

1 KOMUNIKÁCIA V PRIEMYSELNEJ AUTOMATIZÁCIÍ

Ciele

- Pochopiť štruktúru systému na prenos údajov na spodných úrovniach riadenia podniku,
- oboznámiť sa s nárokmi na komunikačný systém na jednotlivých úrovniach,
- oboznámiť sa s používanými systémami na prenos údajov na týchto úrovniach.

1.1 Štruktúra systému na prenos údajov

Schopnosť vzájomnej komunikácie zariadení a subsystémov je v súčasných priemyselných automatizovaných systémoch nevyhnutnosťou. Komunikácia sa realizuje horizontálne, v rámci jednotlivých úrovní riadenia a vertikálne, medzi jednotlivými úrovňami.

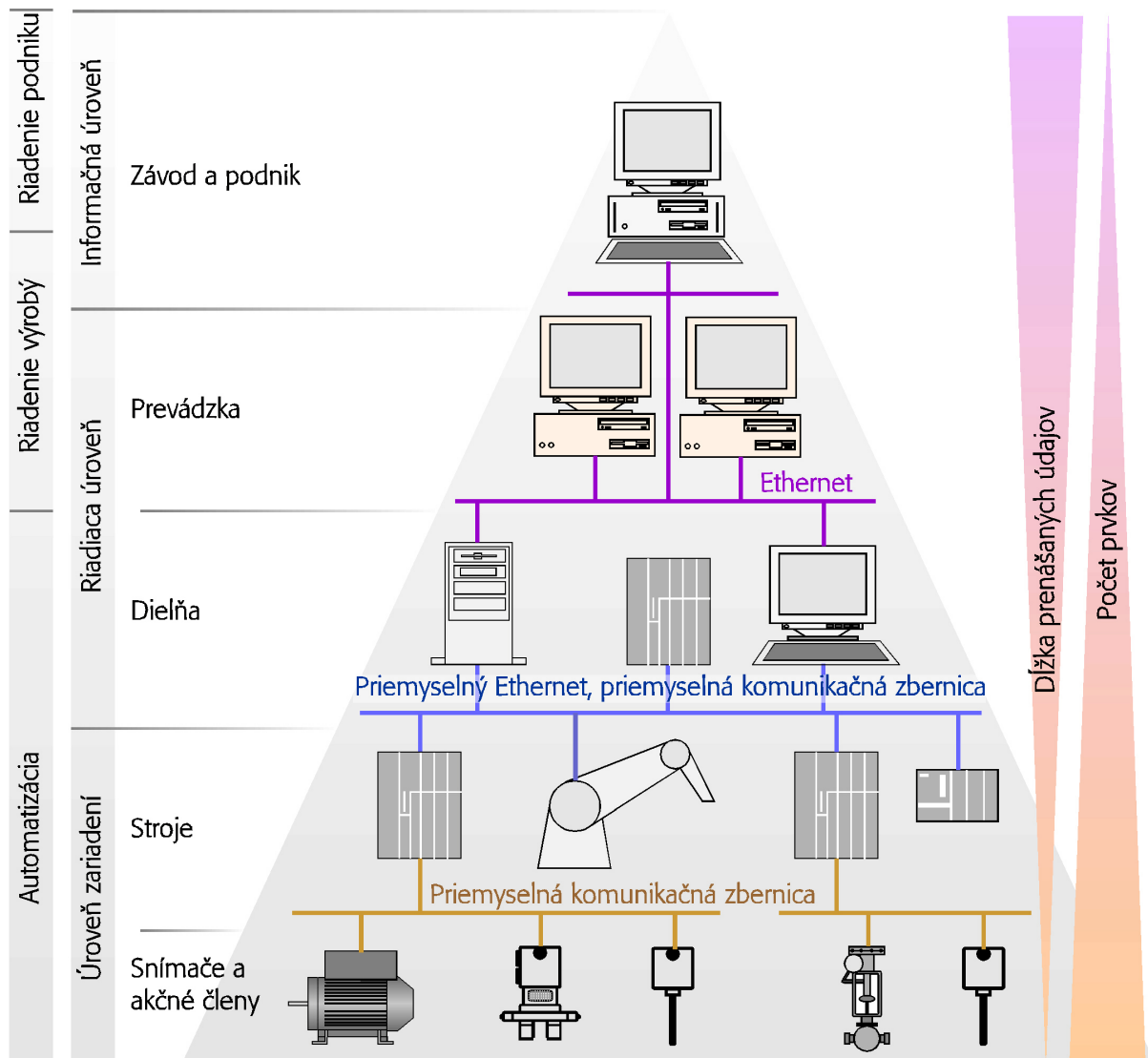
Priemyselné automatizované systémy sú zvyčajne štruktúrované do niekoľkých hierarchických úrovní, každá z týchto hierarchických úrovní obsahuje patričnú komunikačnú úroveň s rôznymi požiadavkami na komunikačný systém. Na [Obr.1.1](#) je príklad hierarchického automatizovaného priemyselného systému. V pravej časti [Obr.1.1](#) je naznačený pomer dĺžky prenášaných blokov údajov k počtu prenesených správ za jednotku času.

Priemyselné komunikačné systémy je z hľadiska funkčnosti možné rozdeliť do nasledovných kategórií:

- *komunikačné systémy zariadení* (zbernice snímačov, akčných členov a prevádzkových prístrojov),
- *komunikačné systémy riadiacej úrovne* (riadiace zbernice),
- *komunikačné systémy informačnej úrovne*.

Úroveň zariadení

Úroveň zariadení je najnižšou úrovňou v automatizovanom priemyselnom systéme, ktorá obsahuje prevádzkové prístroje ako sú snímače a akčné členy. Úlohou zariadení na tejto úrovni je prenos informácií medzi vyrábaným produktom a technologickým procesom. Tieto informácie môžu byť binárne (dvojhodnotové), alebo analógové (spojité). Merané a akčné veličiny sa musia prenášať v rôznych časových intervaloch, v závislosti na technologickom procese.



Obr. 1.1 Hierachia priemyselného automatizovaného systému

Na prenos údajov sa používajú komunikačné systémy s elektrickými rozhraniami napríklad typu prúdová slučka, RS 232, RS 422 a RS 485.

Komunikačné systémy na tejto úrovni sa navzájom odlišujú napríklad vo veľkosti prenášaných blokov údajov, čase odozvy a iných parametroch. Vo všeobecnosti tieto systémy prepájajú inteligentné zariadenia, ktoré vzájomne spolupracujú v distribuovanom systéme so striktno definovanými nárokmi na čas prenosu informácie. Umožňujú diagnostiku a konfiguráciu zariadení z nadradenej úrovne. Kvôli požiadavkám na čas prenosu údajov, ktoré je v automatizovanom výrobnom procese nutné dodržať, aplikácie vykonávané v riadiacich jednotkách prevádzkovej úrovne si vyžadujú schopnosť cyklického prenosu údajov, ktorý zabezpečí ich prenos v pravidelných intervaloch. Prenášané údaje musia byť reprezentované v pokiaľ možno čo najúspornejšej forme.

Na úrovni zariadení sa používajú priemyselné komunikačné zbernice typu AS-Interface, CAN, Foundation Fieldbus, HART, PROFIBUS DP/PA a iné.

Riadiaca úroveň

Na riadiacej úrovni sa prenášajú predovšetkým programy, parametre a údaje. V procesoch s krátkymi prestojmi strojov a ich zriedkavým prestavovaním sa to deje počas výroby. V malých riadiacich jednotkách môže byť nutné zaviesť programy počas jedného výrobného cyklu. Z toho vyplývajú časové požiadavky na prenos. Riadiaca úroveň je rozdelená na dve časti: úroveň dielne a úroveň prevádzky.

Dielňa (Bunka)

V dielni sa nachádza niekoľko zariadení, napríklad roboty, PLC¹, priemyselné počítače, pomocou ktorých je realizovaná určitá časť výrobného procesu. Tieto zariadenia komunikujú medzi sebou a zároveň s informačným systémom podniku. Pre operácie vykonávané v rámci dielne je nutné zabezpečiť rýchlu časovú odozvu na synchronizáciu strojov a ošetrenie vzniknutých udalostí. Tieto požiadavky na prenos údajov v reálnom čase (pojem „reálny čas“ bude vysvetlený neskôr) sú v protiklade s prenosom rozsiahlych aplikačných programov strojov, ktorý však nemusí byť realizovaný pravidelne a v pevných časových intervaloch.

Na tejto úrovni sa používajú rôzne typy priemyselných komunikačných zberníc a priemyselný Ethernet.

Úroveň prevádzky

Úroveň prevádzky pozostáva zo zoskupenia dielní.

Informačná úroveň

Informačná úroveň predstavuje najvyššiu úroveň závodu, alebo priemyselného automatizovaného systému. Riadiaca jednotka na úrovni závodu zhromažďuje informácie z úrovne prevádzok a riadi celý automatizovaný systém. Prenášajú sa rozsiahle bloky údajov bez nárokov na prenos údajov v reálnom čase. Na informačnej úrovni sa používajú lokálne siete, ktoré sa prepájajú do rozsiahlejších sietí.

1.2 Nároky na komunikačný systém

Ďalej sa budeme venovať priemyselným komunikačným systémom na úrovni zariadení a riadiacej úrovni z Obr.1.1. Nároky na komunikačný systém pre úroveň zariadení a riadiacu úroveň:

- prenos údajov v reálnom čase,
- prenos údajov vo voľnom (nie reálnom) čase,
- činnosť v náročných priemyselných podmienkach,
- vysoká funkčnosť.

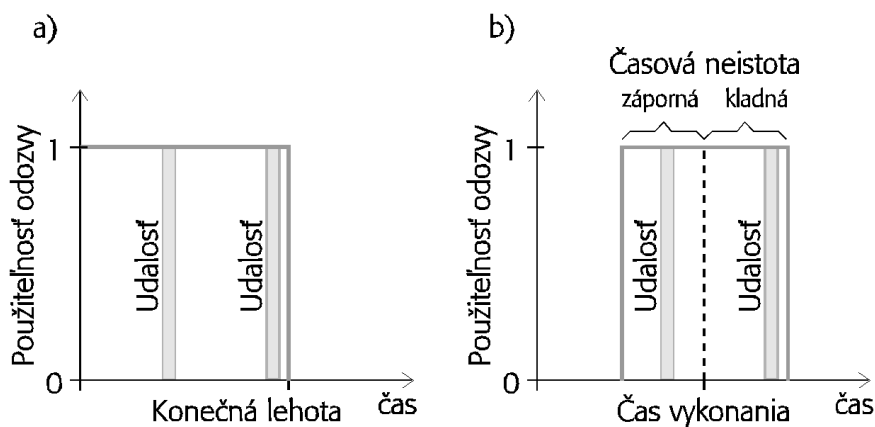
1.2.1 Prenos údajov v reálnom čase a voľnom čase

Reálny čas

Existuje množstvo definícií systému reálneho času. Nižšie je uvedená jedna z nich.

¹ PLC je skratka pre Programmable Logic Controller = Programovateľný logický automat.

„Systém reálneho času je taký systém, v ktorom správnosť výpočtov nezávisí len na logickej správnosti výpočtu, ale aj na čase vytvorenia výsledku. Ak nie sú splnené časové požiadavky systému, dôjde k nesprávnej činnosti systému“.



Obr. 1.2 a) včasnosť a b) súčasnosť (synchronizmus) v systémoch reálneho času

Pojem „reálny čas“ a nároky naň sú bližšie vysvetlené na Obr.1.2. Obrázok a) znázorňuje situáciu keď určitá udalosť musí byť vykonaná v stanovenom časovom intervale, ktorý je na obrázku vymedzený konečnou lehotou. Napríklad nameraná hodnota zo snímača musí byť prenesená do riadiacej jednotky (a následne spracovaná) s určitým maximálnym oneskorením, inak bude daná hodnota neaktuálna a vypočítaný akčný zásah môže spôsobiť nežiadúce správanie systému. Na Obr.1.2 b) je ilustrovaná požiadavka na vykonanie určitej udalosti v presne stanovenom čase, pričom skutočný čas vykonania sa môže pohybovať v pásme časovej neistoty (ktoré sa v literatúre označuje aj ako „jitter“). Táto požiadavka sa uplatňuje predovšetkým v systémoch riadenia pohybu, kedy je potrebné synchronizovať činnosť v niekoľkých osiach.

Voľný čas

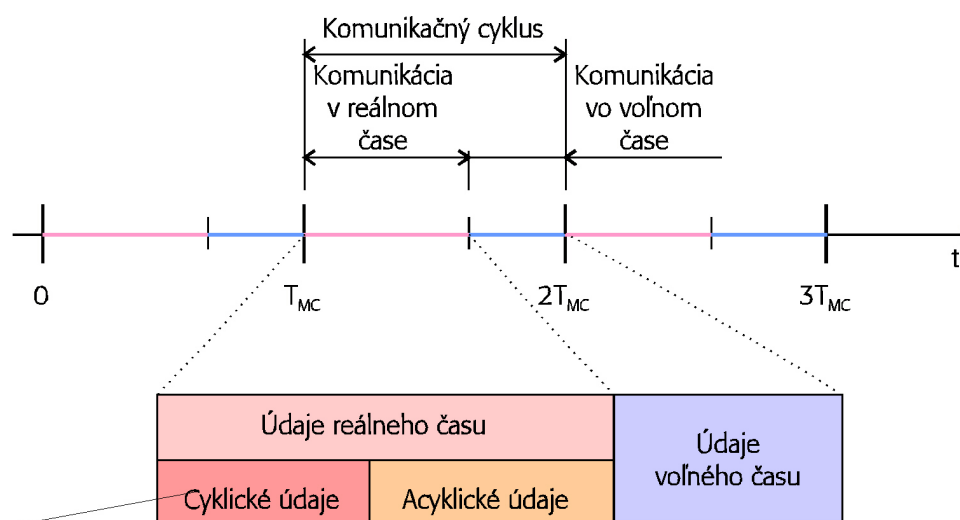
Úlohy voľného času sú úlohy, v ktorých nie je výsledok riešenia závislý na okamihu spracovania. Pri riešení konkrétneho zadania sú vstupné údaje rovnaké pre ľubovoľný čas a rovnaké budú aj výsledky.

Medzi typické úlohy voľného času v priemyselných riadiacich systémoch patrí konfigurácia zariadení, styk s operátorom a diagnostika.

Časovanie prenosu údajov

Prenos údajov reálneho aj voľného času je v existujúcich priemyselných komunikačných systémoch realizovaný v komunikačných cykloch (viď Obr.1.3). Na začiatku každého cyklu sa prenášajú údaje reálneho času a v jeho zvyšku sú prenášané údaje voľného času. Údaje reálneho času môžu byť prenášané:

- *Cyklicky*, pričom perióda (cyklus) prenosu určitej premennej musí byť celočíselným násobkom komunikačného cyklu T_{MC} .
- *Acyklicky*. Acyklické údaje (viď Obr.1.3) pozostávajú z premenných vysielaných len za určitých okolností (napríklad pri zmene hodnoty premennej, alebo na základe výzvy z iného zariadenia).



Obr. 1.3 Časovanie prenosu údajov reálneho a voľného času

Množstvo údajov reálneho času v rámci jedného komunikačného cyklu nemusí byť konštantné (a spravidla ani nie je). Z toho vyplýva premenlivá dĺžka časového intervalu na prenos údajov voľného času.

1.2.2 Činnosť v náročných priemyselných podmienkach

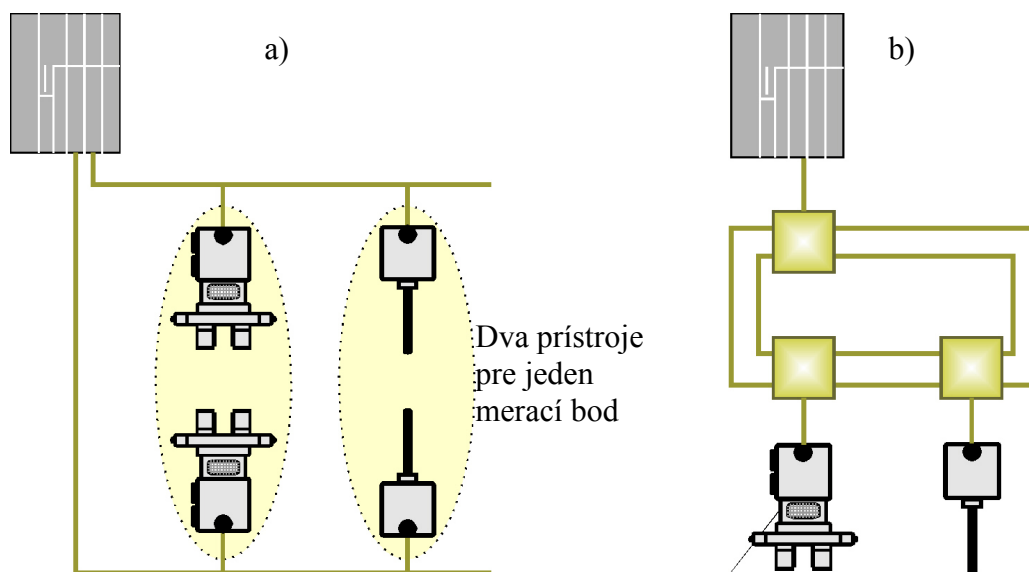
V priemyselnom prostredí sú, v porovnaní s kancelárskymi aplikáciami, zvýšené nároky na:

- *Odolnosť voči elektromagnetickému rušeniu a prepätiam* – zdrojmi rušenia a prepätí môžu byť napríklad technologické zariadenia (frekvenčné meniče, taviace pece a pod.), atmosférické výboje a pod. Kabeláž priemyselných komunikačných systémov musí potláčať indukované rušivých impulzov, v prípade potreby kabeláž musí obsahovať elektrické prvky na potlačanie prepäťových impulzov a takisto komunikačné protokoly sa musia dokázať zotaviť z chýb vzniknutých pri prenose.
- *Mechanické vplyvy* – vibrácie, statické namáhanie a podobne.
- *Odolnosť voči vlhkosti* – v niektorých aplikáciách musí byť zabezpečená činnosť aj pri zvýšenej vlhkosti.
- *Odolnosť voči biologickým činiteľom a iné.*

1.2.3 Vysoká funkčnosť

Zvýšená funkčnosť priemyselných komunikačných systémov sa dosahuje redundanciou (viď Obr.1.4):

- systému (zariadení),
- prenosového média.



Obr. 1.4 Príklad redundancie: a) systému, b) prenosového média

1.3 Súhrn

Systémy na prenos údajov realizujú prenos informácií horizontálne a vertikálne. Horizontálne sa prenášajú informácie medzi zariadeniami na tej istej hierarchickej úrovni, vertikálne medzi rôznymi úrovňami v hierarchii priemyselného automatizovaného systému.

Na každej hierarchickej úrovni sú iné nároky na komunikačný systém. Na najnižších úrovniach priemyselného automatizovaného systému je prvoradou splnenie požiadavky na prenos údajov v reálnom čase, ktorá sa neuplatňuje na najvyšších úrovniach riadenia podniku. Okrem toho musí byť priemyselný komunikačný systém schopný spoľahlivej prevádzky aj v náročných priemyselných podmienkach.

1.4 Literatúra

- [1] Bélai, I.: Komunikácia v priemyselnej automatizácii (5). AT&P Journal, č. 8, roč. 14, August 2007. str. 57-58.
- [2] Dietrich, R.: Industrial Ethernet – from the Office to the Machine worldwide, Vol. I. HARTING Electric GmbH & Co. KG, Espelkamp. 2004.
- [3] Djiev, S.: Industrial Networks for Communication and Control. Apríl 2007. <http://anp.tu-sofia.bg/djiev/PDF%20files/Industrial%20Networks.pdf>
- [4] Gleim, U.: Real Time Systems. Máj, 2002. http://www.usenix.org/event/jvm02/full_papers/gleim/gleim_html/node2.html
- [5] Havle, O.: Použití Internetu v průmyslové praxi. Automa, č. 6, 2001. <http://www.automa.cz>

[6] Zurawski, R.: Industrial Communication Technology Handbook. Taylor & Francis, 2005. ISBN 0-8493-3077-7.

1.5 Kontrolné otázky

- 1.1. Na aké kategórie sa členia priemyselné komunikačné systémy z hľadiska ich pozície v hierarchii priemyselného automatizovaného systému?
- 1.2. Na ktorej úrovni priemyselného automatizovaného systému sú najvyššie nároky na prenos údajov v reálnom čase?
- 1.3. Uveďte nároky na systém reálneho času.
- 1.4. Pri prenose údajov v priemyselných automatizovaných systémoch sú v rámci komunikačného cyklu prenášané dva typy údajov. O aké typy údajov ide?

