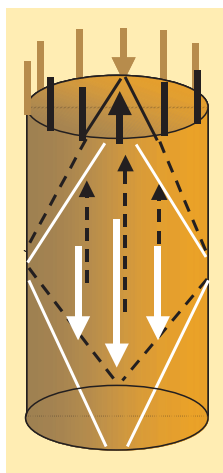




# Řízení malých stejnosměrných motorů

## maxon



obr. 1) Vinutí maxon

Soustava malých elektrických motorů maxon, převodovek, snímačů, brzd a řídicích jednotek řeší pohyb ve velmi používané oblasti do výkonu 400 W. Aplikace pokrývají krátkodobě i trvale pracující pohony v automatizaci, přístrojích a malých strojích. Základem soustavy jsou stejnosměrné kartáčové motory DC a bezkartáčové motory EC s elektronickou komutací.

Krokové motory, které jsou další možností pro nenáročné malé pohony, mají podstatně nižší dynamiku rozběhu, momentovou přetížitelnost, omezený rozsah rychlostí a mají větší rozměry. Protože se řídí bez zpětné vazby a hnací moment vyvozují až při odchylce rotoru z požadované polohy, nezajistí ani přesné a reprodukovatelné zastavení.

### Vlastnosti motorů maxon

Základní odlišnost stejnosměrných kartáčových motorů maxon DC i bezkartáčových motorů maxon EC od běžných stejnosměrných motorů je ve využití patentu samonosného vinutí rotoru podle obr. 1.

U kartáčových motorů DC vinutí násobně prodlužuje životnost komutátoru a kartáčů oproti motorům s konvenčním vinutím. Životnost dosahuje při příznivých

provozních podmínkách přes 10 000 hodin. Vinutí rotoru bez železného jádra dodává motorům dynamiku rozběhů, lineární regulační charakteristiky a umožňuje motorům dosáhnout vysokou rychlost kolem 10 000 ot/min a malé rozměry. Permanentní magnet je umístěn v dutině vinutí, což dále zmenšuje průměr motoru. Motor DC s výkonem 150 W má průměr 40 mm. Motory DC umožňují jednoduché řízení rychlosti napájecím napětím v širokém rozsahu, prakticky od nuly.

Stejnoseměrné válcové bezkartáčové motory maxon EC zachovávají dynamické vlastnosti motorů DC i jejich rozměry. Vinutí je však umístěno ve statoru a rotor je tvořen permanentním magnetem. Komutace, tj. přepínání proudu do sekcí vinutí, neprobíhá mechanickou vazbou přes lamely komutátoru, ale elektronickými spínacími prvky podle informace snímače polohy rotoru. Životnost motoru je zvýšena na životnost kuličkových ložisek, několik desítek tisíc hodin. Motor je vhodný pro nepřetržitý provoz s proměnnou rychlostí i zatížením. Právě tak nejvyšší rychlost dosahuje několik desítek tisíc ot/min, neboť není omezena komutátorem. Pro aplikace s nižší rychlostí se použije převodovka.

Pro řízení rychlosti a polohy motoru je důležitá rovnoměrnost mechanického momentu, zejména při malé rychlosti. Nerovnoměrnost momentu motoru DC s komutátorem s obvyklými 7 lamelami je 2,5 %. Rovnoměrnost momentu motoru EC ovlivňuje jak řídicí jednotka, tak i konstrukce vinutí. Řídicí jednotky s obdélníkovým průběhem proudu na výstupu způsobí kolísání momentu během otáčení o 14 %. Těmto jednotkám postačuje informace ze snímače polohy rotoru se třemi Hallovy sondami. Snímač je standardní vybavení motorů EC. Požaduje-li se rovnoměrný moment motoru, použije se řídicí jednotka, která vytvoří sinusový průběh napájecího proudu a motor se vybaví ještě inkrementálním snímačem. Přínos vinutí maxon bez železných pólů k rovnoměrnosti momentu je, že odstraňuje i vliv pólů obvyklých u standardních motorů.

Stejněměrné diskové bezkartáčové motory maxon EC mají více pólové vinutí na feromagnetických jádrech, poskytují nižší rychlost a vyšší mechanické momenty při stejném objemu motoru než motory válcové. Napájejí se zpravidla proudem s obdélníkovým průběhem.

### Řízení rychlosti

Rychlost motorů DC s komutátorem je v jednoduchých aplikacích možno nastavit velikostí napájecího stejnosměrného napětí. Rychlost motoru bez zatížení je přímo úměrná napětí. Každý Nm zatížení ji snižuje o konstantní úbytek. Připojením napětí se motor rozběhne s časovou konstantou kolem 10 ms na rychlost odpovídající zatížení. Rychlé zastavení motoru s touto časovou konstantou je možné zkratováním vinutí. Informace pro ovládní v tom případě může pocházet od koncových spínačů.

Pro dokonalejší ovládní rychlosti motorů DC se použije některá z řídicích jednotek rychlosti maxon s čtyřkvadrantovým řízením podle obr. 2. Jednotka mění a udržuje rychlost podle velikosti vstupního řídicího signálu a urychluje i brzdí motor s požadovaným průběhem rychlosti. Řídicí signál, nastavení parametrů regulátoru a omezení proudu jsou analogové. Jednotky jsou přepínatelné na mód se zpětnou vazbou s inkrementálním snímačem, tachodynamem nebo s indukovaným napětím ve vinutí motoru. Mohou se použít i pro řízení proudu, který je momentovou konstantou motoru svázán s mechanickým momentem.

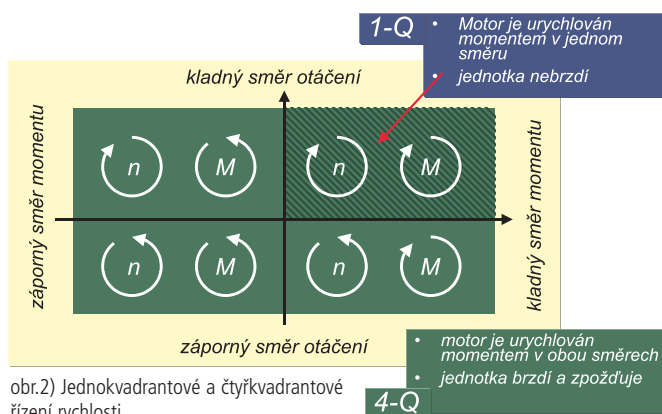
Každý motor EC musí být napájen jednotkou, která vytváří elektronickou komutaci. Všechny jednotky maxon obsahují regulátor rychlosti s možností nastavit jak rozběhovou a brzdící rampu, tak i požadovanou rychlost. Řídicí signál a nastavení parametrů regulace mohou být analogové nebo digitální v RS232. Lze volit jednotku pro jednovadrantové nebo čtyřkvadrantové řízení.

### Řízení polohy

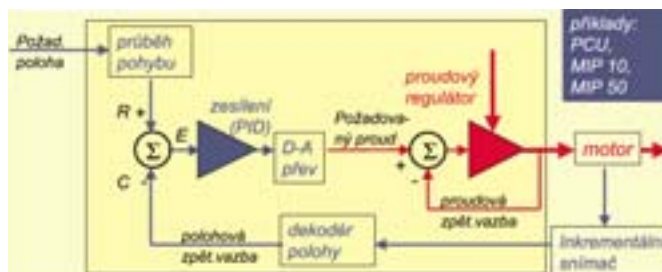
V jednoduchých aplikacích často není na závadu malé přeběhnutí v zastavené poloze. V tom případě není nutná řídicí jednotka polohy. Použijeme levnější řídicí jednotku rychlosti nebo nastavíme rychlost napájecím napětím a zastavení iniciujeme spínačem na dráze. Motory typu maxon mají krátkou časovou konstantu kolem 10 ms a zastaví velmi rychle.

Pro náročnější aplikace použijeme řídicí jednotku se zpětnou vazbou a regulátory polohy a proudu podle obrázku 3. Všechny řídicí jednotky polohy maxon mají v módu pro motory EC sinusový průběh napájecího proudu.

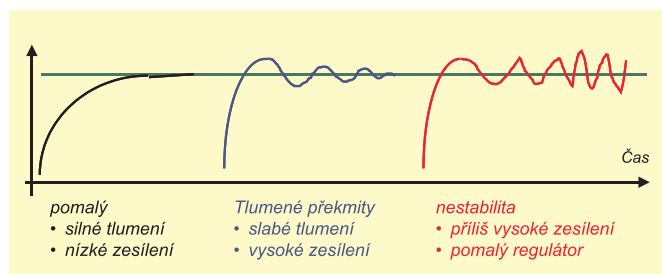
Řídicí jednotka polohy maxon typu MIP řídí pohyb jednoho motoru DC nebo EC podle vložených požadavků na koncovou polohu, rozběhovou a brzdící rampu, rychlost pohybu. Nastaví se zesílení regulátoru polohy PID a regulátoru proudu PI. Jeho význam je patrný z obr. 4. Požadované hodnoty se vkládají personálním počítačem nebo průmyslovým počítačem a některé se v průběhu provozu mohou měnit podle požadavků na funkci stroje. Motor musí být opatřen inkrementálním snímačem. Při řízení



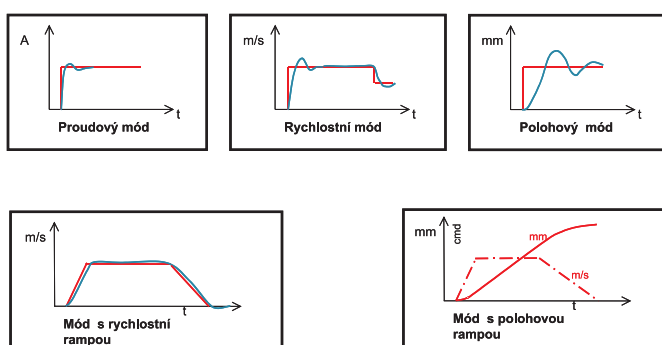
obr.2) Jednovadrantové a čtyřkvadrantové řízení rychlosti



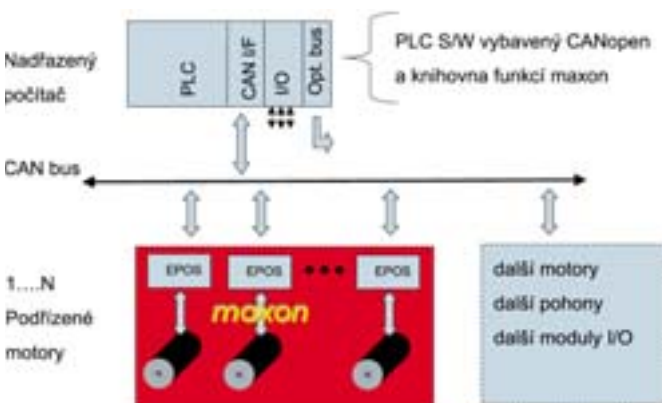
obr. 3) Regulační smyčka řízení polohy



obr. 4) Odpověď na skokovou změnu: Stabilita

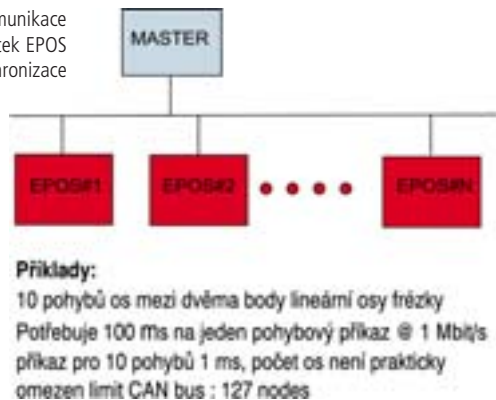


obr. 5) Módy řízení jednotky EPOS



obr. 6) Komunikace jednotky EPOS s nadřazeným PLC

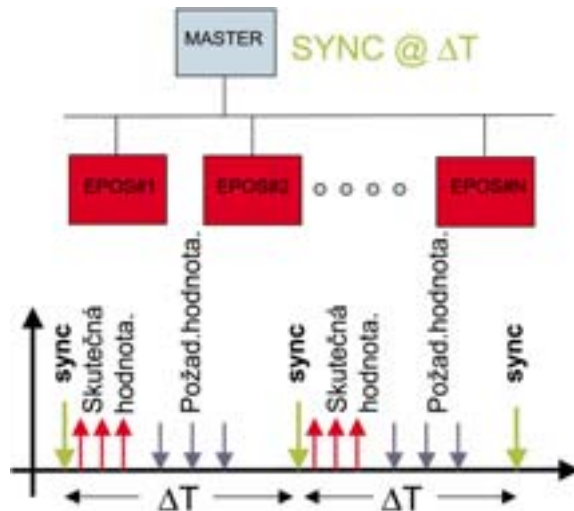
obr. 7) Rychlost komunikace jednotek EPOS bez průběžné synchronizace



jednoho motoru jednotka komunikuje v RS232, při řízení více motorů v RS485 s použitím sběrnice MIP-bus. Jednotka může pracovat i bez počítače v módu I/O, ve kterém se spínáním napětí na vstupech vybírá z variant předem naprogramovaných parametrů dráhy, rychlosti a jejího průběhu. Velikost řídicí jednotky MIP se volí podle příkonu motoru.

### Řídicí jednotky EPOS

Nová řada řídicích jednotek polohy EPOS umožňuje komunikaci s často používanou sběrnici CANopen. Jednotky EPOS umožňují nejen řízení polohy, ale i proudu a rychlosti podle obr. 5. Použití jednotky EPOS v módu řízení rychlosti nebo řízení proudu přináší možnost digitálních vstupů požadované hodnoty rychlosti, proudu, rozběhových ramp, omezení proudu v dynamickém režimu. Při řízení jednoho motoru komunikuje i v RS232. V roce 2004 začala výroba typu EPOS 24/1 s napájením 24 V a výstupem 1 A trvale, 2 A krátkodobě a silnější typu EPOS 24/5 s napájením 24 V a výstupem 5 A trvale, 10 A krátkodobě.



**Příklady:**  
3 synchronizované osy &  $\Delta T = 1 \text{ ms}$ :  
62 % busload @ 1 Mbit/s  
6 synchronizovaných os &  $\Delta T = 3 \text{ ms}$ :  
41 % busload @ 1 Mbit/s  
typické kolísání menší než 100  $\mu\text{s}$

obr. 8) Rychlost komunikace jednotek EPOS s průběžnou synchronizací

Připravuje se výroba typu EPOS 70/10 s napájením do 70 V a výstupem 10 A trvale, 20 A krátkodobě.

Způsob zapojení jednotek EPOS v síti sběrnice je na obr. 6. Obr. 7 informuje o časové náročnosti při řízení pohybů, které nejsou průběžně koordinovány. Doby přenosu dat při řízení synchronizovaných pohonů jsou uvedeny na obr. 8.

www.uzimex.cz