



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



ELEKTRICKÉ POHONY

Názov projektu
Informačné technológie
Efektívny nástroj
v Odbornom výcviku

ITMS kód projektu:
26110130129

Operačný program vzdelávanie
Moderné vzdelávanie pre vedomostnú
spoločnosť / Projekt je spolufinancovaný
zo zdrojov EÚ.
Dopytovo orientovaný projekt



**Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu
Slovenskej republiky**

**Agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ**



Prioritná os:	1. Reforma systému vzdelávania a odbornej prípravy
Opatrenie:	1.1 Premena tradičnej školy na modernú
Prijímateľ:	Spojená škola
Názov projektu:	Informačné technológie – efektívny nástroj v odbornom výcviku
Kód ITMS projektu:	26110130129
Aktivita, resp. názov seminára	4.1.4. Tvorca študijných materiálov 1 Elektrické pohony, konštrukcie a meranie.

Elektrické pohony, konštrukcie a meranie

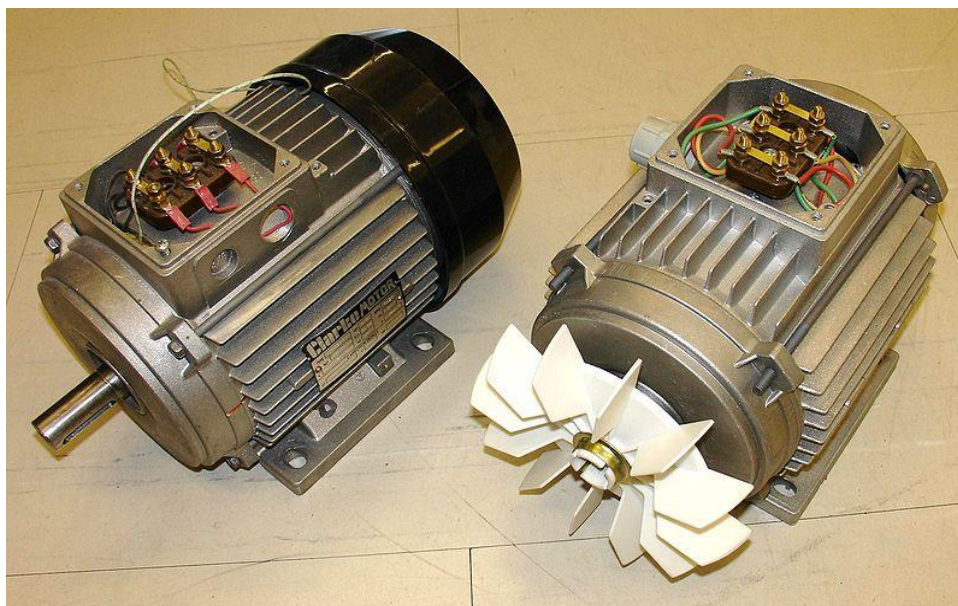
1. Definícia pojmu elektrický pohon, charakteristiky, režimy práce elekropohonu
2. Rozdelenie elektromotorov, charakteristiky
3. Princíp činnosti a konštrukcia asynchrónneho motora
4. Princíp činnosti a konštrukcia asynchrónneho motora
5. Princíp činnosti a konštrukcia jednosmerného motora
6. Princíp činnosti a konštrukcia jednosmerného motora
7. Meraní na asynchrónnom motore
8. Riadenie otáčok asynchrónneho motora
9. Meranie na jednosmernom motore
10. Riadenie otáčok jednosmerného motora

Elektrické pohony.

Elektrický pohon je súhrnom zariadení, ktoré zabezpečujú ovládanie premeny elektrickej energie na mechanickú energiu. Hlavnou súčasťou elektrického pohonu je elektrický motor. Doplnený je ovládacími prístrojmi, riaditeľnými zdrojmi elektrickej energie na napájanie hlavných alebo budiacich vinutí motorov a častí na ručné alebo samočinné riadenie pohonu. Môžu byť pripojené k striedavému alebo jednosmernému zdroju elektrickej energie- jedná sa o striedavé alebo jednosmerné motory. Striedavý zdroj býva jedno, alebo viacfázový, najčastejšie trojfázový.

Riadením elektrického pohonu rozumieme: zmeny rýchlosti , momentu, výkonu a ďalších požadovaných premenlivých parametrov pomocou ovládacích prvkov.

Elektromotor: je to elektrické zariadenie premieňajúce elektrický prúd na mechanickú prácu resp. na mechanický pohyb – rotačný pohyb (rotačný motor) . alebo lineárny pohyb(lineárny motor).



Opačným zariadením ku elektromotoru je zariadenie premieňajúce mechanickú prácu na elektrickú energiu, **dynamo** a **alternátor**. Konštrukčne sú si elektromotory a dynamá respektíve alternátory veľmi podobné.

Pohony:

- sú strojné zariadenia, ktoré nám menia dodávanú energiu na mechanickú prácu
- podľa toho, akú energiu im dodávame, rozdeľujeme ich na:
 1. elektromotory
 2. tepelné motory
 3. vodné motory
 4. ostatné motory

Elektromotory

- sú točivé elektrické stroje, ktoré premieňajú elektrickú energiu na mechanickú prácu

Výhody:

- vysoká účinnosť 80 – 90%
- jednoduchosť obsluhy
- vysoká spoľahlivosť
- dlhá životnosť
- ekologická výhodnosť
- široká elektrická sieť

$$\text{účinnosť} = \frac{\text{výkon}}{\text{príkonnosť}} \cdot 100$$

$$\eta = \frac{P}{P_p} \cdot 100 (\%)$$

éeta – množstvo získanej práce na úkor práce, ktorú dodávame

Rozdelenie podľa **napájania**:

- jednosmerné elektromotory
- elektromotory na striedavý prúd

Jednosmerné elektromotory

Stavba jednosmerných elektromotorov

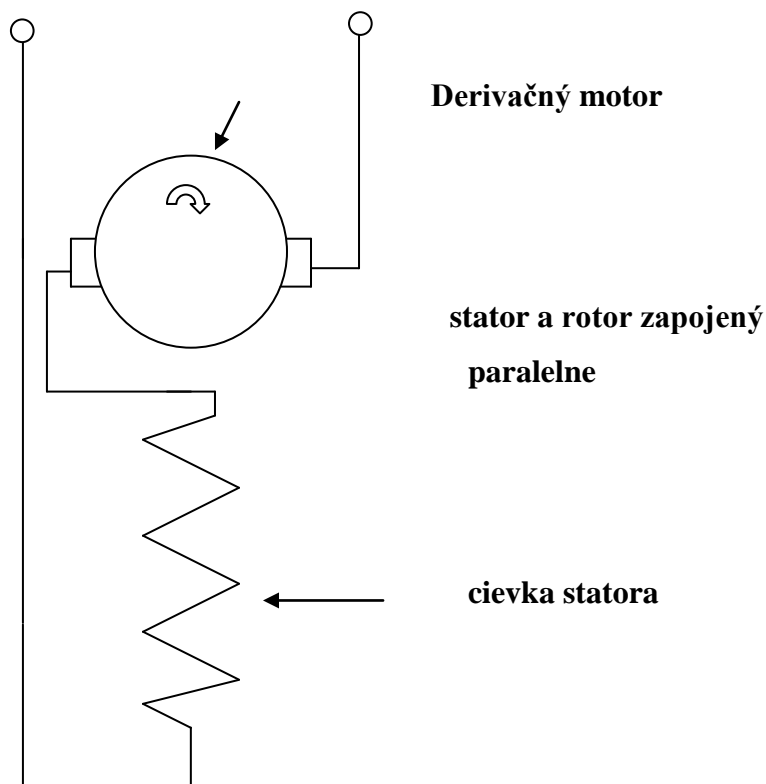
3 základné časti:

- nepohyblivá **STATOR**, ktorého úlohou je vytvárať homogénne magnetické pole, ktoré vytvárajú cievky
- pohyblivá **ROTOR**, otáčavá časť elektromotora, je tvorený vinutím, do ktorého sa privádza jednosmerný elektrický prúd
- **KOMUTÁTOR**, umiestnený na spoločnom hriadeli rotorového vinutia a úlohou je meniť smer elektrického prúdu v rotorovom vinutí, v cievke vo vhodných okamihoch

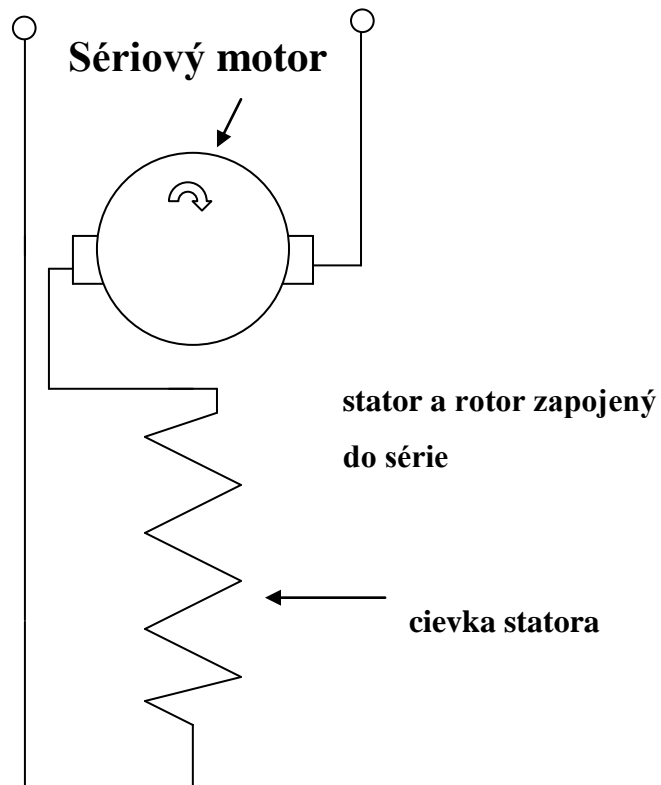
Rozdelenie podľa **konštrukcie**:

- derivačné
- sériové
- kompaundné

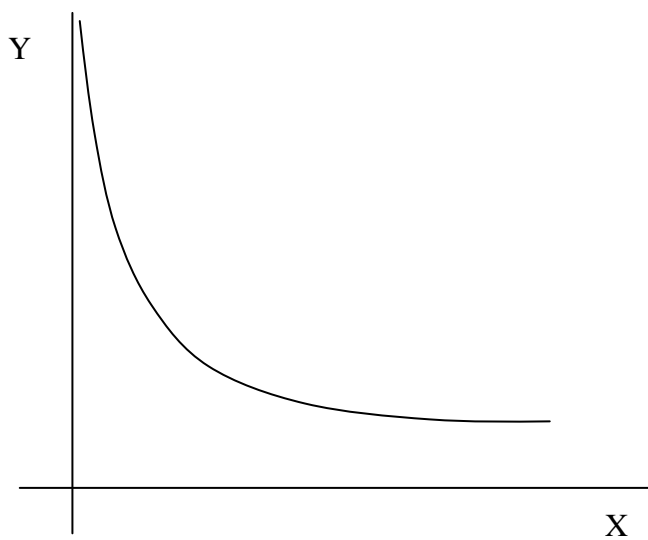
A.



B.



n = závislosť otáčok od výkonu

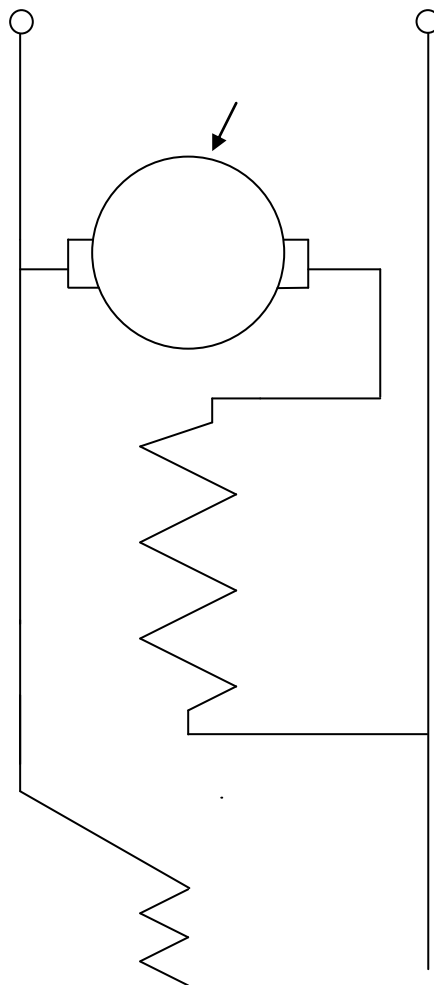


p = väčší výkon, menšie otáčky

- pohon trakčných zariadení – električky, lokomotívy

C.

Kompaudný motor



Kompaudný motor – A + B – sériovo paralelné

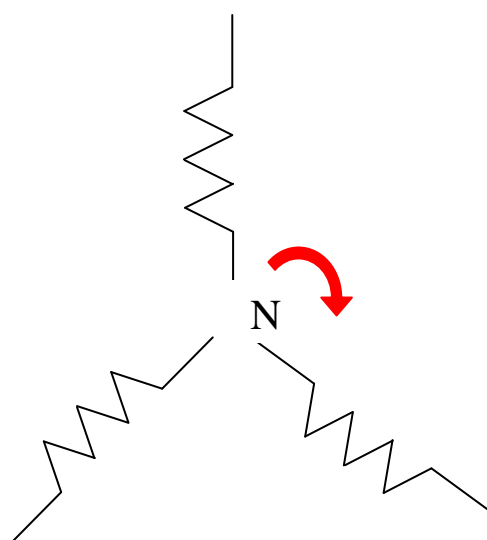
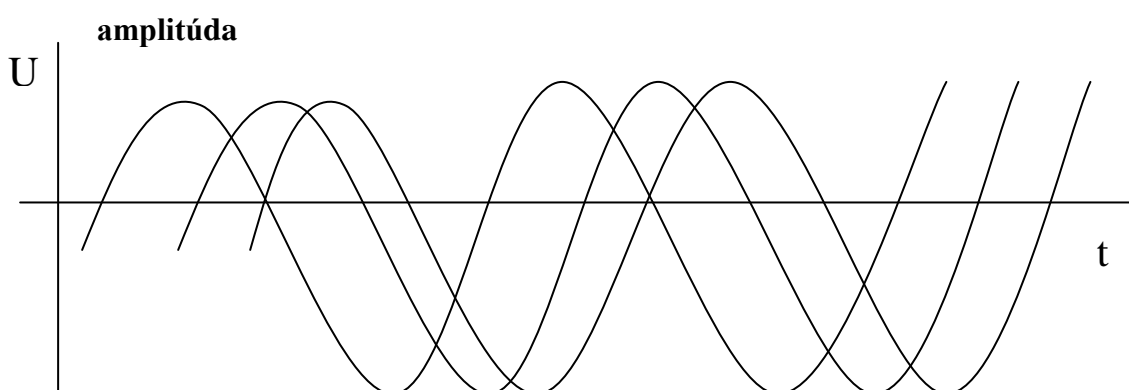
Elektromotory na striedavý prúd

- asynchrónne elektromotory
- synchronne elektromotory

Asynchrónne elektromotory

- sa skladajú z 2 základných častí: **stator a rotor**

Stator: - je nepohyblivá časť, v ktorej je uložené stanovené vinutie, ktorého úlohou -vytvoriť tzv. otáčavé magnetické pole. Otáčavé magnetické pole je vytvorené 3 fázami, na ktoré je motor pripevnený.

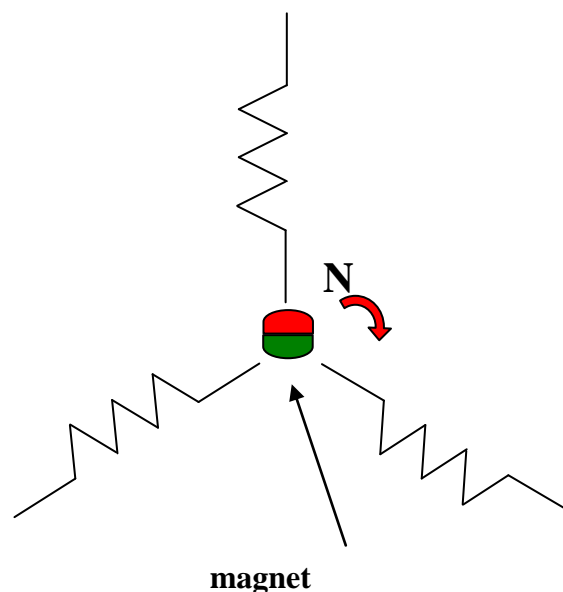


Rotor: - rotorové vinutie je vytvorené tzv. kľetkou. Sú to hole medené (Cu), alebo hliníkové (Al) tyče, uložené v drážkach na obode rotora a na oboch koncoch spojené nakrátko pomocou Cu alebo Al.

- navzájom odizolované, plech ako transformátor, aby nevznikali v obvode tzv. blúdivé prúdy
- vo vinutí rotora sa vplyvom otáčavého magnetického poľa indukuje elektrické napätie, vplyvom ktorého tečie rotorom elektrický prúd
- tak v rotore vznikne statický moment sily, ktorý otáča rotorom
- asynchronizácia - ak sú otáčky rotora menšie, ako otáčky magnetického poľa, ich rozdiel sa nazýva sklzom
- problémom týchto motorov je spúšťanie
- pri spustení prechádza cez kľetku veľké množstvo elektrického prúdu, čo môže spôsobiť problémy
- na spúšťanie používame dva spôsoby a to: úpravou kľetky alebo samotným spúšťaním

Synchrónne elektromotory

- ich stator sa konštrukčne nelíši od statora asynchrónnych motorov
- sú tam cievky, ktoré vytvárajú otáčavé magnetické pole
- rotor má tiež vinutie a je napájaný jednosmerným elektrickým prúdom
- synchronizácia – otáčky statora sú rovnaké ako otáčky motora
- problém so spúšťaním
- používajú sa na pohon ventilátorov
- najskôr sa spustia ako asynchrónny a potom prejde sám na synchrónne otáčky



Tepelné motory

- premieňajú tepelnú energiu na mechanickú prácu, vo väčšine prípadov tepelnú energiu získavame spaľovaním paliva (pevné, kvapalné, plynné).

Podľa miesta, kde dochádza k spaľovaniu paliva rozdeľujeme tepelné motory:

Motory s vonkajším spaľovaním:

- dochádza k spaľovaniu paliva mimo vlastného tepelného motora (parné stroje, parné turbíny)

Motory s vnútorným spaľovaním:

- -nastáva spaľovanie paliva pri vlastnom obehu stroja - vo valci alebo v spaľovacej komore (spaľovacie motory – vznetové, zážihové, spaľovacie turbíny)

Rozdelenie spaľovacích motorov:

1.) podľa prípravy paliva:

- zážihové (benzín)
- vznetové (nafta)

2.) podľa paliva:-

- pevné
- kvapalné
- plynné

3.) podľa použitia:

- automobilové
- lodné
- letecké
- ostatné

4.) podľa počtu valcov:

- 1 valcové
- viacvalcové

5.) podľa usporiadania valcov:

- jednoradové
- dvojradové
- viacradové
- hviezdicovité

6.) podľa počtu pracovných obehov:

- štvordobé
- dvojdobé

7.) podľa chladenia:

- vodou
- vzduchom

8.) podľa spôsobu plnenia valcov:

- preplňované (kompresia pomocou kompresorov)
- nepreplňované

Elektromotory využívajú fyzikálny jav -elektromagnetizmus.

Základným princípom elektromagnetizmu je: vzájomné silové pôsobenie elektromagnetických polí, vytváraných elektrickými vodičmi, ktorými preteká elektrický prúd.

Okolo trvalého magnetu sa prejaví magnetické účinky, najviac na protiľahlých koncoch (nazývajú sa póly) a najmenej medzi nimi. Hovoríme, že v jeho okolí je **magnetické pole**.

Ak elektrický prúd prechádza vodičom, vznikne v priestore okolo vodiča taktiež rovnaké silové magnetické pole.

Jestvovanie magnetického poľa sa prejavuje silovými účinkami na magnetke aj na vodičoch, ktorými preteká iný prúd a taktiež tým, že vo vodiči, ktorý sa pohybuje v tomto magnetickom poli, vzniká(indukuje sa) elektrické napätie.

Najjednoduchší príklad magnetického poľa vznikne okolo priameho vodiča. Ak dáme do blízkosti vodiča magnetku, ustáli sa magnetka vždy v smere dotyčnice k myslenej kružnici a okrem toho sa orientuje vždy severný pól magnetky určitým smerom podľa prúdu vo vodiči.

Podľa toho usudzujeme, že smer a zmysel silového pôsobenia magnetického poľa je v priestore okolo vodiča daný v tomto prípade tvarom sústredených kružníc. Magnetické pole zobrazujeme čiarami, ktoré nazývame čiarami magnetickej indukcie.

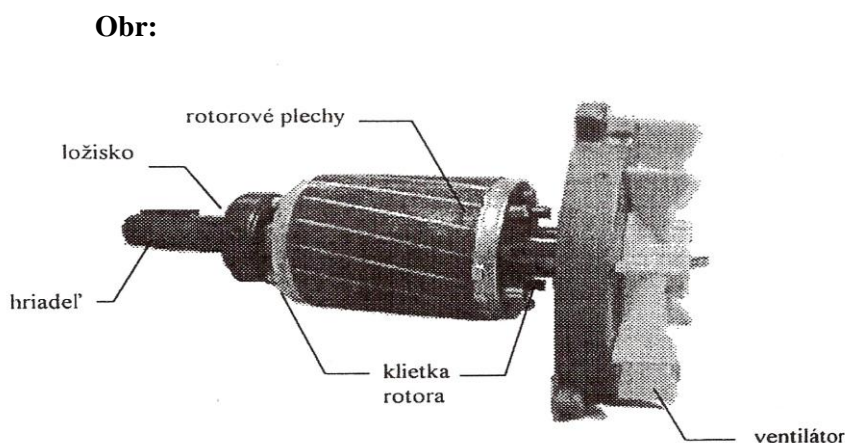
Jej priebehom je daný tvar **magnetického poľa**. Zmysel jeho silového pôsobenia označujeme na nich šípkami a je určený silovým pôsobením na severný pol magnetky. V tomto prípade určujeme zmysel silového pôsobenia pravidlom skrutky. Ak otáčame skrutku v smere pretekajúceho prúdu vo vodiči, udáva zmysel otáčania pravotočivej skrutky zmysel silového pôsobenia magnetického poľa. V našom prípade kruhového poľa okolo vodiča sú silové účinky oveľa väčšie pri vodiči a veľmi rýchle miznú vo väčšej vzdialenosti od vodiča.

Pri zobrazení magnetického poľa indukčnými čiarami, kreslíme čiary hustejšie tam, kde sú silové účinky poľa väčšie a naopak tam, kde sú silové účinky poľa menšie, kreslíme čiary redšie, ďalej od seba. Tým i obrazne zachytávame akosť magnetického poľa ,t.j. veľkosť jeho pôsobenia. Magnetické indukčné čiary sú čiary vždy uzavreté. Ich súhrn nazývame **magnetickým tokom**.

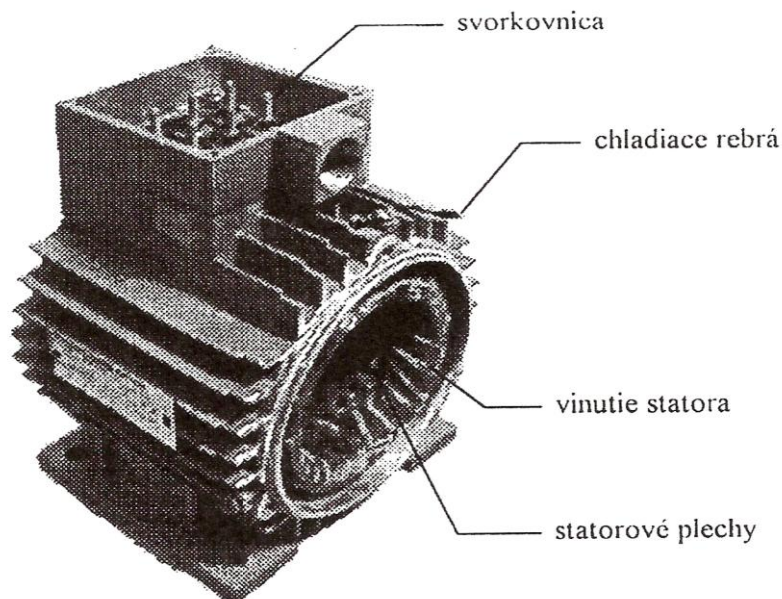
Magnetický tok číselne vyjadrujeme ako počet indukčných čiar prechádzajúcich kolmo určitou plochou. Hustota indukčných čiar v priebehu magnetického toku nemusí byť všade rovnaká. Zaviedli sme si preto ešte pojem **magnetická indukcia** - je to počet indukčných čiar prechádzajúci jednotkou plochy.

Zloženie elektromotora.

Každý elektromotor sa skladá z dvoch základných častí: **statickej** čiže nepohybujúcej sa časti-**statora** a **pohyblivej** časti (rotujúcej) **rotora**.



Stator:



Statorom býva obvykle vonkajšia časť motora, rotor, uložený na ložiskách, sa v ňom otáča. V špeciálnych prípadoch sa vyskytuje aj usporiadanie opačné, keď rotuje vonkajšia časť motora. **Hriadel' motora** môže byť **horizontálna**, alebo **vertikálna**.

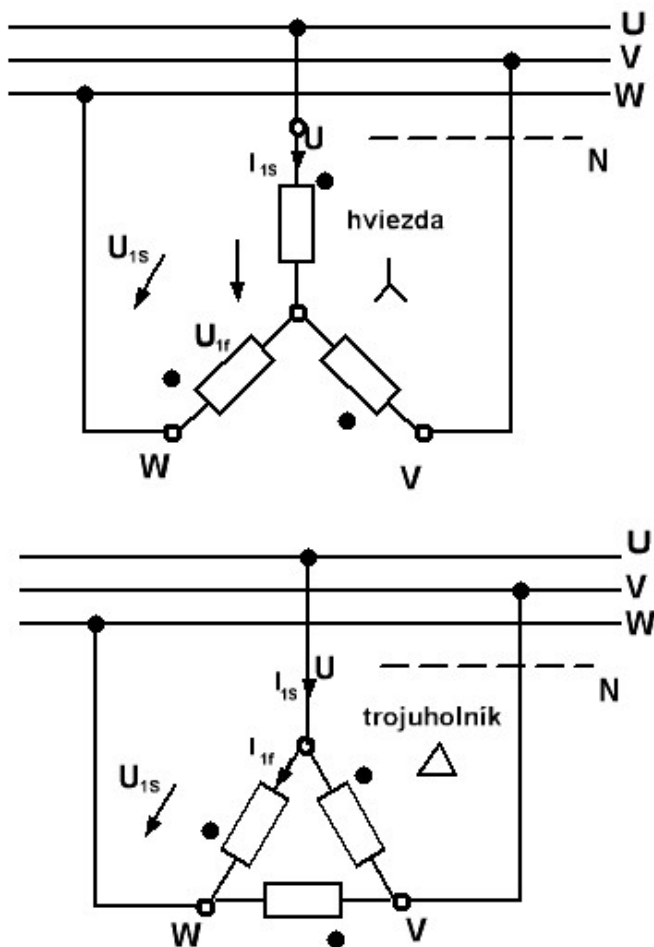
Na statore aj rotore sa nachádza vinutie. Vinutie býva zložené navinutými cievkami založenými v drážkach po obvodu vzduchovej medzery medzi statorom a rotorom, alebo vo forme cievok nasunutých na vyčnievajúcich póloch, rozmiestnených po obvodu vzduchovej medzery. Konce vinutí sú vyvedené do svorkovnic.

Miesto pólov s cievkami sa v niektorých prípadoch používajú permanentné magnety. Pólom sa v všeobecnosti rozumie tá časť povrchu vo vzduchovej medzere, voči ktorej má magnetický tok v každom mieste rovnakú orientáciu(t.j. buď do nej vstupuje alebo z nej vystupuje).

Trojfázové vinutia bývajú spojené do hviezdy (konce všetkých fáz vinutí tvoria spoločný uzol, ich začiatky sa pripájajú na jednotlivé fázy U, V a W zdroja napätia), alebo do trojuholníka (koniec predchádzajúcej fázy vinutia je vždy spojený so začiatkom nasledujúcej fázy vinutia a uzly sa pripoja k jednotlivým fázam zdroja. Tá časť motora v ktorej sa pri pohybe indukuje napätie , býva tiež nazývaná **kotva**. Z pravidla je to rotor motora (napr. pri jednosmerných motoroch), môže to však byť aj jeho stator(napr. u synchronných motorov ,budených rotorom).

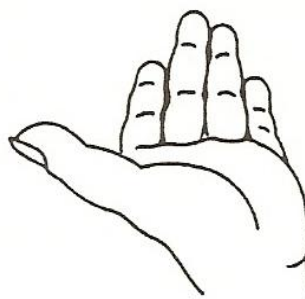
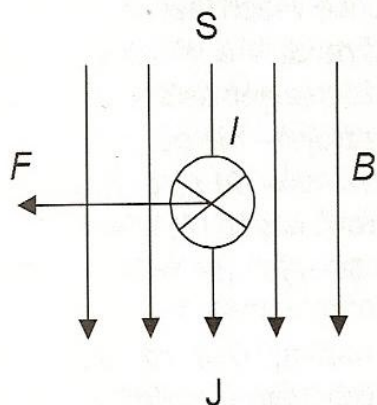
Obr.1. Spojenie trojfázových vinutí .

N-(začiatok vinutia)



Pravidlo ľavej ruky:

Ak položíme ľavú ruku na vodič tak, aby prsty smerovali v smere prúdu „I“ a siločiarly magnetického poľa (alebo magnetickej indukcie „B“) vstupovali do dlane (smerujú od severného pólu „S“ k južnému „J“), má sila „F“ smer a zmysel ukazovaný palcom.



V bežnom rotačnom motore je rotor umiestnený tak, aby magnetické pole vytvárané vo vodičoch rotora a magnetické pole statora vyvíjali krútiaci moment prenášaný na rotor stroja. Tento krútiaci moment potom spôsobí rotáciu rotora, motor sa otáča tým vykonáva mechanickú prácu. Väčšina elektrických motorov je skonštruovaná na rotačnom princípe (jednoduchšia konštrukcia), ale existujú aj **netočivé** elektromotory napr. **lineárny elektromotor**.

Rotor lineárneho elektromotora je tvorený statickými cievkami umiestnenými okolo vodiacej dráhy lineárneho stroja (rotor je ako keby rozvinutý do dĺžky a neotáča sa). V elektrickom točivom stroji sa rotujúca časť stroja nachádza obvykle vo vnútri, rovnomerne obklopená statorovým vinutím.

Zhrnutie:

Elektromotor

- v statore sú 3 cievky, ktorých osi zvierajú uhol 120°
- ak do statora privedieme trojfázovú sústavu napätí, vznikne magnetické pole (točivé magnetické pole), ktorého vektor magnetickej indukcie B sa otáča.
- **Rotorom**- je "kotva nakrátko"- sú to 2 vodivé prstence spojené vodičmi .
- v točivom magnetickom poli sa vo vodiči indukuje prúd, preto magnetické pole pôsobí na rotor silou = rotor sa roztočí
- bude sa vždy točiť s menšou frekvenciou ako pole = **asynchrónny motor**.
- **Kotva** sa nikdy nemôže otáčať rovnakou frekvenciou akou sa otáčal magnet- lebo vinutie kotvy by bolo vzhľadom na indukčné čiary relatívne v pokoji = prúd by sa v ňom neindukoval= príčina otáčania by zanikla

Synchrónny motor.

Delenie a charakteristika niektorých druhov Elektromotorov:

1) jednosmerný motor

- s permanentnými magnetmi
- sériový motor
- derivačný motor (paralelný)
- sériovo-paralelný motor

2) striedavý motor

- synchrónny motor
- krokový motor
- asynchrónny motor

- jednofázový motor
- trojfázový motor

Jednosmerný elektromotor

Elektromotor na jednosmerný prúd.

Obr:



Každý jednosmerný stroj môže pracovať ako motor aj ako generátor. Motor s permanentným magnetom je najjednoduchším motorom na jednosmerný prúd. Jeho stator je tvorený permanentným magnetom. **Rotor tvorí elektromagnet s pólami.** Elektrický prúd je do cievok rotora privádzaný cez komutátor, čo je vlastne rotačný prepínač. Jeho úlohou je meniť polaritu elektrického prúdu a tým aj polaritu magnetického poľa prechádzajúceho cievkami. Počet prepínacích plôšok komutátora zodpovedá počtu cievok (najmenej dve).

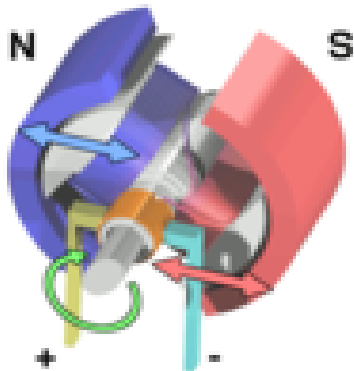
Konštrukcia komutátora zaisťuje, že sily pôsobiace na póly rotora majú stále rovnaký smer. V okamihu prepnutia polaritu udržuje beh tohto motora v správnom smere zotrvačnosť rotora. Počet pólů rotora ovplyvňuje plynulosť chodu motora, a silu potrebnú na jeho rozbeh (záberový moment). Čím viac pólů, tým plynulejší chod. Obvyklý počet je štyri.

Vzhľadom na to, že výkon motora je závislý na veľkosti permanentného magnetu sa takáto konštrukcia používa len pre malé elektromotory. **Využitie je na pohon ventilátorov** používaných pri chladení v elektrotechnike, modelárske motorčeky pre pohon hračiek a pod.

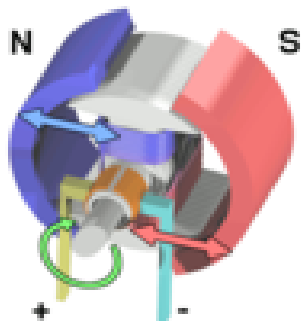
Výhodou motora s permanentným magnetom je možnosť meniť smer otáčania zmenou polaroty napájania.

Príkladom je motor s dvoma permanentnými magnetmi a dvojpólovým rotorom. Komutátor (oranžová farba) spôsobí zmenu smeru (zmenu polaroty) prúdu + a - (- a +) po každom pootočení o 180°. Tým dôjde k zmene smeru indukčných siločiar v cievke.

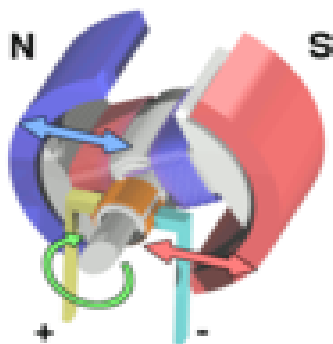
Princíp činnosti jednosmerného motora



Rotor je napájaný cez (oranžová) komutátor pomocou jednosmerného napätia. Stator je tvorený dvoma permanentnými magnetmi (modrý a červený poloblúk, farba reprezentuje polaritu statora).



Súhlasné póly elektromagnetu (magnetu) sa odpudzujú a rozdielne priťahujú. Táto sila spôsobí roztočenie rotora.



Opačné póly sa priťahujú, rotor sa stále otáča. V okamihu, kedy sa rotor dostane do vodorovnej polohy, komutátor prepne polaritu magnetického póla rotora a odpudivé sily znovu udržia rotor v pohybe.

Hlavné druhy jednosmerných strojov

Rôznou kombináciou budenia sa dajú dosiahnuť také vlastnosti jednosmerného stroja, aké nemá žiaden iný druh elektrického stroja. Pri motoroch sú to hospodárne plynulé regulácie rýchlosti a veľká ťažná sila pri malej rýchlosti. Pre tieto vlastnosti používame jednosmerné motory zvlášť pre pohon valcovacích stolíc, ťažných strojov, veľkých obrábacích strojov, elektrifikovaných bagrov a pre pohon vozidiel. Pretože v rozvodných sieťach je trojfázový prúd usmerniť, napr. v usmerňovačoch, alebo vyrobiť v dynamo poháňanom trojfázovým motorom (motorgenerátorom).

Podľa budenia rozoznávame:

- a) Stroje s cudzím budením (obr. a). Budiace vinutie hlavných pólov je pripojené na samostatný zdroj jednosmerného napätia, na batériu, budič alebo usmerňovač. Ďalšie stroje majú vlastné budenie.
- b) Derivačné stroje (obr. b). Magnety sú pripojené paralelne čiže v derivácii s kotvou. Pri stálom napätí na svorkách je stále budenie.
- c) Sériové stroje (obr. c). Budiace vinutie je v sérii s kotvou. Budiaci prúd je ten istý ako prúd v kotve a budenie je úmerné zaťaženiu stroja.
- d) Kompaundné stroje (združené, obr. d). Majú na magnetoch derivačné aj sériové cievky. Svojimi vlastnosťami sa blížia k derivačným alebo sériovým strojom podľa toho, ktoré budiace vinutia prevláda.

Uvedené stroje sa prejavujú rôznymi vlastnosťami. Pri dynamo sa sleduje závislosť napätia pri zaťažení. Pri motore je dôležitá závislosť otáčavého momentu a rýchlosti od zaťaženia.

Konštrukčné detaily

Hlavné časti:

Hlavné aktívne časti jednosmerného stroja sú:

- 1) rotorový zväzok
- 2) vnutie motora
- 3) vyrovnávacie spojky
- 4) statorová kostra
- 5) hlavné poly
- 6) vinutie hlavných pólov
- 7) pomocné poly
- 8) vinutie pomocných pólov
- 9) komutátor so zberaním mechanizmom.

Hlavné neaktívne (konštrukčné) časti sú:

- 1) hriadeľ
- 2) rotorové postrannice
- 3) ložiskové štíty
- 4) ložiská
- 5) nosné časti zberadiel
- 6) pripevňovacie časti
- 7) svorkovnica
- 8) ventilátor.

Jednosmerný motor

Jednosmerné motory sa používajú v praxi všade tam, kde potrebujeme regulovať otáčky motora v širšom rozsahu (lokomotívy, elektrická trakcia, pohon obrábacích strojov) alebo potrebuje veľký záberový moment (pohony výtahov, žeriavov, trakčných vozidiel).

Motor sa skladá z dvoch častí. Rotor(kotvu) tvoria dynamové plechy, vinutie a komutátor. Stator sa skladá z hlavných(cievky budiaceho vinutia)a pomocných pólov, a kompenzačného vinutia. Podľa spôsobu zapojenia vinutí kotvy a budiaceho delíme jednosmerné motory na stroje s cudzím buđením alebo vlastným buđením (sériové, derivačné a compoundné – zmiešané).

Regulácia otáčok sa môže vykonávať viacerými spôsobmi – napr. zmenou napájacieho napätia, zmenou odporu v obvode kotvy (rotora) alebo zmenou budiaceho toku.

Sériový elektromotor

Keďže pre väčšie motory by bol potrebný rozmerný (a drahý) permanentný magnet, tak namiesto neho sa pre statory väčších elektromotorov používa elektromagnet. Pokiaľ je vinutie statora (budiace vinutie) spojené s vinutím rotora do série, hovoríme o **sériovom elektromotore**. Tento typ elektromotoru má **točivý moment nepriamo úmerný otáčkam**, čo znamená, že stojaci elektromotor má veľký točivý moment. Tento efekt sa preto využíva predovšetkým v dopravných strojoch a pri elektrickom pohone dopravných prostriedkov (vlak, metro trolejbus, električka). V spojení s generátorom je schopný nahradiť mechanickú prevodovku. Sériové elektromotory nájdeme aj ako alternatívny pohon automobilov. **Pri sériovom motore sa magnetický tok mení so zaťažovacím prúdom**, a preto sa aj rýchlosť mení so zaťažením.

Rýchlostná charakteristika je hyperbola.

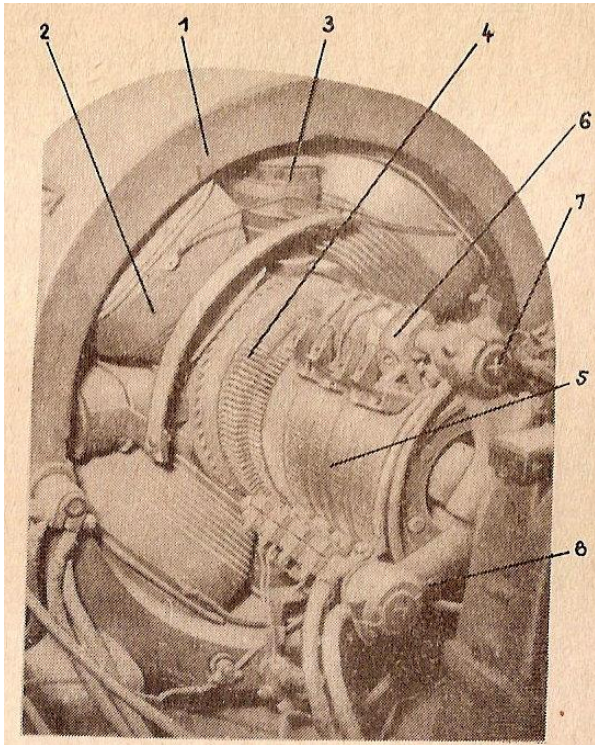
Veľkému zaťaženiu odpovedá malá rýchlosť, malému zaťaženiu veľká rýchlosť. **Sériový motor nesmie bežať naprázdno**, lebo zoslabením magnetického toku by sa rýchlosť nebezpečne zvýšila a motor by sa poškodil.

Sériový motor nesmieme použiť pre remeňový prevod, lebo je tu nebezpečenstvo, že by sa poškodil, keby sa remeň pretrhol alebo zošmykol. Sériový motor používame len tam, kde je priamo spojený so zaťažením, buď pevnou spojkou, alebo ozubeným súkolesím. Sériovým odporom a paralelne zapojeným odporom k magnetom možno regulovať rýchlosť otáčania.

Opis jednosmerného stroja:

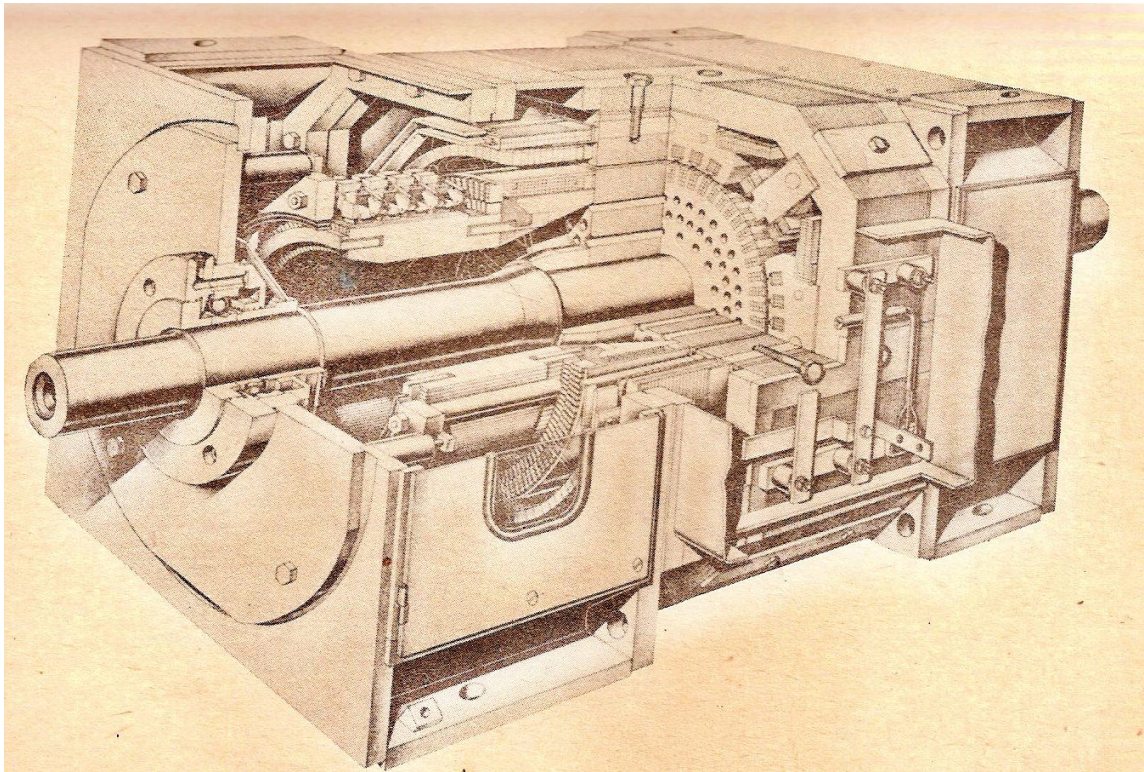
Hlavné časti jednosmerného stroja sú vyznačené na obrázku.

Masívna liatina alebo zváraná kostra tvorí magnetový veniec, ktorým sa ako jarmom uzatvára magnetické pole. Veniec nesie budiace vinutie, ktoré sa skladá z polových jadier, ukončených polovými nástavcami a opatrených budiacim vinutím



- 1-statrová kostra
- 2-hlavný pól s budiacim vinutím
- 3-pomocný pól
- 4-kotva
- 5-komutátor
- 6-kefy
- 7-nosný kolík
- 8-nosný kru

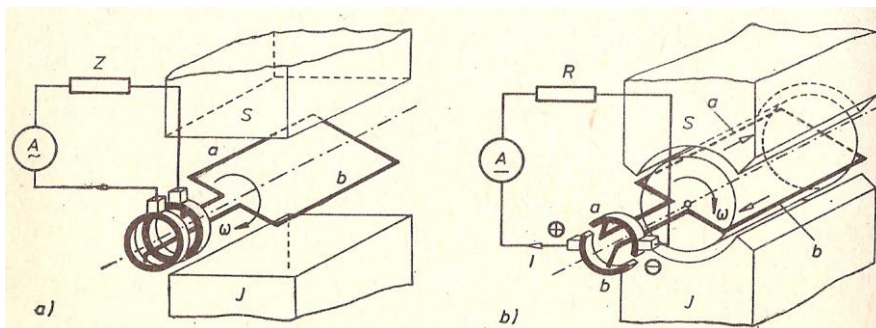
Magnetové cievky sú napájané jednosmerným prúdom, obyčajne z vlastných svoriek jednosmerného stroja a budia magnetické pole. Tvar magnetického poľa vo vzduchovej medzere stroja je upravený tvarom polových nástavcov. Cievky sú zapojené tak, že striedavo vybudia severný a južný pól. Medzi hlavnými pólmi sú úzke pomocné, komutačné poly, ktorých úlohou je vylepšovať prevádzkové vlastnosti stroja. Rotor **4** je zložený z plechov a v jeho drážkach je uložené jednosmerné vinutie. Začiatky a konce cievok sú pripojené na medené lamely komutátora **5** , na ktorý dosadajú uhlíkové kefy, uložené v kefových držiakoch **6** Držiaky sú nasadené na zberacích kolíkoch **7** , ktoré sú upevnené v nosnom kruhu **8** Tento umožňuje natočenie kief do najvhodnejšej polohy.



Obr. Rez jednosmerného stroja.

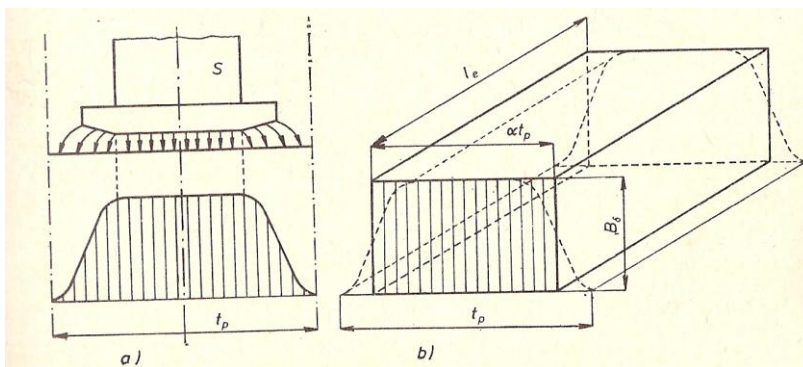
Princíp činnosti

Najjednoduchší generátor na výrobu elektrického prúdu je na obr.1 V homogénnom magnetickom poli medzi dvoma pólmi sa otáča závit, ktorého začiatok a koniec sú pripojené na dva krúžky, ktoré sa spolu s ním otáčajú. Magnetický tok, spriahnutý s otáčajúcim sa závitom, mení sa s časom sínusovite a v závite sa indukuje striedavé napätie. Polarita oboch krúžkov sa periodicky mení podľa toho, či vodič s nimi spojený je pod severným alebo južným pólom. Aj prúd, ktorý preteká uzavretým vonkajším obvodom, je stredový. Stroj podľa



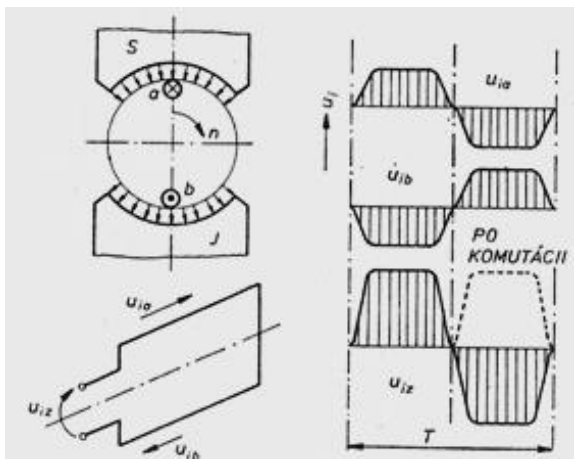
Obr.1

obr. má veľmi veľkú vzduchovú medzeru, pri ktorej na vybudenie potrebného toku by bolo potrebné veľké budenie. Preto všetky točivé elektrické stroje majú vodiče uložené v drážkach valcového rotorového zväzku, zloženého z dynamových plechov, a póly s vhodne tvarovanými pólovými nástavcami, takže vznikne iba malá vzduchová medzera, vyžadujúca malé budenie. Pri takejto úprave indukčné čiary vstupujú na povrchu železa kolmo, takže rotorové vodiče sa pohybujú vždy kolmo na ich smer a pri stálej rýchlosti je okamžitá hodnota indukovaného napätia úmerná indukcii magnetického poľa vo vzduchovej medzere. Jeho časový priebeh možno tak veľmi jednoducho ovplyvniť tvarom pólových nástavcov, ktoré určujú veľkosť vzduchovej medzery, a tým aj veľkosť indukcie magnetického poľa. Ak ide o generátor na výrobu jednosmerného prúdu, musí výsledné napätie čo najmenej meniť svoju hodnotu. Preto majú jednosmerné stroje pólové nástavce tvarované tak, že vzduchová medzera je konštantná v čo najväčšej časti pólového rozstupu.



Obr.2

Iba okraje pólu sú skosené, aby sa dosiahol plynulý prechod indukcie i indukovaného napätia z jednej polaroty do druhej.



Obr.3

Na obrázku je opäť vyznačený jeden závit, otáčajúci sa v magnetickom poli. V každom jeho vodiči (a – b) sa indukuje napätie opačnej polarity. Keďže oba vodiče sú v závite spojené do série, výsledné indukované napätie jedného závitu je dané aritmetickým súčtom oboch napätí. Je to ešte stále stredové napätie, aj keď už nie sínusového priebehu. Usmernenie tohto striedavého napätia, indukovaného v otáčajúcom sa závite, zaisťuje komutátor.

Pôsobenie komutátora

Na obr.1 je princíp jednosmerného generátora – dynamy. Začiatok a koniec závitu, ktorý sa otáča v magnetickom poli, sú pripojené k dvom medeným lamelám, izolované upraveným na valcovej ploche a otáčajúcim sa spolu so závitom.

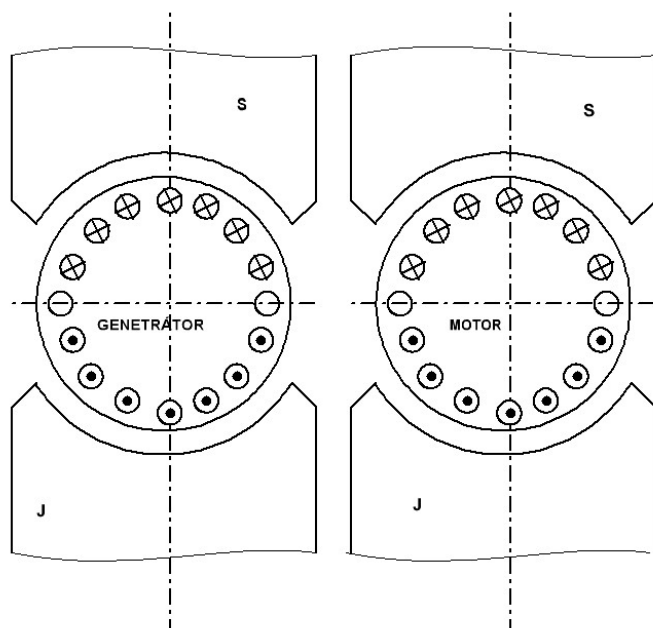
Polarita lamiel sa mení rovnako, ako sa mení polarita krúžkov v obr. Po lamelách kľúzu dve uhlíkové zberacie kefy, ktoré sú pevné a neotáčajú sa. Striedavo sa dotýkajú jednej a druhej lamely. Ich poloha je upravená tak, že jedna z nich sa dotýka jednej lamely tak dlho, pokiaľ je táto napr. kladná a druhá sa podobne dotýka rovnako dlho zápornej lamely. Komutátor (sústava lamiel a kief) pri dynamy usmerňuje striedavé napätie indukované v otáčajúcich sa cievkach. Komutáciou sa nazýva časová zmena smeru prúdu v tom závite alebo cievke, ktorý je práve v neutrálnej polohe a kefy ho na krátky krátko spájali lamely tých cievok, ktoré práve pomutujú. Usmernené napätie alebo príslušný usmernený prúd jedného závitu silne pulzuje. Jeho polarita je síce stála, ale hodnota sa mení od nuly po maximálnu hodnotu. Hladší priebeh sa docieli použitím viacerých rovnakých cievok, rovnomerne rozložených po obvode rotora kotvy a vhodne pospájaných podľa použitého druhu vinutia. Komutátor má potom toľko lamiel, koľko je cievok. Spôsob pripájania cievok na komutátor tiež závisí od druhu vinutia.

Pôsobenie komutátora pri motore

Pri motore na jednosmerný prúd je funkcia komutátora práve opačná. Na svorky motora sa privádza jednosmerný prúd, tento preteká vodičmi kotvy a keďže tieto sa nachádzajú v magnetickom poli, pôsobí na ne určitá sila a motor sa otáča. Smer otáčania možno určiť napr. pravidlom ľavej ruky. Keby však vodičmi kotvy tiekol trvalo jednosmerný prúd, prestali by sa pohybovať po dosiahnutí neutrálnej polohy – v osi medzi dvoma susednými pólmi.

Aby sa kotva mohla ďalej otáčať pôvodným smerom, musí sa smer prúdu v nich po prechode spod jedného pólu pod druhý zmeniť. Túto zmenu smeru prúdu vo vodičoch

rotorového kotvového vinutia zabezpečuje komutátor. Komutátor pri jednosmernom motore mení smer prúdu vo vodičoch rotora tak, aby sa tento trvalo otáčal jedným smerom. Ťažná sila motora pulzuje podobne ako pulzuje indukované napätie dynama. Čím viac cievok má motor, tým je ťah plynulejší. Zmenšuje sa tým, že sa niektoré cievky počas komutácie kefami spájajú nakrátko a neprispievajú k vytváraniu točivého momentu. Pri rovnakej polarite pólov a pri rovnakom smere prúdu v kotve je smer otáčania motora a generátora opačný, ako to vyplýva z obr.4 alebo pri rovnakej polarite pólov a pri rovnakom smere otáčania je smer prúdu v kotve motora a dynama opačný.



Obr.4 Smer otáčania dynama a motora

Jednosmerné vinutia

Jednosmerné vinutia možno deliť podľa viacerých hľadísk.

Podľa spojenia:

- otvorené – dnes sa používa iba ojedinele (pri hračkách),
- zatvorené – najpoužívanejšie, navinuté je akoby z jedného vodiča tak, že aj pri nadvihnutí kief zostane uzavreté.

Podľa uloženia v drážkach:

- jednovrstvové,
- dvojvrstvové,

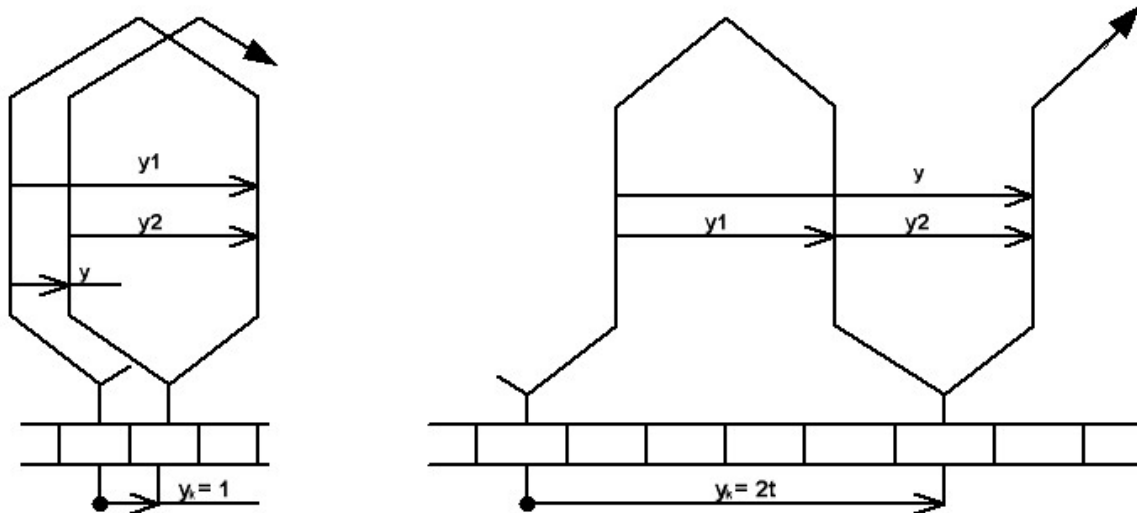
Skoro všetky jednosmerné stroje majú dvojvrstvové vinutia. Iba veľmi malé univerzálne motory s jednosmerným vinutím majú cievky ručne navinuté priamo na stroji tak, že jedna cievka má obe strany v spodnej a ďalšia obe strany vo vrchnej polohe.

Podľa pripojenia cievok na komutátor:

- slučkové – zhotovené podľa obr. Tak, že začiatok a koniec cievky (alebo len závit) je pripojený na dve susedné lamely komutátora, takže cievky vytvárajú slučky,
- vlnové – začiatok a koniec cievky sú pripojené na dve lamely, vzdialené od seba približne o dva pólové rozstupy obr.

Z týchto dvoch základných druhov možno odvodiť vinutia:

- sériovo paralelné,



- viacnásobne paralelné.

Cievky všetkých druhov vinutí majú tak, ako pri striedavých vinutiach, rozpätie krok rovnajúce sa približne jednému pólovému rozstupu, aby sa v nich indukovalo maximálne možné napätie.

Podľa počtu závitov v cievke

- závitové – s viacerými závitmi v jednej cievke,

b) tyčové – s jedným závitom v cievke.

V schémach sa vinutie vždy kreslí iba s jedným závitom v cievke, aby bolo prehľadnejšie.

Jednosmerný Motor

Princíp:

Jednosmerné motory sa používajú v praxi všade tam, kde potrebujeme regulovať otáčky motora v širšom rozsahu lokomotívy, elektrická trakcia, pohon obrábacích strojov alebo potrebuje veľký záberový moment pohony výťahov, žeriavov, trakčných vozidiel.

Motor sa skladá z dvoch častí. Rotor(kotvu) tvoria dynamové plechy, vinutie a komutátor. Stator sa skladá z hlavných(cievky budiaceho vinutia) a pomocných pólov, a kompenzačného vinutia. Podľa spôsobu zapojenia vinutí kotvy a budiaceho delíme jednosmerné motory na stoje s cudzím budením alebo vlastným budením sériové, derivačné a komppoundé – zmiešané.

Regulácia otáčok sa môže vykonávať viacerými spôsobmi – napr. zmenou napájacieho napätia, zmenou odporu v obvode kotvy rotora alebo zmenou budiaceho toku.

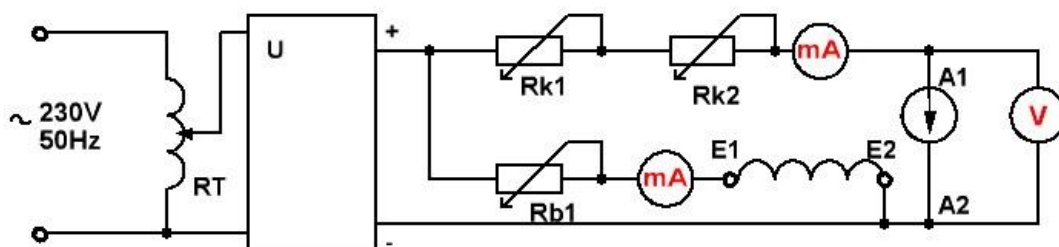


Schéma zapojenia na spúšťanie, reverzáciu a reguláciu otáčok jednosmerného derivačného motora.

Derivačný elektromotor má elektromagnet statora napájaný paralelne s vinutím rotora. Otáčky tohto motora sú menej závislé na záťaži elektromotora. Najviac je možné prúd statora samostatne regulovať. Aby derivačný motor mal pri spúšťaní dostatočný záberový moment, musia magnety dostať pri spúšťaní plné budenie. Ak zanedbáme reakciu kotvy, momentová charakteristika je priamková. Ak sa zväčší zaťaženie pri stálom budení, motor odoberá zo siete väčší prúd a indukované napätie sa zmenší.

Menšiemu indukovanému napätiu odpovedá pri stálom budení menšia rýchlosť, nie však oveľa, pretože so zaťažením sa zväčšuje aj reakcia kotvy, ktorá zoslabuje magnetický tok a pokles sa takmer vyrovná. Tým, že sa budenie derivačného motora so zaťažením nemení, je jeho rýchlosť pri stálom svorkovom napätí takmer konštantná. Zmena rýchlosti so zaťažením je potom veľmi malá. Derivačný motor drží rýchlosť vo veľkom rozsahu zaťaženia. Ak zanedbávame reakciu kotvy, je rýchlostná charakteristika priamková. Rýchlosť derivačného motora sa riadi reostatom v obvode magnetov. Pretože budiaci prúd je pomerne malý, strata energie v reostatoch je taktiež malá a táto regulácia rýchlosti je hospodárna. Budenie derivačného motora málo zaťaženého nesmieme prerušiť, lebo magnetický tok by sa zoslabil na permanentný tok, rýchlosť by nebezpečne stúpila a motor by sa poškodil. Ak pracuje motor s menším budením pri vyšších rýchlostiach a ak sa zväčší pred zastavením jeho budenie, bude indukované napätie väčšie ako napätie siete. Motor pracuje ako dynamo a dodáva elektrickú energiu späť do siete (rekuperuje) a brzdí. Ak sa má derivačným motorom brzdiť až do úplného zastavenia, odpojí sa kotva od siete a spojí sa cez odpor, pričom sa magnety budia zo siete (brzdenie do odporu).

Výhody a nevýhody:

Rýchlosť jednosmerného motora je priamo úmerná veľkosti napájacieho napätia a záťaži na výstupnom hriadeli (brzdny moment.). Rýchlosť motora pri danom brzdnom momente je úmerná napätiu a točivý moment je úmerný prúdu. Rýchlosť motora je možné regulovať zmenou vstupného napätia.

Výhodou jednosmerného motora je jeho jednoduchosť a univerzálnosť. Sériový a derivačný motor môžu pracovať aj na striedavý prúd nízkych frekvencií. Ďalšou výhodou oproti striedavým motorom je možnosť dosiahnuť ľubovoľné (reálne mechanicky dosiahnuteľné) otáčky (motory na striedavý prúd majú obvykle otáčky obmedzené frekvenciou elektrorozvodnej siete, napr. pri dvojpólovom asynchrónnom motore 50Hz = 3000 ot/min). Preto sa tieto motory používajú napr. vo vrtačkách, mixéroch, pohon automobilov a dopravných zariadení (napr. lokomotívy, trolejbusy, električky a pod).

Najväčšou nevýhodou jednosmerných motorov je existencia komutátora. Je to mechanický prepínač, ktorý spína veľké prúdy a je preto náročný na údržbu a zoradenie. Zároveň je mechanicky a elektricky (iskrenie) veľmi namáhaný, a po čase je nutná výmena zberačov (uhlíkov), neskôr i celého komutátora (resp. rotora). Iskrenie je zdrojom elektromagnetického rušenia, ktoré sa musí tlmiť dodatočnými elektrickými obvodmi.

S rozvojom silnoprúdovej elektroniky (výkonové tyristory, triaky, tranzistory) sú jednosmerné motory postupne vytláčané motormi s rotujúcim magnetickým poľom budeným elektronicky.

Reverzácia a brzdenie

Sériové a derivačné motory neumožňujú zmenou polarít vstupného napätia meniť smer otáčania rotora (prepólovanie rotora prepóluje aj stator) čiže smer otáčania ostane zachovaný. Pre zmenu smeru otáčania je preto potrebné oddeliť napájanie statora a rotora. Pretože jednosmerné motory fungujú aj ako generátory, je ich možné využiť ako elektrodynamickú brzdu.

Striedavý elektromotor

Synchrónny elektromotor

Rotor elektromotora je tvorený magnetom alebo elektromagnetom, stator do ktorého je privádzaný striedavý elektrický prúd vytvára pulzné rotujúce magnetické pole. Rotor sa snaží udržať polohu súhlasiacu s týmto poľom. Magnet umiestnený v rotore sa snaží uchovať si svoju konštantnú polohu voči otáčavému magnetickému poľu vytvorenému prechodom striedavého elektrického prúdu cievkami statora.

Synchrónne motory majú celý rad nevýhod - je potrebné ich roztočiť na pracovné otáčky iným strojom, alebo pomocným asynchrónnym rozbehovým vinutím. Pokiaľ pod záťažou stratia synchronizáciu s rotujúcim elektromagnetickým poľom, skokovo klesne ich výkon a zastavia sa. Preto sa používajú iba v špeciálnych prípadoch kedy sú ich nevýhody vyvážené požiadavkou na pravidelnosť otáčok. Zo synchrónneho motora sa vyvinul krokový motor a striedavý servomotor.

Synchrónny stroj je taký elektrický točivý stroj, ktorého kmitočet svorkového napätia je priamo úmerný otáčkam.

Rotor synchrónneho stroja sa teda otáča súčasne – synchrónne s točivým poľom statora.

Podľa účelu sa synchrónne stroje delia na:

1. alternátory – špeciálne typy sú:

- a) turboalternátory – poháňané parnou alebo plynovou turbínou,
- b) hydroalternátory – poháňané vodnou turbínou,

2. synchrónne motory – stroje na premenu elektrickej energie na mechanickú pri stálych synchrónnych otáčkach, daných kmitočtom siete.

Špeciálny druh predstavuje

Synchronovaný indukčný motor, ktorý sa rozbieha ako krúžkový a po rozbehu sa budí jednosmerným prúdom, takže pracuje ako synchrónny,

- 3. synchrónne kompenzátory** – pracujú ako motory naprázdno a podľa nastaveného budenia dodávajú do siete iba jalový výkon. Slúžia na reguláciu napätia a účinníka siete,
- 4. synchrónne konvertory** – používané na priamu premenu striedavého prúdu na jednosmerný, alebo naopak (jednotkový menič),
- 5. stredofrekvenčné alternátory** – slúžia na výrobu stredo frekvenčného prúdu (od 2 000 do 10 000 Hz) najmä pre potreby metalurgie (indukčné taviace pece).

Synchrónny stroj sa skladá zo **statora** tvoriaceho medzikružný zväzok zložený z dynamových plechov a opatrený striedavým, obvykle trojfázovým vinutím a z **rotora**, ktorý je tvorený sústavou pólov, budených jednosmerným prúdom. Otáčajúcim sa magnetickým poľom rotora indukuje sa v stojacom statorovom vinutí napätia, takže stator synchrónneho stroja predstavuje jeho **kotvu** (indukt).

Podľa usporiadania rotora sú synchrónne stroje

- 1. s vyvedenými pólmi** – rotor je zložený z rotorového kolesa, na ktorom je pripravený istý počet pólov (štyri i viac) a každý pól má svoju budiacu cievku
- 2. s hladkým rotorom** – rotor tvorí pevný valec, ktorý má na povrchu pozdĺžne drážky a v nich uložené sústredené budiace vinutie, napájané jednosmerným prúdom tak, že rotor sa z magnetuje (obyčajne dvojpólove).

Alternátory i synchrónne motory sú spravidla trojfázové, ktoré voči jednofázovým majú mnohé prednosti. Jednofázové generátory sa požívajú ojedinele iba v špeciálnych prípadoch.

Trojfázový alternátor predstavuje dnes skoro výhradný zdroj elektrickej energie. Výhodný je najmä preto, že sa dá hospodárne vyrobiť práve pri veľkých výkonoch, v spojení s transformátorom umožňuje hospodárny prenos obrovských výkonov na veľké vzdialenosti a že ním napájaná trojfázová sieť dáva k dispozícii dvojité napätie a môžu na nej pracovať najjednoduchšie – indukčné motory.

Usporiadanie štvorpóloveho synchrónneho stroja s vyvedenými pólmi

Na magnetovom kolese sú upevnené štyri póly, ktorých budiace vinutia, napájané jednosmerným prúdom z osobitného zdroja, obvykle samostatného derivačného dynama – **budiča**, vybudzujú striedavo severný a južný pól. V statorových drážkach je rovnako ako trojfázové vinutie. V štvorpolovom stroji ho tvoria tri dvojice cievok (A - A', B - B', C - C') navzájom posunuté o 120° elektrických. Budič býva zvyčajne upravený na spoločnom hriadelí s rotorom a budiaci prúd sa k budiacim cievkam privádza prostredníctvom dvoch krúžkov a uhlíkových kief, ktoré na ne dosadajú.

Ak ide o **generátor**, otáča sa magnetové kolo pôsobením vonkajšieho momentu (parná turbína, vodná turbína a pod.) a jeho otáčajúce sa magnetické pole indukuje v statorovom vinutí trojfázový prúd, odoberaný prostredníctvom troch pevných svoriek. Aby indukovaný prúd bol sínusovitý, na póloch sú nástavce, ktoré zabezpečujú sínusovité rozloženie magnetického toku po obvode vzduchovej medzery.

Opačná úprava synchronného stroja s magnetmi na statore a s kotvou na rotore nie je vhodná, lebo odber prúdu z rotujúceho vinutia prostredníctvom troch krúžkov, najmä pri vyšších napätiach by spôsobil veľké ťažkosti. Používa sa iba v ojedinelých prípadoch pri malých výkonoch a nízkych napätiach.

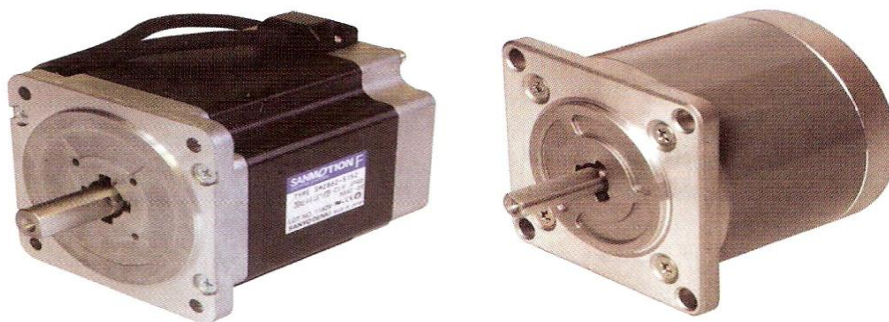
Ak sa do statorového vinutia privádza trojfázový prúd, vzniká točivé magnetické pole, ktoré je schopné so sebou unášať roztočenú magnetku. Tak vznikne **synchronný motor**, ktorý sa po roztočení otáča súčasne s točivým poľom presne synchronnými otáčkami a tieto nemení ani pri zaťažení.

Veľmi výhodné je priame spojenie alternátora s rýchlobežnými parnými alebo plynovými turbínami.

Tieto hospodárne pracujú práve v oblasti 3 000 ot/min, takže pri normálnom priemyselnom kmitočte 50 Hz musí byť rotor dvojpólový. Takýto stroj nemožno však vzhľadom na mechanické namáhanie odstredivými silami, ako aj na využitie priestoru pri väčších výkonoch, urobiť s vyvedenými pólmi. Preto tzv. **turboalternátory** majú rotorové budiace vinutie uložené v drážkach na povrchu masívneho kovaného oceľového valca. Vinutie tvoria sústredenú cievku upravenú a zapojenú tak, že vybudia dvojpólové pole. Aktívne drážky vyplňujú iba 2/3 obvodu. Priestor v osi pólov je bez vinutia, bývajú v ňom upravené iba ventilačné drážky, alebo zárezy, ktorými sa vyrovná rozdiel v momentoch zotrvačnosti k jednotlivým osiam a tým i rozdielnosť v kritických otáčkach.

Krokový elektromotor

Krokový motor je špeciálny druh viacpólového synchronného motora. Využíva sa predovšetkým tam kde je potrebné presne riadiť nie len otáčky, ale aj konkrétnu polohu rotora. Používajú sa v presnej mechanike, regulačnej technike, robotike a pod. Základný princíp krokového motora je - prúd prechádzajúci cievkou statora vytvorí magnetické pole, ktoré pritiahne opačný pól magnetu rotora. Motor je schopný v tejto polohe presne stáť. Vhodnou kombináciou zapojenia cievok vznikne rotujúce krokové magnetické pole, ktoré nielen otáča rotorom, ale zabezpečuje aj jeho presnú polohu voči statoru. Kvôli prechodovým javom je rýchlosť otáčania motora limitovaná. Pri jej prekročení motor začne strácať kroky.



Podľa spôsobu riadenia krokových motorov rozoznávame unipolárne a bipolárne motory. Pri unipolárnom riadení prechádza prúd v jednom okamihu práve jednou cievkou. Výhodou je malý odber, nevýhodou malý krútiaci moment.

Pri bipolárnom riadení prechádza prúd vždy dvoma protiľahlými cievkami s navzájom opačne orientovanými magnetickými pólami. Výhodou je väčší krútiaci moment, väčšia stabilita kroku, nevýhodou vyššia spotreba.

Správne dimenzovanie systému s krokovým motorom vyžaduje hlbšie znalosti z dvoch nasledujúcich podstatných parametrov: -mechanické vlastnosti aplikácie ako sú moment zotrvačnosti, prevodové pomery, kinematika pohybu, rýchlosť, zmena rýchlosti

- (zrýchlenie, spomalenie), čas potrebný pre vykonanie dráhy ,počet opakovaní atď.
- výkonnosť jednotky ovládača, predovšetkým z pohľadu momentovej charakteristiky.

Krútiaci moment nie je závislý len na motore, ale je i značne ovplyvnený ovládačom, ktorý sa k nemu zvolí. Samotný motor môže byť používaný s rôznymi typmi ovládačov za účelom dosiahnuť požadovaných vlastností pre danú aplikáciu. U všetkých systémov s krokovými motormi je limitujúcim faktorom počet spínania, ktoré výrazne ovplyvňuje ohrev motora. V týchto prípadoch je možné použiť chladenie motora ventilátorom alebo odvieť teplo chladičom.

Lineárny elektromotor

Lineárny elektromotor je mnohopólový elektromotor "v rozvinutom stave". Stator elektromotora je rozťahnutý do dĺžky. Motor sa netočí, pohyb je vykonávaný v rovine. Jedna časť lineárneho motora je inštalovaná v pohyblivej časti (rotor), druhá je súčasťou pohybovej dráhy (stator). Výhodou je že nemá zberač prúdu. Využíva sa napr. v doprave pre pohon vlakov na magnetickom vankúši (skúšobný okruh rýchlovlaku MAGLEV je vybudovaný pri Hamburgu v Nemecku).

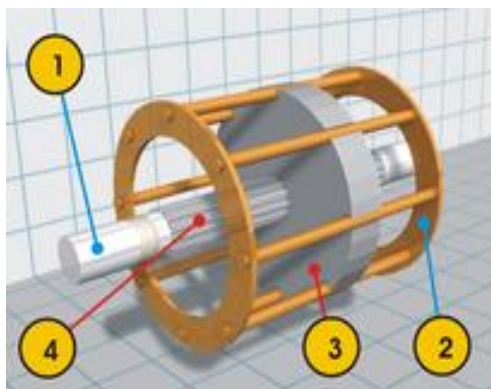
Asynchrónny stroj

je druh točivého elektrického stroja na striedavý prúd bez komutátora, pri ktorom je ustálená otáčavá rýchlosť rotora odlišná od rýchlosti otáčania otáčavého magnetického póla statora, teda asynchrónna. Patrí medzi tzv. indukčné stroje.

Konštrukcia

Stator je konštrukčne rovnaký ako stator synchronného stroja, rovnaké je aj vinutie statora.

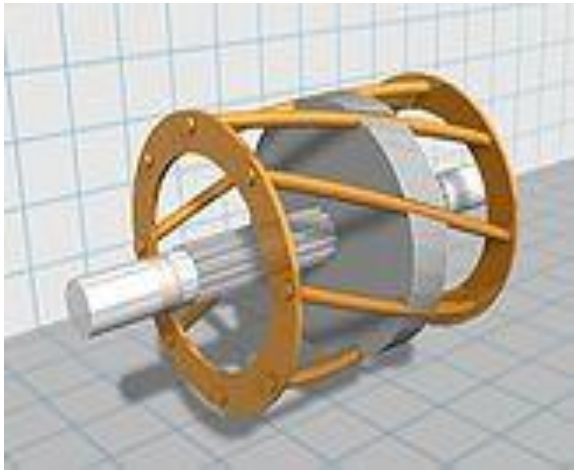
Rotor (kotva) je zložený z izolovaných plechov. Je drážkovaný po celom obvode, pričom v drážkach je vložené trojfázové rotorové vinutie, ktoré je v prevádzke spojené nakrátko (skratované). Ďalšou možnosťou konštrukcie rotora je klieťka (obrázok), ide o viacfázové prevedenie rotorového vinutia, trvalo spojeného nakrátko:



Ilustrácia kotvy nakrátko

1. Hriadeľ
2. Kľetka
3. Výstuha (zobrazená len časť)
4. Faxovacie drážky

Paralelne k hriadeľu (1) je kľetka (2). Táto a z medi alebo hliníka, ktorá sama o sebe je príliš poddajná nato, aby preniesla krútiaci moment stroja. Preto sa ešte vystužuje lamelami (3) z ocele legovanej kremíkom, ktorá má menšiu vodivosť a oveľa menšie vírivé prúdy. Okrem toho homogenizuje indukované magnetické pole a legovaná ocel má navyše vhodné mechanické vlastnosti.



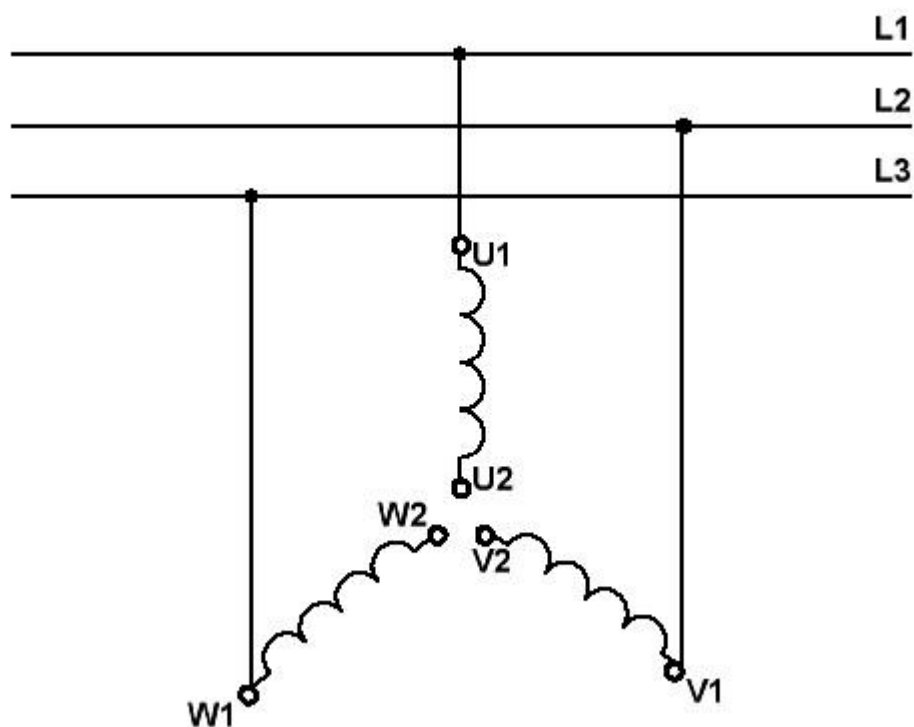
Ilustrácia kotvy nakrátko, so stúpaním

Tyče majú na prvom obrázku axiálnu odchýlku 0° (axiálne), ale pre lepšiu šumovú charakteristiku točivého pola sa v súčasnosti mierne stáčajú (cca. 5° , zhruba ako na vrtáku), vid' druhý obrázok.

Toto tiež uľahčuje výrobu, pretože tyče netreba nalisovať kvôli tomu, že výstuže majú väčšie diery a tyče stačí voľne nasunúť a skrútením sa zafixujú.

Potom sa skrútená vystužená klieťka za pomoci lisu navlečie na hriadeľ.

ASYNCHRÓNNE MOTORY



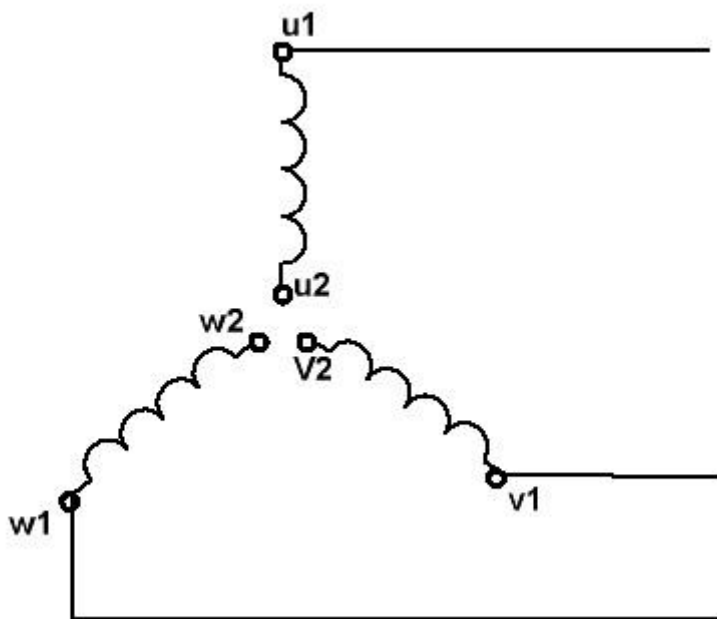
Je vytvorený trojfázovým vinutím. Svorky vinutia fázy sú U_1, U_2 , svorky vinutia druhej fázy sú V_1, V_2 a svorky vinutia tretej fázy sú W_1, W_2 . Vinutie je rozložené do drážok satorových plechov a je zapojené do trojuholníka alebo do hviezdy. Cez rozložené vinutie prechádza trojfázový prúd, ktorý vytvorí **otáčavé magnetické pole** s otáčkami .

Pre otáčky satorového magnetického poľa n_s platí : $n_s = (60 \cdot f)/p$

kde:

- f – frekvencia satorového prúdu
- p – počet pólových dvojíc na ktorých je satorové vinutie navinuté

Pre uhlovú rýchlosť satorového magnetického poľa ω_s platí: $\omega_s = (2 \cdot \pi \cdot n_s)/60$



Je vytvorený rozloženým trojfázovým vinutím v rotorových drážkach, ktoré je zapojené do hviezdy alebo do trojuholníka. Rotorové vinutie sa nachádza v premenlivom satorovom magnetickom poli. Zmena toku satorového magnetického poľa spôsobí vznik indukovaného napätia na rotore. Indukované napätie vyvolá veľký prúd a ten vybudí vlastné magnetické pole rotora. Rotorové magnetické pole spolu s otáčavým satorovým magnetickým poľom vyvolajú otáčavý moment a rotor sa roztočí nezávislými otáčkami n . Je to akoby satorové magnetické pole strhávalo so sebou rotor, avšak s určitým omeškaním – sklzom s .

Pre sklz s platí: $s = (n_s - n)/n_s$ kde:

- s – sklz
- n_s – otáčky rotora
- n – otáčky rotora

Závislosť medzi jednotlivými frekvenciami vyjadruje vzťah : $f_2 = s \cdot f_1$

kde:

- f_2 -frekvencia otáčok rotorového magnetického poľa

- s -sklz

- f_1 -frekvencia otáčok statorového magnetického poľa

Ak $n_s > n$, potom $s \neq 0$, čiže nastane také natočenie statorového magnetického poľa voči rotoru, že sa v rotore prúdy neindukujú, čoho dôsledkom je, že mechanická energia nevznikne.

Z toho vyplýva, že existencia sklzu je pre asynchrónne motory veľmi dôležitá. Je to vlastne nevyhnutná podmienka vzniku mechanickej energie, čiže podmienka, aby sa asynchrónne motory rozbehli.

Avšak zo vzťahu vyjadrujúceho závislosť strát motora na sklze vidíme, že ak chceme malé straty, musí byť malý aj sklz.

Pre straty platí: $P_{v2} = s \cdot P_1$

kde:

- P_{v2} - straty v rotore

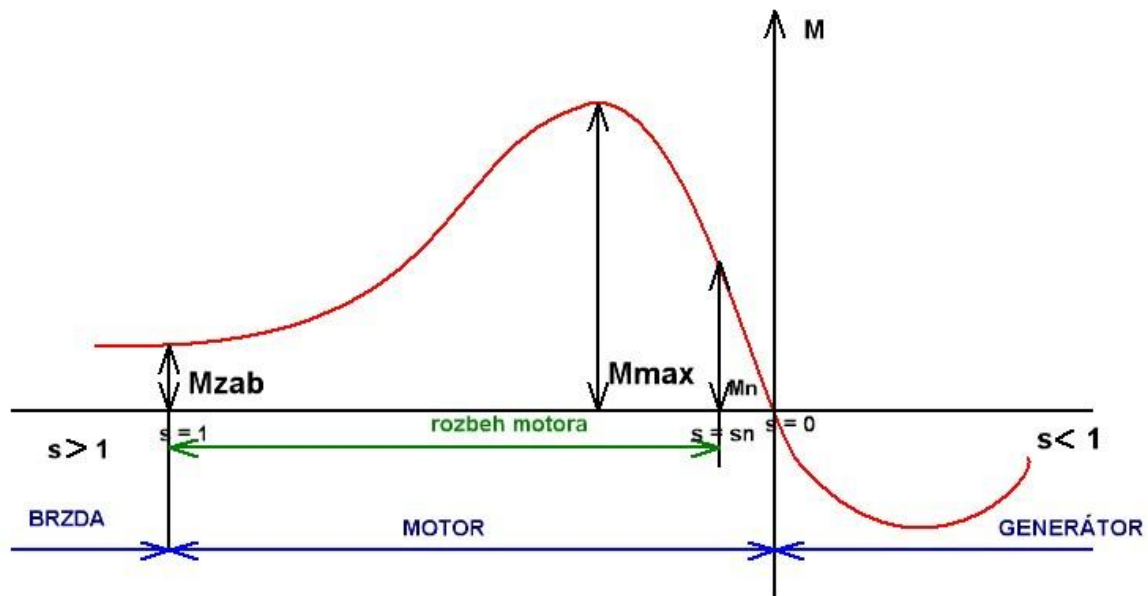
- s – sklz

- P_1 – príkon prenášaný na hriadeľ rotora

Z uvedeného je zrejmé, že sklz je nevyhnutný, ale chceme aby sa pohyboval len okolo 2% - 6% plného zaťaženia. To znamená, že žiadame, aby menovité otáčky rotora n boli o málo menšie než otáčky statorového magnetického poľa n_s .

Takže rotorové otáčky nie sú úplne nezávislé.

MECHANICKÁ CHARAKTERISTIKA ASYNCHRÓNNYCH STROJOV



Je to charakteristika vyjadrujúca závislosť mechanických veličín, to znamená závislosť mechanického momentu M od sklzu s , respektíve otáčok n .

Zobrazuje tri prevádzkové stavy asynchrónnych strojov:

- asynchrónny alternátor (generátor)
- asynchrónny motor
- indukčná brzda

To, v ktorom prevádzkovom stave sa stroj nachádza, závisí od jeho mechanických veličín – od sklzu (pozor, sklz sa nachádza na osi x a smerom doľava od hodnoty nula nadobúda kladné hodnoty, to znamená že rastie), čiže od otáčok.

$s > 1$ – brzda

$$s > 1 - n_s - n > n_s - -n > 0 - n < 0$$

To znamená, že rotor sa otáča proti zmyslu otáčania magnetického poľa statora, čiže je brzdený.

$s = 1$ až $s < 0$ – motor

Nulové otáčky zodpovedajú rotoru nachádzajúcemu sa v pokoji. Teraz pripojíme rotor na sieť a začína sa **rozbeh motora**. To znamená, že rotor začne „zaberat“, čomu zodpovedá **záberový moment M_z** . Potom prejde cez **maximálny moment M_{max}** zodpovedajúci sklzu s až na **menovitý moment M_n** zodpovedajúci sklzu s_n . Tu sa rozbeh končí a začína menovitá prevádzka. Ak by sme sklz naďalej znižovali, dostali by sme sa až k nulovej hodnote sklzu.

$s = 0$ – motor stojí

Ak sa otáčky statorového poľa rovnajú otáčkam rotora, to znamená, že sklz je nulový, čiže motor stojí.

$s < 0$ – generátor

Pre hodnotu sklzu menšiu ako nula nadobudnú otáčky statorového poľa väčšiu hodnotu ako sú otáčky rotora. Tomuto zodpovedá záporný moment, čiže rotor energiu nespotrebuje, ale dodáva. To znamená, že pracuje v režime – generátor.

Asynchrónny elektromotor

Asynchrónny motor má oproti synchronnému inú konštrukciu rotora. Rotor sa obvykle skladá zo sady vodivých tyčí, usporiadaných do tvaru valcovej klietky. Tyče sú na koncoch vodivo spojené a rotor sa potom nazýva „kotva nakrátko“. Pri stojacom motore rotujúce magnetické pole statora budí (indukuje) v tyčiach rotora elektrické prúdy, ktoré vytvárajú elektromagnetické pole rotora. Obe magnetické polia potom vzájomnou interakciou vytvárajú elektromotorickú silu.

Otáčky rotora vzrastajú. Priblížením otáčok rotora "otáčkam" magnetického poľa statora klesajú indukované prúdy a intenzita nimi vytváraného poľa, klesajú tým i otáčky rotora a zároveň točivý moment motora. Pokiaľ je motor aspoň minimálne zaťažený, nikdy nedosiahne otáčky danými frekvenciou napájacieho napätia - nikdy s nimi nebude synchronný - z toho názov asynchrónny motor.

Tento druh motora je v praxi najbežnejší. Používa sa v mnohých oblastiach priemyslu, dopravy, v domácnostiach. Jeho výkon sa pohybuje od stoviek wattov až do mnoho sto kilowattov. Tento druh motora postupne vytlačá sériový elektromotor, používaný hlavne v pohonoch dopravných zariadení (jednosmerné napájanie je elektronicky pretransformované na striedavé).

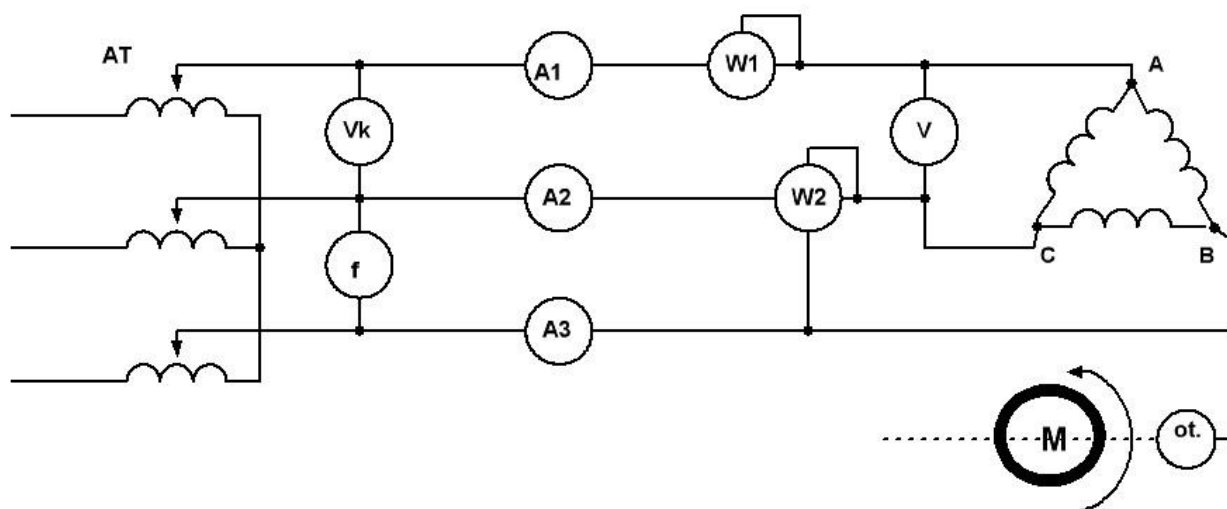
Asynchrónny motor (meranie naprázdno a nakrátko)

Meraný asynchrónny motor je trojfázový s kotvou nakrátko. Asynchrónny motor pozostáva zo statora a rotora. Obe tieto časti sú zložené z plechov a v drážkach statora je uložené trojfázové vinutie. U tohto typu motora sa rotor otáča pomalšími otáčkami ako točivé magnetické pole indukované v trojfázovom vinutí statora - nastáva medzi nimi sklz, zaostávanie. Pod chodom naprázdno rozumieme ustálený stav pomerov v statorovom vinutí, keď sa rotor otáča bez zaťaženia takmer synchronnými otáčkami. Stavom nakrátko rozumieme ustálený stav pomerov v statorovom vinutí pri zabrzdennom rotore. Motor je v stave spúšťania, a preto z nameraných hodnôt možno určiť záberový moment a záberový prúd.

Súpis prístrojov: trojfázový autotransfómator,

- kontrolný voltmeter,
- frekventomer,
- 3 ampérmetre,
- 2 wattmetre, voltmeter,
- otáčkomer,
- váha,
- asynchrónny motor

Schéma zapojenia:



Postup pri meraní:

Pod chodom naprázdno asynchrónneho motora rozumieme ustálený chod pri napájaní satorového vinutia menovitým napätým s menovitou frekvenciou, pričom rotor sa otáča bez zaťaženia takmer synchronnými otáčkami.

Skúšaný motor spustíme priamym pripojením na znížené napätie. Skúšku naprázdno robíme pri motorickom chode a napájaní z regulovateľného zdroja napätia pri menovitej frekvencii. Napájacie napätie meníme v širokom rozsahu od 120 % U_n po napätie pokiaľ možno čo najmenšie (asi po 20 % U_n). V ustálenom stave pri určitom nastavenom napätí odčítame údaje všetkých meracích prístrojov a meriame sklz otáčkomerom. Po ukončení rozbehu motor odoberá zo siete len malý príkon, ktorý sa spotrebuje na krytie strát naprázdno ΔP_0 . Keďže sklz je v stave naprázdno veľmi malý, straty v železe rotora i vinutí rotora sú zanedbateľné. Z príkonu naprázdno sa hradia straty v železe satora ΔP_{Fe} i vinutí satora ΔP_{j10} a straty mechanické ΔP_m . Platí

$$\Delta P_0 = \Delta P_{Fe} + \Delta P_{j10} + \Delta P_m$$

Spracovanie nameraných hodnôt AM naprázdno:

Z nameraných hodnôt prúdov jednotlivých fáz vypočítame strednú aritmetickú hodnotu a meraný príkon naprázdno.

Určíme korekciu na vlastnú spotrebu prístrojov.

Výpočet strát vo vinutí satora ΔP_{j10} spôsobených prúdom naprázdno závisí od zapojenia svorkovnice (do hviezdy alebo do trojuholníka).

Stavom nakrátko asynchrónneho motora rozumieme ustálený stav pomerov v satorovom vinutí pri rotore spojenom nakrátko a zabrzdennom.

Rotor mechanicky zabrzdíme pákou známej dĺžky l osadenou na hriadeli motora. Voľný koniec páky pôsobí na váhu. Meranie nakrátko prebieha pri zníženom napätí. Používa sa také napäťové rozmedzie, pri ktorom prúd nakrátko neprevyšuje 150-200 % menovitého prúdu.

Pri každej hodnote nastaveného napätia odčítame údaje meracích prístrojov. Keďže stroj stojí a nevetrá sa, zvyšuje sa veľmi rýchlo jeho teplota. Preto musíme skrátiť čas meracích bodov na niekoľko sekúnd, aby veľkosť otepľovania neprekročila dovolenú hranicu teploty izolácie vinutia. Ak by došlo k nebezpečnému ohriatiu izolácie, mohlo by dôjsť k jej spáleniu.

METÓDY MERANIA NA ASYNCHRÓNNYCH MOTOROCH

Trojfázový indukčný motor sa skladá zo statora a rotora. Na statore je vinutie, ktoré tvoria v podstate tri cievky vzájomne posunuté po obvode vŕtania stroja. Aby sme dosiahli priebeh magnetického poľa vo vzduchovej medzere čo možno najviac blízky sínusovke, jednotlivé cievky sú rozložené do viacerých drážok.

Rotor môže mať alebo rozložené vinutie vyvedené k trom krúžkom, alebo klietku. Asynchrónny motor sa v praxi vždy napája do statora, hoci zásadne ho možno napájať aj do rotora. Je totiž omnoho ľahšie prenášať najmä veľké výkony cez svorky na nehybný stator, ako cez krúžky na otáčajúci sa rotor.

Keď pripojíme asynchrónny motor na trojfázovú sústavu, pretekajú jeho statorovým vinutím prúdy, ktoré vytvárajú vo vzduchovej medzere stroja otáčavé magnetické pole. Vo vodičoch rotora sa indukuje pôsobením otáčavého poľa napätie.

Ak je rotorový obvod uzavretý, preteká ním prúd a vzniká točivý moment. Rotor sa roztočí v smere otáčavého poľa. Točivý moment je tým väčší, čím je väčší rozdiel medzi otáčkami otáčavého poľa a otáčkami rotora, ale len do určitej hodnoty (moment zvratu). Pri ďalšom zväčšení rozdielu otáčok točivý moment klesá. Rotor nikdy nedosiahne otáčky otáčavého poľa. Pri rovnosti otáčok by sa vo vodičoch rotora neindukovalo napätie, netiekol by prúd a nevytváral by sa točivý moment. Skutočný asynchrónny motor potrebuje vždy na prekonanie trenia určitý točivý moment. Preto musia otáčky rotora vždy zaostávať za otáčkami otáčavého poľa.

Na asynchrónnom motore urobíme tieto merania:

- meranie odporu vinutí,
- meranie asynchrónneho motora v stave naprázdno,
- meranie asynchrónneho motora v stave nakrátko,
- zaťažovanie asynchrónneho motora.

Z týchto meraní získame hodnoty potrebné na nakreslenie kružnicového diagramu, z ktorého môžeme určiť prevádzkové hodnoty stroja. Kružnicový diagram platí presne pre stroje s krúžkovou kotvou, približne pre stroje s klietkovou kotvou (s kotvou nakrátko) s kruhovými vodičmi. Pre špeciálne klietky už diagram prúdov nie je kružnica, a preto ich prevádzkové vlastnosti môžeme určiť len zaťažovaním.

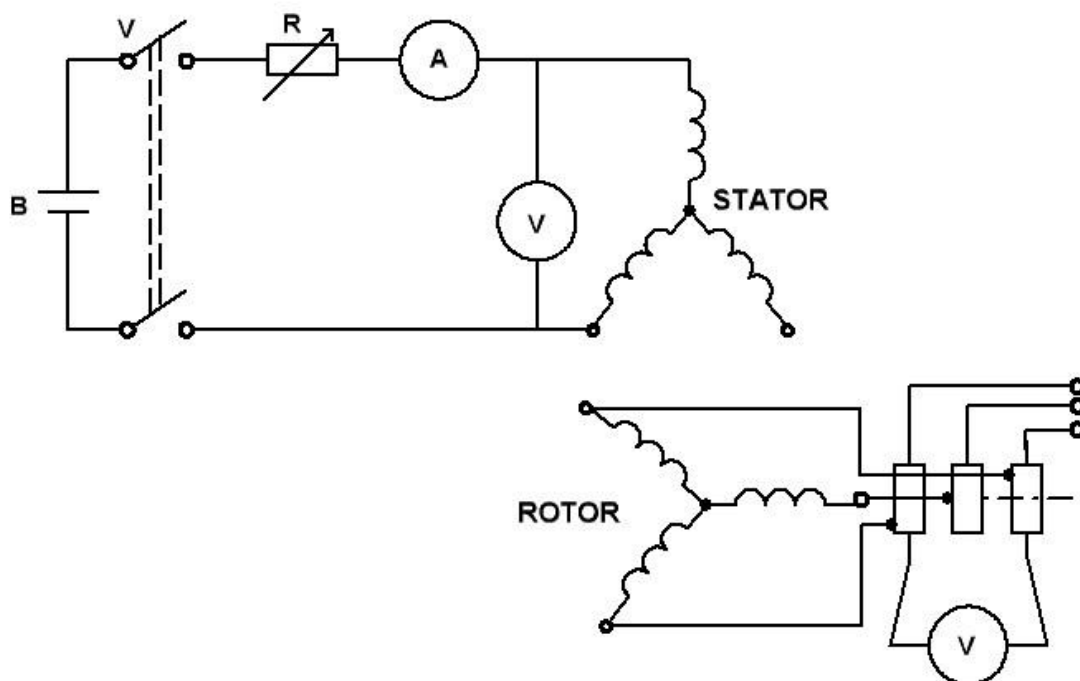
MERANIE ODPORU VINUTÍ

Odpor vinutí meriame volt ampérovou metódou. Obvod napájame z jednosmerného zdroja, pričom hodnotu prúdu nastavíme vzhľadom na menovitú hodnotu tak, aby sa vinutie nadmerne neohrievalo. Odpor vinutia určíme zo vzťahu

$$R_v = \frac{U}{I}$$

Odpor jednej fázy je

$$R_f = \frac{1}{2} \cdot R_v$$



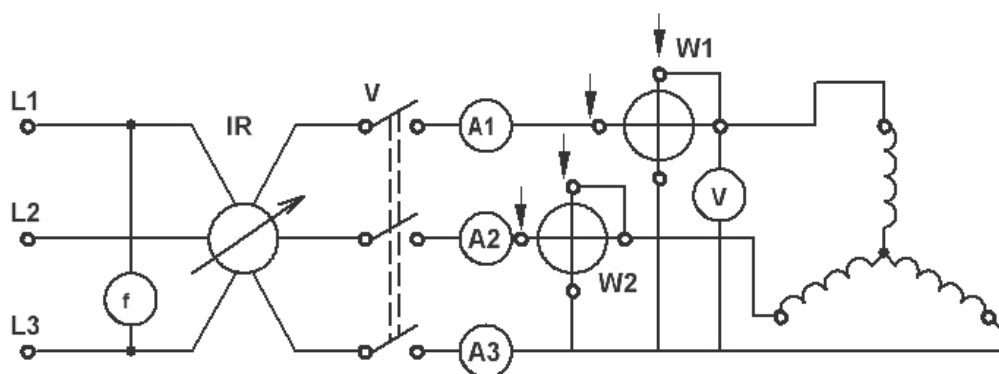
obr. Meranie odporu vinutí asynchrónneho motora

Hodnotu R_v nameriame aj na ďalších vinutiach, z nameraných hodnôt určíme strednú hodnotu R_v . Odpor rotorového vinutia možno určiť iba pre stroje s vinutou kotvou, pričom napätie meriame priamo na krúžkoch pomocou dotykových hrotov.

MERANIE ASYNCHRÓNNEHO MOTORA V STAVE NAPRÁZDNO

Cieľom merania je zistiť prúd naprázdno, straty v železe, mechanické straty, účinník naprázdno a sklz naprázdno. Pod stavom naprázdno sa rozumie ustálený chod asynchrónneho motora bez zaťaženia, pričom stator sa napája menovitým napätím s menovitou frekvenciou. Rotorové vinutie je spojené nakrátko.

Stroj spúšťame pri zníženom napätí, aby sme znížili prúdový náraz. Merat' začneme pri 110% menovitého napätia U_n , ktoré postupne znižujeme až na 30% U_n . Na prístrojoch odčítavame napätie, prúd, výkon a otáčky. Pri napätí nižšom ako 30% U_n prechádza stroj do labilného stavu – zastaví sa.



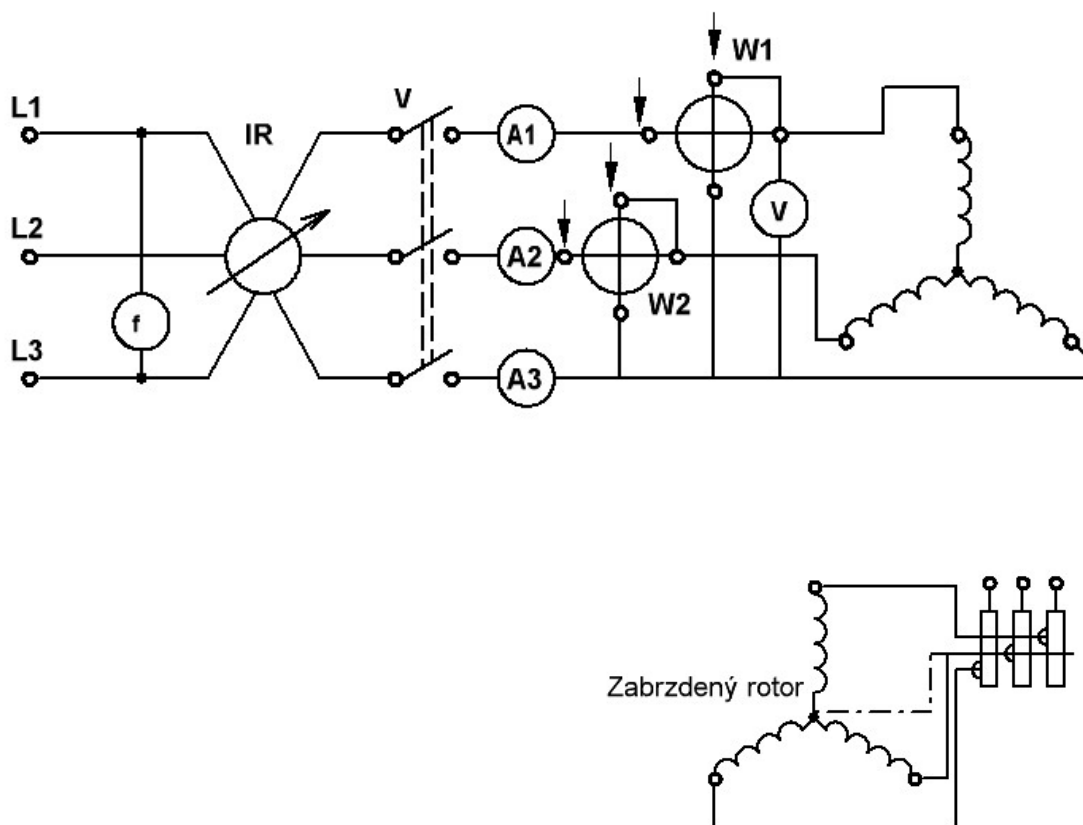
obr. Schéma zapojenia asynchrónneho motora v stave naprázdno

Pretože otáčky sa pri meraní naprázdno menia len veľmi málo, ich hodnotu určujeme výpočtom meraním sklzu. Najpohodlnejšie sa sklz meria stroboskopickou metódou. Na hriadeľ stroja sa pripevní kotúč s nakreslenou značkou a osvetľuje sa krátkymi zábleskami stroboskopickéj lampy. Značka na kotúči sa zdanlivo otáča proti smeru skutočných otáčok motora. Ak označíme počet otočení značky za t sekúnd z , sklz v percentách určíme zo vzťahu, kde p je počet pólových dvojíc, f – frekvencia napájacieho napätia (H_z). Sklž je pri meraní naprázdno veľmi malý, lebo otáčky motora sú skoro synchronne. Pretože pri chode naprázdno je prúd v rotore veľmi malý a odpor vinutia rotora je tiež malý, zanedbávame straty vo vinutí rotora.

MERANIE ASYNCHRÓNNEHO MOTORA V STAVE NAKRÁTKO

Cieľom merania je zistiť prúd nakrátko, straty nakrátko a účinník nakrátko. Pod stavom nakrátko asynchrónneho motora rozumieme ustálený stav, ak je rotor zabrzdený a spojený nakrátko.

Rotor stroja zabezpečíme proti otáčaniu a na svorky privedieme znížené napätie, ktoré postupne zvyšujeme tak, aby bol prúd nakrátko pri meraní maximálne $1,2I_n$. Tomu zodpovedá napätie 12 až 30 % U_n podľa veľkosti stroja. Pri meraní odčítavame napätie nakrátko U_k , prúd nakrátko I_{lk} a príkon nakrátko P_k . Meranie sa má robiť čo najrýchlejšie, aby sa vinutie zbytočne nezahrievalo.



ZAŤAŽOVANIE ASYNCHRÓNNEHO MOTORA

Určovanie účinnosti asynchrónneho motora z kružnicového diagramu je nepresné, presnejšie sa účinnosť pre rôzne prevádzkové stavy určuje priamym meraním. Stroj pripojíme na menovité napätie a na hriadeli ho zaťažujeme.

Meriame prúdy jednotlivých fáz, príkon, otáčky a počítame účinník, straty a sklz. Výkon určíme z príkonu odpočítaním všetkých strát. Počas zaťažovacej skúšky mechanicky zaťažujeme v rozsahu 0,25 až 1,25 P_n , pričom začíname vyšším zaťažením, aby teplotný stav stroja bol počas celej skúšky približne rovnaký. Zaťažovať môžeme brzdou, jednosmerným strojom, komutátorovým strojom alebo dynamometrom. Pri zaťažovacej skúške pôsobí proti meranému krútiacemu momentu M_k rovnako veľký brzdný moment M_b , ktorého veľkosť možno určiť. Výkon na hriadeli motora sa môže určovať viacerými spôsobmi.

Výkon na hriadeli asynchrónnych motorov s malým a stredným výkonom možno najrýchlejšie určiť pomocou dynamometra. Mechanický výkon motora určíme zo zaťažovacieho momentu pomocou dynamometra s uhlovej rýchlosti.

$$P_2 = M \cdot \omega = M \cdot 2\pi n \quad (\text{W, N, m, S}^{-1})$$

NIEKTORÉ METÓDY MERANIA NA JEDNOSMERNÝCH STROJOCH

Jednosmerné stroje môžu pracovať ako motory alebo ako dynamá. Ako motory sa používajú najmä v pohonoch, kde je potrebné plynule a hospodárne meniť otáčky. Vo funkcii dynamá sa používajú najčastejšie ako budiče synchronných strojov. Ak chceme jednosmerný stroj použiť ako motor, musíme budiace vinutie a vinutie kotvy napájať jednosmerným prúdom. Ak chceme, aby jednosmerný stroj pracoval ako dynamo, musíme rotor otáčať mechanickým momentom a budiace vinutie napájať jednosmerným prúdom. Podľa spôsobu napájania budiaceho vinutia poznáme štyri druhy jednosmerným prúdom.

Podľa spôsobu napájania budiaceho vinutia poznáme štyri druhy jednosmerných strojov:

- a) stroje s cudzím budením – budiace vinutie sa napája zo samostatného zdroja,
- b) derivačné stroje – budiace vinutie sa pripája paralelne k vinutiu kotvy,
- c) sériové stroje – budiace vinutie sa zapája do série s vinutím kotvy,
- d) kompaundné stroje – časť budiaceho vinutia sa zapája paralelne a časť vinutia do série k vinutiu kotvy.

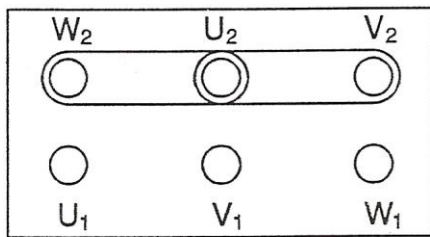
Pretože rozsah meraní na jednosmerných strojoch je veľký, vyberieme z nich tieto skúšky:

- nastavenie kief do neutrálnej polohy,
- meranie charakteristiky naprázdno dynamá,
- meranie zaťažovacej charakteristiky dynamá,
- meranie zaťažovacej charakteristiky motora.

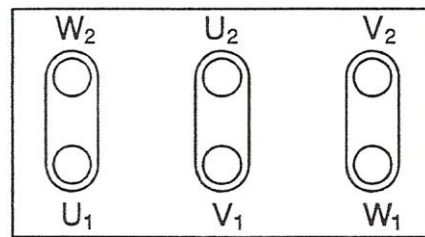
Meranie na asynchrónnom motore (Praktická úloha)

Zadanie:

1. Urobte vizuálnu aj elektrickú kontrolu zapojenia svorkovnice.
2. Zo štítkových údajov motora zistíte počet pólov a sklz.
3. Odmerajte izolačný odpor motora.
4. Odmerajte ohmický odpor vinutia za studena.
5. Urobte meranie motora naprázdno.
6. Urobte meranie motora na krátko.
7. Urobte vizuálnu kontrolu zapojenia svorkovnice, stav motora, ložísk a pod. Zistíte ohmmetrom správnosť vyfázovania svorkovnice, nakreslite zapojenie do hviezd a do trojuholníka.



Zapojenie do hviezd



Zapojenie do trojuholníka

2. Výpočet sklzu a zisťovanie počtu pólov.

Príklad:

Štítkové údaje motora:

$$N = 715 \text{ ot/min}$$

$$P = 3 \text{ kW}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

a) zo štítkových údajov vypočítame počet pólov motora

$$p = 60 \cdot f / n = 60 \cdot 50 / 715 = 3000 / 715 = 4$$

Tento typ motora má 4 pólové dvojice.

b) určenie synchronných otáčok

$$n_s = 60 \cdot f / p = 50 / 4 = 3000 / 4 = 750 \text{ ot/min}$$

c) sklz motora

$$s = (n_s - n) / n_s \cdot 100\% = (750 - 715) / 750 \cdot 100\% = 4\%$$

3. Meranie izolačného odporu vinutí.

Pri rozpojení svorkovnici odmerajte meračom izolácie odpor medzi vinutiami jednotlivých fáz a hodnotou odporu medzi vinutiami a železom. Izolačný odpor motora pri teplote 75°C nesmie byť nižší ako 100ΩV.

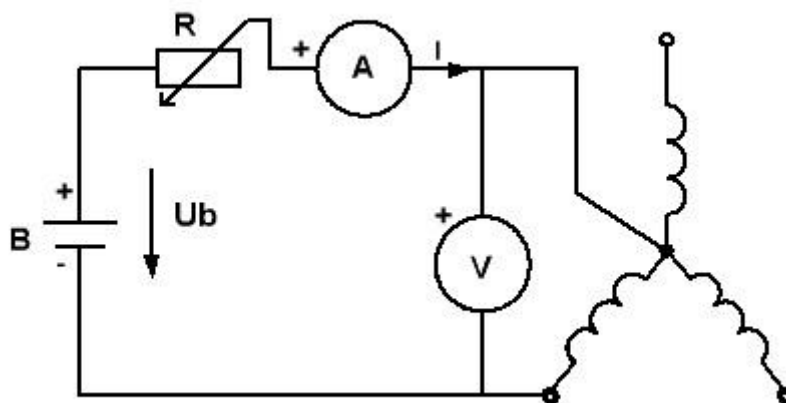
4. Meranie ohmického odporu.

Odpor vinutia je dôležité poznať pri zisťovaní strát vo vinutí. Odpor môžeme odmerať priamo ohmmetrom (metexom) alebo nepriamo výpočtom z Ohmovho zákona.

$$R = U / I \quad (\Omega, V, A)$$

Pri meraní nepriamou metódou musíme použiť jednosmerný zdroj a veľkosť prúdu voliť asi 0,1 A, aby sa vinutie zbytočne nezohrievalo. Premerajte všetky tri vinutia a urobte aritmetický priemer.

$$R = (R_1 + R_2 + R_3) / 3 \quad (\Omega)$$



5. Meranie asynchrónneho motora v stave naprázdno

Cieľom merania je zistiť prúd naprázdno I_0 , straty v železe ΔP_{Fe} , mechanické straty ΔP_{mech} , účinník naprázdno $\cos \varphi_0$ a sklz naprázdno. Pod stavom naprázdno sa rozumie ustálený chod asynchrónneho motora bez zaťaženia, pričom stator sa napája menovitým napätím s menovitou frekvenciou.

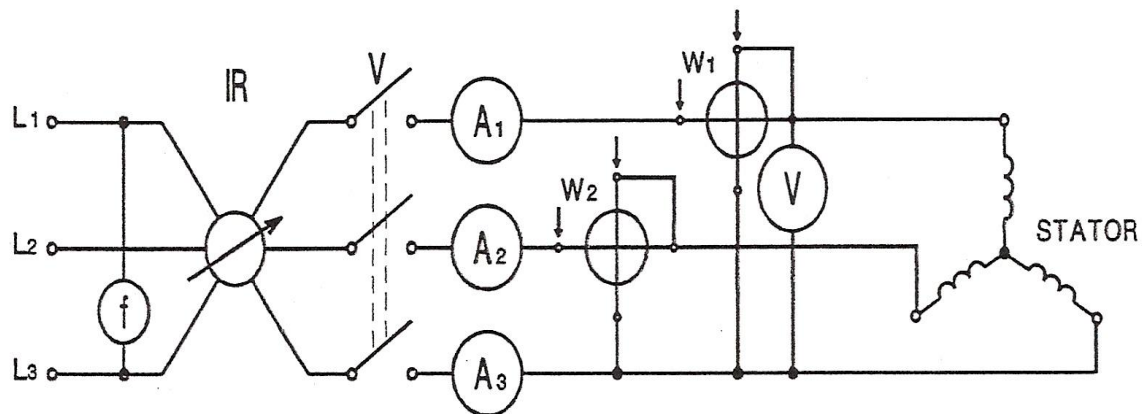
Postup pri meraní: Stroj zapojíme podľa schémy a spúšťame pri zníženom napätí. Napätie postupne zvyšujeme až po hodnotu 110 % U_n .

P_{mech} sa nemeria, sú takmer nezávislé od napätia a zistíme ich tak, že predĺžime nemeranú priamku výkonu a v mieste, kde sa pretne s osou Y vytne úsek, ktorý určuje mechanické straty.

$$\Delta P_{fc} = \Delta P_0 - \Delta P_{mech} - \Delta P_{cu}$$

6. Meranie asynchrónneho motora v stave nakrátko.

Pri meraní nakrátko zisťujeme prúd nakrátko I_k , straty nakrátko P_k a účinník nakrátko $\cos \phi_k$. Pod stavom nakrátko asynchrónneho motora rozumieme ustálený stav, ak je rotor zabrzdý a spojený nakrátko. Pri meraní motor zapojíme podľa schémy, rotor zabrzdíme a na svorky privedieme znížené napätie, ktoré postupne zvyšujeme tak, aby prúd nakrátko bol maximálne 1,2 I_n . Tomu zodpovedá napätie 12 - 30 % U_n , podľa veľkosti stroja. Pri meraní odčítame napätie nakrátko U_k , prúd nakrátko I_k , príkon nakrátko P_k . Meranie sa má robiť čo najrýchlejšie, aby sa vinutie zbytočne nezohrievalo.



7. Meranie asynchrónneho motora pri zaťažení.

Z nameraných hodnôt naprázdno a nakrátko sa konštruuje kružnicový diagram, z ktorého sa dá odčítať účinnosť. Odčítanie účinnosti týmto spôsobom je menej presné, preto sa určuje účinnosť priamym meraním. Stroj pripojíme na menovité napätie a postupne zaťažujeme. Meriame prúdy jednotlivých fáz, príkon, otáčky a počítame účinky a sklz. Výkon určíme z príkonu, odpočítaním všetkých strát. Zaťažujeme od 0,25 – 1,25 P_n. Zaťažovať môžeme jednosmerným strojom, brzdou alebo dynamometrom. Zapojenie prístrojov je také isté ako pri meraní nakrátko. Účinnosť motora.

TROJFÁZOVÝ ASYNCHRÓNNY MOTOR

Princíp:

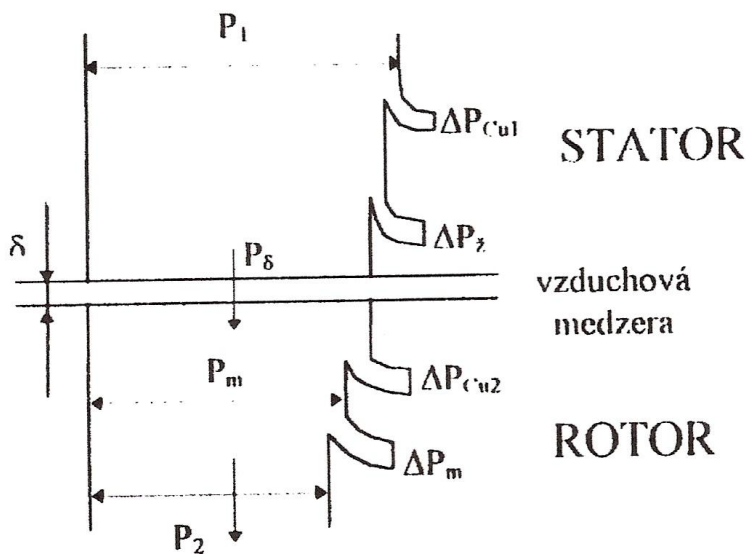
Asynchrónne motory patria v praxi medzi najpoužívanejšie, vďaka jednoduchej konštrukcii aj medzi najlacnejšie a používajú sa všade tam, kde nemusíme meniť otáčky motora. Motor sa skladá z dvoch častí. Pevná časť sa nazýva stator a je tvorená plechmi s drážkami pre trojfázové vinutie, ktoré je vyvedené na svorkovnicu. Pohyblivá časť sa nazýva rotor kotva s vinutím. V statore vzniká točivé magnetické pole so synchronnými otáčkami. V kotve sa indukujú napätie a pôsobí nám mechanická sila, vďaka čomu stator roztáča z menšími otáčkami ak by boli rovnaké otáčky ako vytvára točivé magnetické pole, neindukovalo by sa v rotore napätie. Otáčky statora závisia od jeho konštrukcie a frekvencie napájacieho napätia, preto sa motor točí konštantnými otáčkami pri nízkom aj pri vyššom napätí, pretože závisí iba od frekvencie, nie od veľkosti napätia.

Stav motora bez zaťaženia s konštantnými otáčkami, keby sa dodaný výkon spotrebuje iba na mechanické straty roztočenie rotora, straty vo vinutí zahrievanie vodičov prechodom

malého elektrického prúdu a straty v železe tepelná energia, ktorá zohrieva kryt motora a nazýva sa chodom naprázdno.

Stav zabrzdzeného motora napríklad hriadeľ pripojený na páku, ktorá tlačí na váhu sa nazýva chodom nakrátko a pri meraní musíme dbať na rýchlosť merania, pretože dodávaný výkon sa mení na tepelnú energiu vinutím tečú vysoké prúdy, ktorá zahrieva vinutie a kryt motora a stroj sa prehrieva .

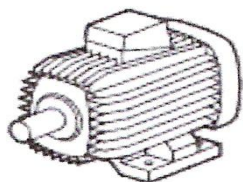
Súpis prístrojov: regulovateľný zdroj striedavého napätia, regulačné odpory, ampérmetre, voltmetre, asynchrónny motor.



Trojfázový asynchrónny motor :

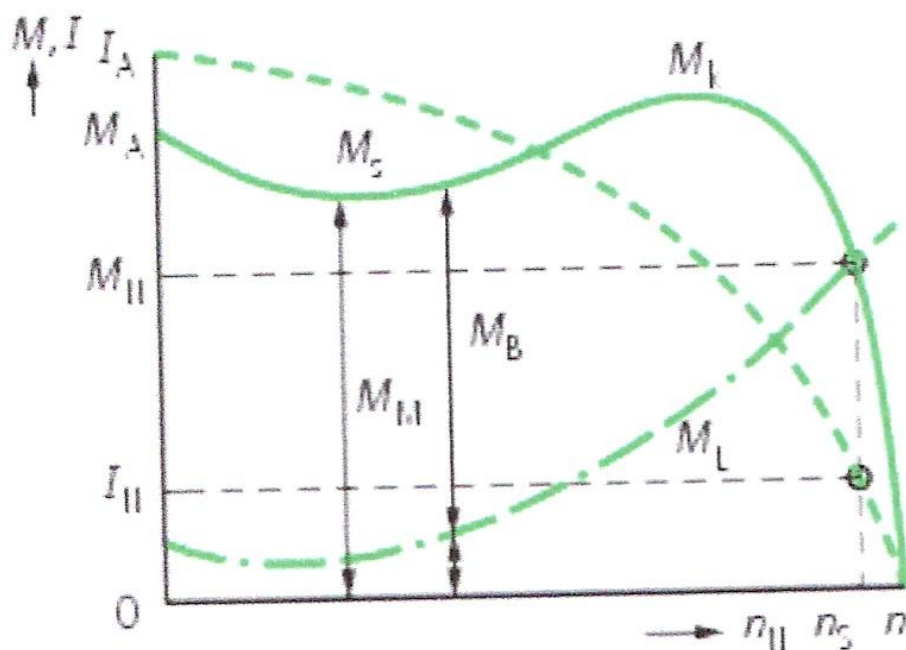
Pre zaistenie pohonu je nutné najprv vybrať taký hnací motor ,ktorého vlastnosti týkajúcej sa otáčok, točivého momentu a regulovateľnosti vyhovujú charakteru poháňaného zariadenia.

Najpoužívanejšie motory na celom svete sú trojfázové asynchrónne motory. K vlastnostiam týchto najekonomickejších a najviac používaných elektromotorov patrí ich robustná a jednoduchá konštrukcia ako i vysoký stupeň krytia a štandardizované typové veľkosti



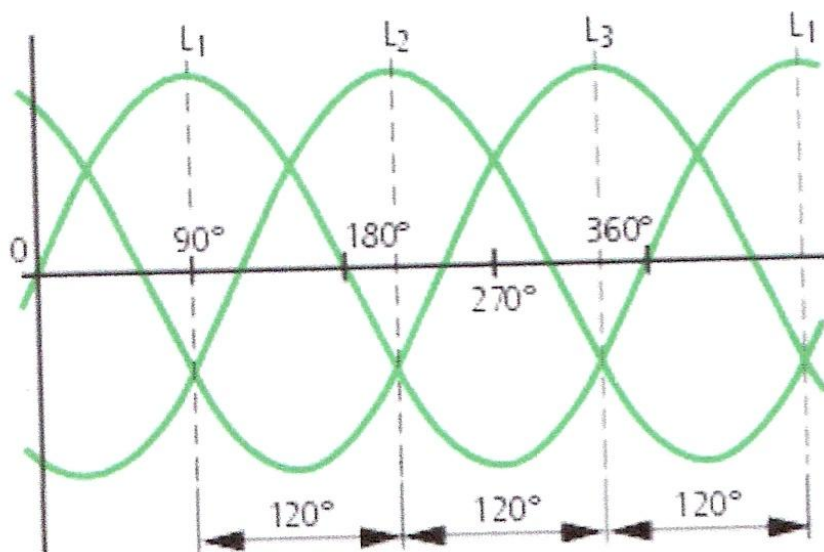
Obr:

Pre trojfázový motor sú charakteristické rozbehové krivky s rozbehovým momentom M_a sedlovým momentom M_s , momentom zvratu M_k , menovitým momentom M_n .

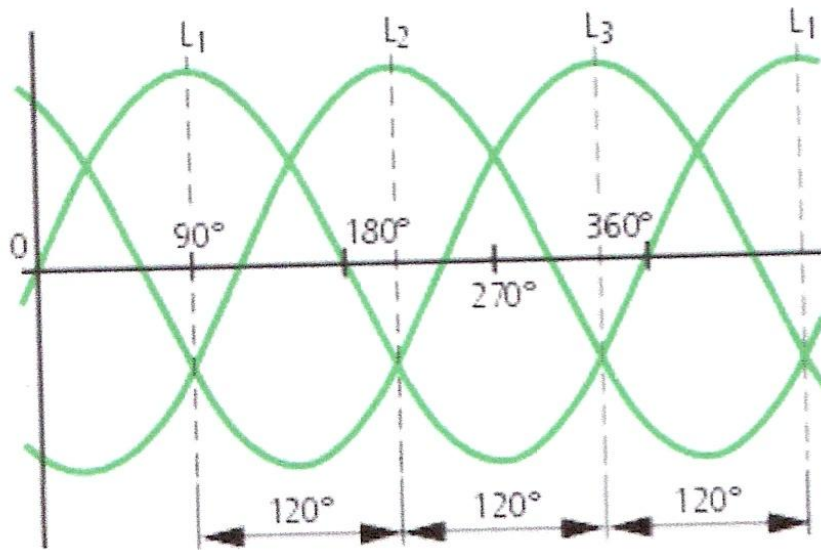


Obr:

V trojfázovom motore sú trojfázové vinutia usporiadané tak, aby medzi nimi bol posuv $120 p$ = počet polových páru. Priložením k trojfázovému striedavému napätiu navzájom časovo posunutému o 120 sa v motore vytvára točivé pole .



Obr:



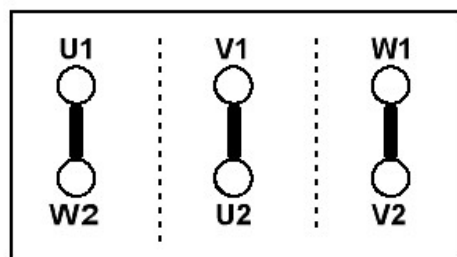
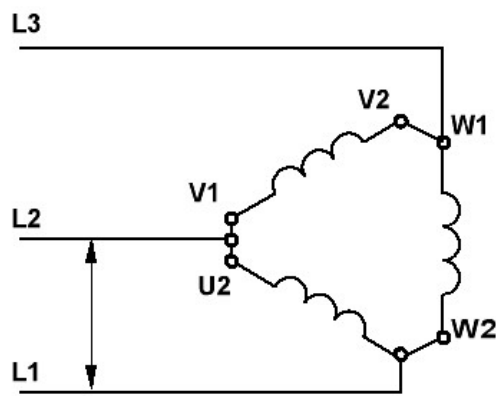
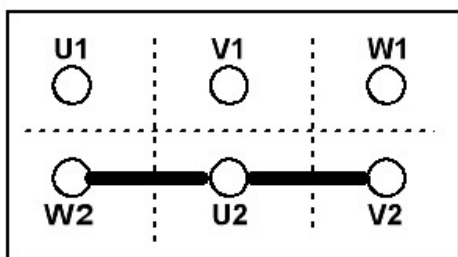
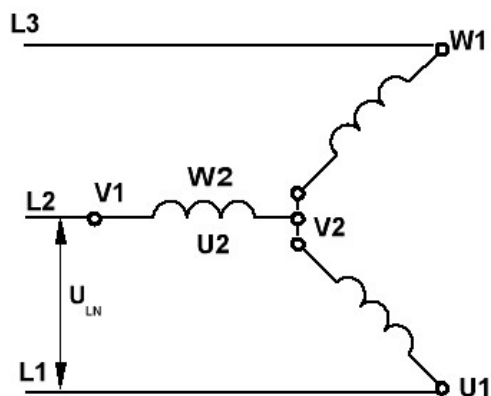
V dôsledku indukčného účinku sa vo vinutí rotoru vytvára točivé pole a točivý moment. Rýchlosť motora pritom závisí na počte polových párov a frekvencií napájacieho napätia. Smer otáčania môže byť zmenený prostredníctvom zámény dvoch fázových svoriek .

$$n_s = \frac{f \times 60}{p}$$

Menovité elektrické a mechanické údaje motora sú uvedené na výkonovom štítku, ktorý nazývame typový štítok.

Motor Co GmbH	
Typ 160 I	
3 ~ Mot.	Nr. 12345-88
Δ Y 400/690 V	29/17 A
S1 15 kW	cos 0,85
1430 U/min	50 Hz
iso. - Kl. F	IP 54
IEC34-1/VDE 0530	

Elektrické pripojenie trojfázového a synchronného motora sa prevádza z pravidla pomocou šiestich skrutkových svoriek. Rozlišujeme medzi dvoma typmi základného zapojenia: zapojenie do hviezdy a zapojení do trojuholníka.

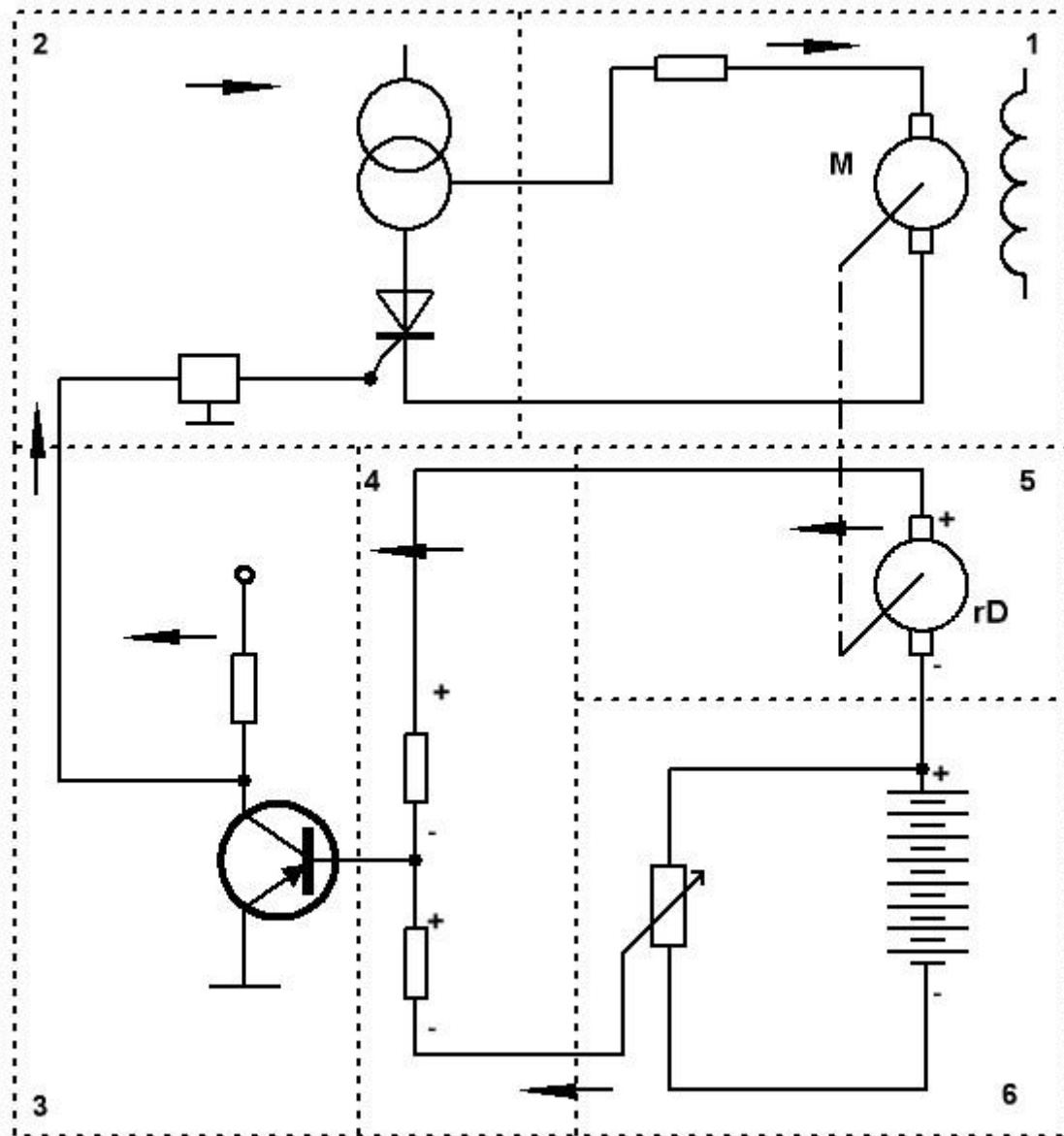


Pohon s reguláciou otáčok

Podľa toho či chceme udržiavať trvalé otáčky motora v rozsahu od nulových otáčok do základných, od základných do maximálnych alebo v celom rozsahu otáčok, rozdeľujeme regulačné pohony na tri skupiny

1. pohony so stálym budením regulované napätím
2. pohony so stálym napätím regulované počtom
3. pohony so závislosťou reguláciou napätia a počtu

Vo všetkých uvedených prípadoch pohonov je základnou požiadavkou obmedzenia prúdu. Na obr. 1 je zjednodušená schéma pohonu so stálym budením a reguláciou otáčok napätím. Regulačná sústava tvorí uzavretú regulačnú slučku v smere 5 až 1, pričom riadiacim členom 6 sa nastavujú požadované otáčky.



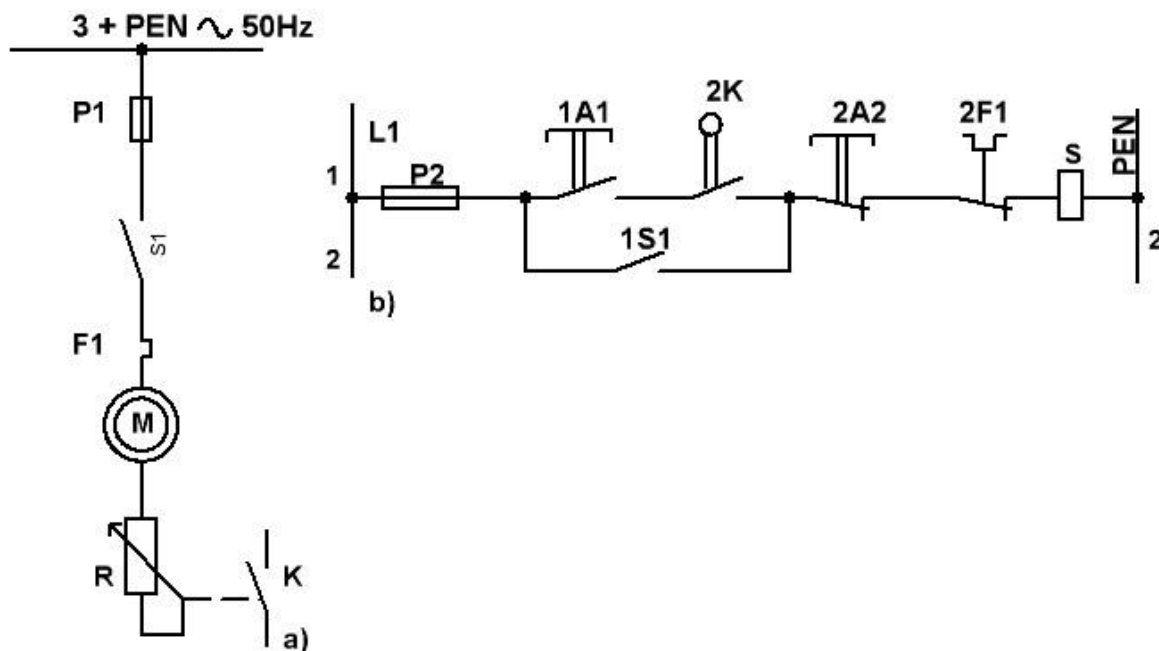
Obr.1: Zjednodušená schéma pohonu so stálym budením a reguláciou otáčok napätím

- 1 – motor pohonu
- 2 – zdroj – výkonový zosilňovač
- 3 – regulačný zosilňovač
- 4 – snímač otáčok (snímač, tachodynamo)
- 5 – riadiaci člen

Ručné riadenie motorov

najjednoduchšie pohonné zariadenia umožňujú obsluhu spustiť , zastaviť motor a niekedy nastaviť a udržiavať otáčky v požadovaných medziach. Na obr. 2 je príklad tlačidlového ovládania motora s ručným spúšťáčom. Spúšťanie je blokované koncovým spínačom (k),

ktorý zaručuje, že motor nemožno spustiť, ak v rotorovom spúšťáči nie je zaradený maximálny odpor.



Obr.2.

Obvodová schéma tlačidlového ovládania asynchrónneho krúžkového motora s ručným rotorovým spúšťáčom

A. jedнопólová schéma hlavných obvodov.

B. riadková schéma pomocných obvodov

Riadenie jednosmerných motorov tyristorami

Sú to riadené kremíkové ventily, ktorých priepustnosť možno vhodne upravenými pomocnými obvodmi ľubovoľne meniť pomocou tyristorovej regulácie možno motor hospodárne spúšťať a plynule regulovať výhoda spočíva v tom že počas spúšťania i regulácie sa žiadna energia nestráca v spúšťacích a regulačných odporoch. Preto je riadenie tyristorami je zvlášť výhodné pri akumulátorových vozíkoch pri ktorých sa úspora energie prejaví zväčšením akčného radia vozíka tato výhoda vyváži ešte nateraz dosť vysokú cenu tyristorovej regulácie regulácia pomocou tyristorami sa používa aj na lokomotívach vhodnou kombináciou tyristorových elementov môže jednosmerný motor nadobudnúť vlastnosti Leonardovej skupiny pri podstate nižšej cene a väčšej jednoduchosti. Napríklad firma Westinghouse vyrába regulačné motory z výkonom 2 až 55 kW s regulačným rozsahom.

Regulácia rýchlosti jednosmerných motorov.

V stave naprázdno existovalo len magnetické pole vybudené jednosmerným prúdom v cievkach budiacich pólov. Zaťažením stroja tečie kotvou prúd, ktorý si vytvorí okolo jej vodičov vlastné pole reakcie kotvy. Napriek tomu, že kotva sa otáča, smer prúdu vo vodičoch pod pólmí je stály, a preto aj reakčné magnetické pole je priestorovo stojaté. Jeho os je pri dynamike natočená v smere otáčania, pri motore v protismere otáčania, čo súčasne spôsobuje aj posunutie neutrálnej polohy, ktorá musí byť kolmá na smer indukčných čiar. Magický tok reakcie kotvy sa vplyvom vzduchovej medzery môže vyniknúť len pod pólovými nastavcami. Výsledný magický tok má posunutú svoju os proti geometrickej osi pólov o uhol, čo predstavuje uhol posunutia kief. **KOMPENZÁCIA REAKCIE KOTVY**

Pretože všetky nepriaznivé vplyvy reakcie kotvy spôsobuje deformácia magického poľa, tie sa môžu celkom vylúčiť len vykompenzovaním reakčného poľa. Je to možné preto, že reakčné pole je stojaté. Preto kompenzáciu možno uskutočniť poľom rovnako veľkým, ale opačným. Toto sa vybudí v kompenzačnom vinutí uloženom v drážkach pólových nastavcov. Aby pri každom zaťažení kompenzačné pole malo rovnakú intenzitu ako reakčné pole, ibaže opačného smeru, kompenzačné vinutie podobne ako komutačné sa zapája do série s vinutím kotvy.

Regulácia otáčok

Pri motoroch s paralelným a s cudzím budením môžeme budiacim reostatom zvyšovať otáčky nad nominálne, rozsah riadenia je ohraničený stabilitou prevádzky (moment motora klesá) a aj pri zoslabení poľa sa silnejšie prejavuje reakcia kotvy, čím sa zvyšuje lamelové napätie na komutátore. Pri sériových motoroch odbudzovanie sa zabezpečuje prepínaním odbočiek alebo pripájaním paralelného odporu k budiacemu vinutiu. Otáčky zmenou napätia v kotve možno riadiť využitím odporu preradeného pred kotvou (motor s paralelným aj so sériovým budením), čím sa napätie na kotve zníži o úbytok na zaradenom odpore. Výhodnejší spôsob je riadiť napätie kotvy zmenou napätia zdroja, z ktorého sa motor napája.

Riadenie napájacieho napätia môže byť podľa:

- a) Leonardovej skupiny
- b) Riadeným usmerňovačom

Leonardova skupina

Leonardova skupina – umožňuje využiť riadenie otáčok zmenou budenia aj svorkového napätia motora s cudzím buđením, čím sa dosahuje riadiaci rozsah 1:10. Regulácia Leonardova skupina má nevýhodu v trojnásobnej premene energie, a tým celková účinnosť prevádzky motora je nízka.

Preto ju vytláčajú riadené tyristorové usmerňovače. Využíva sa pre plynulé riadenia otáčok veľkých jednosmerných pohonov obrábacích strojov, valcovacích stolíc. Ťažných strojov a najmä v nezávislej trakcii pri diesellokomotívach, pri pohone lodnej skrutky, pri veľkých pásových vozidlách, kde pohonným motorom je výbušný motor.

Využitie riadených usmerňovačov

Jednosmerné motory v spojení s riadenými usmerňovačmi zvyšujú energetickú činnosť prevádzky pri zvyšovaní dynamiky pohonu, úspore materiálov, znižovaní nárokov na obsluhu a údržbu a umožňujú automatizáciu výrobných procesov. Vytláčajú tým z prevádzok Leonardovu skupinu. Modernizácia pohonov sa objavuje najmä v oblasti elektrickej trakcie, valcovacích pohonov, papierenských, textilných a obrábacích strojov.

Tyristormi v elektrickej trakcii na jednofázový prúd možno plynule riadiť usmernené napätie, budenie a spínanie riešiť bezkontaktným spôsobom. Prvým stupňom pri zavádzaní riadeného usmerneného napätia bol mostíkový usmerňovač na jednofázový prúd napájaný z odbočiek regulačného transformátora. Napájal jednosmerný trakčný motor na zvlnený prúd (magnetický obvod musí byť z dynamových plechov). Tyristory umožnili stavbu vozidiel druhej generácie. Riadenie napätia možno realizovať riadenie napätia na vysokonapäťovej strane. Tyristory sa použili ako bezkontaktné spínače s prirodzenou komutáciou na výkonové prepínanie odbočiek autotransformátora.

Priemyselné pohony s riadenými usmerňovačmi

Klasickým pohonom obrábacích strojov je indukčný motor. Nie je náročný na údržbu. Pri použití bez frekvenčnom meniča nemožno ním ale plynule meniť otáčky, potrebná je zložitá mechanická predovka.

Jednosmerný motor s cudzím buđením je vhodným prostriedkom pohonov s plynulým riadením a širokým riadiacim rozsahom, napr. 1:100 i viac. Výstupnou riadiacou veličinou pohonu je uhlová rýchlosť. Na jej riadenie slúžia regulačné a riadiace obvody. Tieto spracovávajú signály žiadanej hodnoty rýchlosti z bloku konštantnej reznej rýchlosti a skutočnej hodnoty rýchlosti snímanej tachodynamom. Signály sú spracované v regulátore rýchlosti. Riadený usmerňovač má dva trojfázové celoriadené mostíky v antiparalelnom

zapojení. Napája kotvu jednosmerného motora. Jeho rezervácia sa robí zmenou polarít výstupného napätia usmerňovača. Pre riadenie napájania budenia je použitý poloriadený usmerňovač (dve diódy a dva tyristory), čo umožňuje riadiť budiace napätie v požadovanom rozsahu. Riadenie tyristorov sa robí impulzmi z riadiacich obvodov. Na riadiace elektródy sa dostávajú cez impulzové transformátory, ktoré ich upravujú na žiadaný tvar a zabezpečujú galvanické oddelenie riadiacich obvodov od výkonových.

Použitá literatúra:

- Oto Roubíček- Elektrické motory a pohony
- Vl. Jager, A Kol.- Elektrotechnika
- V. Antošovský- Elektrické merania1
- R. Mravec- Elektrické stroje a prístroje 1
R. Mravec- Elektrické stroje a prístroje 2
R. Mravec- Elektrické stroje a prístroje 3
- Internet