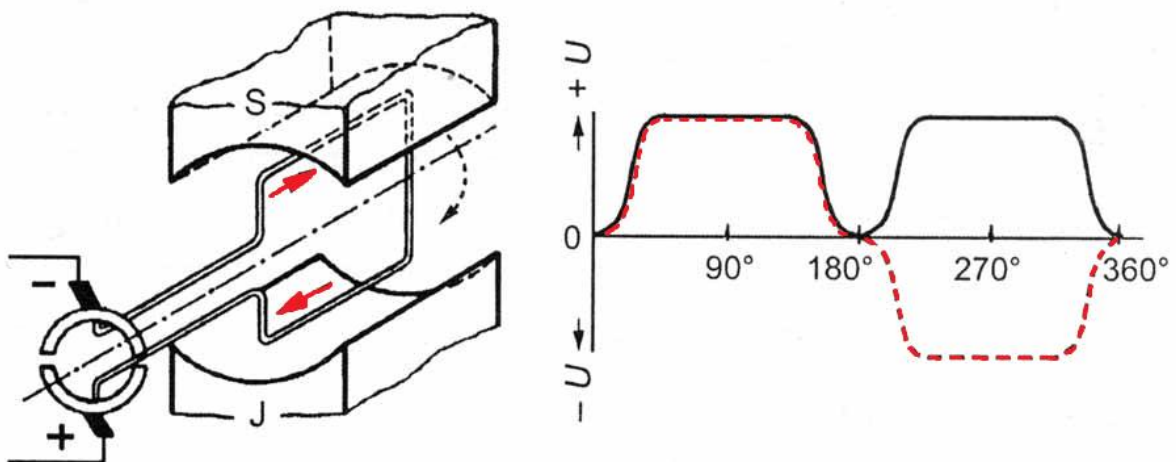
Rotor (3) s komutátorem (4) vinutí (2) hřídel (1).

### Komutátor:

Komutátor je mechanický přepínač (nebo usměrňovač podle režimu v jakém stroji pracuje), který zajišťuje přepínání proudu do cívek, nebo z cívek podle režimu práce (motor/generátor). Je tvořen lamelami, na které jsou připojeny konce cívek, na tyto lamely dosedají sběrače – kartáče.

### Princip komutátoru:

Na obrázku je cívka s jedním závitem, konce cívky jsou připojeny na lamely komutátoru (půlkroužky). Na obrázku jsou pouze dvě lamely, u skutečného stroje je jejich počet (i počet cívek) daleko vyšší. Pokud venkovní mechanická síla roztočí závit cívky, začne se vlivem vzájemného pohybu cívky a magnetického pole statoru (znázorněno póly permanentního magnetu S, J) v rotující cívkě indukovat napětí znázorněné na obrázku vpravo. Protože kartáče (označené + a -) dosedající na lamely jsou nehybné, je vždy kartáč označený + vždy spojen s vodičem pohybujícím se pod jižním pólem J magnetu a kartáč označený - je vždy spojen s vodičem pohybujícím se pod severním magnetickým pólem S. Napětí na kartáčích tak má průběh odpovídající průběhu na obrázku (červená čárkovaná část odpovídá napětí na cívkě, které je střídavé).



# Stejnospěrný stroj

Ing. M. Bešta

## 2) Stejnospěrný motor

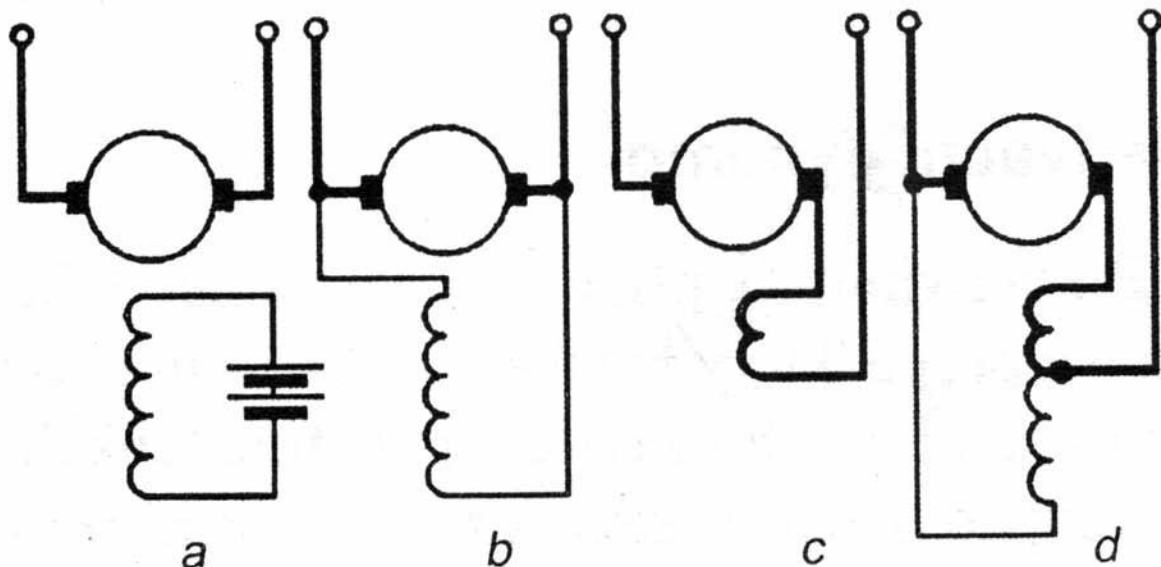
Motor je konstrukčně shodný s dynamem, slouží však k přeměně elektrické energie na energii mechanickou. Opět s využitím elektromagnetismu. Pokud se vrátíme zpět k předchozímu obrázku ke kartáčům stojícího rotoru připojíme napětí stejné polarity, jak je na nich vyznačeno. Přes komutátor poteče vinutím proud směrem, kterým ukazují červené šipky, tento proud vybudí kolem rotorového vinutí magnetické pole. Vzájemné působení magnetického pole rotoru a statoru působí silově na rotor a tím dojde k jeho natočení, rotor se natáčí tak aby se srovnal severní mag. pól statoru s jižním mag. pólem rotoru. Komutátor však přepíná proud do cívek tak, že pod severním pólem teče proud vinutím vždy jen jedním směrem a k vyrovnání magnetických pólů nikdy nemůže dojít – motor se otáčí.

*Druhy stejnosměrných strojů:*

Stejnospěrné stroje rozdělujeme podle způsobu napájení (buzení) statorového vinutí.

- DC stroje s cizím buzením – statorové vinutí je napájeno z jiného (cizího) zdroje u motorického režimu je tedy statorové vinutí napájeno z jiného zdroje, než rotorové. Například akumulátorové baterie, usměrňovač apod.
- DC stroje s vlastním paralelním buzením – statorové vinutí je paralelně připojeno k vinutí kotvy (rotoru).
- DC stroje s vlastním sériovým buzením – budící statorové vinutí je do série zapojeno s vinutím kotvy.
- DC stroje se smíšeným buzením – budící vinutí je rozděleno na dvě části (dvě vinutí) jedno vinutí je připojeno sériově a druhé paralelně s vinutím kotvy. Obě statorová vinutí se mohou svými magnetizačními účinky podporovat (kompaudní), nebo působí proti sobě (protikompaudní).

Každé ze zapojení má svoje rozdílné vlastnosti, které se posuzují podle charakteristik.



*Řízení otáček a změna směru otáčení u DC motorů:*

Počet otáček je u stejnosměrných motorů závislý na napětí cívek statoru  $U_s$  a magnetickém toku  $\Phi$  podle vztahu:

$$n \sim \frac{U_s}{\Phi}$$

# Stejnoseměrný stroj

Ing. M. Bešta

---

Z toho je jasné, že otáčky lze u stejnosměrných motorů měnit změnou napětí na cívkách statoru, nebo změnou buzení tj. změnou magnetického toku  $\Phi$ . V praxi se změna počtu otáček provádí těmito způsoby:

- ▶ Změnou úrovně napětí na rotoru (nejvíce užívaný způsob)
- ▶ Zapojení rezistoru do série s rotorem (otáčky lze regulovat jen směrem dolů = velké ztráty)
- ▶ Budícím proudem ve vinutí statoru
- ▶ Pulzně šířkovou modulací polovodičovými PWM regulátory (mění se šířka proudového impulsu do vinutí statoru – výhodou je větší moment při nižších otáčkách).

Změna směru otáček - reverzace se u stejnosměrného motoru provádí poměrně lehce a to změnou polaritu na přívodu ke kartáčům, tím dosáhneme změny směru protékajícího proudu ve vinutí rotoru.

*Využití stejnosměrných motorů:*

- ▶ V elektrických pohonech – např. trolejbusy
- ▶ V domácích spotřebičích (hračkách) malé motory s permanentním magnetem místo budícího vinutí na statoru.
- ▶ Miniaturní aplikace s bateriovým napájením.
- ▶ V automobilové technice
- ▶ Servopohony