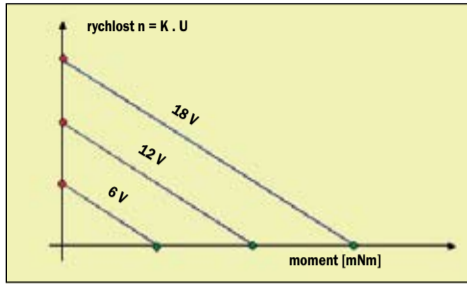


# Pohony maxon od 0,2 do 400 W s proměnnou rychlostí

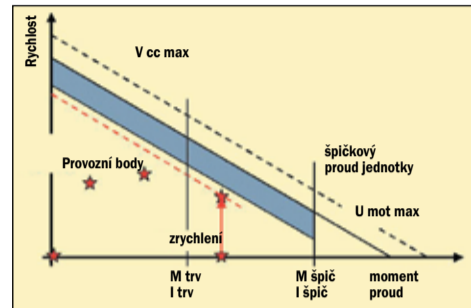
● Rychlost stejnosměrného motoru maxon je nastavitelná nebo říditelná v poměru řádu 1 : 100. Rychlost bez zatížení je přímo úměrná napájecímu napětí. Změnou napětí při konstantním zatížení v mNm nastavíme požadovanou rychlost. Pracovní bod se přitom v diagramu rychlost – moment posouvá vlně.



● Komutátorový motor DC nepotřebuje nutně řídicí jednotku se zpětnou vazbou, pokud nemáme vysoké nároky na kolísání rychlosti při změnách zatížení. Rychlost motoru při napájení konstantním napětím klesá lineárně s narůstáním zatížení. Pokles je charakteristickou hodnotou každého motoru. Můžeme vybrat motor s dostatečně pozvolným klesáním rychlosti. Například rychlost motoru RE 35, 90 W, poklesne pouze o 11 % při nárůstu zatížení z nuly na přípustný trvalý moment. Při krátkodobém přetížení se pracovní bod posune po klesající přímce až na záběrový moment, který 7krát přesahuje přípustný trvalý moment.

## Přednosti stejnosměrných motorů

● Řízení rychlosti elektronickou řídicí jednotkou se zpětnou vazbou je velmi přesné díky lineární závislosti momentu na proudu, rychlosti na napětí a poklesu rychlosti při změnách zatížení. Regulátor reaguje na změnu zatížení změnou napětí a pracovní bod se v diagramu rychlost – moment posouvá vodorovně. Pro přesné řízení rychlosti je třeba motor doplnit snímačem. Dosud používané resolvery a tachodynamy ustupují s pokroky digitální techniky inkrementálními snímači. Inkrementální snímače umožňují jak přesné řízení rychlosti, tak i polohy.



● Stejnosměrný komutátorový motor umožňuje řízení rychlosti se zpětnou vazbou i bez snímače. Použije se řídicí jednotka, která snímá indukované napětí ve vinutí motoru. Indukované napětí naprázdno, které je úměrné rychlosti, se získá z napětí na

výstupu odečtením součinu  $I \times R$ . Přesnost řízení je 1 – 2 %.

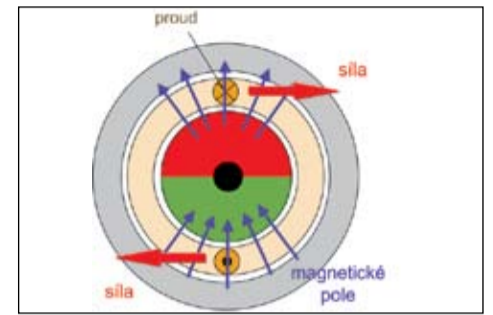
● Soustava přípojitelných převodovek rozšiřuje oblast řízení rychlosti motorů od 20,000 ot/min do pomalých rychlostí až 1 ot/min i méně. Převažují planetové převodovky s trvanlivou náplní tuku s převodovým poměrem až 6200 : 1. Převodovky maxon využívají výsledky vývoje maxon, čepy planet z keramiky. Čepy umožnily zvýšit vstupní rychlosti převodovek a zmenšit jejich rozměry. Převodovka tvoří s motorem kompaktní váleček.

● Stejnosměrné motory překonají vysoké krátkodobé přetížení, aniž vypadnou ze synchronizace, jak se stává u krokových motorů, překročili-li se jejich moment zvratu. Je to důsledek odlišného vzniku momentu. Síla ve válčových motorech maxon nevzniká obvodovým přitahováním feromagnetických pólů, ale jako síla na vodiči v magnetickém poli, protékající elektrickým proudem. Vzniká síla je optimální velikosti při každé rychlosti i zatížení.

● Miniaturní rozměry motorů jsou rovněž důsledkem použití vinutí bez železného jádra. V motorech DC je dutina ve vinutí využita pro umístění permanentního magnetu a v motorech EC je zmenšena tloušťka feromagnetického pláště. Další podmínkou malých rozměrů je vysoká přípustná rychlost komutátorových motorů maxon. Rych-

lost konvenčních komutátorových motorů je omezena nárůstem jiskření kartáčů.

● Vysoká rovnoměrnost momentu v průběhu otáčky je důsledkem odstranění feromagnetických pólů, které se vyskytují



v konvenčních motorech a způsobují i vznik stabilních poloh rotoru ve stavu bez napájení.

● Nízké ztráty a vysoká účinnost stejnosměrných motorů maxon je získána použitím homogenního vinutí bez železa. Účinnost komutátorového motoru RE40 přesahuje 90 %. Důsledkem je úspornost při bateriovém provozu. Motor určité velikosti je možno více zatížit, neboť menšími ztrátami v něm vzniká méně tepla.

● Motory maxon mají nízké elektromechanické časové konstanty. Je to výsledek vysokého poměru hnacího momentu k momentu setrvačnosti. Například motor EC45 má extrémně krátkou konstantu 1,5 ms.

## Komutátorové motory DC

Konstrukce motoru vychází ze samonosného vinutí maxon®. Vinutí je čelem spojeno s hřídelí a lamelami komutátoru.



Dutina ve vinutí je využita k umístění permanentního magnetu, který je součástí statoru. Vně vinutí je tenký feromagnetický plášť, uzavírající magnetické pole statoru.



Vodiče vinutí se otáčejí na velkém průměru těsně pod pláštěm. Síly na vodiče proto při určitém průměru motoru vyvozují velký moment.

Nejdůležitější přínos samonosného vinutí je kromě uvedených výhod

● dlouhá doba života. Hlavní příčinou ukončení života komutátorových motorů je opálení kartáčů a lamel komutátoru. Jiskření kartáčů jsou elektrické oblouky, kterými se uzavírá proud při rozepínání

sekce cívký kartáčem. Při tom se sekce cívký stává součástí druhé větve vinutí, kterou protéká opačný proud. Napětí pro udržení oblouku se indukuje v přepínané sekci cívký zánikem jejího magnetického pole. Délka oblouku roste s velikostí energie magnetického pole sekce a s rychlostí motoru. Účinná metoda k omezení jiskření je odstranit otáčející se feromagnetické jádro z rotoru konvenčního motoru, jehož magnetická energie tvoří podstatnou část. Dospěje se tak k samonosnému vinutí, tvořenému pouze měděnými vodiči

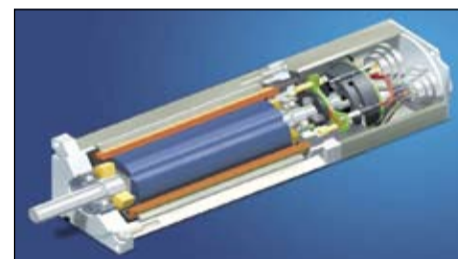
● motory maxon mohou kromě grafitových kartáčů používat kovové kartáče z drahých kovů. Kovové kartáče mají plynulý průběh přechodového odporu při otáčení. Jsou výhodné v provozu se spojitě proměnnou rychlostí bez častých startů. Odstranění napěťových špiček poskytuje motorům elektromagnetickou kompatibilitu EC. Jejich přechodový odpor se nezvětšuje ani při dlouhé odstavce motoru. Další zmenšení jisker se dosahuje metodou CLL, zapojením kondenzátorů mezi lamely komutátoru.



## Válčové bezkartáčové motory EC

Motor EC použijeme pro trvalý provoz s vysokými požadavky na dobu života. Regulační vlastnosti, vysoká hustota výkonu v objemu motoru a rychlá reakce na změny pohybu jsou rovnocenné komutátorovým motorům maxon. Proud nepřepíná komutátor, ale elektronika. Informaci o poloze rotoru dodávají snímače. Samonosné homogenní vinutí maxon® je součástí statoru a rotor je tvořen permanentním magnetem.

Otáčením magnetického pole statoru vznikají v plášti ztráty hysterezi a vířivými proudy. Homogenní vinutí bez feromagnetických pólů minimalizuje jak objem pláš-



tě, tak i ztráty. Rychlost motoru je omezena ztrátami a mechanickou pevností magnetu na 6,000 ot/min pro motor průměru 60 a 100,000 ot/min pro průměr 6 mm.

Pro funkci motoru dostačuje rozdělení vinutí na 3 sekce pro každý pár pólů. Při napájení třífázovým proudem s obdélníkovým průběhem dochází k přepnutí pouze 6 krát za periodu. Rotor se v době mezi přepnutími otočí o velký úhel. Moment motoru proto kolísá o 14 %. Komutátor motoru DC



přepíná sice rovněž proud s obdélníkovým průběhem, ale 14 až 26krát za periodu. Naprosto rovnoměrný moment

motoru EC vzniká při sinusovém průběhu proudu.

Maxon vyrábí tři řady válčových motorů EC. Základní řada s průměry od 6 mm do 60 mm je letos obohacena o velikosti EC10 a EC13 ve dvou délkách. Znakem dvoupólových motorů řady EC-max je zjednodušená konstrukce pro automatickou výrobu se sníženými náklady. Čtyřpólové motory řady EC-powermax s průměry 22 a 30 mm jsou vybaveny čtyřpólovým rotorem a statorem s homogenním vinutím se 6 sekcemi. Díky tenčímu feromagnetickému plášti a menšímu sešikmení vodičů ve vinutí se dvakrát zvýšily trvalé momenty oproti dvoupólovým motorům se stejnými rozměry. Hustota výkonu ve W/cm<sup>3</sup> objemu je na současné technicky dosažitelné úrovni.



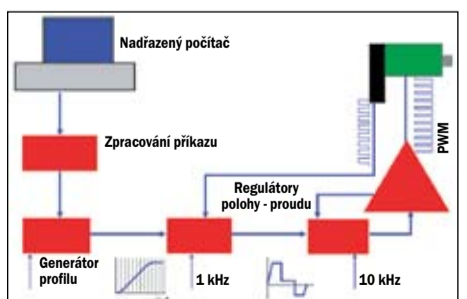
Pro obdélníkovou komutaci stačí snímač se třemi Hallovými sondami a jednoduchá řídicí jednotka. Motor má vysoký záběrový moment a dynamický rozběh, ale nepracuje s nízkou rychlostí.



Sinusová komutace vyžaduje inkrementální snímač a složitější řídicí jednotku. Umožňuje přesně řídit rychlost i polohu.

## Řídicí jednotky

Maxon dodává řadu analogových řídicích jednotek rychlosti motorů DC a digitálních jednotek pro řízení rychlosti motorů EC. Požadovanou rychlost nebo její průběh můžeme zadat velikostí standardního analogového napětí na jednom ze vstupů, u digitálních jednotek i číslicovým vstupem.



Do jednotek lze analogově nebo digitálně uložit limitní hodnoty rychlosti, proudu, které chrání motor před zničením. Vyrábějí se i jednoduché miniaturní hybridní jednotky zabudované do pouzder některých motorů EC 22.

Řídicí jednotky nové koncepce EPOS byly uvedeny na trh předloni a výrobce pracuje intenzivně na rozšiřování jejich možností. Mohou řídit rychlost, proud nebo polohu motorů DC i EC. Každá jednotka řídí jeden motor. Programují se personálně nebo průmyslovým počítačem pomocí RS232. Do paměti jednotky se před zahájením provozu vloží parametry pro vytváření optimálního průběhu rychlosti a pro ochranu motoru. Jednotky EPOS v provozu spolupracují s počítačem i navzájem po sběrnici CANbus.

## Diskové bezkartáčové motory EC

V některých aplikacích se požaduje plochý tvar motoru, protože ve směru osy je k dispozici malý prostor. Diskové motory maxon docílují plochý tvar radiálním uspořádáním řady pólůvých nástavců s cívkami radiálně do hvězdice. Vícepólový permanentní magnet rotoru



má tvar prstence po obvodu nástavců. Vyrábějí se motory s rozměry od 6 x 2,1 mm do 90 x 21 mm. Menší motory jsou bez snímačů, větší se snímači s Hallovými sondami. Pro řízení se použije vhodná řídicí jednotka maxon s obdélníkovým výstupem.