

Capítulo 8

Manuseio de Materiais

INTRODUÇÃO

O manuseio de materiais tem um papel muito importante na manufatura flexível; ele interliga os vários processos de manufatura, máquinas, robôs e os locais de armazenamento. Os materiais e as peças devem ser trazidos à estação correta no momento certo para que os recursos de produção sejam utilizados o máximo possível. Com a tendência atual voltada para a produção de produtos orientados ao consumidor e em pequenos lotes, a proliferação de modelos e peças requer novas estratégias de distribuição de materiais. Um exemplo disto ocorre na indústria automotiva, onde o número de peças que são manuseadas e processadas dobrou nos últimos dez anos.

Num processo de manufatura entram peças e materiais, e saem produtos acabados. Durante o seu tempo na fábrica, os materiais e peças são processados em operações sequenciais ou paralelas, e competem por recursos de manufatura. Os tempos de processamento para as várias operações podem ser bastante diferentes. Além disso, alguns modelos de produto podem precisar sofrer inúmeras operações de manufatura, enquanto outros somente requerem algumas delas. Isto normalmente requer um agendamento complexo e um estoque extra. Em geral, uma utilização completa de todos os recursos de manufatura não é possível. Com a manufatura flexível, tenta-se visualizar a fábrica como um conjunto de equipamentos virtuais de fabricação, onde os recursos de manufatura são configurados para fabricar um produto sob as seguintes restrições: quantidade relativamente elevada, estoque zero, elevada flexibilidade, obediência às datas de entrega e utilização máxima dos equipamentos. Tais exigências levam à necessidade de uma solução pormenorizada para toda a fábrica, que pode ser fácil para uma fábrica nova, porém difícil no caso de um “retrofitting” de uma fábrica já existente. Os computadores e o sistema de manuseio de materiais são os meios principais de configuração.

O sistema de manuseio de materiais inclui depósitos, buffers, esteiras, veículos de transporte, classificadores e alimentadores de peças, e manipuladores. Para a automação, deve ser possível identificar materiais e peças com o auxílio do computador e conduzi-los através da fábrica. O computador produz os parâmetros operacionais para o controle do fluxo de materiais e portanto ele deve ser uma parte de um sistema PCP da fábrica. Uma grande contribuição para a integração de um sistema de fluxo de materiais pode ser dada através do uso de software, e também por meio de módulos de planejamento dinâmico e sistemas de simulação. Nesse capítulo serão apresentados os componentes mais importantes de um sistema de manuseio de materiais controlado por computador.

Serão mostradas apenas as informações básicas sobre esse tópico, pois uma discussão mais detalhada seria suficiente para preencher vários livros.

CONCEITOS MODERNOS DE MANUSEIO DE MATERIAIS

Um Problema Simples de Manuseio de Materiais

Um sistema de manuseio bem projetado é crucial para a operação de uma fábrica controlada por computador. A figura 1.10 mostra que, do tempo total em que uma peça permanece na fábrica, 95% dele corresponde ao tempo de movimentação e espera. Com sistemas modernos de manuseio de materiais, uma tentativa é feita no sentido de reduzir consideravelmente esse tempo, e para suavizar o fluxo de materiais na fábrica, pelo que minimiza-se o estoque intermediário e nos depósitos. Esse objetivo só pode ser atingido através de uma integração sistemática dos processos e métodos de manufatura, equipamentos de manuseio de materiais e do fluxo de informações.

A figura 8.1 mostra uma seqüência típica de operações de manuseio de materiais necessárias para trazer o material do depósito para uma estação de processamento, e retornar o produto ao depósito.

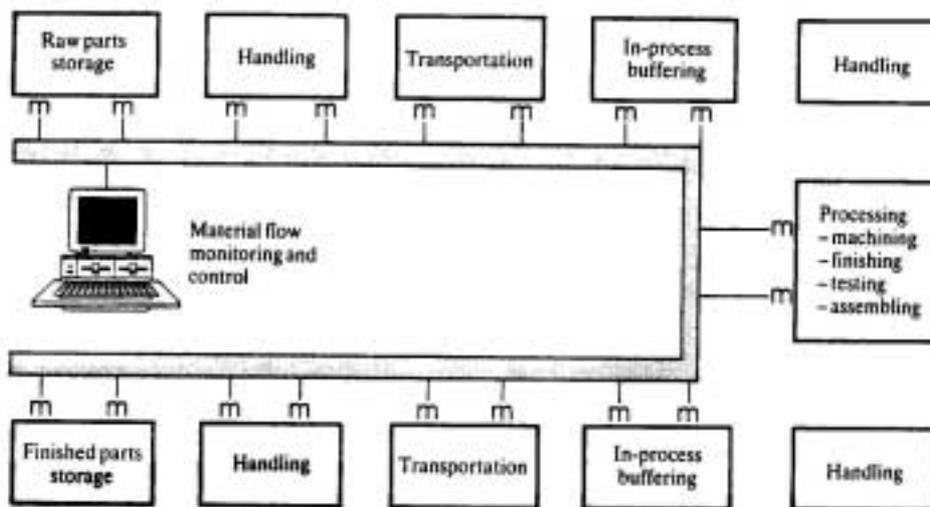


Figura 8.1. Seqüência típica de operações de manuseio de materiais numa fábrica

A figura 8.2 mostra um esquema das necessidades de software para esta operação. A descrição desses passos é dada abaixo:

- 1) A matéria-prima deve estar localizada no depósito, reconhecida e preparada para ser retirada. Isto requer a leitura do número da peça, a localização da peça na prateleira, e a determinação de como a peça deve ser agarrada.
- 2) Um dispositivo de manuseio, como por exemplo um robô, deve ser disponibilizado para o manuseio, e um veículo de transporte deve ser dirigido à posição de carregamento. Agora o robô

deve reconhecer a peça, pegá-la e posicioná-la num container ou num pallet. Assume-se que todos os manipuladores possuem um sistema de visão.

- 3) O veículo deve ser dirigido à área de processamento e trazido à posição de parada.
- 4) Um segundo dispositivo de manuseio deve reconhecer a peça, pegá-la e carregá-la na máquina para processamento. Entretanto, freqüentemente não faz-se o carregamento direto, e a peça nesse caso é colocada num buffer intermediário. O carregamento da peça na máquina pode também requerer um sistema de visão.
- 5) Quando o processamento é terminado, a peça é manuseada de novo e colocada ou num buffer intermediário ou num veículo de transporte.
- 6) O veículo é dirigido a um depósito de peças acabadas e trazida à posição de parada.
- 7) Um manipulador então pega a peça, e a coloca no depósito.

Na realidade, esta cadeia de operações de manuseio é mais complexa do que foi descrita. Vários sensores devem ser operados, e deve haver sincronização. Para rastrear a peça, um sistema computacional é necessário para observar a operação de cada componente do sistema de manuseio, e para verificar que a peça entrou e saiu de cada estação de maneira apropriada.

Logística de um Sistema de Manuseio de Materiais

O termo “logística” pode ser interpretado como a supervisão do fluxo de materiais, energia, informações e mão-de-obra numa empresa. A tarefa de logística consiste em suprir a quantidade certa de recursos às várias entidades de uma empresa no momento certo, na qualidade exigida, num custo relativamente reduzido, de forma a atingir os objetivos propostos pela operação de manufatura.

A figura 8.3 mostra o fluxo de informações e materiais de uma empresa e as várias funções logísticas. A logística global é estabelecida pelas estratégias de marketing da empresa. O mercado é influenciado por vários fatores tais como disponibilidade de recursos, poder de compra, competição, demografia, etc. Para operar as funções individuais da empresa, a logística deve ser aplicada a cada uma delas. Na figura 8.3 existem quatro subfunções logísticas, que são vendas, manufatura, materiais e compra de recursos. Estas subfunções são altamente dependentes umas das outras, e são coordenadas pelas logísticas globais do marketing. Nesse capítulo o interesse é pela logística dos recursos e materiais, que é responsável por fornecer os mecanismos de planejamento e controle do fluxo de materiais, peça e produtos na fábrica. Para um fluxo eficiente de materiais, muitos fatores devem ser considerados, tais como o layout da fábrica, quantidade de peças, família de peças, mix de produtos, arranjo dos recursos da produção, etc. Alguns desses fatores são mencionados abaixo:

- 1) Layout da fábrica: funcional (p.ex. empilhadeiras) X celular (p.ex. AGVs) (ver Capítulo 2);
- 2) Elementos de armazenamento na fábrica: Um dos maiores problemas no manuseio de materiais é o grande número de depósitos de armazenamento e buffers intermediários sendo usados na fábrica.

A figura 8.4 mostra um layout de fábrica possuindo dois depósitos e dois buffers. Peças que chegam são armazenadas no depósito 1 e trazidas à área de manufatura 1 (p.ex. pré-montagem). Os conjuntos são armazenados no depósito 2 e trazidos para a área de manufatura 2. Nessa área um segundo grupo de peças é trazido do depósito 1 e buffer 1. As peças são montadas e colocadas no buffer 2. Daí elas são levadas e montadas na área de manufatura 3. Além do problema da existência de muitas operações de armazenamento, as peças são manuseadas muito freqüentemente. A figura 8.5 mostra a mesma fábrica com somente um depósito. Aqui, vários elementos de armazenamento são eliminados por meio de um melhor agendamento de materiais, e uma estratégia melhor de manuseio. Uma melhoria ainda maior poderia ser alcançada através da subcontratação de fornecedores de peças e subconjuntos. Logicamente, isto funcionaria somente se a qualidade das peças fornecidas fosse igual a 100%.

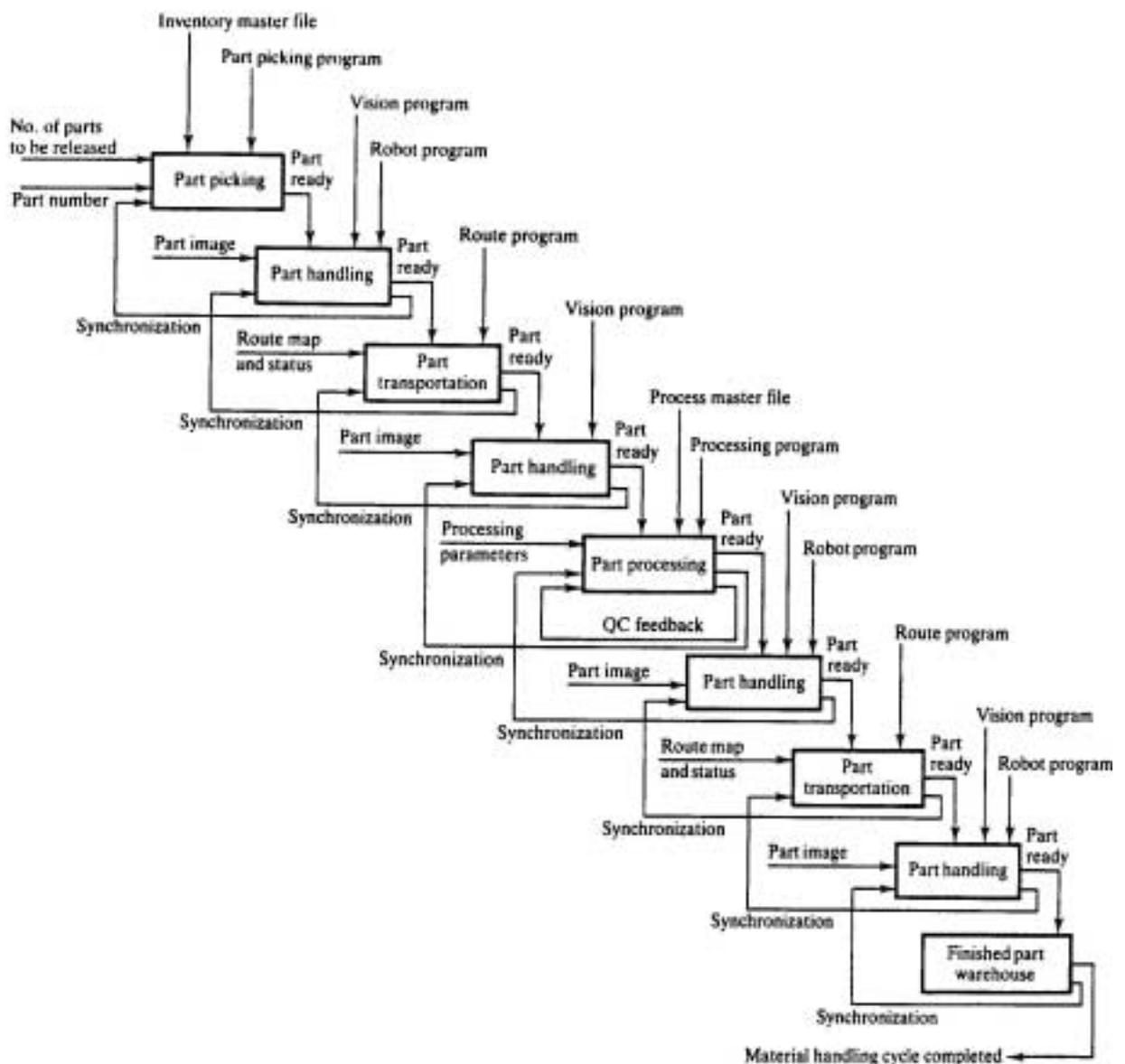


Figura 8.2. Esquema da estrutura do software necessário para a operação do sistema de manuseio de materiais ilustrado na figura 8.1

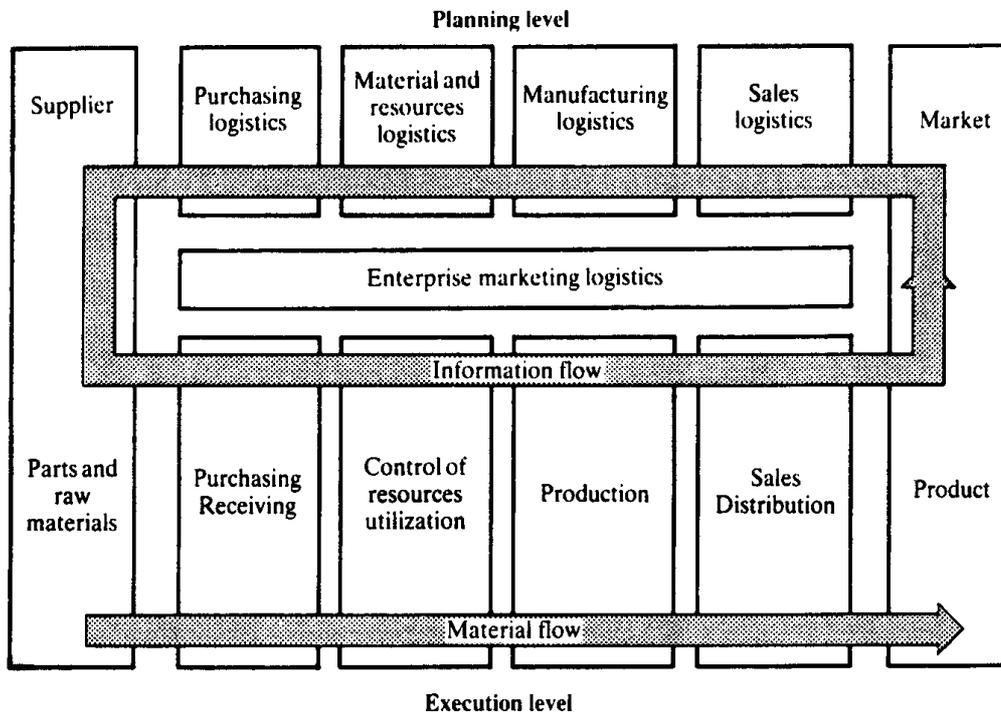


Figura 8.3. Logística de marketing da empresa

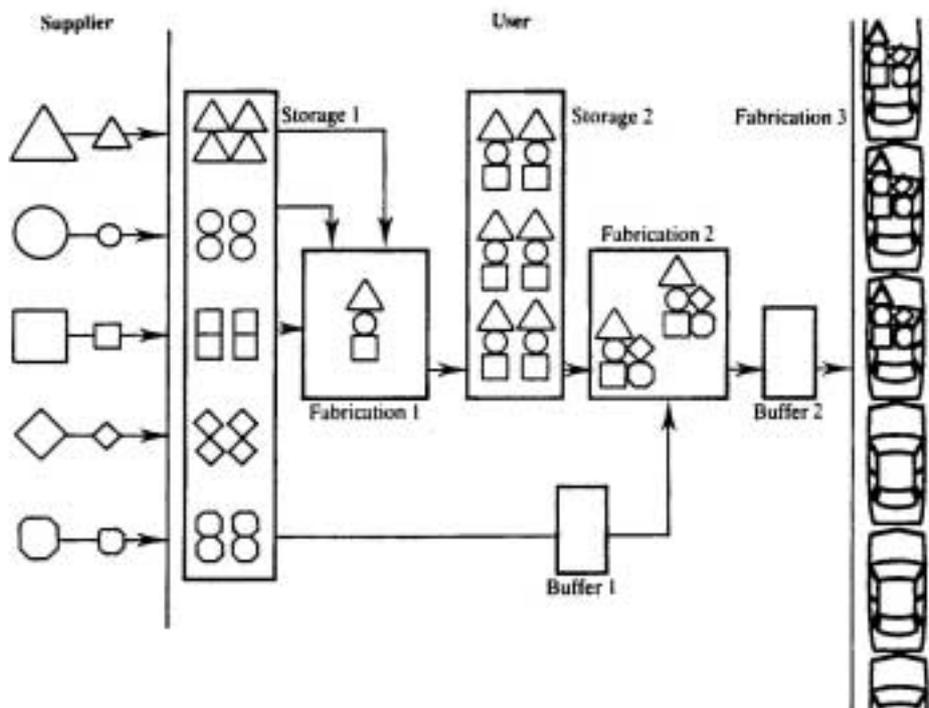


Figura 8.4. Uma área de fabricação com inúmeros depósitos e buffers intermediários

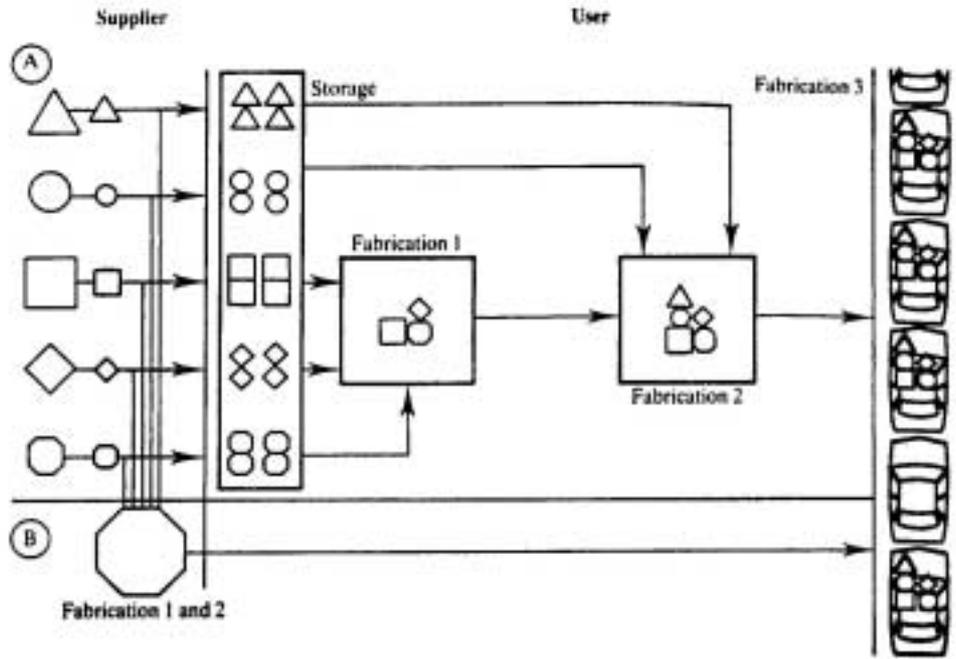


Figura 8.5. Área de fabricação com somente um depósito de armazenamento

3) Cadeia de transporte: A figura 8.6 mostra uma cadeia de transporte entre um fornecedor e um usuário das peças. As peças são armazenadas (incluindo depósitos e buffers) 5 vezes antes de serem finalmente montadas. Nesse caso, as peças são também manuseadas 9 vezes. Esta situação do manuseio de materiais pode ser melhorada drasticamente integrando-se o fornecedor ao usuário; portanto, vários desses elementos de armazenamento e operações de manuseio seriam eliminados.

CONTROLE DO FLUXO DE MATERIAIS

Arquitetura Computacional para o Manuseio de Materiais

O controlador das operações de manuseio de materiais é um submódulo do sistema computacional hierárquico da empresa. A figura 2.3 mostra uma operação simples na qual o fluxo de materiais é controlado por um pequeno computador. Normalmente, em grandes fábricas, o manuseio de materiais é muito complexo e um é necessário controle distribuído para controlar aquela função. Operações de manuseio de materiais podem ser iniciadas pelo material que chega de um fornecedor, a liberação de uma ordem para a fábrica para produzir um produto ou um processo de manufatura relatar que está pronto para uma nova peça. Como uma peça sofre várias operações progressivas, é necessária uma sincronização entre os processos de manufatura e os equipamentos de manuseio de materiais. Portanto, o controle de materiais deve possuir inúmeras ligações com os computadores de controle das máquinas, robôs e sensores. Uma rede de computadores idealizada para controlar os

materiais através da fábrica é ilustrada na figura 8.6. Esta rede possui duas camadas: planejamento e sincronização; e operação. Uma encomenda de uma operação de fluxo de materiais é enviada para a camada de planejamento, diretamente do computador do chão-de-fábrica ou da fábrica. Quando uma ordem for dada, algoritmos de planejamento e expedição são chamados para preparar o movimento do material. Para isso o computador de planejamento deve ter acesso ao banco de dados contendo:

- uma descrição da configuração do sistema de fluxo de materiais;
- uma descrição dos equipamentos, controladores e sensores de fluxo de materiais;
- um planejador de rotas;
- programas de expedição e sincronização;
- o estado on-line de todos os equipamentos e processos de manuseio de materiais;
- subrotinas de identificação e recuperação de erros;
- programas operacionais para os equipamentos de manuseio de materiais (para “download”);
- programas estatísticos para avaliação de dados de manufatura;
- estoque contínuo;
- estoque intermediário.

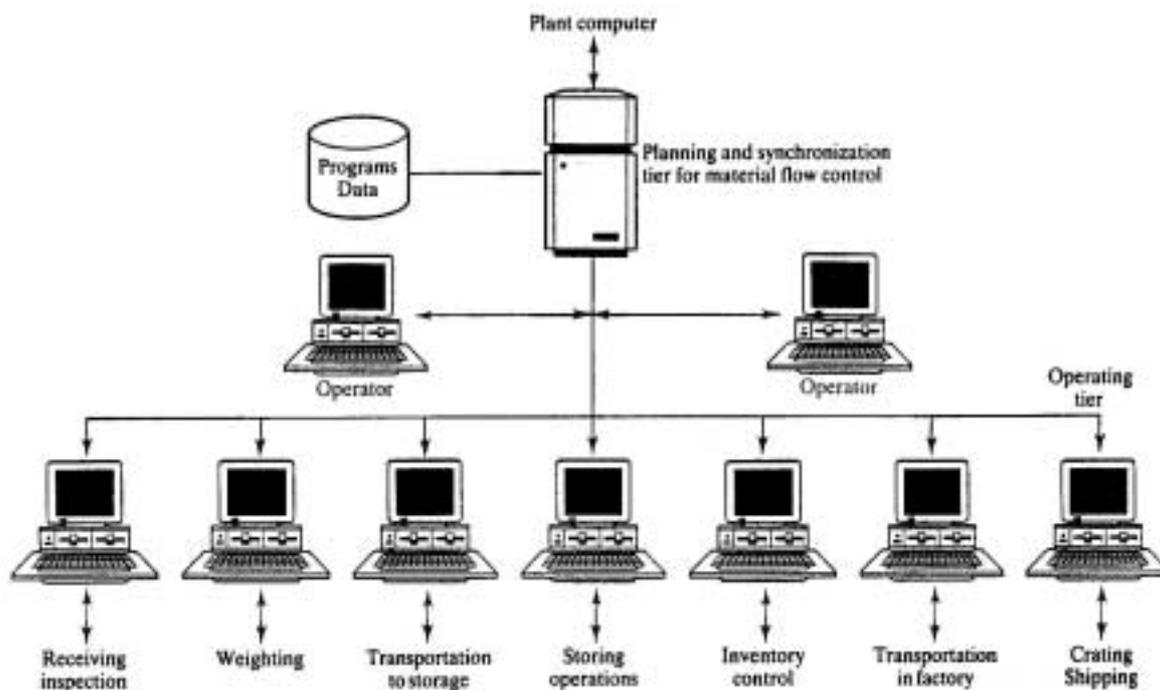


Figura 8.6. Uma rede computacional idealizada para o controle de um sistema de manuseio de materiais

Com estas informações, ele deve ser capaz de planejar, para cada peça a ser fabricada, todas as operações de manuseio de materiais. Isto requer que o sistema seja reconfigurável e tenha arquitetura aberta. Os componentes de controle da camada de operação podem possuir várias estruturas. Com um

sistema pequeno, as interfaces serão fornecidas para uma conexão direta com os equipamentos de manuseio. Com instalações maiores, CLPs ou computadores são usados para cada subfunção.

Para a manufatura flexível, é necessário que os programas e parâmetros de controle possam ser mudados on-line dependendo da produção. Os programas de controle são enviados do computador no nível superior para os computadores nos níveis inferiores (p.ex. computadores que operam os equipamentos). Nesse caso, cada computador dos equipamentos deve ser capaz de controlar e supervisionar, independentemente, o seu equipamento de manuseio. Dados operacionais do processo são agrupados e enviados ao computador de planejamento. Os computadores operacionais contêm tipicamente os seguintes programas e algoritmos:

- algoritmos de controle
- programas de coleta de dados
- programas de operação de sensores
- drivers para periféricos
- programas para operação I/O
- procedimentos para identificação e recuperação de erros

Para a sincronização dos computadores de controle na camada de operação, dados de estado são comunicados on-line ao computador de planejamento. Este acessa os algoritmos para seqüenciamento do fluxo de materiais numa ordem precisa. O controle de materiais é uma função fundamental em qualquer operação de manufatura. A falha de suprimento de peças a uma estação pode ter um efeito danoso ao resto da produção, e uma fábrica inteira pode parar se um componente importante estiver faltando. Por essa razão, é essencial que o sistema de controle possua proteção suficiente quanto à falha do computador. Isto torna necessário que cada computador possa operar seu equipamento de manufatura independentemente no caso de uma quebra numa camada superior. Algumas vezes utiliza-se um computador “backup”, que é utilizado automaticamente no caso de uma falha.

Dispositivos de Entrada e Saída

Para iniciar e executar um movimento de materiais, ou para a expedição de uma tarefa, vários periféricos, sensores e dispositivos de codificação são usados. A seleção desses dispositivos depende da aplicação e do ambiente na fábrica. Um dos problemas básicos no manuseio de materiais é o reconhecimento e rastreamento do material que é transportado na fábrica. Existem dados administrativos e físicos a serem introduzidos, transmitidos e processados. Os dados administrativos descrevem a ordem do consumidor, e correspondem a informações sobre a identificação, tempo e quantidade de peças. Dados físicos são usados para reconhecer e rastrear uma peça. Importante para a manufatura flexível é a entrada automática de dados e dispositivos de processamento automáticos,

para tornar o movimento de materiais independente de erros humanos. Entretanto, na maioria dos casos a entrada automática de dados não é possível, e uma interface humana é necessária.

A figura 8.7 mostra vários periféricos usados em aplicações de manuseio de materiais. No lado esquerdo da figura estão os periféricos de entrada de dados, enquanto no lado direito estão os periféricos de saída. Uma combinação de qualquer dispositivo de entrada com qualquer dispositivo de saída é factível. Com um sistema convencional de processamento de dados, a entrada de uma ordem é feita através de um terminal, e a liberação da ordem é emitida por uma impressora. A entrada da ordem pode também ser simplificada com o auxílio de etiquetas de movimentação, que podem conter padrões de furos perfurados, códigos de barra ou códigos magnéticos, como mostrados na figura 8.8. Frequentemente, estes meios que contêm dados, que acompanham a peça ao longo da fábrica, são também usados para identificação em várias estações. Portanto, é possível rastrear a peça e o seu progresso ao longo das operações de manufatura. Terminais portáteis são também muito importantes para o manuseio de materiais. Eles podem ser colocados próximos a uma operação de manufatura ou manuseio, e dados são introduzidos via teclado ou um leitor de código. Para transmissão de dados “sem fio”, utiliza-se comunicação via rádio ou infravermelho. Os dispositivos de saída podem ser idênticos ou similares aos dispositivos de entrada. Entretanto, na maioria das operações, impressoras são necessárias para imprimir etiquetas de movimentação escritas ou codificadas. Os terminais de dados empregados na produção devem ser robustos, insensíveis à poeira, temperatura e umidade, e devem ser fáceis de operar. Como esses terminais são usados num ambiente de manufatura muito ativo, os códigos e dados a serem introduzidos devem ser o mais simples possíveis para evitar erros.

Meios que Armazenam Dados para o Controle Automático do Fluxo de Materiais

Um sistema de controle de fluxo de materiais deve ser capaz de identificar e direcionar o fluxo de peças e materiais. Para este propósito é necessário fornecer uma peça com informações sobre o número da peça, número da ordem, operações e seqüências de manufatura, datas de entrega, etc. Num ambiente controlado por computador, normalmente é suficiente identificar a peça em estados estratégicos de manufatura com o auxílio de uma estação de leitura, por exemplo, quando uma peça deixa uma operação de usinagem e move-se para outra. Identificando-se a peça, a operação de manufatura e o tempo, o computador pode obter do seu banco de dados o estado da fabricação da peça. Com essa informação pode-se emitir uma ordem de transporte, ou pode-se verificar a obediência a uma data de entrega.

Um problema que pode ocorrer é que números diferentes podem ser atribuídos a uma mesma peça quando ela progride de uma operação para outra. Em princípio, a identificação de uma peça só pode ser feita por visão. Entretanto, sistemas de visão de máquina ainda são muito primitivos. O reconhecimento de uma peça simples pode ser bastante complexo num ambiente de produção onde um

objeto pode assumir qualquer posição e onde ele muda a sua forma e geometria durante a manufatura. Além disso, a limpeza da superfície e condições de iluminação podem afetar a identificação. Por essa razão, o uso de um sistema de visão de máquina é mais a exceção do que a regra.

Para a solução do problema de identificação de peças num sistema de manufatura, e de fornecer informações operacionais sobre elas, existem vários métodos que podem ser aplicados. Uma peça pode ser identificada diretamente, ou então o elemento que a transporta. Tais métodos são os seguintes:

Identificação direta de uma peça

Em muitos casos é possível afixar o identificador diretamente na peça. Existem quatro métodos básicos para a identificação da peça:

- 1) Rastreamento pelo fluxo de massa: Com esse método, o produto é identificado por um feixe simples de luz, ou por um sistema de câmeras. Frequentemente somente um parâmetro, por exemplo a altura, é medido para distinguir um produto de outro. Esse método dá informação sobre o tipo de produto, mas não a respeito de uma peça específica (ver figura 8.9).

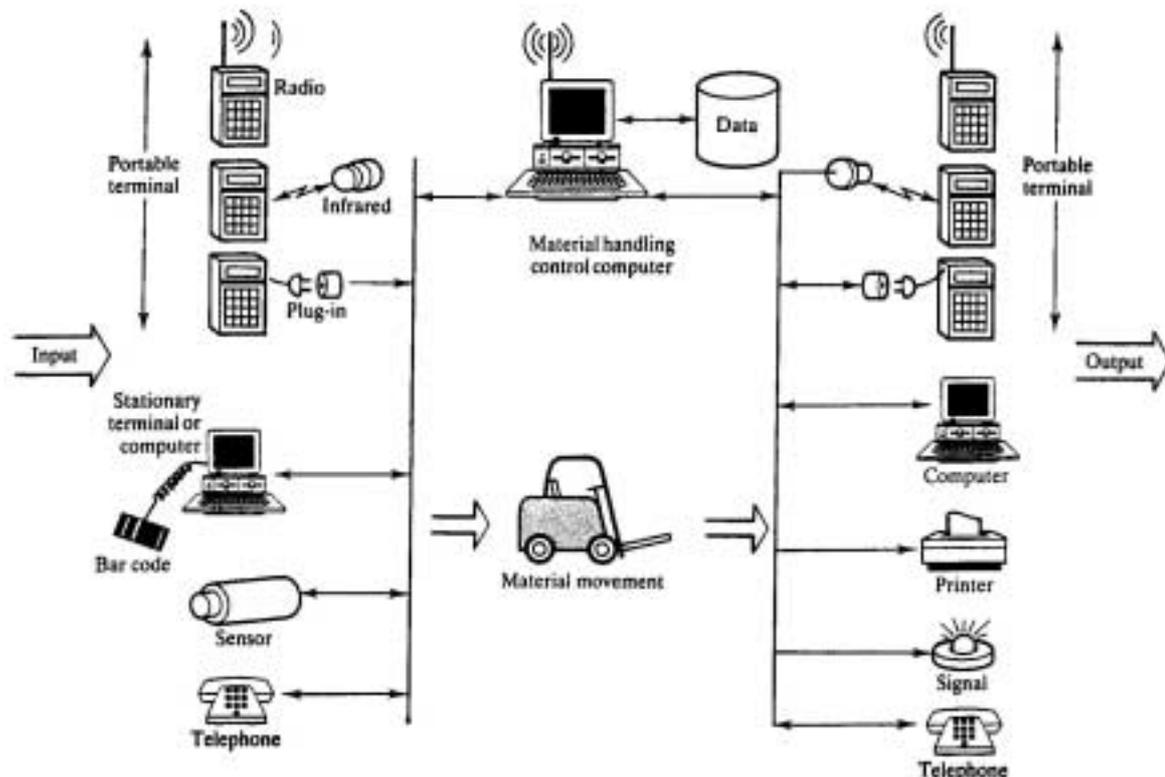


Figura 8.7. Vários periféricos de entrada e saída para o processamento de informações no manuseio de materiais

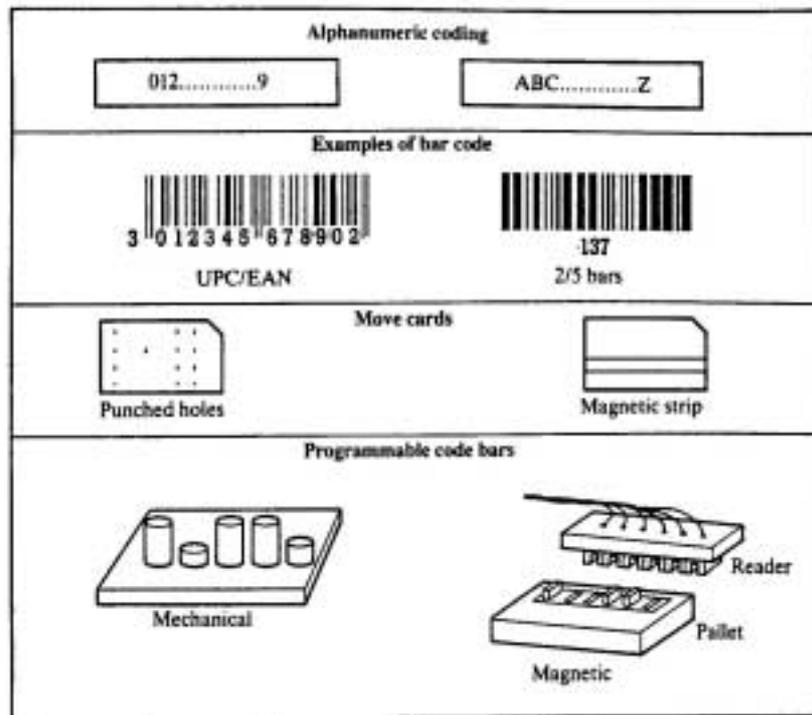


Figura 8.8. Vários métodos de codificação

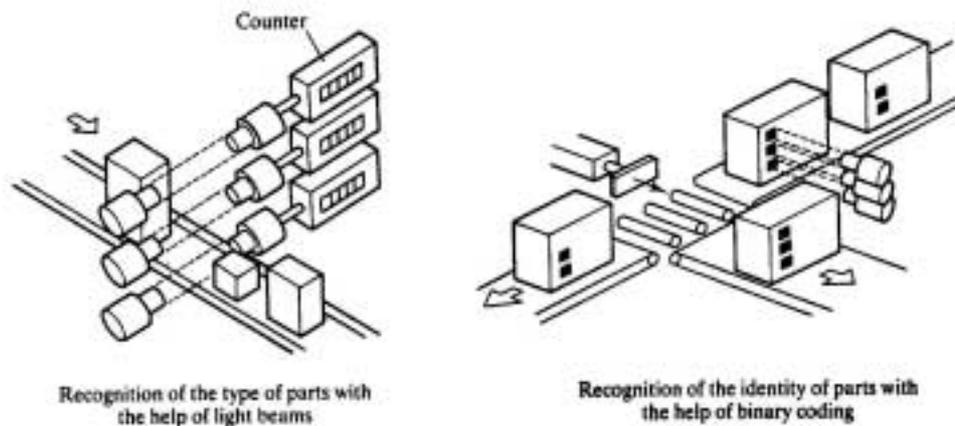


Figura 8.9. Alguns métodos simples de reconhecimento de peças

- 2) Caracteres alfanuméricos: As informações são impressas no produto ou afixadas com etiquetas a ele, como ilustrado na figura 8.9. A impressão deve ser feita numa posição bem definida para possibilitar a sua leitura, e para atingir uma elevada taxa de acerto no reconhecimento. O posicionamento das peças é muitas vezes um problema na produção, e por essa razão o método não é frequentemente usado. Entretanto, esse método possui a vantagem de que a impressão pode ser facilmente identificada pelo pessoal da produção. Se as informações são impressas diretamente na peça ou afixadas em etiquetas, a peça não deve sofrer tratamento térmico ou lavação, uma vez que tais processos poderão danificar a impressão.

3) **Código de barras:** Para este método bastante popular, as informações do produto são convertidas para um código de barras tais como o 2/5 ou o EAN (figura 8.8). A colocação do código no produto pode ser feita diretamente com a impressora, ou uma etiqueta especial pode ser afixada ao produto com um adesivo. A impressão pode ser lida por máquina e não precisa ser posicionada com muita precisão, como ilustrado na figura 8.10. A figura 8.11 mostra desalinhamentos típicos que podem ser tolerados. O código pode também ser lido por um objeto semelhante a uma caneta, como ilustrado na figura 8.12.

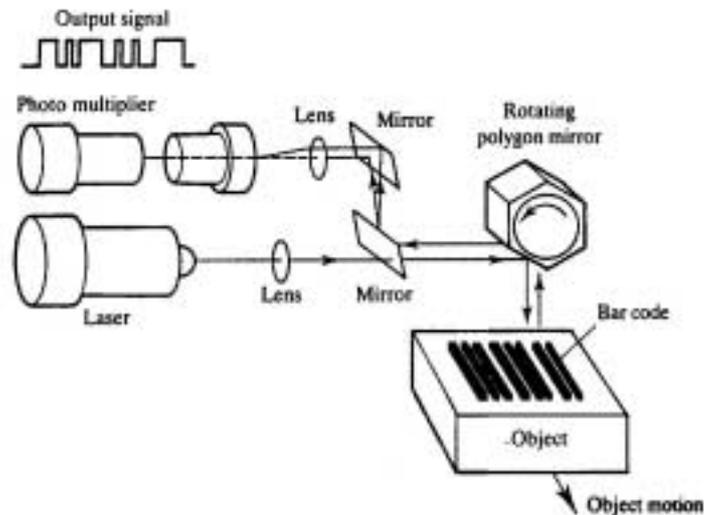


Figura 8.10. Um feixe de laser para a leitura de código de barras

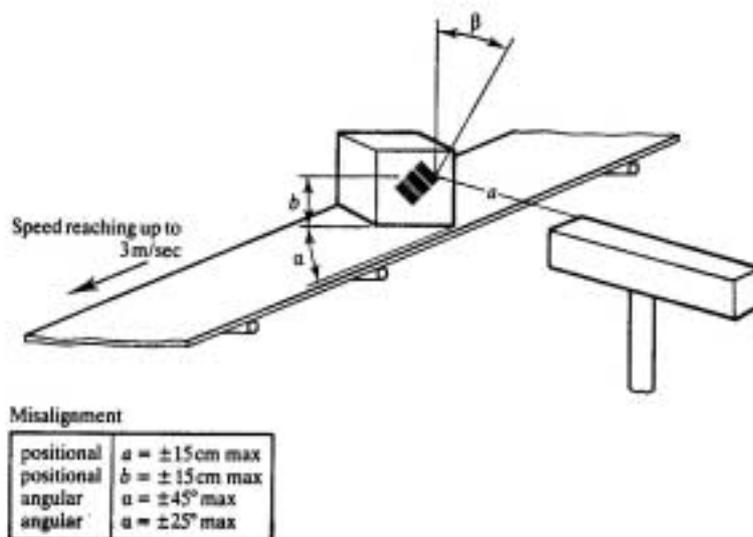


Figura 8.11. Desalinhamentos toleráveis de um código de barra lido por um dispositivo a laser

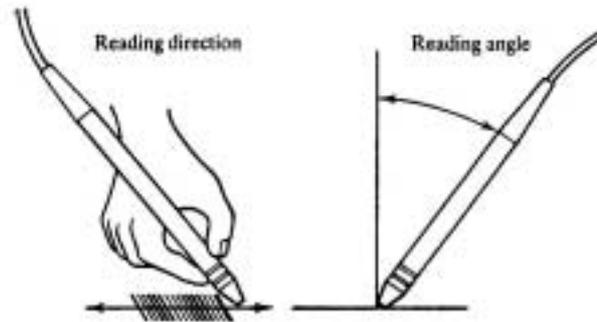


Figura 8.12. Identificação de um código de barras através de uma caneta de leitura

Identificação de peça num elemento de transporte

Freqüentemente, é impraticável, se não impossível, aplicar as informações diretamente sobre o produto. Nesse caso, o transportador da peça deve receber o código. Quando a peça é colocada no transportador, aplica-se um código sobre ele, identificando-se dessa forma a peça de forma única. Transportadores típicos são pallets, cestas e alças.

- 1) Cartão de movimentação: Um cartão de movimentação contendo todas as informações sobre a peça é colocado no transportador e acompanha a peça no chão-de-fábrica (ver figura 8.8). Numa estação de processamento, os cartões são colocados num leitor para identificar a peça e relatar o processo sendo executado sobre ela. Também podem ser usadas canetas de leitura. Cartões de movimentação típicos contêm furos ou códigos magnéticos.
- 2) Dispositivos de identificação programáveis: Esses dispositivos contêm um pequeno microprocessador e também uma memória, um transmissor e um receptor. Eles são afixados a um pallet ou em alguns casos ao próprio produto. Na estação de leitura, a transferência de informações é feita através de ultra-som, infravermelho ou ondas de rádio. O princípio de comunicação a ser selecionado depende da aplicação e do ambiente da fábrica. A memória pode conter um conjunto completo de informações sobre o produto, que podem ser interrogadas pela estação de leitura e atualizadas com novos dados de manufatura. Com memórias maiores, também é possível armazenar dados de controle de processo e qualidade, que são usados para controlar uma máquina.

HARDWARE PARA O MANUSEIO DE MATERIAIS

Esteiras no Solo

Esteiras são dispositivos básicos de transporte de materiais encontradas em quase todas as fábricas de manufatura discreta. Elas interligam várias estações para obter o princípio “flowline”. Algumas esteiras típicas são ilustradas na figura 8.13, elas são a esteira em correia, a rolante, em corrente, etc. Uma peça pode ser colocada diretamente sobre a esteira ou num pallet. No primeiro caso, a peça a ser fabricada deve ser levada da esteira e colocada de volta após o término da

fabricação. Isto requer que a peça seja identificada e manuseada pelo homem ou um manipulador equipado com sensores. Para a identificação, a peça pode ser diretamente reconhecida por uma câmera ou com o auxílio de uma etiqueta afixada nela. No segundo caso, a peça pode ser fixada a um pallet, que pode também servir como uma mesa de uma máquina de usinagem, e um manipulador de pallets move a peça da esteira e insere-a numa máquina para processamento. Após o término do processamento, a peça é removida e carregada na mesma pallet para a próxima operação. Mais uma vez, o pallet serve como uma mesa de máquina. A figura 8.14 mostra várias configurações de sistemas de esteiras no solo.

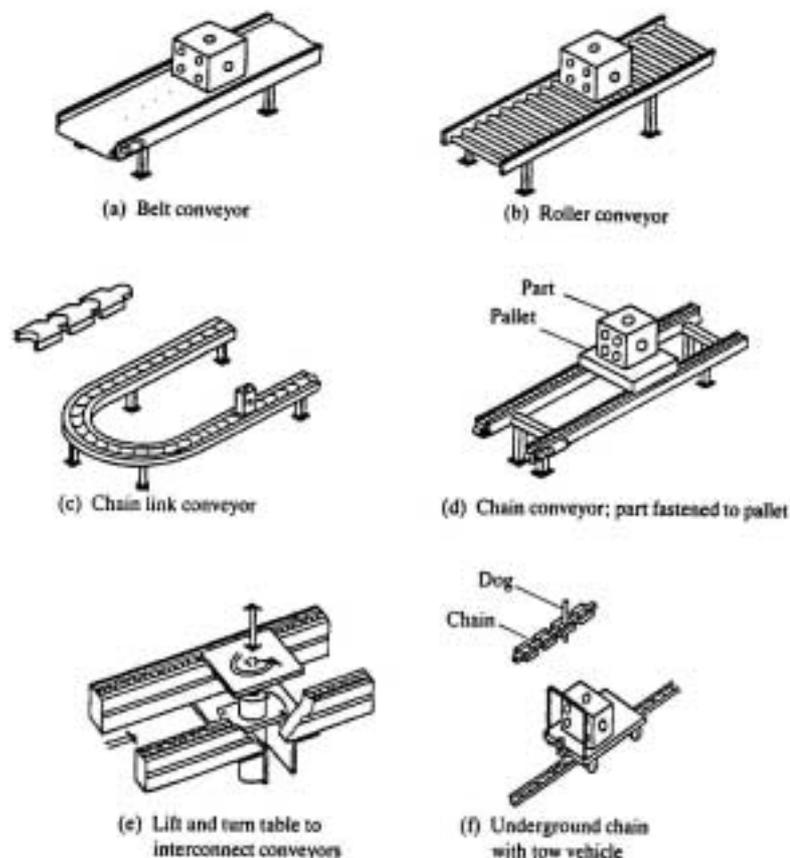


Figura 8.13. Vários sistemas de esteiras no solo

Sistemas Suspensos de Transporte de Materiais

Existem basicamente três princípios usados nestes sistemas, como ilustrado na figura 8.15. Esteiras suspensas com alças possuem um custo baixo, e por essa razão são muito comuns na indústria. Um problema desses sistemas é que as alças são fixas e não podem ser roteadas para outras esteiras. É possível a sincronização da entrega de materiais, entretanto a operação irregular da esteira pode resultar em problemas como a oscilação das alças, que ocorre quando as peças são leves. A corrente é movida por um sistema central de acionamento.

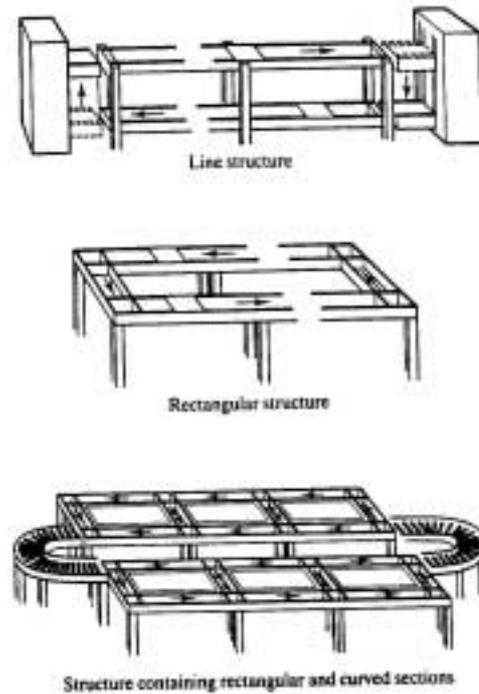


Figura 8.14. Várias configurações de esteiras no solo

A esteira “power and free” é um dispositivo mais versátil, onde alças podem ser acopladas ou desacopladas em estações especiais para interligar com outros trajetos servidos por esteiras. Um layout típico de um sistema “power and free” é ilustrado na figura 8.16. Numa área de carregamento e descarregamento, o material é colocado ou retirado das alças. As alças trazem o material para a área de trabalho. O destino das peças pode ser lido do código afixado na peça, ou na própria alça. Da área de trabalho as peças são retornadas para a estação de carregamento e descarregamento. Existem depósitos fornecidos para alças carregadas e vazias. A corrente para puxar a alça é também operada por um sistema de acionamento central.

Com o sistema monotrilho os “carros” são operados por seus próprios motores, e tais carros podem ser equipados com um sistema de roldanas, adicionando-se ao sistema um GDL extra (figura 8.17).

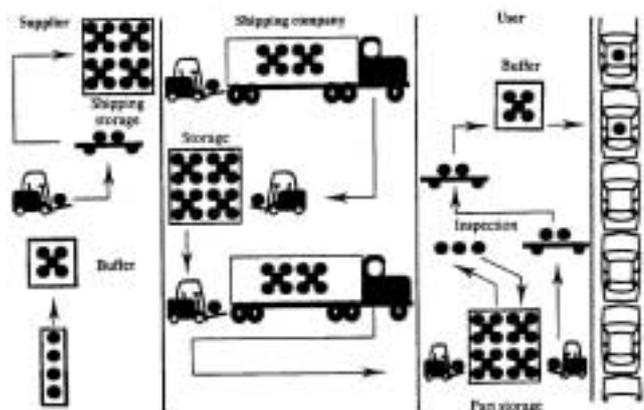


Figura 8.16. Uma cadeia integrada de fornecimento de materiais e peças

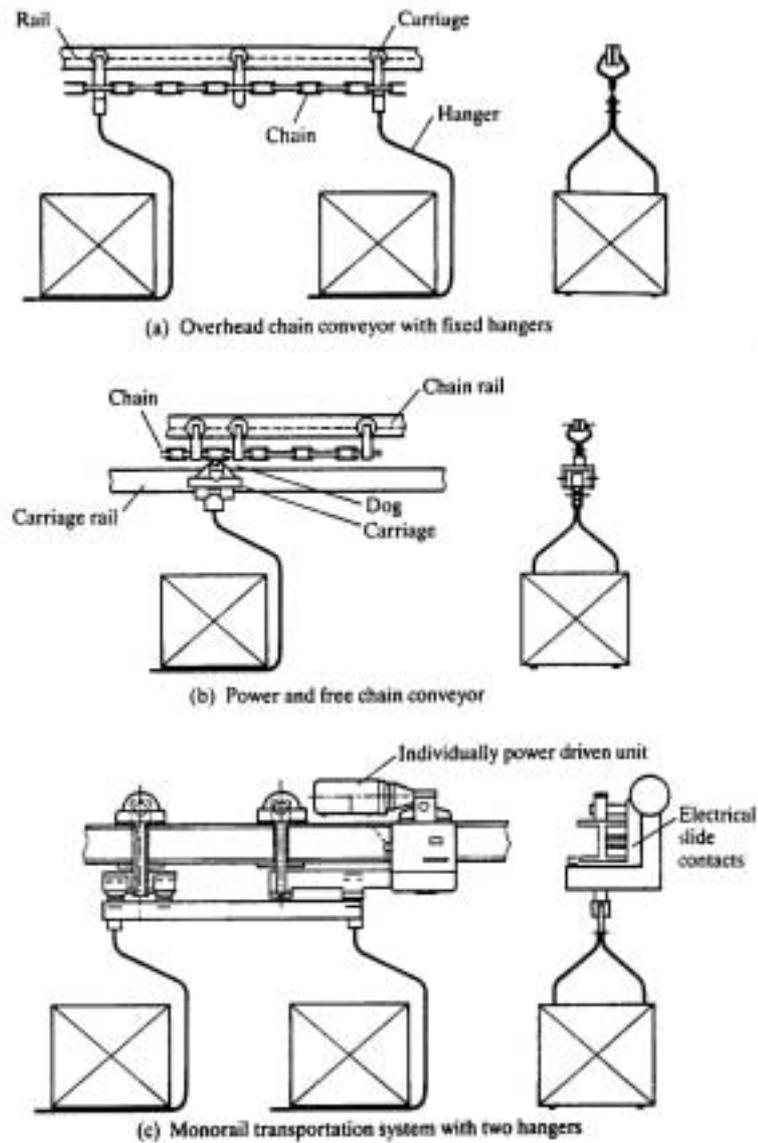


Figura 8.15. Vários sistemas suspensos de transporte de materiais

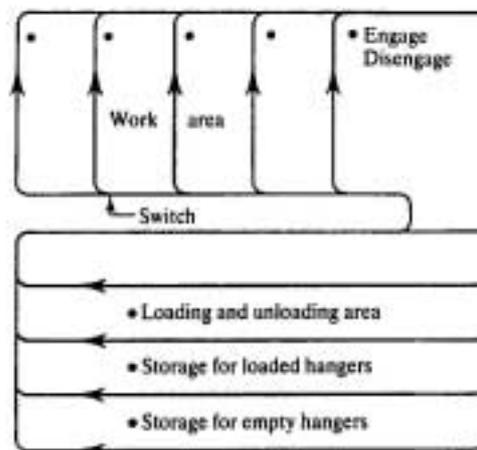


Figura 8.16. Layout de trajetórias “power and free”

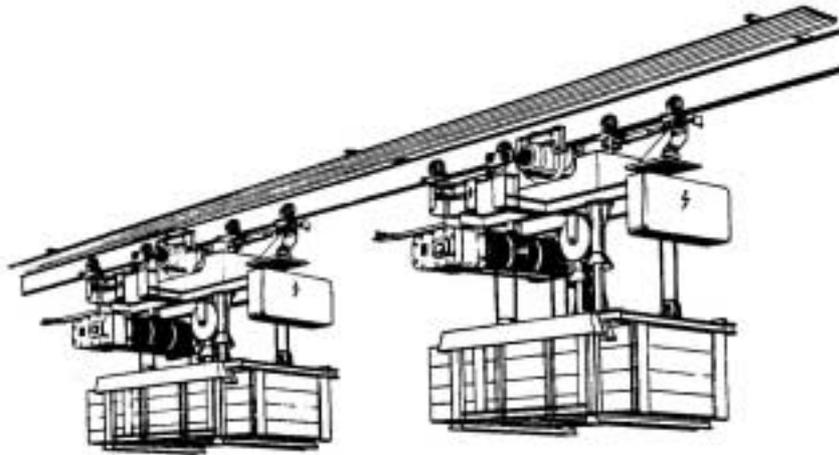


Figura 8.17. Um sistema suspenso monotrilho, com um GDL extra obtido por roldanas

Veículos de Transporte de Materiais

Existem vários projetos de veículos de transporte para FMSs. O produto, o projeto da fábrica, a taxa de produção, e inúmeros outros fatores determinam a seleção de veículos de transporte.

- Veículos puxados por corrente: Nesse método, o veículo é puxado ao longo do chão-de-fábrica por uma corrente sob o chão, como ilustrado nas figuras 8.14(f) e 8.18. Nesse caso o veículo segue a corrente e é acoplado ou desacoplado numa estação de processamento ou carregamento. Este método de transporte oferece uma flexibilidade limitada.



Figura 8.18. Um transportador puxado por corrente usado num sistema de manufatura

- **Plataformas sobre trilhos:** Estes sistemas correspondem a planos (bases) que movimentam-se sobre trilhos, e são acionadas por um tubo giratório entre os trilhos. Um rolete de acionamento, localizado sob a plataforma, e inclinado de um ângulo em relação ao eixo do tubo, efetua o movimento da plataforma (figura 8.19). A velocidade da plataforma é regulada por intermédio do ângulo de contato entre o rolete e o tubo giratório. Quando o ângulo entre o rolete e o tubo é igual a 90° , a plataforma não se move. Quando esse ângulo é aumentado para 45° , a velocidade aumenta. Uma das vantagens desse sistema em comparação com outros sistemas é que ele atinge uma elevada precisão de posicionamento. Algumas das aplicações desse sistema incluem linhas de soldagem com robôs, e sistemas de montagem (figura 8.20).

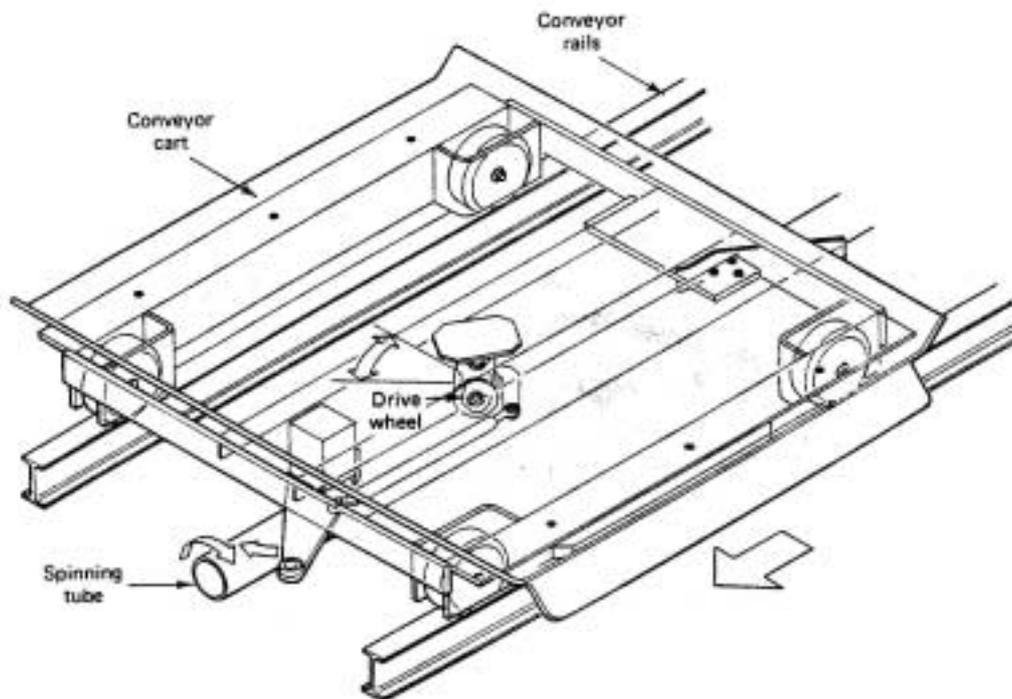


Figura 8.19. Funcionamento da plataforma sobre trilhos

- **Veículos guiados automaticamente (AGVs):** Uma maior flexibilidade pode ser obtida com AGVs que seguem uma linha guia. Com sistemas avançados, o veículo pode deixar a linha guia numa estação de carregamento ou estação de processamento, e pode assumir uma outra posição numa localização definida. O veículo pode até mesmo servir como uma estação onde operações de montagem são efetuadas (figura 8.21). Existem várias estruturas disponíveis, tais como a plataforma de içamento, empilhadeira, esteira rolante, etc. (figura 8.22). Tais estruturas são freqüentemente projetadas para o consumidor. A figura 8.23 mostra uma célula onde um AGV possui um mecanismo de transporte projetado especialmente para carregar peças fixadas em pallets.

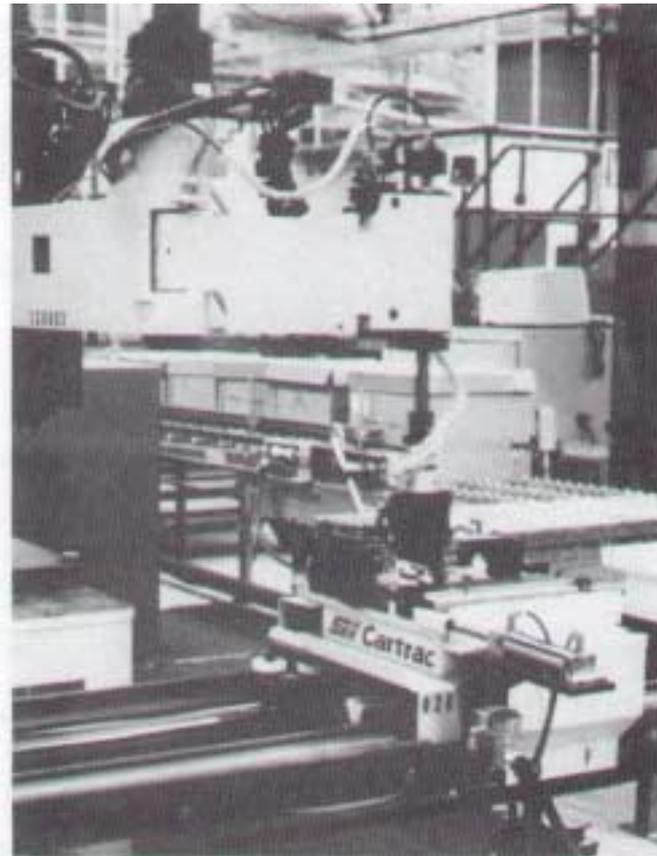


Figura 8.20. Sistema de transporte de plataforma sobre trilhos usado com um robô de montagem



Figura 8.21. Um AGV carregando um chassi

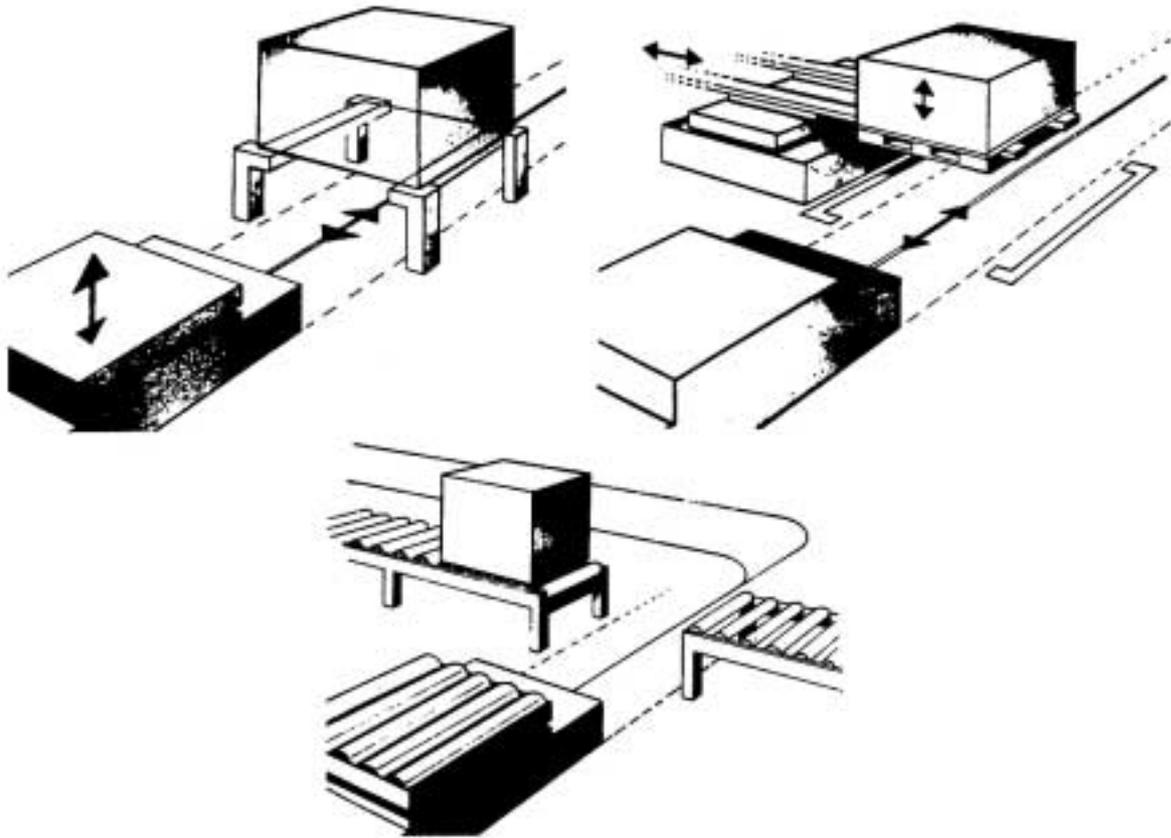


Figura 8.22. Três métodos de carregamento e descarregamento de AGVs

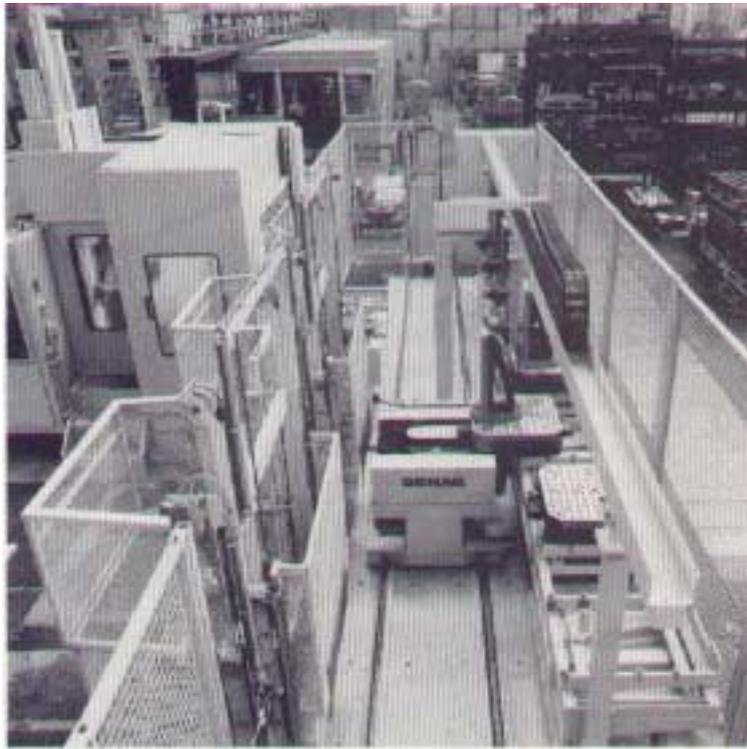


Figura 8.23. Uma célula de processamento atendida por um AGV; a peça é fixada a um pallet

• **Veículos autônomos:** Uma tentativa está sendo feita, com esses equipamentos, visando automatizar completamente a tarefa de transporte em conjunto com toda a atividade de trabalho. Tal veículo deve possuir um sistema complexo de sensores, e conhecimento sobre o ambiente de trabalho. Até o momento, esses veículos não estão disponíveis para uso industrial. A figura 8.24 ilustra um veículo autônomo desenvolvido pela Universidade de Karlsruhe, Alemanha, chamado KAMRO. Atividades que esse veículo deve efetuar consistem em transportar e montar um produto. Com o auxílio de sistemas especialistas e de um arranjo sofisticado de sensores, o sistema planeja uma rota de movimentação para uma tarefa de armazenamento, direciona-se para lá, pega as peças e traz-as para uma estação de montagem. Nesta estação as peças são visualizadas por uma câmera e sua localização e orientação são identificadas. O veículo-robô então gera um plano de montagem, e efetua o mesmo através de dois braços e vários sensores. Depois de terminar a tarefa, efetua-se um teste visual.



Figura 8.24. O veículo autônomo da Universidade de Karlsruhe - KAMRO

ARMAZENAMENTO

Na maioria dos sistemas de manufatura, materiais e peças devem ser mantidos em estoque porque operações ideais JIT são difíceis de serem atingidas. Locais de armazenamento devem ser fornecidos para matéria-prima e peças, bens semi-acabados e o produto completo. Uma operação de

armazenamento pode ser manual, semi-automática ou totalmente automática dependendo do grau de automação. O projeto do depósito, prateleiras, veículos de transporte, e dispositivos de armazenamento e retirada depende do produto, taxa de produção, filosofia de gerenciamento, exigência de segurança e muitos outros fatores. Normalmente, o sistema de transporte de materiais usados para a produção é diretamente interfaceado com o depósito. Por essa razão, em geral os mesmos dispositivos de transporte de materiais são usados no armazenamento dos itens. Um esquema de um sistema de controle de atividades de armazenamento e retirada de materiais é mostrado na figura 8.25.

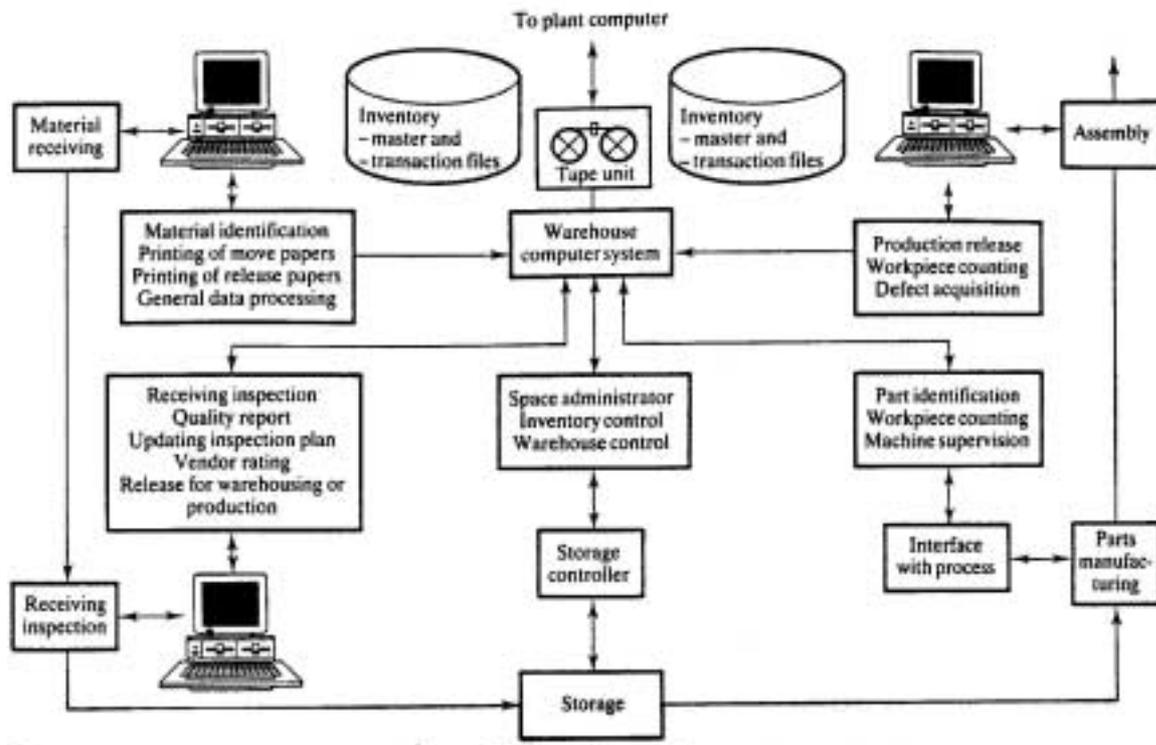
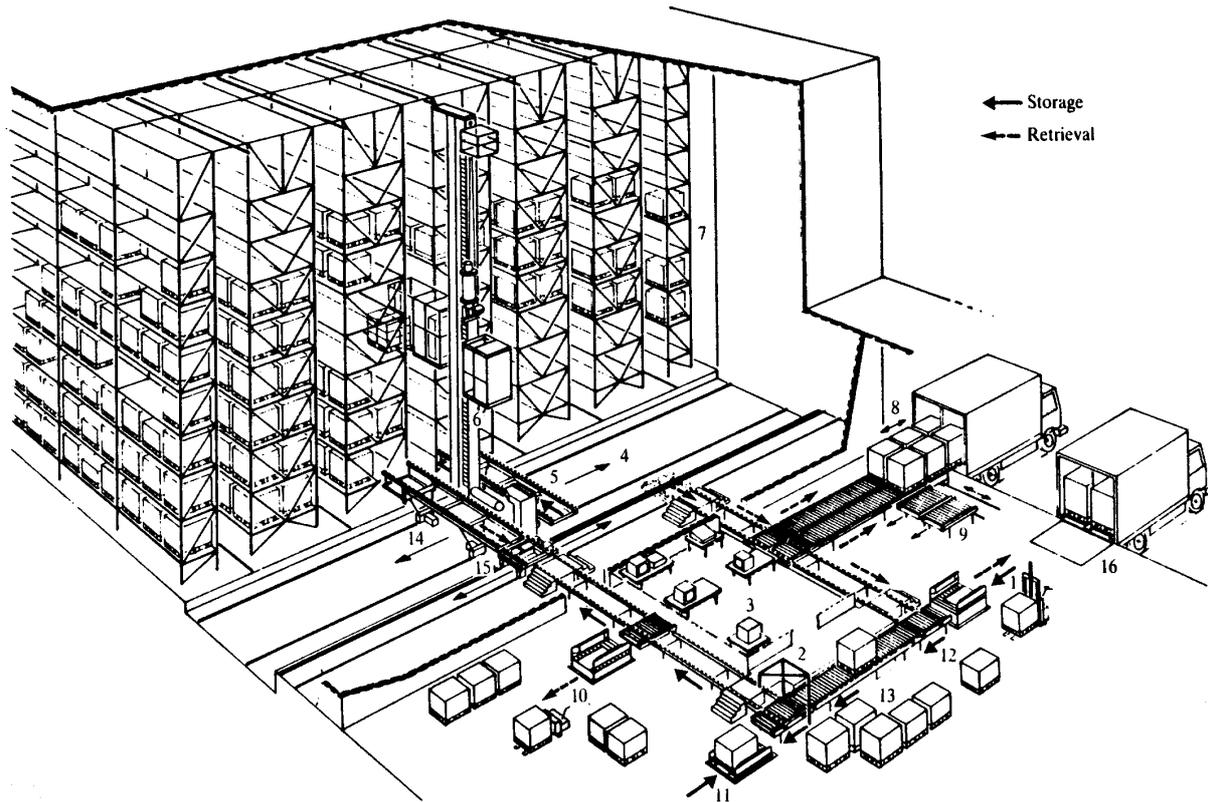


Figura 8.25. Sistema de controle de atividades de armazenamento e retirada de materiais, e sua interface com a produção

Um exemplo de sistema automático de armazenamento de peças palletizadas é ilustrado na figura 8.26, enquanto na figura 8.27 ilustra-se uma operação manual de manipulação de peças. Nesta última operação, um cartão requerendo material é enviado para a área de manipulação. Um operador pega o cartão, e então pega as peças definidas pela ordem. As peças são postas numa caixa, a qual é então colocada num sistema de esteira junto com cartões de movimentação. A caixa move-se sob controle de computador para a estação especificada. Na estação a caixa e o cartão são retirados da esteira e a manufatura é iniciada.



- | | |
|---|---|
| 1 Pallet entry and exit | 9 Buffers for incoming loads |
| 2 Pallet checking station | 10 Exit for mis-identified pallets |
| 3 Identification station | 11 Pallet insertion |
| 4 Material entry area | 12 Roller lift table |
| 5 Mobile stacker | 13 Roller conveyor |
| 6 Stacker crane | 14 Chain conveyor |
| 7 High-rise storage racks | 15 Conveyor connector to stacker |
| 8 Automatic truck unloading and loading station | 16 Truck with automatic unloader and loader |

Figura 8.26. Um sistema automático de armazenamento de peças palletizadas

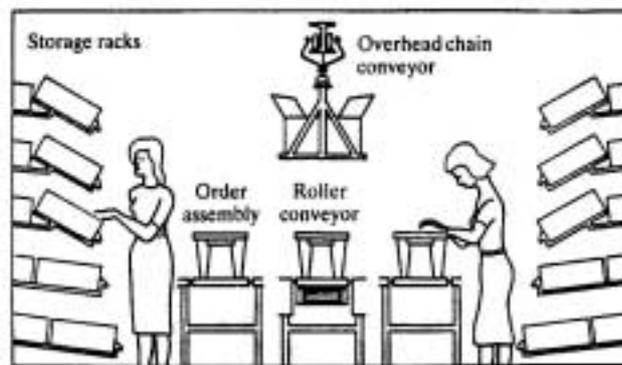


Figura 8.27. Uma operação manual simples de armazenamento de peças