

# Rețele industriale



# Terminologie

- TOPOLOGIE – Forma rețelei
- CAN – Controller pentru accesul la rețea
- PHY – Nivel fizic
- MAC – Media Access Control
- MULTICAST – Date trimise la mai multe destinații
- ÎNCAPSULARE – Nivelul de date

# Terminologie

- DETERMINISM – Întârzierea maximă a datelor poate fi determinată
- REPEATABILITATE – Sosirea datelor este repetabilă
- INTEROPERABILE – Dispozitivele pot să lucreze împreună
- INTERSCHIMBABILE – Dispozitive similare pot fi schimbate între ele

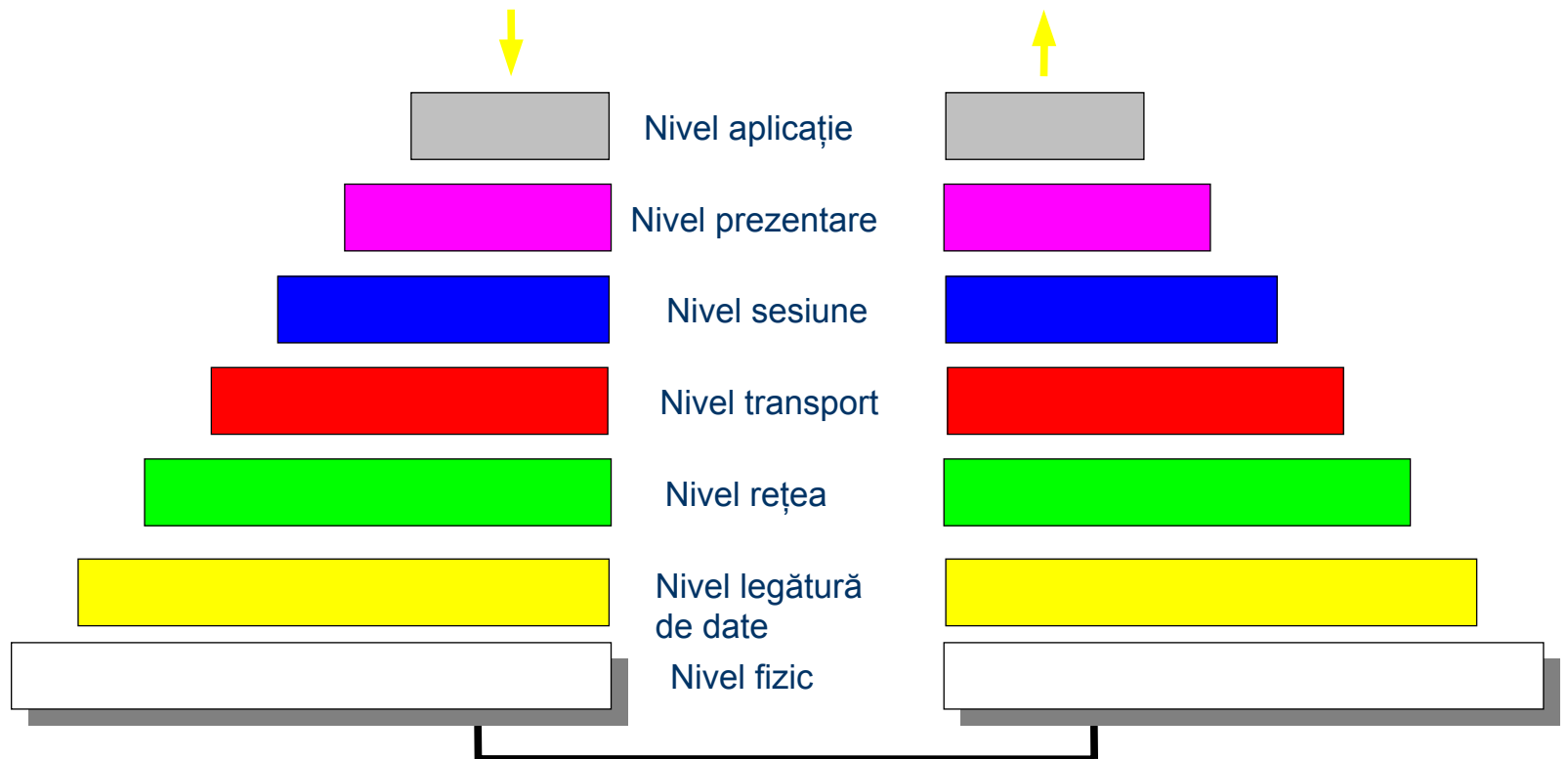
# criterii de selecție

- De firmă vs. deschise
- Dimensiunea datelor & viteza
- Determinism
- Topologii disponibile
- Corectarea erorilor
- Organizațiile de standardizare
- Modelul de rețea

# Modele de rețele

- **Tradițional**
  - Câmpul Sursă identifică nodul care transmite
  - Câmpul Destinație identifică nodul care recepționează
  - Foarte limitat
- **Producător/Consumator**
  - Bazat pe conexiune
  - Opeare multicast
  - Foarte eficient

# MODEL OSI



# OSI – Nivel aplicație

Aplicație

- Datele consumate și generate

Exemple:

- Ethernet: e-mail, ftp
- DeviceNet: procesarea dispozitivelor I/O

# OSI – Nivel prezentare & Nivel sesiune

Aplicație

Prezentare

Sesiune

- Formatarea datelor
- Conexiuni aplicație

Exemple:

- Ethernet/IP



# OSI – Nivel transport

Aplicație

Prezentare

Sesiune

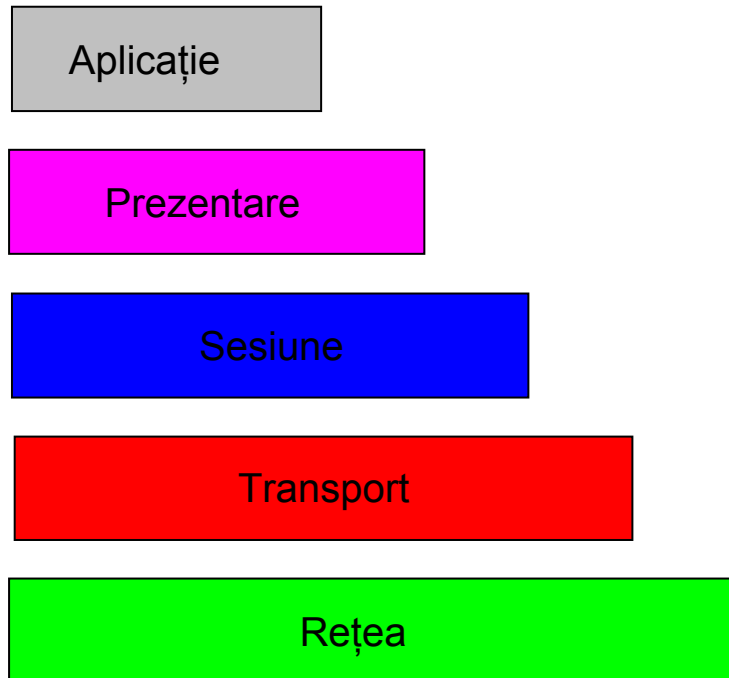
Transport

- Gestionează conexiunile
- Corectare erori
- Controlul transferului

Exemple:

- TCP

# OSI – Nivel rețea

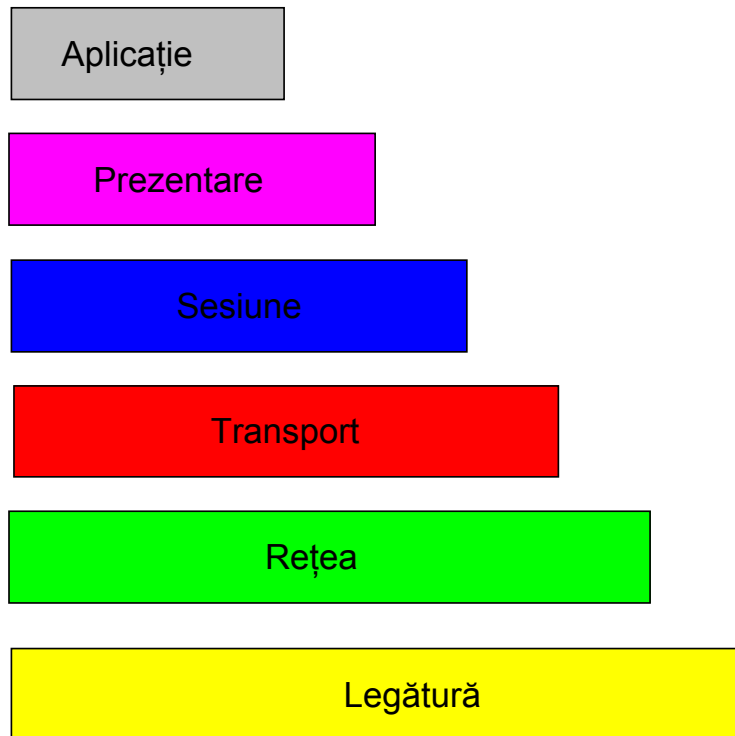


- Rutarea mesajelor
- Controlul congestiei
- Transmisie nod-nod

Exemple:

- IP

# OSI – Nivel legătură de date

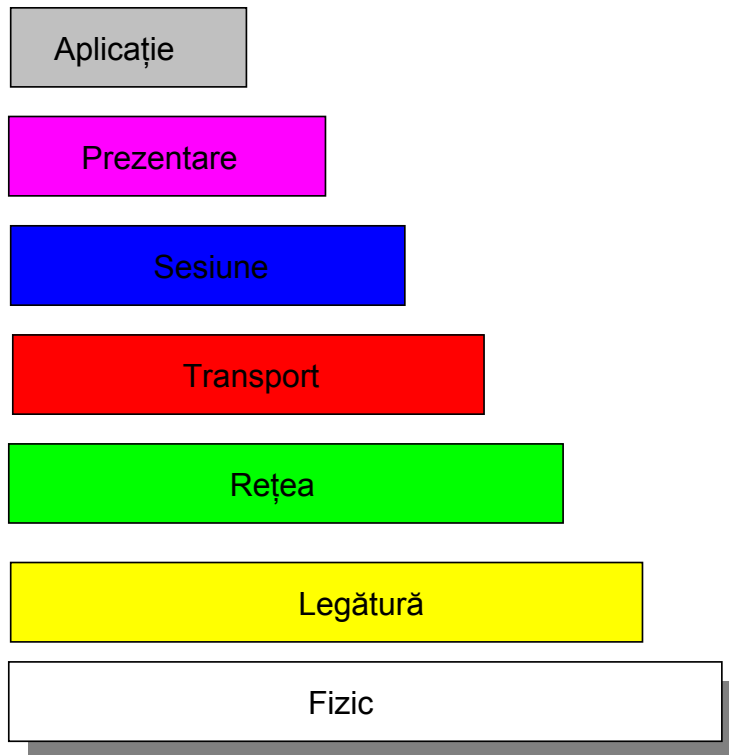


- Media Access Control
  - Acces multiplu prin sesizarea purtătoarei (CSMA - Carrier Sense Multiple Access )
  - Transfer jeton
- Control logic al legăturii
  - Transmisie/Recepție bit
  - Verificare erori
  - Controlul transmisiei

Exemple:

- Toate

# OSI – Nivel fizic

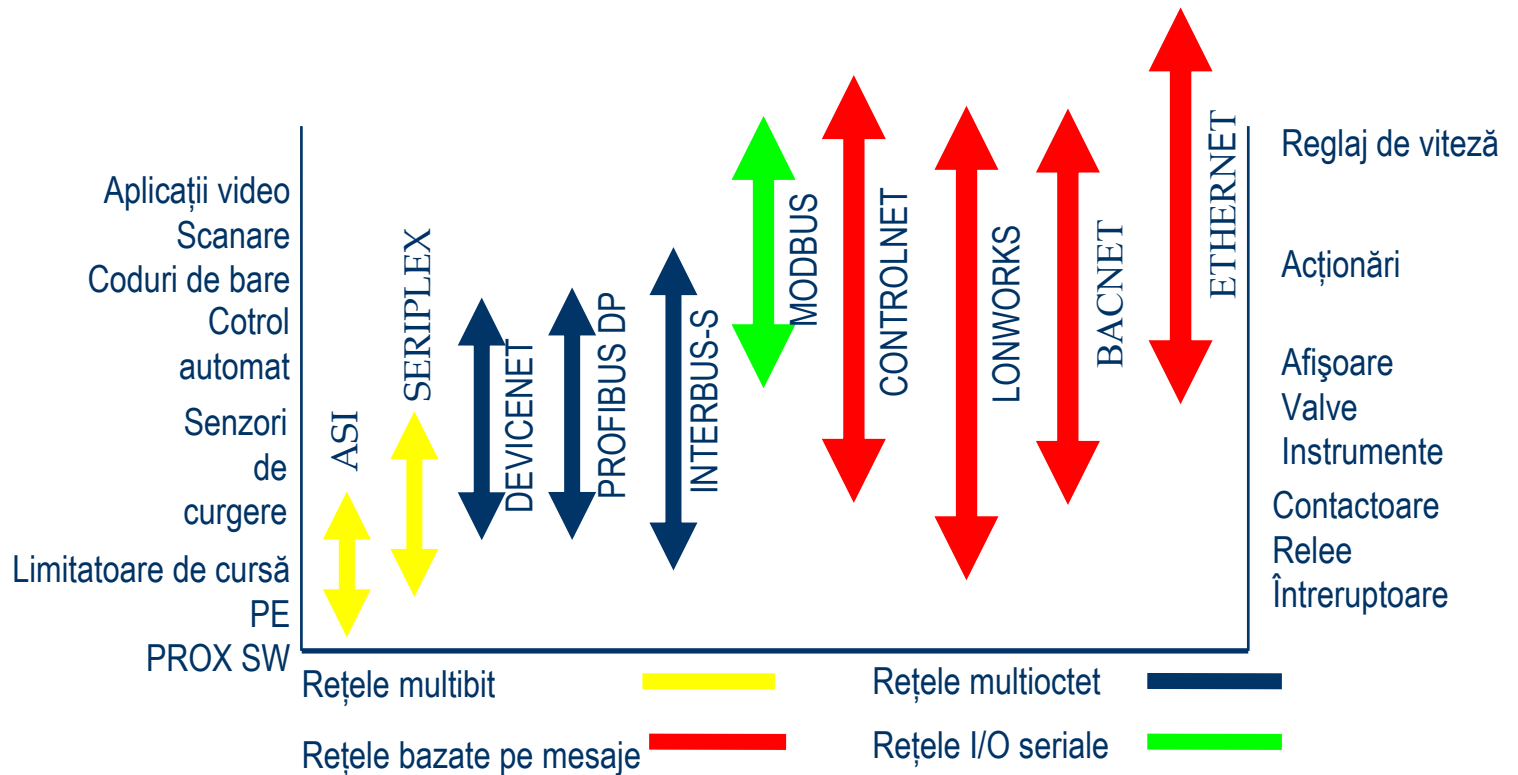


- Transferă șirul de biți
- Componente electro-mecanice

Exemple:

- Toate

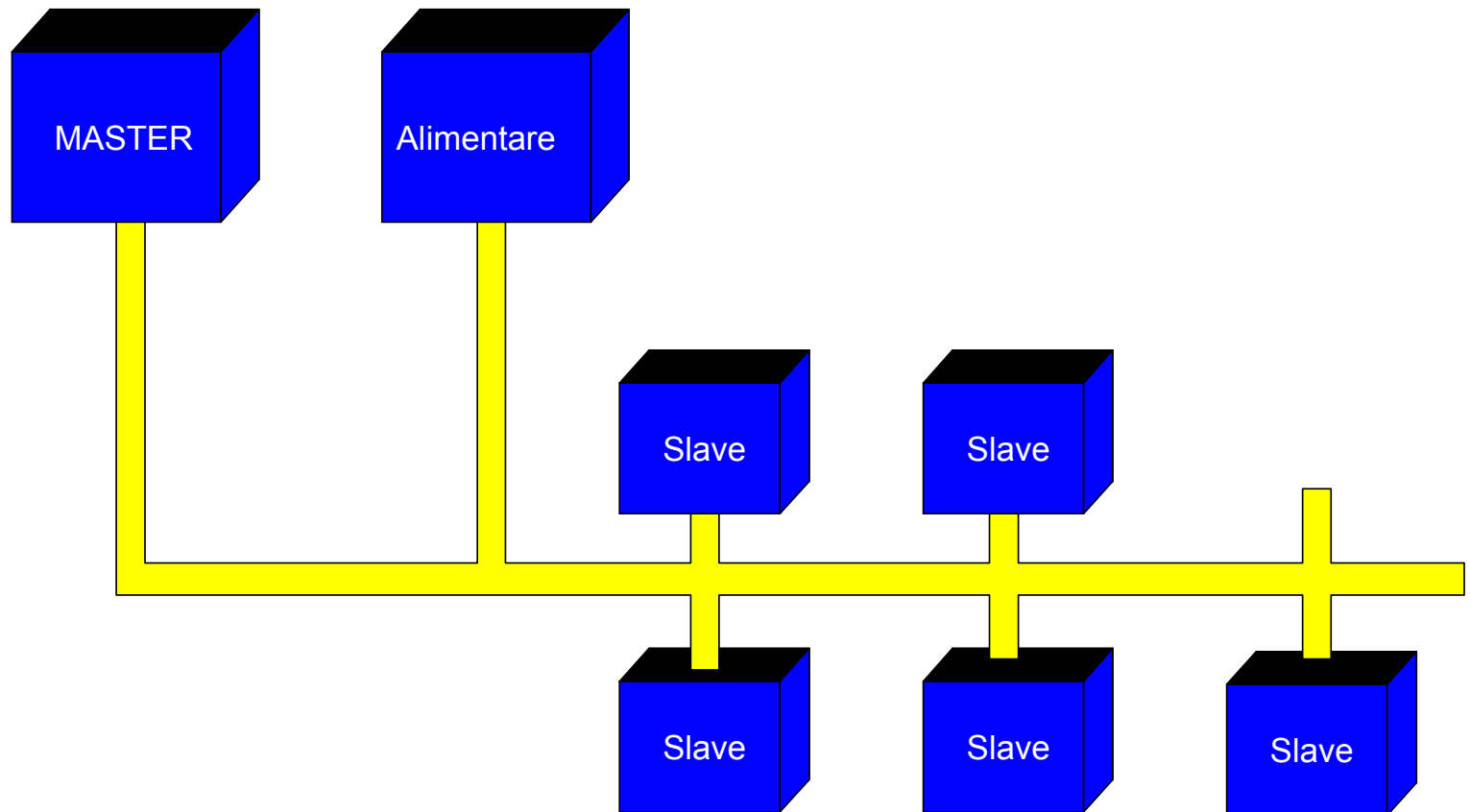
# Rețele industriale. Comparație



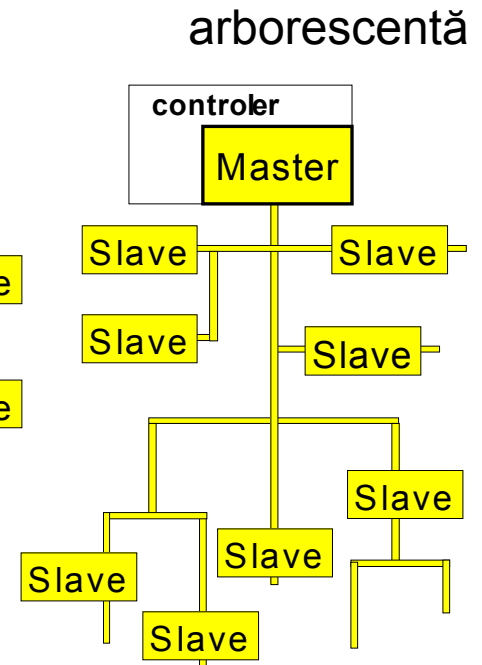
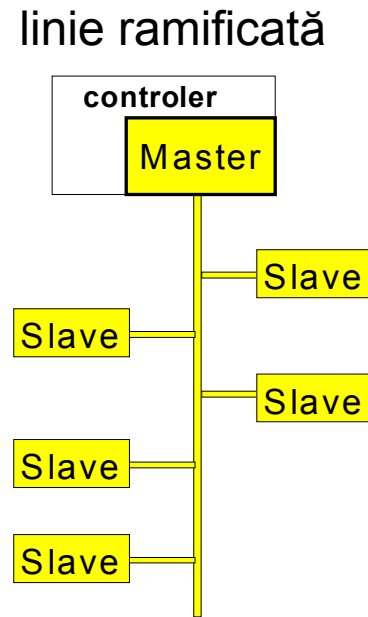
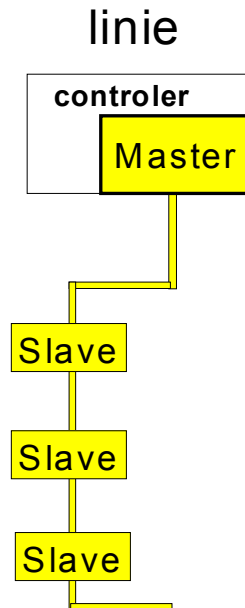
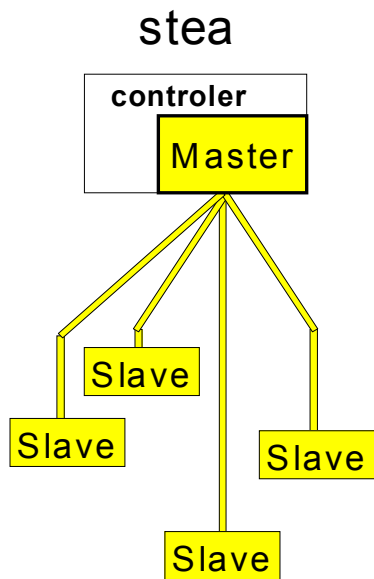
# Rețele multibit

- Înlocuire imediată a conexiunilor electrice clasice
- viteză mare
- mărime redusă a datelor
- digitale
- nu conțin date pentru diagnosticare

# AS-I Număr minim de componente



# AS-I Topologii





# Rețeaua AS-I

- cea mai bună pentru dispozitive “binare” cum ar fi limitatoare de cursă, potodectoare și detectoare de prezență
- reducerea costurilor cu 15-40%
- circuite AS-I permit accesul la rețea
- 1 Master, 31 Slave (62 în V2.1)
- 4 ni, 4 nd per nod (maxim 248)
- 100m lungime totală (cablu galben)

# Rețeaua AS-I

- topologii: arborescentă, în linie, stea și altele
- alimentarea și datele integrate în aceeași rețea
- durata unui ciclu e de 5ms cu toate cele 31 slave
- prioritatea nodurilor stabilită în sistem de Master sau în afara sistemului
- cablu plat sau rotund

# Rețele seriale

- orientate UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) – RS-232/422/485
- Materializare cu costuri scăzute
- Eficientă pentru transmitere de mesaje
- Viteză mică (nu satisface condițiile de timp real)
- Model de rețea Sursă/Destinație
- Standarde de firmă sau deschise (open standard)

# Aplicații ale rețelelor seriale

- înregistratoare
- instrumente
- acționări
- cititoare de coduri de bare
- cititoare de radiofrecvență
- rezervoare de combustibil
- stații de tratare a apei reziduale

# MODBUS

- tehnologie a anilor 1960
- șiruri de date de comunicație simple, concise
- suport fizic RS232/422/485
- dispozitive modelate ca registre și bobine
- set de instrucțiuni bine definit
- 1 Master, 254 Slaves
- Materializare cu cost redus

# MODBUS (Continued)

- reprezentare a rețelei bobină/registru
- viteză redusă – (nu satisface condițiile de timp real)
- 247 noduri maximum
- nu are certificare formală
- promovat de grupul Schneider

# MODBUS

- **Avantaje**
  - Standard deschis și larg răspândit
  - set de comenzi clar și concis
  - număr mare de instalări
  - materializare cu cost redus
- **Dezavantaje**
  - Model de rețea sursă/destinație
  - greu de depanat

# MODBUS pe scurt

- toate dispozitivele ar trebui să suporte Modbus
- unelte de configurare la îndemână
- poate fi utilizat de majoritatea utilizatorilor
- acces ușor la dispozitive de adptare cu alte rețele
- unelte gratuite pe web
- crește penetrația pe piață



# Limitările rețelelor seriale

- Standarde electrice insuficiente
- Cele mai multe sunt protocoale de firmă
- Susceptibile la zgomot
- Probleme cu masa
- Probleme cu punctele de capăt
- Probleme la configurare
- Performanțe limitate
- Greu de depanat
- Suport pe viitor incert

# Rețele multi-octet

- Orientate în principal pe octet
- Prezintă un anumit determinism
- Operare pseudo timp real
- Depanare îmbunătățită
- Cost redus – suport pentru senzori mici

# Rețele multi-octet

- Date analogice
- Volum mic de mesaje simple
- În general nu are posibilități pentru comunicații de la egal la egal
- Model Sursă/Destinație sau Producător/Consumator îmbunătățit

# INTERBUS-S

- De tip inel, Rețea cu registru de deplasare
- Suportă subrețele multiple
- Auto-configurare
- Cerințe ale aplicațiilor
  - Număr mare de I/O
  - Redundanță

# DeviceNet

- CAN Nivel aplicație
- DeviceNet transportă
  - date I/O
  - alte date decât cele de control
- Folosind
  - Comunicații Master/Slave
- Între
  - Dispozitive reprezentate de obiecte

# Istoric DeviceNet

- ~1985 CAN dezvoltat de BOSCH
- ~1993 AB dezvoltă DeviceNet
- ~1995 Dreptul de proprietate transferat organizației ODVA (Open DeviceNet Vendor Association)
- ~1996 Masă critică de producători/Utilizatori

# Caracteristicile DeviceNet

- Trunchi cu with Drops
- 64 Noduri
- Pot exista mai mulți Masteri
- Înlocuirea sau introducerea unui nod nou se poate face sub tensiune
- Cablul include alimentare și linii de date
- Rate de transfer de 125K, 250K și 500K Baud

# DeviceNet & CAN



- Semnalizare fizică
- Controlul accesului la mediu
- Controlul coliziunilor prin arbitrare la nivel de bit



# Structura de comunicație DeviceNet

- Bazat pe conexiune
- În principal Master/Slave
- Suportă conexiuni I/O Connection de tip:
  - cu interogare (polling)
  - schimbarea stării
  - pulsuri
- Capacitate redusă de comunicare cu egali (peer)
- Nu permite multicasting

# Modelul obiect al DeviceNet

- Dispozitivele descrise ca o serie de obiecte
- Obiectele descriu comportamentul exterior
- Obiecte cerute:
  - Obiectul Identitate (Identity Object)
  - Obiectul DeviceNet
  - Obiectul Router
  - Obiectul conexiune (Connection Object)
- CIP – Control & Information Protocol

# Profile DeviceNet

- “Standardizează” operațiile dispozitivelor asemănătoare
- Un profil DeviceNet specifică
  - Modelul Obiect
  - Datele I/O
  - Datele de configurare
- Producătorii pot adăuga extensii

# Aplicații perfecte DeviceNet

- Conductoare lungi/extinse
- Dimensiuni fizice mici
- 64 dispozitive
- I/O mici și nu foarte rapide
- Tipuri diferite de dispozitive
- Deterministic nu foarte critic
- Aplicație tipică: Transportor cu bandă

# Profil acționare c.c./c.a.

- Include scalari, c.a., vectori c.a. & c.c.
- Obiecte specifice acționărilor
  - Supervisor de control
  - Sistem de acționare c.a./c.c.
  - Datele motorului
- Inter-operabile nu interschimbabile

# Preocupări & provocări privind DeviceNet

- Testarea conformității
- Îmbunătățiri/revizuirii ale specificațiilor
- Promovarea ca standard internațional
- Presiunea impusă datorită cerințelor pentru performanță
- Redundanță
- Operare de tip egal la egal

# Alte protocoale CAN

- J1939
  - standard sponsorizat de SAE
  - Comunicare între componentele vehicolului
  - Mesaje între egali (peer to peer)
- CANOpen
  - Standard al Comunității Europene
  - specificația Can în Automatică (CiA)
  - largă răspândire în domenii de la cel al bunurilor de larg consum la cel medical și al aplicațiilor industriale

# Profibus

- Inițiativă germană din 1989
- bazată pe RS485
- circuitul Profibus conține o stivă, MAC (Media Access Control)
- Versiuni multiple DP, FMS, PA
- 127 noduri, 1000m
- 244 Octeți/Mesaj, 12Mbaud
- Rețea de tip Master/Slave cu interogare (Polling)
- Sprijinit de Profibus Trade Organization



# ProfiBus

- Avantaje
  - Viteză mare
  - Grad mare de determinism
  - circuitele ASIC implementează o stivă de comunicare
  - acceptat universal în Europa
- Dezavantaje
  - Cost ridicat
  - Magistrala nu are alimentare
  - Model traditional Master/Slave

# Rețele bazate pe mesaje- ControlNet

- Deterministe & repeatabile
- Capacitate mare de I/O & mesaje
- 99 Noduri per subrețea
- Comunicație Multicast & Peer
- Adaptabilă de către utilizator
- Poziția pe piață e nesigură
- Scumpă

# Aplicații ControlNet

- Cerințe ale aplicației:
  - Număr mare de I/O
  - Număr mare de noduri
  - Secvențiere și poziționare precisă
  - Control cu sincronizare precisă
- Rețele cu care intră în competiție:
  - ProfiBus FMS
  - MODBUS Plus
  - Ethernet/IP

# Ethernet

- Cea mai populară rețea din istorie ( peste 200 000 000 noduri și creșterea continuă)
- introdusă de Xerox din 1970
- standard IEEE 802.3
  - Nivel fizic (caracteristici electrice)
  - Nivel legătură de date (MAC, corectare a erorilor și formare de cadre - frame format)

# Variante ale Ethernet

	10BASE-5	10BASE-2	10BASE-T	10BASE-FL
Descriere	Thicknet	Thinnet	10Base-T	10Base-FL
MAC	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD
Topologie	Magistrală	Magistrală	Stea	Stea
Cablare	RG-8 Coaxial	RG-58 Coaxial	UTP	Fibră sticlă
Dimensiunea segmentului	5000 m	185m	100m	2000 m

# Alimentare prin Ethernet (PoE - Power Over Ethernet)

- IEEE 802.3AF - Power-over-Ethernet
- Perechile nefolosite (7-8, 4-5) asigură alimentarea
- Include validarea dispozitivului
- Acceptat în iunie 2003
- Injectoare & Taps

# Tipuri de dispozitive PoE

- "PoE-Compatible" or "Active Ethernet"
- Dispozitive necompatibile PoE
- Tap pasiv – fără conversie
- Tap reglate – se reglează conform cerințelor dispozitivelor
- Dispozitive injectoare – furnizează alimentare pentru rețele Cat5

# PoE

- Dezavantaje
  - Necesarul de curent trebuie calculat cu atenție
  - Trebuie atenție cu dispozitivele apărute înaintea standardizării
  - Unele dispozitive utilizează firele PoE
  - Probleme cu emisiile EM și încălzirea
- Avantaje
  - Puncte de acces la distanță fără fir cu cost redus
  - Aduce punctele de acces mai aproape de antenă (cablu mai mic pentru antenă)
- Pasive vs. Reglate



# Nivelurile de aplicație Ethernet

- Modbus/TCP ([www.modbus.org](http://www.modbus.org))
- Ethernet/IP ([www.odva.org](http://www.odva.org))
- ProfiNet ([www.profibus.com](http://www.profibus.com))

# Modbus/TCP

- Structura de bază a mesajelor este Modbus
- Arhitectura rețelei de tip Registru/Bobină identică
- Simplu de materializat
- Unelte disponibile imediat
- Întâlnită la multe automate programabile și interfețe om-mașină
- Simplitatea este marea slăbiciune și forță

# Modbus/TCP

- **Avantaje**
  - Nivel de aplicație folosind TCP/IP
  - Materializat cu ușurință
  - Mesaje concise
  - Folosește Modbus care este larg utilizat și înțeles
- **Dezavantaje**
  - Posibilitate de interschimbare redusă sau 0
  - Tipuri de date limitate
  - Limitare a dimensiunii datelor transferate

# PROFINet

- NU are legătură cu Profibus
- Bazat pe MS DCOM – Distributed Component Object Module
- Modularitate a procesului cu inteligență distribuită
- Suport redus
- Comunicație tip TCP/IP

# Ethernet/IP

- CIP – Common Industrial Protocol (Model obiect de tip DeviceNet) folosind Ethernet
- Suport de la producători semnificativ
- Arhitectură specifică producătorului
- Sprijinit de ODVA
- Compatibilă cu DeviceNet & ControlNet

# Bibliografie

- John S. Rinaldi, Industrial Automation Networking 2004 & Beyond, Real Time Automation, [www.rtaautomation.com](http://www.rtaautomation.com)