



Universidade Estadual de Campinas
Cursos de Extensão
FEM 351 – Sistemas Supervisórios Industriais e Redes de
Comunicação em Automação

Redes de Comunicação Industriais

Aula Introdutória

Pedro Yoshito Noritomi
noritomi@fem.unicamp.br



A história da automação

- uso da força animal;
- descoberta de novas fontes de energia naturais;
- aplicação da energia na transformação da natureza;
- Arquimedes de Siracusa;
- Ctésibios de Alexandria;
- Héron de Alexandria;
- Pascal;
- Gutemberg
- Dênis Papin;
- Newcomen e James Watt;

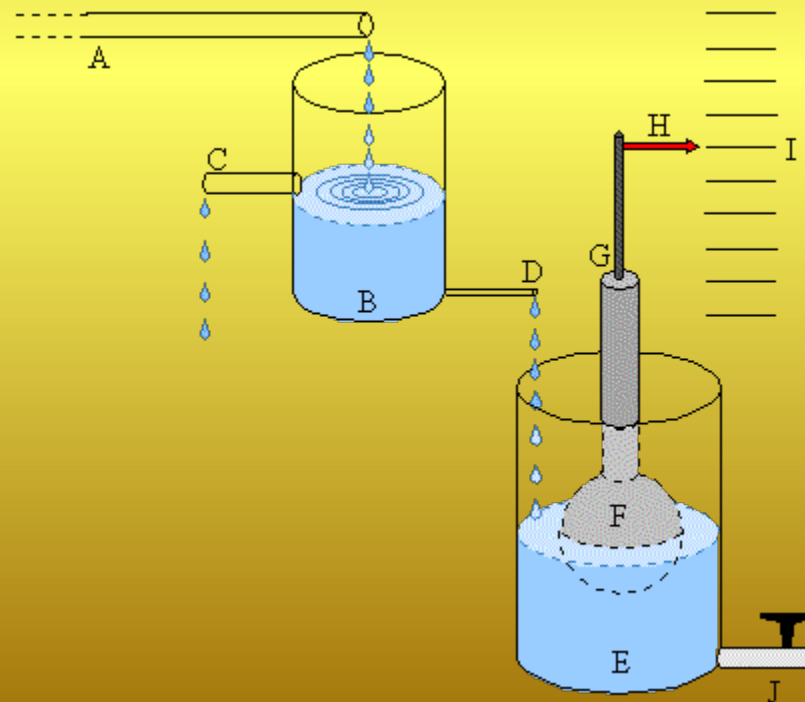
A história da automação

- Arquimedes de Siracusa:
 - matemático, astrônomo e inventor;
 - lei do empuxo (hidrostática);
 - princípios de geometria e óptica:
 - defesa da cidade de Siracusa;
 - fundamentos da ciência moderna:
 - alteração na relação do homem com a natureza;
 - nova perspectiva da realidade.



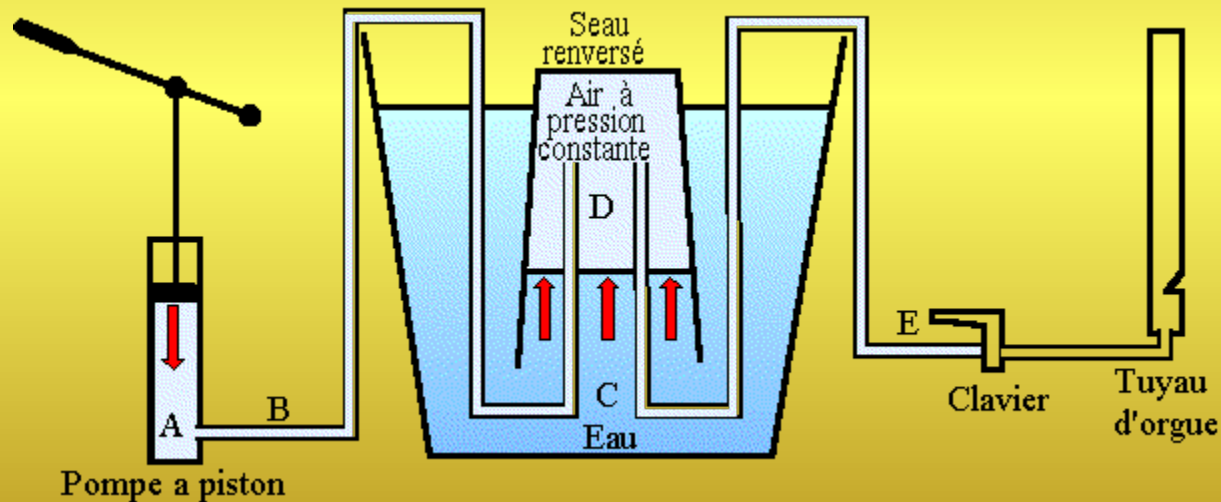
A história da automação

- Ctésibios de Alexandria:
 - inventor grego;
 - aprimorou a clepsydra, instrumento de medição do tempo em substituição ao relógio solar.



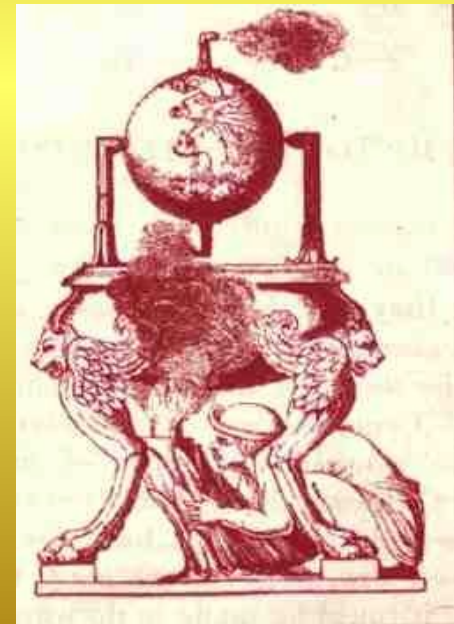
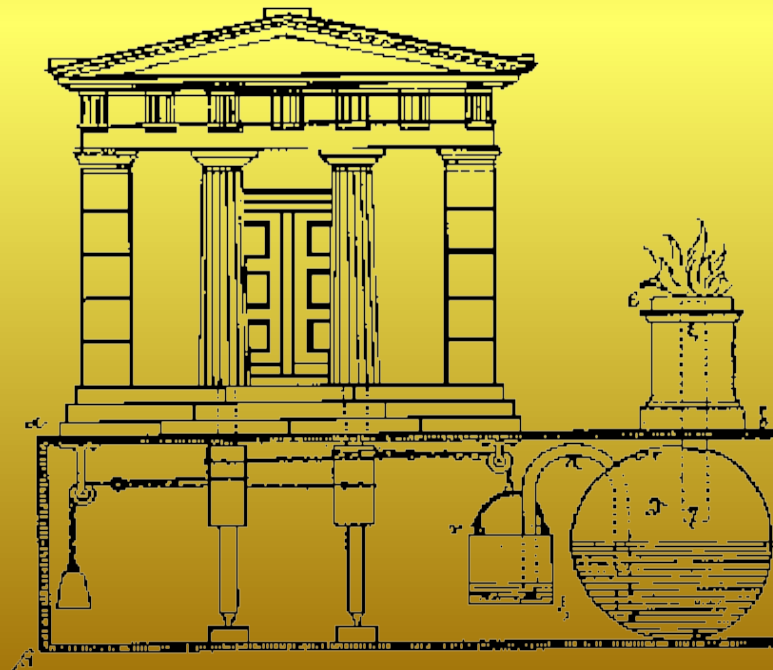
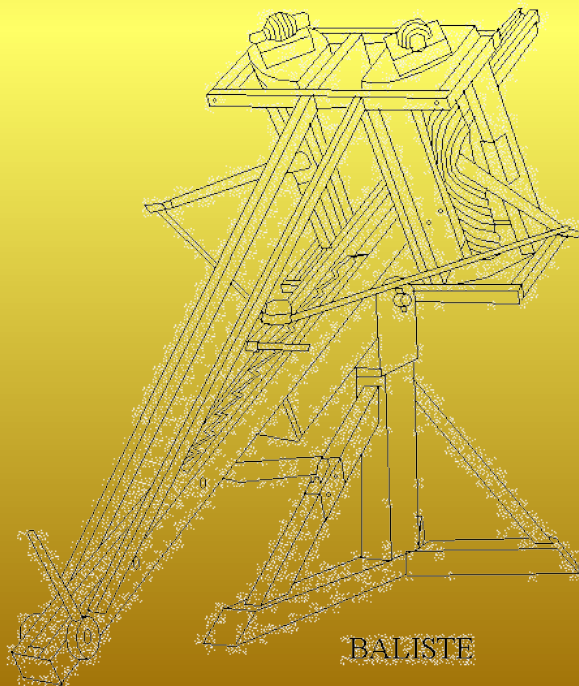
A história da automação

- Utilização do ar para transmitir energia e acionar um órgão de água



A história da automação

- Héron de Alexandria:
 - geômetra e técnico em mecânica;
 - desenvolveu diversos dispositivos mecânicos:



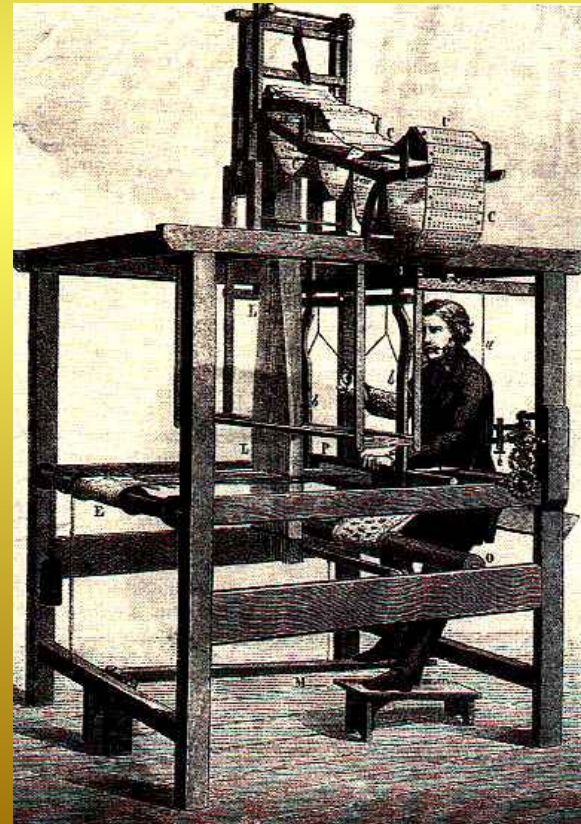
A história da automação

- Também é creditada a Héron o desenvolvimento de um órgão pneumático, sendo esse o primeiro registro de um reservatório para ar comprimido;
- Blaise Pascal:
 - publicou trabalhos relacionando a multiplicação de forças com a distribuição homogênea de pressão estática



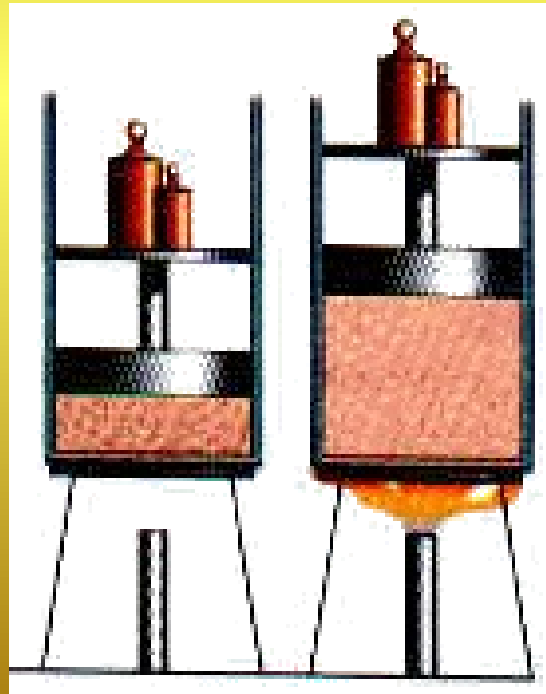
A história da automação

- Gutenberg:
 - surgem as primeiras idéias de automação para aplicação na imprensa



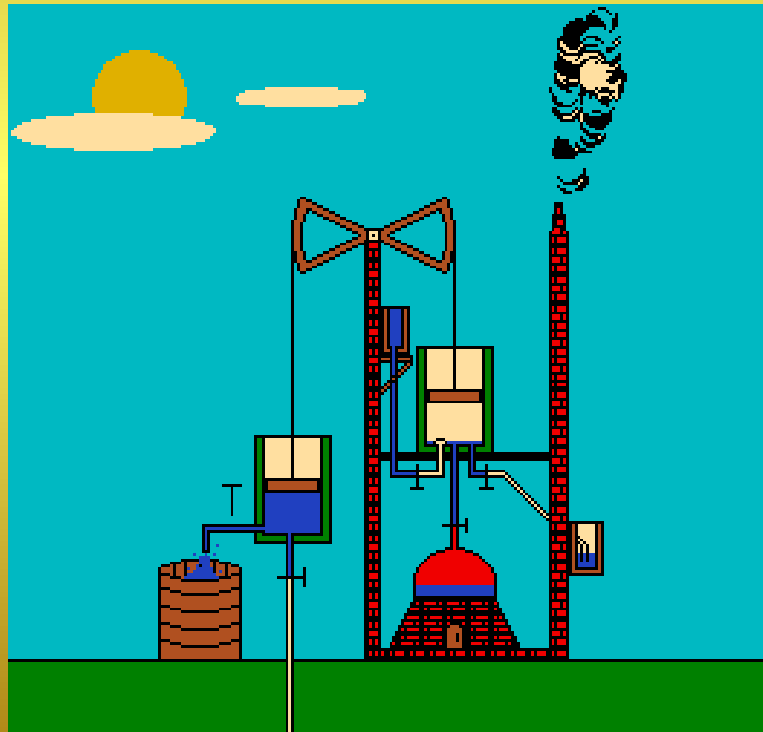
A história da automação

- Dênis Papin:
 - lançou as idéias primordiais para o acionamento mecânico a partir de vapor



A história da automação

- Newcomen e James Watt:
 - desenvolvimento da máquina à vapor

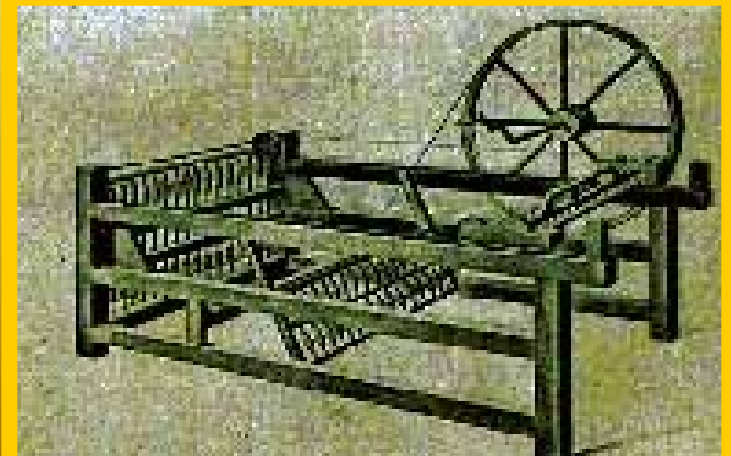
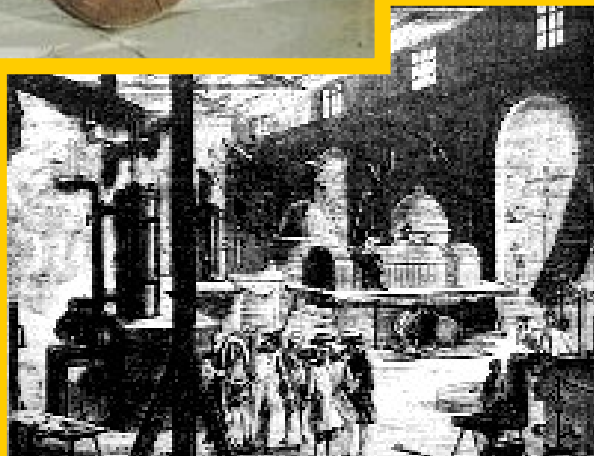
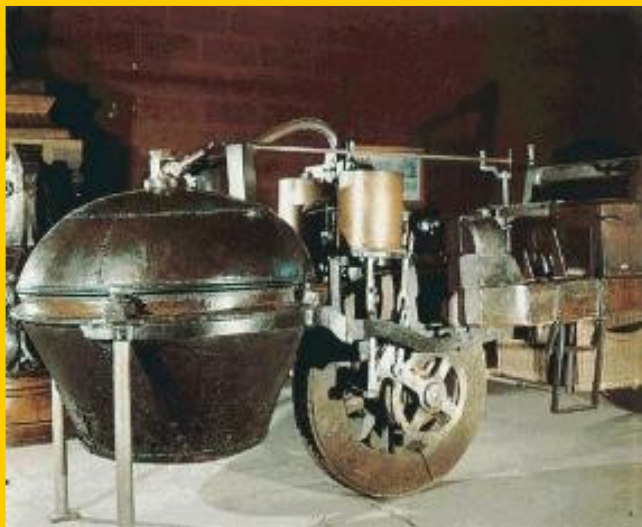


A história da automação

- Essa linha de eventos leva a:
 - aumento no grau de controle dos fenômenos naturais;
 - direcionamento da energia obtidas de fontes mais potentes para realização de mais trabalho;
 - aumento na velocidade de transformação da natureza;
 - criação de dispositivos mecânicos automáticos;
 - controle baseado no tempo.

A história da automação

- Revolução Industrial





A história da automação

- Primórdios da automação:
 - desenvolvimento de novas máquinas pneumáticas;
 - ênfase para tecnologias baseadas em ar comprimido;
 - linhas de ar comprimido;
 - dispositivos movidos a ar comprimido;
 - maneira eficiente de transportar a energia gerada pelas máquinas à vapor:
 - viabilidade de transporte a longas distâncias (impossível para vapor devido a problemas de condensação).

A história da automação

- 1857: inicia-se a construção de um túnel em Mt. Cernis, Alpes Suíços
 - extensão de 13,6 km num prazo de 30 anos para perfuração manual;
 - uso de energia de vapor inviabilizado pela condensação do vapor que ocorre em grandes extensões;
- 1861: adoção de perfuratrizes pneumáticas
- 1871: concluídas duas linhas de 7 km cada, graças à transmissão de energia por via pneumática.



A história da automação

- Os avanços na pneumática permitiram a mecanização de diversas atividades:
 - elevadores;
 - teares;
 - máquinas ferramenta.
- Mas apresentava grandes riscos de explosão devido às altas pressões envolvidas.

A história da automação

- Década de 50:
 - início da construção de elementos lógicos pneumáticos;
 - elementos lógicos: dispositivos que controlam a atuação de acordo com roteiro pré-definido;
 - aplicações na automação das tarefas previamente mecanizadas com o uso de dispositivos pneumáticos.
 - uso de sensores pneumáticos para controle da automação.



A história da automação

- Década de 60:
 - pneumática, juntamente com hidráulica e dispositivos elétricos passa a ser usadas na mecanização e automação industrial;
 - características:
 - simplicidade;
 - baixos custos de componentes;
 - robustez;
 - versatilidade para uso em diversos sistemas de acionamento e para diversas funções

A história da automação

- Década de 70:
 - introdução de solenóides para acionamento de válvulas controladoras de atuadores pneumáticos;
 - controladores elétricos (relés) conjugados a dispositivos de atuação pneumática passam a ser empregados;
 - isso permite a aplicação de técnicas de controle digital sobre os relês, conferindo controle lógico digital aos sistemas de comando.
 - surgem sistemas eletro-pneumáticos.

A história da automação

- Década de 80:
 - popularização da microeletrônica e informática;
 - aplicação de sensores elétricos, digitais, microprocessadores e microcontroladores em substituição aos sensores pneumáticos e relês eletro-pneumáticos;
 - combinação de atuadores pneumáticos com novas válvulas controladas eletronicamente, bem com sensores digitais e microeletrônica levam a uma nova revolução industrial.



Universidade Estadual de Campinas
Cursos de Extensão
FEM 351 – Sistemas Supervisórios Industriais e Redes de
Comunicação em Automação

Conceitos de Automação

Pedro Yoshito Noritomi
noritomi@fem.unicamp.br

Introdução

- Com a invenção da máquina à vapor, por James Watt (Newcomen) em 1781, pode ser definida a “primeira” Revolução Industrial.

- Êxodo rural;
- Teares mecânicos;
- Aglomerações urbanas.

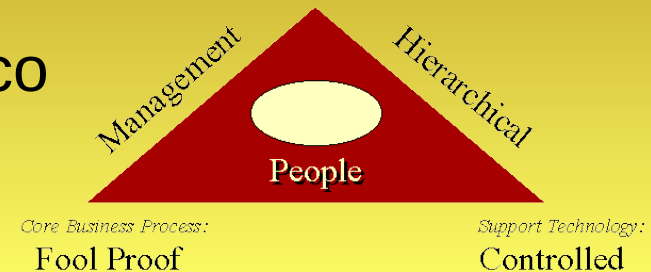
- A “segunda Revolução” Industrial, iniciou-se na Inglaterra (meados do século XVIII), e estabeleceu uma nova era:

- Sociedade agrícola (artesanal) → industrial
(trabalho x capital);
- Substituição da força muscular.

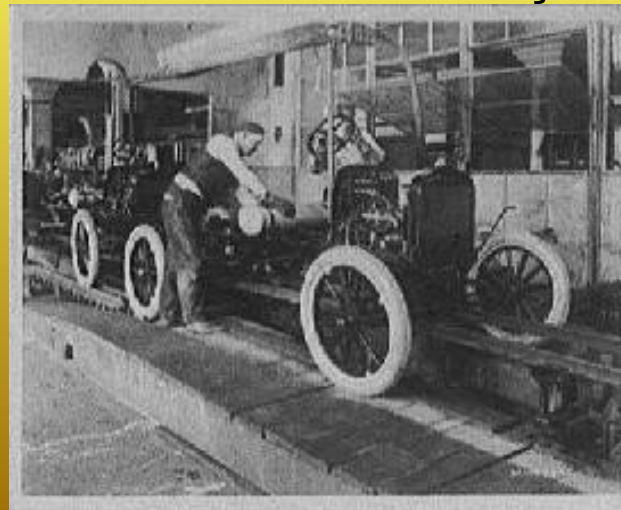


Era Industrial

- Produção em massa
 - taylorismo: gerenciamento científico
 - estrutura rígida e organizada;
 - trabalho contínuo.
 - fayolismo: administração científica
 - divisão do trabalho;
 - disciplina;
 - centralização;
 - espírito de corpo.



- Henry Ford
 - produção em massa na prática: linha de montagem;
 - especialização: cada operário especializado em sua parte da montagem, reduzindo habilidade necessária;
 - estudo do tempo: tempos de montagem;
 - estudo do movimento: mínima movimentação para obter a montagem;



- Automação rígida:
 - segue os mesmos conceitos de Ford;
 - substituição dos operários por máquinas automatizadas;
 - redução nos tempos de montagem;
 - maximização do uso do espaço.



- **Conceito de automação (1946) nos Estados Unidos (Era da Informação).**
- **A máquina-ferramenta teve um aperfeiçoamento contínuo. Na década de 50 - comando numérico (CN).**
- **O Controle Numérico viabilizou a fabricação de lotes pequenos e variados, com geometrias complexas, através da programação eletrônica das seqüências de usinagem.**
- **MIT (1952) utiliza uma fresadora de 3 eixos para demonstrar o protótipo de um comando numérico (aplicação na indústria de manufatura).**

- Funcionamento de um comando numérico consiste no recebimento de um programa pela unidade de entrada, na leitura e interpretação, armazenamento e sua execução.
- CNC: controle numérico computadorizado (surgimento dos microprocessadores), voltado para máquinas-ferramenta e máquinas operatrizes.

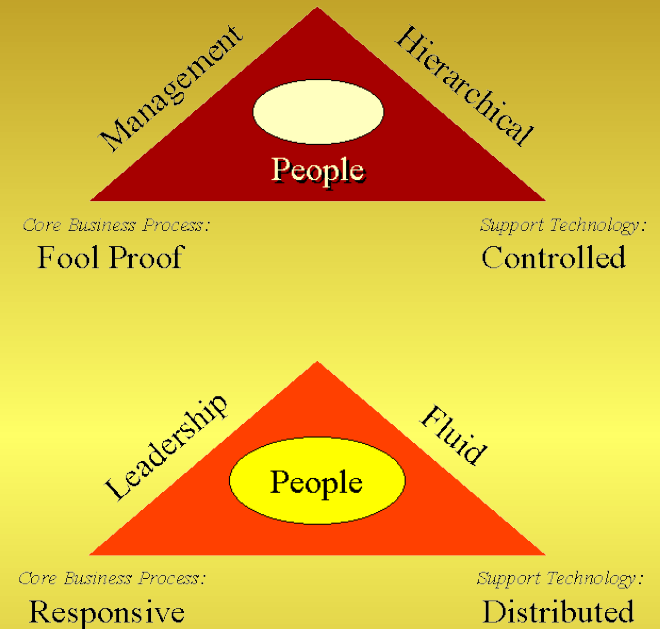


**Maior uniformidade e
complexidade**

**Redução dos tempos
improdutivos**

Introdução

- Automação Flexível:
 - mudança de prisma;
 - flexibilidade;
 - fluidez da organização;
 - interação com a produção;
 - foco no consumidor.
- maior velocidade para atender ao consumidor;
- maior satisfação.
- Controle da Informação



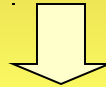


Automação na Manufatura

- Automação do "Chão-de-Fábrica": CAM, AGV's, Robôs; ferramentas da qualidade;
- Automação de processo de projeto de Engenharia (CAD, CAE, PDM);
- Automação no Planejamento e Controle (MRP; CAPP).

Computer Integrated Manufacturing

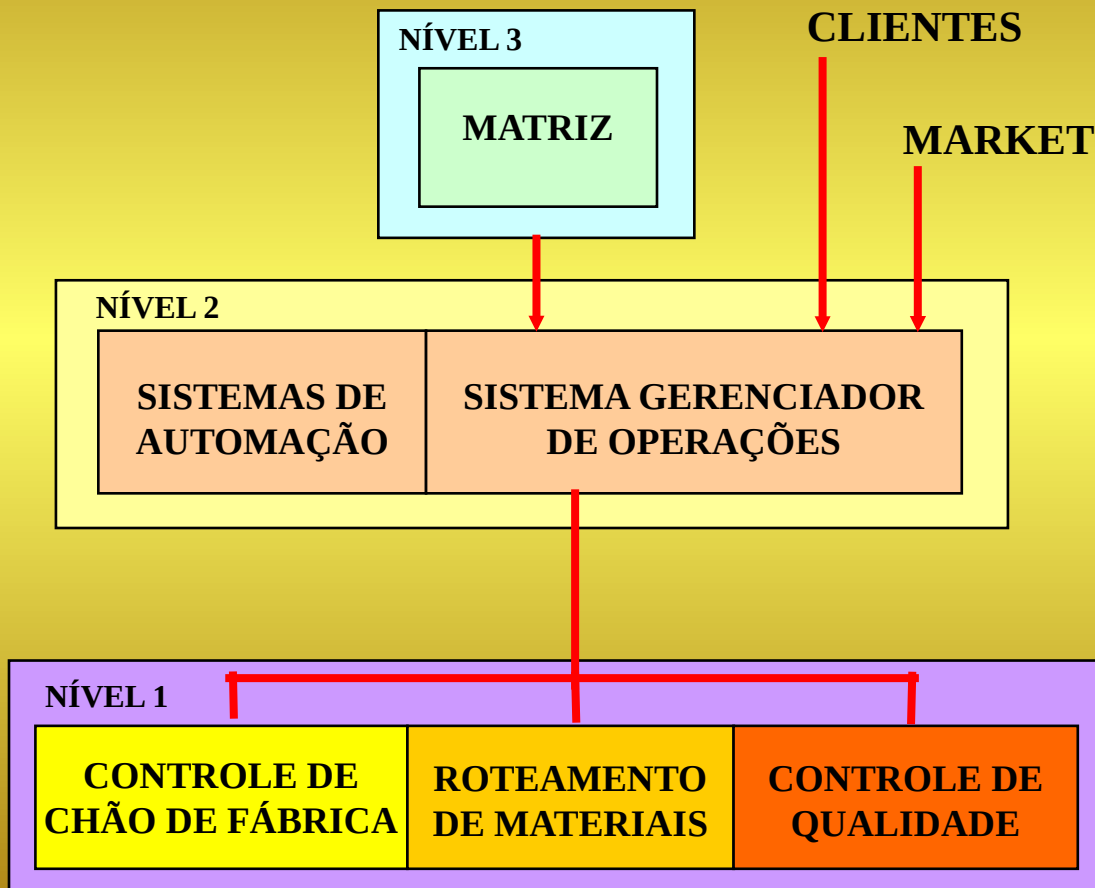
*Define-se por **CIM** o uso da tecnologia de computadores ligando todas as funções relacionadas à manufatura de um produto, caracterizando-se como **um sistema de informação e controle de manufatura**.*



- Mudanças na Estrutura de Custos: (substituição do trabalho humano por máquinas; redução de custos variáveis);
- Aumento da Repetibilidade dos Processos [competitividade]: (melhoria de desempenho dos produtos e menor retrabalho);
- Redução de Inventários (redução do tempo de montagem; redução da necessidade de estoques);
- Aumento da Flexibilidade (rápidas trocas de ferramentas e equipamentos; variação de produtos em função da demanda do mercado);
- Redução do Tempo de Movimentação entre as estações de processamento (redução de percurso de materiais e otimização das rotas a serem seguidas pelos mesmos).

CIM – Níveis Hierárquicos

CIM



Conexão de diversas Células do nível 2, formando **ilhas**, através da utilização de **Redes de Comunicação**.

- Flexibilidade

GRUPOS CELULARES de equipamentos e materiais para a produção de **famílias de peças**. Características: integração e comunicação obtido através do agrupamento celular de diversos equipamentos individuais do **nível 1**.

HARDWARE PADRÃO, normalmente controlado por computadores existentes nas máquinas ou por **CONTROLADORES PROGRAMÁVEIS**.

AGV's, máquinas ferramentas **NC**, **robôs** - equipamentos que fazem uso limitado de informações locais.

Células flexíveis de manufatura

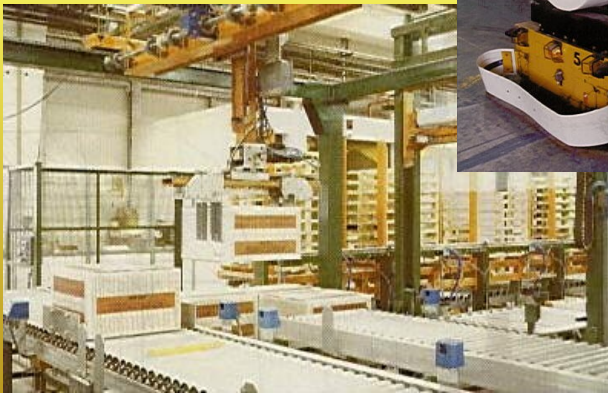
- Produção de peças individuais ou pequenos lotes de peças;
- Realizam todas as funções necessárias para completar o processo de produção da peça programada;
- Versáteis quanto a variações no tipo de peças fabricadas, dependendo de programação de seus elementos componentes para alterações no processo produtivo.

Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS)

Um Sistema Flexível de Manufatura é composto por estações de processamento interligadas por sistemas automatizados de manipulação e de carga/descarga de materiais, permitindo a produção de volumes variáveis de peças diferentes.

Sistema Automático de Manipulação de materiais

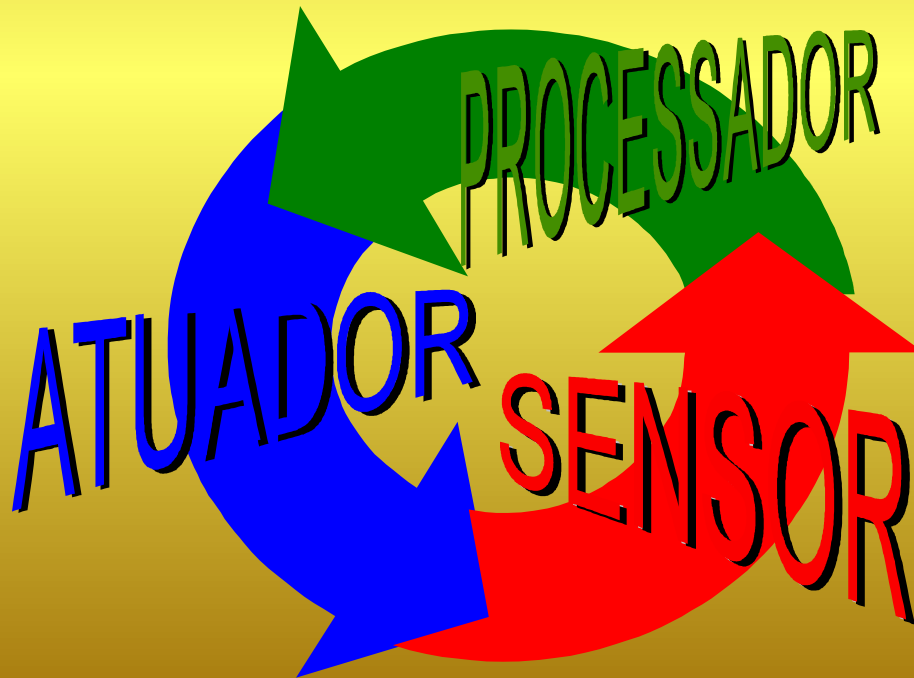
- Veículos Comandados (AGV's);
- Transportadores;
- Dispositivos de Armazenamento Automatizado;
- Robôs.



Automação Industrial

Principais Elementos

A **automação** é um conceito e um conjunto de técnicas através das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com uma eficiência ótima pela utilização de informações recebidas do ambiente sobre o qual atuam.





Universidade Estadual de Campinas
Cursos de Extensão
FEM 351 – Sistemas Supervisórios Industriais e Redes de
Comunicação em Automação

Redes de Informação de Chão de Fábrica

Pedro Yoshito Noritomi
noritomi@fem.unicamp.br

- Histórico:
 - início da computação: computadores isolados, rodando tarefas sem interação;
 - década de 60, “*time sharing*”, compartilhamento de um mainframe por diversos usuários interagindo com seus programas: transmissão de dados para estações;
 - década de 70: advento do minicomputador adaptado às necessidades, especialista, necessitava de comunicação com outros dispositivos para completar suas tarefas;

- interconexão de miniprocessadores resultava em uma maior capacidade de processamento;
- levou à necessidade de comunicação entre os processadores, especialistas em cada dispositivo (armazenamento, cálculo, impressão, etc.);

- Redes de computadores:
 - maior capacidade de processamento;
 - economia: computadores menores apresentam melhor relação custo/desempenho;
 - especialização dos componentes da rede.



REDES DE COMUNICAÇÃO

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

- Interligação de Computadores
- Integração de computadores aos CLP's
- Integração dos CLP's a dispositivos **inteligentes**
 - **Controladores de solda**
 - **Robôs**
 - **Terminais de válvulas**
 - **Balanças**
 - **Sistemas de Identificação**
 - **Sensores**
 - **Centros de Comando de Motores**

FILOSOFIAS DE DISTRIBUIÇÃO E/S



Tradicional

Cada dispositivo é ligado individualmente ao CLP
Alto custo de instalação



Atual

Distribuição de E/S ao longo da fabrica.
Menor custo de instalação

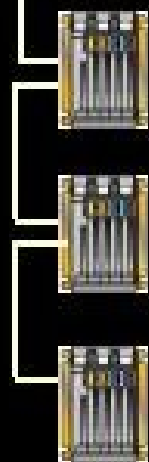
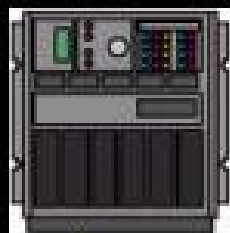


Tendência

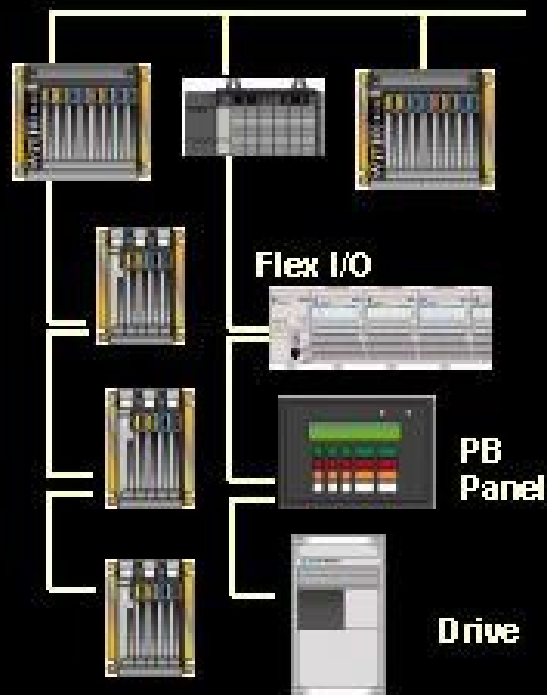
Sensores inteligentes
Ganho funcional
Baixo custo de instalação

PADRÕES DE CONTROLE DISTRIBUÍDO

1980's



1990's

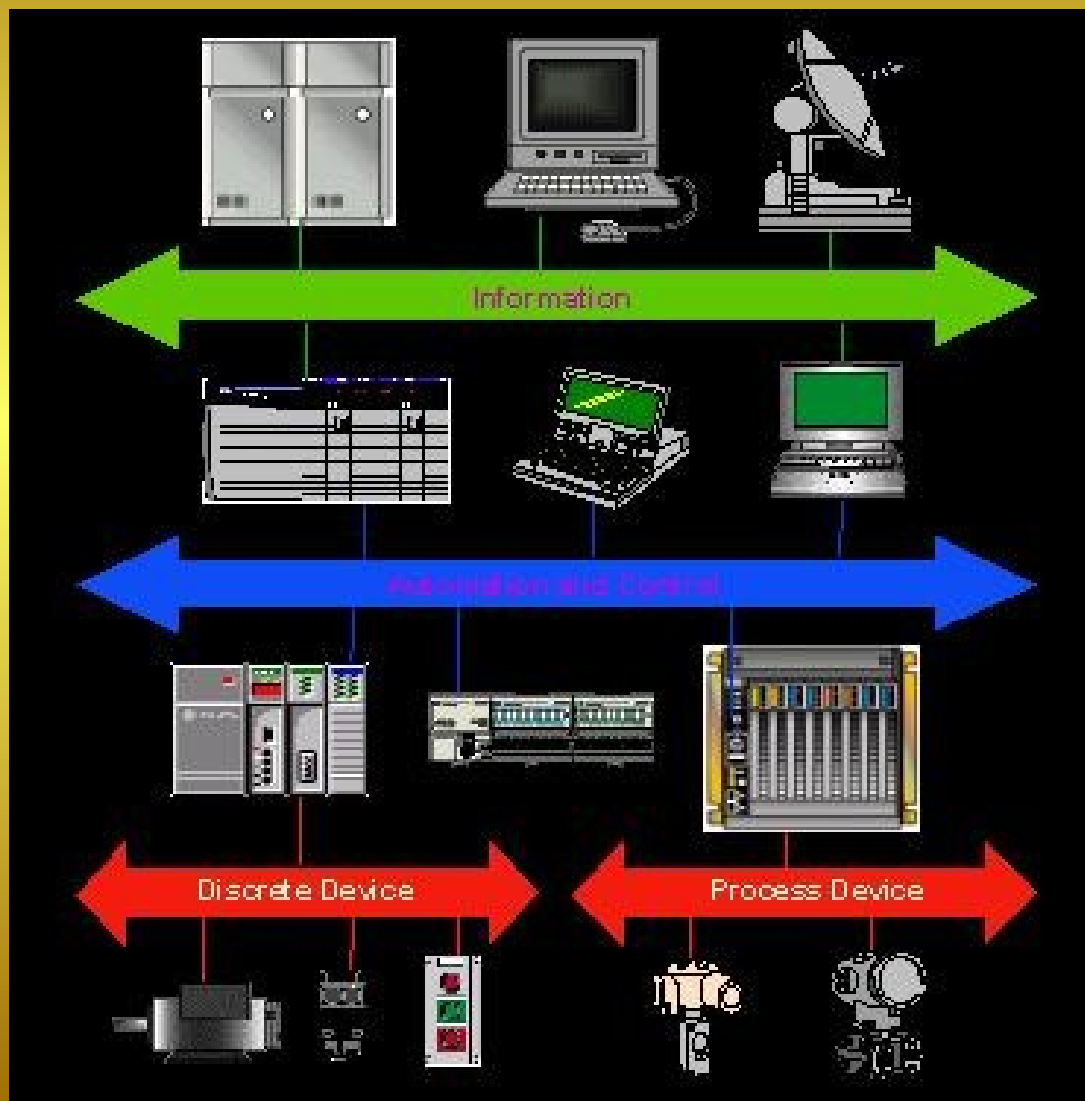


2000



REDES DE COMUNICAÇÃO

FILOSOFIAS ATUAIS e HIERARQUIA



Connected With
Ethernet

PROFI[®]
PROCESS FIELD BUS
BUS

interação com usuário

Fieldbus
Foundation

Connected With
DeviceNet

PROFI[®]
PROCESS FIELD BUS
BUS

dispositivos



sensores e atuadores



REDES DE COMUNICAÇÃO

O QUE É NECESSÁRIO OTIMIZAR?

- Instalação mais rápida e mais simples
- Diagnósticos mais completos
- Facilidade de Manutenção
- Reconfiguração mais rápida
- Maior Flexibilidade
- Menor Fiação
- Redução de CUSTOS

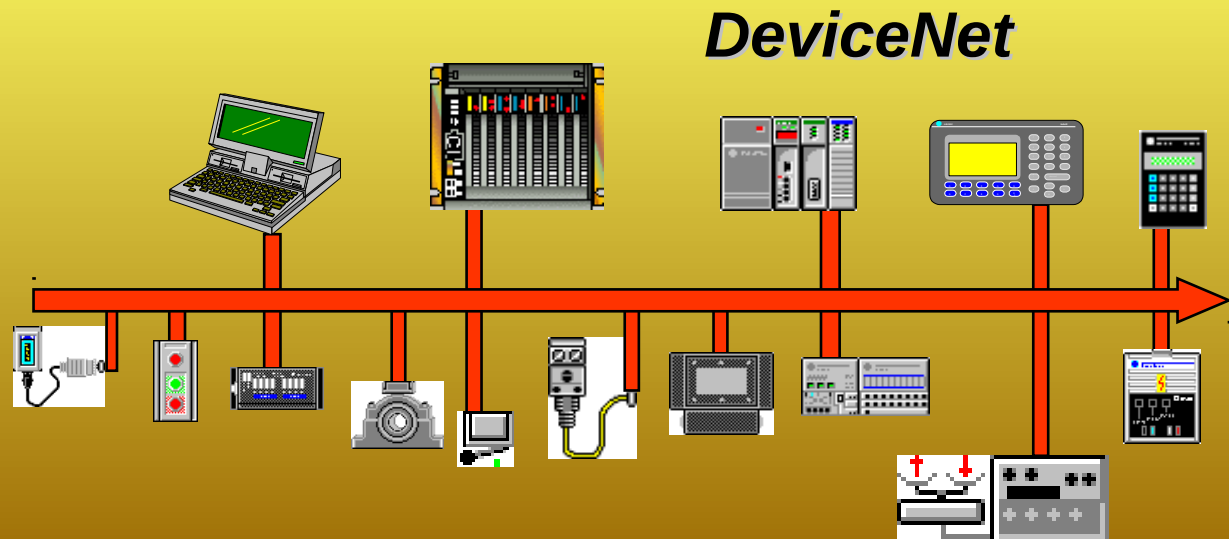


DeviceNet

O QUE É DeviceNet?

É uma rede de comunicação de baixo custo idealizada para interligar equipamentos industriais, tais como:

- Sensores de proximidade indutivos, capacitivos, fotoelétricos,
- painéis e interfaces de operação,
- sensores de processos,
- leitores de código de barras,
- variadores de frequência,
- motores de partida,
- válvulas solenóides





DeviceNet VANTAGENS

- Além de eliminar o excesso de gasto com a instalação dos equipamentos, a rede proporciona a comunicação entre os participantes, implementando níveis de auto diagnóstico, nem sempre disponível nas instalações convencionais.
- **DeviceNet** é uma solução simples para instrumentação de redes industriais reduzindo os custos de instalação (cabos, bandejas, caixas de junção, etc.) e os tempos de montagem dos equipamentos ao mesmo tempo em que permite a intercambialidade dos instrumentos de diversos fabricantes.



DeviceNet

ENDEREÇAMENTO

- A rede **DeviceNet** permite o endereçamento de até **64 nós** sendo que cada endereço pode suportar um elevado número de I/Os, como por exemplo um atuador pneumático de 32 válvulas ou um módulo com 16 entradas discretas.
- Cada equipamento possui um micro-controlador que gerencia o armazenamento em memória não volátil do seu endereço, que pode ser definido por software ou chaves.



DeviceNet MEIO FÍSICO

A rede **DeviceNet** utiliza um cabo padrão de 2 pares de fios, sendo um dos pares responsável pela distribuição da alimentação 24 Vcc nos diversos nós, e o outro utilizado para o sinal de comunicação.



REDE FIELDBUS



INTRODUÇÃO

FIELD BUS é um sistema de comunicação digital bidirecional que interliga equipamentos inteligentes de campo com sistema de controle ou equipamentos localizados na sala de controle.

O “**FIELDBUS**” não é apenas uma nova tecnologia, mas também trás uma redução de aproximadamente 40% nos custos de projeto, instalação, operação e manutenção de um processo industrial.

INTRODUÇÃO

O termo " **FIELD BUS** " se refere a um **PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO** digital, bidirecional usado para comunicações entre instrumentos de campo e sistemas de controle em processo e manufatura, entre outras aplicações propicia:

- A migração do controle ao chão de planta;
- O acesso para uma riqueza sem precedentes de dados do campo;
- A redução de custo de telemetria;
- O aumento da capacidade de manutenção avançada;
- A redução de custos de instalação.

- Redução no custo de fiação, instalação, operação e manutenção de plantas industriais;
- Informação imediata sobre diagnóstico de falhas nos equipamentos de campo. Os problemas podem ser detectados antes deles se tornarem sérios, reduzindo assim o tempo de inatividade da planta;
- Distribuição das funções de controle nos equipamentos de campo - instrumentos de medição e elementos de controle final. Serão dispensados os equipamentos dedicados para tarefas de controle;

- Aumento da robustez do sistema, visto que dados digitais são mais confiáveis que analógicos;
- Melhoria na precisão do sistema de controle, visto que conversões D/A e A/D não são mais necessárias. Consequentemente, a eficiência da planta será aperfeiçoada.

- Redução de custo de engenharia;
- Melhoria na qualidade das informações;
- Os transmissores transmitem muito mais informações;
- Os equipamentos indicam falha em tempo real;
- Facilidade na manutenção.

AS VERTENTES MUNDIAIS

- Por se tratar de uma comunicação puramente digital é necessário que se estabeleçam regras para que seja possível a interoperabilidade entre instrumentos de fabricantes diferentes. Inicialmente cada fabricante procurou desenvolver sua própria tecnologia, ficando o usuário final subordinado à **REDE PROPRIETÁRIA**.
- Padrão ISO/OSI – Open Systems Interconnect: protocolo modelo de referência.



AS VERTENTES MUNDIAIS

- A partir da união de grandes empresas surgem duas vertentes mundiais:
 - **FIELDBUS FOUNDATION** formada basicamente por empresas americanas e
 - **FIELDBUS PROFIBUS** formada por empresas européias.

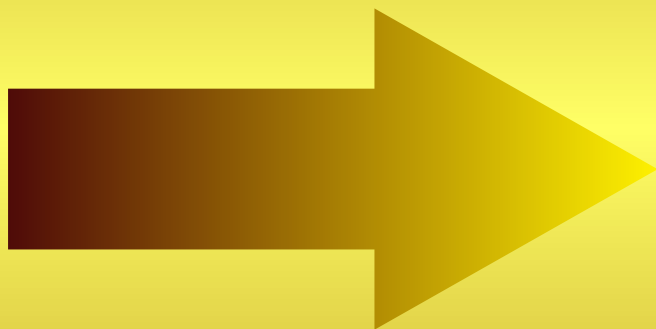
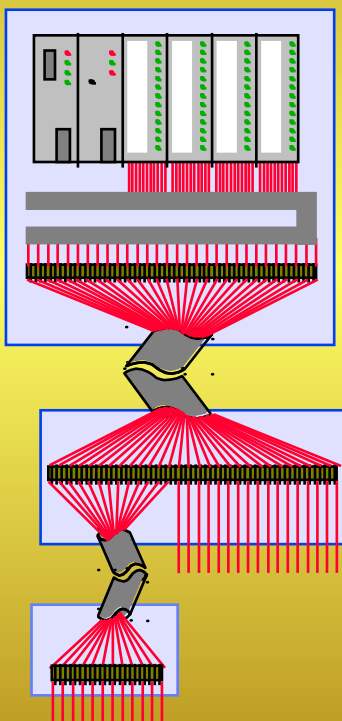


AS VERTENTES MUNDIAIS

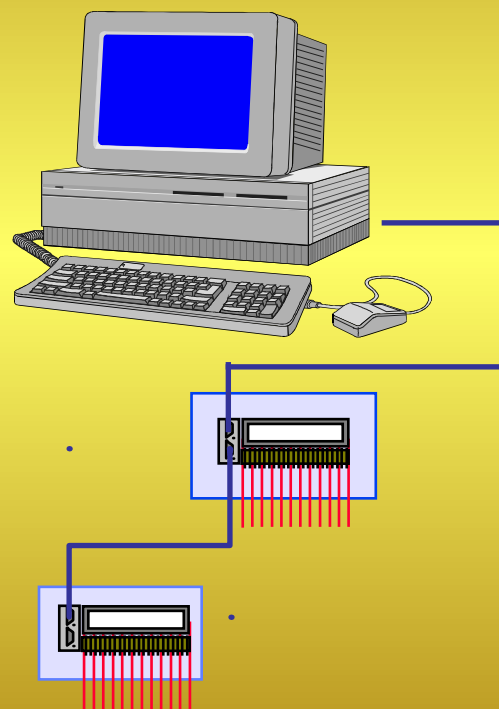
- A **FIELDBUS PROFIBUS** saiu na frente e estabeleceu seus padrões, tendo hoje mais de 1400 instrumentos de diversos fabricantes aprovados em testes de conformidade e com o certificado da fundação.
- A **FIELDBUS FOUNDATION** completou o seu processo de padronização no final do ano de 1997. A tradução do jornal de divulgação mundial da Foundation que pode ser encontrado em www.fieldbus.org.

UMA GRANDE EVOLUÇÃO NAS REDES DE COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL

Convencional

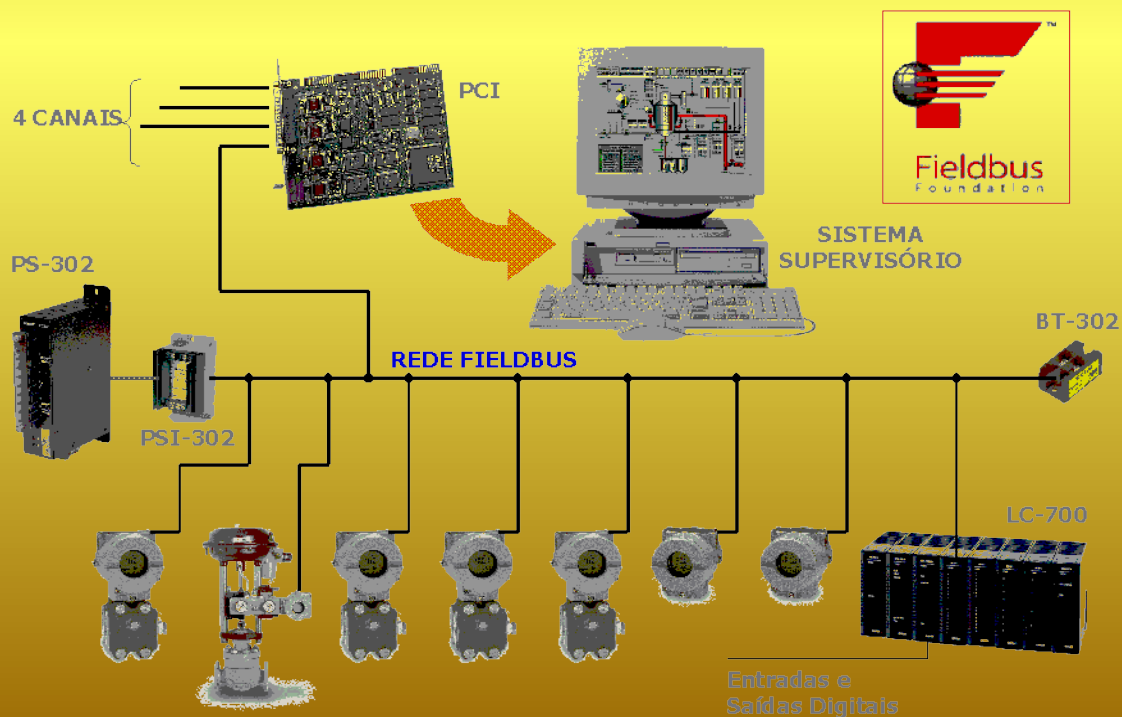


Field Bus

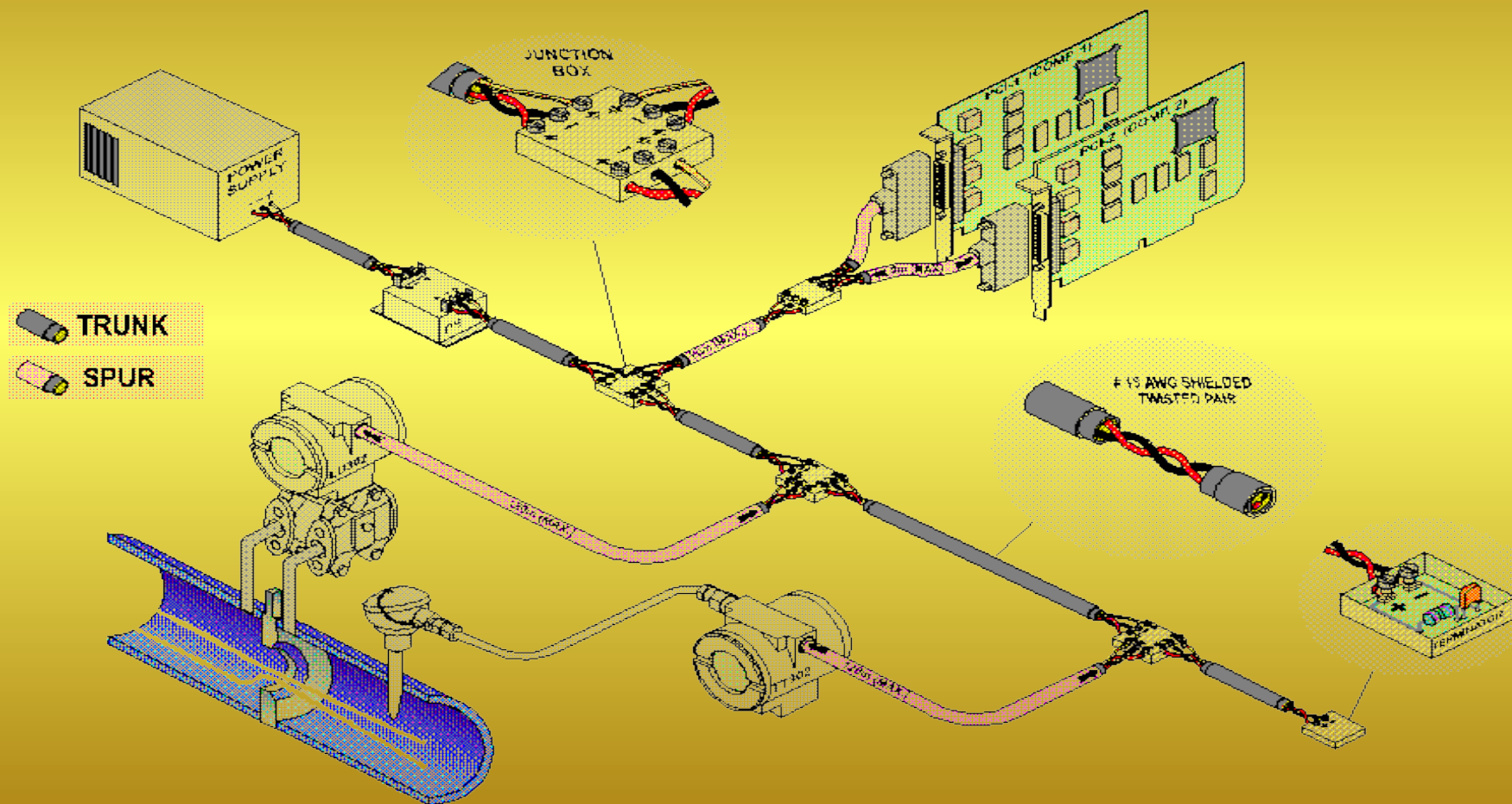


Exemplo de uma arquitetura de **REDE FIELBUS**, onde podemos observar a estação de **SUPERVISÃO**, uma placa de interface com múltiplos canais, o barramento linear, terminador do barramento (BT-302), fonte de alimentação (PS-302), impedância (PSI-302) e diversos instrumentos, inclusive um CLP com placa de interface para o barramento.

Arquitetura da Rede FIELDBUS



INSTALAÇÃO TÍPICA FIELDBUS





A FAMÍLIA PROFIBUS



A FAMÍLIA PROFIBUS

PROFIBUS é um padrão de **FIELD BUS** aberto para largas aplicações, entre elas:

- Processos contínuos,
- Manufatura elétrica.



A FAMÍLIA PROFIBUS

A independência dos vendedores e abertura estão garantidas pelo padrão **PROFIBUS EN 50 170**.

Com o **PROFIBUS**, dispositivos de diferentes fabricantes podem comunicar-se entre si sem a necessidade de interface especiais.

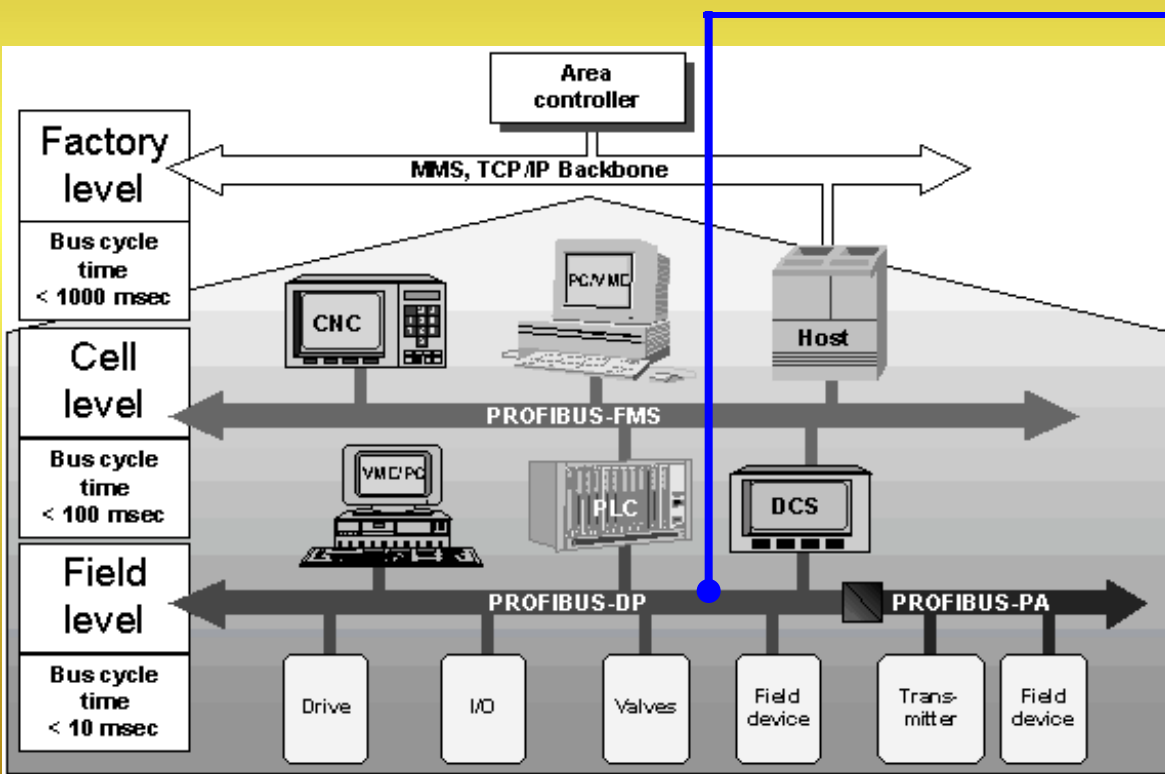
PROFIBUS pode ser usado onde necessitamos de alta velocidade de transmissão de dados e tarefas de comunicação complexas e extensas.

A FAMÍLIA PROFIBUS

A família de PROFIBUS consiste em três versões compatíveis.

PROFIBUS-DP

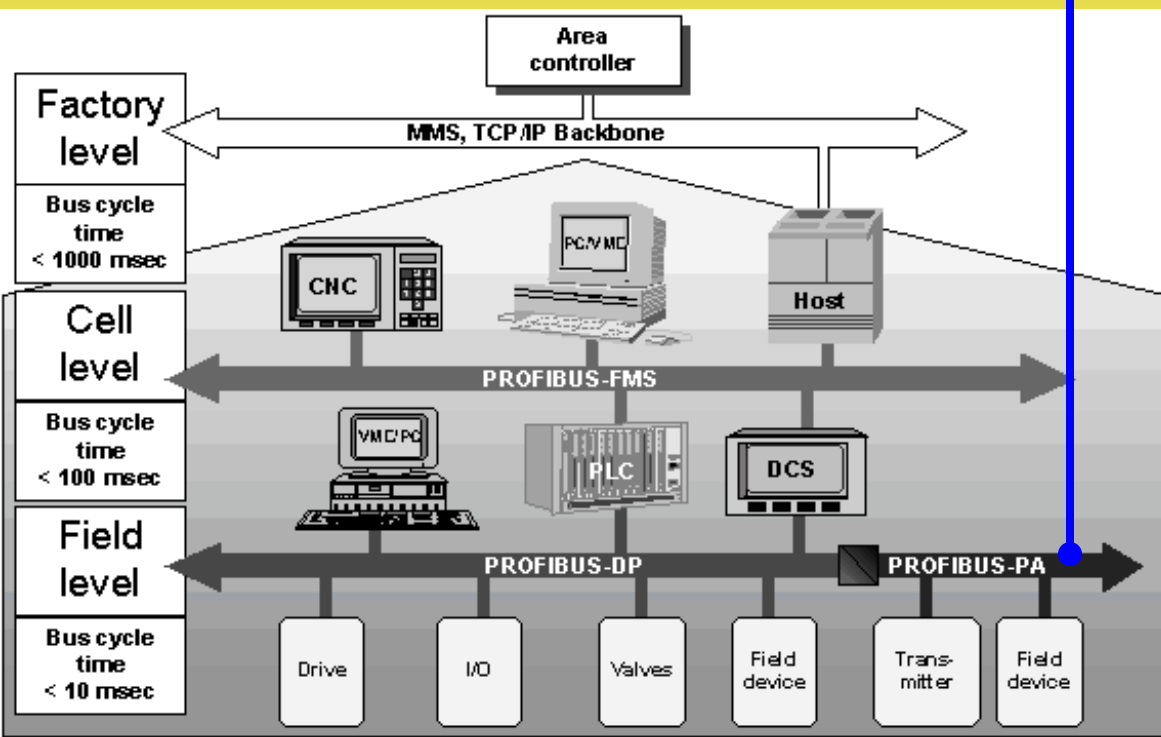
Aperfeiçoado para velocidade alta e montagem barata, esta versão de PROFIBUS é especialmente projetada para comunicação entre sistemas de controle de automatização e I/O distribuído para dispositivos.



A FAMÍLIA PROFIBUS

PROFIBUS-PA

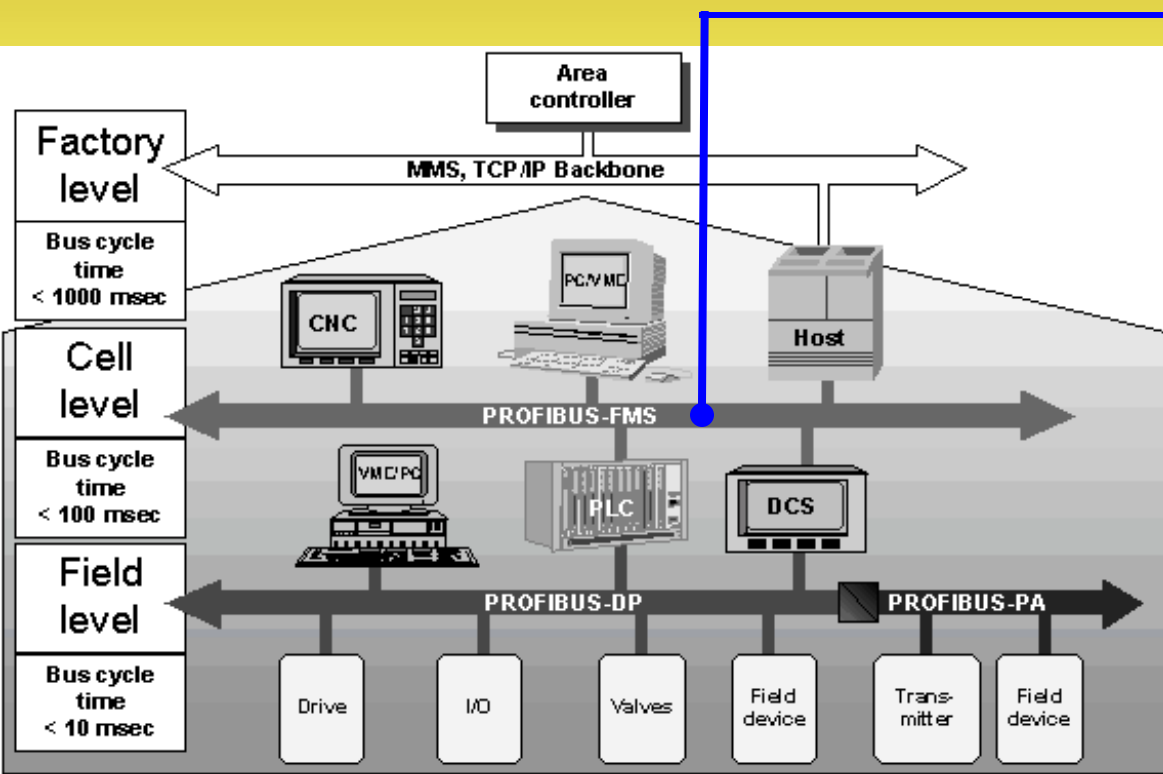
PROFIBUS-PA é especialmente projetado para automatização de processo. Permite conectar sensor e atuadores até mesmo em um barramento comum em áreas intrinsecamente seguras. **PROFIBUS-PA** permite comunicação de dados e pode ser usado com tecnologia 2 fios de acordo com o padrão internacional IEC 1158-2.



A FAMÍLIA PROFIBUS

→ PROFIBUS-FMS

PROFIBUS-FMS é a solução de propósito geral para comunicação de tarefa em escala de células. Serviços de FMS poderosos abrem um amplo alcance de aplicações e provêm grande flexibilidade. PROFIBUS-FMS também pode ser usado para tarefas de comunicação extensas e complexas.



PROFIBUS especifica as características técnicas e funcionais de um sistema de **FIELD BUS SERIAL**, descentralizando os controladores digitais, trabalhando no patamar de células. Há uma distinção entre **DISPOSITIVOS MESTRE** e **DISPOSITIVOS ESCRAVOS**.



PROTOCOLO DE ACESSO AO MEIO DISPOSITIVOS MESTRES

Dispositivos mestres determinam a comunicação de dados no barramento. Um mestre pode enviar mensagens sem um pedido externo quando segura os direitos de acesso do barramento (**O TOKEN**). Também são chamados de **ESTAÇÕES ATIVAS**.



PROTOCOLO DE ACESSO AO MEIO

DISPOSITIVOS ESCRAVOS

Dispositivos escravos são dispositivos periféricos. Dispositivos escravos típicos incluem dispositivos de I/O, válvulas, drivers e transmissores. Eles não têm direitos de acesso ao barramento e só podem reconhecer mensagens ou podem enviar mensagens ao mestre quando requisitados. Também são chamados de **ESTAÇÕES PASSIVAS**. Eles só requerem uma porção pequena do protocolo do barramento, sua implementação é particularmente econômica.

PROFIBUS PROTOCOLO DE ACESSO AO MEIO



Observamos que a interação com o CLP é totalmente possível, desde que tenhamos um cartão que promova a interface. Muitos fabricantes já possuem cartões de interface com certificado de conformidade, entre eles GEFANUC, ALLEN BRADLEY, entre outros. Ao lado temos a figura do cartão de interface para PROFIBUS-DP do fabricante Allen Bradley.