

Signálové a komunikačné rozhrania

prof. Ing. Ján Šaliga, PhD.
KEMT FEI TU Košice
2015

Úvod

- SKC v roku 2016/2017
 - Prednášky a cvičenia budú priebežne pripravované a môžu sa pri tom vyskytnúť aj určité problémy, za čo sa vopred ospravedľujeme.
 - Prednášky budú k dispozícii prostredníctvom katedrového servera na http://www.kemt-old.fei.tuke.sk/Predmety/KEMT450_VMS/_web/
- Cieľom premetu je prezentovať prehľad rozhraní (interface) používaných pre komunikáciu (prenos informácií) medzi prostredím (reálny fyzikálny, chemický, atď. svet) a systémom (obyčajne digitálny systém spracovávajúci informáciu z reálneho sveta)

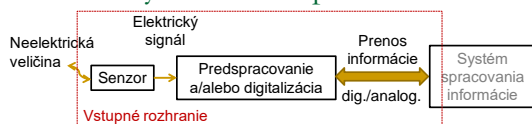
Plán semestra

- V prvej polovici semestra budú štandardné prednášky a experimentálne cvičenia. Tieto budú ukončené prezentáciami dosiahnutých výsledkov (obdoba EMS) – 10 bodov
- V druhej polovici semestra budú riešené individuálne praktické zadania – projekty ukončené pred zápočtom prezentáciou s rozsahom do 30 bodov a následne doplnenou obhajobou v rámci skúšky v rozsahu do 20 bodov (plná funkčnosť a dokumentácia) = ústna časť skúšky.
- Druhá zložka skúšky bude písomný test s rozsahom 40 bodov, podmienka získania celej skúšky je minimálne 10 bodov.

Rozhrania v rámci SKR

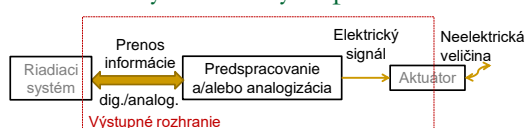
- Komunikácia s reálnym svetom = snímanie a generovanie neelektrických signálov
- Kde?
 - Priemysel
 - Domácnosť
 - Životné prostredie, vesmír
 - Veda a výskum (laboratórium)
 - ...

Všeobecný model vstupného rozhrania



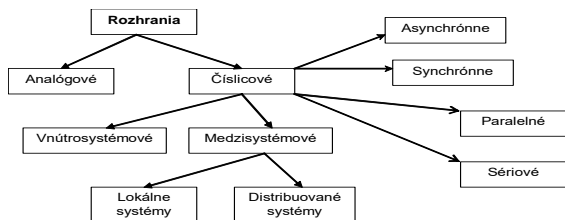
- Senzor = konverzia neelektrickej veličiny na elektrický signál, napr. teplota na napätie alebo odpor
- Predspracovanie - zesilnenie, oddelenie, konverzia elektro na elektro, digitalizácia, filtrácia a iná matematika, príprava a samotný prenos ale aj spätné riadenie funkcie senzora a predspracovania
- Prenos - najmä fyzická vrstva ale aj ďalšie (signály, formáty, synchronizácia, ...)
 - Dopredný = prenos snímanej veličiny a stav funkcie snímania
 - Spätný = riadenie funkcie snímania
- Systém spracovania informácie využije informácie, napr. pre riadenie, sledovanie, štatistiku, atď.

Všeobecný model výstupného rozhrania



- Aktuátor = konverzia riadiacích pokynov na neelektrickú veličinu, napr. motor, výhrevná špirála, atď.
- Predspracovanie - analogizácia, zesilnenie, oddelenie, konverzia elektro na elektro, príprava a samotný prenos do aktuátora
- Prenos - najmä fyzická vrstva ale aj ďalšie (signály, formáty, synchronizácia, ...)
 - Dopredný = prenos riadiacej veličiny a riadenie generovania
 - Spätný = stav funkcie generovania
- Riadiaci systém - generovanie požiadaviek na vytvorenie neelektrickej veličiny, napr. otáčky motora, zmena polohy, zmena teploty, ...

Rozhrania



Opis rozhrania

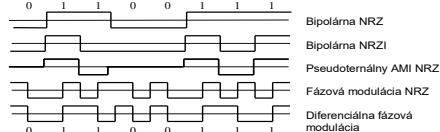
- Fyzické (mechanické, elektrické), signálové funkčné a procedurálne prostriedky umožňujúce informačné spojenie rôznych systémov.
- časové a logické diagramy, schémy
- aplikácia konečných automatov = $\{X, Y, S, S_0, X_N \times S_N \xrightarrow{\lambda} Y_{N+1}, X_N \times S_N \xrightarrow{\sigma} S_{N+1}\}$
- ...

Základné pojmy a parametre I.

- **Prenosová rýchlosť** C = množstvo prenesenej informácie za jednotku času (xb/s, xB/s)
Nyquistova veta $C = 2B \log_2 V$
Teoretické maximum Shannonova veta $C = B \log_2 (1 + S/N)$
(B – šírka pásma, V – počet úrovní, S/N – pomer signál/šum)
- **Modulačná rýchlosť** = počet prenosových prvkov za jednotku času (xBaud), pričom jeden prvok môže obsahovať viac bitov
- **Spôsob prenosu**
 - základné pásmo
 - preložené pásmo (modulácia)

Základné pojmy a parametre II.

- **Prenos**
 - bez modulácie
 - s moduláciou
 - V1 modulácie s nosnou, napr. AM, FM, PM, QAM, ...
 - Modulácie bez nosnej



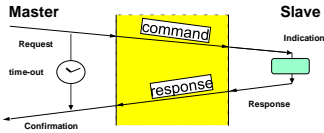
Základné pojmy a parametre III.

- **Kódovanie** (zdrojové a prenosové) – vyjadrenie prenášanej informácie vo forme vhodného kódu (ochrana pred chybami, šifrovanie, synchronizácia), obyčajne doplnením redundancie m bitov
 - **Informačné dávky pri prenose**
 - bit najmenšia jednotka množstva informácie
 - znak (slovo, bajt) – skupina n bitov vyjadrujúca dohodnuté základné množstvo informácie
 - rámec (blok, frame) – skupina NC znakov predstavujúca dohodnutú ucelenú prenášanú dávku informácie (obyčajne: hlavička-adresy-infodát-dáta-zabezpečenie-ukončenie)
 - pevnej dĺžky
 - premennej dĺžky
 - **Synchronizácia prenosu** = zabezpečenie správneho časovania pre bezchybný príjem dát
 - príama väzba medzi vysielačom a prijímačom
 - hodiny – synchronné systémy, „handshake“ – asynchrónne systémy - otvorená alebo uzavretá slučka
- kódovanie = vkladanie synchronizačných znakov, špeciálne kódy;
modulácia

Základné pojmy a parametre IV.

- **Zabezpečenie bezchybného prenosu**
 - ochranné kódy
 - väzba medzi vysielačom a prijímačom
- **Účinnosť prenosu** $\eta = N_c n / (N_c n + m)$
- **Zložky a funkcie rozhrania**
- **Podriadené komunikujúce funkcie/jednotky (Slave)**
 - Zdroj dát (vysielač, transmitter, source, talker, ...)
 - Prijímač dát (prijímač, receiver, acceptor, listener, ...)
- **Radič** (controller, master, ...) funkcia (zariadenie) zodpovedajúce za riadenie prenosov komunikácie medzi podriadenými jednotkami (slave). Iba jeden môže byť v určitom čase aktívny!!!
- **Arbitr** (arbitrážny systém) = funkcia (zariadenie) zodpovedajúce za pridelenie aktivity radiču (centralizovaný, distribuovaný)
- **Protokol** = postup (algoritmus, predpis) vysielať a prijímať dát
- **Zbernica** – komplexná prenosová cesta spájajúca viac ako 2 zariadenia
- **Prístup k zbernici** – riadený radičmi a arbitrom definovaný v štandarde rozhrania
- **„Handshake“** – systém signálov medzi vysielačom a prijímačom zabezpečujúci správne časovanie vysielať a prijímať dát

Typický princíp komunikácie master-slave



- Povely (command):**
 - Požadovaná odpoveď (query → response), napr. namerané dáta
 - Bez odpovede, alebo len formálne potvrdenie akceptácie alebo vykonania
- Time-out - časový limit, do ktorého musí byť odpoveď inak error
- Povinné povely - musia byť implementované v každom kompatibilnom zariadení
- Voľiteľné povely - implementované podľa charakteru zariadenia a voľbe konšuktéra

Otvorené systémy I.

- Otvorenosť = pripájanie do systému zariadení rôznych výrobcov - unifikácia a štandardizácia.
- International Standard Organisation (ISO) => Open System Interconnection (ISO/OSI protokol):



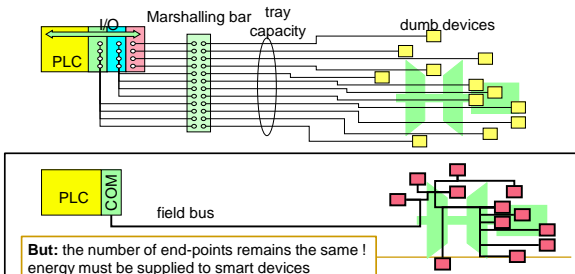
Otvorené systémy II. - Vrstvy

- Fyzická:** káble, konektory, elektrické a mechanické parametre
- Linková:** spôsob odovzdávania správ vo forme rámcov so zabezpečením (CRC, parita, ...), delenie dlhej správy na viaceré pakety a ich dopĺňanie ďalšími bitmi.
- Sieťová:** spôsob pohybu paketov v sieti a ich odovzdávanie medzi stanicami
- Transportná:** adresácia počítačov, vytváranie dočasných spojení, rozdeľovanie a spätná spájanie správ do paketov
- Relačná:** logické rozhranie medzi aplikačnými programami a službami siete, prístupové práva, sledovanie komunikácie
- Prezentáčná:** Transformácia dát pre prenos, komprimácia, šifrovanie, prevody kódov a formátov.
- Aplikačná:** aplikačné programy, ktoré môžu služby siete využívať.

Komunikácia v priemysle (fieldbus, sensorbus)

- Spojenie bod-bod
 - Výhoda: prístup nie je limitovaný inými požiadavkami na prenos iných zariadení
 - Nevýhoda: rozsiahla a drahá kabeľáž, svorkovnice....
 - Dnes vytláčaná zbernicovými systémami a používané hlavne pre jednoduché zariadenia v najnižších vrstvách priemyselnej komunikačnej štruktúry
- Zbernicové systémy (pravý fieldbus)
 - Výhoda: jednoduchá lacná kabeľáž
 - Potenciálne problém s časovaním a prístupom k prenosovému médiu
 - Používané na všetkých úrovniach

Porovnanie alternatív



Rozvádzač

Marshalling, Rangierschiene, Barre de rangement

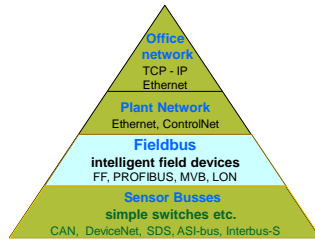
Prepojenie vodičov z rôznych častí systému (senzory, aktuátory, riadiace jednotky)

Fieldbus znižuje veľkosť a komplexnosť rozvádzačov a „posúva“ ich smerom k samotnému technologickému procesu

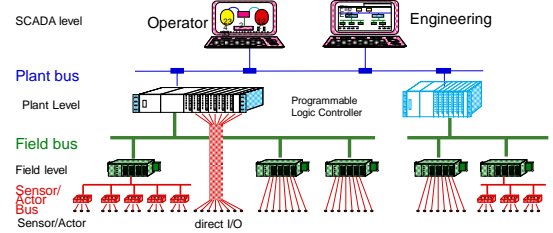


Komunikačná štruktúra podniku

- Jednotlivé vrstvy pracujú iba s vybranými informáciami potrebnými pre ich korektné fungovanie
- Informácie sú odovzdávané zhora nadol (priebeh výroby) a zhora nadol (riadenie výroby)



Príklad komunikačnej štruktúry



Čo je field bus?

Dátová sieť spájajúca automatické (smart) systémy charakterizovaná:

- Množstvom dát malého rozsahu (process variables) s definovaným oneskorením (1ms..1s)
- Prenos časovo nekritických dát (transmission of non-real-time traffic) diagnostiku a testovanie stavu systémov
- Ťažké prostredie (rušenie, vibrácie, teplota, chemické vplyvy, atď)
- Spohľadlivá a jednoduchá inštalácia skúseným personálom
- Veľká integrita dát (detekcia každej chyby) a disponibilita dát (redundantné formáty dát)
- Vnútomá bezpečnosť (ropa, plyn, bane, výbušné prostredie, chémia, ...)
- Synchronizácia na úrovni mili až mikrosekúnd
- Kontinuálne dozor a diagnostika

Ďalšie požiadavky

- Nízke realizačné náklady (€ 5.-... €50 / uzol)
- Stredná rýchlosť prenosu dát (50 kbit/s - 5 Mbit/s), pri relatívne veľkých vzdialenostiach (10m - 4 km)
- Čo najjednoduchšie kabeľáže
- Modularita prevádzky – každé zariadenie má svoj vlastný vstavaný počítač/mikropočítač
- Jednoduchá detekcia miesta poruchy a údržba komunikačného systému
- Jednoduché uvádzanie do prevádzky (mise en service, IBS = Inbetriebsetzung)
- Jednoduché rozširovanie a prispôbovanie novým požiadavkám
- Obdoba Lego systému v zostavovaní výsledného systému

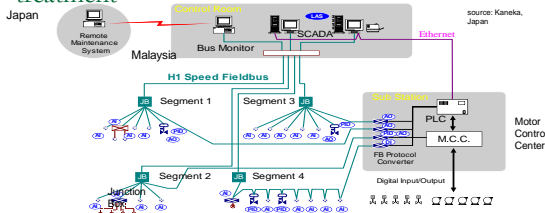
Komunikácia senzor – systém, Sensor bus

- Spojenie senzora s ďalšou elektronikou alebo riadiacim systémom na najnižšej úrovni
- Moderný senzor obsahuje obyčajne elektroniku včítane digitalizácie a mikrokontroléra ⇒ digitálna komunikácia

Charakteristiky

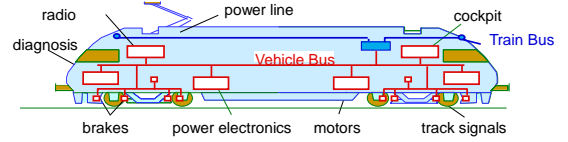
- Prenos na malú vzdialenosť – jednotky cm až desiatky m
 - Krátke vzdialenosti obyčajne v rámci systému/plošného spoja
 - Veľké vzdialenosti obdoba field bus
- Rýchlosť prenosu v 100b až 10Mb/s
 - Špeciálny prípad zbernice počítača
- Obyčajne malé bloky dát, asynchrónne, nepravidelne
- Jednoduchá a lacná kabeľáž
 - Výnimka počítačové zbernice
- Často sa rovnaké rozhrania používajú v úlohe field bus and sensor bus

Fieldbus over a wide area: example wastewater treatment



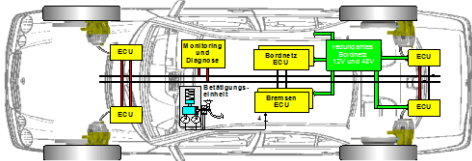
Numerous analog inputs/outputs (AI/AO),
low speed (37 kbit/s) segments (Hart) merged to 1 Mbit/s links (H1 Speed Fieldbus).

Fieldbus Application: locomotives and drives



data rate	1.5 Mbit/second
delay	1 ms (16 ms for skip/slip control)
medium	twisted wire pair, optical fibers (EM disturbances)
number of stations	up to 255 programmable stations, 4096 simple I/O
integrity	very high (signaling tasks)
cost	engineering costs dominate

Fieldbus Application: automobile



- Electromechanical wheel brakes
- Redundant Engine Control Units
- Pedal simulator
- Fault-tolerant 2-voltage on-board power supply
- Diagnostic System

DAIMLERBENZ
AKTIENGESELLSCHAFT