

# Redes Industriais e Sistemas Supervisórios

Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação

# O que são Redes Industriais?

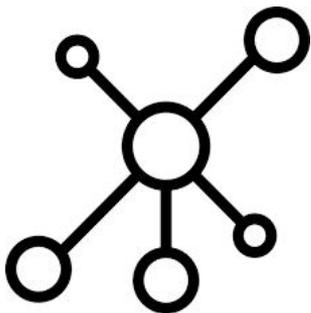
Conceito, história e evolução

O que é uma Rede Industrial ?



O que é uma Rede Industrial ?

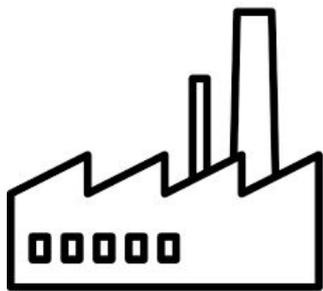
**Rede** de comunicação de dados



Troca de dados entre, ao menos, dois dispositivos

Emissor ---> Mensagem ---> Receptor

# O que é uma Rede Industrial ?



**Indústria:** Local de transformação de matérias-primas em serviços e bens comercializáveis, utilizando força humana, máquinas e energia.



# Revoluções industriais

## Indústria 1.0

Séc. XVIII/XIX

- Carvão;
- Mudança rápida das tecnologias de produção;
- Novas estruturas econômico-sociais.

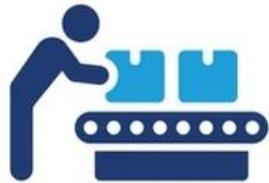


# Revoluções industriais

## Indústria 2.0

Séc. XIX

- Eletricidade;
- Linhas de montagem de produção em massa.



# Revoluções industriais

## Indústria 3.0

Séc. XX

- Automação;
- Produção parcialmente automatizada com uso da eletrônica e tecnologia da informação;
- 1969: 1ª CLP



# Revoluções industriais

## Indústria 4.0

Séc. XXI

- Dados;
- Digitalização e conexão de todos os atores do processo de geração de valor;
- Fusão da produção com tecnologias de informação e comunicação.



# Foco das inovações



Inovações

Inovações

- Processo produtivo
- Equipamentos

- Produção massiva de dados
- Nuvem (cloud)
- Inteligência Artificial
- Conexão entre um mundo físico e um sistema cibernético

# Fusão tecnológica



Fusão

- Tecnologias de Informação
- Tecnologias de Automação/Operação

# Tecnologias de Informação

- Garante:
  - disponibilidade dos dados;
  - controle de seu acesso.
- Responsáveis pela infraestrutura digital da empresa;
  - computadores com softwares e arquivos de dados, costumeiramente dados comerciais,
  - Roteadores;
  - Servidores;
  - Bancos de dados;
  - Implementação e manutenção em nuvem.



# Tecnologias de Automação/Operação

- Abrangentes e diversas;
  - Sistemas robóticos;
  - Sistemas de controle;
  - SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition*;
  - PLCs - *Programmable logic controller*;
  - CNCs - *Computer numerical control*;
  - Sensores;
  - Atuadores;
- Aplicações em tempo real.



# Tipos de Redes Industriais

- Redes de Controle
  - Interligam equipamentos e sistemas inteligentes de controle, como CLP's, SDCD's, etc;
  - Troca de dados entre equipamentos e o sistema administrativo.



# Tipos de Redes Industriais

- Redes de dispositivos
  - Subordinadas a um equipamento inteligente de controle, como CLP e SDCD ou computador com software adequado;
- Redes de processos
  - Para comunicação entre equipamentos de campo (sensores, atuadores, etc) e sistemas inteligentes (SDCD, CLP). Ex: HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA, etc).



# Tipos de Redes Industriais

- Redes abertas
  - suportam equipamentos e dispositivos de diferentes fabricantes;
  - Vantagens:
    - não gera dependência ou limitações
    - é mais versátil para controlar processos
  - Desvantagens:
    - possibilidade de falhas de comunicação
    - velocidades variáveis de comunicação
    - domínio do protocolo de cada fabricante

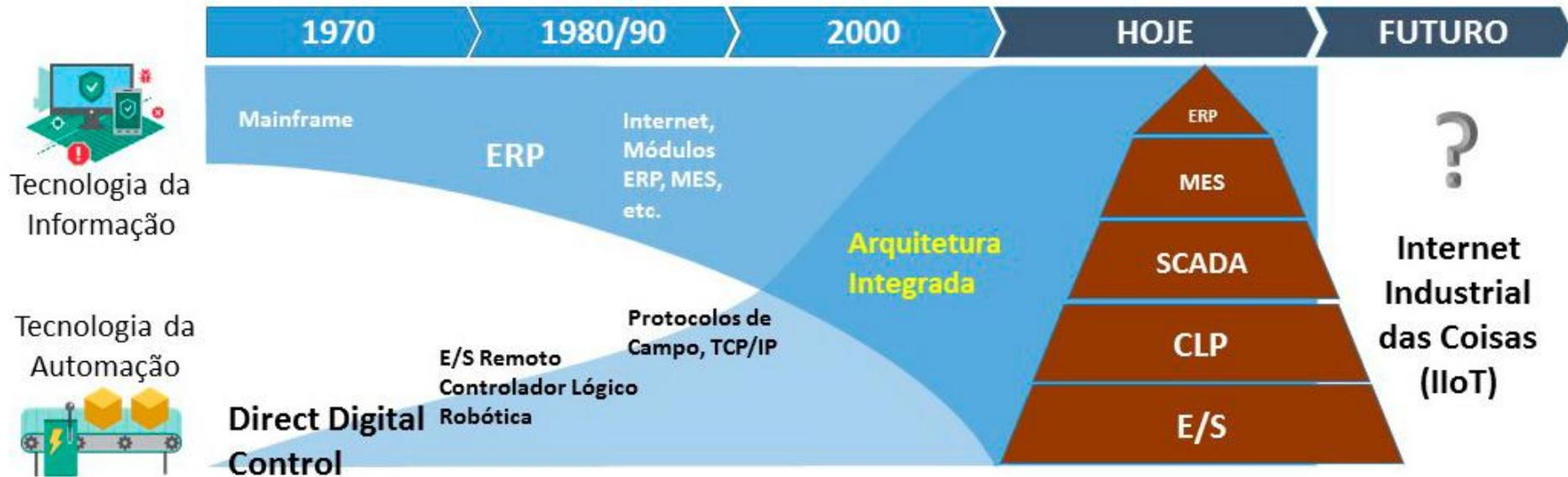


# Tipos de Redes Industriais

- Redes proprietárias
  - utilizadas por fabricantes para estabelecer conectividade entre seus equipamentos
  - Vantagens:
    - estabilidade de comunicação
    - facilidade de instalação de novos equipamentos
  - Desvantagens:
    - utiliza um único fabricante
    - dependência de upgrade dedicado



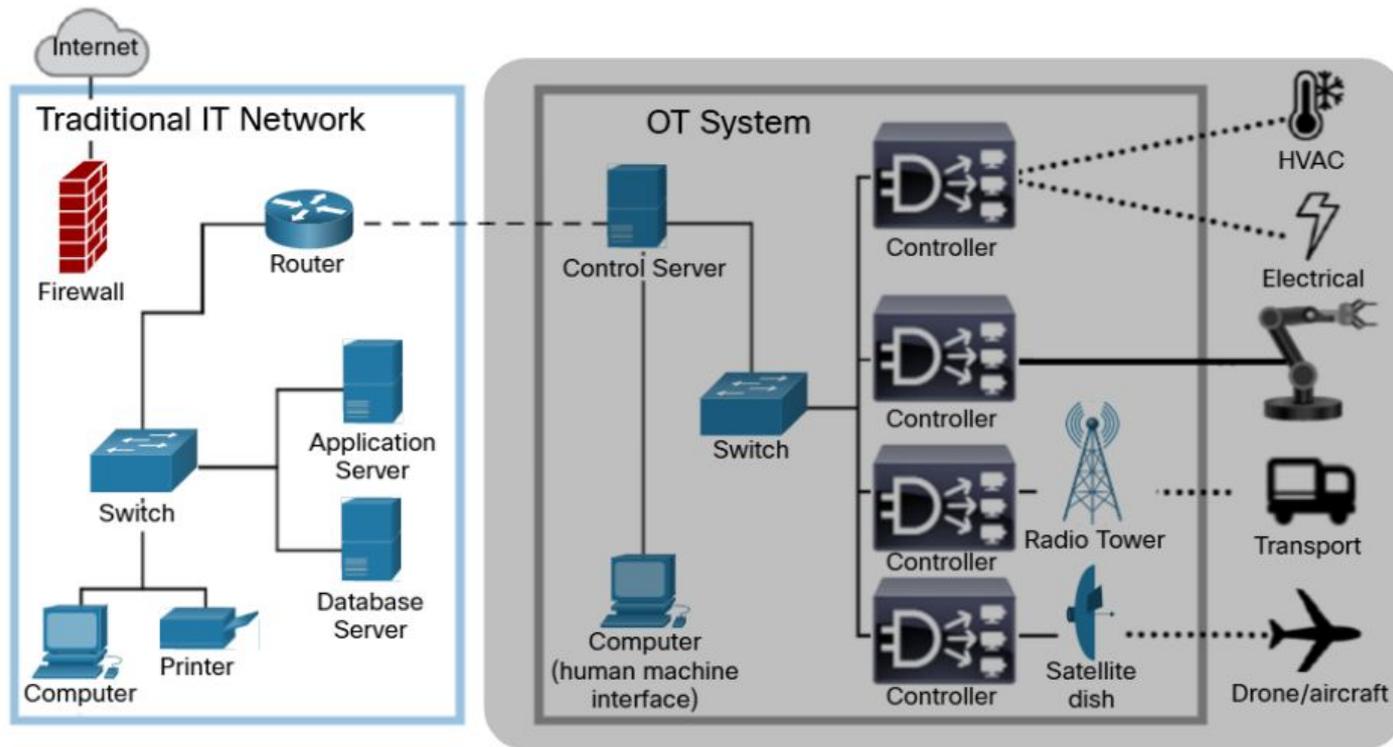
# Convergência TI+TA



ERP = Enterprise Resource Planning, MES Manufacturing Execution Systems, SCADA = Supervisory Control and Data Acquisition, CLP = Controlador Lógico Programável, E/S = Entrada/Saída.

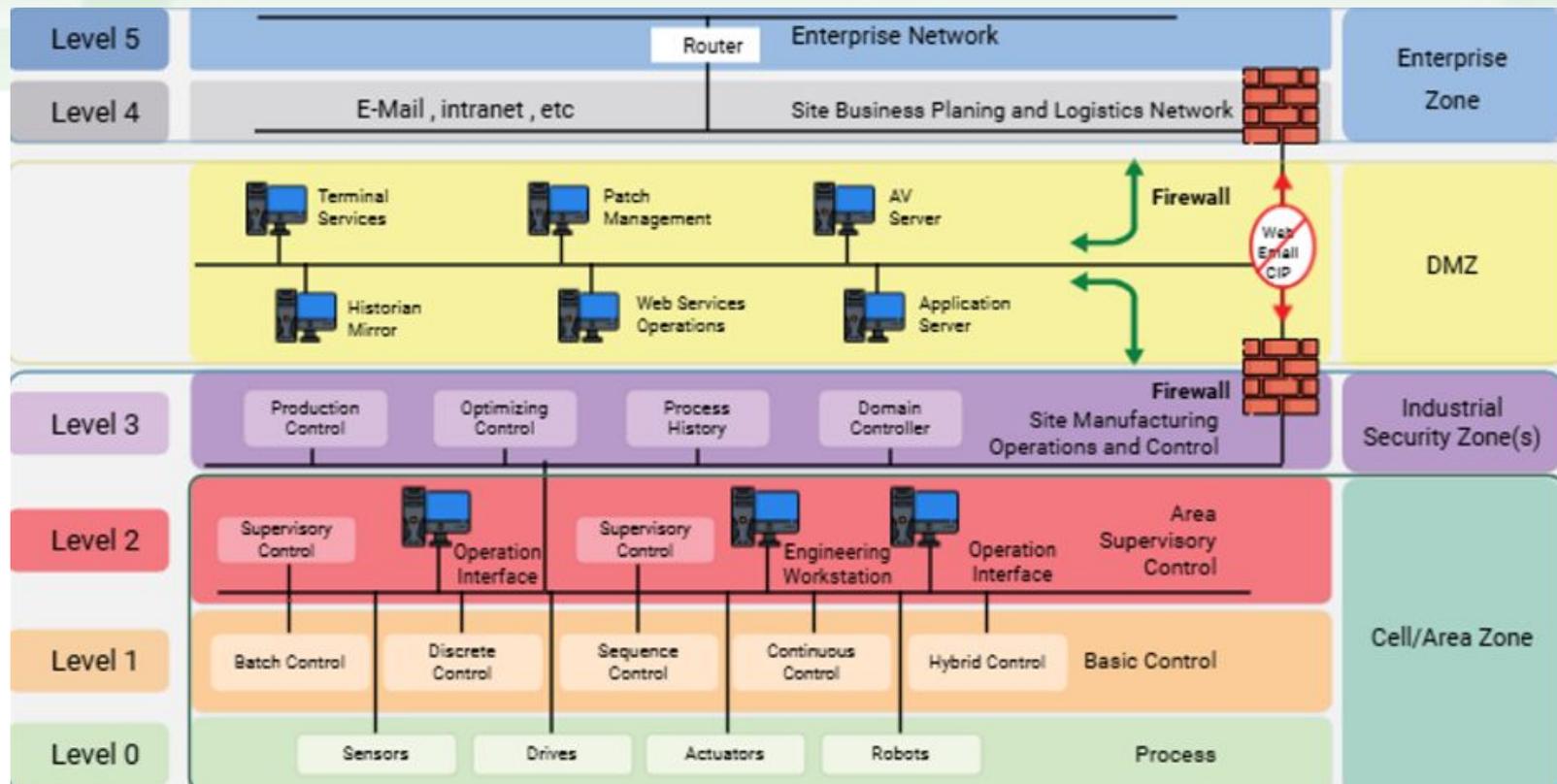
Fonte: Altus - Como fica a Segurança Cibernética com a convergência entre TI e TA?  
Acesso em 20/08/2024

# Convergência TI+TA



Fonte: Cisco

# Arquitetura de referência para uma planta de Automação



Fonte: Cisco

# Comparação entre TI e TA

Comparação	TI	TA
Propósito	Gerenciamento de dados e informações	Controle de sistemas e processos
Ambiente de operação	Consumidor / Escritório	Ambiente industrial
Sistema Operacional	Comum	Desenvolvido para propósito específico
Ciclo de vida	3-5 anos	Décadas
Manutenção	Simple	Especializada
Atualizações	Frequente, rápida	Pouco frequente, testes extensos e impacto em produção
Forma	Poucas opções de configuração	Dispositivos pequenos, montados de forma única
Interface de rede	Cabeada, óptica ou Wi-Fi	LoraWAN ou WiSun
Protocolos	Sobre TCP/IP	Muitos

## Comparação entre TI e TA

Requisitos	Descrição
Interoperabilidade	Compartilhar dados significativos entre componentes
Escalabilidade	Aumento da carga de trabalho
Privacidade	Controle dos dados coletados e compartilhados
Confiabilidade	Evitar riscos e interrupções
Baixa Latência	Minimizar atrasos na rede

# Necessidades emergentes

- Segurança cibernética
- Adoção de IIoT
  - Desafios: padronização e interoperabilidade
- 5G + Baixa latência
  - +IIoT,
  - gêmeos digitais,
  - operações remotas.
    - Aumenta superfície de ataques.

# Necessidades emergentes

- IA
  - Oportunidades e desafios para segurança
- Esforços arquitetônicos de longo prazo.
  - RAMI, IIRA e OpenFog

# Benefícios da convergência

- Redução de defeitos (-48,9%)
  - A análise de dados de TI pode identificar problemas de equipamento para reduzir defeitos.
- Tempo de inatividade não planejado (-47,8%)
  - Analisar dados de máquinas também prevê necessidades de manutenção.
- Custos de energia (-17,5%)
  - A otimização do gerenciamento de edifícios reduz os custos de energia.

# Benefícios da convergência

- Tempo de introdução de novos produtos (-23,1%)
  - Os dados de fabricação aceleram a introdução de novos produtos.
- Aumento do giro de estoque (34,8%)
  - O rastreamento de estoque via RFID melhora o gerenciamento de estoque.
- Eficácia do equipamento (+16,2%)

# Objetivos da Rede Industrial

- ❑ Qualidade e **eficácia** no processo produtivo;
- ❑ **Redução de custos**;
- ❑ **Agilidade** empresarial;
- ❑ Informações em **tempo real**;
- ❑ **Eliminação** do uso de **interfaces manuais**;



# Objetivos da Rede Industrial

- ❑ **Otimização** e **qualidade** do fluxo das informações dentro da organização (eficiência);
- ❑ Otimização do processo de **tomada de decisão**;
- ❑ Eliminação da **redundância** de atividades;
- ❑ **Redução** dos limites de **tempo de resposta** ao mercado.



# Objetivos da Rede Industrial

- ❑ Interligar todos os envolvidos no processo de automação e fazer o **transporte de dados**;
- ❑ Transportar o fluxo de informações de toda a planta para todas as camadas, ajudando no processo de **tomada de decisão**;
- ❑ Combinar de forma gradual diferentes sistemas e **protocolos de comunicação**.

# Protocolos de comunicação

- ❑ Conjunto de regras que define como uma mensagem vai chegar ao destino.
  
- ❑ Ao conjunto de regras, procedimentos e leis que governam a troca de informações entre dois ou mais processos, define-se como **protocolo de comunicação**.

# Funções de Protocolos de comunicação

- ❑ Endereçamento;
- ❑ Estabelecimento de conexões;
- ❑ Confirmação de recebimento;
- ❑ Pedido de retransmissão;
- ❑ Conversão de código;
- ❑ Numeração e sequência;
- ❑ Controle de fluxo.

# Pirâmide da Automação



# Protocolos comuns entre camadas da Pirâmide da Automação



# Níveis da rede industrial



# Nível 0 - SensorBus

- Objetivo: Minimizar o custo
- Sensores e Atuadores tipicamente discretos;
- Dados em formato de bits;
- Conexão:
  - Poucos equipamentos;
  - Equipamentos simples;
  - Ligação direta.
- Características:
  - Comunicação rápida em níveis discretos, dezenas de milisegundos;
  - Pequenas distâncias, dezenas de metros;
  - Concepção determinística;
  - Sensores de baixo custo.



 Seriplex™



 LonWorks

## Nível 0.5 - DeviceBus

- Distribuição de periféricos de controle;
- Mensagens de dados de bytes ou words;
- Comunicação rápida em níveis discretos, dezenas de milisegundos;
- Distância de centenas de metros, até 500m;
- Concepção determinística;
- Possuem os mesmos requisitos temporais da rede SensorBus, porém podem manipular mais equipamentos e dados.



# Nível 1 - FieldBus

- Redes mais inteligentes;
- Podem conectar mais equipamentos a distâncias mais longas;
- Mensagens de dados de words ou blocos;
- Comunicação na escala de centenas de milisegundos:
  - taxa de transferência menor, porém é capaz de se comunicar com vários tipos de dados: discretos, analógicos, parâmetros, programas e informações de usuários.
- Distância em centenas de metros;

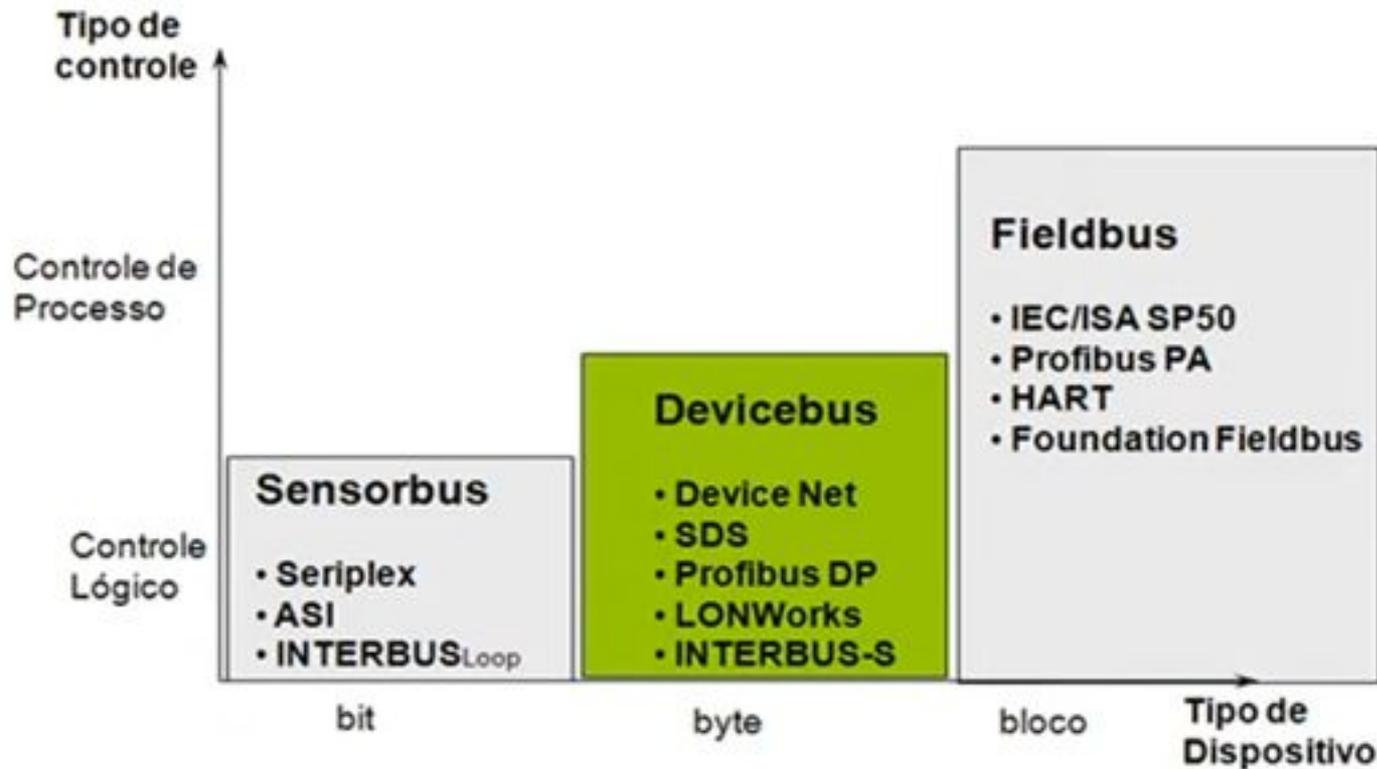


## Nível 2 - DataBus

- Transferência maciça de dados entre equipamentos;
- Mensagens de dados de blocos ou arquivos;
- Comunicação na escala de segundos ou minutos;
- Grandes distâncias (LAN / WAN / Internet).

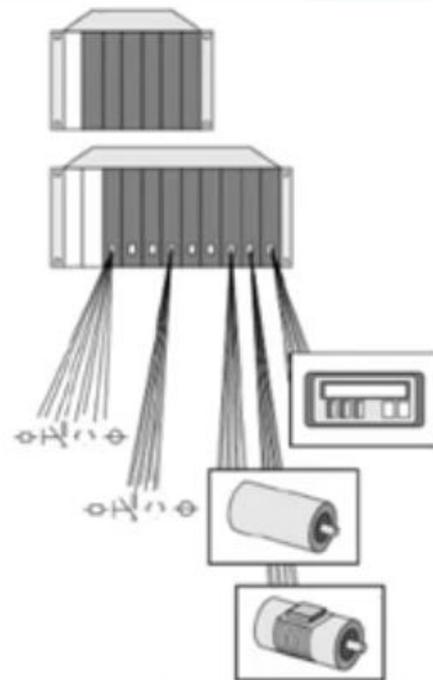


# Característica das Redes Industriais



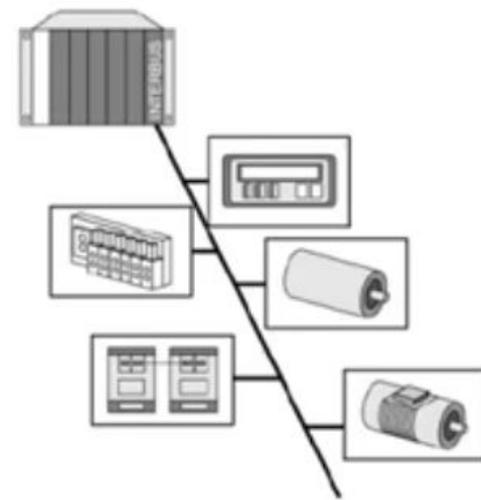
# A evolução das redes industriais

- **1940:** a instrumentação operava com **sinais de 3..15 PSI** para monitorar dispositivos de controle no chão de fábrica;
- **1960:** introdução dos **sinais analógicos de 4..20 mA** para medição e monitoramento de dispositivos;
- **déc. 1970:** utilização de **computadores** para monitorar os processos.



# A evolução das redes industriais

- **1980:** desenvolvimento dos primeiros **sensores inteligentes**, bem como **controles digitais**;
- Nasce a ideia de uma **rede para unir todos os dispositivos** e disponibilizar todos os sinais do processo em um mesmo meio físico;
- Necessidade clara de uma rede *fieldbus*
  - Necessidade de um padrão que torne compatível com o controle de instrumentos inteligentes.



# Tipos de transmissão

- Pneumática (3-15 PSI)
- Eletrônica (4-20 mA, 1-5Vcc)
- Digital (RS-485 protocolo modbus, RS-232 protocolo HART, RS-422 "Foundation™ Fieldbus");
- Hidráulica;
- Eletromagnética (sem fio);
- Óptica (fibra-óptica).

# A finalidade dos protocolos no meio industrial

- Aperfeiçoar o controle dos instrumentos de campo;
- Aumentar a capacidade do tráfego de informações;
- Prover mensagens de diagnóstico;
- Configurar componentes de forma remota.

# Redes Industriais

