

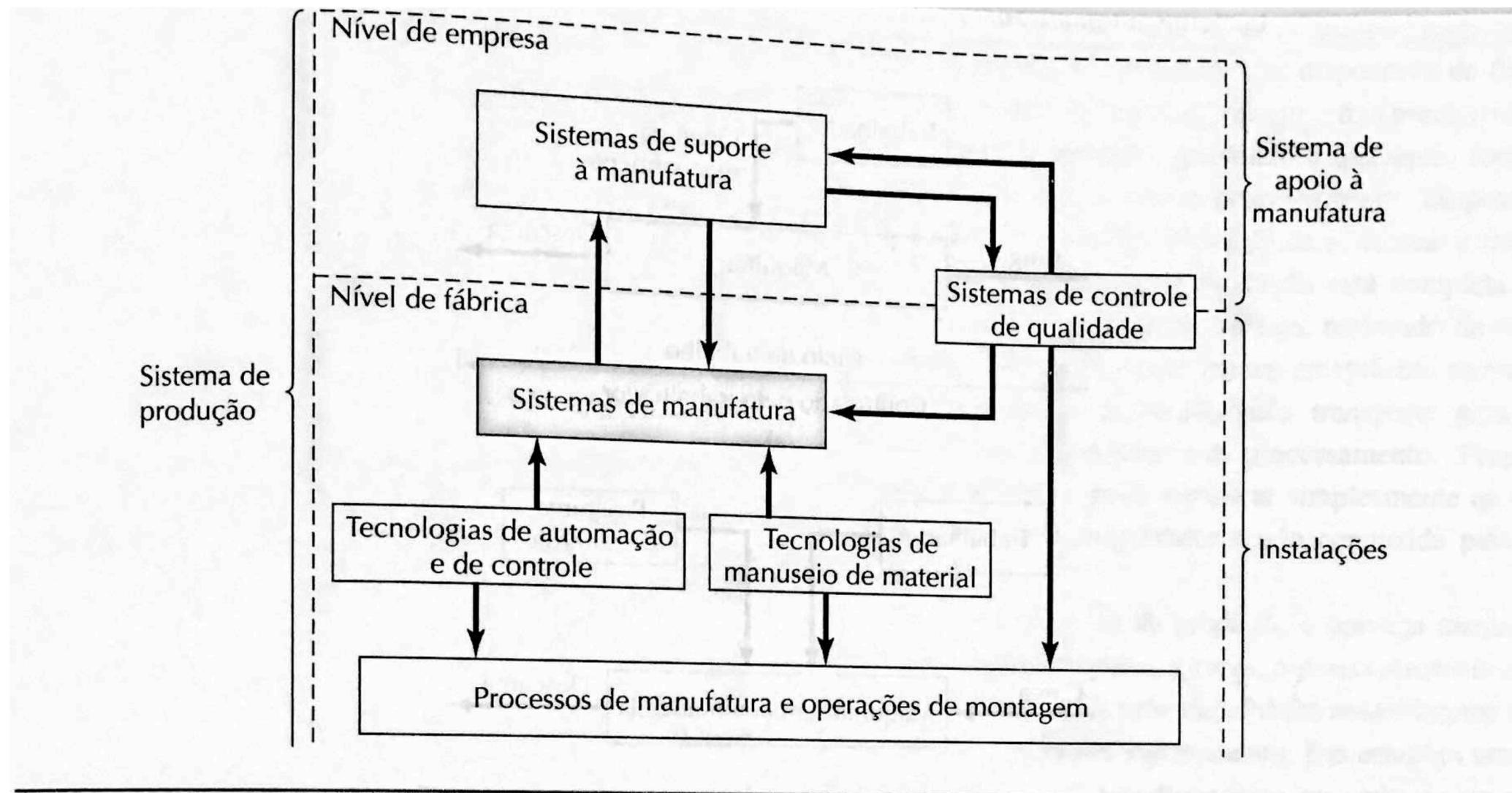


UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
SEP 0605 – Automação da Produção

Aula 2 – Sistemas de Manufatura – Parte 2

Prof. Eraldo Jannone da Silva

Na aula passada



Fonte: Groover, M.P.

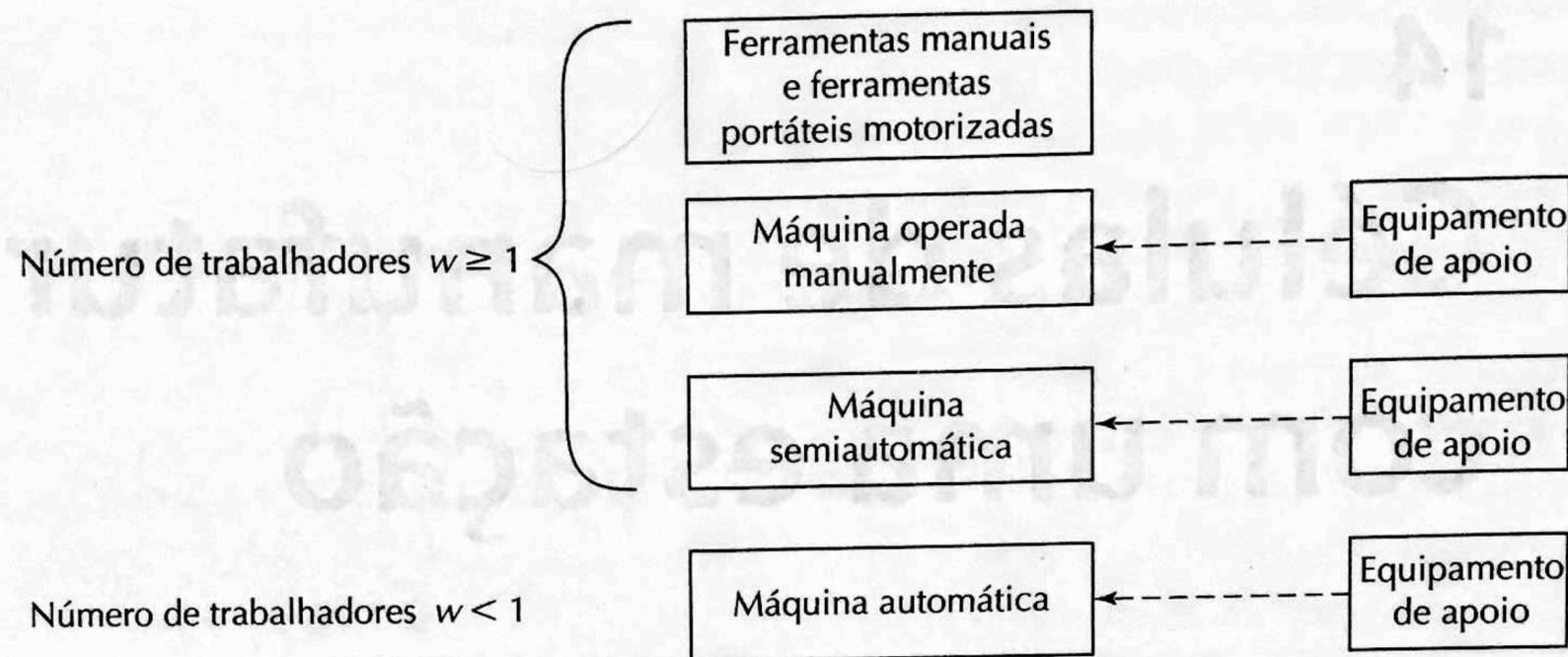
Agenda da aula

- Células de manufatura com uma estação
- Linhas de montagem manuais
- Linhas de produção automatizadas

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura com uma estação

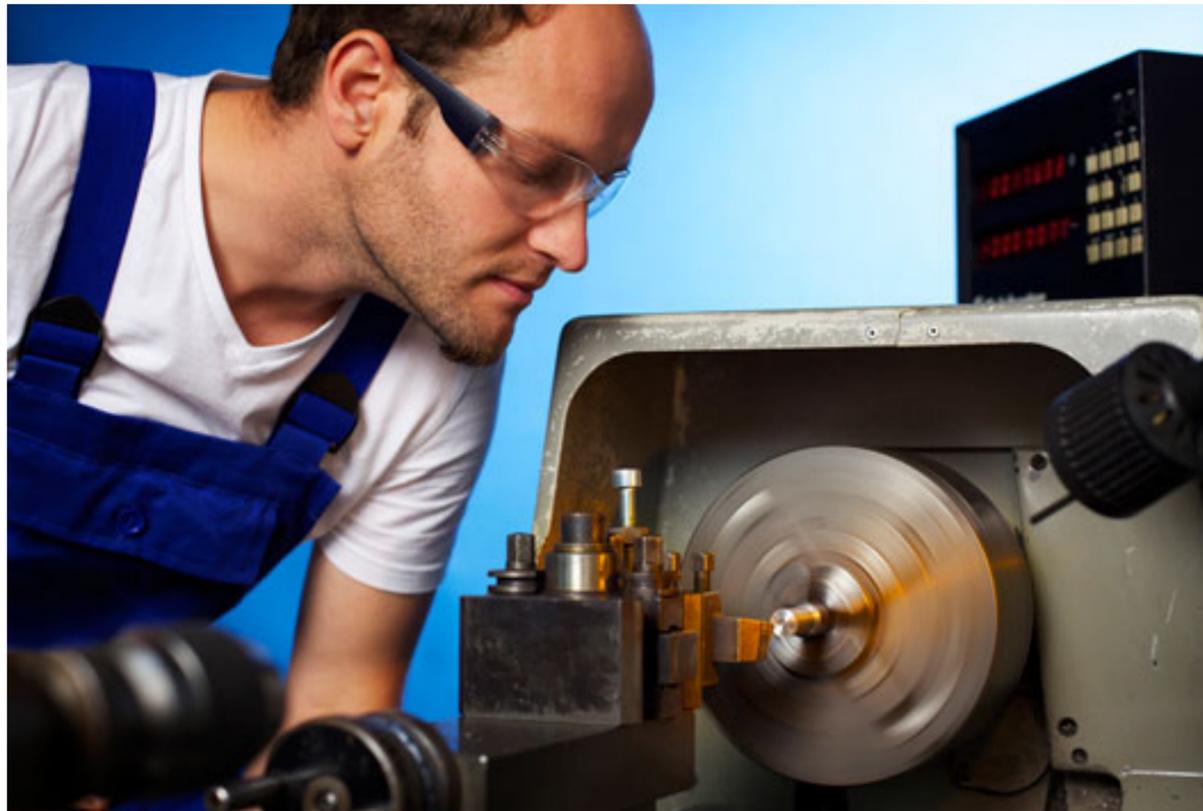
Figura 14.1 Classificação de células de manufatura com uma estação



Fonte: Groover, M.P.

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura **operadas** com uma estação



Fonte: CursosGratis

a) controle, carga e descarga



Fonte: Mecânica Industrial

b) carga e descarga

1.1 Exemplos de máquinas semiautomáticas

- Centro de usinagem e máquinas-ferramentas relacionadas – trocador automático de ferramentas



Fonte: Romi

1.1 Exemplos de máquinas semiautomáticas

- Centro de usinagem e máquinas-ferramentas relacionadas – trocador automático de ferramentas



Centro de Usinagem Vertical ROMI D 1000AP

<https://www.youtube.com/watch?v=PvHn4Of2fdw>

Fonte: Romi

SEP 0605 - Automação da Produção

1.1 Exemplos de máquinas semiautomáticas

- Centro de usinagem e máquinas-ferramentas relacionadas – posicionador de peças



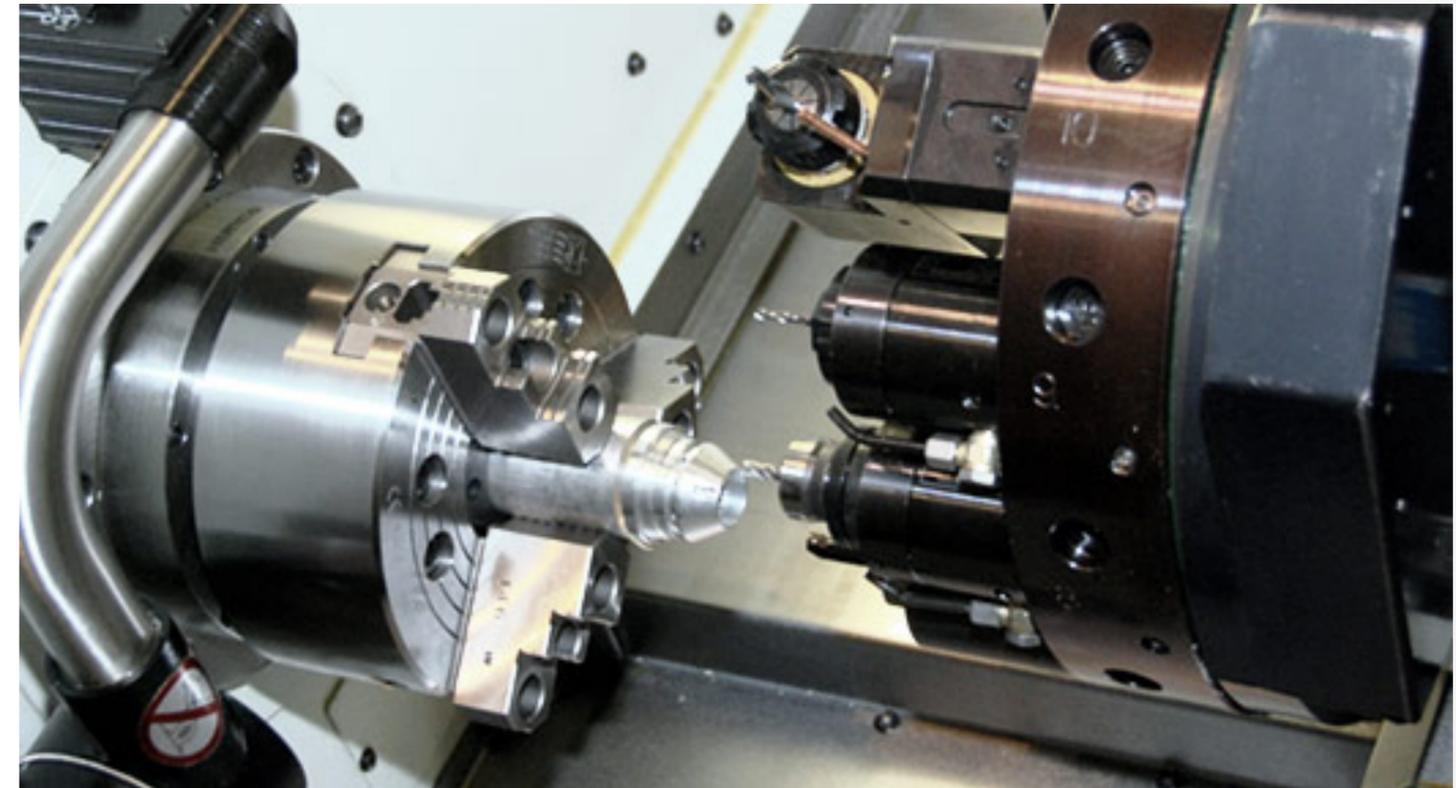
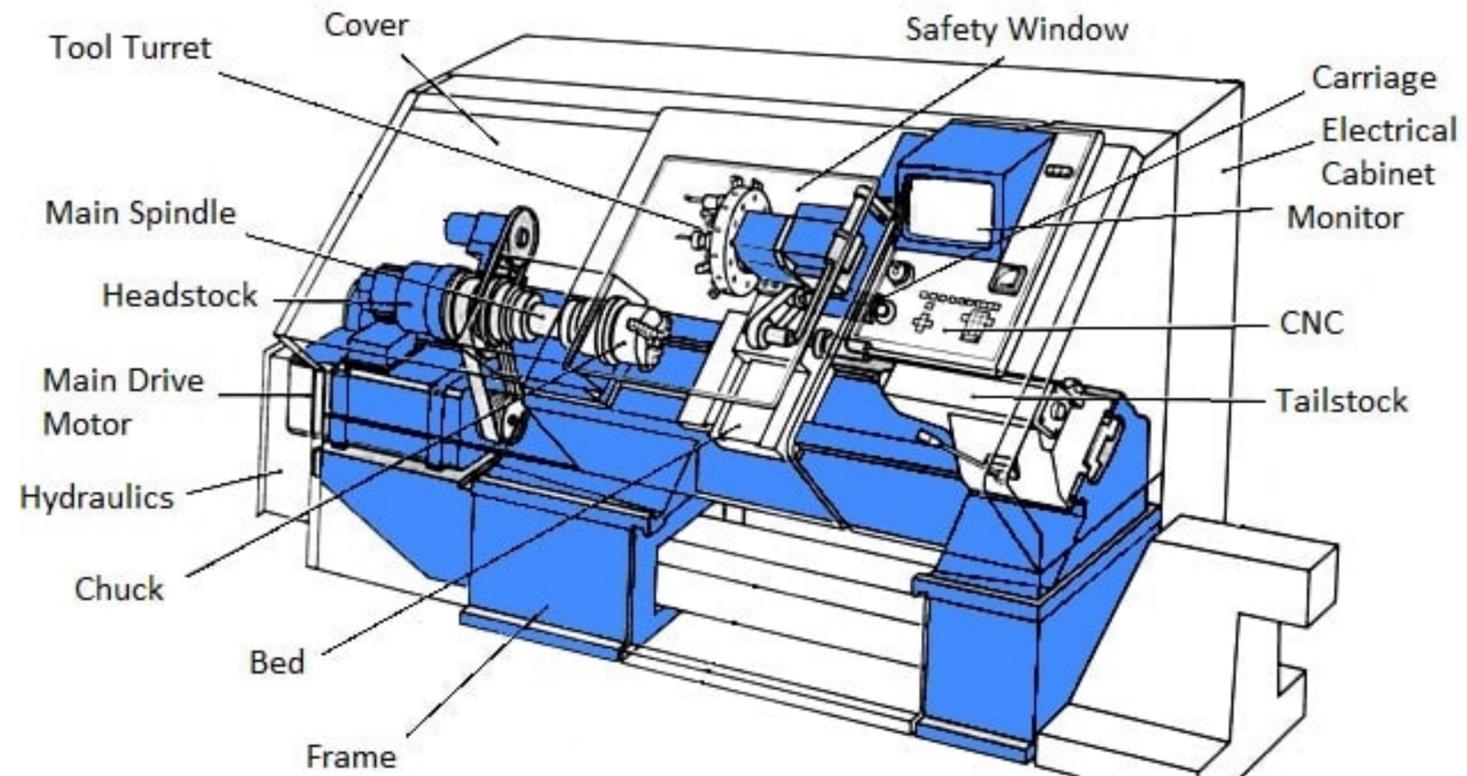
Fonte: Hurco



Fonte: ProTek

1.1 Exemplos de máquinas semiautomáticas

- Centro de torneamento



Fonte: Engineering.com

1.1 Exemplos de máquinas semiautomáticas

- Máquina de manufatura híbrida



Fonte: Romi

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura **automatizadas** com uma estação:
 - Primeiro passo em direção da implementação de um sistema automatizado de múltiplas estações integradas;
 - Integração:
 - Eletronicamente: sistema de computador supervisor
 - Fisicamente: sistema automatizado de manuseio de materiais

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura automatizadas com uma estação:
 - *Elementos que habilitam a produção sem assistência de modelos únicos ou modelos em lote:*
 - Ciclo programado
 - **Sistemas de armazenamento e fornecimento de peças**
 - **Transferência automática de peças entre o sistema de armazenamento e a máquina**
 - Atenção periódica do trabalhador
 - Dispositivos de segurança que protejam o sistema de operar:
 - Condições inseguras para o trabalhador
 - Condições autodestrutivas
 - Condições destrutivas para as peças processadas e montadas

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

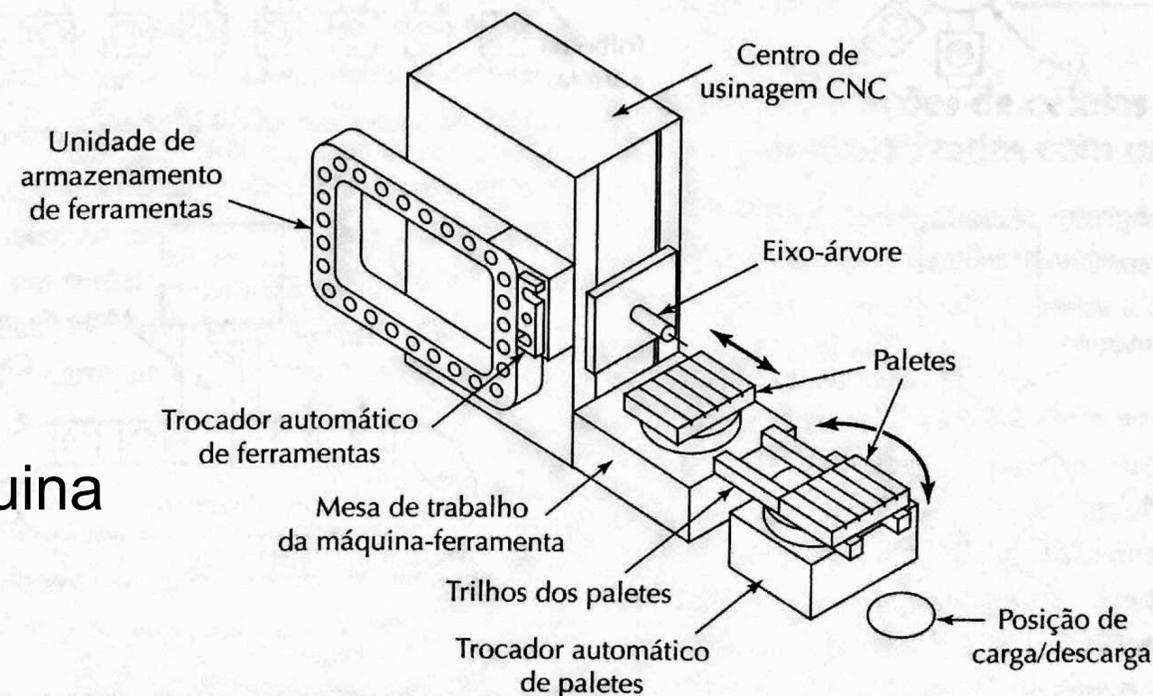
- Células de manufatura automatizadas com uma estação:
 - *Elementos que habilitam a produção sem assistência de modelos mistos:*
 - Todos os anteriores, mais:
 - Subsistema de identificação de trabalho;
 - Capacidade de baixar programa para transferir o ciclo de programa da máquina correspondente ao produto/peça identificada;
 - Capacidade de mudança de configuração rápida (*Quick Setup*)

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura automatizadas com uma estação:
 - *Subsistemas de armazenamento de peças e transferência automática de peças –*
Capacidade de armazenamento =1 peça

Figura 14.2 Trocador automático de paletes integrado a um centro de usinagem CNC, organizado para carga e descarga manual de peças. No término do ciclo de usinagem, o palete atualmente na área de trabalho é movido para o trocador automático de paletes (APC) e a mesa do APC é girada 180 graus para mover o outro palete da posição de transferência para a mesa de trabalho da máquina-ferramenta

Trabalhador atendendo à máquina em turno integral



Fonte: Groover, M.P.

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura automatizadas com uma estação:
 - *Subsistemas de armazenamento de peças e transferência automática de peças –*
Capacidade de armazenamento =1 peça



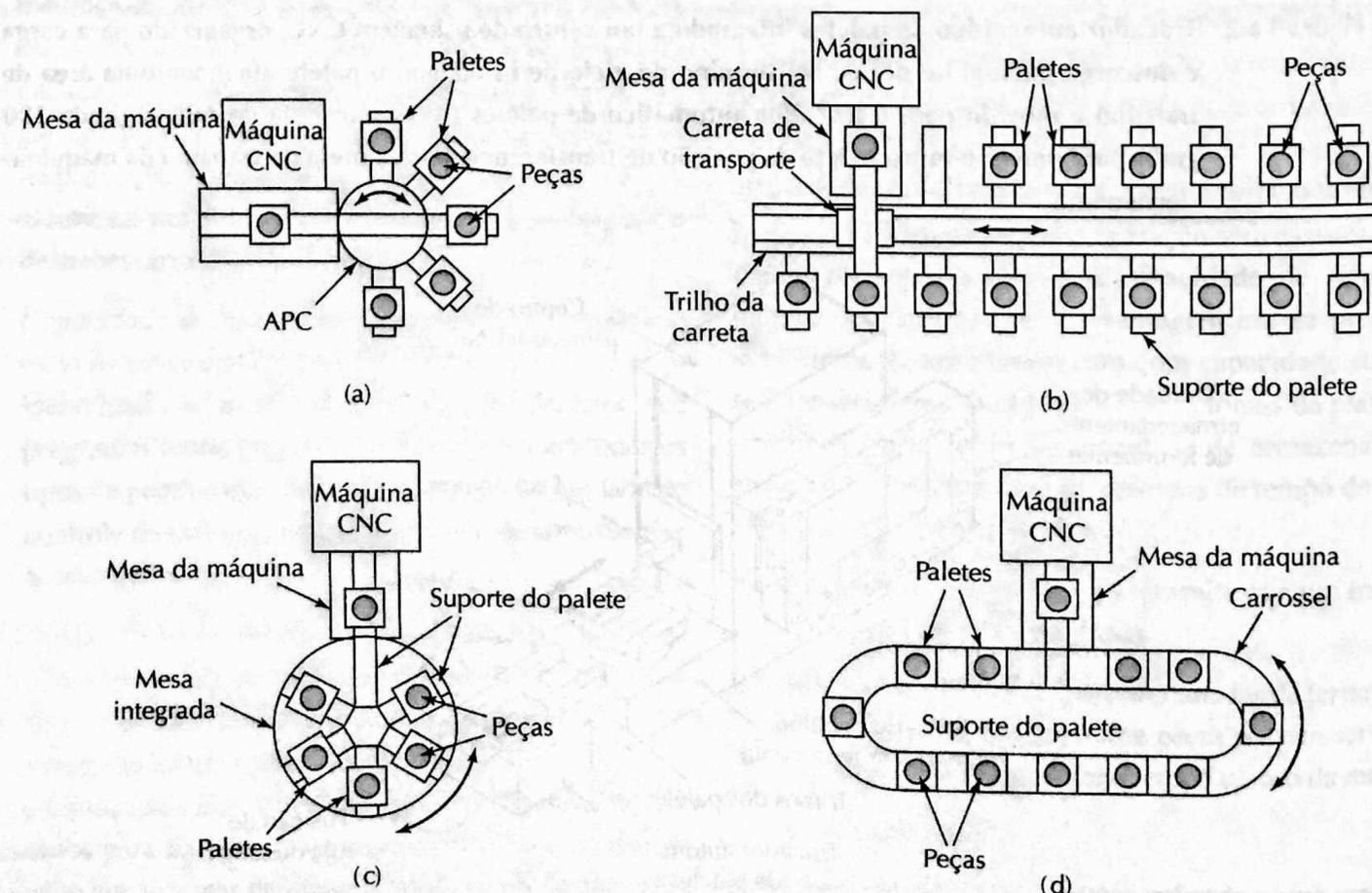
Fonte: Grob

<https://www.youtube.com/watch?v=7yLWC52IBpl>

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura automatizadas com uma estação:
- *Subsistemas de armazenamento de peças e transferência automática de peças – Capacidade de armazenamento > 1 peça*

Figura 14.3 Projetos alternativos de subsistemas de armazenamento de peças que podem ser utilizados com centros de usinagem CNC: (a) trocador automático de paletes com suportes de paletes arranjados radialmente, capacidade de armazenamento de peças igual a 5; (b) sistema de carretas de transporte em linha com suportes de paletes ao longo do comprimento, capacidade de armazenamento de peças igual a 16; (c) paletes contidos na mesa integrada, capacidade de armazenamento de peças igual a 6; e (d) carrossel de armazenamento de peças, capacidade de armazenamento de peças igual a 12



Operação sem assistência / carga e descarga de todas as peças em menos tempo do que o de processamento da máquina

Fonte: Groover, M.P.

SEP 0605 - Automação da Produção

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura automatizadas com uma estação:
 - *Subsistemas de armazenamento de peças e transferência automática de peças –*
Capacidade de armazenamento > 1 peça



<https://www.youtube.com/watch?v=1wrPQGjk8W0>

Fonte: Parpas

1. Células operadas e automatizadas de uma estação

- Células de manufatura automatizadas com uma estação:
 - *Subsistemas de armazenamento de peças e transferência automática de peças –*
Capacidade de armazenamento > 1 peça



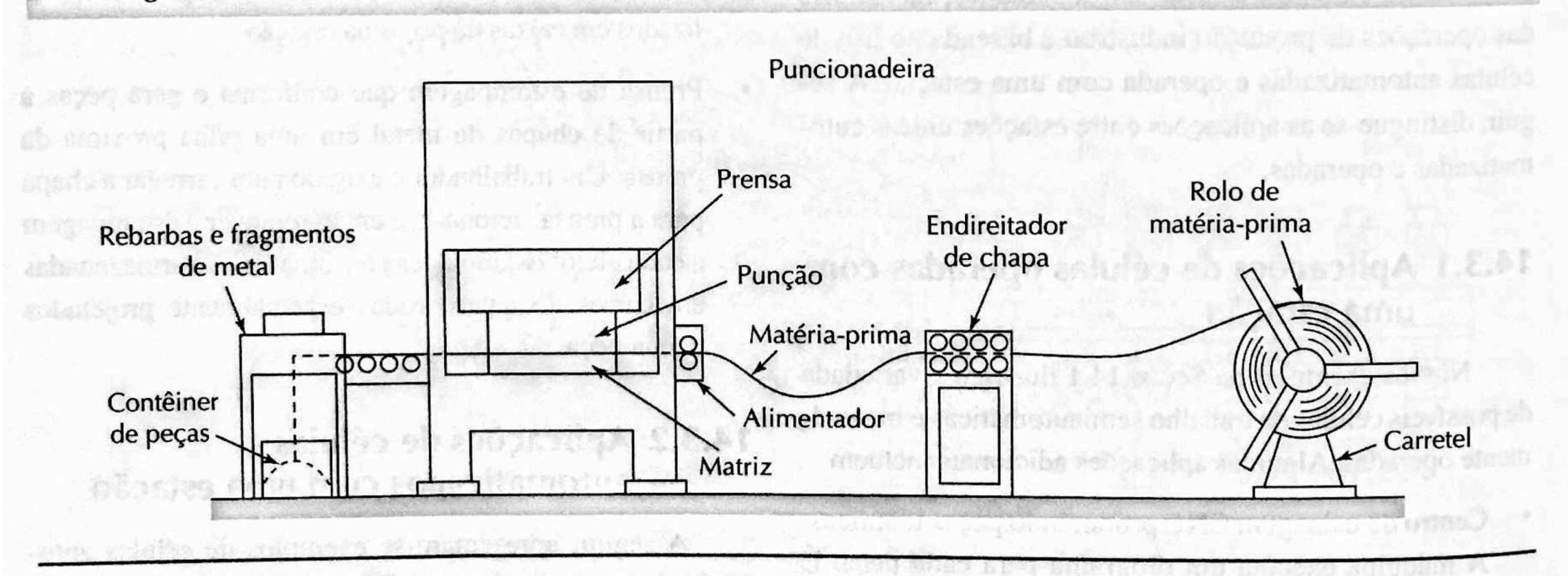
<https://www.youtube.com/watch?v=GnZqQpeHV0E>

Fonte: Hermle

2. Aplicações de células com uma estação

- Aplicações de células automatizadas com uma estação
 - Prensa de estampagem em ciclo automático

Figura 14.4 Prensa de estampagem em ciclo automático produzindo peças a partir de um rolo de metal laminado



Peças são coletadas em uma caixa no lado de saída da prensa. Trabalhador é exigido ao término do rolo para substituição do mesmo e coleta da caixa de peças

Fonte: Groover, M.P.

3. Análise de sistemas com uma estação

- Questões relacionadas aos sistemas de manufatura com uma estação:
 - Determinação do número de estações
 - Número de máquinas a serem atribuídas a um trabalhador
- Tópicos apresentados na forma de estudo dirigido
- Consultar o material disponível no e-disciplinas

4. Linhas de montagem manuais (Cap. 15)

4. Linhas de montagem manual

- Produtos normalmente fabricados

Tabela 15.1 Produtos normalmente fabricados em linhas de montagem manuais

Equipamentos de áudio	Móveis	Bombas
Automóveis	Lâmpadas	Refrigeradores
Câmeras	Malas e bolsas	Estufas
Fogões	Fornos de micro-ondas	Telefones
Lavadoras de louças	Computadores pessoais e periféricos (impressoras, monitores etc.)	Torradeiras e fornos
Secadoras de roupa	Ferramentas elétricas (furadeiras, esmeris etc.)	Caminhões leves e pesados
Motores elétricos		Consoles de videogame
		Máquinas de lavar

Fonte: Groover, M.P.

3. Linhas de montagem manual

- Motivos pelos quais as linhas de montagem manuais são tão produtivas se comparadas aos métodos alternativos (múltiplos trabalhadores realizando todas as tarefas de montagem dos produtos):
 - Especialização do trabalho;
 - Peças intercambiáveis;
 - Princípio do fluxo de trabalho;
 - Ritmo da linha;

3. Linhas de montagem manual

- Aspectos básicos das linhas de montagem manuais
 - Estações de trabalho de montagem

Tabela 15.2 Operações de montagem típicas realizadas em uma linha de montagem manual

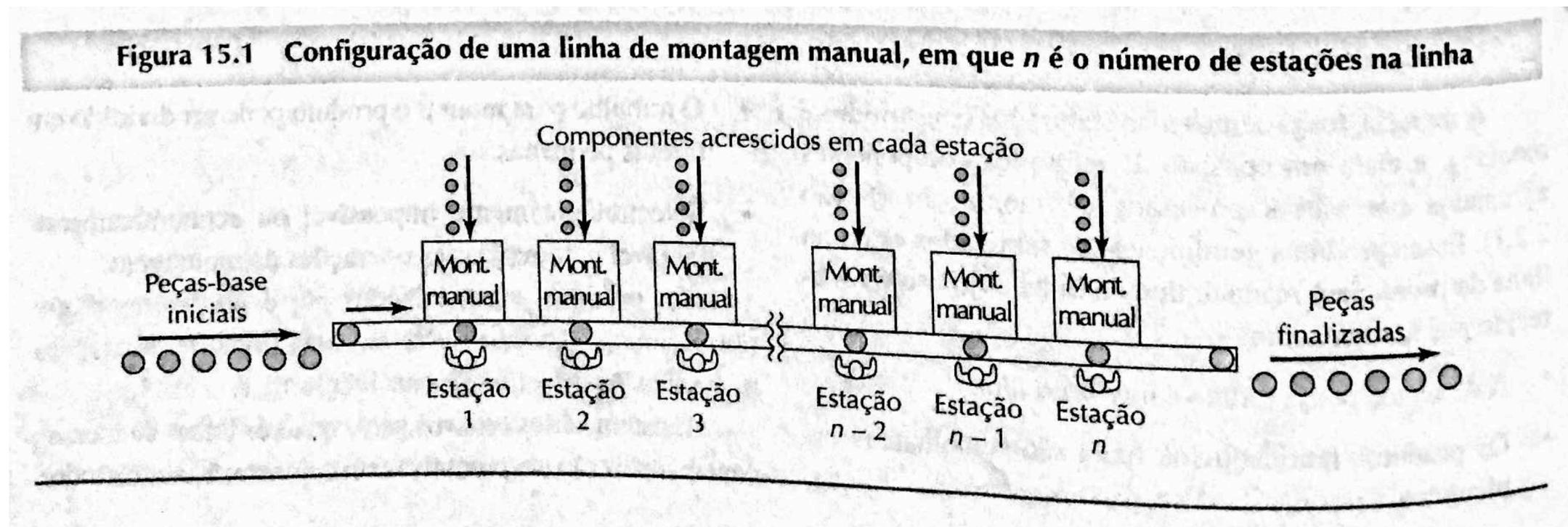
Aplicação de adesivo	Aplicação de fixadores por expansão	União de duas peças
Aplicação de selante	Inserção de componentes	Soldagem
Soldagem de arco	Montagem em prensa	Soldagem de ponto
Brasagem	Montagem de placas de circuito impresso	Grampeamento
Aplicação de grampos	Aplicação de rebites e ilhoses	Costura
Crimpagem	Aplicação de fixação por contração/expansão	Parafusamento

Fonte: Veja definições em Groover [12].

Fonte: Groover, M.P.

3. Linhas de montagem manual

- Aspectos básicos das linhas de montagem manuais



Fonte: Groover, M.P.

Um sistema de transporte mecanizado para mover as peças ao longo da linha.

3. Linhas de montagem manual

- Aspectos básicos das linhas de montagem manuais
 - Sistemas de transporte de itens
 - Transporte mecanizado de itens

Tabela 15.3 Equipamento de manuseio de material usado para obter os três tipos de transporte de itens de roteamento fixo descritos na Figura 15.2

Sistema de transporte de trabalho	Equipamento de manuseio de material (referência de texto)
Transporte contínuo	Transportador aéreo (Seção 10.2.4) Transportador de esteira (Seção 10.2.4) Transportador de roletes (Seção 10.2.4) Transportador de corrente (Seção 10.2.4)
Transporte síncrono	Equipamento de transporte de soleira caminhante (Seção 16.1.2) Mecanismo rotativo de indexação (Seção 16.1.2)
Transporte assíncrono	Transportador aéreo motorizado e livre (Seção 10.2.4) Transportador de carro em trilho (Seção 10.2.4) Transportadores de roletes acionados (Seção 10.2.4) Sistema de veículo guiado automaticamente (Seção 10.2.2) Sistema monovia (Seção 10.2.3) Sistema em carrossel conduzido por corrente (Seção 11.3.2)

Fonte: Groover, M.P.

5. Linhas de produção automatizadas (Cap. 16)

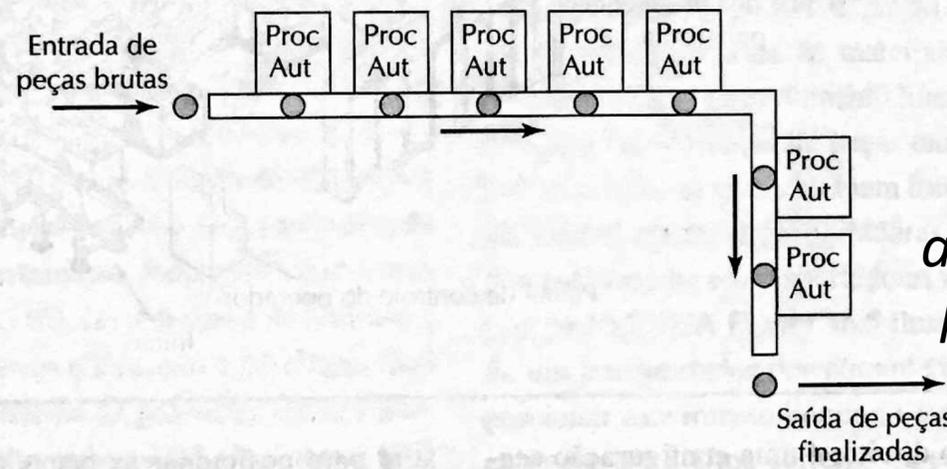
5. Linhas de produção automatizadas

- Sistemas de produção de peças que exigem múltiplas operações de processamento;
- Estações de trabalho automatizadas, interligadas por um sistema mecanizado de transporte de itens;
- Aplicações das linhas de produção automatizadas:
 - Operações de usinagem – linhas de transferência ou máquina de transferência;
 - Solda a ponto robotizadas em plantas de montagem finais de automóveis;
- Automação rígida
- Apropriadas quando: alta demanda, projeto de produto estável, longa vida do produto, multiplas operações realizadas no produto

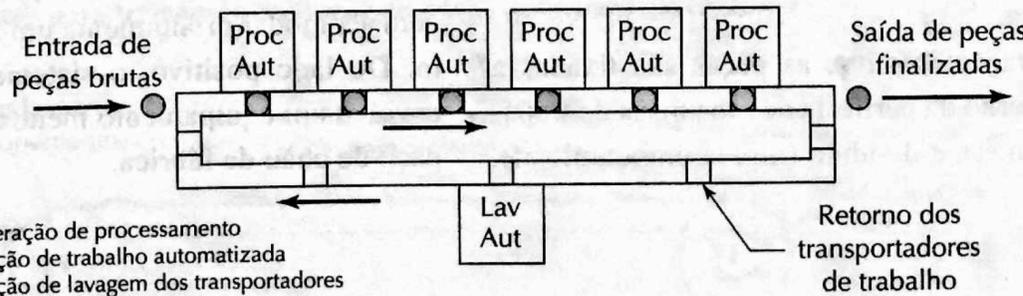
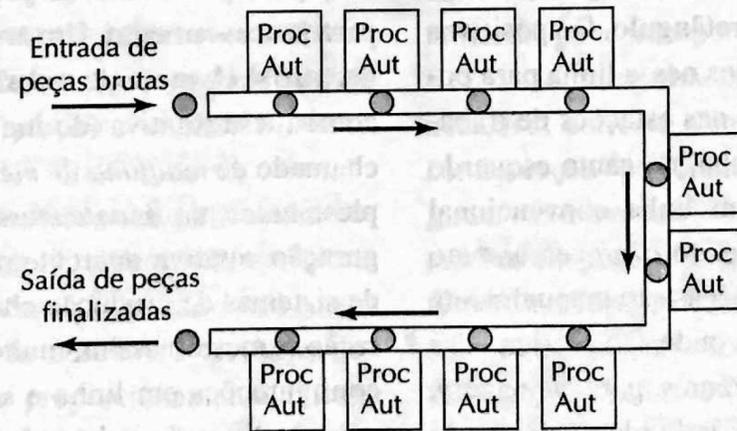
5. Linhas de produção automatizadas

- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
- Configurações de sistemas – configuração segmentada em linha - layouts

Figura 16.2 Vários layouts possíveis da configuração em linha segmentada de uma linha de produção automatizada: (a) formato de L, (b) formato de U e (c) retangular



Razões para adoção: 1) Espaço limitado do chão de fábrica; 2) Reorientação de peça; 3) Layout retangular – retorno rápido dos dispositivos de fixação



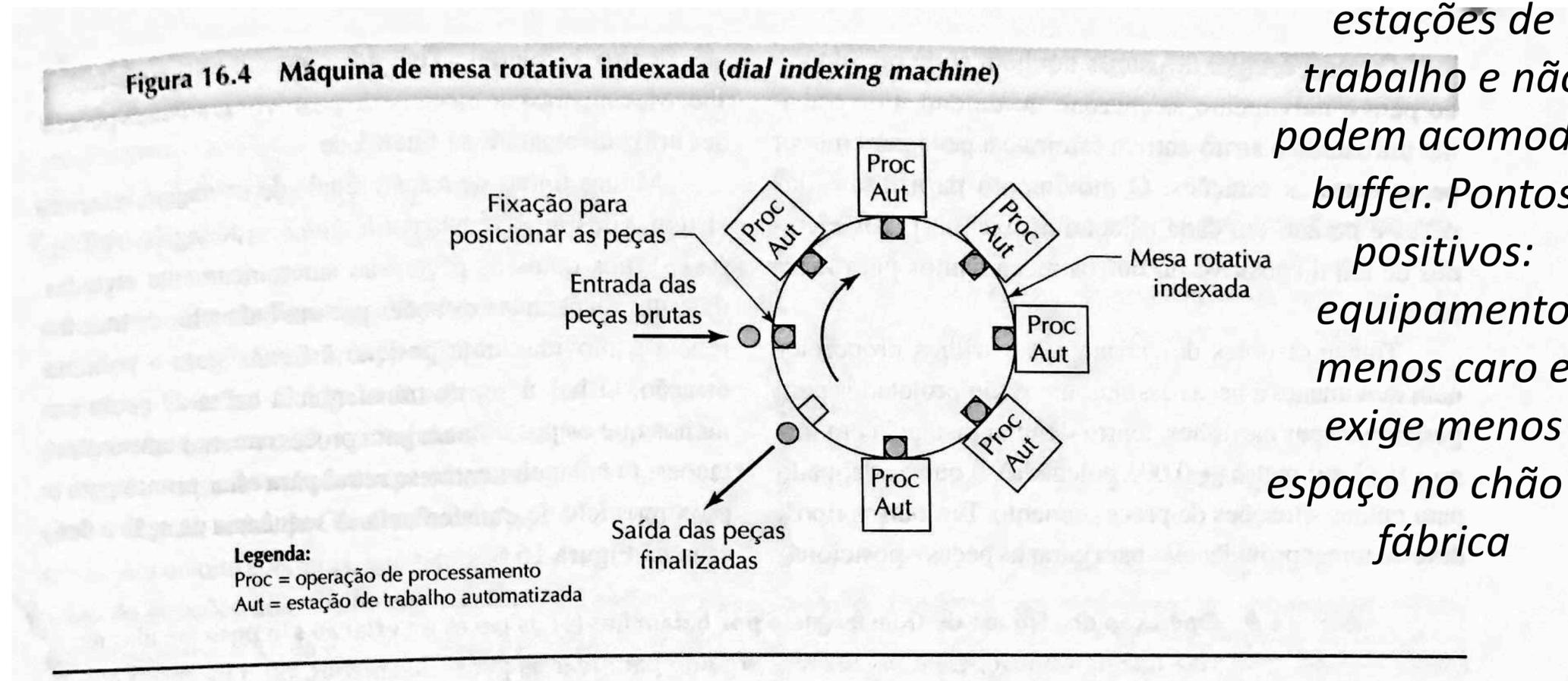
Legenda:
Proc = operação de processamento
Aut = estação de trabalho automatizada
Lav = estação de lavagem dos transportadores

Fonte: Groover, M.P.

5. Linhas de produção automatizadas

- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
 - Configurações de sistemas – *configuração segmentada em linha* – *configuração rotativa*

Limitados à peças menores e menos estações de trabalho e não podem acomodar buffer. Pontos positivos: equipamento menos caro e exige menos espaço no chão de fábrica

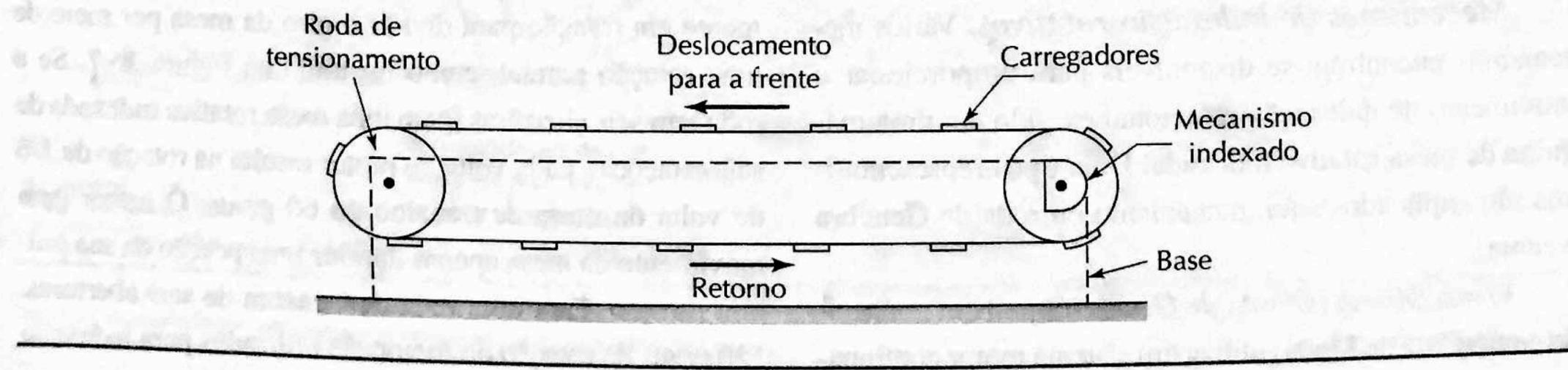


Fonte: Groover, M.P.

5. Linhas de produção automatizadas

- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
 - Mecanismos de transferência de peças
 - *Sistemas de transferência linear*

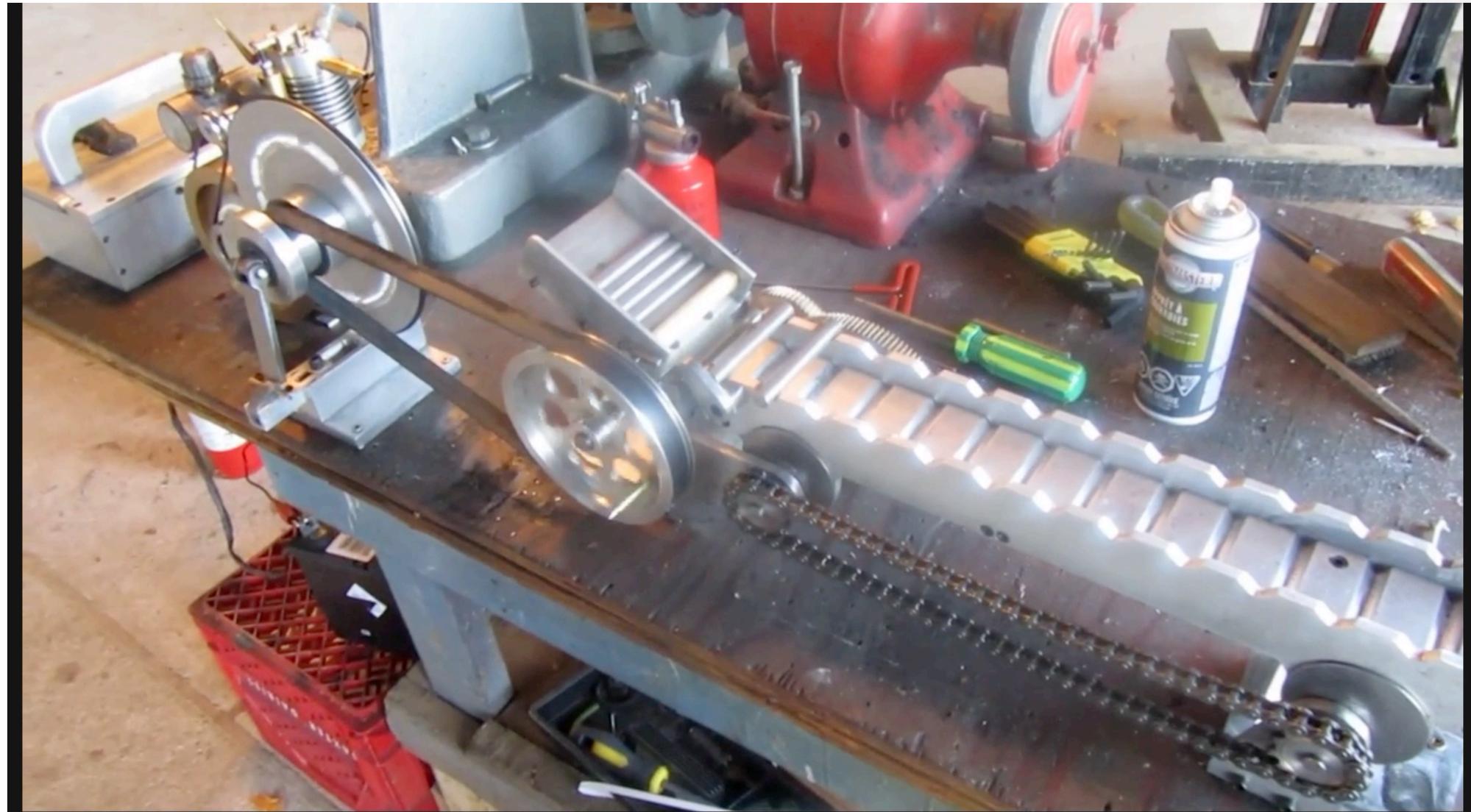
Figura 16.5 Visão lateral de um transportador movido por corrente ou esteira de aço (tipo 'por cima e por baixo') para transferência linear de peças utilizando carregadores



Fonte: Groover, M.P.

5. Linhas de produção automatizadas

- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
- Mecanismos de transferência de peças
 - *Sistemas de transferência linear*

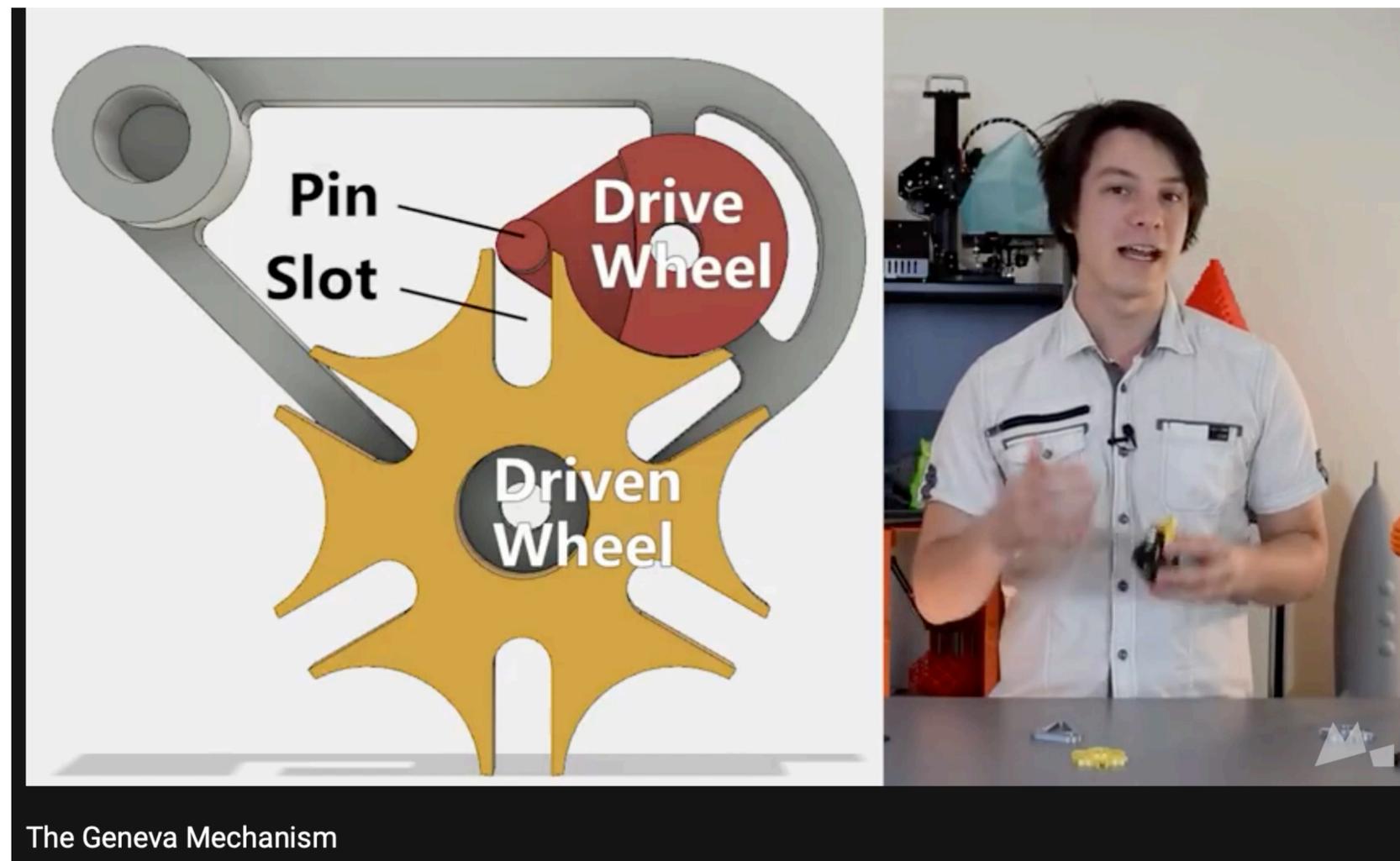


Walking beam driven by i.c. engine

https://www.youtube.com/watch?v=_2uPyXMaA4o

5. Linhas de produção automatizadas

- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
 - Mecanismos de transferência de peças
 - *Mecanismos de indexação rotativos*



<https://www.youtube.com/watch?v=Le-PVXUCIOM>

5. Linhas de produção automatizadas

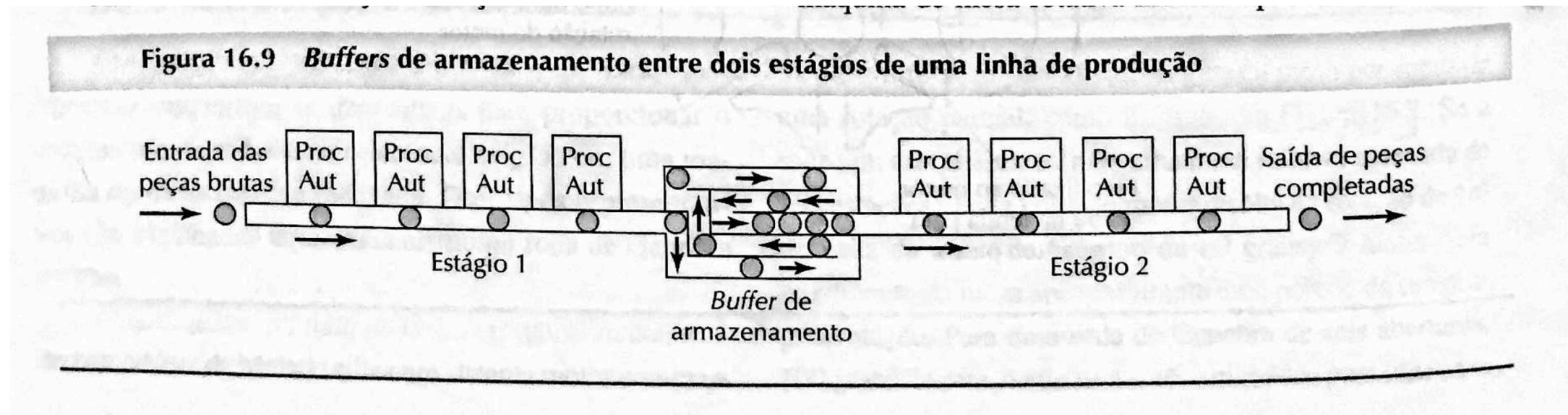
- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
 - Mecanismos de transferência de peças
 - *Mecanismos de indexação rotativos*



<https://www.youtube.com/watch?v=2atiOFA-qnQ>

5. Linhas de produção automatizadas

- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
 - Buffers de armazenamento



- Redução do impacto de quebras nas estações;
- Fornecer um banco de peças para abastecer a linha;
- Proporcionar um local para colocar a produção da linha;
- Permitir tempo de cura ou atraso de processo;
- Suavizar as variações de tempo de ciclo

Fonte: Groover, M.P.

5. Linhas de produção automatizadas

- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
 - Controle da linha de produção:
 - *Funções de controle:*
 - *Controle da sequência;*
 - *Monitoramento dse segurança*
 - *Controle da qualidade*

5. Linhas de produção automatizadas

- Princípios fundamentais das linhas de produção automatizadas
 - Controle da linha de produção:
 - *Controladores de linha:*
 - *PLCs*
 - *PCs*
 - *Melhorias e incrementos nos softwares de controle;*
 - *Gravação de dados sobre o desempenho do processo, confiabilidade do equipamento e qualidade do produto;*
 - *Rotinas de diagnósticos*
 - *Geração automática de cronogramas de manutenção*
 - *Uma interface homem-máquina mais conveniente*

5. Próxima aula

- Sistemas de montagem automatizados (Cap. 17)
- Sistemas de manufatura flexíveis (Cap. 18)
- *Smart factories*