

Nová řada malých stejnosměrných motorů EC

Bezkartáčové motory nabízejí výborné vlastnosti stejnosměrných motorů současně s velmi dlouhou dobou života a velkou spolehlivostí provozu. Nová řada malých bezkartáčových motorů EC od firmy Maxon získala letos na veletrhu elektrotechniky AMPER 2000 v Praze ocenění Zlatý Amper.

Krokové motory

Krokové motory se uplatňují v řízených malých pohonech tam, kde nejsou kladeny větší nároky na dynamiku pohonu. Součástí pohonu je napájecí jednotka, která postupně napájí cívky motoru a řídí rychlost pohybu. Obvyklé

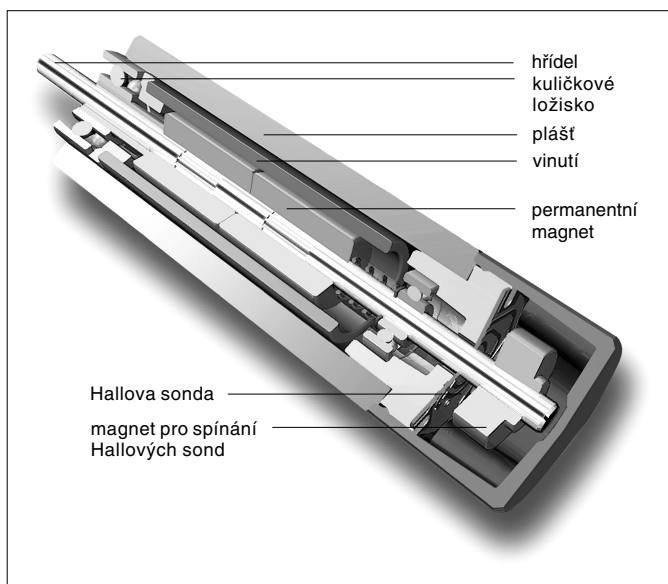
rotor krokového motoru, ať s permanentními magnety nebo bez nich, má značnou setrvačnou hmotu. Při rozběhu na větší rychlost je tedy nutné použít takovou rozběhovou řídicí rampu, aby ji motor stačil sledovat. Výhodou krokových motorů je, že při napájení určité kombinace statorových cívek konstantním proudem vzniká tzv. stabilizační moment, stabilizující rotor v jeho klidové poloze. Tato klidová poloha, právě tak jako okamžitá poloha rotoru v pohybu, je však závislá na zatížení motoru a na statickém tření, a vykazuje tudíž poměrně široké toleranční pole. Přesnost pohonu proto neodpovídá velikosti mikrokroku, ale je dána úhlovou roztečí pólů rotoru a třením v systému. U systémů s velmi malým třením zase naopak vznikají problémy s kmitáním rotoru kolem předpokládané ideální polohy při pohybu a po zastavení.

rotor působí největší magnetické síly a motor vyvozuje velký záběrný moment. Naproti tomu v rychle se otáčejícím rotoru se indukují napětí zmenšující proud tekoucí do cívek rotoru a krouticí moment s rostoucími otáčkami klesá. Motor s touto momentovou charakteristikou snadno překonává proměnné zatížení. Pro řízení motoru je nutné použít napájecí jednotku se zpětnou vazbou odvozenou z rychlosti otáčení nebo polohy.

Pro pohony v automatizaci mají nyní význam *stejnosměrné motory s permanentními magnety*.

Starší konstrukce těchto motorů mají vinutí rotoru vloženo do drážek v železném jádru rotoru a připojeno k lamelám komutátoru. Magnetické pole v rotoru zachovává směr vzhledem k pólům statoru, ale otáčející se železný rotor se s otáčením rychle přemagnetovává. Vyrábí se sice z plechů, ale vznikající ztráty přesto motor zahřívají. Energie magnetického pole železa rotoru dále způsobuje jiskření při přechodu lamel komutátoru přes kartáče. Výsledkem jsou menší výkon a účinnost, pomalejší rozběh a kratší doba života kartáčů i komutátoru.

Moderní konstrukce malých stejnosměrných komutátorových motorů používají rotor bez železného jádra, tvořený samonosným vinutím, otáčejícím se v mezeře feromagnetického obvodu statoru. Existují dvě konstrukce vinutí, a to buď ve tvaru disku, nebo ve tvaru trubky. Trubka je na jednom konci spojena s komutátorem a hřídelí do tvaru hrníčku. Hrníčkové vinutí může mít velmi malou setrvačnou hmotu, malou indukčnost a elektromechanickou



Obr. 1. Stejnosměrný motor EC6 (Ø 6 mm) v řezu

Malé bezkartáčové motory jako pohony pro automatizaci

Mezi pohony používanými pro účely automatizace se lze zatím nejčastěji setkat s malými indukčními motory, krokovými motory a stejnosměrnými motory klasických i moderních konstrukcí s mechanickým komutátorem. Nově se svými velmi zajímavými vlastnostmi prosazují stejnosměrné motory s elektronickou komutací, tzv. bezkartáčové nebo EC (*electronic commutation*) motory.

Malé indukční motory

Malé indukční motory – ať jde o levné malé jednofázové asynchronní motory s kondenzátorem nebo s pomocným pólem nebo malé synchronní motory – mají velmi malý výkon na jednotku hmotnosti a omezené možnosti řízení. Tím je jejich použití omezeno jen na nenáročnou aplikaci s preferovanou nízkou cenou.

napájecí jednotky pracují bez zpětnovazebné smyčky. Počet kroků na jednu otáčku je dán počtem pólů rotoru a popř. rozdělením základního kroku na mikrokroky, napájí-li se několik cívek současně. Rotor se neustále natáčí do rovnovážné polohy výsledného magnetického pole. Pokud jeho zatížení nepřestoupí mezní moment magnetického pole unášejícího rotor, udržuje krokový motor požadované otáčky. Při nadměrném zrychlení nebo zatížení se rotor zastaví.

Stejnosměrné motory

Stejnosměrné motory používané v automatizaci vznikly z původních stejnosměrných motorů se železným rotorem, s vinutím v rotoru i ve statoru a mechanickou komutací. Mechanický komutátor zajišťuje optimální polohu magnetických pólů v motoru při každém zatížení a rychlosti, neboť řídí napájení cívek rotoru podle jeho polohy. Motor se rozběhne při pouhém připojení stejnosměrného napětí. Při otáčení rotoru se napětí na kartáčích komutátoru připojuje k těm cívkám rotoru, které vytvářejí magnetické pole směru optimálního pro vznik krouticího momentu. Největší proud teče do cívek rotoru v klidu, kdy tudíž na

Tab. 1. Základní parametry nové řady motorů EC firmy Maxon

Průměr motoru (mm)	Výkon (W)	Největší rychlost (1·min ⁻¹)	Krouticí moment motoru (Nm·10 ⁻³)	Dosažitelný krouticí moment s převodovkou (Nm)
60	400	7 000	650	120
45	250	12 000	280	50
45	120	18 000	110	14
32	80	25 000	50	4,5
22	50	50 000	20	1
22	20	50 000	8	1
43 (disk)	12	10 000	70	0,07
43 (disk)	6	10 000	20	0,02
32 (disk)	3	12 000	5	0,05
6	1,2	100 000	0,26	0,08

časovou konstantu velikosti řádu milisekund.

Firma Maxon, vedoucí světový výrobce malých stejnosměrných motorů, používá ve svých stejnosměrných konstrukcích patentované hříčkové samonosné vinutí s permanentními magnety umístěnými v jádře uvnitř vinutí. Kromě magnetů z feritů a slitiny Al-Ni-Co se používají magnety ze vzácných zemin. Výsledkem je motor s malými rozměry a hmotností, s lineární charakteristikou při řízení rychlosti, s velkým zrychlením, velkým záběrným momentem, až šestinásobnou krátkodobou přetížitelností a velmi malým opotřebením kartáčů i komutátoru. Některé motory s kartáči z drahých kovů mají v rotoru desku s kondenzátory pro další snížení jiskření. Technický život motorů s mechanickou komutací dodávaných firmou Maxon je obvykle mezi 1 000 a 3 000 provozních hodin a v příznivých provozních podmínkách dosahuje až 20 000 hodin. Konstrukce samonosného vinutí odstranila železné jádro s drážkami pro vinutí, a proto se motory Maxon otáčejí plynule i při velmi malé rychlosti.

Řízení rychlosti komutátorových motorů Maxon zajišťují řídicí napájecí jednotky spojené s motorem zpětnou vazbou. Využívají se tachodynamo nebo inkrementální snímač na zadním čele motoru. Řídit otáčky motoru lze i bez snímače otáčení.

Řízení polohy zajišťuje programovatelná řídicí napájecí jednotka PCU 2000. Velká přetížitelnost motorů a jejich velký záběrný moment zabezpečují spolehlivou funkci pohonu i při proměnných

provozních podmínkách a odporrech v poháněné soustavě.

Bezkartáčové stejnosměrné motory

Bezkartáčové stejnosměrné motory (EC motory) nemají mechanický komutátor a kartáče s jejich omezenou životností a nahrazují je elektronickým obvodem. Elektronika dostává informaci o poloze rotoru ze tří Hallových sond, ovlá-

ké vlastnosti špičkových stejnosměrných motorů. EC motory firmy Maxon se kromě toho vyznačují malými rozměry a hmotností, lineární charakteristikou při řízení rychlosti, velkým zrychlením a záběrným momentem a několikanásobnou krátkodobou přetížitelností. Technický život EC motorů, který je omezen pouze dobou života kuličkových ložisek, je dlouhý mnoho desítek tisíc hodin, přičemž rychlost otáčení může

tek s pouhou komutační funkcí až po čtyřkvadrantovou jednotku s funkcí řízení rychlosti. Jednotky využívají jednak signálů z Hallových sond v motoru a jednak z rezolveru nebo inkrementálního snímače, kterými lze motory doplnit v případě větších požadavků na kvalitu regulace polohy. Napájecí jednotky EC motorů mohou být použity s externím nadřazeným systémem pro řízení polohy. Jejich vstupem je napětí v rozmezí ± 10 V, které řídí rychlost. Nadřazený systém může využít digitální signál z inkrementálního snímače motoru ve standardu RS-422.

Nová řada motorů EC

Nová řada bezkartáčových motorů s označením EC nabízená firmou Maxon, která získala ocenění Zlatý Amper 2000, splňuje rostoucí požadavky na spolehlivost a životnost malých pohonů v moderních přístrojích. Její aplikační možnosti umocňuje stavebnicový systém s převodovkami rovněž od firmy Maxon, jež jsou kombinovány s komutátorovými i bezkartáčovými motory. Bezkartáčové motory dávají na výstupu převodovek krouticí moment až 120 N·m.

Jeden z motorů řady EC ukazuje obr. 2. Základní parametry nové řady bezkartáčových motorů EC firmy Maxon jsou uvedeny v tab. 1. Další údaje poskytnou www.uzimex.cz, firma UZIMEX Praha, nebo www.maxonmotor.com

Ing. Václav Brož
UZIMEX Praha, spol. s r. o.



Obr. 2. Stejnospměrný motor Maxon EC22 ($\varnothing 22$ mm, 50 W) s vestavěnou elektronikou (vlevo nahoře), tentýž motor bez elektroniky (uprostřed) a hybridní obvod integrované elektroniky zajišťující komutaci (vpravo dole)

daných zvláštním permanentním magnetem na rotoru. Proud se přivádí do tří sekcí cívk ve statoru tak, aby magnetické pole statoru mělo optimální směr vzhledem k magnetickému poli permanentního magnetu rotoru. Příklad provedení je ukázán na obr. 1.

Elektronická komutace zachovává EC motorům charakteristic-

dosáhnout až několika desítek tisíc otáček za minutu.

EC motor ovšem nepracuje při pouhém přivedení stejnosměrného napětí, ale musí být opatřen externí nebo interní napájecí jednotkou. Firma Maxon dodává napájecí jednotky řady EC vybavené různým stupněm komfortu a funkcí, a to od jedno-