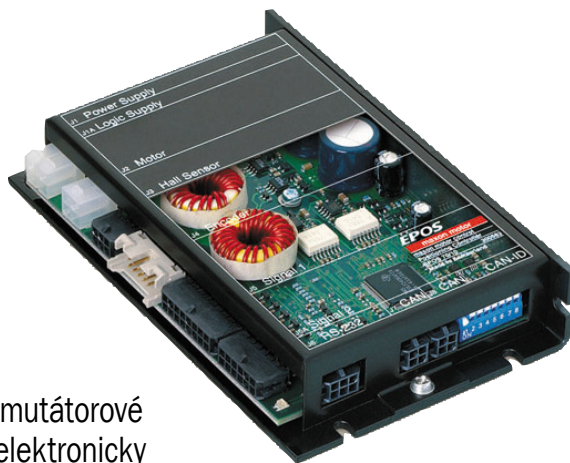


Programovatelný regulátor polohy, rychlosti a momentu pro stejnosměrné motory a sběrnici CAN



Švýcarský výrobce Maxon Motor AG vyrábí stejnosměrné komutátorové DC motory s permanentními magnety o výkonu do 250 W, elektronicky komutované EC motory o výkonu do 400 W, převodovky, zajišťovací brzdy, snímače a řídicí jednotky rychlosti a polohy již mnoho let. V současné době nabízí řídicí jednotky EPOS, poskytující uživatelům pohonů malého výkonu velmi nadstandardní možnosti při jejich řízení.

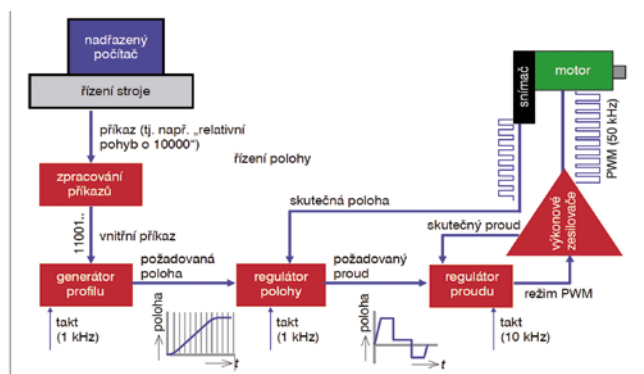
Řídicí jednotky EPOS

Řídicí jednotky EPOS (obr. 1) především přinášejí do oblastí malých pohonů komfort a možnosti dosud nabízené jen u pohonů větších výkonů. Jednotky EPOS jsou určeny pro výkony do 700 W. Jednotky EPOS jsou nově koncipovány pro řízení s komunikací po průmyslové sběrnici CAN. S použitím moderních komponent byly vyvinuty jednotky, které nabízejí nejširší možnosti použití a přitom jsou nejmenší na trhu. Jednotky EPOS jsou připojeny k řídicímu nadřazenému počítači jak při vkládání parametrů pohybu motoru, tak i během jeho provozu. Jednotky EPOS P se připojí k nadřazenému počítači pouze pro vložení programu a parametrů. Poté je jednotka EPOS P schopna řídit pohon samostatně.

Uspořádání jednotky EPOS

Uspořádání řídicí jednotky EPOS je schematicky znázorněno na obr. 2. Jednotka obsahuje programátor příkazů, který zpracovává požadavky

nadřazeného systému na pohyb pohonu. Dále je její součástí generátor dráhy, vytvářející optimální způsob pohybu do zadané cílové polohy. Regulátory polohy a rychlosti jsou zapojeny do smyček zpětné vazby. Porovnávají skutečný pohyb s požadovaným a digitálně zpracovávají zjištěnou regulační odchylku. Informace o okamžitém stavu řízeného pohonu je obsažena ve výstupním signálu snímačů, které jsou součástí motoru. Inkrementální snímač natočení se připojí na zvláštní vstup jednotky EPOS. V případě použití motoru typu EC s elektronickou komutací se na další vstup připojí i signál z jeho snímače s Hallovými sondami. Způsob zpracování regulační odchylky regulátorem se určí nastavením jeho proporcionálního zesílení a integrační a derivační časové konstanty. Výstup z regulátoru polohy se přivádí do

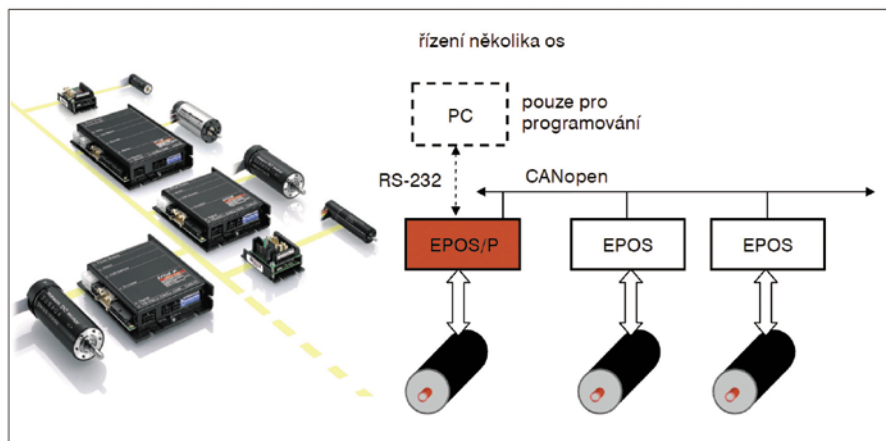


Obr. 2. Uspořádání řídicí jednotky EPOS

regulátoru proudu, který ovládá výkonové zesilovače koncového výkonového stupně napájecího motoru. Výkonový stupeň napájí motory s regulací šířky pulsu PWM. Pro napájení EC motorů vybavených pouze Hallovými sondami se využije obdélníkové komutace, EC motory vybavené Hallovými

Tab. 1. Základní elektrické parametry řídicích jednotek EPOS

| Typové označení | EPOS 24/1 | EPOS(P) 24/5 | EPOS 70/10 |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Napájecí napětí U_{cc} | 9 až 24 V DC | 11 až 24 V DC | 11 až 70 V DC |
| Maximální výstupní napětí | $0,98U_{cc}$ | | $0,9U_{cc}$ |
| Maximální výstupní proud | 2 A | 10 A | 20 A |
| Trvalý výstupní proud | 1 A | 5 A | 10 A |
| Frekvence PWM | | 50 kHz | |
| Zabudovaná tlumivka | 0,15 mH (DC) 0,30 mH (EC) | 0,015 mH v každé fázi | 0,025 mH v každé fázi |
| Takt regulátoru proudu (PI) | | 10 kHz | |
| Takt regulátoru rychlosti (PI) a polohy (PID) | | 1 kHz | |
| Maximální otáčky (dvoupólový motor) | | 25 000 min ⁻¹ | |



Obr. 1. Použití řídicí jednotky EPOS/P s několika podřízenými jednotkami EPOS při řízení více os

sondami a inkrementálním snímačem se napájí proudem s kvazisinusovým průběhem (tab. 1).

Na vstupy podsystému I/O řídicí jednotky se přivedou další informace o stavu pohonu a o stavu řízeného stroje. Připojí se tam koncové a referenční spínače, signál z nadřazeného řídicího inkrementálního snímače nebo výstup řídicí jednotky pro krokový motor. Dva až tři kanály I/O je možné po zkonfigurování použít i jako výstupy a ovládat jimi signalizaci. Jeden až dva kanály I/O jsou určeny pro vstup analogových signálů. Jednotka EPOS jednak použije údaje vstupující prostřednictvím podsystému I/O sama, jednak je předává nadřazenému systému.

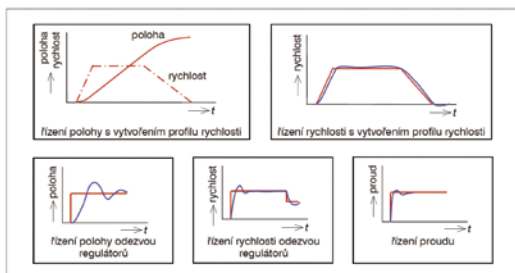
Uspořádání jednotky EPOS P

Jednotka EPOS P oproti jednotkám EPOS obsahuje navíc PLC. Způsob činnosti jednotky EPOS P se před jejím použitím naprogramuje prostřednictvím počítače, který se před uvedením pohonu do provozu odpojí. Jednotka EPOS P v porovnání se základní jednotkou EPOS obsahuje také zdokonalený uživatelský program s průvodcem usnadňujícím nastavování parametrů a prostředím pro programování PLC.

Operační módy jednotky EPOS

Základní módy činnosti řídicí jednotky EPOS v provozu jsou řízení proudu, řízení rychlosti a řízení polohy. V módu řízení proudu se uplatní pouze regulátor proudu a výkonové zesilovače. Linearita závislosti mechanického momentu na proudu je u motorů od firmy Maxon velmi přesná, takže řízením proudu je řízen moment motoru. Jednotka EPOS přitom omezuje otáčky při odlehčení motoru na vloženou přípustnou mez.

Při řízení rychlosti a řízení polohy je možné volit mezi dvěma způsoby vytváření odezvy na změnu požadované hodnoty na vstupu, a to buď s vytvořením profilu rychlosti (profilový mód), nebo s využitím odezvy regulátorů (obr. 3). Rozhoduje charakter požadavku na vstupu. V prvním případě je do zpracování vstupního požadavku zapojen generátor průběhu rychlosti. Generátor vytvoří optimální



Obr. 3. Operační módy jednotky EPOS

profil, tj. najde časový průběh rychlosti takový, aby požadovaná hodnota byla dosažena plynulým pohybem s nejmenší odchylkou. Generátor přitom respektuje mezní hodnoty rychlosti, zrychlení a proudu vložené do jednotky EPOS v přípravné fázi. Vytvořené průběhy se přivádějí na vstup regulátorů dráhy a rychlosti a jejich výstup dál do regulátoru proudu a do výkonových zesilovačů. Typicky se profilový mód použije při realizaci požadavku na přesun na určenou vzdálenost.

Mód založený na využití odezvy regulátorů nepoužívá generátor průběhů rychlosti a dráhy. Vstupní požadovaná hodnota se zpracuje přímo regulačními smyčkami regulátorů rychlosti a dráhy a přes regulátor proudu výkonovými zesilovači. Reakce jednotky EPOS je ovlivněna nastavením parametrů regulátorů. Mód s využitím odezvy regulátorů se uplatní při skokovém průběhu požadované hodnoty. Příkladem je elektronická osa, tj. řízení synchronizovaného pohybu několika pohonů podle jednoho inkrementálního snímače. Jiná vhodná úloha je řízení stejnosměrného dynamického pohonu výstupem řídicí

jednotky pro krokový motor. Uplatní se v případech, kdy je třeba využít existující jednotku pro řízení krokového motoru, ale nedostačuje malá spolehlivost, rychlost a dynamika původního krokového motoru.

Nastavení základní polohy

Jednotka EPOS využívá informaci o poloze z inkrementálního snímače na motoru. Jeho výstupem jsou dva kanály A, B s řadami impulsů fázově posunutých o 90 elektrických stupňů s hustotou do 1 024 impulsů na otáčku. Pro přesné nastavení základní polohy se využije i třetí kanál s jedním impulsem na otáčku.

Pomocí tříkanálového snímače se zpřesní referenční bod, získaný najetím pohonu na:

- referenční spínač,
- koncový spínač (obr. 4),
- mechanickou narážku s indikací nárůstu proudu do motoru.

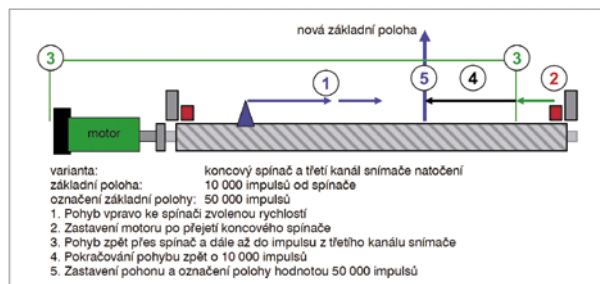
Programování jednotky EPOS

Do jednotky EPOS je třeba při všech pěti uvedených módech prostřednictvím nadřazeného počítače vložit údaje o rychlosti komunikace s nadřazenou jednotkou, o typu motoru (zda je komutátorový, nebo bezkartáčový, kolik má pólů, jaký je součinitel přestupu tepla z vinutí a přípustný trvalý proud), o typu snímače na motoru a počet dílků snímače na otáčku. V případě pulsního napájení motoru jednotka EPOS podle svého vlastního programu vypočítává z přerušovaného průběhu proudu jeho efektivní hodnotu, kterou porovnává s vloženým přípustným trvalým proudem, a brání tak přetížení motoru. Při vkládání dat se nepoužívá programovací jazyk, pouze se vyplní editační pole v tabulce generované instalovaným průvodcem nastavením.

Součástí průvodce nastavením je i editační pole pro zadání hodnot parametrů regulátorů. Vedle ručního zadání lze využít automatické vyhledání optimálních zesílení spuštěním optimalizačního programu. Jednotka EPOS při něm pohybuje motorem s připojenou soustavou a vybere nejvýhodnější nastavení regulátorů polohy, rychlosti i proudu. Průběh odezvy na skokovou změnu požadované hodnoty lze vyvolat v grafické podobě, posoudit ho a popř. nastavení regulátorů ručně doladit.

Nadřazený počítač během provozu využívá údaje z čidel a z jednotky EPOS informující o stavu stroje a řízeného pohonu. Na vstup jednotky EPOS posílá požadavky na pohyb řízeného pohonu. Při řízení z PC se zpracování údajů a tvorba požadavků na jednotku EPOS řídí programem vytvořeným ve vhodném programovacím jazyku (např. LabView, Visual C++, Visual Basic, Borland C++, Borland Delphi).

Pro komunikaci nadřazeného počítače s jednou nebo několika jednotkami EPOS

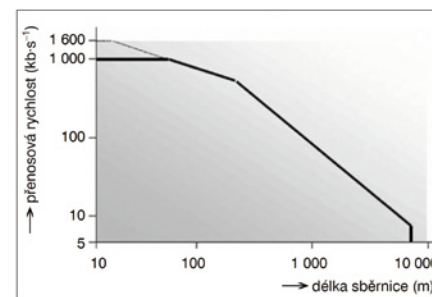


Obr. 4. Nastavení základní polohy pohonu

se v přípravné fázi obvykle použije linka RS-232. Při provozu lze komunikovat také po RS-232, ale většinou se využívá sběrnice CAN, která je rychlejší. Na sběrnici CAN lze připojit až 127 jednotek EPOS s adresami node 1 až node 127.

Rychlost komunikace

Základní rychlost sběrnice CAN je 1 Mb·s⁻¹. S růstem délky sběrnice její přenosová rychlost klesá (obr. 5). Přenos dat po sběrnici CAN se v síti se třemi jednotkami EPOS opakuje každou milisekundu. Doba přenosu typického údaje je 100 až 200 μs.



Obr. 5. Vliv délky sběrnice CAN na přenosovou rychlost

Nadřazený počítač

Mezi ověřené počítače spolupracující s jednotkami EPOS patří:

- Siemens S7-300 s rozhraním Helmholz 700-600 CAN01,
- PLC od firmy Beckhoff,
- systémy od firmy Vipa,
- systém ZUB Macs 3,
- systémy od firmy B + R Automation.

Programování jednotky EPOS P

Jednotka EPOS P umožňuje navíc psát, editovat, ukládat do paměti a vykonávat pohybové programy, vytvářet řady logických operací a realizovat je v provozu bez nadřazeného počítače, protože je vybavena vlastním PLC. Počítač je třeba pouze v přípravné fázi práce s jednotkou. Programuje se opět některým z jazyků podle IEC 61131-3, které jsou obecně používány pro střední a velké pohony. Prostředí pro programování je obsaženo v softwaru EPOS Studio. Program je možné napsat pomocí jazyků IL – Instruction List, ST – Structure Text, LD – Ladder Diagram a FBD – Function Block Diagram.

Text: Ing. Patrik Endler