

# Průmyslový Ethernet (2)

## Možná řešení průmyslového Ethernetu

Po stránce mechanické je průmyslový Ethernet řešen výrobcí tak, že namísto konektorů RJ45, které jsou obvyklým řešením v kancelářských aplikacích, jsou vyráběny tyto konektory v průmyslovém provedení až do třídy IP 67 s označením RJ45-IP67. Rovněž standard DB-9 je vyráběn ve vyšším IP provedení. Další možností je použití konektoru M12 „Micro“, který je velmi používaným konektorem v průmyslových sítích. Poslední řešení je již standardizováno i pro napájený Ethernet (IEEE 802.3af).

Funkce systému v reálném čase na straně jedné a vlastnosti sítě Ethernet na straně druhé jsou klíčovou otázkou při řešení průmyslového Ethernetu. Pod pojmem funkce systému v reálném čase se rozumí provedení požadovaných akcí do daného časového okamžiku (deadline) nebo v daném časovém okamžiku. To se dá vyjádřit i tak, že systém (řídící, komunikační) musí splňovat požadavky na včasnost (dodržení deadline) a současnost (synchronizace akcí jednotlivých účastníků řídicího nebo komunikačního procesu). S druhým požadavkem práce v reálném čase úzce souvisí toleranční časové pásmo pro současné provedení akcí. Tomuto tolerančnímu pásmu se říká „jitter“. Je-li jitter nulový, funkce komponentů RT systému je plně synchronizována.

V současných řešeních průmyslového Ethernetu se využívají následující mechanismy pro dodržení požadavků na včasnost (dobu doručení zprávy):

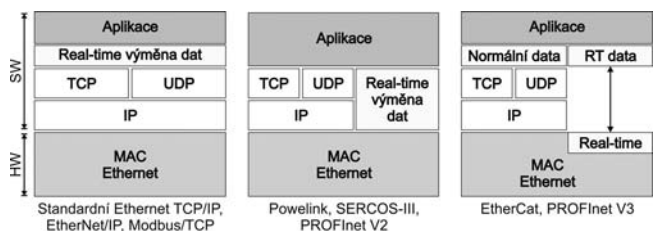
- komunikační modely publisher/subscriber a producer/consumer
- přepínače (switch)
- mechanismus prioritních slotů ve formátu protokolu Ethernet (dle standardu IEEE 802.1p)
- použití vysokorychlostních variant Ethernetu
- segmentování sítě Ethernet

Komunikační modely publisher/subscriber a producer/consumer jsou rychlejší v prostředí více než dvou komunikujících stanic a jsou vhodnější pro cyklickou výměnu dat např. signálů ze snímačů procesních veličin, než model client – server, používaný v kancelářských sítích LAN, který vyžaduje vyslání požadavku na předání dat v každém cyklu. Přepínače (switch) umožňují rozdělení sítě na menší segmenty, ve kterých i při přístupové metodě CSMA/CD nemůže dojít ke kolizi, protože v každém segmentu je jen jeden účastník a switch. Včasné doručení zpráv účastníkovi od několika dalších účastníků (jednomu procesoru IPC současně z několika snímačů) musí být zajištěno efektivním plánováním komunikačního procesu. Mechanismus prioritních slotů ve formátu protokolu je používán také v některých průmyslových sítích (LonTalk) a řeší právě výše uvedený problém plánování doručení zpráv z více zdrojů, kdy zprávy s vyšší prioritou se doručují napřed. Vysokorychlostní varianty Ethernetu zvyšují propustnost sítě tím že se s rostoucí rychlostí přenosu zkracuje časové okno pro paket i pro mezeru mezi pakety. Segmentování sítě Ethernet znamená, že se pomocí přepínačů oddělí segmenty, ve kterých jsou požadavky na komunikaci v reálném čase od segmentů, kde požadavky na práci v reálném čase nejsou. Tvrdé požadavky na reálný čas nejsou v mnoha aplikacích průmyslové automatizace nejčastějšími aplikacemi.

Zdá se, že vážnějším problémem komunikace v reálném čase v průmyslovém Ethernetu je toleranční časové pásmo pro současné provedení akcí (jitter). To přímo plyne z principu nedetermi-

nistické přístupové metody Ethernetu. Pro zajištění časového determinismu a tím minimalizace jitter, se nabízí několik možností pro řešení problému synchronizace jednotlivých účastníků. Jednou možností je přesné deterministické plánování komunikace na principu synchronizace a tím dosažení současného provedení souvisejících akcí jednotlivými komunikujícími entitami. Tento princip je používán např. v průmyslových sběrnicích a některé průmyslové Ethernety ho používají. Takto pracuje PowerLink, PROFINet IRT a Sercos-III. Avšak použití synchronizačních principů z průmyslových sítí omezuje částečně kompatibilitu takového řešení průmyslového Ethernetu s Ethernetem TCP/IP [2]. Další možností je vývoj nových synchronizačních mechanismů s plným respektováním konformity základních funkcí Ethernetu TCP/IP. Řešením je synchronizace komunikace decentralizovanými hodinami. Tak je možné provést synchronní decentralizované akce bez synchronní organizace komunikace. Znamená to, že dojde k oddělení plánování jednotlivých úloh z globálního komunikačního časového rastru. Tento způsob synchronizace procesů v síti Ethernet je definován standardem IEEE 1588 jako protokol PTP (Precision Time Protocol), což vede k závěru, že problém reálného času v síti Ethernet je řešitelný.

V důsledku nekoordinovaného vývoje je vyvinuto několik více či méně úspěšných, navzájem nekompatibilních realizací průmyslového Ethernetu. Z nejznámějších to je PowerLink (firma B&R), ProfiNET (organizace PNO), EtherCAT (organizace EtherCAT Technology Group), EtherNet/IP (organizace ODVA), Modbus TCP (IEC PAS 62030- pre- standard) a SERCOS-III. Jejich použití je v současné době směřováno především pro řízení rychlých procesů, jako jsou elektrické pohony a následně pružné výrobní celky a automobilová výroba a další strojírenská výroba. Na obr. 5 jsou znázorněny principy realizace komunikačního modelu u jednotlivých současných variant průmyslového Ethernetu.



Obr.5 Komunikační modely současných variant průmyslového Ethernetu

## Závěr

Článek si klade za cíl odpovědět širší technické veřejnosti i odborníkům z oblasti průmyslové automatizace na otázky, které je třeba si klást v souvislosti s nástupem IT do průmyslového prostředí. Uvádí čtenáře do problematiky otevřené komunikace, historie, vývoje a současného stavu Ethernetu, jako nejpoužívanější komunikační sítě v kancelářských aplikacích a dalších činnostech a jako komponenty sítě Internet. Autoři specifikují požadavky průmyslu na Ethernet jako komunikační prostředek, vymezují pojem průmyslového Ethernetu a zamýšlejí se nad problémy používat síť Ethernet a tím i Internetové technologie v oblasti průmyslové automatizace. Specifikují možnosti řešení a dokládají je na stávajících modelech současných variant průmyslového Ethernetu, kterými jsou Powerlink, EtherCat, EtherNet/IP, Modbus/TCP, PROFINet a SERCOS-III.

## Poděkování

Článek vznikl v rámci řešení projektu GA 102/03/1097 a GA 102/05/0663, autoři děkují Grantové agentuře České republiky za poskytnutou podporu.

## Literatura

- [1] MARSHALL, P. S.: Industrial Ethernet, A pocket guide, ISA, 2002, ISBN 1-55617-774-7
- [2] LÜDER, A.: IAONA Handbuch – Industrial Ethernet, IAONA, Magdeburg, 2004
- [3] KABEŠ, K.: Použití sítě Ethernet v průmyslové automatizaci, Automatizace č. 4, 2002, str. 267 – 268, ISSN 0005-125X
- [4] ZEZULKA, F.: Prostředky průmyslové automatizace. Vutium Brno, 2004, ISBN 80-214-2610-1
- [5] IEEE 1588: Ethernet im Takt, SPS Magazin – Special 2004, str. 32 – 34, ISSN 0935-0187

[6] ZVEI: Automation stärker als erwartet, SPS Magazin, März 2004, str. 7, ISSN 0935-0187

[7] ZEZULKA, F., CACH, P., BRADÁČ, Z., FIEDLER, P.: Snímače s přímým připojením k internetu, AUTOMA, č. 7, 2004, str. 37 – 39, ISSN 1210-9592

**prof. Ing. František Zezulka, CSc.**  
**Ing. Ondřej Hynčíca**

**Ústav automatizace a měřicí techniky**  
**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií**  
**Vysoké učení technické v Brně**  
**Kolejní 4, 612 00 Brno, ČR**  
**e-mail: [zezulka@feec.vutbr.cz](mailto:zezulka@feec.vutbr.cz)**  
**[zhynci00@stud.feec.vutbr.cz](mailto:zhynci00@stud.feec.vutbr.cz)**

37

