

Jednosmerný motor a jeho riadenie

Brandys Filip · Elektrotechnika, Strojárstvo, Študentské práce

21.12.2009



Výroba strojov na uľahčenie práce, na zvýšenie výkonnosti posunuli človeka k energetickej závislosti. Energiu z ohňa a vody si sprvoti priamo prenášal pomocou remeňov a hriadeľov ku strojom, no to ho obmedzovalo ako veľkosťou a zložitosťou stroja tak i vzdialenosťou od zdroja energie. Neskôr s príchodom elektrického prúdu, prišla možnosť prenášať túto energiu i na veľké vzdialenosti len s minimálnymi stratami čo ale prinieslo otázku ako efektívne vyrábať a transformovať elektrickú energiu na mechanickú a opačne. Riešenie prišlo v podobe elektromotorov.

1. Elektromotor

Elektromotor je 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 resp. alternátory veľmi podobné.

Väčšina elektrických motorov je skonštruovaná na rotačnom princípe (jednoduchšia konštrukcia), ale existujú aj netočivé elektromotory, napr. lineárny elektromotor, kedy rotor stroja je tvorený statickými cievkami umiestnenými okolo vodiacej dráhy lineárneho stroja. V elektrickom točivom stroji sa rotujúca časť stroja nachádza obvykle vo vnútri, rovnomerne obklopená satorovým vinutím.

Jednosmerný elektromotor môže obsahovať pevne spojenú sadu elektromagnetov alebo magnetov umiestnených obvykle na rotore, pri striedavých asynchrónnych elektromotoroch (najbežnejší typ) je iné konštrukčné usporiadanie – jedná sa o zvláštny elektrický obvod vo forme vodivej kľetky v spojení nakrátko.

Tieto elektromotory môžeme zo hľadiska napájania deliť na jednosmerné a striedavé motory.

2. Jednosmerný motor

Jeden z prvých rotačných elektromotorov vynášiel Michael Faraday v roku 1821. Moderný motor na jednosmerný prúd bol náhodne objavený v roku 1873, keď Zénobe Gramme vodivo spojil roztočené dynamo s druhým stojacim dynamom, z ktorého sa stal napájaný motor.

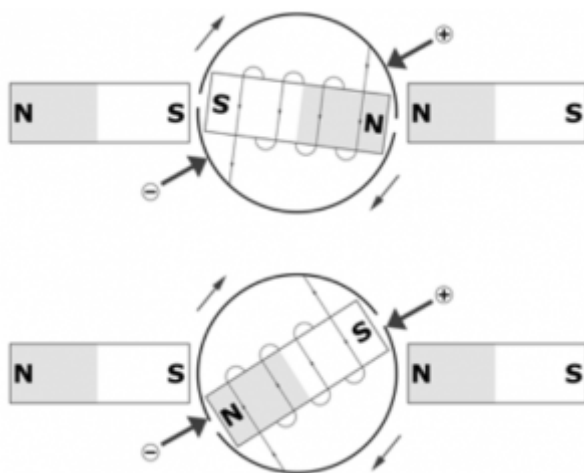
Ak vezmeme motory napájané jednosmerným prúdom poznáme takzvané komutátorové a bezkomutátorové motory. Komutátorové motory priamo napájajú cievky motora jednosmerným prúdom, pričom pri bezkomutátorových je napájaný riadiaci člen ktorý prepína prúd v cievkach statora, čím vytvára striedavý prúd.

Z komutátorové motory poznáme motory ktorých stator tvorí permanentný magnet, a motory v statore s cievkami. Tieto ešte rozdeľujeme podľa tvaru zapojenia statorových cievok k rotoru na sériové a derivačné(paralelné) motory.

Z bezkomutátorových motorov je dôležité vypichnúť kvôli jeho vlastnostiam krokový motor.

2.1 Jednosmerný motor-fyzikálna podstata

Cez komutátor tečie do cievok rotora elektrický prúd a tým je generované magnetické pole okolo rotora motora ktorý je uložený medzi pólovými nástavcami N-S (Sever-Juh). Ľavá strana kotvy je preto vytláčaná ľavým magnetom S a priťahovaná doprava k magnetu N čo spôsobuje rotáciu kotvy(Obr.1.). Kotva motora sa otáča vplyvom magnetických polí v smere doprava(Obr.2.). V momente keď je kotva v horizontálnej polohe komutátor reverzuje smer prúdu tečúceho cez cievku a tým otočí aj smer magnetického poľa čo znamená, že celý tento proces sa opakuje a tým vzniká otáčanie kotvy motora.



Obr. 1. a 2. Základná schéma funkcie komutátora

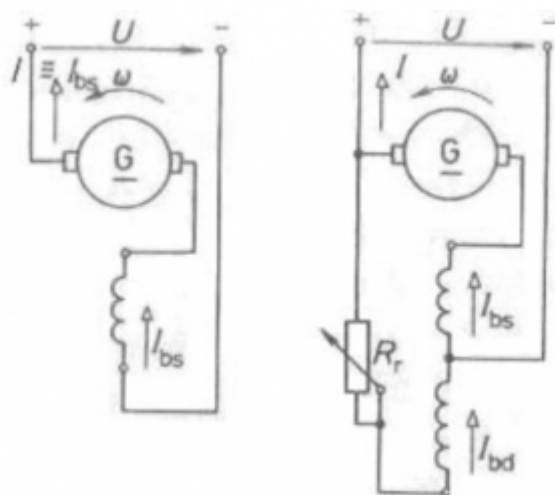
2.2 Jednosmerný motor - základné časti

Jednosmerný motor sa skladá z týchto základných častí: (Obr.3.)

- Rotor: Zväzok plechov vzájomne izolovaných , v drážkach je uložené vinutie kotvy
- Stator: Magnetický obvod z liatej ocele alebo plechov, má zabudované cievky budiaceho vinutia hlavných pólov HP.
- Komutátor: Vzájomne izolované medené lamely, sú spojené s vývodmi jednotlivých

cievok.

- Zberacie ústrojenstvo: Systém uhlíkových kief.



Obr.3 Hlavné časti jednosmerného motora

1 - kotva, 2 - póly, 3 - budiace vinutie, 4 - vzduchová medzera, 5 - plechy rotora, 6 - rotorové vinutie, 7 - pólové nadstavce, 8 - komutátor

3. Motor s permanentným magnetom

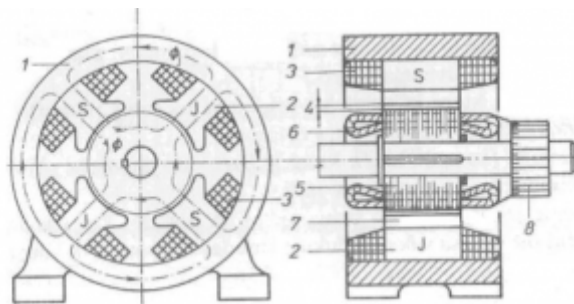
Motor s permanentným magnetom je najjednoduchším motorom na jednosmerný prúd. Jeho stator je tvorený permanentným magnetom. Rotor tvorí elektromagnet s pólami. Elektrický prúd je do cievok rotora privádzaný cez komutátor, čo je vlastne rotačný prepínač. Jeho úlohou je meniť polaritu elektrického prúdu 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 udržiava beh tohto motora v správnom smere zotrvačnosť rotora. Počet pólov rotora ovplyvňuje plynulosť chodu motora, a silu potrebnú na jeho rozbeh (záberový moment). Čím viac pólov, tým plynulejší chod, obvykle sú 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 polaritu napájania.

4. Sériový elektromotor

Keďže pre väčšie motory by bol potrebný rozmerný permanentný magnet, tak namiesto neho sa pre statory väčších elektromotorov používa elektromagnet. V prípade pre sériový motor (Obr. 4.) je vinutie statora spojené s vinutím rotora do série. Tento typ má mäkkú rýchlostnú charakteristiku, lebo jeho otáčky sú nepriamo úmerné zaťaženiu stroja. Rýchlosť sa zväčšuje premostovaním budiaceho vinutia, ku ktorému sa paralelne pripája odporový bočník. Sériový motor sa nesmie spúšťať nezaťažený a počas prevádzky musí byť zabezpečený tak, aby sa nemohol odľahčiť, pretože by sa ľahko mechanicky poškodil. Používa sa na pohon žeriavového mostu, vlaku, metra, trolejbusu, električky. V spojení s generátorom je schopný nahradiť mechanickú prevodovku. Sériové elektromotory nájdeme aj ako alternatívny pohon

automobilov.



Obr. 4 a 5. Schémy sériového a paralelného zapojenia

5. Derivačný elektromotor

Derivačný elektromotor (Obr. 5.) má elektromagnet statora napájaný paralelne s vinutím rotora. Derivačný motor musí mať pri spúšťaní dostatočný záberový moment, ktorý sa dosiahne tak, že sa jeho budiace vinutie pripojí na plné napätie. Derivačný motor sa používa na pohon obrábacích strojov, valcovacích stolíc, lokomotívnych točníc a pod.

6. Bezkomutátorový motor

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 veľmi namáhaný, a po čase je nutná výmena zberačov, neskôr i celého komutátora. Iskrenie je zdrojom elektromagnetického rušenia, ktoré sa musí tlmiť dodatočnými elektrickými obvodmi. S rozvojom silnoprúdovej elektroniky sú jednosmerné motory postupne vytláčané motormi s rotujúcim magnetickým polom budeným elektronicky, čo nás privádza k bezkomutátorovým motorom. Rotor týchto motorov tvorí permanentný magnet a stator cievky riadené elektronicky. Vďaka tomu že nemajú komutátor využívajú sa ako motory s vysokými ale presnými frekvenciami otáčok ako v počítačových pamätiach a CD/DVD prehrávačoch.

7. Krokový motor

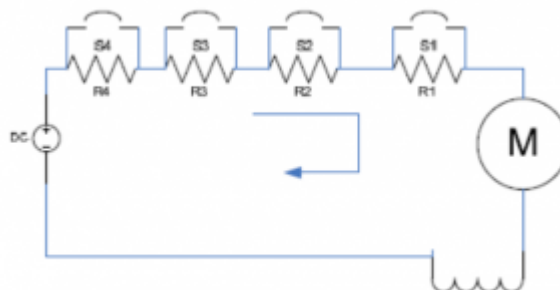
Krokový motor je v podstate špeciálny synchronný motor, ktorého funkčný pohyb, t. j. otáčanie hriadeľa, nie je plynulý ale je zložený z čiastkových rovnako veľkých pohybův – krokov. Krokové motory umožňujú prenášať riadiacu informáciu – impulzy. Impulzy sa privádzajú k jednotlivým sekciám statorového vinutia. Frekvencii impulzu zodpovedá rýchlosť natáčania motora. Hraničná frekvencia je 1 až 2 kHz, pri ktorej sa stroj vyradí z činnosti.

Prednosť krokových motorov je v tom, že pre svoju funkciu nepotrebujú komutátor ani iné klzné kontakty a elektronický ovládač je pomerne jednoduchý. V ostatnom čase sa vyrábajú aj silové krokové motory s momentom 5 N · m.

Použitie krokových motorov je dnes už veľmi rozmanité. Používajú sa na pohon valcovacích stolíc, navíjačiek, zváračiek no veľmi často sa používajú aj na pohon rôznych periférnych zariadení počítačov a robotov.

8. Riadenie jednosmerného motora

Všeobecne rýchlosť jednosmerného motora je priamo úmerná veľkosti napájacieho napätia a záťaži na výstupnom hriadeľ (brzdny moment). Rýchlosť motora pri danom brzdnom momente je úmerná napätiu a točivý moment je úmerný prúdu pretekajúceho vinutím motora. Rýchlosť otáčania a moment otáčania sa dajú preto regulovať dvomi spôsobmi:



• Odporové riadenie uhlovej rýchlosti

Obrázok 6 Schematické znázornenie odporového riadenia motora

- Elektronické riadenie

Tu spomeniem iba elektronickému riadeniu napájacieho napätia. Napájacie napätie motora pri riadení pulzno-šírkovou moduláciou (PWM) je spínané pomocou základných výkonových spínacích prvkov. Pre spínanie prvkov sa využíva PWM modulácia ktorá zabezpečuje variabilné časové zopnutie jednotlivých prvkov. Výhody využitia PWM sú hlavne tie, že pri spínaní pomocou PWM sú vytvárané menšie Joulove straty ako pri použití sériovo zapojeného rezistora. Využitie výstupného filtra v zapojení obmedzuje rušenie ktoré motor vytvára.

9. Záver

V tejto práci som venoval vyššiu pozornosť všeobecnému deleniu jednosmerných motorov a ich rozdielom, ich najrozšírenejšiemu použitiu v dnešných mechanických strojoch. Na riadenie týchto motorov som poukázal na hlavný princíp ako vplývajú veličiny napätia a prúdu vo vinutí motora na riadenie rýchlosti otáčania a točivého momentu motora. Ďalšie riadenie napätia a prúdu vo vinutiach motora pomocou rôznych elektronických prvkov som nezmienil, čo predpokladám že môže byť nadstavba tohto článku pre použitie v bakalárskej práci, kde by som na riadenie motora priamo použil programovateľný automat s meničom.

10. Odkazy na literatúru

1. Martinček J.: Univerzálny riadiaci systém pre použitie v robotike, [online] Publikované máj 2007 [citované 16.04.2009], Dostupné z <http://www.martincek.com/SK/index.php?page=projekty>
2. Elektromotor, <http://sk.wikipedia.org/wiki/Elektromotor>
3. Elektromotory, http://www.schrittmotoren.de/fachwissen/motoren/f_beitr_00_300.htm
4. Komutátorové motory, http://en.wikipedia.org/wiki/Brushed_DC_electric_motor

5. Dynamá a jednosmerné motory,

<http://www.spslevice.sk/soc-uceb-siz2007/Elektronicka%20ucebnica%20SIZ/HTML/Dynama%20a%20js%20motory/Dynama%20a%20js%20motory.htm>

Spoluautorom tohto článku je Richard Tesár, Slovenská technická univerzita, Fakulta elektrotechniky a informatiky STU, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava.
