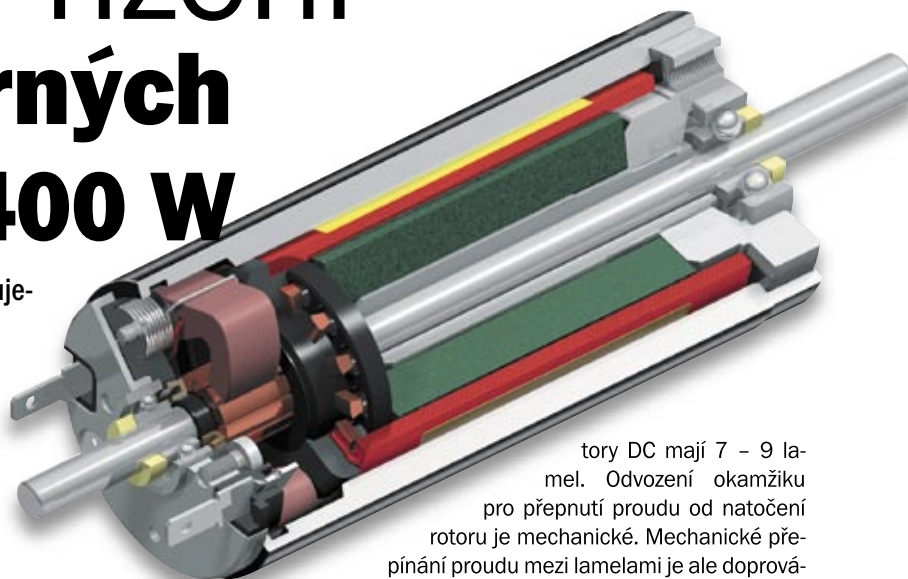


Možnosti řízení stejnosměrných motorů do 400 W

Stejnosemřný motor použijeme, jestliže potřebujeme nastavit rychlost ve velkém rozsahu 100: 1, řídit průběh rychlosti, zastavovat v požadovaných polohách nebo vyvozovat konstantní mechanický moment. Nejčastěji potřebujeme udržet rychlost při zatížení proměnným momentem nebo se pohnout do nové polohy. Máme na výběr řadu způsobů nastavení nebo řízení rychlosti s různou přesností. Pohyb můžeme dosáhnout jak jednoduchými prostředky, připojením motoru na nastavené stejnosměrné napětí, tak některou řídicí jednotkou s regulátory se zpětnou vazbou.



rotory DC mají 7 – 9 lamel. Odvození okamžiku pro přepnutí proudu od natočení rotoru je mechanické. Mechanické přepínání proudu mezi lamelami je ale doprovázeno vznikem oblouků, jiskřením, které opaluje hrany lamel a kartáče a tak omezuje dobu života motoru. Život kartáčů ovlivňuje rozhodnutí, zda v dané aplikaci použít motor DC. Doba života se ale u různých motorů DC řádově liší.

POROVNÁNÍ REGULAČNÍCH VLASTNOSTI MOTORŮ

Stejnosemřné motory se liší od ostatních motorů způsobem, jakým se v motoru vytváří dvě magnetická pole, statoru a rotoru. Magnetická pole na sebe při optimálním úhlu natočení působí nejvyšším momentem. Nezávislost úhlu natočení magnetických polí na zatížení a rychlosti usnadňuje a zrychluje činnost regulátoru, který podle regulační odchylky zrychluje nebo zpoužďuje rotor.

U nejrozšířenějších indukčních asynchronních motorů se proud ve vinutí rotoru indukce otáčivým magnetickým polem statoru a směr vzniklého magnetického pole se mění se zatížením. Vztah momentu, rychlosti a proudu je složitý a regulace je kvalitní pouze v ustáleném režimu. Dlouhá doba výpočtu prováděného regulátorem při používaném vektorovém řízení a pomalá reakce vadí při dynamickém provozu.

Krokové motory zpravidla nepoužívají snímač polohy rotoru a pracují bez zpětné vazby. Rotor se magnetickým momentem urychluje, jestliže se opoužďuje za magnetickým polem statoru, které se po krocích otáčí. Rotor se naopak zpoužďuje, jakmile přeběhne před pole statoru. Největší opoužďení vzniká při rozběhu. K přeběhnutí dojde také při každém zastavení. Rotor se zastaví v poloze, závislé na tření soustavy. Otáčející se rotor kmitá i při sledování krokujícího magnetického pole statoru a jeho skutečná poloha se od předpokládané polohy liší v závislosti na zatížení. Odchylna je až polovina rozteče magnetických pólů statoru. To je chyba několika mikrokroků. Při

vyšším zatížení motor ztratí synchronizaci a zastaví se.

Stejnosemřné motory přepojují proud do sekci vinutí podle aktuální polohy rotoru bez ohledu na zatížení. Poloha magnetických polí je optimální v celém rozsahu rychlostí i zatížení. Moment je přímo úměrný proudu a rychlost bez zatížení je přímo úměrná napájecímu napětí. Regulátor snadno reaguje změnou proudu na regulační odchylku. Obzvlášť přesně lze řídit stejnosměrné motory s vinutím bez železného jádra a pólů s krátkou elektrickou a elektromechanickou časovou konstantou.

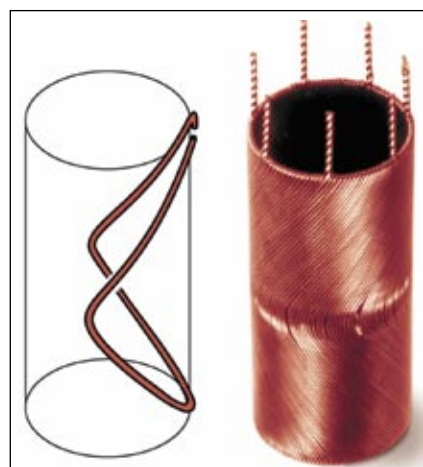
Lze vybrat motor DC, který bez použití řídicí jednotky udrží rychlost nastavenou napětím v 11% při změnách zatížení od nuly až po přípustný trvalý moment.

MOTORY DC A EC

Přepínání proudu, komutace, do sekci vinutí stejnosměrného motoru se řídí úhlovou polohou rotoru. Motory DC komutují mechanickým přepínačem, komutátorem a motory EC elektronickým přepínačem podle informace snímačů o natočení rotoru.

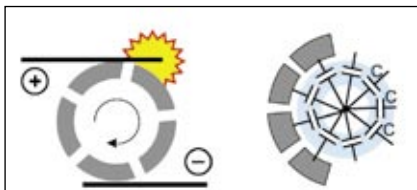
MOTORY DC

Magnetické pole statoru dnešních komutátorových motorů DC malého výkonu vytvářejí permanentní magnety. Vinutí s komutátorem je součástí rotoru. Komutátor je rozdělen na lamely a k nim jsou připojeny začátky a konce sekci vinutí. Kvalitní malé mo-



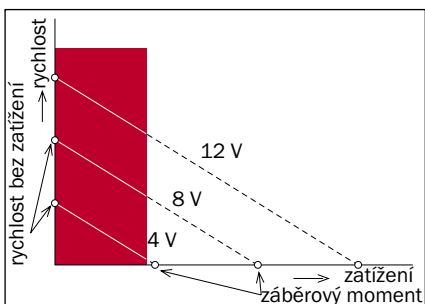
Uvnitř samonosného patentovaného vinutí maxon® je dutina, do které zasahuje statorový magnet. Magnet je na horním řezu motorem vybarven zeleně. Tak odpadnou magnety na vnějším obvodu a průměr motoru se zmenší. Mimo to se s rotorem otáčí pouze měděné vinutí. Energie jeho magnetického pole a jeho indukčnost jsou nízké. Motor rychle reaguje na změny napájecího napětí změnou vyvozovaného mechanického momentu a přesně se reguluje. Krátké jsou i elektrické oblouky při přepínání směru proudu kartáči. Důsledkem je dlouhý život komutátoru a spolehlivá funkce.

Délka oblouků je závislá na energii magnetického pole rozpínané sekce vinutí. Energie magnetického pole rotoru konvenčních motorů DC s vinutím vloženým do drážek železného

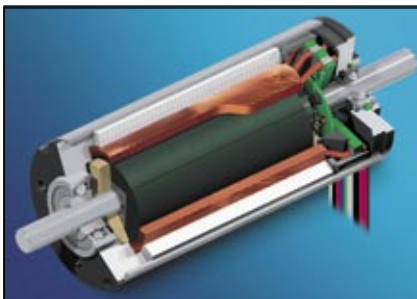


Elektrický oblouk vzniká mezi kartáčem a hranou odpojované lamely. S přechodem mezery mezi sousedními lamelami pod kartáčem se v sekci vinutí mezi nimi mění směr proudu. Malé jiskření motorů maxon umožňuje používat kromě grafitových kartáčů i kovové kartáče. Elektrické oblouky kovových kartáčů se dále zkracují metodou CLL, zapojením kondenzátorů mezi lamely. Kondenzátory snižují napětí indukované zánikem magnetického pole, takže oblouky dříve zanikají.

Jádra je vysoká, protože kromě energie ve vinutí zahrnuje energii feromagnetického jádra. Nízký počet lamel komutátoru má rovněž negativní vliv, má za následek zvětšení objemu a energie rozpojované sekce vinutí. Délka oblouků navíc roste s rychlostí. Kvalitní průmyslové motory maxon zásadně omezují jiskření tak, že používají samonosné vinutí bez železného jádra. Energie magnetického pole v mědi je nízká a oblouky krátké i při vysoké rychlosti. Motory DC s patentovaným samonosným vinutím



Závislost rychlosti stejnosměrného motoru na napájecím napětí a na zatížení. Rychlost bez zatížení je přímo úměrná napájecímu napětí. Tři body na svislé ose zobrazují rychlosti při napětí 12 V, 8 V, 4 V. Šikmé rovnoběžné přímky z těchto bodů znázorňují klesání rychlosti při zvětšování zatížení. Oblast trvalého provozu je zprava ohraničena přípustným trvalým momentem a je označena červeně. Přípustný moment odpovídá proudu, kterým se vinutí v trvalém provozu zahřeje na povolenou teplotu. Je patrné, že přípustný proud i moment nejsou ovlivněny rychlostí a platí i v zabrzděném stavu. Pokles rychlosti nárůstem zatížení a nuly do trvale přípustného momentu je závislý na typu motoru. Rychlost motorů o velikosti kolem 36 mm se silným magnetem se vzácnou zeminou klesá pozvolna. V červené oblasti poklesne o pouhých 11 %. Rychlost takových motorů s tvrdou charakteristikou lze často nastavit napětím a ušetřit řídicí jednotku.



Magnet válcového motoru EC je hlavní součástí rotoru. Na obrázku je vybarven zeleně. Trubkové homogenní vinutí maxon® bez magnetických pólů a vnější laminovaný magnetický plášť zaberou malý prostor a minimalizují ztráty přemagnetováním a vířivými proudy. Motor má malý průměr a zvýšenou účinnost. Motor s homogenním vinutím má při napájení se sinusovým průběhem zcela rovnoměrný mechanický moment. Maxon vyrábí válcové motory s dvoupólovým rotorem EC a EC-max a se čtyřpólovým rotorem EC-powermax.



Ve statoru vícepólových motorů EC se zpravidla dva až čtyřikrát opakuje třífázové vinutí na pólových nástavcích. Nad vinutím se otáčí osmi až šestnáctipólový vnější prstenec s permanentními magnety. Motor má tvar disku a vejde se do plochého prostoru. Většina motorů má uvnitř snímač s Hallovými sondami pro řídicí jednotky typu DEC s obdélníkovou komutací. Aplikační pole nezahrnuje náročnou regulaci. Rychlosti motorů jsou několik tisíc ot/min, to je méně než u válcových motorů.

maxon® s kosočtverečnými závitů dosahují dobu života až přes 20 000 hodin.

Rychlost naprázdno motoru DC poklesne o úbytek úměrný zatížení. Pro dobré udržení rychlosti nastavené napětím bez použití řídicí jednotky lze vybrat motor, který se nárůstem zatížení od nuly až po přípustný trvalý moment zpomalí jen o 11 %, např. motor maxon RE35 s 90 W.

Pro přesné řízení rychlosti a polohy v dynamickém režimu se použije řídicí jednotka a motor se vybaví inkrementálním snímačem.

Stačí-li nám přesnost řízení rychlosti několik procent a nižší dynamické vlastnosti,

použijeme motor DC bez snímače. Na řídicí jednotce nastavíme mód se snímáním výstupního napětí a jeho kompenzací o úbytek napětí na ohmickém odporu vinutí $I \times R$.

STEJNOSMĚRNÉ MOTORY EC

Stejnoseměrné motory EC s elektronickou komutací mají odstraněn mechanický komutátor. Proud do sekci vinutí přepíná elektronika. Informaci o poloze rotoru poskytují snímače jeho polohy. Doba života je omezena kuličkovými ložisky a je řádu sto tisíc hodin. Vinutí motorů EC je umístěno ve statoru, je třífázové. Součástí rotoru je permanentní magnet. Komutace proudu je zachována spolu s význačnými vlastnostmi stejnosměrných motorů. Maxon vyrábí jednak dvou nebo čtyřpólové válcové motory, jednak vícepólové diskové motory s vnějším rotorem a vícepólové motory s vnitřním rotorem.

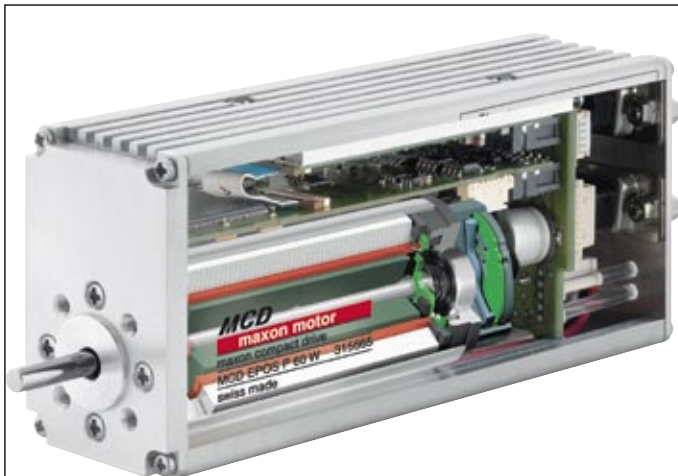
SNÍMAČ S HALLOVÝMI SONDAMI

Pro jednoduchou elektronickou komutaci postačí snímač se 3 Hallovými sondami, který je standardní výbavou většiny motorů maxon EC. Snímač s Hallovými sondami dává informaci pro přepnutí proudu do vinutí dvoupólového motoru šestkrát za otáčku. U vícepólového motoru je to 6 krát během úhlu pro proběhnutí jednoho páru pólů. Proud přepíná elektronika na základě signálů snímače s Hallovými sondami má tvar obdélníků. Moment motoru napájeného obdélníkovou komutací je zvlněn o 14%, neboť směr magnetického pole statoru se mění skokem a zůstává stejný během natáčení rotoru dvoupólového motoru v rozsahu 60°. Řídicí jednotka rozbíhá motor záběrovým momentem podle svého krátkodobě přípustného proudu. Při udržování rychlosti nastavené potenciometrem využívá zpětnou vazbu na snímač s Hallovými sondami. Jednokvadrantové jednotky typu DES udržují rychlost pouze zrychlováním v nastaveném směru, čtyřkvadrantové i zpouzdováním. Do zastavení se brzdí zkratováním vinutí. Vzhledem k nízké hustotě signálů snímače je regulace dvoupólového motoru stabilní až při vyšší rychlosti než 1,000 ot/min. Mezní rychlost při větším počtu pólů je úměrně nižší. Nízká hustota signálů ztěžuje i přesnější řízení polohy. Některé jednotky lze přepnout na zpětnou vazbu snímáním výstupního napětí s jeho kompenzací o úbytek $I \times R$ a řídit i malou rychlost.

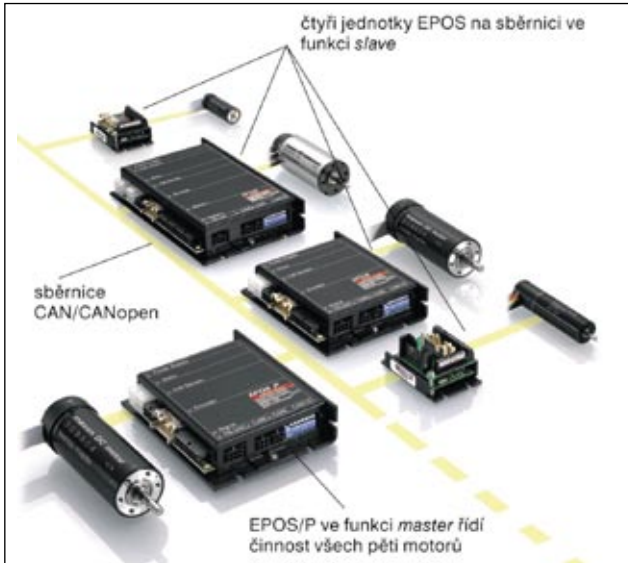
Aplikace bez nároků na průběh momentu při rozběhu mohou použít motor EC zcela bez snímače. Jednotka při řízení komutace využívá indukované napětí ve vinutí motoru.

Pro kvalitní čtyřkvadrantové řízení rychlosti nebo pro řízení polohy je potřeba vybavit motor EC inkrementálním snímačem.

>>



Válcový motor EC-max 30 se snímačem s Hallovými sondami a inkrementálním snímačem je spolu s řídicí jednotkou rychlosti a polohy EPOS zabudován do společného pouzdra. Pouzdro je jenom o 3 mm širší než motor se 60 W. Mezní teplota vinutí motoru je obecně o dost vyšší než odolnost elektronických součástek. Vnitřní uspořádání a chladičí žebra na základně elektroniky umožňují plné využití výkonu motoru při respektování teplotního omezení elektroniky. Zadní část pouzdra je zaplněna elektrickými spoji a opatřena vnějšími konektory. Kompaktní jednotka obsahuje propojení motoru, snímačů s řídicí jednotkou. Vnější spoje jsou proto jednoduché a postačí pro ně dva konektory.



Každá jednotka EPOS, EPOS P, řídí svůj motor DC nebo EC. Jednotky EPOS komunikují po sběrnici CAN s nadřazeným počítačem PC nebo PLC. Během provozu od něj přijímají příkazy k provedení pohybů a předávají mu data o stavu svých motorů. Připojení na sběrnici umožňuje koordinovat začátky pohybů desítek motorů a jejich koncové polohy. Rychlost přenosu dat CAN Open, které potřebuje pro obvyklý pohybový příkaz 130 μ s, dovoluje i průběžnou koordinaci průběhů pohybů 3 – 4 motorů. Jednotka EPOS P obsahuje navíc své PLC, které je schopné po naprogramování zastat úlohu externího počítače a řídit další jednotky EPOS

INKREMENTÁLNÍ SNÍMAČ

Pro získání rovnoměrného momentu, pro kvalitní čtyřkvadrantové řízení rychlosti v celém rozsahu nebo pro řízení polohy je potřeba vybavit motor EC ještě inkrementálním snímačem se stem až tisícem impulsů za otáčku. Pro řízení rychlosti se použije jednotka typu DES nebo jednotka EPOS, které vytvářejí napájecí proud se sinusovým průběhem. Při každé rychlosti i zatížení jsou magnetická pole statoru a rotoru v optimální kolmé poloze. Pro kvalitní řízení použijeme válcové motory maxon, které používají homogenní satorové vinutí bez feromagnetických pólů. Vnější prstenec uzavírající magnetický obvod je bez drážek a má proto minimální objem. Důsledkem je vysoká linearita momentu s proudem, linearita napětí s rychlostí bez zatížení a nízké ztráty.

ŘÍDICÍ JEDNOTKY EPOS, EPOS P

Jsou vhodné pro nejnáročnější úkoly v regulaci malých výkonů. Jednotka řídí rychlost i polohu jednoho motoru podle programu s využitím PLC, programovatelného logického kontroléru. PLC může po sběrnici CAN koordinovat pohyby soustavy motorů. Jednotka EPOS potřebuje pro svou činnost nepřetržitě připojené externího naprogramované PLC. Plní jeho příkazy a předává mu informace o stavu svého motoru. Jednotka EPOS P obsahuje vlastní PLC a vyžaduje externí počítač pouze v průběhu programování. Během provozu samostatně řídí podle programu čin-

nost svého motoru a po sběrnici i činnost motorů dalších připojených EPOSŮ. Činnost se odstartuje spínačem nebo signálem na některý z digitálních vstupů jednotky. EPOS P při činnosti vyhodnocuje informace o stavu zařízení s využitím koncových spínačů a analogových snímačů, např. o teplotě.

KOMPAKTNÍ Pohon MCD EPOS, MCD EPOS P

Motor EC 60W s inkrementálním snímačem a řízení jsou ve společném pouzdrů s šířkou 33 mm. Na výstupní hřídel je možné připojit převodovku ze soustavy maxon. Výhodou je zjednodušené připojení pohonu na napájecí zdroj i sběrnici. Pohon se chová jako kompletně propojená jednotka EPOS nebo EPOS P s motorem, snímačem s Hallovými sondami a inkrementálním snímačem. Počet vnějších spojů je proto menší. Na devítikolíkovaný vnější konektor se připojí napájecí napětí, vstup CAN a výstup CAN včetně silového i signálního uzemnění. Obdobné připojení se provede v případě komunikace po RS 232. Na patnáctikolíkovaný vnější konektor se připojí digitální vstupy a výstupy, analogové vstupy a uzemnění. Digitální vstupy přijímají informace spínačů v řízeném systému, které ovlivňují chod programu v nadřazeném počítači nebo v nadřazeném kompaktním pohonu s jednotkou EPOS P. Chod programu v jednotce EPOS P lze odstartovat signálem na jeden z digitálních vstupů. Digitální výstupy mohou ovládat externí signalizaci, blokování

a spouštět či zastavovat činnost zařízení, která nejsou napojena na sběrnici.

Rozhodnutí mezi použitím samostatných řídicích jednotek a motorů a použitím kompaktních jednotek záleží na typu aplikace. V případě nedostatku prostoru vyniknou rozměrové výhody samostatných motorů maxon.

NOVINKY NA STÁNKU UZIEMX NA MSV BRNO 2007, PAVILON V 110

Lineární převodovky maxon s pohybovým šroubem a silným axiálním ložiskem zjednodušují konstrukci pohonů s přímočarým pohybem. Další motory EC mají integrovanou elektroniku. Programovatelné řídicí jednotky polohy EPOS P se staly i součástí kompaktních pohonů MCD. Vedle vícepólových diskových motorů se nově dodávají vícepólové motory EC s vnitřním rotorem. Vysokorychlostní motory EC se uplatní na vřetenech. Nabízí se inspirace k řešení úkolů při automatizaci. Spolupracujeme s konstruktéry zákazníků na účelném začlenění komponent do strojů.

Řemenové převody malými synchronizačními řemeny, řemenice z výroby Uzimex, pružné spojky a lineární vedení s lineárními řemeny často navazují na pohony maxon. Uzimex Praha nabízí uvedené komponenty i pro aplikace s velkými silami a výkony. Pro manipulaci v sériové výrobě doporučuje vačkové manipulátory a stoly, pro měření geometrie a kalibraci přesných strojů laserové přístroje.

Text: Ing. Václav Brož,
UZIMEX PRAHA, spol. s r. o.