



# Komunikácia v priemyselnej automatizácii (7)

## 7. Komunikácia s elektrickými pohonmi

### Požiadavky na prenos údajov v systémoch riadenia pohybu

Elektrické pohony od najjednoduchších striedavých frekvenčných meničov až po vysokodynamické servopohony sa čoraz vo väčšej miere pripájajú k nadradeným riadiacim jednotkám prostredníctvom priemyselnej komunikačnej zbernice alebo priemyselného ethernetu. Žiadaná hodnota (poloha, rýchlosť alebo moment) je generovaná z nadradenej úrovne, pričom aktuálna hodnota riadenej veličiny sa odosiela späť do automatizovaného systému. Na obr. 20 je príklad trojosového polohového systému, v ktorom je regulátor polohy implementovaný v nadradenej riadiacej jednotke, komunikujúcej s pohonmi cez priemyselnú komunikačnú zbernicu. Na zabezpečenie správnej činnosti pohybového systému je potrebné, aby systém na prenos informácií umožňoval cyklický a acyklický prenos údajov, synchronizáciu hodín komunikujúcich zariadení a vzájomnú komunikáciu medzi pohonmi.

### Cyklický prenos údajov

Cyklicky sa prenáša akčný zásah a príkazy z riadiacej jednotky do pohonu. Naopak z pohonu do riadiacej jednotky sa prenášajú hodnoty monitorovaných veličín a stav zariadenia (pohonu). Pri cyklickej komunikácii sa prenášajú časovo kritické procesné veličiny medzi riadiacou jednotkou a pohonom alebo medzi pohonmi.

### Acyklický prenos údajov

Súbežne s cyklickou výmenou dát sa používa acyklický prenos monitorovaných veličín a veličín a parametrov nastavovaných operátorom. Pri acyklickej komunikácii sa prenášajú údaje, ktoré nie sú časovo kritické, napríklad zavádzanie mikroprogramu (firmware) alebo parametrov. Acyklický prenos môže prebiehať medzi pohonom a riadiacou alebo dohliadacou jednotkou. Dohliadacia jednotka je zariadenie, ktoré spravuje konfiguračné údaje (množiny parametrov) a zber diagnostických údajov z pohonov a riadiacich jednotiek.

### Synchronizácia komunikujúcich zariadení

V niektorých aplikačných režimoch možno realizovať cyklický prenos údajov v synchronnom režime, čo znamená, že sú synchronizované periódy vzorkovania riadiacej jednotky a pohonu a cyklus zbernice. Vďaka synchronizácii sú vo všetkých pohonoch súčasne vzorkované aktuálne veličiny a aktivované vypočítané akčné zásahy.

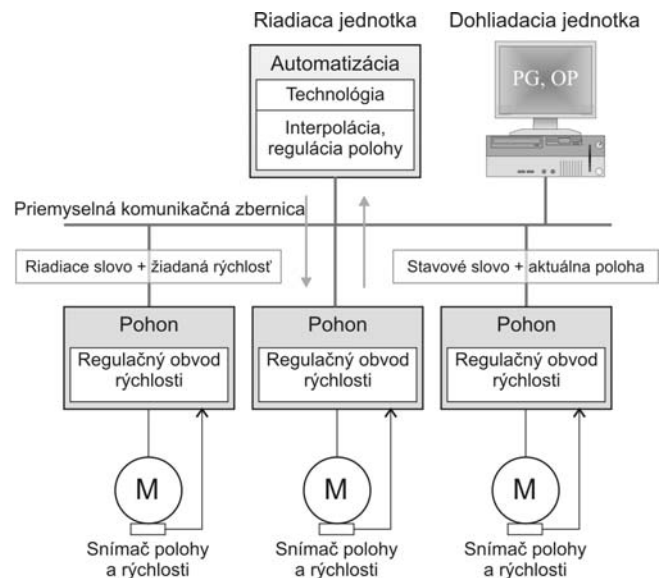
### Vzájomná komunikácia medzi pohonmi

Ak sú časti algoritmu riadenia pohybu distribuované v samotných pohonoch, treba realizovať prenos údajov priamo medzi pohonmi. Na obr. 21 je trojosový systém s tromi inteligentnými pohonmi. Stredný pohon riadi činnosť ostatných pohonov. Pri komunikácii dochádza k prenosu údajov medzi pohonmi bez účasti externej riadiacej jednotky.

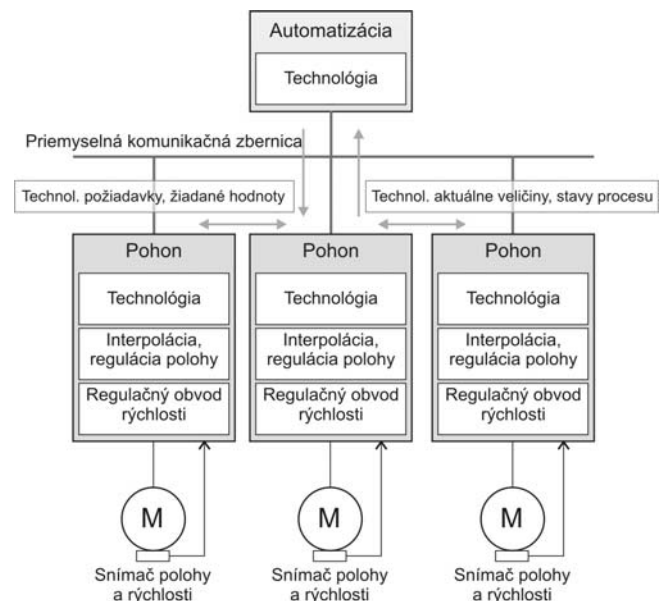
### Komunikačné profily na riadenie pohybu

Pre rôzne štandardy priemyselných komunikačných zbernic a priemyselného ethernetu boli vytvorené komunikačné profily definujúce parametre a správanie zariadení na riadenie pohybu a na komunikáciu s nimi. Ďalej sú uvedené štyri komunikačné profily pre aplikácie riadenia pohybu.

Komunikačný profil **CANopen – CiA402** je súčasťou aplikačného profilu CANopen, ktorý bol pôvodne navrhnutý pre priemyselnú komuni-



Obr.20 Trojosový systém riadený riadiacou jednotkou prostredníctvom priemyselnej komunikačnej zbernice



Obr.21 Príklad trojosového systému s priamou komunikáciou medzi pohonmi

kačnú zbernicu CAN a aplikácie v strojoch s riadením pohybu. Profil CANopen (a tiež komunikačný profil CiA402) je implementovaný aj v komunikačných systémoch Ethernet Powerlink a EtherCAT. Rozšírením komunikačného protokolu CIP v sieťach EtherNet/IP, ktoré umožňuje integráciu prevádzkových prístrojov, zariadení a pohonov v jednej komunikačnej sieti je komunikačný profil **CIP Motion**. **DRIVECOM** je komunikačný profil používaný v priemyselnej komunikačnej zbernici Interbus-S. Je to najstarší komunikačný profil pre aplikácie riadenia pohybu. Pre priemyselnú komunikačnú zbernicu PROFIBUS DP a sieť PROFINet je určený komunikačný profil **PROFIdrive**. Ten definuje šesť aplikačných tried na použitie pohonov: 1. štandardný pohon, 2. štandardný pohon s distribuovanou riadiacou jednotkou technologického procesu, 3. jednoosový polohovací pohon s lokálnym riadením pohybu, 4. riadenie pohybu s centrálnou interpoláciou a rozhraním žiadanej



komunikačný profil	časová neistota	dĺžka zbernicového cyklu	priemyselný kom. systém
CANopen CiA402	< 1 μs	100 μs/100 osí	EtherCat, EPL, CAN
CIP Motion	< 200 ns	1 ms/100 osí	EtherNet/IP
DRIVECOM	X	X	Interbus-S
PROFIdrive	< 1 μs	1 ms/150 osí	PROFINet, PROFIBUS
SERCOS	< 1 μs	1 ms/150 osí	SERCOS III, SERCOS

Tab.4 Komunikačné profily na riadenie pohybu

rýchlosti, 5. riadenie pohybu s centrálnou interpoláciou a rozhraním žiadanej polohy, 6. riadenie pohybu pre synchronizované procesy alebo distribuovaný uhlový synchronizmus.

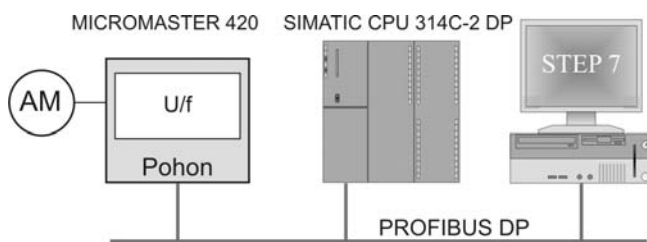
V tab. 4 sú dosiahnuteľné vlastnosti komunikácie s už uvedenými komunikačnými profilmi (plus komunikačný profil SERCOS, pričom chýbajú informácie o profile DRIVECOM) a priemyselné komunikačné systémy, v ktorých sú implementované. Ako prvý je vždy uvedený komunikačný systém, ktorý dosahuje parametre uvedené v tabulke.

**Príklad aplikácie s ovládaním frekvenčného meniča pomocou PLC**

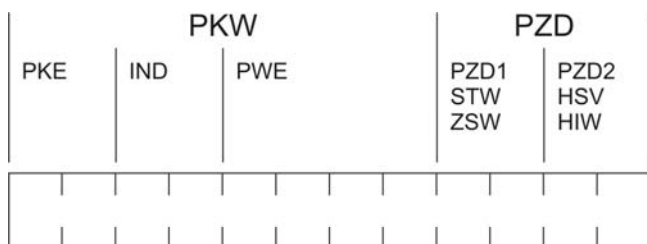
Na záver je uvedený príklad spôsobu komunikácie na základe komunikačného profilu PROFIdrive v systéme na obr. 22. PLC SIMATIC vystupuje vo funkcii riadiacej jednotky a ako pohon slúži frekvenčný menič MICROMASTER 420 so skalárnym frekvenčne napäťovým riadením asynchrónneho motora. Do meniča nevstupuje signál zo snímača rýchlosti alebo polohy hriadeľa motora. Komunikačný modul frekvenčného meniča pre PROFIBUS DP má implementované funkcie komunikačného profilu PROFIdrive V2.0 a 3.0.

Úlohou je prostredníctvom PROFIBUS DP ovládať činnosť frekvenčného meniča, zadávať žiadanú frekvenciu napájacieho napätia asynchrónneho motora, monitorovať stav meniča a aktuálnu napájaciu frekvenciu motora.

Frekvenčný menič má (v súlade so špecifikáciou PROFIdrive V2.0 a 3.0) definované objekty na prenos parametrov a procesných veličín. Ich štruktúra je na obr. 23. Činnosť meniča možno ovládať prostredníctvom oblasti PZD s dĺžkou 4 bajty, ktoré možno zapisovať do komunikačného modulu meniča (resp. čítať z neho). Oblasť PKW (Parameter



Obr.22 Prepojenie frekvenčného meniča a PLC zbernicou PROFIBUS DP



STW – riadiace slovo meniča  
 ZWS – stavové slovo meniča  
 HSV – akčná veličina (žiadaná frekvencia)  
 HIW – hlavná meraná veličina (aktuálna frekvencia)

Obr.23 Štruktúra objektov na prenos parametrov a procesných veličín (PPO = Parameter Prozessdaten Objekt)

Kennung Wert) je určená na čítanie a zápis hodnôt parametrov frekvenčného meniča. Správanie frekvenčného meniča je opísané stavovým diagramom [3]. Stavby meniča sú signalizované hodnotami určitých bitov stavového slova. Prechody medzi stavmi možno dosiahnuť vysielaním riadiacich slov do meniča. Pri spúšťaní a vypínaní meniča dochádza k prechodom v stavovom diagrame. To znamená, že riadiaci program musí generovať vhodnú postupnosť riadiacich slov (STW), ktoré zabezpečia prechod do cieľového stavu v stavovom diagrame. Tieto riadiace slová sú vytvárané podľa aktuálneho stavu, ktorý možno zistiť zo stavového slova (ZSW). Význam bitov stavového a riadiaceho slova je daný špecifikáciou PROFIdrive, pričom niektoré bity nemajú predpísanú funkciu. Nejde však o bity, ktoré slúžia na identifikáciu alebo zmenu stavu. Programová aplikácia PLC pre systém na obr. 22 bola vytvorená v prostredí STEP 7 a na komunikáciu s frekvenčným meničom boli použité funkcie SFC14, SFC15 z knižnice „Standard Library“ STEP 7.

**Súhrn**

Pre aplikácie riadenia pohybu je vytvorených niekoľko komunikačných profilov, z ktorých každý je súčasťou určitého (alebo niekoľkých) priemyselného komunikačného systému na báze priemyselnej komunikačnej zbernice alebo priemyselného ethernetu. Vďaka tejto rozmanitosti komunikačných profilov môže dochádzať k problémom pri integrácii systému, pretože napríklad riadiaca jednotka nemusí podporovať priemyselnú komunikačnú zbernicu, ktorá je implementovaná v určitom špeciálnom pohone. Preto vznikla požiadavka o štandardizáciu pri integrácii elektrických pohonov do automatizovaného výrobného systému, ktoré vyústili do prípravy normy IEC 61800-7, opisujúcej všeobecné rozhranie medzi automatizovaným systémom a pohonnými systémami (PDS – Power Drive Systems). Toto rozhranie má byť implementované na úrovni riadiacej jednotky integrovanej v pohone alebo komunikujúcej s pohonmi cez priemyselnú komunikačnú zbernicu alebo priemyselný ethernet (obr. 20 a 21) a má byť schopné zabezpečiť komunikáciu s existujúcimi pohonmi na základe uvedených komunikačných profilov na riadenie pohybu.

Článok bol vytvorený s podporou projektu APVV-99-031205.

**Literatúra**

[1] BENZI, F., BUJA, G. S., FELSER, M.: Communication Architectures for Electrical Drives. IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol. 1, No. 1, Feb. 2005.  
 [2] ChAFFEE, M., HIRSCHINGER, B.: Ethernet/IP Motion Receives Top Priority. The Industrial Ethernet Book, Issue 32, May 2006. <http://ethernet.industrial-networking.com/articles/articles.asp>.  
 [3] PNO: PROFIdrive – Profile Drive Technology, V3.0. PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. Sep. 2000.  
 [4] PNO: Profile Drive Technology – PROFIdrive, Technical specification, V4.1. PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. May 2006.  
 [5] Siemens: MICROMASTER PROFIBUS Optional Board, Operating Instructions. Feb. 2002.  
 [6] ZELTWANGER, H.: Using The CANopen Application Layer and Profiles under Ethernet. The Industrial Ethernet Book, Issue 31, March 2006. <http://ethernet.industrial-networking.com/articles/articles.asp>

Ing. Igor Béla, PhD.

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
 Fakulta elektrotechniky a informatiky  
 Ústav riadenia a priemyselnej automatizácie  
 Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava  
 e-mail: igor.belai@stuba.sk