



Vložené řídicí systémy Deterministický Ethernet

Pavel Balda
ZČU v Plzni, FAV, KKY



Osnova přednášky

- Ethernet POWERLINK
- EtherCAT (viz další prezentace)

2



Doporučená literatura

- <http://ethernet.industrial-networking.com>
- <http://www.ethernet-powerlink.org>
- <http://www.br-automation.com>
- <http://www.can-cia.org>
- <http://www.ethercat.org>

3



Kolize v Ethernetu

- V Ethernetu se detekují kolize metodou **CDMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection)
 - Porovnávání vyslaných dat s přijatými
 - Pokud se liší, došlo ke kolizi
- Dlouhou dobu byly kolize hlavní překážkou rozšíření Ethernetu do průmyslu

4

Co je Ethernet Powerlink

- Ethernet byl vyvinut před cca 30 lety
 - Nebyl a nemohl být brán ohled na budoucí potřeby v průmyslu
 - Není např. určen pro přenos dat v reálném čase mezi výkonnými pohony a špičkovými PLC
- Ethernet Powerlink (EPL) je nový protokol vyvinutý firmou B&R Automation (Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik GmbH)
 - Jeho specifikace je spravována organizací EPSG (Ethernet Powerlink Standardization Group), která zaručuje otevřenost standardu a jeho další rozvoj
 - Umožňuje deterministický přenos dat s periodami cyklu až 200 mikrosekund a velmi přesným časováním. Jeho nepřesnost (tzv. jitter) je menší než 1 mikrosekunda !
 - Je jediným takto výkonným protokolem, který neporušuje žádné standardy Ethernetu!
 - Poprvé je umožněno využít „sílu“ informačních technologií ve světě automatizace
 - Je vhodný zejména pro řízení pohonů, vstupy a výstupy, vizualizaci a výměnu dat mezi programovatelnými automaty.

5

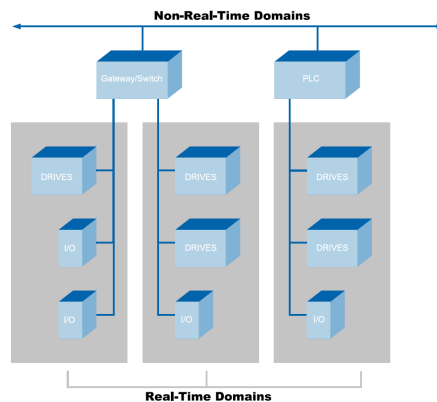
Proč Ethernet Powerlink?

- Žádné riziko, že „dojdou součástky“
 - Ethernet Powerlink může běžet na jakémkoliv standardním integrovaném Ethernetovém obvodu
- Volnost implementace
 - Zařízení podporující EPL mohou běžet např. na těchto platformách: Altera FPGA, ARM, Hilscher NetX, Hyperstone, Intel XScale, Freescale, Infineon, NetSilicon, atd.
- Dostupnost technické podpory
 - Není třeba začínat od nuly, existují „Evaluation kits“, lze i zakoupit sw implementaci na klíč
- Univerzalita
 - V EPL hardwaru mohou běžet i jiné průmyslové protokoly, např. Modbus TCP, Ethernet/IP nebo Profinet SRT
 - EPL umožňuje jakoukoliv architekturu sítě, např. hvězdu, strom, daisy chain.
 - EPL umožňuje rozšiřování za běhu (hot plugging), proto je ideální jako páteřní síť pro modulární stroje
- EPL je Ethernet
 - Jakákoliv standardní síťová technologie může být kombinována s EPL

6

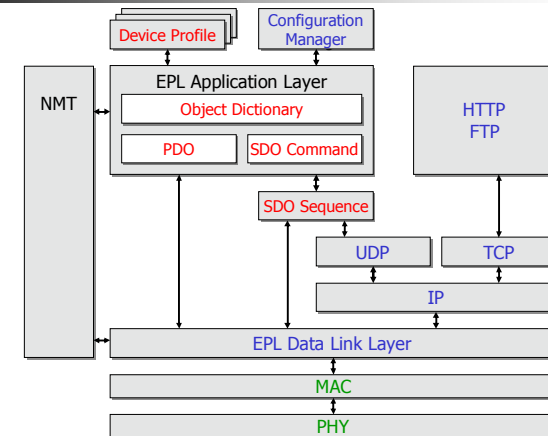
Struktura sítě

- EPL rozlišuje dva typy domén:
 - Real-Time domény
 - Slouží pro komunikaci dat požadovaných v reálném čase
 - Non-Real-Time domény
 - Méně kritická data jsou transparentně routována mezi oběma typy domén pomocí rámců IP protokolu.
 - Rozdělení odpovídá hierarchii podnik – stroj a požadavkům na zvýšené zabezpečení komunikace na úrovni stroje



7

ISO/OSI model pro EPL (1/2)



8

ISO/OSI model pro EPL

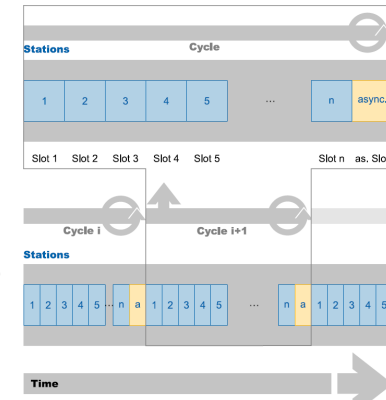
(2/2)

- NMT – **Network Management**
 - Mechanismus pro řízení a monitorování konzistence sítě během nabíhání (boot-up) i provozu (running)
- **Object Dictionary** a Device Model
 - Obecná metoda pro specifikaci dat, parametrů a funkcí, které jsou poskytovány daným zařízením (nebo typem zařízení)
- PDO – **Process Data Object**
 - Obecný mechanismus umožňující specifikovat data, vyměňovaná mezi různými zařízeními
- SDO – **Service Data Object**
 - Obecný mechanismus pro přenos většího množství dat (než pomocí PDO), např. konfiguračních dat
- **Device Profiles**
 - Standardizované definice dat, parametrů a funkcí určitých typů zařízení, např. pohonů, vstupně-výstupních modulů, enkodérů, PLC, apod.
- Uvedené pojmy jsou kompatibilní se specifikací CANopen (protokol CAN, Controller Area Network)

9

Spojová vrstva (Data Link Layer)

- Deterministické časování
 - Dosaženo cyklickým střídáním (rozvrhování, schedule) všech připojených uzlů pro přístup k fyzické vrstvě
- Rozvrh je rozdělen na dvě fáze:
 - **Izochronní fáze** – přenášejí se časově kritická data
 - **Asynchronní fáze** – rezerva pro přenos časově nekritických dat
- V síti existuje speciální uzel, tzv. **Managing node**, přidávající přístup k fyzickému médium pomocí řídicích zpráv.
- V daném čase má tento přístup právě jedno zařízení, tím je **zabráněno vzniku kolizí**



10

Adresování v EPL

- EPL používá MAC (Media Access Control) adresy podle normy IEEE 802.3 (normy specifikující standardy fyzické vrstvy Ethernetu)
 - Každé zařízení má svou MAC adresu
- Navíc každému uzlu (zařízení) v real-time doméně je přiděleno tzv. EPL node ID
 - Node ID lze volit přepínačem na předním panelu daného zařízení
- Kromě toho může mít každé zařízení i svou IP adresu
 - tj. i real-time zařízení mohou být dostupná odkudkoliv z Internetu
 - Zařízení v real-time doméně mají přiděleny lokální IP adresy, odvozené od daného Node ID. Pro umožnění přístupu z internetu se používá NAT (Network Address Translation)
 - Mechanismus přidělování IP adres pomocí DHCP není vhodný, protože se adresa může měnit. Proto se v EPL nepoužívá

11

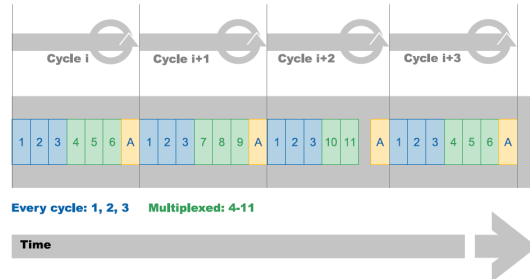
Adresování v EPL

- EPL používá MAC (Media Access Control) adresy podle normy IEEE 802.3 (normy specifikující standardy fyzické vrstvy Ethernetu)
 - Každé zařízení má svou MAC adresu
- Navíc každému uzlu (zařízení) v real-time doméně je přiděleno tzv. EPL node ID
 - Node ID lze volit přepínačem na předním panelu daného zařízení
- Kromě toho může mít každé zařízení i svou IP adresu
 - tj. i real-time zařízení mohou být dostupná odkudkoliv z Internetu
 - Zařízení v real-time doméně mají přiděleny lokální IP adresy, odvozené od daného Node ID. Pro umožnění přístupu z internetu se používá NAT (Network Address Translation)
 - Mechanismus přidělování IP adres pomocí DHCP není vhodný, protože se adresa může měnit. Proto se v EPL nepoužívá

12

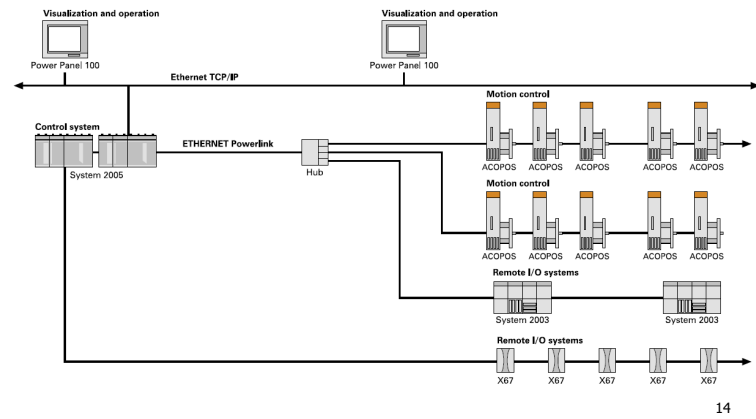
Využití přenosového média

- Isochronní data lze přenášet:
 - V každém cyklu (viz 1,2,3) – maximální rychlostí
 - Multiplexované (viz 4 až 11) – data jsou stále ještě časově kritická, mohou však být přenášena s delší periodou (násobek základní periody cyklu). O přiřazení časových oken rozhoduje řídicí uzel



13

Příklad: Struktura ŘS založeného na EPL



14