



Komunikácia v priemyselnej automatizácii (1)

Igor Bélai

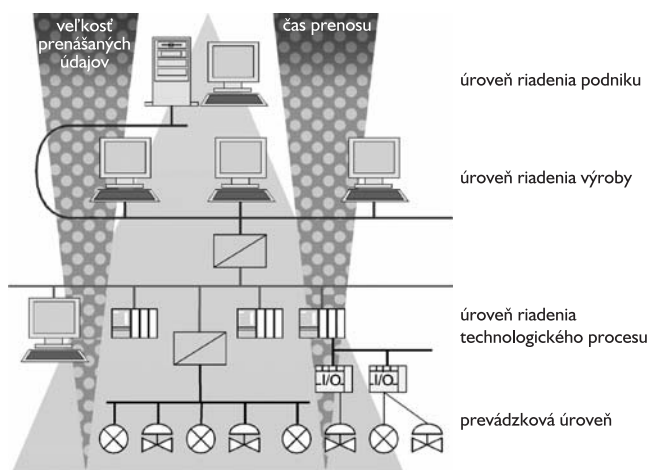
1. Referenčný model komunikácie OSI

1.1 Úvod

Začiatkom 60. rokov dvadsiateho storočia sa začali na riadenie technologických procesov používať číslicové počítače ako centrálné riadiace prvky v priamom číslicovom riadení (DDC – Direct Digital Control). V 60. rokoch boli vyvinuté programovateľné logické automaty (PLC), stroje riadené počítačom (CNC), a v praxi sa začali nasadzovať priemyselné roboty. Ruka v ruke so zavádzaním číslicových počítačov a zariadení vznikali špeciálne priemyselné komunikačné siete.

V polovici 70. rokov uviedla firma Honeywell prvý hierarchický distribuovaný riadiaci systém (DCS – Distributed Control System), ktorý pozostával z množstva mikroprocesorov. Takisto mnohé súčasné priemyselné automatizované systémy majú otvorenú distribuovanú architektúru s komunikáciou prostredníctvom digitálnych komunikačných sietí.

Automatizovaný výrobný systém sa zvyčajne člení na niekoľko hierarchických úrovní. Každá z týchto úrovní obsahuje vlastnú komunikačnú úroveň s určitými nárokmi na príslušný komunikačný systém. Príklad hierarchického usporiadania automatizovaného výrobného systému je na obr. 1.

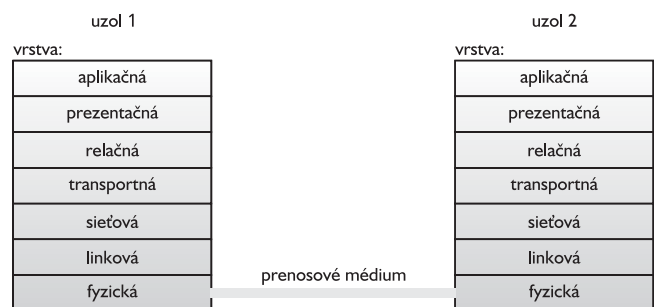


Obr.1 Hierarchia automatizovaného výrobného systému

S postupným zväčšovaním rozsahu priemyselných automatizovaných systémov sa dostávala do popredia otázka zavedenia štandardov pre systémy na prenos dát medzi rôznymi zariadeniami. Aby sa predišlo problémom súvisiacim s používaním veľkého množstva nekompatibilných štandardov pre systémy určené na prenos informácií v číslicovom tvare, medzinárodná organizácia ISO (International Organization for Standardization) definovala model na komunikáciu otvorených systémov OSI (Open System Interconnection). OSI sám o sebe nie je štandardom, ale ponúka určitý návod, ako identifikovať a oddeliť koncepcie odlišné časti komunikačného procesu.

1.2 Charakteristika modelu ISO/OSI

Vzhľadom na charakter sietí číslicových zariadení a charakter úloh, ktoré treba zabezpečiť, sa ako najvhodnejšie riešenie ukázala dekompozícia základného programového vybavenia siete na hierarchicky usporiadané vrstvy. Každá vrstva má na starosti zabezpečenie presne vymedzeného okruhu úloh. Mechanizmy, pomocou ktorých tieto úlohy zaisťuje, potom poskytuje ako služby vrstve bezprostredne vyššej. Napríklad vrstva, ktorá zaisťuje prenos jednotlivých bitov, môže poskytovať svoje služby bezprostredne vyššej vrstve, ktorá pomocou nej prenáša celé bloky údajov. Vo všeobecnosti každá vrstva poskytuje určitú množinu služieb vrstve bezprostredne vyššej, pričom na ich realizáciu využíva služby vrstvy bezprostredne nižšej. Každá vrstva siete využíva služby bezprostredne nižšej vrstvy, jej partnerom pri komunikácii v sieti je však vrstva, ktorá sa v inom uzle siete nachádza na rovnakej úrovni hierarchie vrstiev. Tieto rovnohláhlé vrstvy musia byť dohodované na spoločných pravidlách komunikácie. Súbor pravidiel, ktoré rovnohláhlé vrstvy vrstvom modelu používajú na vzájomnú komunikáciu, tvorí tzv. protokol.



Obr.2 Model prepojovania otvorených systémov (OSI)

V modeli OSI je definovaných sedem funkčných vrstiev (obr. 2). V každej vrstve definuje služby, ktoré musí mať vrstva k dispozícii pre vyššiu vrstvu. Služby (čo spraviť) sú striktné odlišné od protokolu (skutočná realizácia, ako to spraviť). Vzájomná prepojitelnosť je postavená na skutočnosti, že rozdielne systémy sú štruktúrované na základe podobných služieb a že v rovnohláhlých vrstvách sú tie isté protokoly.

1.3 Funkcia a úlohy vrstiev modelu OSI

- 1. Fyzická vrstva.** Úlohou tejto vrstvy je zaisťiť prenos jednotlivých bitov medzi príjemcom a odosielateľom prostredníctvom fyzickej prenosovej cesty, ktorú táto vrstva bezprostredne ovláda. Fyzická vrstva jednotlivé prenášané bity neinterpretuje. Obsahuje elektrické, mechanické a optické rozhrania spolu s potrebnými softvérovými ovládačmi komunikačných portov. Na úrovni fyzickej vrstvy je definovaná topológia (spôsob prepojenia zariadení na úrovni prenosu signálu).
- 2. Linková vrstva.** Táto vrstva má za úlohu zaisťiť prenos celých blokov údajov, označovaných ako rámce medzi dvoma susednými uzlami (čiže zabezpečuje prenos medzi uzlami, medzi ktorými je pri-



me spojenie, napr. uzly na tom istom segmente siete). Linková vrstva má správne rozpoznať začiatok a koniec rámca, ako aj jeho jednotlivé časti. Zabezpečuje verifikáciu toho, či postupnosť bitov prešla medzi dvoma uzlami korektne.

3. **Sieťová vrstva.** Zriaduje kompletnú cestu a dohliada na to, aby cestou od zdroja do cieľa prešli všetky správy aj v prípade, že táto cesta je zostavená z odlišných vetiev prechádzajúcich niekoľkými uzlami. Musí zaistiť potrebné smerovanie (voľbu vhodnej trasy) prenášaných blokov údajov označovaných ako pakety a postupné odovzdávanie jednotlivých paketov po tejto trase od pôvodného odosielateľa až ku koncovému príjemcovi. Sieťová vrstva si teda musí „vedomovať“ konkrétnu topológiu siete (t. j. spôsob vzájomného priameho prepojenia jednotlivých uzlov).
4. **Transportná vrstva.** Táto vrstva zabezpečuje koncové riadenie komunikácie (t. j. medzi pôvodným odosielateľom a konečným príjemcom) a funguje ako rozhranie medzi aplikačným softvérom, ktorý požaduje údajovú komunikáciu, a externou sieťou. Táto vrstva má prostredníctvom sieťovej vrstvy vytvorenú ilúziu, že každý uzol siete má priame spojenie s ktorýmkoľvek iným uzlom siete. Vďaka tomu sa venuje už len komunikácii medzi pôvodným odosielateľom a konečným príjemcom.
5. **Relačná vrstva.** Jej úlohou je nadväzovať, udržiavať a rušiť relácie medzi koncovými účastníkmi. V rámci nadväzovania relácie si táto vrstva vyžiada od transportnej vrstvy vytvorenie spojenia, prostredníctvom ktorého potom prebieha komunikácia medzi oboma účastníkmi relácie.
6. **Prezentačná vrstva.** Jednotlivé počítače môžu používať navzájom odlišnú vnútornú reprezentáciu údajov (napr. kódy EBCDIC, ASCII atď.). Táto vrstva zabezpečuje teda potrebné kódovanie údajov a konverziu, pomocou ktorých sú binárne údaje prevedené na to, čo samy o sebe znamenajú: správy, texty, obrázky a podobne. Na zaistenie konverzie údajov je zavedený jazyk ASN.1.
7. **Aplikačná vrstva.** Koncoví používatelia využívajú počítačové siete prostredníctvom najrôznejších sieťových aplikácií – systémov elektronickej pošty, prenosov súborov, vzdialeného prihlasovania a pod. Začleňovať všetky tieto rôznorodé aplikácie priamo do aplikačnej vrstvy by pre ich veľkú rôznorodosť nebolo vhodné. Preto sa do aplikačnej vrstvy zahrnujú len tie časti aplikácií, ktoré realizujú spoločné, resp. všeobecne použiteľné mechanizmy. Táto najvyššia vrstva sa zaoberá úlohami manažmentu aplikačného systému, ako je prenos údajových súborov, činnosť distribuovaných databáz a diaľkové riadenie.

1.4 Model OSI v systémoch na prenos dát v oblasti priemyselnej automatizácie

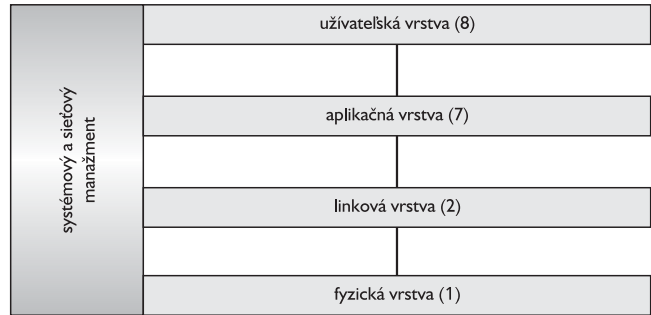
Systém na prenos dát vo všeobecnosti nemusí mať implementované všetky vrstvy modelu OSI, ktoré sú uvedené na obr. 2. Nutnosť implementácie určitej vrstvy (a z toho vyplývajúcich služieb, ktoré vykonáva) závisí od aplikácie.

Ďalej je uvedený prehľad implementácie vrstiev modelu OSI v lokálnych sieťach (LAN), priemyselných zberniciach (PZ) a na internete.

OSI a priemyselné komunikačné zbernice

Priemyselné zbernice sú digitálne komunikačné linky, ktoré sa používajú na prenos dát na najspodnejších úrovniach riadenia (na úrovni riadenia technologického procesu a prevádzky na obr. 1). Prenášajú sa nimi krátke bloky dát na úrovni snímačov, akčných členov a regulátorov. Na ich činnosť nie sú potrebné (ani žiaduce) všetky vrstvy modelu OSI. Používajú sa tieto vrstvy modelu OSI:

Fyzická vrstva poskytuje elektrické a elektromechanické rozhranie pre prenosové médium, ktoré zabezpečuje kódovanie a dekódovanie údajov. Na úrovni fyzickej vrstvy má každá komunikačná zbernica definované fyzické charakteristiky komunikačných obvodov: typ prenosového média (médii), napäťové úrovne, veľkosť zaťažovacích prúdov, prenosovú rýchlosť, topológiu, vlastnosti prijímačov zbernice (prijímače optických signálov), maximálny počet pripojiteľných zariadení (uzlov) a pod.



Obr.3 Vrstvový model priemyselnej komunikačnej zbernice

Linková vrstva zriaduje spojenie medzi dvoma uzlami zbernice a zabezpečuje prenos rámcov.

Aplikačná vrstva zabezpečuje preklad požiadaviek používateľskej vrstvy do linkovej vrstvy. Umožňuje prístup do množiny komunikačných služieb podporujúcich činnosť distribuovaných systémov.

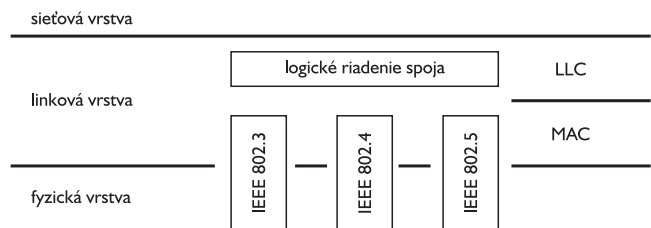
V používateľskej vrstve je definovaná štruktúra zberu údajov a riadiace funkcie zariadenia pripojeného na priemyselnú zbernicu. To znamená, že definuje štruktúru databázy, ktorá sa bude nachádzať v každom meracom, resp. riadiacom zariadení pripojenom na zbernicu. Definujú sa tu rôzne funkčné bloky, ich atribúty, módy a pod.

Systémový a sieťový manažment poskytuje metódy na konfiguráciu zbernice a zotavenie sa z porúch. Monitoruje a riadi činnosť jednotlivých častí zbernice.

OSI a lokálne siete

Na vzájomné prepojenie viacerých miest sa využívajú lokálne počítačové siete (LAN). V automatizovanom výrobnom systéme sa používajú predovšetkým na vyšších úrovniach riadenia (úroveň riadenia podniku a výroby na obr. 1).

LAN pokrývajú spodné dve vrstvy modelu OSI. Linková vrstva je rozdelená na dve podvrstvy: riadenie prístupu na médium (MAC – Medium Access Control), čo je reálne rozhranie na fyzické médium, a logické riadenie spoja (LLC – Logical Link Control), ktorá je zodpovedná za koordináciu prístupu na sieť (detekcia chýb, riadenie toku údajov). Úlohou podvrstvy MAC je realizovať algoritmus prístupu na médium – prístupovú metódu, t. j. zabezpečiť bezkolízny prístup na prenosové médium.



Obr.4 Architektúra štandardov LAN podľa modelu OSI

Koncepcia je ilustrovaná na obr. 4. Fyzické médium môže byť to isté pre rôzne typy LAN (napr. koaxiálny kábel, krútená dvojlinka a iné). Signály, typ modulácie a protokol prístupu na médium sa pri rôznych LAN líšia. A nakoniec, vyššie riadenie činnosti LAN je opäť to isté. V LLC a vyšších vrstvách nie je dôležité vedieť, ktorý typ LAN sa používa.

Na obr. 4 sú uvedené tri štandardy LAN: IEEE 802.3 – ethernet, IEEE 802.4 – Token Bus a IEEE 802.5 – Token Ring.

OSI a Internet

Internetové protokoly nie sú realizované na základe modelu OSI. Pre internet sú definované 4 vrstvy:

Vrstva sieťového rozhrania (zodpovedá fyzickej a linkovej vrstve OSI). Zabezpečuje prenos paketov nadradenej vrstvy prostredníctvom špecifického prenosového média.

| OSI | internet |
|--------------------|--|
| aplikačná vrstva | aplikačná vrstva (FTP, HTTP, ...) |
| prezentačná vrstva | |
| relačná vrstva | |
| transportná vrstva | transportná vrstva (TCP, UDP) |
| sieťová vrstva | sieťová vrstva (IP) |
| linková vrstva | vrstva sieťového rozhrania (LAN, ...) |
| fyzická vrstva | |

Obr.5 Vrstvy modelu OSI a internetu

Sieťová vrstva. Používa protokol nazývaný Internetwork Protocol – skratka IP a pomocou neho zabezpečuje:

- služby doručenia správ bez závislosti od prenosového média,
- mechanizmus adresovania,
- mechanizmus smerovania správ.

Transportná vrstva. Zabezpečuje spoľahlivý prenos dát medzi koncovými uzlami. Na prenos údajov sa používajú dva typy protokolov: TCP (Transmission Control Protocol) a UDP (User Datagram Protocol).

Aplikačná vrstva (zodpovedá aplikačnej vrstve OSI). Obsahuje protokoly, ktoré špecifikujú procedúry pre používateľa (prihlasovanie k serverom, prenos súborov a iné). Procedúry (aplikácie) sú rozdelené podľa použitého protokolu transportnej vrstvy.

Záver

Pre každú vrstvu OSI existuje jeden alebo viac súborov štandardov vydaných štandardizačnými organizáciami. Na fyzickej a linkovej úrovni boli do OSI zahrnuté aj niektoré zo skorších štandardov. Pre ostatné úrovne boli definované nové protokoly, ktoré sa pridávajú modelu OSI. Plná kompatibilita medzi rôznymi vrstvami znamená, že principiálne možno zostaviť fungujúcu aplikáciu aj pomocou zariadení od rôznych výrobcov. Vo všeobecnosti je to trochu zložitejšie. Jednotlivé sprostredkujúce vrstvy OSI sa na trhu nepredávajú ako samostatné softvérové balíky a výrobcovia a návrhári softvéru ponúkajú namiesto toho balíky pre úrovne 3 – 4 až 6 – 7. Vnútorne rozhrania nemusia dodržiavať požiadavky OSI. Preto sa namiesto podpory všetkých vrstvových protokolov OSI navrhuje, pokiaľ možno, čo najefektívnejšie programové vybavenie.

Literatúra

[1] BALOGH, R., BÉLAI, I., DORNER, J., DRAHOŠ, P.: Priemyselné komunikácie. Bratislava, STU 2001. ISBN 80-227-1600-6.

[2] BÉLAI, I., JURÍŠICA, L., KOVÁČ, K., ŠTURCEL, Š.: Control and diagnostics of the technological processes in manufacturing process based on application of ICT. Bratislava, FEI STU 2005.

[3] GEORGIEV, B., JURÍŠICA, L.: Prevádzkové riadiace systémy (1) – úvod. In: AT&P journal, 2006, č. 1, s. 58 – 59.

[4] KOVÁČ, F.: Distribuované riadiace systémy. Bratislava, Vydavateľstvo STU 1998. ISBN 80-227-1082-2

Pokračovanie v budúcom čísle.

Ing. Igor Bélai, PhD.

38

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