

REDES INDUSTRIAIS DE COMPUTADORES

Prof. André Cavalheiro

Turma: PMR3402

Data: novembro/21



Objetivos

- Apresentar os principais conceitos ligados às Redes Industriais.
- Apresentar as tecnologias utilizadas nos projetos de Redes Industriais.
- Criar embasamento teórico visando a administração e controle de Redes Industriais.



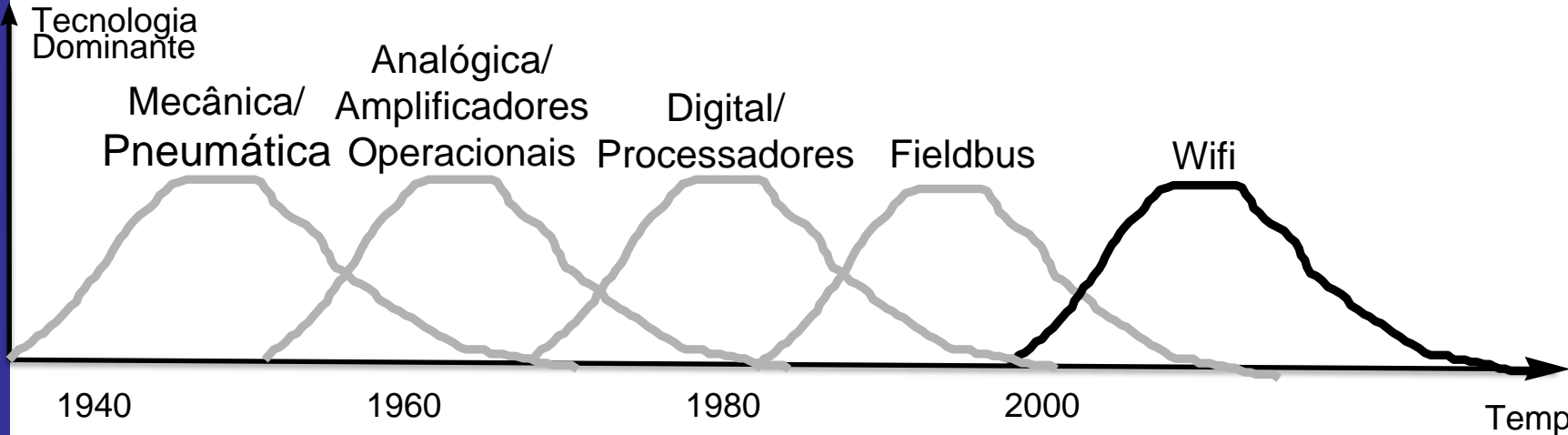
Tópicos

1. Revisão de sistemas de comunicação industrial.
2. Conceitos de Controladores Programáveis.
3. Sensores e atuadores Industriais e tipos de sinais.
4. Tipos de redes de comunicação de Campo.
5. Sistemas de controle e supervisão industrial.
6. Sistemas de controle centralizados e distribuídos.
7. Aplicações e especificação de Redes Industriais.



Evolução dos Sistemas de Automação

Redes Wireless é a próxima grande transição Tecnológica no campo da automação industrial





1. Revisão de sistemas de comunicação industrial

Tipos de Redes

- LAN (Local Area Network);
- MAN (Metropolitan Area Network);
- WAN (Wide Area Network)



1. Revisão de sistemas de comunicação industrial

LAN (Local Area Network)

- altas taxas de transmissão;
- baixas taxas de erros;
- propriedade privada;
- geograficamente limitadas;
- meios de transmissão : par trançado e coaxiais;
- topologias mais utilizadas: estrela, anel e barra;

• *LAN (Rede Local): Pode-se caracterizá-la como sendo uma rede que permite a interconexão de equipamentos de comunicação de dados numa “pequena região”, em geral distâncias curtas*

• *Características de LANs:*

- * *Meios que permitem altas taxas de transmissão (Tbps);*
- * *Taxas de erros baixa;*
- * *Propriedade particular;*
- * *Topologias mais utilizadas: estrela, anel e barramento*



1. Revisão de sistemas de comunicação industrial

MAN (Metropolitan Area Network)

- restrita a uma área metropolitana;
- meios de transmissão : Cabos ópticos e coaxiais;
- taxas de transmissão : média;

** As Redes Metropolitanas (MANs - Metropolitan Area Network) são intermediárias às LANs e WANs, apresentando características semelhantes às redes locais e, em geral, cobrem distâncias maiores que as LANs.*

** Um bom exemplo de MAN são as redes de TV a cabo.*



1. Revisão de sistemas de comunicação industrial

WAN (Wide Area Network)

- conecta redes locais geograficamente distantes;
- meios de transmissão (satélite, linhas telefônicas, microondas (rádio), fibra óptica) custo elevado;
- geralmente são redes públicas;

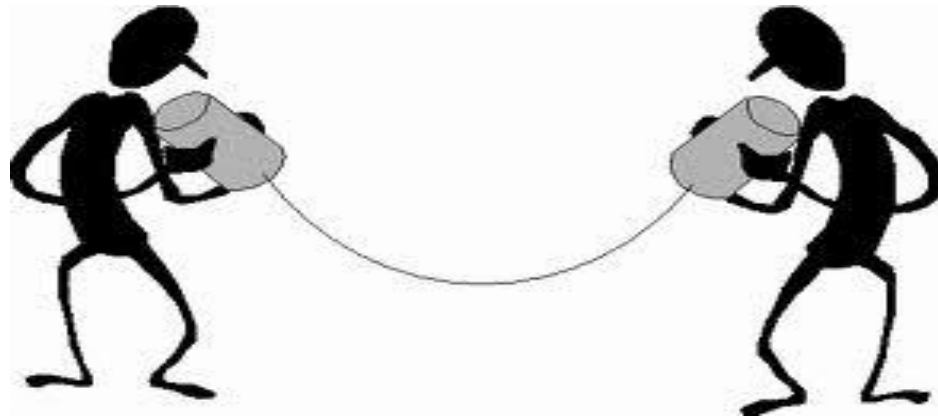
- *WANs (Redes Geograficamente Distribuídas)*
 - * *Surgiram da necessidade de se compartilhar recursos por uma comunidade de usuários geograficamente dispersos;*

- *Características de WANs:*
 - * *Custo de comunicação elevado devido a uso de meios como: linhas telefônicas, satélites, Microondas e Fibra óptica;*
 - * *Geralmente são de propriedade pública;*
 - * *A escolha de um tipo particular de rede para suporte a aplicações industriais é uma tarefa difícil. É necessário analisar atributos como: custo, confiabilidade, tempo de resposta, disponibilidade, facilidade de manutenção, prazos para atendimento de defeitos, velocidade, segurança/criptografia, e outros.*



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

O que é comunicação?



Conjunto de recursos que visa o transporte eficiente e integro de mensagens

- transmissor
- receptor
- meio de transmissão
- protocolo de comunicação





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Protocolo de Comunicação

São regras que disciplinam e viabilizam a comunicação entre as partes

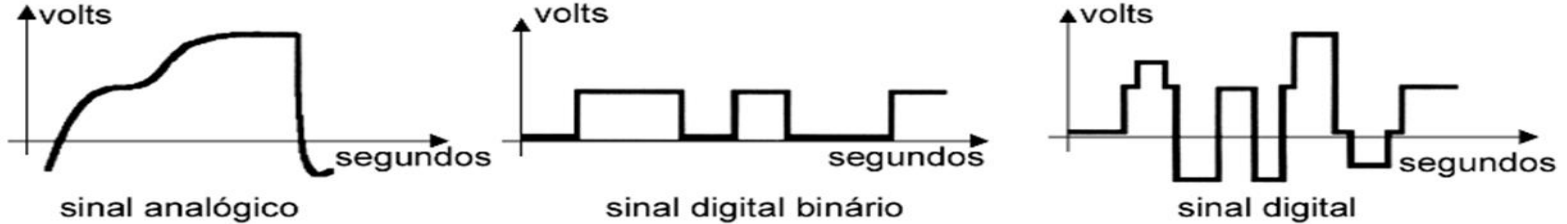
- transmissor / receptor
- tipo de conexão física (elétrica, luz, rádio, fumaça...)
- handshake (alô, quem fala?)
- controle de fluxo (aguarde um momento...)
- controle de erro (por favor, pode repetir?...)
- Informação, codificação e modulação (assunto/idioma/velocidade)
- ...



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Transmissão de Dados:

Tipos de sinais:



Sinal analógico: podem assumir qualquer valor dentro de uma determinada faixa de frequência e/ou amplitude em função do tempo

Sinal digital binário: podem assumir dois valores binários determinados dentro de uma determinada faixa de frequência ou amplitude

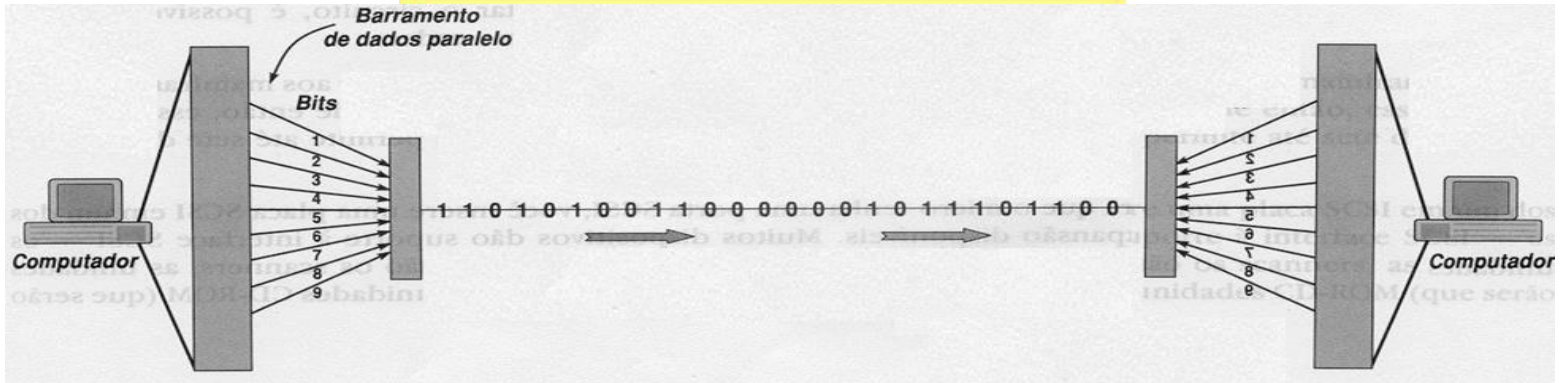
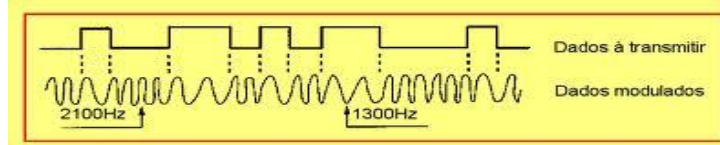
Sinal digital : podem assumir valores determinados dentro de uma determinada faixa de frequência ou amplitude





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Modulação e Demodulação (Codificação e Decodificação)



São regras de conversão da informação em uma outra forma de representação utilizando-se uma tabela, regra ou chamada de código de conversão

- TELEGRAFO (texto)
- FAX (imagem)
- MODEM...





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

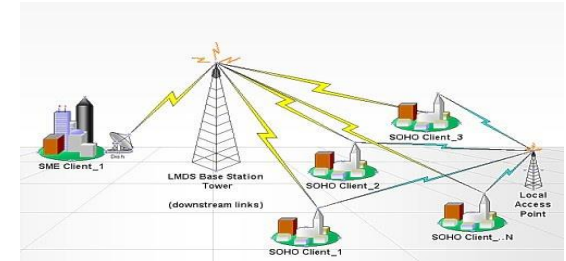
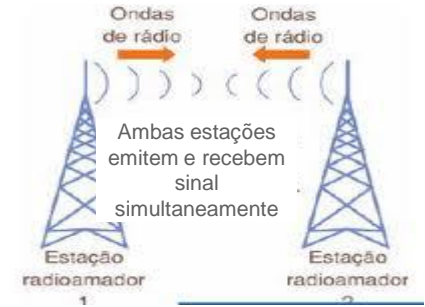
Modos de comunicação:



Simplex



Half Duplex



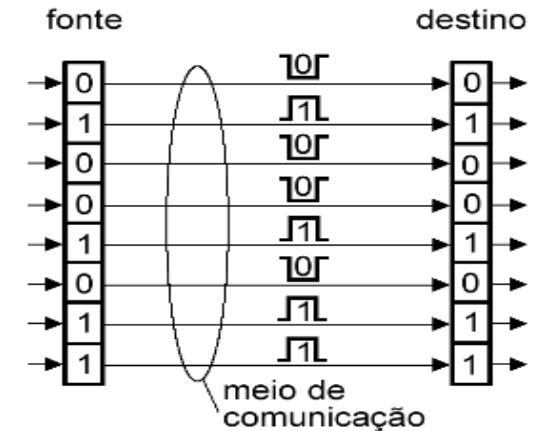
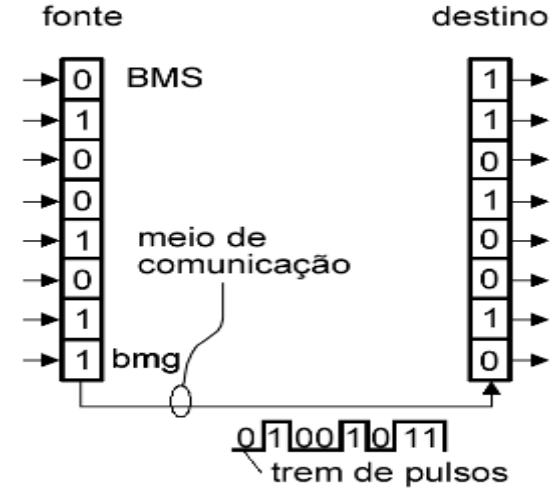
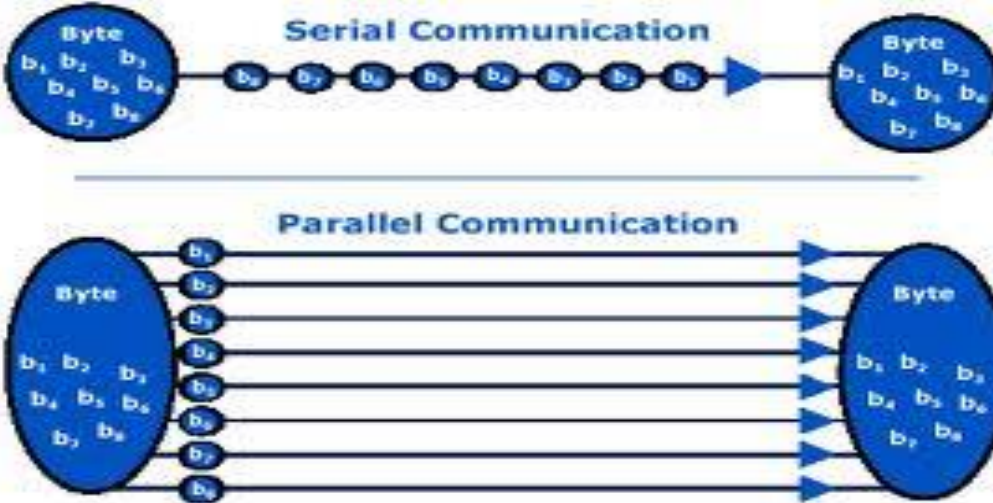
Full Duplex



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Transmissão de Dados:

Tipos de Transmissão:



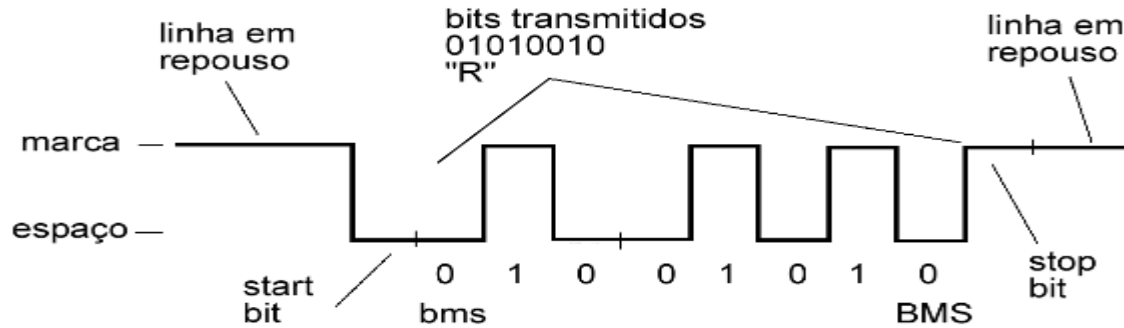


Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Modo de sincronismo:

Em uma comunicação como sincronizar as informações transmitidas entre o emissor e o receptor?

Comunicação Assíncrona:



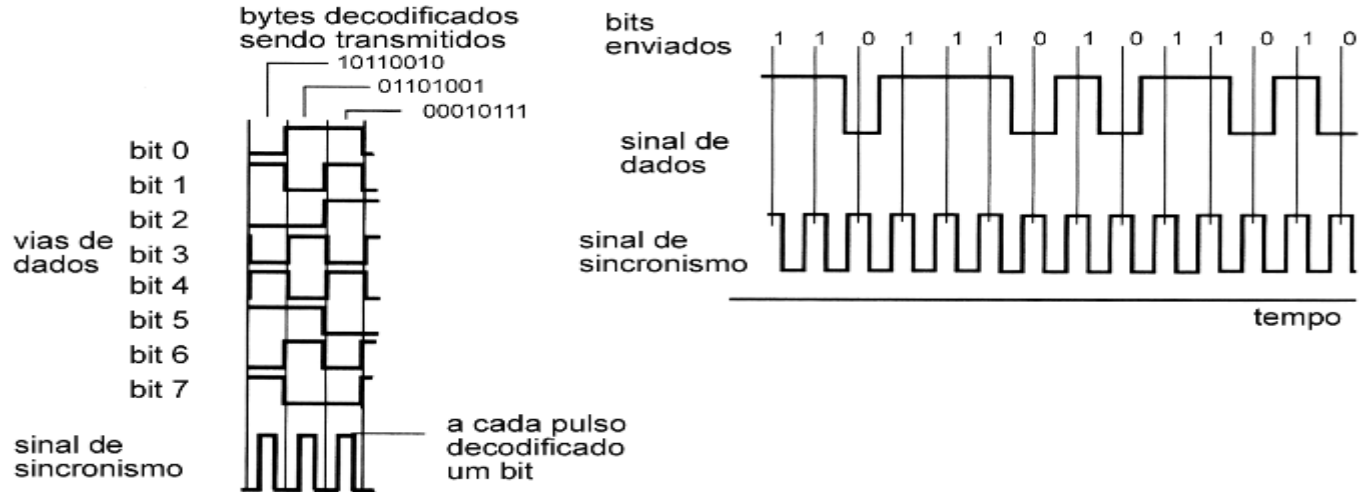
O bit de espaço na transmissão é chamado de start bit. Depois são transmitidos os oito bits de dados e por fim o bit de marca ao final é chamado de stop bit.



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Modo de sincronismo:

Comunicação Síncrona:



Exige a transmissão de um sinal de sincronismo (clock). Esse sinal mantém o sincronismo durante a transmissão.

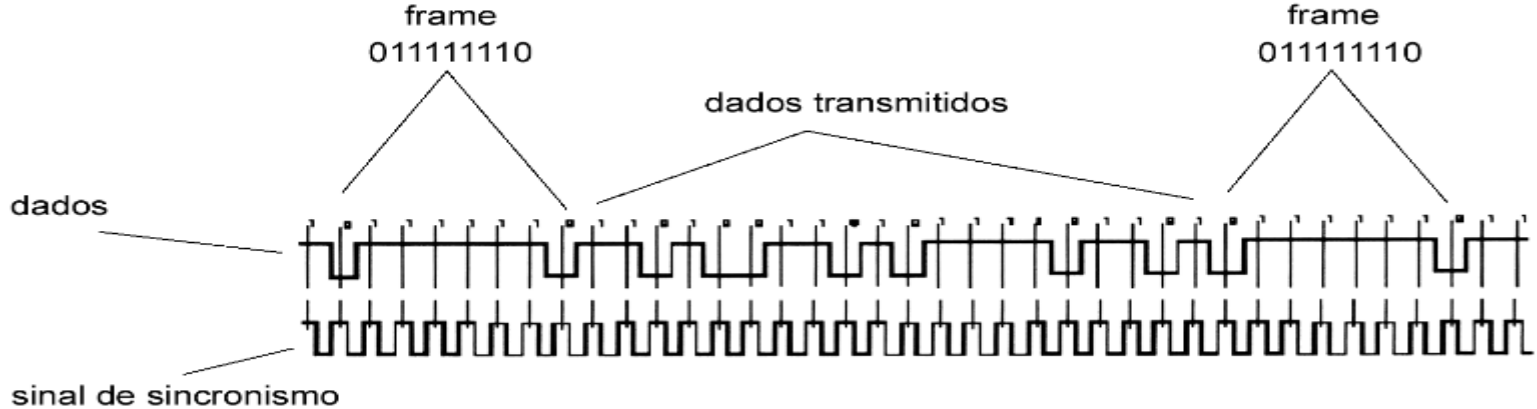




Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Modo de sincronismo:

Frame (ou quantidade de dados):



Frame é um sinal gerado no início da transmissão usado para assegurar a correta transmissão de dados





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Redes – Tipos de Condutores de sinal elétrico



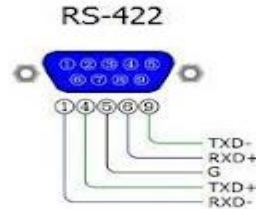
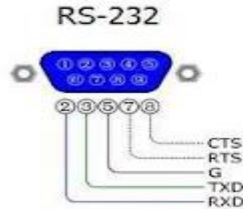
Cabo UTP



Cabo STP



Cabo COAXIAL

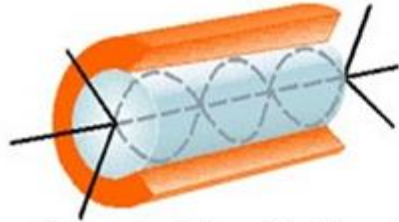


Modbus RTU FMS e TCP



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Redes – Transmissão de sinal via fibra óptica



Cabo de Fibra Multimodo



Cabo de Fibra Monomodo



Conectores



Repetidores industrial para fibra óptica



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial



Introdução

Vantagens das Redes de Automação:

- diminuição de fiação;
- facilidade na manutenção;
- flexibilidade na configuração da rede;
- diagnóstico dos dispositivos;
- integração de equipamentos de vários fabricantes distintos

Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

As redes de campo

- Definição:

Uma rede de campo é um sistema de transmissão de informação (dados) que pode ser usada para simplificar a instalação e operação de máquinas e equipamentos industriais utilizados em processos de produção.

- ❖ Objetivos:

- Substituir as conexões ponto-a-ponto entre os elementos de campo e o equipamento de controle através do tradicional laço de corrente de 4-20 mA, 0-5Vcc, 0-24Vcc, etc.
- Substituir os sistemas de controle centralizados por redes de controle distribuídas, que permitam melhorar a qualidade do produto, reduzir os custos e melhorar a eficiência de um sistema automatizado.





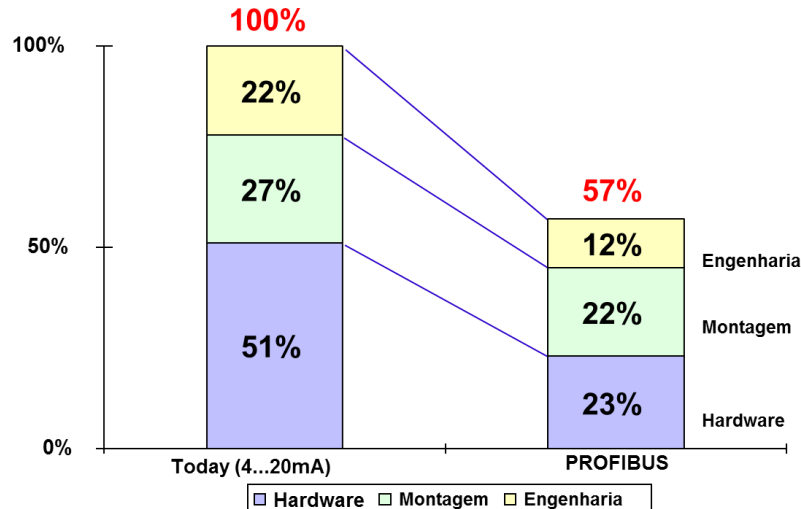
Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial



As redes de campo

Vantagens das redes de campo:

- ✓ Redução de custos, proporcionada por economia em custo de instalação, economia em custo de manutenção e economia derivada da melhora de funcionamento do sistema.





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial



Vantagens das redes de campo:

- ✓ Apresentam basicamente 3 camadas, e um conjunto de serviços de administração de pacotes:
 - ✓ 1 - física
 - ✓ 2 - enlace (detecção de erros)
 - ✓ Aplicação
- ✓ Comunicação bidirecional entre os dispositivos de campo e os sistemas de controle, e também entre os próprios dispositivos de campo.

Modelo OSI (norma ISO/IEC 7498)





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial Sistemas Proprietários e Sistemas Abertos

Vantagens da Migração de sistemas centralizados para distribuídos:

- ✓ Possibilidade de distribuir a inteligência no campo, reduzindo a carga de processamento da UCP, em um ponto central.
- ✓ Redução drástica da fiação de campo, propiciando grande economia de fiação, eletrocalhas, projetos e trabalhos de instalação.
- ✓ Redução do tamanho de armários elétricos e sua distribuição no campo mais perto dos sensores e atuadores.
- ✓ Disponibilidade de diagnósticos avançados fornecidos pelos dispositivos de campo inteligentes.
- ✓ Interoperabilidade entre equipamentos produzidos por fabricantes diferentes (proteção do investimento).



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

As principais redes de campo e suas aplicações:

<p><u>Redes de alta velocidade e baixa funcionalidade</u></p> <ul style="list-style-type: none">. CAN (Controller Área Network). SDS (Smart Distributed System). ASI (Actuator Sensor Interface)	<p>Redes de alta funcionalidade (controle)</p> <ul style="list-style-type: none">. Profibus. WorldFIP. Fieldbus Foundation
<p><u>Redes de alta velocidade e média funcionalidade</u></p> <ul style="list-style-type: none">. DeviceNet. LONWorks. BitBus. DIN MessBus. InterBus-S	<p>Redes para áreas de segurança intrínseca</p> <ul style="list-style-type: none">. HART. Profibus PA. WorldFIP





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Protocolos e Barramentos Industriais:

Fieldbus name	Technology developer	Year introduced	Openness	Network topology	Physical media	Maximum devices (nodes)	Maximum distance	Communication methods	Transmission properties	Data-transfer size	Cycle time: 256 discrete; 16 nodes with 16 I/Os	Web site information available at these URLs
AS-I	AS-I Consortium	1993	AS-II.C. market item	Bus, ring, tree star	2-wire cable	31 slaves	100 m, 300 m with repeater	Master/slave with cyclic polling	EMI resistant	na	4.7 ms	www.as-interface.com www.infoside.de/info/as/as000.htm
ARCNet	Datapoint	1977	Chips, boards, ANSI docs	Star, bus, distributed star	Coax, twisted pair, fiber	255 nodes	Coax 2,000 ft, twisted pair 400 ft, fiber 6,000 ft	Peer to peer	19.53 Kbps to 10 Mbps	0-507 bytes	Application layer dependent	www.arcnet.com www.arcnet.de
CANopen	CAN In Automation, Philips	1995	17 chip and 300 product vendors, open spec	Trunkline, dropline	Twisted pair, optional signal & power	127 nodes	25-1,000 m, depending on data rate	Master/slave, peer to peer, multicast, multimaster	10, 20, 50, 125, 250, 500, & 800 Kbps, 1 Mbps	8-byte variable message	<1 ms	www.can-cia.de www.basch.de/k8/can www.levaser.se
ControlNet	Allen-Bradley	1996	Open spec, 2 chip vendors	Linear, tree, star, or combination	Coax, fiber	99 nodes	1,000 m on coaxial 2 nodes, 250 m with 48 nodes, 3 km fiber, 30 km fiber with repeaters	Producer/consumer, device object model	5 Mbps	0-510 bytes variable	<0.5 ms	www.controlnet.org www.ab.com
Data Highway Plus	Allen-Bradley	na	Proprietary	Linear trunk	Twinaxial	64 nodes/segment	3 km	Multimaster, peer to peer	57.6 Kbps	180 bytes	na	na
DeviceNet	Allen-Bradley	1994	17 chip vendors, 300+ product vendors	Trunkline, dropline with branching	Twisted pair for signal & power	64 nodes	500 m, 6 km with repeaters	Master/slave, multimaster, peer to peer	500 Kbps, 250 Kbps, 125 Kbps	8 bytes	2 ms master/slave polling	www.odva.org www.devicenet.org www.warwick.ac.uk/devicenet
Ethernet	DEC, Intel, Xerox	1976	Many chip and product vendors	Bus, star, daisy chain	Thin coax, twisted pair, fiber; thick coax	1,024 nodes, expandable via routers	Thin coax 185 m, 10Base-T (twisted pair) 100 m, 4 km w/o routers, fiber 400 m, 50 km capability	Peer to peer	10, 100 Mbps	46-1.5K bytes	Application layer dependent	www.ots.utexas.edu/ethernet www.hpie.com www.industrialethernet.com ethernet.industrial-networking.com www.ethernet.com www.hirschmann-usa.com/netmain.htm
Foundation Fieldbus high-speed Ethernet	Fieldbus Foundation		Specifications complete, products ready in 2000	Many component suppliers	Star	Twisted pair, fiber	Has IP addressing, which can support unlimited nodes	Client/server, publisher/subscriber, event notification	100 Mbps	Varies, uses standard TCP/IP	Not applicable; latency <5 ms	www.fieldbus.org www.fint.no www.fieldbusinc.com
Foundation Fieldbus H1	Fieldbus Foundation	1995	Chip and software/products from multiple vendors	Star, bus	Twisted pair, fiber	240 nodes/segment	1,900 m at 31.25 Kbps	Client/server, publisher/subscriber, event notification	31.25 Kbps	128 octets	<100 ms typical	www.fieldbus.org www.fint.no www.fieldbusinc.com
Interbus-S	Phoenix Contact/ Interbus Club	1984	Products from 400+ manufacturers	Segmented with "T" drops	Twisted pair, fiber, slip ring	256 nodes	400 m/segment, 12.8 km total	Master/slave with total frame transfer	500 Kbps	1-512 bytes	1.8 ms	www.liscclub.com www.interbusclub.com
LonWorks	Echelon	1991	Public documentation on protocol	Bus, ring, loop, star	Twisted pair, fiber	32,000 nodes/domain	2,000 m at 78 Kbps	Master/slave, peer to peer	1.25 Mbps full duplex	228 bytes	20 ms	www.echelon.com www.lonmark.org
Modbus Plus	Modicon	na	Proprietary, requires license/ASiCS	Linear	Twisted pair	32 nodes/segment, 64 maximum	500 m/segment	Peer to peer	1 Mbps	Variable	na	www.modbus.org www.modicon.com/techpubs/tbc6.html www.modicon.com/techpubs/tbc7.html
Modbus RTU/ASCII	Modicon	na	Open spec, no special hardware	Line, star, tree w/segments	Twisted pair	250 nodes/segment	350 m	Master/slave	300 bps to 38.4 Kbps	0-254 bytes	na	www.modbus.org www.modicon.com/techpubs/tbc6.html
Profibus-DP/PA	Siemens	DP: 1994, PA: 1995	Products from 300+ vendors	Line, star, ring	Twisted pair, fiber	127 nodes	100 m between segments at 12 Mbps, 24 km over fiber	Master/slave, peer to peer	DP: 9.6, 19.2, 93.75, 187.5, 500 Kbps; 1.5, 3, 6, 12 Mbps PA: 31.25 Kbps	0-244 bytes	Configuration dependent, typically <2 ms	www.profibus.com www.profibus.ch www.profichip.com
Remote I/O	Allen-Bradley	1980	Proprietary	Linear trunk	Twinaxial	32 nodes/segment	6 km	Master/slave	57.6-230 Kbps	128 bytes	12 ms at 230, 40 ms at 57.6 kb cycle time	na
Smart Distributed System	Honeywell	1994	17 chip vendors, 100+ products	Trunkline, dropline	Twisted pair for signal & power	64 nodes, 126 addresses	500 m	Master/slave, peer to peer, multicast, multimaster	1 Mbps, 500 Kbps, 250 Kbps, 125 Kbps	8-byte variable message	<1 ms, event driven	www.honeywell.com/sensing/prod/info/sds
Serialplex	APC	1990	Chips available w/ multiple interfaces	Tree, loop, ring, multidrop, star	4-wire shielded cable	500+ devices	500+ ft	Master/slave, peer to peer	200 Mbps	7,680 transfer	1.32 ms at 200 Kbps, m/s	www.serialplex.org
WorldFIP	WorldFIP	1988	Multiple chip vendors	Bus	Twisted pair, fiber	256 nodes	up to 40 km	Peer to peer	31.25 Kbps, 1 & 2.5 Mbps, 6 Mbps fiber	No limit, variables, 128 bytes	2 ms at 1 Mbps	www.worldfip.org



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial



Níveis de redes em função da quantidade de dados e controle:

Nível DataBus – Integração entre servidores e computadores corporativos, computadores de gerenciamento de produção e processo, estações de operação e controladores. Faz parte deste nível a rede Ethernet;

Nível ControlBus (ou Fieldbus) – Comunicação entre estações de monitoração e controle do processo e controladores. São exemplos deste nível as redes Ethernet IP (Industrial Protocol), ControlNet, Profibus FMS (Fieldbus Message Specification) ou PA (Process Automation), MODBUS Plus, Foundation Fieldbus H2;

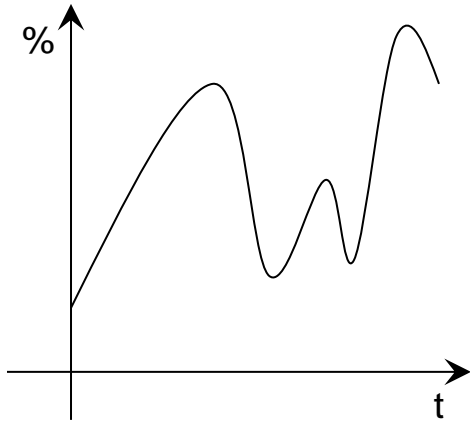
Nível DeviceBus – Comunicação entre controladores , acionamentos inteligentes e módulos de entradas e saídas. São exemplos deste nível as redes Interbus, MODBUS RTU, DeviceNet, LONworks, Profibus DP (Decentralized Periphery), Foundation Fieldbus H1 e HART;

Nível SensorBus – Comunicação entre dispositivos de campo como sensores inteligentes e controladores. São exemplos deste nível as redes CAN (Controller Area Network), AS-i (Actuator Sensor Interface), Foundation Fieldbus H1 e HART.

Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

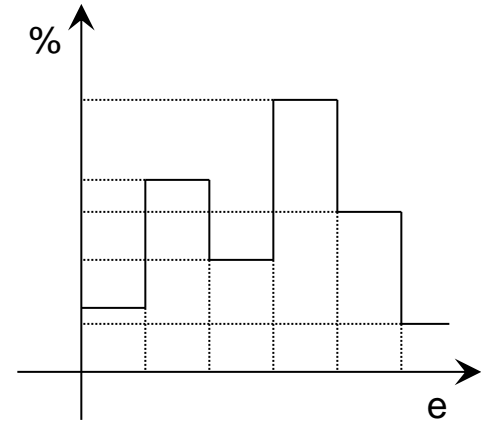
Tipos de redes em função da quantidade de dados e controle e o tipo de sinal:

Variáveis Contínuas ou Analógicas



x

Variáveis Discretas ou Digitais





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

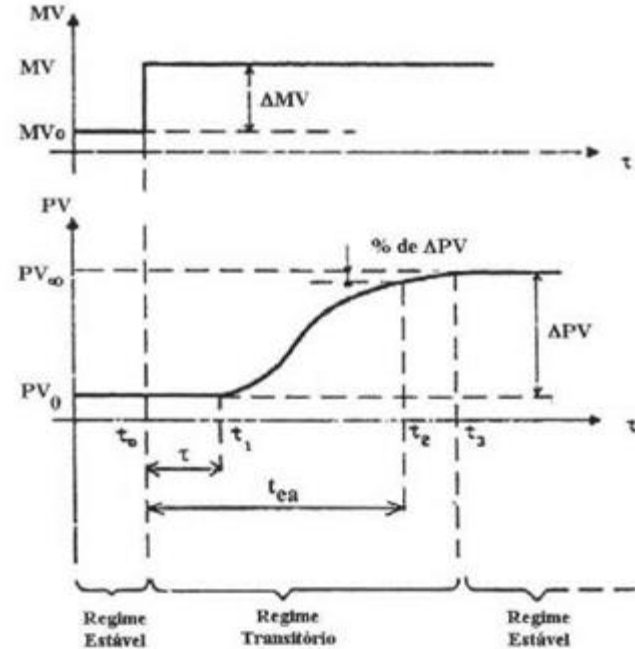
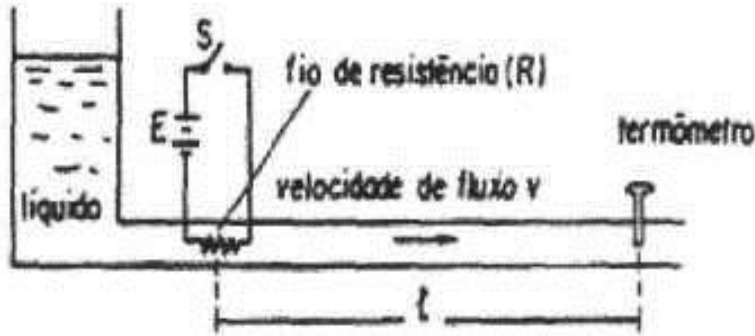
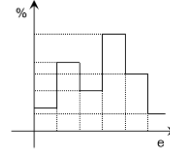
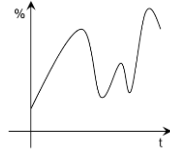


Tipos de redes em função da quantidade de dados e controle e o tipo de sinal:

Variáveis Contínuas ou Analógicas

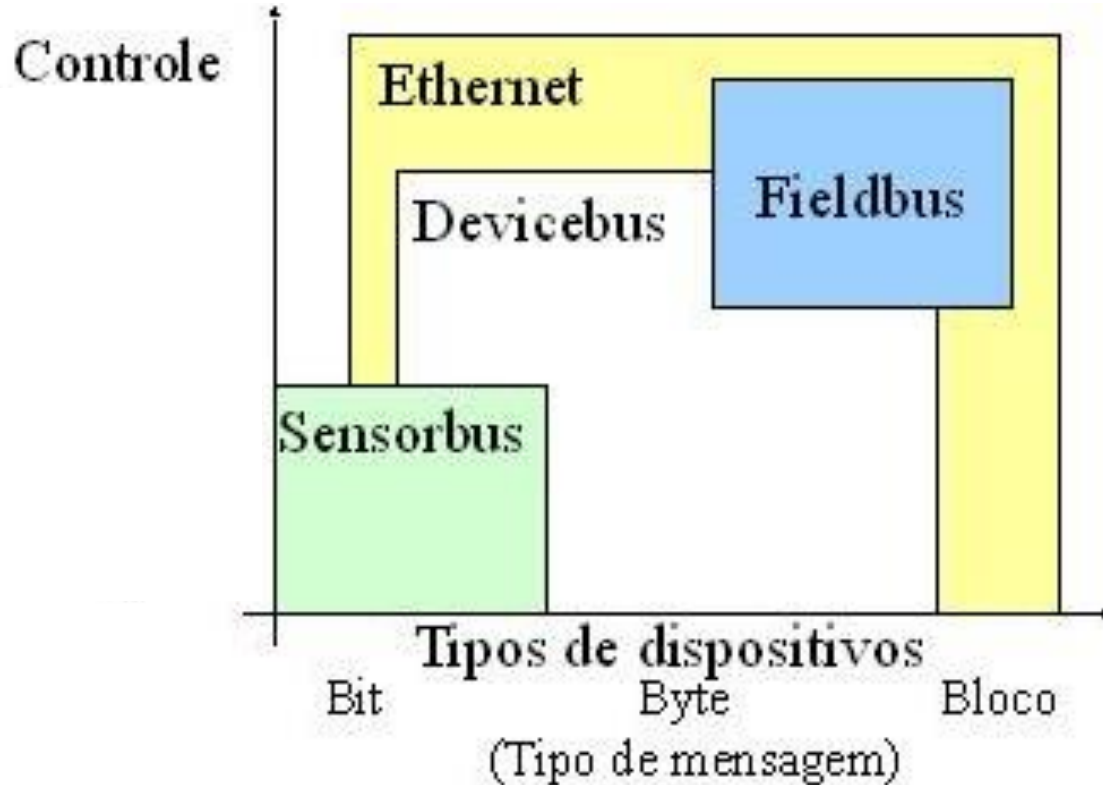
x

Variáveis Discretas ou Digitais





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial



Níveis de Informação em uma Fábrica

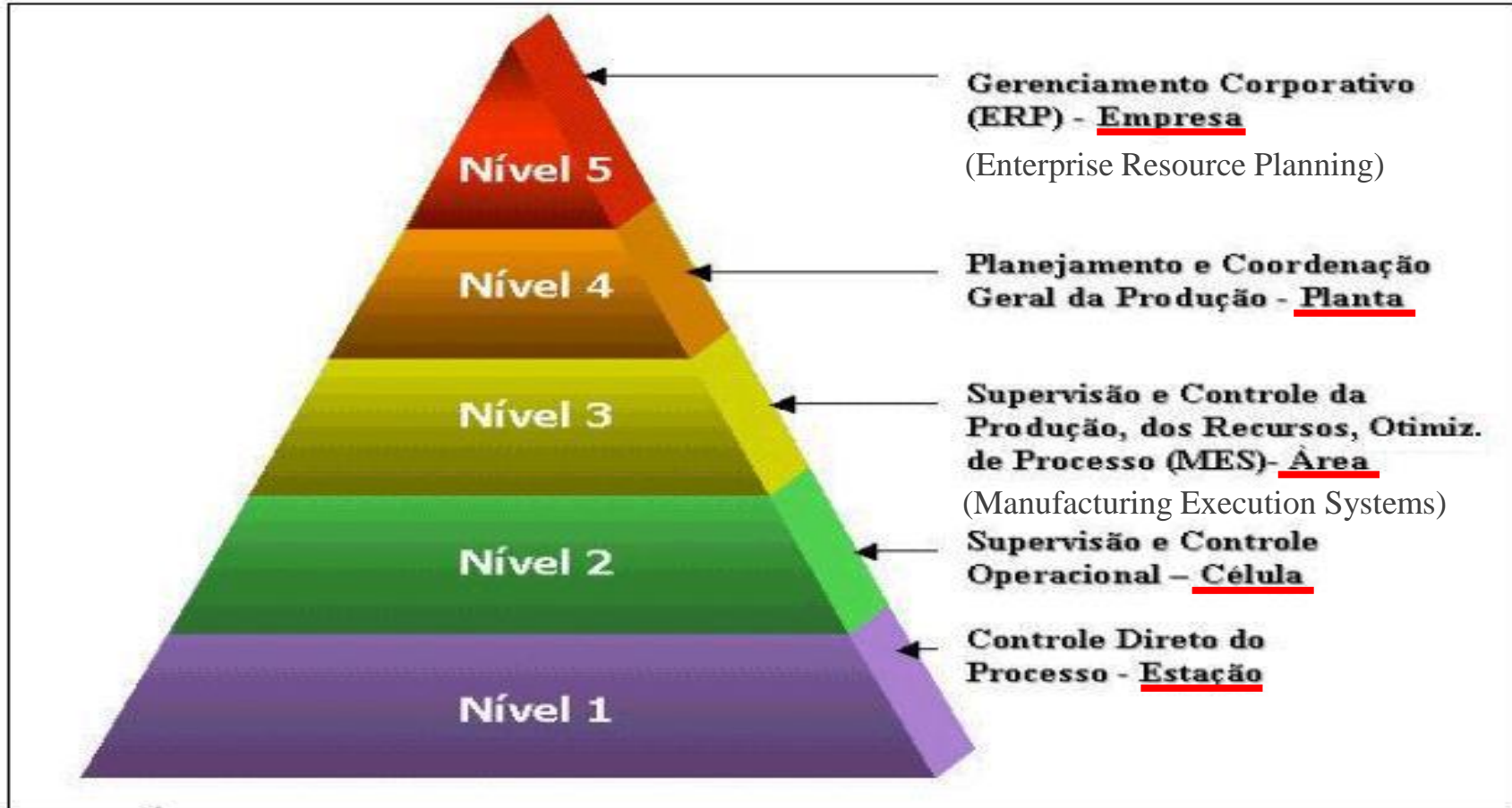
	Volume	Tempo de Reação	Freq. de Transmissão
Fábrica(s) (DataBus)	MByte	minutos a horas	dia / turno / hora
Célula (ControlBus)	KByte	100 ms - 1 s	segundos a minutos
Chão de Fábrica (DeviceBus)	Byte	10 ms - 100 ms	segundos a milisegundos
Atuador-Sensor (SensorBus)	Bit	milisegundos	milisegundos





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

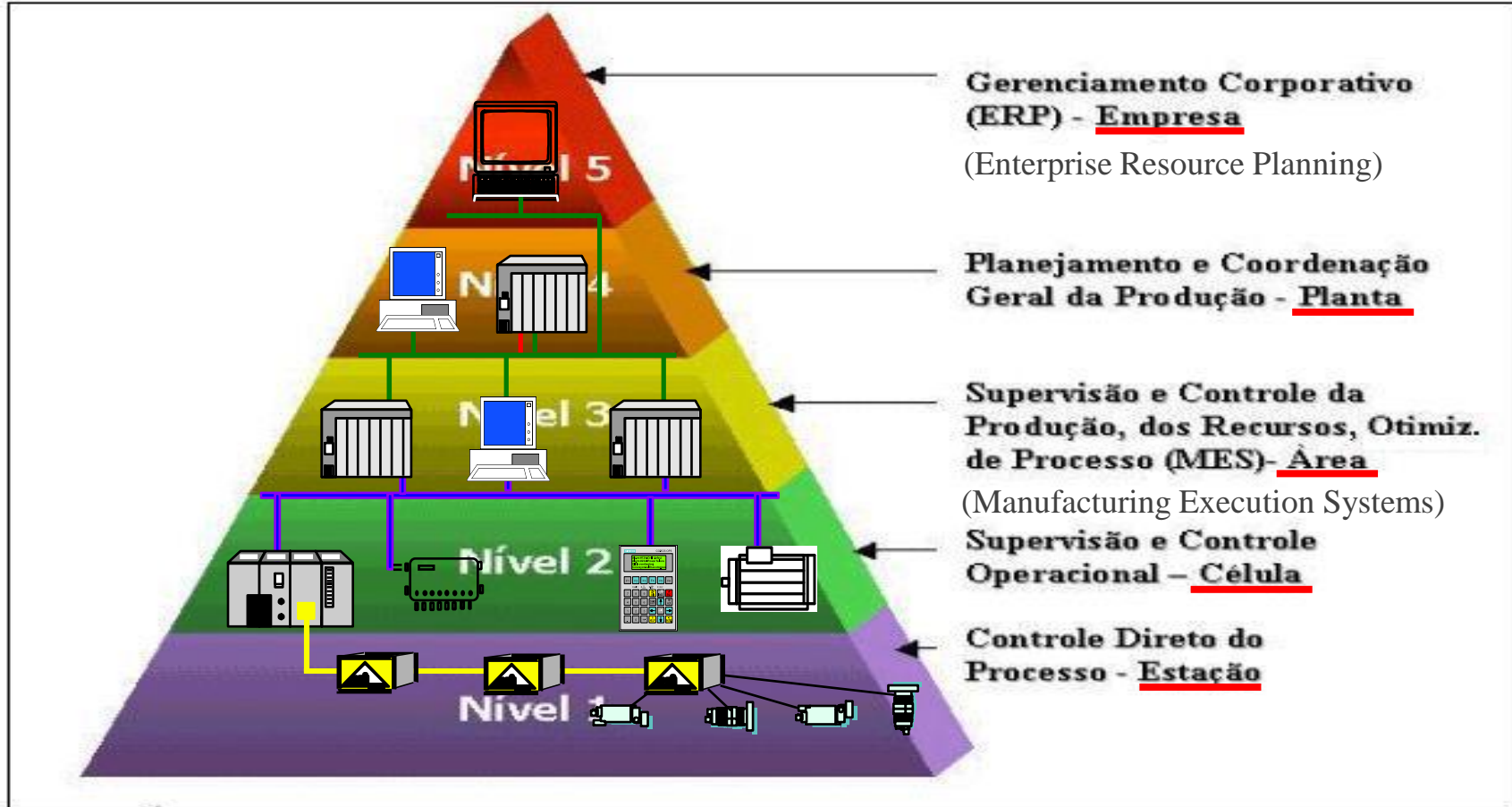
A Pirâmide da Automação:





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

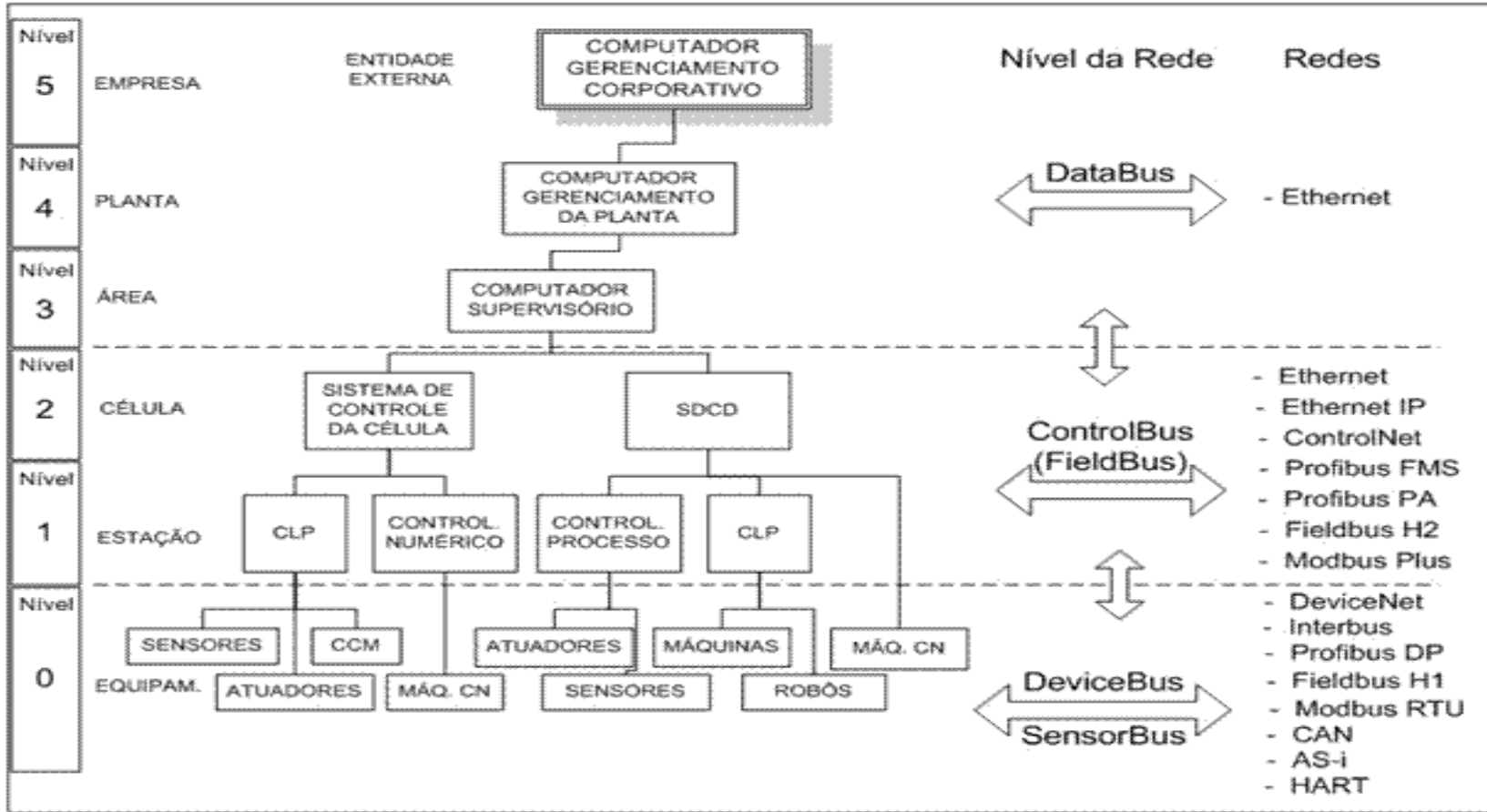
A Pirâmide da Automação:





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

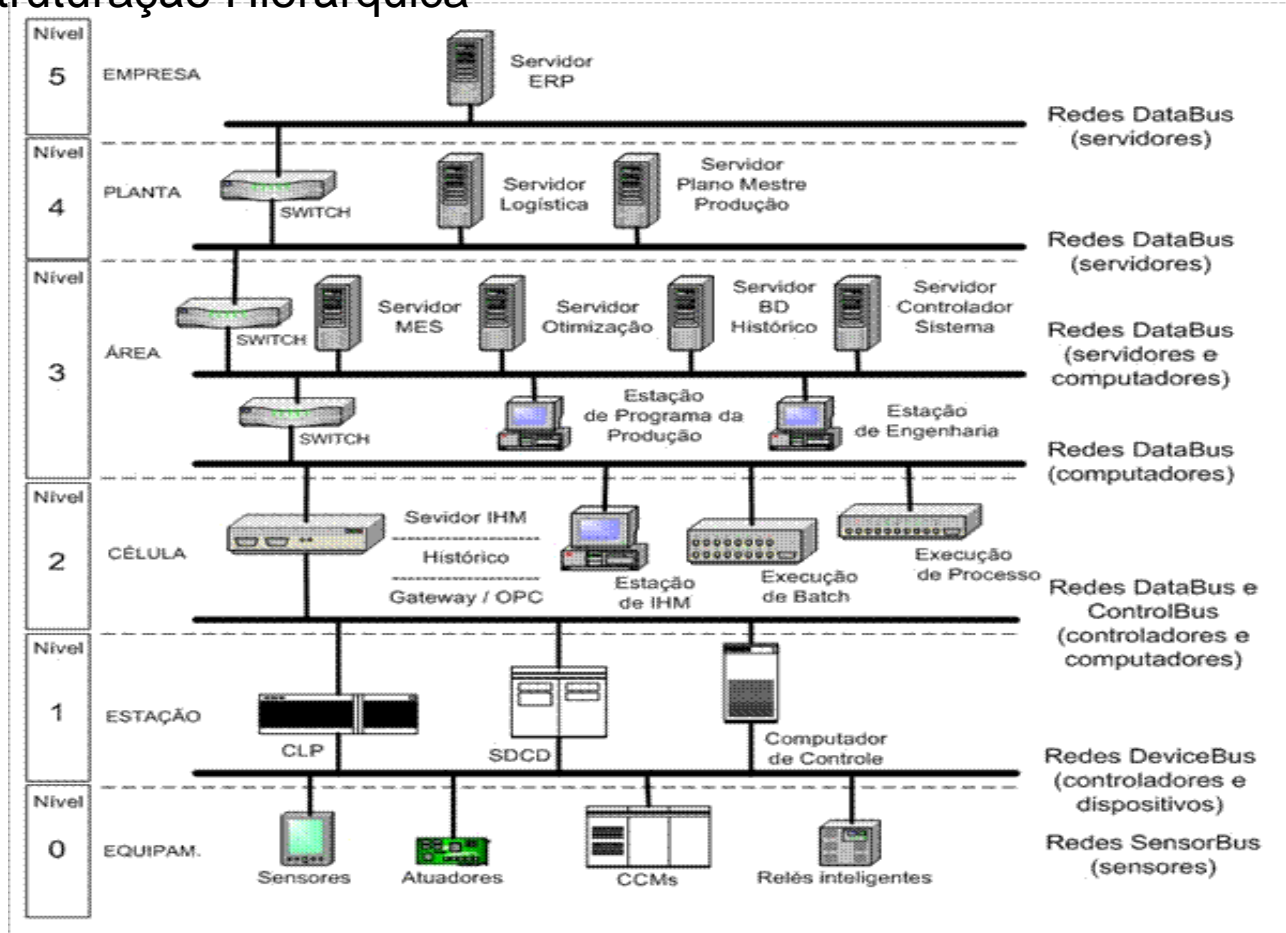
Protocolos e Barramentos na Pirâmide:





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

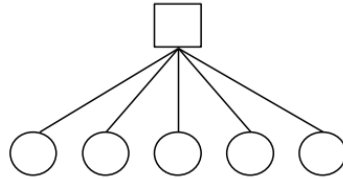
Estruturação Hierárquica



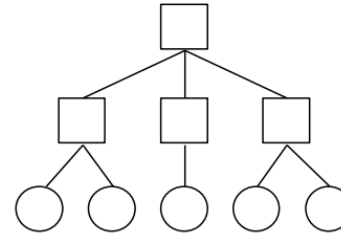


Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

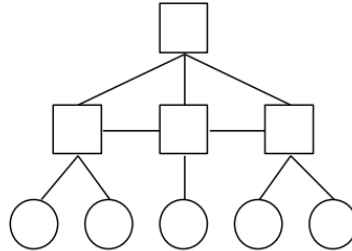
Sistemas Centralizados e Distribuídos



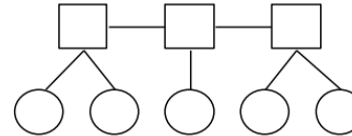
(a) Forma Centralizada



(b) Forma Hierárquica



(c) Forma Hierárquica Modificada



(d) Forma Distribuída

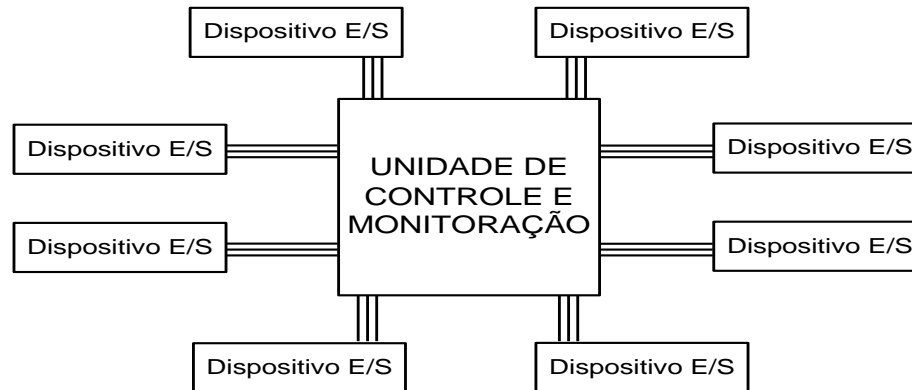
Obs. Os elementos □ representam dispositivos de controle.
Os elementos ○ representam



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Sistemas Centralizados e Distribuídos

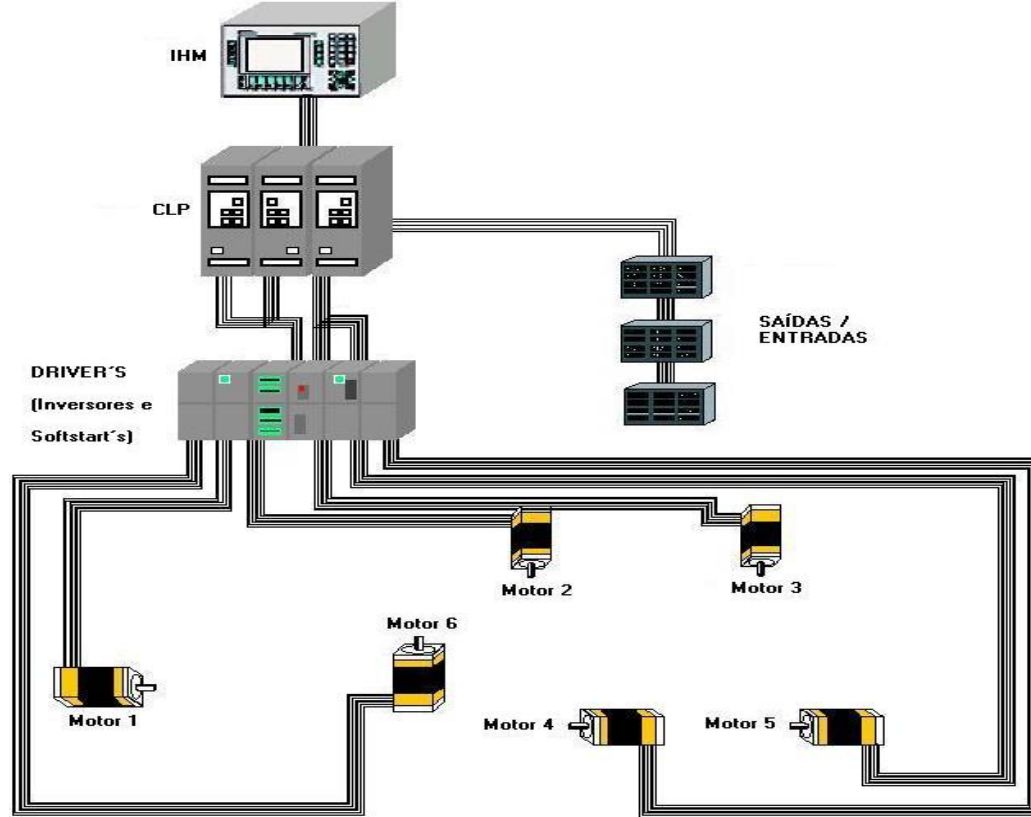
- Introdução dos microprocessadores possibilitou o controle centralizado
- Características do sistema centralizado:
 - ❑ Cabeamento paralelo utilizando fios em par trançado e topologia estrela
 - ❑ Transmissão de dados entre dispositivos (Sensores e Atuadores) e a Unidade de Controle na forma de sinais analógicos (4 a 20mA) e digitais.





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Sistemas Centralizados e Distribuídos

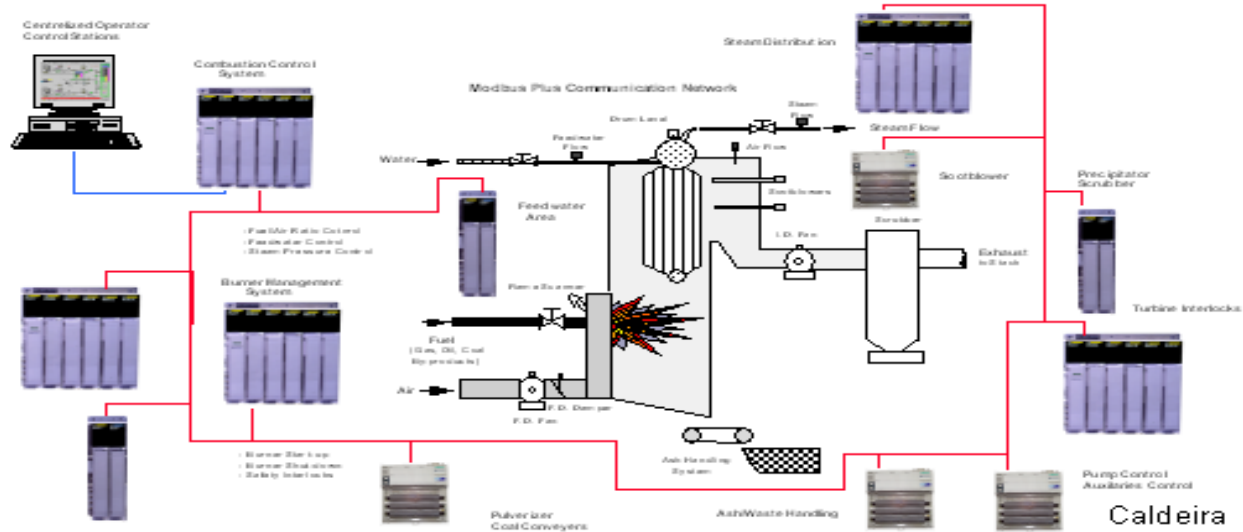


Exemplo de arquitetura centralizada



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Sistemas Centralizados e Distribuídos



Exemplo de arquitetura centralizada

Limitações:

- Grande quantidade de dispositivos de E/S (Sensores/Atuadores) e longas distâncias usuais na indústria causam altos custos de instalação e manutenção
- Falta de flexibilidade do sistema para extensões ou modificações



Sistemas Centralizados e Distribuídos

- Para superar as limitações: desenvolvimento de sistemas de automação de controle centralizado e barramento distribuído.
- A estação de controle comunica-se com os dispositivos de entrada e de saída através de um barramento.

Características:

- Controle centralizado
- Transmissão digital de dados em uma topologia de barramento
- Padrões RS232, RS422, RS485 ou fibra óptica para transmissão



Barramento de campo



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

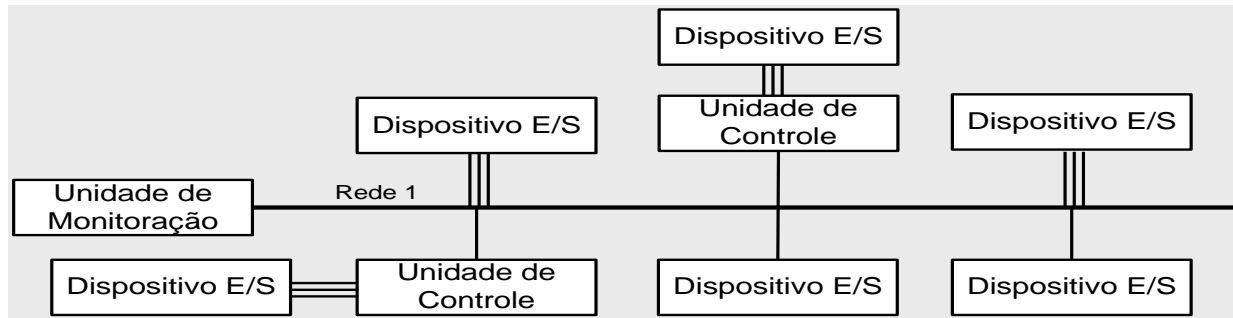


Sistemas Centralizados e Distribuídos

➤ Barramento de campo distribuído:

Características:

- ✓ Inteligência distribuída, utilizando controladores ao longo do barramento
- ✓ Redução de cabeamento e custos de instalação
- ✓ Unidades de conexão (gateways, bridges, repeaters)

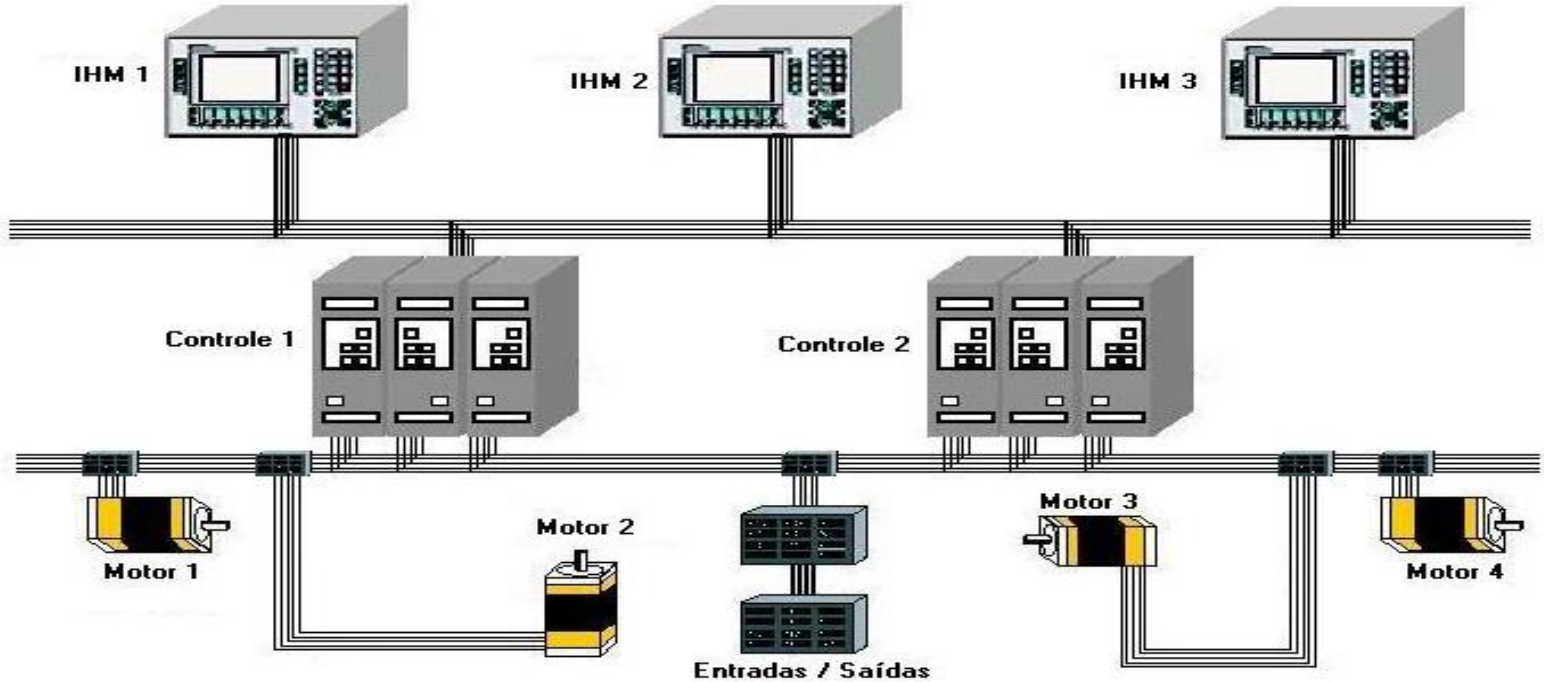


Barramento de campo distribuído



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Sistemas Centralizados e Distribuídos

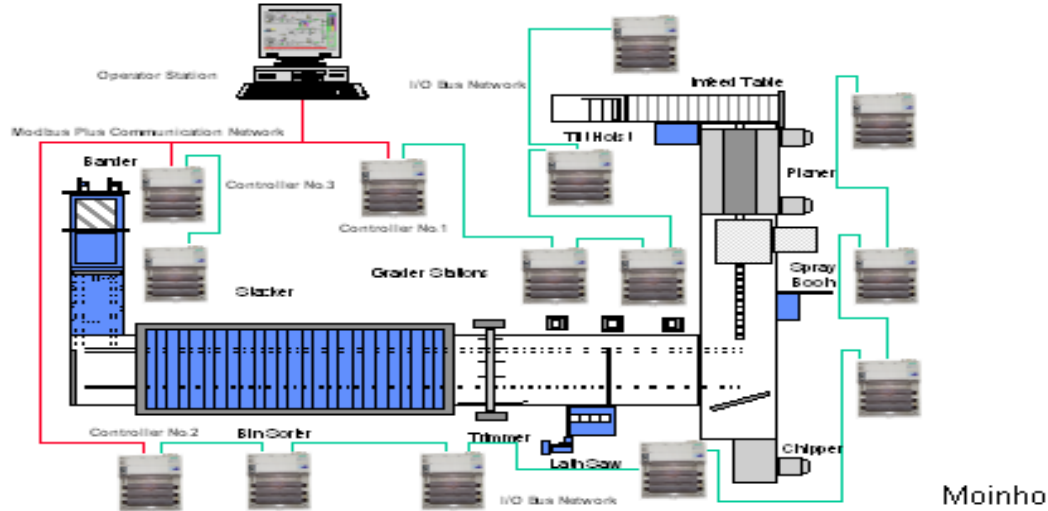


Exemplo de arquitetura distribuída



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Sistemas Centralizados e Distribuídos



Exemplo de arquitetura distribuída

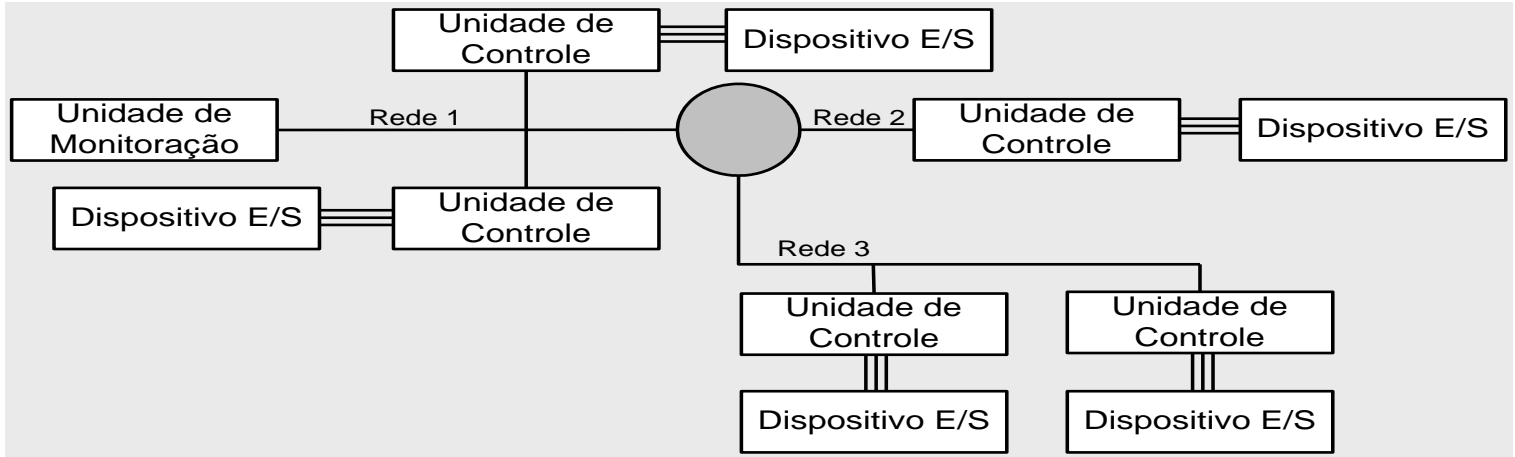
Sistemas de controle distribuído:

- ✓ Meios variados de comunicação
- ✓ Implementação mais completa para sistemas abertos
- ✓ Flexibilidade completa para topologias de rede



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Sistemas Centralizados e Distribuídos

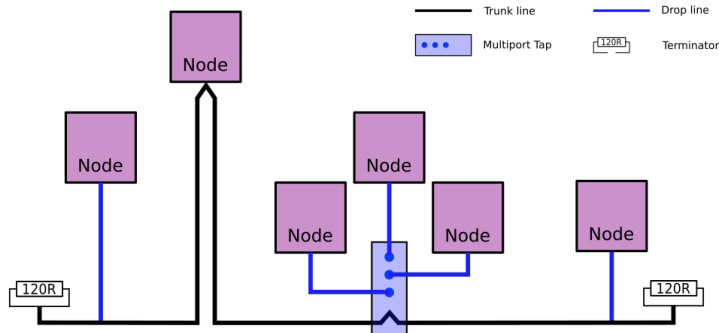
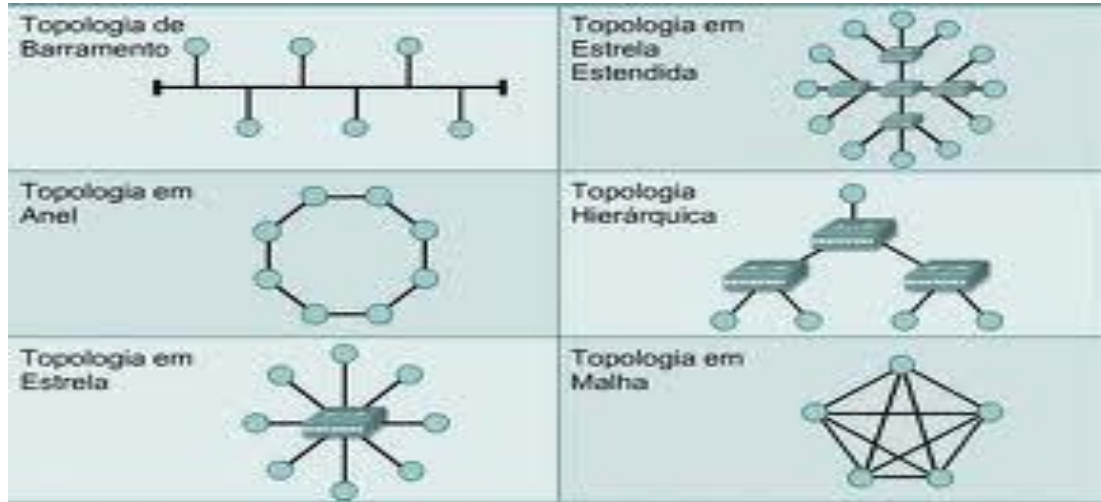


Sistema de controle distribuído



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Redes – Topologia

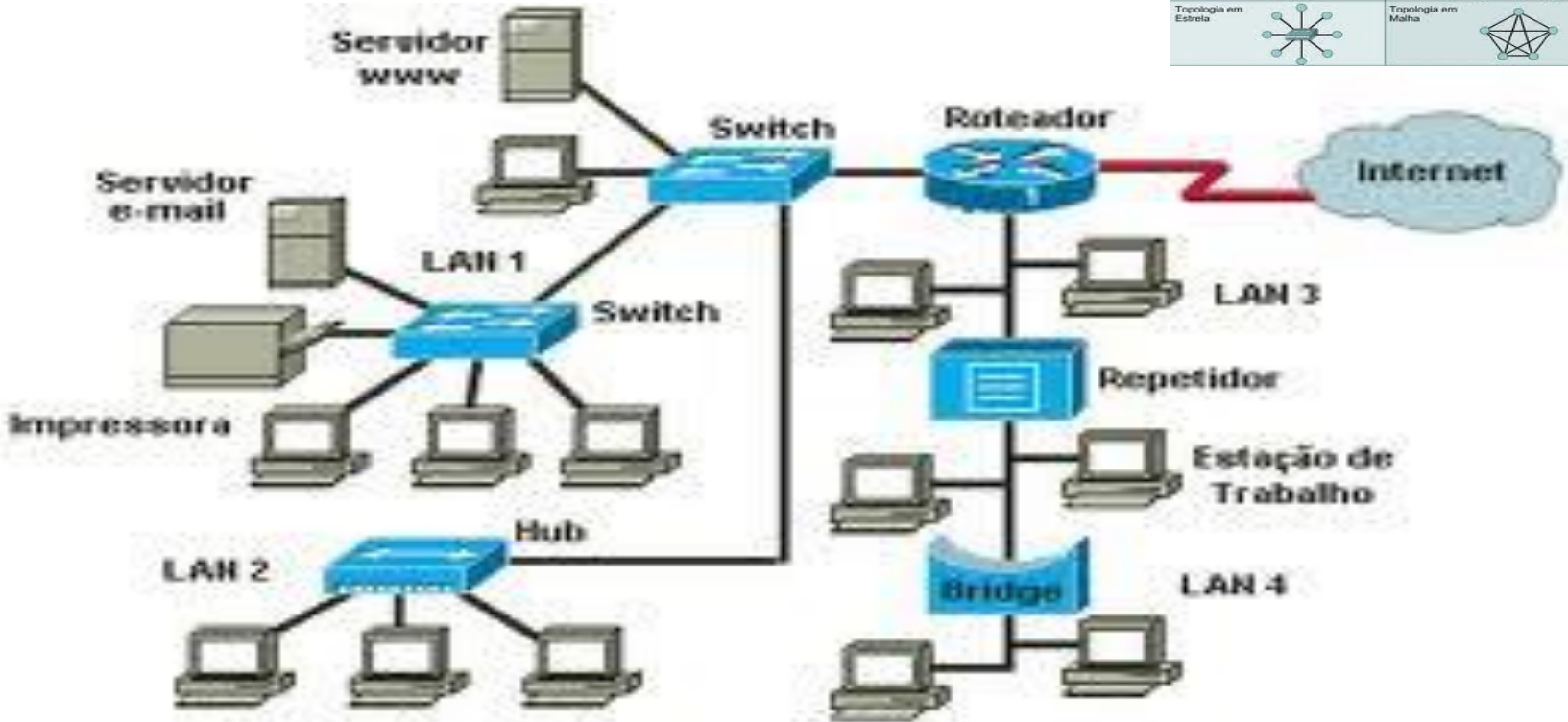




Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Redes – Equipamentos

Topologia de Barramento		Topologia em Estrela Estendida	
Topologia em Anel		Topologia Hierárquica	
Topologia em Estrela		Topologia em Malha	





Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial

Variáveis para Especificação de uma Rede de Automação

- Taxa de Transmissão: É a quantidade média de dados a serem transmitidos na rede em um período de tempo.

Medida em kilobits por segundo (Kbps) podendo chegar a Mbps

- Tipo de informação que será processada na rede (discreta ou contínua)
- Topologia Física da Rede: Disposição construtiva na qual os dispositivos estão conectados à rede.

Exemplos: anel, estrela e barramento.

- Distância entre os dispositivos
- Meio Físico de Transmissão: Relacionado ao meio utilizado para a interconexão dos dispositivos.

Exemplos: par trançado, cabo coaxial e fibra ótica.

- Ambiente de implementação da rede



Conceituação Geral da Rede de Automação Industrial Variáveis para Especificação de uma Rede de Automação

- Tecnologia de Comunicação: Forma de Gerenciamento entre os pontos de comunicação (nós) da rede em relação à comunicação de dados

Exemplo: mestre/escravo, origem / destino e produtor / consumidor.

- Algoritmo de acesso ao barramento: Algoritmo utilizado pelos nós para acessar ou disponibilizar informações na rede.

Exemplo: algoritmos que envolvem os processos de varredura.