

Realizace a řízení servopohonů MAXON

Bc. Pavel Heryán

Studentská soutěžní práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ABSTRAKT

Významnou částí systémů automatizace jsou rotační motory s logickými ovládacími jednotkami. Z důvodu vyhovění všem náročným požadavkům byly použity motory MAXON, které mají ve světě věhlasné jméno. Cílem projektu bylo vytvoření laboratorního modelu pro výuku technických prostředků a ověření použitelnosti motorů při řešení výzkumných aplikací fakulty. Sestava modelu obsahuje motory s mechanickou i elektronickou komutací a vlastními řídicími jednotkami EPOS. Laboratorní výuka prezentuje chod motorků pro nastavení úhlového natočení a pro trvalý chod s nastavením konstantních i proměnných otáček či proudu. Pro výzkumné aplikace fakulty je model určen k ověřování přesných pohonných jednotek a servomechanismů, např. pro řízení polohy fotovoltaických článků.

OBSAH

ÚVOD	3
1 VYUŽITÍ PRÁCE	4
1.1 LABORATORNÍ ÚLOHA	4
1.2 VÝZKUMNÁ ČINNOST PRO VĚDECKÉ APLIKACE FAKULTY	4
2 KOMPONENTY LABORATORNÍ SESTAVY	5
2.1 PRINCIP ŘÍZENÍ	5
2.2 SYSTÉM ZAPOJENÍ	5
2.3 KONSTRUKČNÍ ROZDÍLY POUŽITÝCH MOTORŮ	6
3 PŘÍPRAVA PŘED UVEDENÍM DO PROVOZU	7
3.1 DOPLNĚNÍ KOMPONENT A ZAPOJENÍ	7
3.2 VZHLED SOUSTAVY	7
4 SOFTWAREVÁ PŘÍPRAVA A OBSLUHA	8
4.1 NASTAVENÍ PARAMETRŮ ŘÍDÍCÍCH JEDNOTEK	8
4.2 NASTAVENÍ SLOŽEK REGULÁTORŮ	8
4.3 OVLÁDACÍ PROGRAM	8
ZÁVĚR	9

ÚVOD

Přestože jsou motory MAXON světově proslulé a několikrát opustily planetu Zemi při cestě na Mars, nejsou v České republice příliš známy. Samotná konstrukce motorů i systém ovládání má několik jedinečných řešení. Cílem této práce tedy bylo vytvoření laboratorní úlohy, která studentům ukáže funkci tohoto systému a umožní jim prakticky se seznámit s moderními technikami řízení stejnosměrných motorů.

Přímý kontakt s novodobou mechatronikou přináší praktické zkušenosti z oblastí, které bývají na univerzitách přednášeny hlavně teoreticky. Po mnoha hodinách výpočtů a cvičení si studenti mohou prakticky vyzkoušet vliv jednotlivých složek regulátoru na chování systému. Schémata a grafy dostávají nový význam, když při jejich vykreslování probíhá skutečný proces. Mnohdy první reálný kontakt s auto-tuningem vysvětlí zákonitosti tohoto procesu mnohem lépe než hodiny strávené v přednáškových sálech. Díky přesnému snímání polohy hřídele nabízí motory nepřeberné možnosti ovládání a použití. Jen samotné zkoušení jednotlivých režimů kontroly by vystačilo na několik plnohodnotných laboratorních cvičení.

Stejně přínosná, tentokrát pro samotnou vědeckou činnost na fakultě, byla možnost praktického testování celkové koncepce řízení motorů. Seznámení s touto technikou umožňuje rozvinutí jinak těžko proveditelných projektů a přidání dalších alternativ při výběru pohonů. Možnost přesného pseudokrokového řízení s výhodami komutovaných motorů, které se vyznačují výborným rozsahem řízení rychlosti a krátkodobým momentem, nabízí zajímavější možnosti než indukční či samotné krokové motory.

Při konkrétním využití například na pohyblivém solárním panelu, který se právě připravuje díky poznatkům z této práce, tak mohou motory kromě své nízké spotřeby vyniknout třeba diagnostikou a hlášením svého stavu. Díky tomu umožní obsluze vzdáleně kontrolovat systém, aniž by byla přímo u samotné soustavy.

1 VYUŽITÍ PRÁCE

1.1 Laboratorní úloha

Možnost přímého kontaktu s technickými prostředky přináší studentům nemalé zkušenosti, které mohou využít později v praxi. Zajímavá konstrukce řízení jim představuje moderní automatizační techniky a současně umožňuje větší ponoření do problematiky stejnosměrných motorů. Velkým přínosem je možnost manuálního i automatického nastavení jednotlivých složek PI a PID regulátorů. Samotný proces auto-tuningu je dobře vizualizačně zpracován a v reálném čase umožňuje studentům sledovat pohyby žádaných i reálných složek při správném a špatném nastavení regulátorů.

1.2 Výzkumná činnost pro vědecké aplikace fakulty

Praktické ověření parametrů servopohonů MAXON umožňuje zapojení této techniky do konkrétních projektů, které jsou na fakultě plánovány. Jedním z nich je například systém pohyblivého fotovoltaického panelu, který se natáčí za sluncem. Smyslem této myšlenky je zvýšení efektivity při získávání energie ze slunečního záření. Vzniká tedy zajímavá optimalizační úloha srovnávající zvýšení výkonu pomocí přesného nastavení panelu vůči slunci a současně spotřebu energie při samotném pohybu.

Výběr úsporného pohonného systému je důležitější než pořizovací náklady nebo obtížnost vývoje. Například v dnešní době často používané krokové motory jsou z pohledu ovládání, výkonu i ceny výhodnější, ale jejich spotřeba energie by byla větší než samotné zisky ze zvýšené efektivity přeměny slunečního záření.

Podle dosavadních měření je zisk elektrické energie při optimálním nastavení panelu až o 30% vyšší. Vzhledem k potřebě navrácení nemalých pořizovacích nákladů, ale musí být co nejméně ze získané energie spotřebováno samotným pohonem. Proto je pro tuto aplikaci výhodné použít relativně slabé motory, které pomocí planetární převodovky budou malou rychlostí pohybovat panelem.

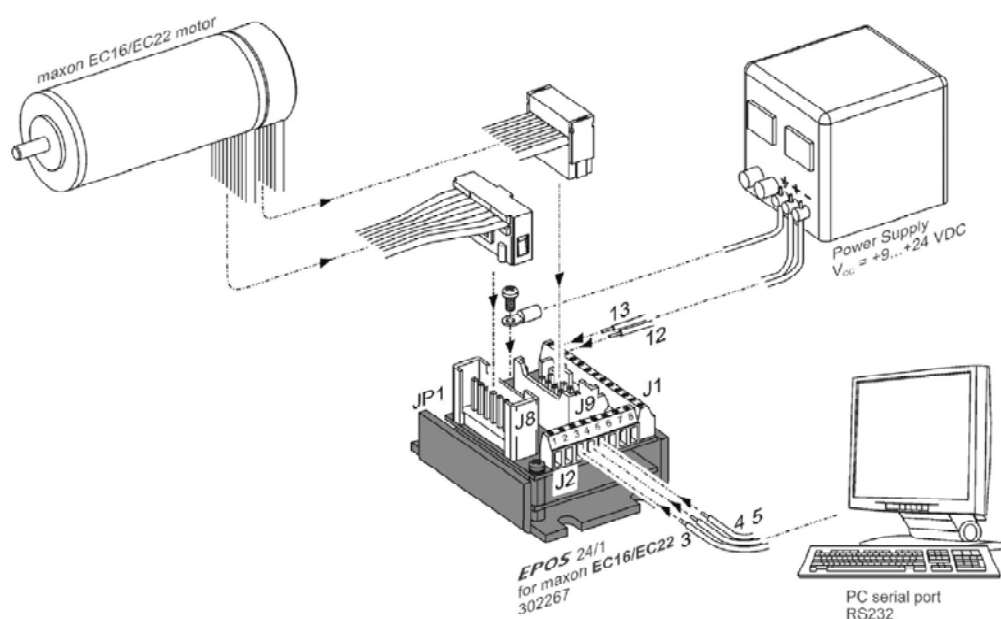
2 KOMPONENTY LABORATORNÍ SESTAVY

2.1 Princip řízení

Hlavní myšlenkou koncepce vybraných motorů MAXON je použití autonomních řídicích jednotek EPOS, které se starají o přesné a rychlé řízení motorů podle příkazů nadřazeného počítače. Jednotky EPOS obstarávají měření důležitých veličin a okamžitou odezvu na aktuální údaje podle zadaných parametrů. Až ve druhé řadě poskytují tyto údaje vyššímu systému, který rozhoduje jak má řídicí jednotky dále postupovat. Prakticky tedy řízení motorů vypadá tak, že počítač vyšle do jednotek EPOS příkaz, aby motory běžely například na konstantních otáčkách a další řízení tohoto procesu obstarává samotná jednotka. Při indikaci zvýšeného zatížení tedy dokáže okamžitě přidat potřebné množství proudu a udržet zadanou hodnotu otáček.

2.2 Systém zapojení

Kabely spojující motory s řídicími jednotkami obsahují kromě energetických cest také komunikační kanály např. pro sledování přesné polohy rotoru. Řídicí jednotka je napájena zdrojem stejnosměrného proudu a protokolem RS232 komunikuje s nadřazeným systémem, který zasílá pokyny k řízení. Schéma zapojení je uvedeno na Obr.1.

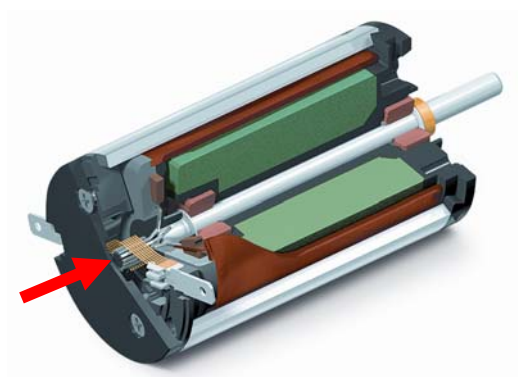


Obr. 1. Schéma zapojení

2.3 Konstrukční rozdíly použitých motorů

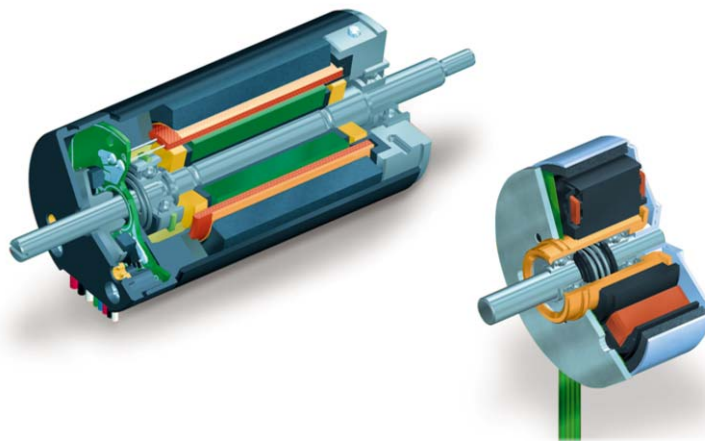
Použité motory nemají standardní koncepci vinutí v rotoru, ale u obou motorů je rotor z permanentního magnetu a vinutí obsahuje stator. Pro ozvláštňení laboratorní úlohy a získání širších poznatků pro konkrétní výzkumné aplikace fakulty byly použity rozdílné druhy komutací ve speciální statorové kleci.

Komutace ve stejnosměrných motorech je přepínání proudu do sekcí vinutí na základě informace o úhlu natočení rotoru. Zajišťuje optimální úhel 90° magnetických polí statoru a rotoru v celém rozsahu rychlostí a zatížení. Motor označený jako DC má mechanickou komutaci, což znamená použití komutátoru s kartáčky, viz Obr.2.



Obr. 2. Motor s mechanickou komutací

EC motor má elektronickou komutaci. V praxi to znamená, že poloha rotoru je snímána bezdotykovými sondami a odpadá tedy problém s jiskřením a zkraty kartáčků na komutátoru při vysokých otáčkách. Z tohoto důvodu má použitý EC motor dvojnásobné maximální otáčky oproti DC motoru. Na obrázku Obr.3 je zobrazen také průřez sondami.



Obr. 3. Motor s elektronickou komutací

3 PŘÍPRAVA PŘED UVEDENÍM DO PROVOZU

3.1 Doplnění komponent a zapojení

Sada motorů a řídicích jednotek musela být před první montáží doplněna o chybějící součástky. Kromě zapojení silových obvodů musely být upraveny a zapojeny i komunikační kanály. V první řadě přibyly u řídicích jednotek konektory umožňující propojení s počítačem prostřednictvím RS232. Pro samotný vývoj a následnou prezentaci byl jako řídicí přístroj použit notebook, který neobsahoval konektor sériové linky, proto byla na tento kabel připojena redukce sériového kabelu (RS232) na USB.

Tímto krokem bylo připraveno řízení jednoho konkrétního motoru, který byl připojen k počítači. Pro výzkum i pozdější laboratorní využití ale musely být oba motory ovládány současně, proto byly propojeny sběrnici CAN-BUS, která umožňovala komunikaci mezi řídicími jednotkami EPOS.

Pro napájení byly v průběhu práce využity 3 rozdílné zdroje. Řídicí jednotky EPOS jsou schopny pracovat v širokém rozsahu napětí 9-24V. Při práci se osvědčil například standardní PC zdroj dodávající 12V a umožňující díky proudovému potenciálu chod obou motorů současně.

3.2 Vzhled soustavy

V průběhu výzkumu docházelo ke změnám pozic jednotlivých komponent. Základní uložení motorů na provizorních podstavcích bylo nahrazeno vzhlednějším sestavením pro prezentaci na konferenci STOČ. Finální vzhled laboratorní úlohy ale bude ještě upraven podle použitého zdroje a konkrétního zadání. Díky novému zapouzdření soustavy ale již bylo možno vytvořit stabilizující obvod, který chrání řídicí jednotky EPOS před napětím vyšším než 27V či změnou polarity. V obou případech by totiž došlo ke zničení drahé techniky a to je potřeba vyloučit pro případ, že bude s technikou manipulovat nezasvěcená osoba.

Samotný vzhled laboratorní sestavy byl dále doplněn popisem jednotlivých součástí a jejich základními parametry. Zapojení se tak více přiblížilo finální verzi, která bude poskytnuta laboratořím.

4 SOFTWAREVÁ PŘÍPRAVA A OBSLUHA

4.1 Nastavení parametrů řídicích jednotek

Před prvním spuštěním motorů je potřeba zanést do řídicích jednotek EPOS důležité parametry, které slouží k optimalizaci řízení a zabezpečení. Řídicí jednotka díky této inicializaci získá přehled o připojeném motoru a je schopná vysílat patřičné řídicí signály a současně správně zpracovávat přicházející informace. Současně chrání motory před nepřiměřeným přetížením, pokud by z nadřazeného systému přišly pokyny s většími nároky, než připojený motor snese. Tyto údaje zůstávají v jednotkách EPOS uloženy i při vypnutí elektrické energie.

4.2 Nastavení složek regulátorů

Jednorázově vložené parametry v praxi představují i jednotlivé složky PI a PID regulátorů uvnitř řídicích jednotek. V případě laboratorní úlohy ale budou tyto hodnoty pravidelně měněny za účelem poznávání funkce manuálního a automatického tuningu. Manuální tuning umožňuje také díky vizualizaci sledování změn v chování systému při nevhodně nastavených složkách.

4.3 Ovládací program

Pro účely laboratorní úlohy lze částečně použít program dodaný výrobcem, který obsahuje kromě možnosti nastavovat veškeré možné parametry také kompletní diagnostiku motorů. Lze zde manuálně nastavovat jednotlivé složky regulátorů či sledovat funkci auto-tuningu při nastavování regulátorů pro různé režimy řízení. Program disponuje všemi režimy řízení, tzn. poziční, proudový a rychlostní režim. Obsahuje také programované metody konkrétních řídicích technik jako je postupný rozjezd na konkrétní otáčky a následný postupný dojezd s možností nastavení rychlosti těchto změn.

Pro výzkum vědeckých aplikací fakulty a pro rozšíření funkcí programu výrobce bylo vytvořeno vlastní ovládací prostředí s konkrétními úkoly pro laboratorní cvičení. S využitím programovacího jazyka C a grafické knihovny wxWidgets je možné doplnit laboratorní úlohu logickými problémy nebo interaktivním průvodcem, který by předkládal jednotlivé úkoly a vyhodnocoval jejich správné provedení.

ZÁVĚR

Vytvořená laboratorní sestava disponuje širokou škálou funkcí, které mohou studentům pomoci v pochopení probírané látky. Rozsah této problematiky a samotné soustavy umožňuje vytvoření více laboratorních cvičení zaměřených například na různé metody řízení stejnosměrných motorů. Doposud není známo, do kterého semestru studia bude úloha začleněna. Od dosažené úrovně vzdělání studentů se pak bude odvozovat konkrétní zadání odpovídající jejich znalostem. Předpokládá se ale, že již budou mít zvládnuté základy teorie automatického řízení, takže bude kladen důraz na práci s vnitřními PI a PID regulátory řídicích jednotek EPOS a pochopení činnosti servopohonů.

Kromě nastavování jednotlivých složek regulátorů podle výpočtu či odhadu a následné sledování výsledku na provedené simulaci, bude pro studenty přínosné i sledování auto-tuningu pro některý vybraný mód řízení.

Jedno z připravených laboratorních zadání na současný chod vzájemně spojených motorů při různých otáčkách může být jen začátkem pro rozvinutí této zajímavé problematiky. Vytváření charakteristik motorů nebo sledování vizualizace naznačující dodržení žádaných hodnot může v různých režimech ovládání přinášet studentům zajímavé poznatky.

Využití různých režimů ovládání, jako je například krokové řízení umožní poznat výjimečné schopnosti motorů využívajících přesné sledování polohy rotoru. Proudové nebo momentové módy pak jen podtrhnou zajímavé vlastnosti moderní mechatroniky.

K prezentaci a plnění laboratorního zadání může být využit jak program výrobce, tak program vytvořený v rámci této práce pro zjišťování schopností motorů použitelných v projektech vědeckých aplikací fakulty. Výhodou vlastního ovládacího prostředí je možnost omezení používaných hodnot a případně i vyhodnocení úspěšného zvládnutí laboratorní úlohy. Kromě softwarové pojistky v řídicích jednotkách má soustava zabudovanou ochranu i proti nevhodně vysokému napětí nebo změně polarit, která také může způsobit poškození.

Velké množství získaných informací o servopohonech MAXON bude využito nejen v několikrát zmíněném projektu pozičního solárního systému, ale i v dalších vědeckých činnostech fakulty. Realizovaná soustava disponující možností ovládat současně několik motorů přes jeden komunikační kanál RS232 totiž nabízí zajímavé možnosti pro realizaci automatických systémů řízených PLC nebo IPC.