

Tecnologia de Comando Numérico

164399

Aula 2

Introdução à Automação da Manufatura

- Mecatrônica;**
- Automação;**
- Níveis de Automação;**
- Tipos de Automação;**
- Justificativas para automatizar;**
- Justificativas para não automatizar;**

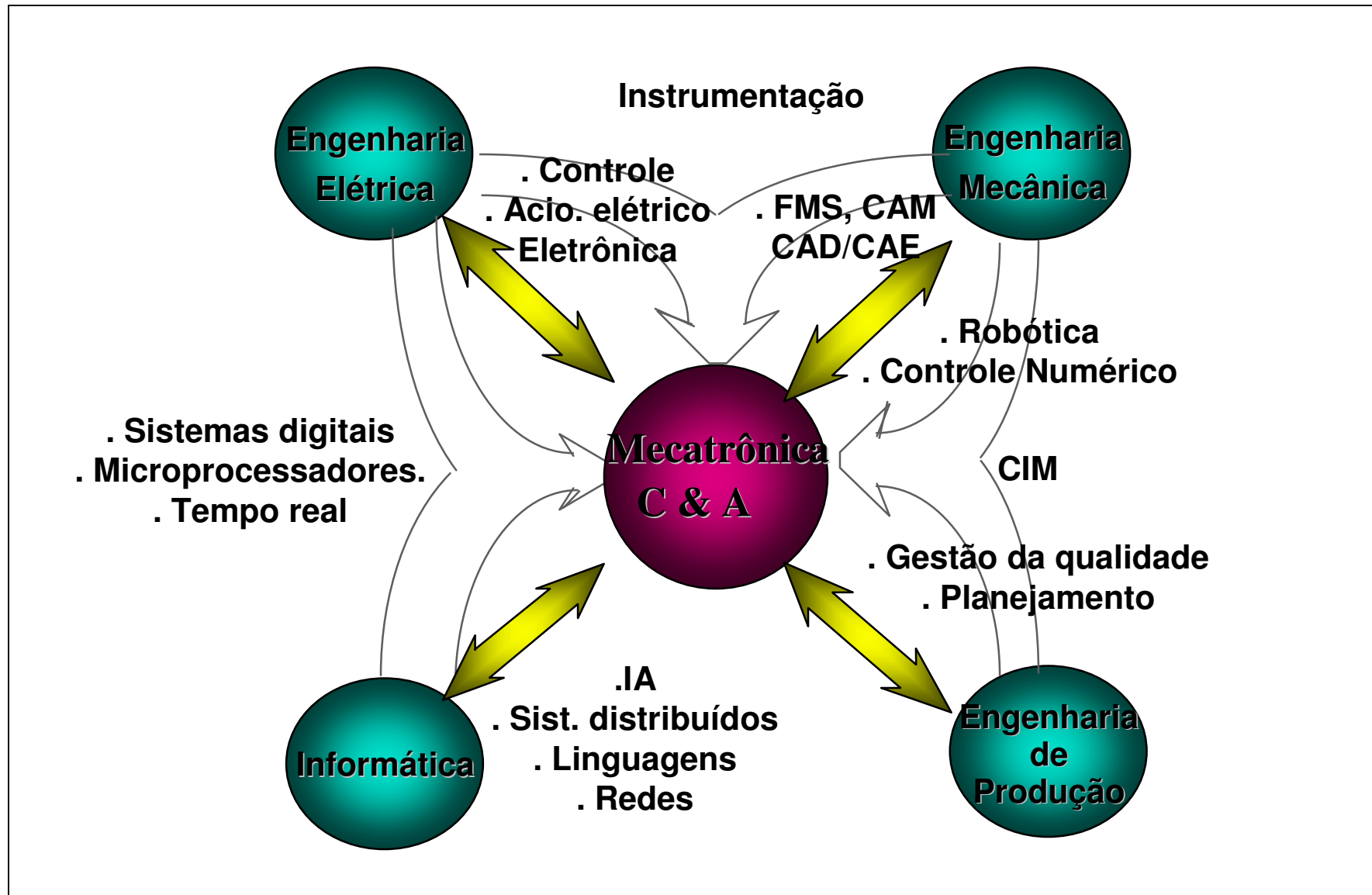
Prof. Edson Paulo da Silva

Contexto - Conceito de Mecatrônica

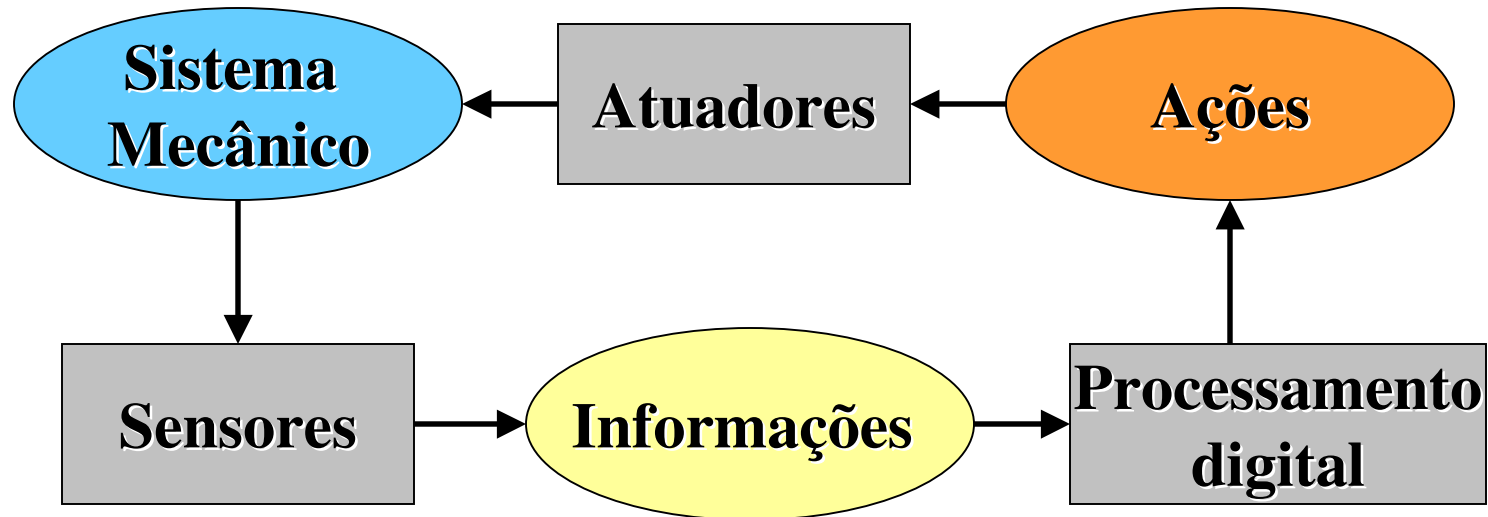
Mecatrônica: *“Integração sinérgica da engenharia mecânica com a eletrônica e controle inteligente por computador no projeto e manufatura de produtos e processo”* (Comitê Assessor para Pesquisa e Desenvolvimento Industrial da Comunidade Européia);

- Mecatrônica é portanto uma área integradora que utiliza tecnologias mecânicas, eletrônicas e computacionais;
- Do ponto de vista tecnológico essa tal integração possibilita o desenvolvimento de produtos e sistemas com elevado grau de flexibilidade e capacidade de adaptação a diferentes condições de operação;

Contexto - Conceito de Mecatrônica



Contexto - Conceito de Mecatrônica



Representação esquemática de um sistema mecatrônico típico

Contexto - Conceito de Mecatrônica

- **Regulamentação da profissão**
 - Trata-se de um nova profissão e sua regulamentação segue a Portaria N° 1694 do Ministério de Educação, de 05 de Dezembro de 1994 que criou a *Engenharia de Controle e Automação*;
 - O curso de Controle e Automação é baseado no currículo mínimo, como todos os outros cursos de Engenharia nas Universidades Federais do Brasil;
 - Mesmo título => habilitações diferentes;

Universidade => emite o título
Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA) => habilitação

Contexto - Mecatrônica da UnB e de outras IES

O curso de Mecatrônica na UnB

- Sendo um curso de engenharia terá sua fundamentação científica na matemática, física e ciência da computação, e sua formação profissional de engenharia em controle dinâmico de processo, informática industrial e automação da manufatura.

- As características do curso são:
 - uma básica sólida em matemática e física;
 - conhecimentos gerais de:
 - *Engenharia Elétrica*: circuitos, eletrotécnica, eletrônica industrial, acionamentos eletromecânicos, circuitos digitais, etc.

Contexto - Mecatrônica da UnB e de outras IES

- *Engenharia Mecânica*: desenho, mecânica geral, fenômenos de transporte, processos em engenharia, mecanismos, etc..
- *Ciência da Computação*: estruturas de dados, engenharia de software, etc.;

→Conhecimentos especializados de:

- *Controle de processo*: dinâmica de processos físicos (modelos matemáticos, sistemas lineares e não lineares, identificação); análise dinâmica (estabilidade, desempenho, dinâmico, simulação); controle dinâmico (compensação, realimentação e estimação de estado, otimização, controle inteligente, controle não-linear); instrumentação, sensoreamento e acionamento;

Contexto - Mecatrônica da UnB e de outras IES

- *Informática industrial*: sistemas de controle digital (microprocessadores, microcontroladores, processadores de sinais digitais, arquitetura de computadores, etc.); concepção de programas (linguagens de programação, sistemas operacionais, engenharia de software, programação em tempo real); sistemas de controle distribuídos (banco de dados, redes de computadores); inteligência artificial (lógica difusa, redes neurais e sistemas especialistas).
- *Automação da manufatura*: processos de fabricação (engenharia de produto, projeto/engenharia auxiliada por computador CAD/CAE); automação de máquinas ferramenta,

Contexto - Mecatrônica da UnB e de outras IES

(comando numérico, Centros de Torneamento, Centros de Usinagem, tornos CNC, manipuladores robóticos); automação flexível (transporte, sistemas integrados de manufatura CIM/FMS), PLC;

- Estrutura administrativa do curso de Mecatrônica da UnB
 - Vinculado à Faculdade de Tecnologia e executado pelos Departamentos de Engenharia Mecânica (ENM), Engenharia Elétrica (ENE) e Ciências da Computação(CIC);

Contexto - Mecatrônica da UnB e de outras IES

Outros cursos de Mecatrônica

- Existem cursos associados a sistemas mecatrônicos nos EUA, Europa e Ásia com durações variáveis de três, quatro e cinco anos;
- No Brasil tem-se:
 - Universidade de São Paulo - USP (Escola Politécnica)
 - Engenharia Mecânica, habilitação Automação e Sistemas (Mecatrônica);
 - Engenharia Elétrica, ênfase Automação e Controle;
 - Universidade de São Paulo - USP/EESC
 - Engenharia Elétrica, ênfase Mecatrônica;
 - Engenharia Mecânica, ênfase Mecatrônica;

Contexto - Mecatrônica da UnB e de outras IES

- Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
 - Engenharia de Computação modalidade Sistemas e Processos Industriais, na Faculdade de Elétrica;
 - Engenharia de Controle e Automação , na Faculdade de Engenharia Mecânica;
- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
 - Engenharia de Controle e Automação Industrial;
- Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG)
 - Engenharia Mecatrônica;
- Universidade Federal de Minas Gerais
 - Engenharia de Controle e Automação , no Departamento de Engenharia Eletrônica;

Automação da Manufatura - Conceitos básicos

Automação

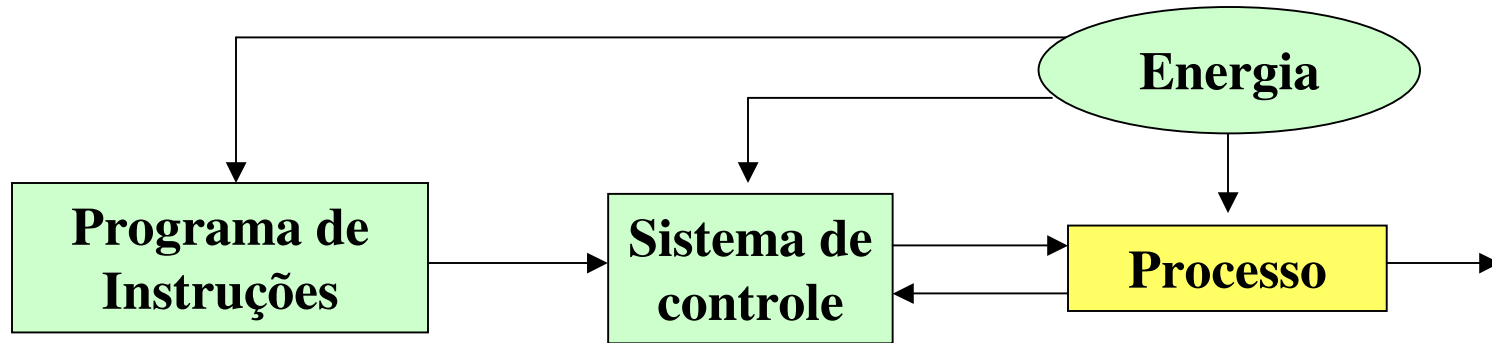
“É a tecnologia pela qual um processo ou procedimento é realizado sem a assistência humana”

“Uma tecnologia que se ocupa do uso de sistemas mecânicos, eletrônicos e computacionais na operação e controle da produção sem a interferência humana”

Em sistemas automatizados podem-se sempre identificar três elementos básicos:

- Energia;
- Programa de instruções;
- Sistema de controle;

Automação da Manufatura - Conceitos básicos



- i) Energia para executar o processo automatizado:* Inclui energia para execução do processo, do programa e do sistema de controle;
- ii) Programa de instruções:* As ações a serem executadas por um processo automatizado são definidas pelo programa de instruções;
- iii) Sistema de controle:* O sistema de controle executa o programa de instruções do sistema automatizado;

Automação da Manufatura - Conceitos básicos

- Exemplos de processos de manufatura e os tipos de energias consumidas por eles.

<i>Processo</i>	<i>Forma de energia</i>	<i>Ação resultante</i>
Lingotamento	Térmica	Fusão seguida de solidificação.
Descarga elétrica	Elétrica	Remoção de material através da fusão.
Forjamento	Mecânica	Conformação em moldes.
Tratamento térmico	Térmica	Variações microestruturais.
Injeção em molde	Térmica/mecânica	Aquecimento do material seguido de injeção em molde.
Usinagem	Mecânica/elétrica	Corte devido movimento relativo entre material e ferramenta.
Soldagem	Térmica	Fusão seguido de solidificação do material de solda.

Automação da Manufatura - Conceitos básicos

- **Funções avançadas de um sistema automatizado**
 - Além de executar um programa, um sistema automatizado pode ainda ser capaz de executar funções que não são específicas para o produto em fabricação. s:
 - *Monitoramento da segurança*: capacidade de proteger os operadores e/o equipamentos envolvidos no processo. Evolvem uso de sensores para detectar condições e eventos inseguros ou potencialmente inseguros;
 - *Diagnósticos de manutenção e reparos*: se refere à capacidade do sistema automatizado de auxiliar na identificação de fontes de mal funcionamento real ou potencial e de falhas do sistema. Envolve:

Automação da Manufatura - Conceitos básicos

- *Monitoração de status*: monitora e armazena status de sensores e parâmetros chaves do sistema;
- *Diagnóstico de falhas*: permite interpretação de valores correntes de variáveis monitoradas e análise de valores anteriores à falha/mal funcionamento => permite identificar a causa;
- *Recomendação de procedimento de reparo*: fornece procedimentos recomendados para reparos bem como os passos que devem ser tomados para realiza-los;
- *Detecção de erro e restabelecimento*: não somente faz os diagnósticos de mal funcionamento, mas também toam as providências necessárias para sana-lo e restabelecer a operação normal;

Automação da Manufatura - Conceitos básicos

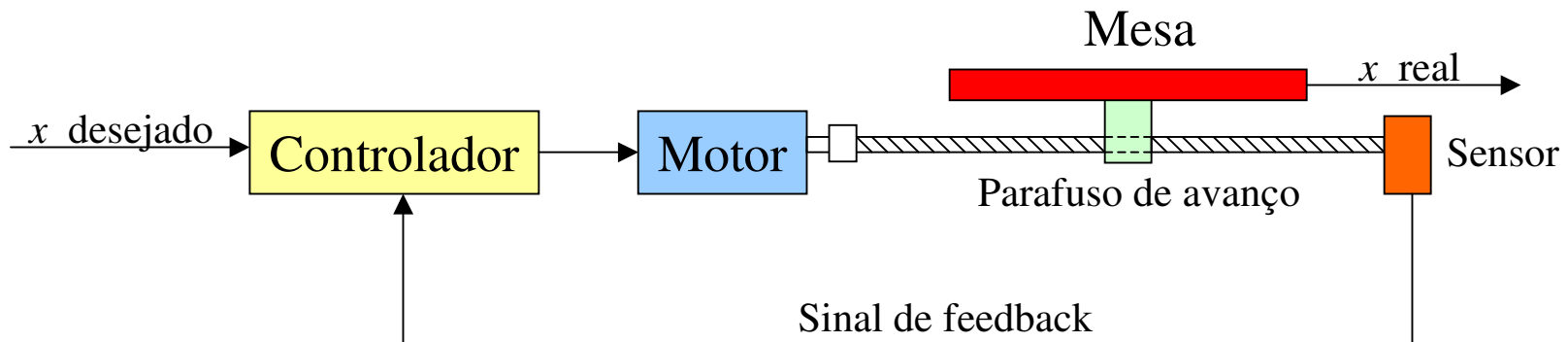
- **Principais Áreas de Pesquisa, Ensino e Aplicação da Automação**
 - Automação Industrial
 - *Automação da Manufatura;*
 - *Automação de Processos Contínuos;*
 - Automação Residencial e Predial;
 - Automação Bancária;
 - Automação Comercial;
 - Automação Agrícola.

Automação da Manufatura - Conceitos básicos

- **Níveis de automação da manufatura**

A execução de tarefas sem a intervenção humana pode se dar em diferentes graus => Tem-se 5 níveis de automação:

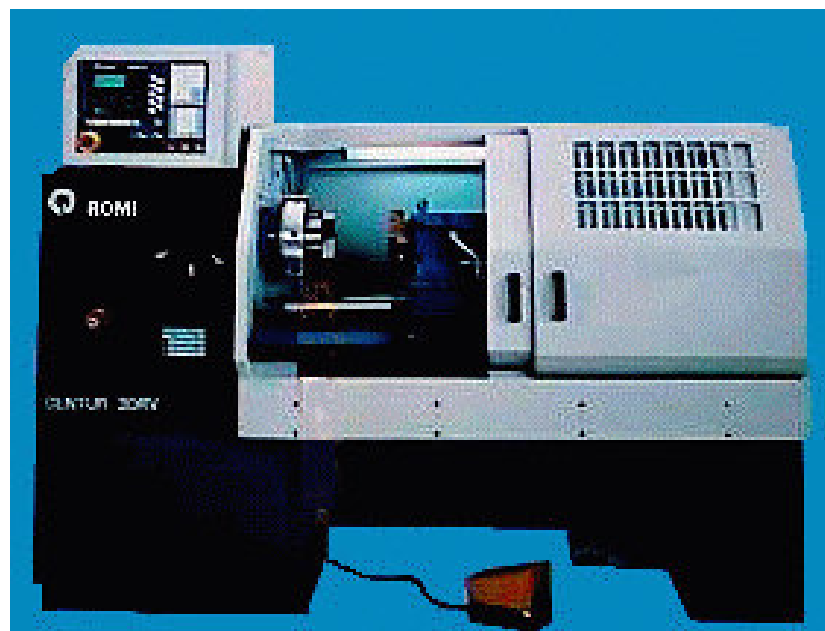
1º. A nível de dispositivo: inclui os atuadores, sensores e outros componentes de uma máquina. *Exemplo:* controle de um eixo de uma máquina de CN e uma junta de um robô industrial;



Exemplo de automação a nível de dispositivo - Controle de uma mesa de máquina com Comando Numérico.

Introdução à Automação - Conceitos básicos

2°. A nível de máquina: os componentes a nível de dispositivos são montados em máquinas individuais. *Exemplo:* máquinas CN, robôs industriais, transportadores automáticos e veículos guiados automaticamente (AGV's - Automated Guided Vehicles).



Exemplo de automação a nível de máquina - Máquina CNC.

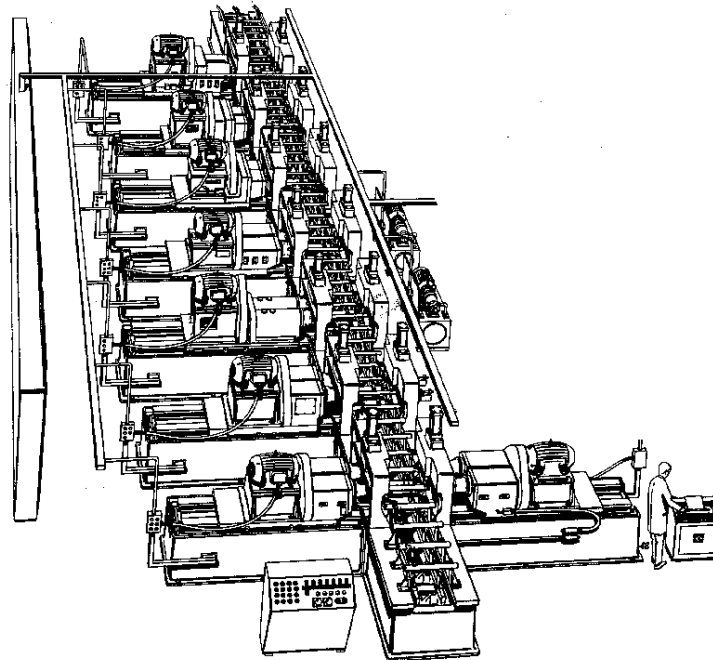
Introdução à Automação - Conceitos básicos



Exemplos de automação a nível de máquina - AGV e Robô.

Introdução à Automação - Conceitos básicos

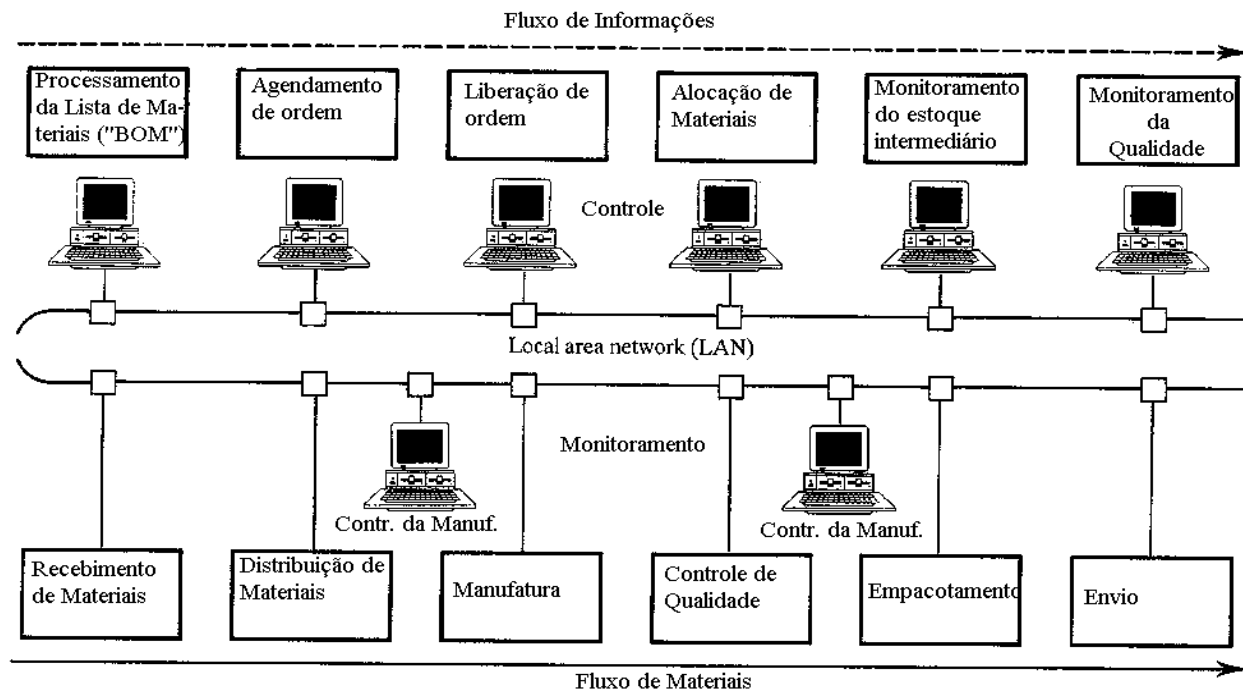
3°. A nível de célula ou de sistema: compreende uma ou um grupo de células ou de sistemas auxiliados por um sistema de manuseio de material, computadores ou outros equipamentos necessários para o processo de manufatura. *Exemplo:* linha de produção;



Exemplos de automação a nível de sistema - Linha de Produção (Ferreira, J. C. 1990).

Introdução à Automação - Conceitos básicos

4°. *A nível de planta:* Inclui funções como: ordem de processamento, planejamento de processo, controle de inventário, compras, planejamento de recursos de materiais, controle de chão-de-fábrica, controle de qualidade;

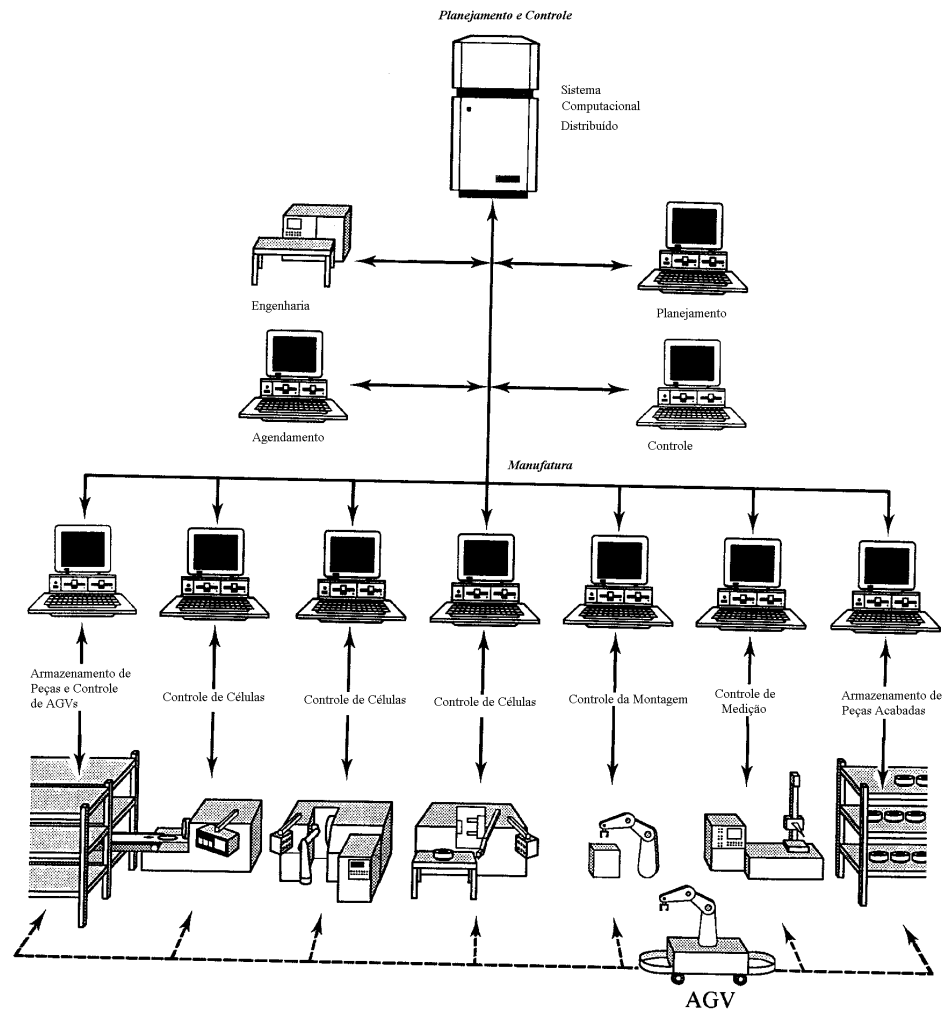


Exemplo de automação a nível de fábrica - Planejamento de Processo, Controle de Qualidade, MRP, Controle de Chão de Fábrica (Ferreira, J. C. 1990)

Introdução à Automação - Conceitos básicos

5°. A nível de empresa: e consiste do sistema de informação da corporação. Ele diz respeito a todas funções necessárias para gerenciar a empresa: *Exemplos:* vendas de marketing, contabilidade, projeto, pesquisa e agendamento mestre da produção.

Introdução à Automação - Conceitos básicos



Exemplo de automação a nível de empresa - Planejamento, Agendamento e Controle da Produção e Engenharia (Ferreira, J. C. 1990).

Introdução à Automação - Conceitos básicos

- **Tipos de automação da Manufatura**

Quanto ao tipo de equipamento, quantidade e variedade de produto pode-se classificar a automação da manufatura em *fixa*, *programável* e *flexível*;

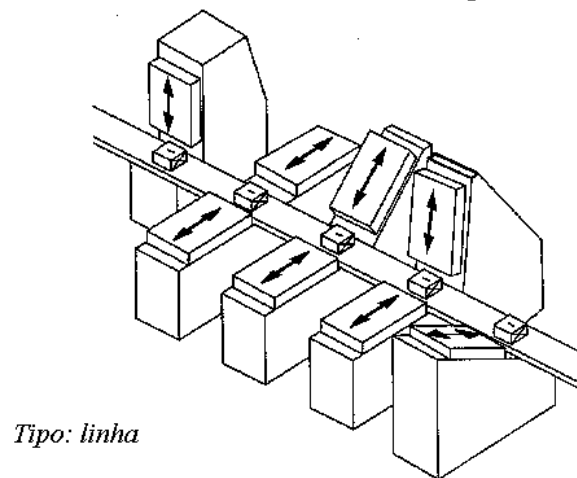
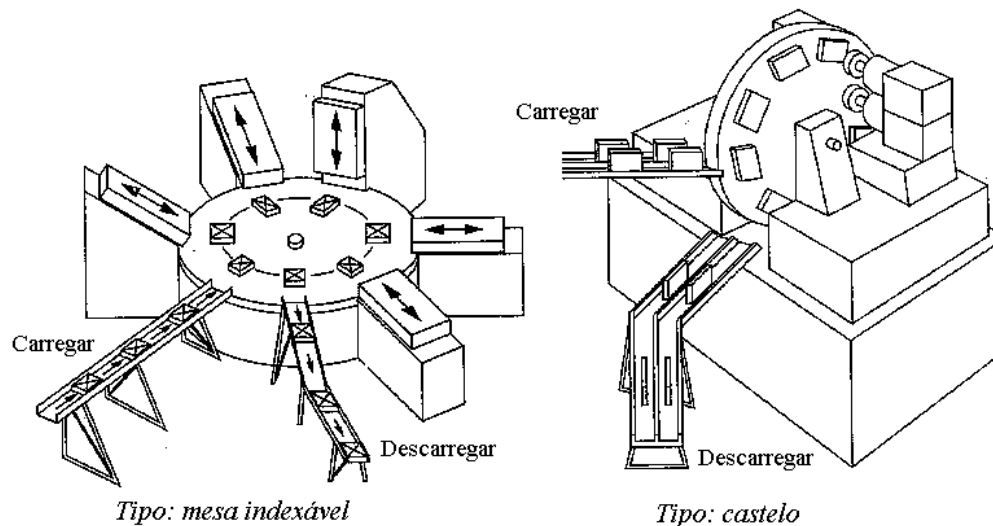
- **Automação Fixa:** *a seqüência de operações de processamento ou montagem é fixa pela configuração do equipamento.*

Principais características: equipamentos específicos, altas taxas de produção, inflexível à variedade de produto;

Justificativa econômica: alta taxa de demanda e grandes volumes (Produção em massa);

Exemplo de automação rígida: máquinas de montagem automatizadas;

Introdução à Automação - Conceitos básicos



**Exemplos de automação rígida - Máquinas de montagem automatizadas
(Black, J. T. 1991)**

Introdução à Automação - Conceitos básicos

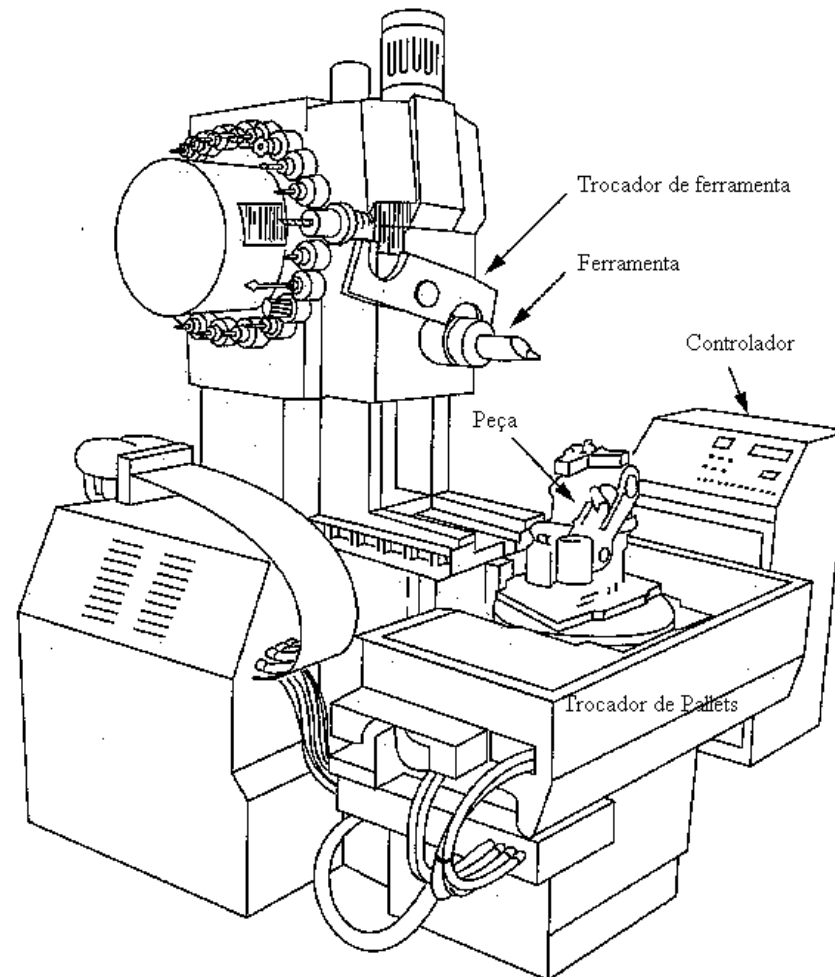
- **Automação programável:** *o sistema é capaz de mudar a seqüência de operações para fabricar produtos diferentes e é controlada por um programa.*

Principais características: equipamentos de propósito genérico, taxas de produção menores que da automação rígida, maior flexibilidade à variedade de produto, novo produto => novo programa, tempo de setup;

Justificativa econômica: baixo e médio volume de produção (Produção em lotes);

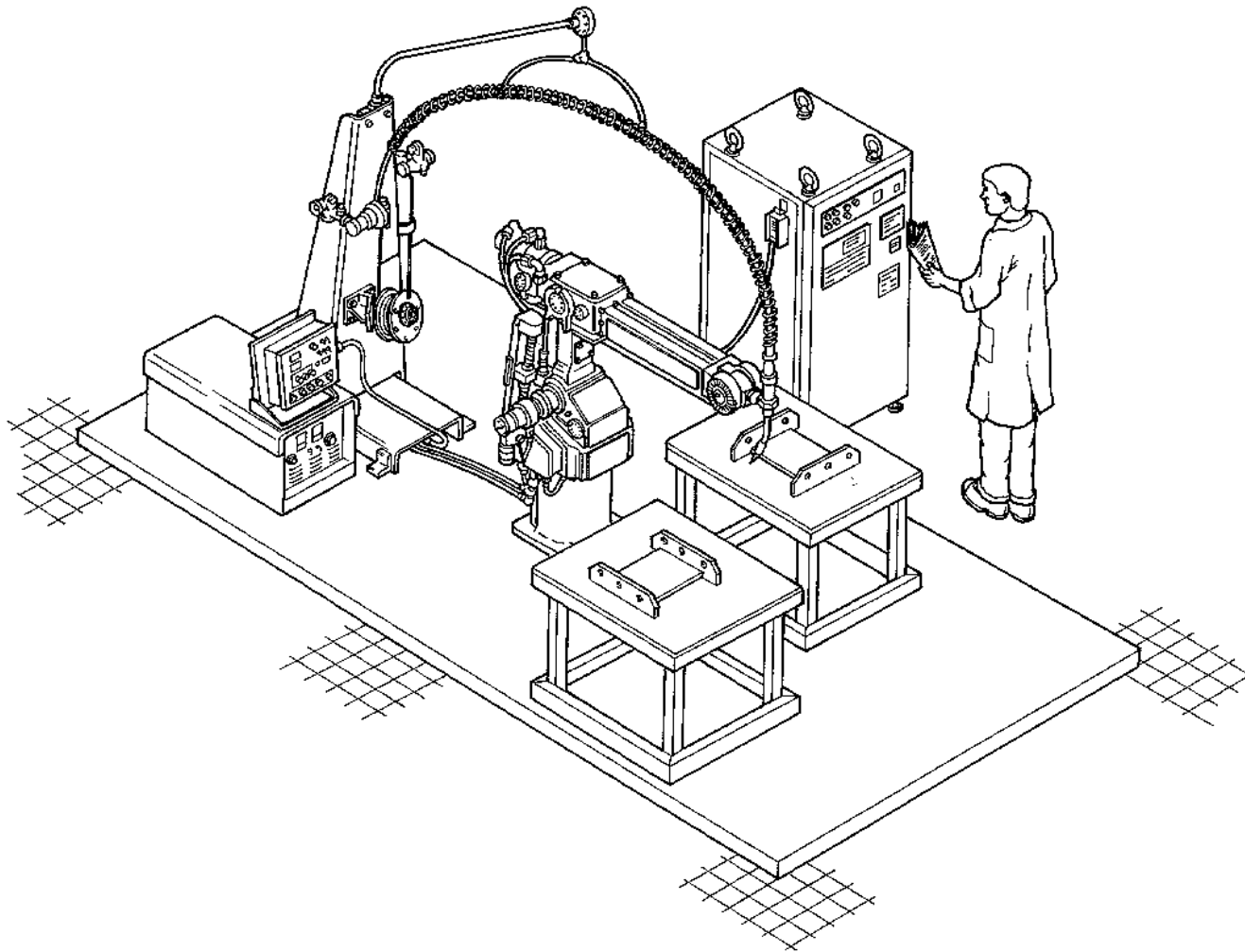
Exemplo de automação programável: Máquinas com comando numérico e robôs industriais.

Introdução à Automação - Conceitos básicos



**Exemplo de automação programável - Máquina com Comando Numérico
(Black, J. T. 1991)**

Introdução à Automação - Conceitos básicos



Exemplo de automação programável - Robô Industrial (Black, J. T. 1991)

Introdução à Automação - Conceitos básicos

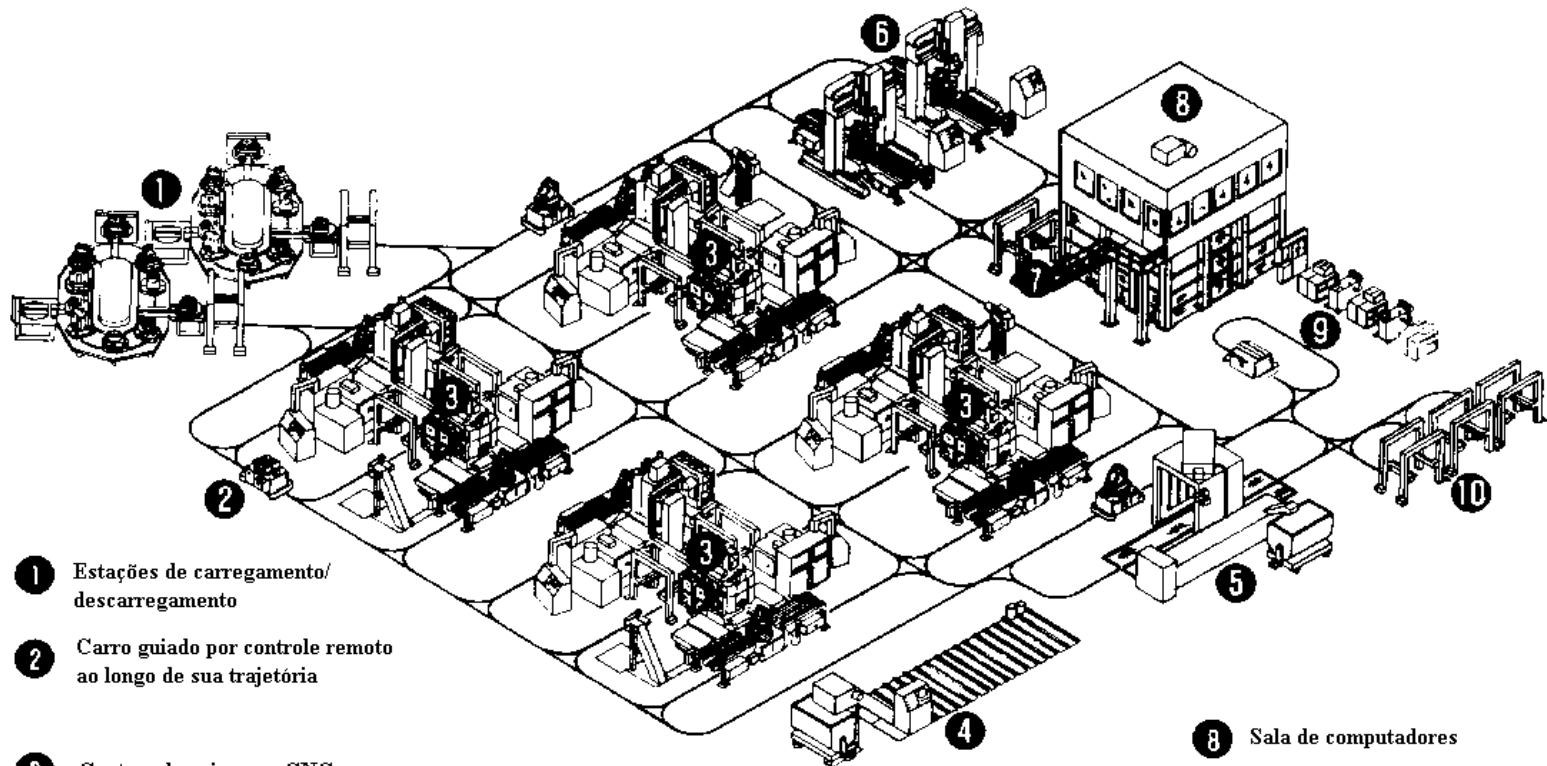
- **Automação flexível:** *Consiste de sistemas capazes de produzir vários produtos, virtualmente, sem perda de tempo para mudanças de um produto para outro. É uma extensão da automação programável.*

Principais características: equipamentos específicos, produção contínua de vários produtos, taxa de produção média, flexibilidade à variedade de produtos;

Diferenças entre flexível e programável: Capacidade de mudar de programa e de setup sem perda de tempo;

Exemplo de automação flexível: Sistemas Flexíveis de Manufatura.

Introdução à Automação - Conceitos básicos



1 Estações de carregamento/
descarregamento

2 Carro guiado por controle remoto
ao longo de sua trajetória

3 Centros de usinagem CNC

4 Sistema de remoção automática de cavaco

5 Módulo de limpeza de peças

6 Módulos de inspeção

7 Estação de inspeção manual

8 Sala de computadores

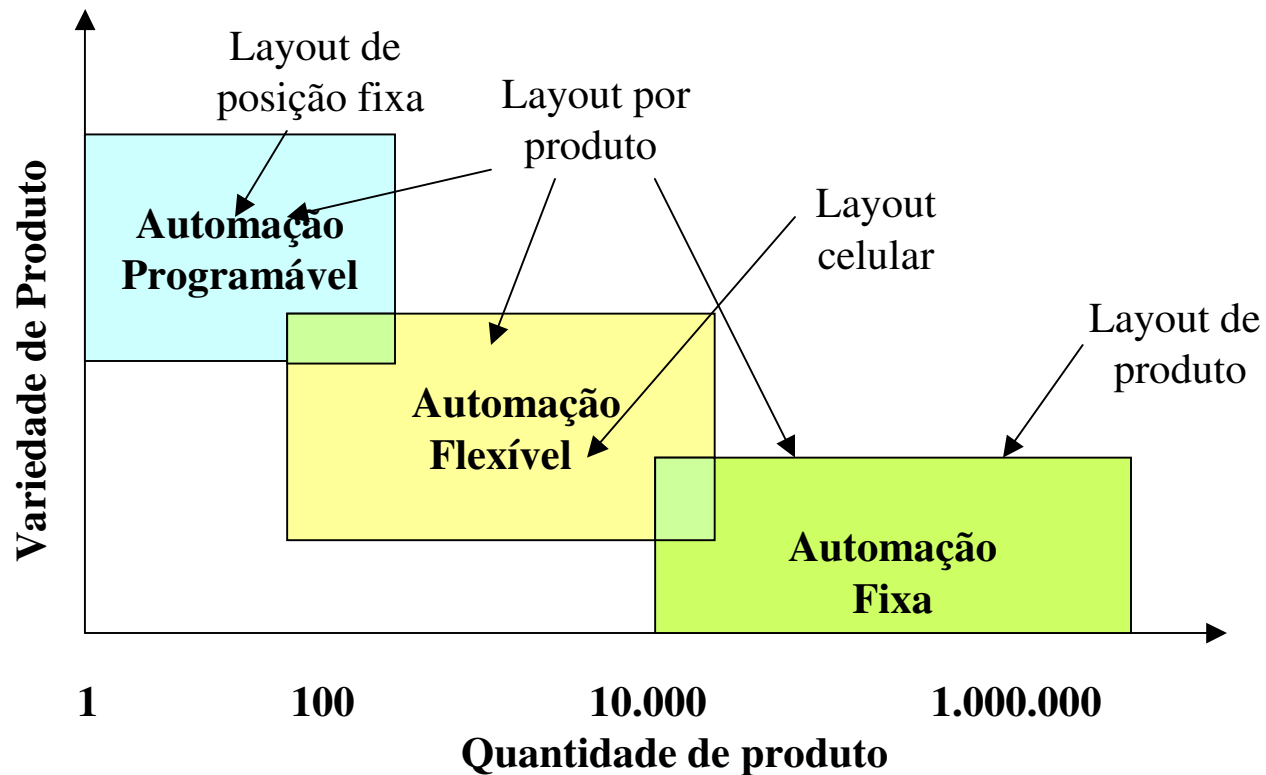
9 Estação de manutenção de carros

10 Estacionamento

**Exemplo de automação flexível - Sistema Flexível de Manufatura
(Groover, M. 2000)**

Introdução à Automação - Conceitos básicos

Relação entre tipos de automação, arranjo físico, quantidade e variedade de produto.



Introdução à Automação - Conceitos básicos

- **Razões (justificativas) para automatizar**
 - ***Aumento produtividade:*** a automação de uma operação usualmente aumenta a produtividade (mais saídas por hora de trabalho investida). Taxas de produção (unidades/h) são maiores que das operações manuais.
 - ***Alto custo da mão-de-obra:*** em países industrializados o custo da mão-de-obra sobe continuamente. Maiores investimentos em automação tornam-se economicamente justificáveis p/ substituir operações manuais.
 - ***Escassez de mão-de-obra:*** em alguns países a escassez de mão-de-obra estimula a automação.

Introdução à Automação - Conceitos básicos

- ***Alto custo de matéria prima:*** resulta na necessidade de maior eficiência no uso dos materiais. A redução de refugo é um dos principais benefícios da automação.
- ***Segurança:*** pela automação de uma operação transfere-se o operador de uma participação ativa para uma supervisória, que é menos perigosa.
- ***Melhorar qualidade de produto:*** a automação não somente produz com maiores taxas de produção, ela também produz com maior consistência e conformidade com as especificações de qualidade.

Introdução à Automação - Conceitos básicos

- ***Reduzir o “Manufacturing Lead Time - MLT”***: a automação ajuda a reduzir o tempo entre a encomenda e a entrega do produto => vantagem competitiva. Diminuindo-se o *MLT* diminuí-se também o estoque *WIP*.
- ***Realizar processos que não podem ser feitos manualmente***: operações que requerem certa posição, miniaturização ou complexidade de geometria (circuitos integrados, superfícies complexas, etc.) que não podem ser realizadas satisfatoriamente sem ajuda de uma máquina.

Introdução à Automação - Conceitos básicos

- **Razões (justificativas) para não automatizar**
 - *Tarefas tecnologicamente muito difíceis de serem automatizadas*: certas tarefas são muito difíceis (tecnologicamente e economicamente) de serem automatizadas. As razões incluem:
 - problemas com o acesso físico ao local de trabalho;
 - ajustes requeridos na tarefa;
 - exigência de habilidade manual;
 - demanda de coordenação movimento-visão.

Introdução à Automação - Conceitos básicos

- ***Produto com curto ciclo de vida:*** se o produto deve ser projetado e introduzido no mercado em pequeno intervalo de tempo, o método manual permite uma produção mais rápida. O ferramental para produção manual pode ser fabricado em tempo menor e a custos mais baixos que o ferramental para sistemas automatizados.
- ***Produtos personalizados:*** se o cliente encomenda um produto com características únicas, o trabalho manual pode ter vantagens devido sua versatilidade e adaptabilidade. O trabalho humano é mais flexível que qualquer máquina automatizada.

Introdução à Automação - Conceitos básicos

- *Cobrir altos e baixos na demanda:* Variações na demanda de um dado produto requer variações nos níveis de produção. Tais variações são mais fáceis de serem compensadas por meio da produção manual.
 - Produção manual:
 - pode ser aumentada ou diminuída sem maiores implicações;
 - o custo associado é proporcional ao seu uso.
 - Sistemas automatizados:
 - custo fixo associado ao investimento (rateado para a quantidade de produção);
 - » redução de produção => rateio sobre um menor número => aumento do custo unitário.