



Komunikácia v priemyselnej automatizácii (6)

Igor Béla

6. Ethernet v priemyselnej automatizácii – pokračovanie

V predchádzajúcej časti seriálu sú uvedené základné princípy aplikácie priemyselnej lokálnej siete ethernet na prenos údajov na spodných úrovniach riadenia. V rámci vývoja a používania siete ethernet v priemyselnej praxi vzniklo viacero riešení. Medzinárodná elektrotechnická komisia (IEC) prijala návrhy na uznanie za štandard pre 10 ethernetových priemyselných protokolov. Tieto protokoly sú uvedené v tab. 3.

Názov	Štandard IEC
EPA	IEC/PAS 62409
EtherCAT	IEC/PAS 62407
EtherNet/IP	IEC/PAS 62413
ETHERNET Powerlink	IEC/PAS 62408
MODBUS – RTPS	IEC/PAS 62030
P-NET on IP	IEC/PAS 62412
PROFINET IO	IEC/PAS 62411
SERCOS III	IEC/PAS 62410
TCnet	IEC/PAS 62406
Vnet/IP	IEC/PAS 62405

Tab.3 Návrhy štandardov pre priemyselný ethernet

Nižšie sú uvedené základné vlastnosti týchto protokolov v závislosti od úrovne implementácie – z pohľadu vrstvového modelu internetu (pozri obr. 17 v predchádzajúcej časti seriálu).

Štandardy priemyselného ethernetu využívajúce protokoly spodných troch vrstiev internetu

Niektoré riešenia priemyselného ethernetu využívajú základné protokoly TCP/UDP/IP a prístupovú metódu CSMA/CD bez úprav. Prenos údajov v reálnom čase je zabezpečený protokolmi implementovanými na úrovni aplikačnej vrstvy. V takom prípade možno zabezpečiť komunikáciu medzi zariadeniami nachádzajúcimi sa v rôznych sieťach. Komunikujúce zariadenia sa preto môžu principiálne nachádzať na ľubovoľnom mieste krajiny. Na druhej strane tieto zariadenia musia mať náležitý výpočtový výkon a kapacitu pamäte, pričom komunikácia je poznačená nedeterministickými oneskoreniami.

EPA

EPA (Ethernet for Plant Automation) vyvinula čínska firma Supcon a je štandardizovaný v normách IEC61158 a IEC61584-2. Na prenos údajov sa používajú protokoly TCP/UDP/IP, avšak linková vrstva je doplnená o mechanizmus zabezpečujúci prenos v reálnom čase. Prenos údajov je acyklický aj cyklický, s dĺžkou trvania zbernicového cyklu rádovo v jednotkách milisekúnd. Topológia: línia, hviezda, strom.

EtherNet/IP

EtherNet/IP (Ethernet/IP™) je obchodná značka združenia ControlNet International Ltd. a ODVA, IP je skratka pre „Industrial Protocol“ definovaná firmou Rockwell a podporujú ho združenia ODVA (Open DeviceNet Vendor Association, <http://www.odva.org>) a ControlNet International. Na úrovni aplikačnej vrstvy využíva protokol CIP (Control and Information Protocol), ktorý zastrešuje komunikačné siete ethernet, ControlNet a DeviceNet. Umožňuje prenos vstupno-výstupných, diagnostických a konfiguračných údajov cez klasický ethernet. Prenos údajov

je acyklický aj cyklický, s dĺžkou trvania zbernicového cyklu 10 až 100 ms. Implementuje algoritmus synchronizácie hodín komunikujúcich zariadení podľa štandardu IEEE 1588 prostredníctvom nového objektu aplikačnej vrstvy CIPsync. Dosiadateľná presnosť synchronizácie je lepšia ako 1 μ s. Prenosová rýchlosť je 10/100/1000 Mbit/s. Ako prenosové médium slúžia metalické a optické káble a možný je aj bezdrôtový prenos. Komunikácia s inými priemyselnými komunikačnými zbernicami sa uskutočňuje cez brány pre zbernice ControlNet a DeviceNet, ktoré používajú rovnaké protokoly aplikačnej vrstvy.

Modbus – RTPS

Modbus – RTPS (Real-Time Publisher Subscriber) predstavuje doplnenie komunikačného protokolu MODBUS/TCP o prenos údajov v reálnom čase. Modbus/TCP je odvodený z protokolu Modbus a bol vyvinutý firmou Modicon (Schnieder Electric) v roku 1979. Umožňuje jednoduché prepojenie zbernice Modbus so sieťou ethernet. Minimálny čas ohlasu s protokolom je 20 ms bez možnosti synchronizácie komunikujúcich zariadení. Prenosová rýchlosť 10/100 Mbit/s.

P-NET on IP

P-NET on IP vychádza z dánskej priemyselnej komunikačnej zbernice P-NET (ktorá bola štandardizovaná v roku 1996) a podporuje ju združenie IP-Net (International P-NET User Organization, <http://www.p-net.org>). Špecifikácia P-NET on IP určuje len spôsob prepojenia existujúcej zbernice P-NET so sieťami s protokolmi UDP/IP bez zvláštnych nárokov na zabezpečenie prenosu údajov v reálnom čase sieťou ethernet.

VNET/IP

VNET/IP (Virtual Network Protocol) je komunikačný systém určený na použitie v automatizácii procesov. Vyvinula ho firma Yokogawa v roku 2004. Nepodporuje ho žiadne združenie. Je určený na použitie v systémoch CENTUM od firmy Yokogawa. Dĺžka zbernicového cyklu pri prenose údajov v reálnom čase je cca 10 ms. Prenosová rýchlosť 1 Gbit/s.

TCnet

TCnet (Time-critical Control Network) vyvinula firma Toshiba. V porovnaní so štandardným ethernetom TCnet nepoužíva na prenos údajov v reálnom čase prístupovú metódu CSMA/CD, ale metódu DDM (Deterministic Ordered Multiple Access), ktorá zabezpečuje bezkolízny prístup na prenosové médium a determinizmus. Na prenos údajov v reálnom čase sa používajú protokoly TCP/UDP/IP. Služby aplikačnej vrstvy pracujú so systémom spoločnej pamäte, ktorá je zdieľaná prostredníctvom siete TCnet. Údaje môžu byť medzi zariadeniami prenášané tromi rôznymi periódami = v troch rôznych zbernicových cykloch (rýchly, stredne rýchly a pomalý). Minimálna dĺžka zbernicového cyklu je 1 ms. Presnosť synchronizácie je 10 μ s. Topológia: línia, hviezda, strom.

Štandardy priemyselného ethernetu využívajúce priamo lokálnu sieť ethernet

Tieto riešenia priemyselného ethernetu nepoužívajú na prenos údajov v reálnom čase protokoly TCP/UDP/IP, avšak na úrovni vrstvy sieťového rozhrania využívajú štandardy lokálnej siete ethernet. Na prenos údajov v reálnom čase sa používajú špeciálne protokoly aplikačnej, prípadne transportnej, sieťovej alebo linkovej vrstvy OSI.



EtherCAT

EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) vyvinula nemecká firma Beckhoff a podporuje ju združenie ETG (EtherCAT Technology Group, <http://www.ethercat.org>). Dĺžka zbernicového cyklu uvádzaná v [3] je 30 μ s pre 1000 vstupných a výstupných binárnych signálov, alebo 100 μ s pre 100 servopohonov. Presnosť synchronizácie komunikujúcich zariadení algoritmom IEEE1588 je lepšia ako 1 μ s, pričom prenos údajov v reálnom čase možno zabezpečiť štandardnými ethernetovými kartami. EtherCAT podporuje zariadenia a aplikačné profily CANopen. Štandard CANopen definuje komunikačné profily, profily zariadení a aplikačné profily (pozri kapitolu „Aplikačná vrstva CAN“ v tretej časti seriálu). Prenosová rýchlosť v sieti EtherCAT je 100 Mbit/s. Topológia: línia, hviezda strom a ako prenosové médium sa používa krútená dvojlinka (káble CAT5+).

ETHERNET Powerlink (EPL)

ETHERNET Powerlink vyvinula rakúska firma Bernecker + Reiner (B&R) a podporuje ho združenie EPSG (Ethernet Powerlink Standardisation Group, <http://www.ethernet-powerlink.org>). Pôvodne bol uvedený na trh spolu s produktmi na riadenie pohybu. Dĺžka zbernicového cyklu je viac ako 0,1 ms a časová neistota pri synchronizácii komunikujúcich zariadení algoritmom IEEE 1588 je menšia ako 1 μ s. Cyklický prenos údajov procesných veličín sa realizuje protokolom EPL, na acyklický prenos údajov (napr. parametre zariadení) sa využívajú protokoly UDP/IP. Aplikačná vrstva EPL je odvodená zo štandardu CANopen. Integrácia EPL a CANopen zlučuje profily, účinný prenos údajov a otvorenú komunikáciu s protokolmi TCP/UDP/IP. Prenosová rýchlosť 100 Mbit/s.

PROFInet

PROFInet vyvinulo združenie PNO (Profibus Nutzer/User Organisation, <http://www.profibus.com>) so silnou podporou firmy Siemens a je k dispozícii od roku 2000. Prvá verzia PROFInet V1 zabezpečovala časovo nie kritickú komunikáciu (t. j. nie v reálnom čase) zariadení vyššej úrovne riadenia so zariadeniami na priemyselnej komunikačnej zbernici PROFIBUS DP, na ktorej sa realizoval prenos údajov v reálnom čase. Pri komunikácii sa využívali aj protokoly TCP/UDP/IP (preto sa PROFInet V1 radí medzi štandardy priemyselného ethernetu, ktoré využívajú protokoly spodných troch vrstiev internetu). Druhá verzia PROFInet V2 už umožňuje prenos údajov v reálnom čase pomocou špeciálneho protokolu, ktorý obchádza sieťovú a transportnú vrstvu. Prenos údajov je acyklický aj cyklický, s dĺžkou trvania zbernicového cyklu 5 až 10 ms. Možný je aj prenos údajov paralelným kanálom prostredníctvom protokolov TCP/IP, ale bez nárokov na reálny čas. V najnovšej verzii PROFInet V3 je časť funkcií zabezpečujúcich prenos v reálnom čase implementovaná vo vrstve sieťového rozhrania, z čoho vyplýva, že na prepojenie jednotlivých zariadení sú potrebné špeciálne prepínače a komunikačné karty, čo v predchádzajúcich verziách nebolo nutné. Hardvérová podpora komunikácie v reálnom čase sa prejavila v skrátení dĺžky zbernicového cyklu na 1 ms s možnosťou synchronizácie hodín komunikujúcich zariadení pri časovej neistote menšej ako 1 μ s. Prenosová rýchlosť používaná v systémoch PROFInet je 10/100 Mbit/s. Komunikačné mechanizmy PROFInetu sa používajú v dvoch variantoch PROFInetu.

1. PROFInet IO na prenos údajov medzi vstupno-výstupnými zariadeniami a riadiacou jednotkou (nahrádza priemyselnú komunikačnú zbernicu PROFIBUS DP), ktorý zabezpečuje vyššie nároky na reálny čas.
2. PROFInet CBA (Component Based Automation) na prepájanie technologických blokov. Do systémov s PROFInetom možno integrovať segmenty s priemyselnými komunikačnými zbernicami PROFIBUS alebo INTERBUS prostredníctvom zariadení proxy.

SERCOS III

SERCOS je digitálne rozhranie medzi riadiacimi jednotkami a pohonmi, ktoré ako prenosové médium používa optické vlákna. Verzia SERCOS III je navrhnutá pre priemyselný ethernet. Kvôli potrebe synchronizácie veľkého množstva pohonných osí je prenos údajov v reálnom čase

zabezpečený hardvérovým implementovaným komunikačným kanálom – pomocou FPGA (Field Programmable Gate Array). K dispozícii sú programové moduly komunikačných funkcií (SERCOS III IP) pre FPGA radu Xilinx Spartan-3 a Altera Cyclone II. Bez nárokov na reálny čas je možný prenos údajov paralelným kanálom prostredníctvom TCP/UDP/IP. Minimálna dĺžka zbernicového cyklu je 31,25 μ s, dosahuje sa pri komunikácii riadiacej jednotky s ôsmimi pohonmi [7]. Časová neistota synchronizácie pohonov je menšia ako 1 μ s. Prenosová rýchlosť 100 Mbit/s. Topológia: línia a kruh.

Súhrn

Vzhľadom na množstvo priemyselných komunikačných protokolov s ethernetom je zrejmé, že lokálna sieť ethernet je akceptovaná aj v oblasti priemyselnej automatizácie. Systémy vychádzajúce z ethernetu sú použiteľné jednak v oblasti automatizácie procesov a výroby, ale aj v aplikáciách riadenia pohybu. Ethernetové systémy v porovnaní s priemyselnými komunikačnými zbernicami:

1. umožňujú jednoduchú integráciu s vyššími úrovňami riadenia podniku – systém komunikačných sietí je homogénny,
2. majú väčšiu šírku pásma na komunikáciu s väčším počtom automatizačných zariadení a na väčšej rozlohe,
3. umožňujú rýchlejšiu komunikáciu v reálnom čase s presnosťou synchronizácie použiteľnou aj v aplikáciách riadenia pohybu,
4. sú doplnené o nové funkcie podporujúce MES (Manufacturing Executing System), aktualizáciu mikroprogramového vybavenia zariadení online a konfiguráciu zariadení cez internet.

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

Literatúra

- [1] DIETRICH, R.: Industrial Ethernet from the Office to the Machine – worldwide, Vol. 1. HARTING Electric GmbH & Co. KG, 2004.
- [2] DRAHOŠ, P., GABRIEL, J.: Komunikačný systém PROFInet IO. Automa, 2007, č. 7, s. 6 – 7.
- [3] ETG: EtherCAT – Technical Introduction and Overview. Júl 2005. <http://www.ethercat.org/>
- [4] FELSNER, M.: Real-Time Ethernet – Industry Prospective. In: Proceedings of the IEEE, Vol. 93, No. 6, June 2005.
- [5] LARSEN, L.: How Ethernet Changes SERCOS. Marec 2007. <http://www.designworldonline.com>
- [6] LARSSON, L. H.: Fourteen Industrial Ethernet Solutions under the spotlight. The Industrial Ethernet Book, Issue 28, September 2005, <http://ethernet.industrial-networking.com/>
- [7] LÜDER, A., LORENTZ, K.: Industrial Ethernet Handbook. IAONA 2005, ISBN 3-00-016934-2.

Pokračovanie v budúcom čísle.

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

61