

**CENTRO UNIVERSITÁRIO - FEI
DEPARTAMENTO DE ELETRICIDADE
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
DISCIPLINA EE – 0860
Prof. LUÍS CALDAS**

DISCIPLINA EE – 0860 - AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Objetivo : Estudar a tecnologia aplicada à produção. Muitos dos termos, tais como robótica, **CAD/CIM** (projeto auxiliado por computador/manufatura integrada por computador), **FMS** (sistemas flexíveis de manufatura), visão da máquina serão definidos e aplicações práticas serão descritas. Vários tipos de automações serão descritas, serão apresentadas as razões e os argumentos sociais pró e contra as suas implantações. Serão discutidas na implantação da automação conceitos de produção, modelos matemáticos e alternativas de viabilidade econômica. Quanto aos equipamentos/dispositivos utilizados na implementação de um processo automático, serão apresentadas para várias configurações, tais como mesas divisoras, linhas transfers lineares e rotativos (manipuladores e dispositivos do tipo pick-and-place), esteiras transportadoras. Uma análise do ciclo de operação (duty-cycle) e seu desempenho tecno-econômico e o retorno sobre o investimento aplicado será delineada através de um exemplo prático de aplicação. Aplicações e tipos de automação para linhas de montagens serão apresentadas em forma prática com filmes. Estudos dos robots industriais e suas aplicações e programações, teoria e prática.

TÓPICOS APRESENTADOS

I - TEORIA

CAPÍTULO I – Introdução

- 1.1 Definição de automação;
- 1.2 Indústrias de manufatura;
- 1.3 Tipos de produção;
- 1.4 Razões para automação ;
- 1.5 Argumentos contra a automação.
- 1.6 Argumentos a favor da automação;

CAPÍTULO II – Fundamentos de automação e manufatura

- 2.1 Tipos de automação;
- 2.2 Automação integrada por computador.
- 2.3 Organização e informação na manufatura;
- 2.4 Manufatura controlada por computador - CIM
- 2.5 Lay-out da instalação;
- 2.6 Conceitos de produção e modelos matemáticos;
- 2.7 Estratégias da automação.

CAPÍTULO III – Viabilidade econômica e alternativas de investimentos

- 3.1 Estudo do custo e benefício na implantação de um sistema automático;
- 3.2 Métodos de avaliação e alternativas de investimentos;
- 3.3 Custos da manufatura;
- 3.4 Relação entre o leading-time e operação em processo;
- 3.5 Análise do break-even.

CAPÍTULO IV – Linhas automáticas

- 4.1 Linhas automáticas;
- 4.2 Métodos de transporte de peças em processo;
- 4.3 Linhas transfers;
- 4.4 Mesas divisoras aplicadas na automação;
- 4.5 Manipuladores rotativos e lineares;
- 4.5 Esteiras transportadoras;
- 4.6 Linhas flexíveis automáticas.

CAPÍTULO V – Linhas de montagens

- 5.1 Processo de montagem;
- 5.2 Linhas de montagens;
- 5.3 Linhas flexíveis de montagens.

CAPÍTULO VI – Robots industriais

- 6.1 Apresentação dos tipos de robots;
- 6.2 Anatomia dos robots;
- 6.3 Precisão e repetibilidade;
- 6.4 Aplicações industriais;
- 6.5 Programação dos robots;
- 6.6 Célula de manufatura utilizando robot para controle;

Bibliografia

[1987] - Groover, Mikell P. "Automation Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing", Prentice Hall 1987.

CAPÍTULO I – Introdução

1.1 Definição de automação

Automação é a tecnologia que substitui o trabalho braçal do homem por máquinas, muitas vezes movidas por energia elétrica, mecânica pneumática ou hidráulica. A mecanização foi a grande inovação tecnológica introduzida pela **Revolução industrial** na Inglaterra e que rapidamente se difundiu em outros países durante o século XIX. Neste período, logo após a 2.a guerra mundial, a automação foi aplicada : às operações de controle do processo produtivo; às regulações e correções no processo de controle produtivo e até no processo intelectual do homem, com as calculadoras, computadores e os servomecanismos. Com o advento dos computadores, os processos produtivos, as grandes plantas industriais puderam ser controladas em função da capacidade de processamento, da velocidade no processamento e do tamanho do sistema de armazenagem e da coleta dos dados em produção. A automação sem a intervenção humana, permite a realização do processo produtivo em alta escala (produtividade), além da qualidade constante e reúne estatísticas e controle do produto produzido. Permite uma melhoria contínua do produto final e a redução nos custos de produção, além da segurança na operação sem acidentes. A automação provocou uma mudança na estrutura da sociedade e suscitou vários conflitos sociais. Argumentos a favor da sua implantação e contrários a ela tem provocado longos debates entre a sociedade, através dos sindicatos do trabalho e patronal. A automação é uma realidade e veio para ficar, este tema delicado como se apresenta, deve ser cuidadosamente estudado para não se tornar um problema futuro. A tecnologia da automação inclui :

- Automação das máquinas-ferramentas para processar partes;
- Máquinas de montagens automáticas;
- Robots industriais;
- Manipuladores e dispositivos pick-and-place;
- Transporte e armazenagens dos materiais;
- Sistemas de inspeções para controle de qualidade;
- Controle do processo realimentado e controle por computador;
- Planejamento e controle da produção, aquisição de dados, tomada de decisão como suporte das atividades de manufaturas.

1.2 Indústrias de Manufatura

Estão inclusas nesta lista, vide tabela 1.1, todas as indústrias ligadas à produção, outras como corporações, holdings não estão consideradas.

Existem indústrias de manufatura e de processos industriais. As indústrias de manufatura são identificadas pela produção discreta do item produzido como : carros, computadores, máquinas etc... As indústrias de processos industriais são as identificadas pela natureza da operação de produção. São as indústrias : químicas, plásticos, aço, alimentações etc...

TABELA 1.1 – LISTA DAS INDÚSTRIAS DE MANUFATURA

Espacial (aeronaves)
Química (componentes químicos)
Têxtil (roupas)
Tabaco (cigarros)
Alimentação (comidas)
Automotiva (carros)
Papel e Celulose (papeis)
Construção Civil (edifícios)
Bens de Consumo (eletrodomésticos)
Máquinas e Ferramentas (tornos)
Outras.

Os tipos de indústrias podem ser classificadas em 03 tipos, a saber :

- Indústria de base;
- Transformação;
- Manufatura.

O diagrama de bloco a seguir na figura 1.1, mostra como essa cadeia funciona.



A figura 1.1 mostra uma indústria de base (extração do petróleo), uma indústria de transformação (refinaria do petróleo, derivados do petróleo como gasolina, óleo diesel e o plástico), uma indústria de manufatura do plástico (carrocerias, do automóvel, bancos do automóvel etc...).

Os três tipos apresentados na figura 1.1, formam assim uma cadeia encadeando a transformação dos recursos naturais e a matéria prima básica em mercadorias de consumo. Os produtores básicos extraem os recursos naturais e transformam estes em matérias primas usadas por outras indústrias intermediárias. Por exemplo, os produtores dos insumos básicos como a gasolina e óleo diesel, são refinarias que recebem o petróleo extraído pela indústria de base. A indústria do aço é um outro exemplo, sendo os produtores do aço, transformam o recursos natural, o ferro, em lingotes de aço. A indústria de transformação, transforma estas matérias primas em vários produtos industriais e em alguns itens para o consumidor. Por exemplo, o lingote de aço é transformado em barras de aço ou em chapas de aço. A indústria de

manufatura transforma a matéria prima em produto final. Como exemplo os plásticos são moldados em várias formas, são também consideradas como manufatura, as montadoras, que recebem produtos finais das auto-peças, são indústrias de montagem, pois recebem várias partes componentes do carro de várias estamparias entre outras. As indústrias de manufatura, incluem ambas indústrias, as que produzem os componentes e aquelas as quais fazem a montagem final do produto para o consumidor.

Existem indústrias que possuem um *alto grau de verticalização*, o qual inclui em suas operações todas as três categorias de indústrias. As indústrias de petróleo são exemplos de integração vertical. Os grandes conglomerados, também podem fazer parte das indústrias de integração vertical.

1.3 Tipos de produção

A produção pode ser classificada de acordo com a sua atividade e de acordo com a quantidade de produto realizado. Nesta classificação existem três tipos de produção :

1. Produção sob encomenda;
2. Produção em lote de peças (batching);
3. Produção em massa.

Esta classificação é associada ao produto discreto manufaturado, mas pode também servir para as plantas de processos industriais.



A figura 1.2 mostra tipos de produção.

1.3.1 Produção por encomenda

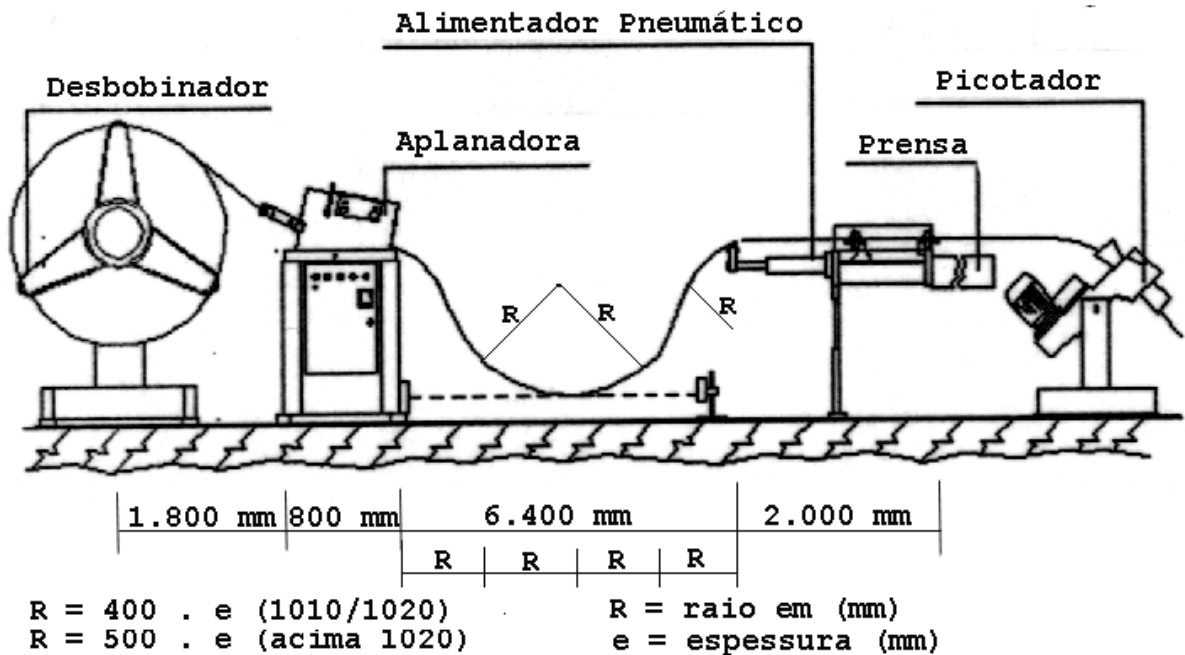
Neste tipo de indústria caracterizada pelo baixo volume de produção, os lotes são de tamanho pequeno e de várias espécies. As plantas que atendem este tipo de produção são caracterizadas pelo alto grau de flexibilidade, pois tratam de uma grande variedade de tipos de trabalho. Os equipamentos devem ser flexíveis e propósito geral, a fim de permitir a variedade de trabalho. Como exemplo, de plantas industriais que operam sob encomenda, estão as indústrias de máquinas e ferramentas, de ferramentas especiais, aeronaves, veículos espaciais, indústrias de protótipos entre outras.

A indústria de construção civil, pode ser identificada nesta categoria de indústria sob encomenda, mesmo que as quantidades estão numa faixa relativa.

1.3.2 Produção em lote

Este tipo de produção se enquadra na fabricação de lotes de médio tamanho de produtos do mesmo item. Os lotes podem ser produzidos uma única vez ou em intervalos regulares. Produção em lote pode ser encontrados em indústrias auto-peças, onde um lote de peças é estampado para a produção de um determinado item do carro. A planta industrial está preparada para a produção de lotes de diferentes itens, sendo que os seus equipamentos produtivos são sempre os mesmos e o que muda é por exemplo o ferramental utilizado para a produção dos itens. Estima-se que os lotes são pequenos e em grande quantidade, por isso o set-up dos equipamentos devem ser rápidos, bem como o nível de automatização na alimentação dos equipamentos produtivos. Por exemplo, a estampagem de um item do carro é realizado em uma prensa com alimentação automática através de um desbobinador e alimentador de chapa de aço. A figura abaixo mostra um sistema automático de alimentação de prensas.

Lay-Out Orientativo - espessura até 4,0 mm
- material 1010/1020





1.3.3 Produção em massa

Neste tipo de produção contínua de um único item. É caracterizado por uma taxa alta de produção. Por exemplo itens como queimadores de fogões, argolas de botijões onde o processo de manufatura fabrica cerca de 1.000.000.000 de itens mês, as vezes operando em 03 turnos de trabalho. O

nível de automatização dos equipamentos produtivos é muito alto, envolvendo a alimentação da matéria prima de entrada e saída, tais como desbobinadores, transfers, braços de alimentação e outros. Neste tipo de processo produtivo, toda a planta é voltada para a produção de um único produto. Por exemplo, o processo produtivo de um botijão de gás, envolve a produção de todos os itens do botijão. A seguir mostramos o processo produtivo do botijão de gás.



O primeiro item é a produção do blank (é um componente pronto para ser transformado em um item produzido, o blank no processo produtivo do botijão de gás é o disco de aço a ser estampado), onde prensas de corte são utilizadas para estampar os discos no dimensional necessário à produção de um modelo de botijão (vários modelos de botijões são produzidos na mesma planta. A alimentação das prensas de corte são os desbobinadores, aplanadoras e alimentadores. Os discos são produzidos dois a dois para o melhor aproveitamento da matéria prima de entrada.



Após este item produzidos, os discos são empilhados na entrada das prensas e um sistema robôs fazem a alimentação dos discos nas prensas de embutimento, onde se produzem duas canecas que são as partes inferiores e superiores dos botijões.





Estas partes são posteriormente soldadas em um robô de solda que gira lateralmente o botijão enquanto um ponto fixo de solda é aplicado em toda a lateral do botijão. Em seguida, a parte soldada é resfriada o excesso é retirado dando um acabamento no corpo soldado. Outros itens são produzidos em outras máquinas, tais como a argola do botijão é produzida em uma prensa com alimentação automática. Após a estampagem este item é calandrado para em seguida ser soldado ao corpo do botijão.



A partir deste ponto onde o corpo do botijão passou pelo processo de soldagem é necessário um alívio de tensões provocadas durante a solda e portanto o botijão deve passar por um tratamento térmico em um forno contínuo de recozimento.



A partir deste ponto o botijão estará pronto para um próximo tratamento de acabamento, onde o mesmo é decapado e pintado por um robô de pintura. A parte final é a colocação da válvula injetora do gás onde a válvula é introduzida automaticamente.

O último processo é o teste de qualificação do botijão onde o mesmo é submetido a um teste de pressão em torno de 20 a 30 bars por um determinado intervalo de tempo. A instrumentação indicará se durante o intervalo de tempo o botijão apresentou um vazamento com a queda de pressão em um determinado nível.



A partir deste ponto o botijão é empilhado e armazenado aguardando a expedição.

Um outro exemplo são as fábricas de manufatura de eletrodomésticos, tais como liquidificadores, fogões, geladeiras e outros itens da linha branca.

A produção em massa pode ser distinguida em duas categorias :

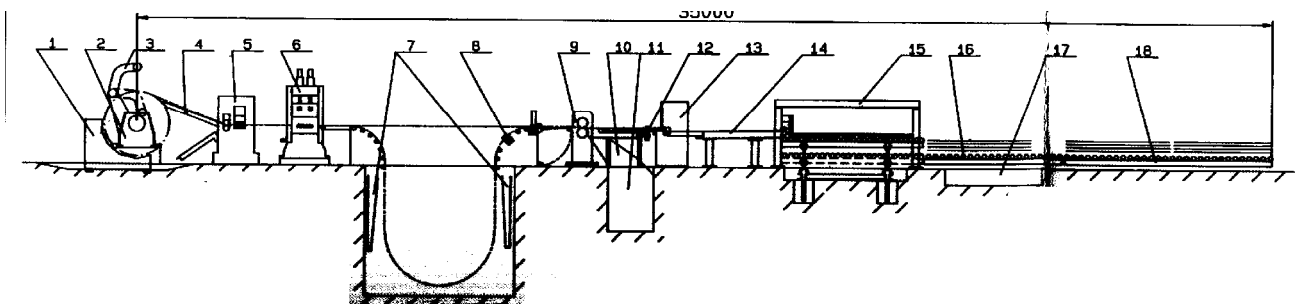
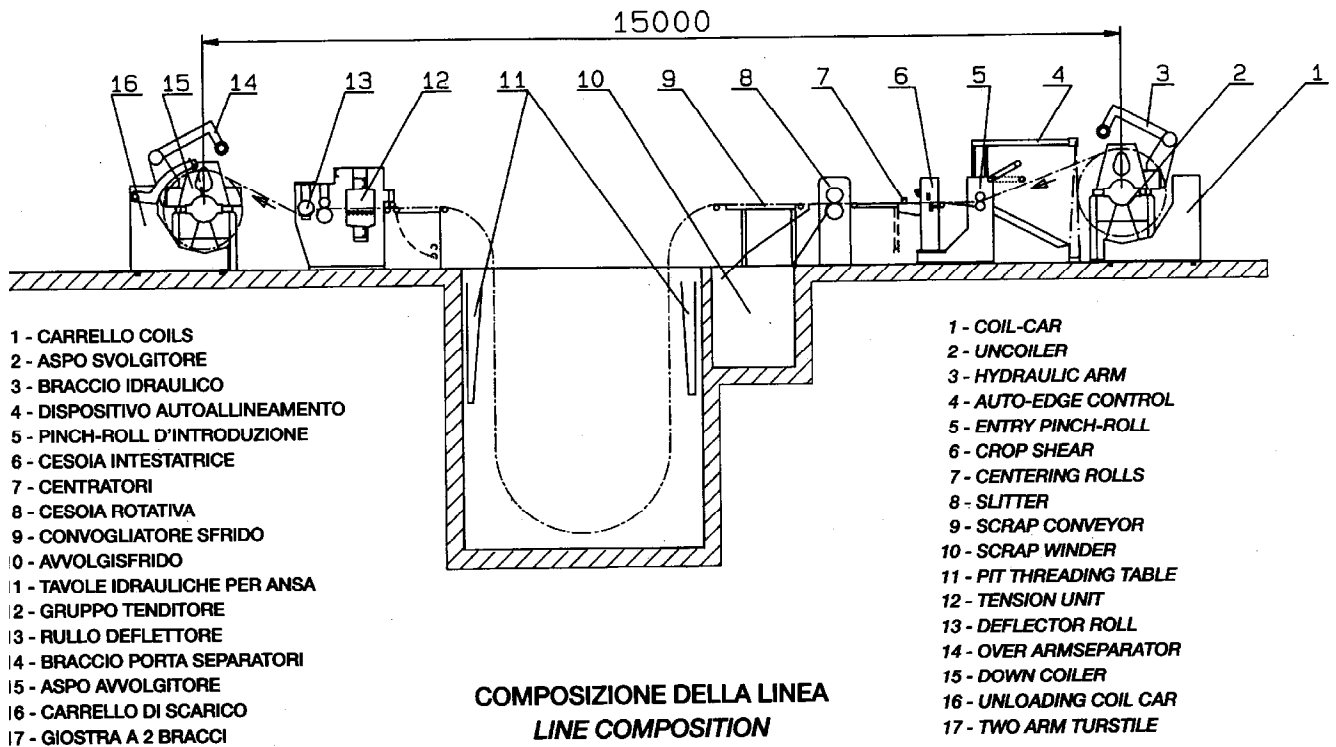
1. Produção em quantidade
2. Fluxo produtivo

A categoria produção em massa em quantidade é normalmente manufaturada em um único equipamento dedicado a produzir este item. Neste tipo de produção em massa o equipamento é dedicado completamente a produzir o produto, a relação de demanda e de produção são iguais. Por exemplo máquinas de produzir parafusos, máquinas injetoras etc... são exemplos deste tipo de máquinas de produção em massa.

A produção em massa através de fluxo produtivo é a outra categoria de produção em massa. Por exemplo as refinarias de óleo, plantas de processos químicos contínuos e linhas de processamento de gêneros alimentícios. O termo fluxo produtivo significa que o processo produtivo se dá através de uma seqüência de operações em conjunto com dispositivos de movimentações de

cargas, tais como robôs, transfers, esteiras transportadoras. Se caracterizam neste processo as linhas de montagens, tais como rádios, geladeiras etc...

TIPICO LAYOUT PER UNA LINEA DI PICCOLI SPESSORI - 0,5/3 mm.
TYPICAL LAYOUT FOR A LIGHT GAUGE SLITTING LINE - 0,5/3 mm.



Linha de produção de blank – Linha de corte transversal

1.4 Razões para automação

As empresas iniciam a automação e implementam a manufatura controlada por computador CIM, por uma série de razões a seguir :

01. Aumento da produtividade –
02. Custo alto da mão de obra –
03. Redução na mão de obra –

- 04. *Tendência da mão de obra –*
- 05. *Segurança*
- 06. *Custo alto da matéria prima –*
- 07. *Melhoria na qualidade do produto –*
- 08. *Redução no tempo de manufatura do produto (lead-time) –*
- 09. *Redução de estoque –*
- 10. *Custo alto da não automação –*

1.5 Argumentos contra a automação

Os argumentos contrários a automação incluem o seguinte :

1. Substituição do homem pela máquina - A automação normalmente é empregada em trabalhos operacionais de nível inferior na atividade produtiva. O trabalho manual realizado pelo homem, como cargas e descargas, troca de ferramentas, remoção de chips pode ser enquadrado como este tipo de atividade de nível inferior na escala de atividades. Num país cuja nível de intelectualidade é muito baixo, com cerca de 60% de analfabetos, este tipo de atividade quando reduzida pela automação provoca um desemprego sem volta às atividades, em virtude do trabalhador não estar habilitado para exercer outra atividade similar ou mais nobre. Este tipo de tarefa é muito fácil de se aprender e não requer qualquer treinamento mais cuidadoso, assim qualquer trabalhador está habilitado para exercer. Com a automação o nível fica cada vez mais elevado, proibindo que este trabalhador tenha qualquer chance futura de exercer uma atividade no polo industrial.
2. Redução na força de trabalho – Resulta no desemprego. O efeito imediato da automação reduzirá a necessidade da mão de obra. Pelo aumento da produtividade e a substancial margem tem conseqüência na dispensa de um número elevado de trabalhadores e a não criação de novos empregos rapidamente.
3. Redução no poder de compra – Como conseqüência do desemprego, está a redução no poder de compras dos trabalhadores. O ciclo vicioso que se cria nesta situação é que os estoques dos mercados ficam saturados com os produtos que não são comprados e portanto a reposição dos estoques não ocorrerá tão breve, resultando assim em uma maior dispensa de trabalhadores em virtude da queda da produção. Este ciclo resultará finalmente no processo de depressão econômica.

1.6 Argumentos a favor da automação

Os argumentos a favor da automação incluem o seguinte :

1. A automação é a chave para a redução da jornada de trabalho – No início do século a jornada semanal de trabalho era de 70 horas semanais. Atualmente a jornada foi reduzida para 44 horas no Brasil, 40 horas na Europa e 36

horas, por exemplo na Alemanha. Isto permite uma melhor qualidade de vida para os trabalhadores.

2. Maior segurança e condição de trabalho para o trabalhador – Uma vez que a participação do trabalhador nas operações físicas realizadas, a redução no nível de acidentes é diretamente proporcional.
3. Menores preços e produtos melhores – O custo da produção em massa, em alta escala reduz o custo do produto fabricado na proporção de 100 vezes o custo do mesmo produto fabricado por uma convencional máquina-ferramenta operada pelo homem. Indústrias automobilísticas, eletrônicas entre outras são exemplos de redução no custo em virtude da alta escala produtiva dos produtos.
4. Maiores oportunidades de empregos – As indústrias de computadores são grandes oportunidades de emprego. O constante desenvolvimento do produto tornam necessária a contratação de trabalhadores, tais como, engenheiros, programadores e digitadores para a execução de tarefas ligadas ao mundo dos computadores.
5. Melhor conforto e padrão de vida – O nível de qualidade atingido pelos produtos automatizados, permite ao usuário um melhor nível de conforto e economia na reposição ou manutenção, em suma um melhor padrão de vida. O incremento na produtividade poderemos obter uma oferta maior que a procura, resultando na redução do preço do produto e portanto uma melhoria em nosso padrão de vida, com um custo de vida menor.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTO

Existem vários métodos de avaliação e comparação propostas de investimento, incluindo os seguintes itens:

1. Método período payback;
2. Método valor atual PW;
3. Método custo anual e uniforme;
4. Método da taxa de retorno.

* Fluxo de caixa positivo representa dinheiro entrando (receitas e/ou lucro) e fluxo negativo representa dinheiro gasto (custos).

a) Método PAYBACK

Usa o simples conceito que a receita derivada de um investimento deve pagar o investimento em um certo período de tempo (período payback). Vamos referir para a receita num dado ano como fluxo de caixa anual. Se a receita excede o custo por ano, o fluxo de caixa anual é positivo e se o custo excede a receita o fluxo de caixa anual é negativo. Assumindo que os fluxos de caixas anuais de um ano para o próximo são positivos, o período de payback pode ser definido como:

$$n = CI/FCAN$$

onde n igual período do payback (expresso em anos), CI é o custo inicial e FCAN o fluxo de caixa anual.

Exemplo: Uma máquina de produção custa \$85.000 instalada e é esperada gerar uma receita de \$55.000 por ano por 7 anos. Custará \$30.000 por ano para operar a máquina. No final de 7 anos, a máquina será depreciada com um residual valor zero. Determinar o período payback para este investimento.

FCAN = 55.000 – 30.000 = \$25.000 por ano por 7 anos. O ci = \$85.000, então o período payback n é:

$$N = 85.000/25.000 = 3,4 \text{ anos.}$$

A máquina se pagará pela receita gerada em 3,4 anos.

Em muitos casos o fluxo de caixa anual não será igual ano após ano. O conceito de período de payback é todavia aplicável. O procedimento será:

$$O = -CI + \sum_{j=1}^n (FCAN_j)$$

b) MÉTODO VALOR ATUAL

O método PW usa o valor atual de todas as receitas e futuros fluxo de caixas na avaliação da proposta de investimento. Os futuros fluxos de caixas anuais são convertidos em seus valores atuais usando taxas de juros apropriadas. De acordo com a taxa de juros deve ser usados fatores. A taxa de juros é decidida antecipadamente e representa o critério de taxa de retorno que a empresa usa para avaliar as oportunidades de investimentos. Se o valor agregado atual do projeto é positivo, o retorno excede o critério taxa de retorno e se é negativo o projeto não deve encontrar a taxa de retorno.

EXEMPLO: Usando os dados do exemplo anterior assuma que a empresa considera o investimento com uma taxa de retorno de 20%. Determinar o valor atual da proposta.

Usando as tabelas de taxa de juros, todo o fluxo de caixa convertido para valores atuais, o CI já está no valor atual.

$$PW = \$85.000 + 55.000 (P/A, 20\%, 7) - 30.000(P/A, 20\%, 7)$$

$$PW = -85.000 + 25.000(3,6046) = + \$5.115$$

A taxa de retorno é positiva e atende aos 20% de retorno do capital investido.

CAPÍTULO II – Fundamentos de automação e manufatura

2.1 Tipos de automações – Os sistemas de produções automatizadas podem ser classificadas em 03 tipos básicos, a saber :

- (01). Automação fixa;
- (02). Automação programável;
- (03). Automação flexível.

Automação fixa – Quando a seqüência de operações ou montagem é fixa pela configuração própria do equipamento. As operações na seqüência são usualmente simples. A integração e coordenação de muitas destas operações em uma única peça do equipamento é que torna o sistema complexo. As características de uma automação fixa são :

- Alto investimento na engenharia do equipamento específico ao cliente;
- Volume de produção alto;
- Inflexibilidade relativa para acomodar trocas de produtos.

Justificativa econômica – É encontrada em produtos de muito alta demanda e volumes. O alto custo inicial do equipamento pode ser diluído sobre um grande número de unidades, tornando assim o custo desta unidade atrativo comparado com os métodos alternativos de produção. Exemplos de automação fixa incluem as linhas de montagens mecanizadas, onde o produto se move ao longo da linha, através de esteiras transportadoras e em cada estação de trabalho ao longo da linha o produto é manualmente operado. As linhas transfers podem estar classificadas na automação fixa.

Automação programável – A produção de um equipamento é projetada com a capacidade de trocar a seqüência de operações para acomodar diferentes configurações de produtos. A seqüência de operações é controlada por um programa, o qual é um conjunto de instruções codificadas tal que o sistema pode ler e interpretar. Novos programas podem ser preparados e colocados no equipamento para produção de produtos. As características de uma automação programável são :

- Alto investimento no equipamento de uso geral;
- Baixa taxa de produção em relação a automação fixa;
- Flexibilidade para operar com trocas na configuração do produto;
- Mais adequada para produção de lotes de produtos.

Justificativa – São utilizadas em produção baixa e de médio volume. As partes ou produtos são realizados por lotes. Para a produção de um novo lote de um produto diferente, o sistema tem que ser reprogramado. Um set-up (preparação da máquina para operar com um novo produto) na máquina deve ser também ser alterado. As ferramentas devem ser carregadas na máquina. Este procedimento leva um certo tempo e conseqüentemente o ciclo de tempo para um dado produto inclui o período durante os quais o set-up e

reprogramação são efetuados, seguido pelo período no qual o lote é produzido. Exemplos de automação programável inclui máquinas-ferramentas de controle numérico, robots industriais entre outros.

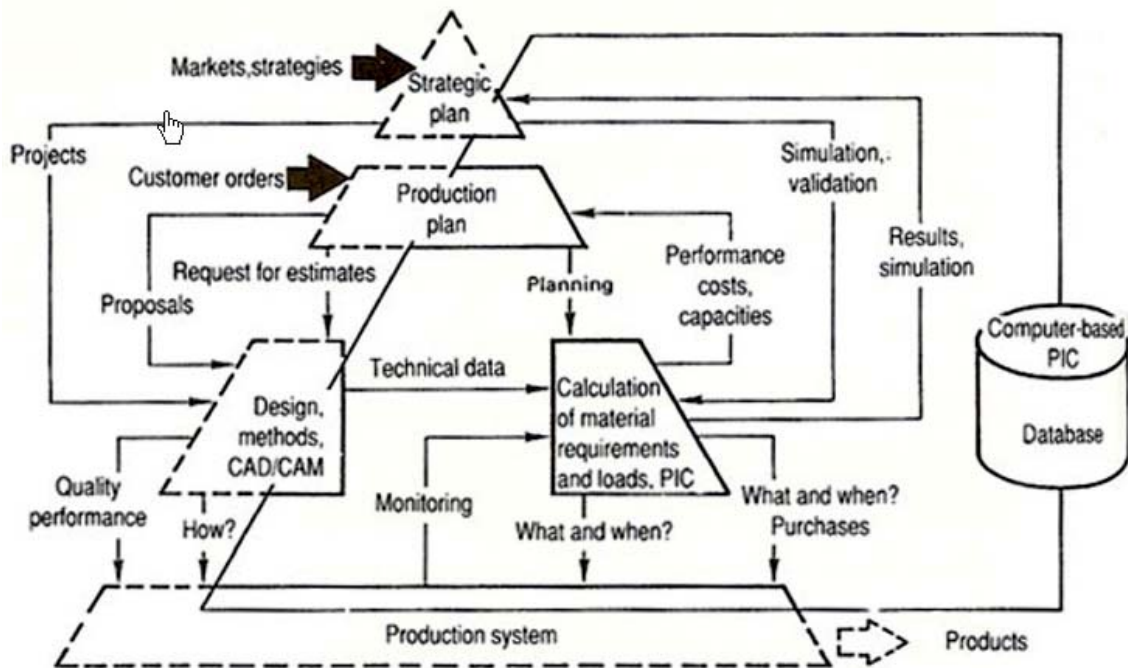
Automação flexível – É a extensão da automação programável. O conceito de automação flexível tem sido desenvolvidas nos últimos 20 anos e o princípio do sistema de automação flexível é aquele que é capaz de produzir uma variedade de produtos (ou partes) virtualmente sem qualquer perda de tempo para trocas, set-ups longos, de um produto para o próximo. Não existe perda de tempo na produção enquanto ocorre a reprogramação do sistema e alteração física do set-up (ferramentas etc...). Consequentemente, o sistema pode produzir várias combinações e relação de produtos, ao invés de serem produzidos em lotes separados. As características da automação flexível são:

- Alto investimento na engenharia do equipamento específico ao cliente;
- Produção contínua de um mix variável de produtos;
- Volume médio de produção;
- Flexibilidade para operar com variações no "design" do produto.

Justificativa – As diferenças essenciais que distinguem a automação flexível da automação programável são : a capacidade em alterar partes do programa, sem perda do tempo produtivo; a capacidade de alterar o set-up físico, sem a perda do tempo produtivo. Esta característica da automação flexível permite ao sistema de automação da produção a continuar a produção sem perda de tempo entre lotes que é característico da automação programável. A alteração das partes do programa é geralmente acompanhada pela preparação dos programas "off-line" sobre um sistema computador e o programa é então transferido para o sistema de automação da produção. O tempo de preparação da próxima tarefa não interfere na produção da tarefa corrente. Computadores avançados são responsáveis por esta evolução e capacidade na automação flexível. A alteração física do set-up é acompanhada pelo movimento de partes e se posicionando para a execução da nova tarefa. O uso de pallets fixos que mantém as partes e transfer em posição no posto de trabalho é um meio de implementação desta abordagem. Para que se consiga um sucesso neste tipo de abordagem é necessário que o número de partes que podem ser feitas sobre o sistema flexível automatizado seja mais limitado do que o sistema de automação programável. O sistema flexível de manufatura FMS é o melhor exemplo de automação flexível.

Comentários finais – O computador teve um impacto significativo no desenvolvimento das tecnologias de automação da produção. Atualmente quase que todos os sistemas modernos de produção são implementados usando o computador. O termo **CIM** tem sido tem sido cunhado para evidenciar o uso penetrante dos computadores para "design" dos produtos, plano de produção, controle das operações e a realização de vários negócios relacionados a funções necessárias na manufatura. O **CAD/CAM** é outros termos que é usado sinonimamente com o **CIM**. A figura 1.1 mostra os 03 tipos de produção em função do volume de produção e da variedade de produtos.

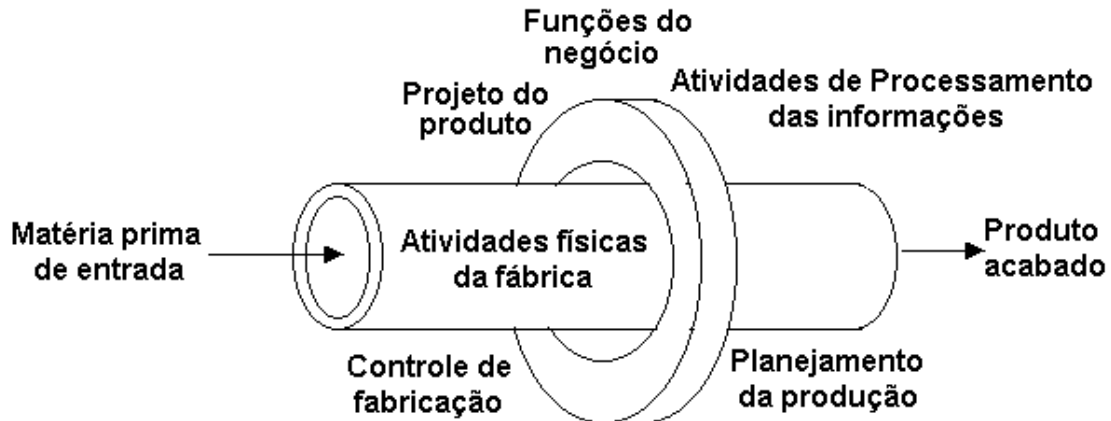
2.3 Organização e processamento da informação no processo de fabricação.



Computer integrated manufacturing – CIM

O computador tem provocado um impacto muito grande no desenvolvimento de tecnologia de automação dos processos produtivos. Com certeza atualmente os processos produtivos estão implementados usando o computador. O termo CIM é caracterizado pelo uso do computador na produção, por exemplo no projeto do produto, no planejamento da produção, no controle das operações de produção e na realização de vários negócios relacionados as funções de manufaturas. Vamos tentar definir as relações entre a automação e CIM por meio do desenvolvimento de um modelo conceitual de manufatura. A razão da manufatura, se entende como as atividades físicas relacionadas com a produção e que ocorrem no “chão de fábrica” e são distinguidas das atividades de processamento de informações, tais como o projeto do produto, o planejamento de produção que ocorrem em outro ambiente, o escritório. As atividades físicas incluem todo o processamento da manufatura, montagem, movimentação, inspeção que são realizados no produto. Estas operações tem contato direto com o produto durante a sua fabricação. Na figura 2.1 é apresentado um modelo de manufatura, onde mostra o fluxo de entrada da matéria prima na fábrica e o fluxo de saída do produto acabado. As atividades físicas (processamento e movimentação, etc...) ocorrem no chão de fábrica. As atividades de processamento das informações formam o círculo que envolvem a fábrica, providenciando os dados e conhecimento necessário para produzir o produto satisfatoriamente. Incluem nas atividades de processamento das informações como :

1. As atividades de negócios como mercado, vendas, ordem de fabricação;
2. Projeto do produto;
3. Planejamento da produção;
4. Controle da produção.



Estas 04 atividades formam um ciclo de eventos que devem acompanhar as atividades físicas da fabricação mas as quais não “tocam diretamente” o produto.

A diferença entre a automação e o CIM pode ser entendida como sendo a automação são as atividades físicas na manufatura. Os sistemas de produção são projetados para acompanhar o processamento, das atividades de montagem, de movimentação e inspeção com pouco ou nenhuma participação humana. Por comparação, o CIM é entendido como as funções das atividades de processamento da informação que são necessárias para suporte das operações da produção. O CIM envolve o uso de sistemas de computação para realizar os 04 tipos de funções de processamento de informações. O crescimento das aplicações de sistemas de computação na manufatura caminha para a automação integrada e total da planta, em razão a planta será chamada de fábrica do futuro.

4. AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS DE MANUFATURA

4.1 Linhas em fluxo automatizados

Uma linha em fluxo automatizado consiste em várias estações de trabalho as quais são unidas por um sistema de manipulação e dispositivos que transferem partes entre sistemas. A transferência das partes em operação é realizada automaticamente e as estações de trabalho realizam suas funções automaticamente. A figura x.x mostra o fluxo de uma linha automatizada em linha. A matéria-prima de entrada passa pelas estações de trabalho sucessivamente após cada operação realizada. É possível incorporar zonas de estoque intermediário dentro do fluxo da linha, em uma locação da linha ou entre estações de trabalho. É possível incluir na linha estações de inspeção afim de observar a qualidade das partes em operação. Estações manuais são possíveis de introduzir na linha, quando a sua realização automática não for

possível de implementação técnica, ou por dificuldades econômicas, ou porque o processo exige a presença humana. As linhas de fluxo automatizados são geralmente o meio mais apropriado para a produtividade, porém deve-se observar algumas exigências necessárias com relação ao produto como : alta demanda, alto volume e onde os métodos alternativos exigem alto esforço humano ou segurança. Os objetivos do uso das linhas de fluxo automatizados são para :

- reduzir o custo da mão de obra;
- incrementar o índice de produtividade;
- reduzir partes em processo;
- minimizar distâncias entre operações;
- alcançar especialização de operações;
- alcançar a integração de operações.

4.2 Tipos de configurações de fluxo de linha automatizados

São dois tipos utilizados para o fluxo de operações automatizados. São eles o tipo em linha e rotativo.

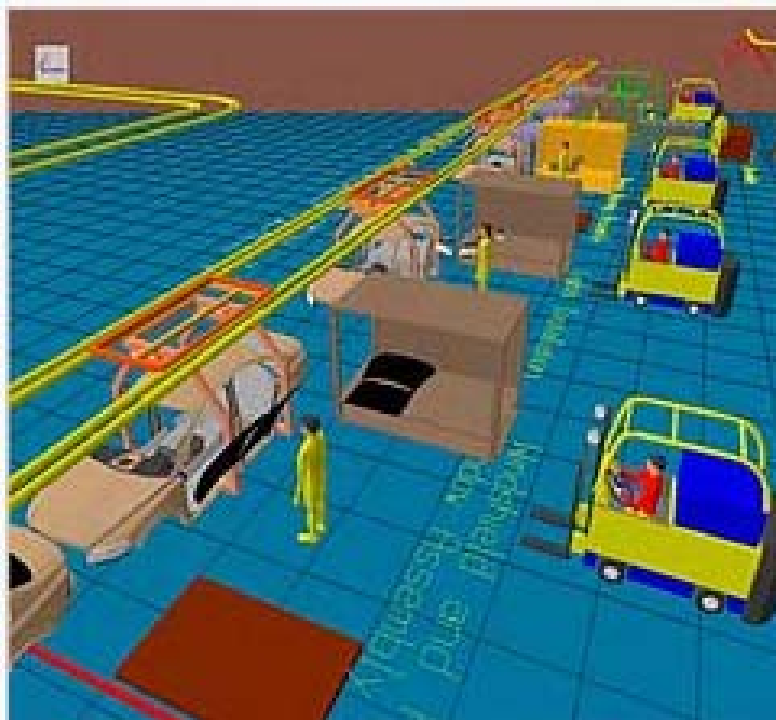
4.2.1 Fluxo tipo em linha

Este tipo de configuração utilizada consiste de uma seqüência de estações de trabalho arranjadas de uma forma mais ou menos retilínea. O fluxo de operações pode, por questões de espaço girar 90°, ou por razões de lay-out, ou por outras razões e ainda ser classificada nesta configuração. Por exemplo, na forma retangular permite ao operador carregar a peça inicial e descarregar a peça acabada.



4.2.2 Fluxo tipo rotativo

Este tipo de configuração utilizada as partes em operação são indexadas em uma mesa de uma forma circular. As estações de trabalho são estacionárias e usualmente localizadas na periferia da mesa. As partes se transferem sobre a mesa rotativa e posicionadas em cada estação afim de ser processadas ou operações de montagens. Este tipo de equipamento é freqüentemente denominado de mesa divisora ou indexadora.



Manufacturing Systems Integration Program, 
NIST 2008.

Comentários – A seleção do tipo de configuração a ser utilizada depende da aplicação. A mesa rotativa é limitada pela dimensão e pelo tamanho das peças e estações não muito grandes. Não permite estoques intermediários, porém é de baixo custo e requer pouco espaço de fábrica. Para o projeto em-linha as partes são geralmente grandes e um grande número de estações são permitidas. A configuração em-linha pode conter estoques intermediários afim de suavizar o efeito de parada por um longo tempo pelas estações que necessitam grandes operações de processamento nas partes ou até para corrigir irregularidades ou retrabalhos.

4.3 Métodos de transporte partes em operações

Os mecanismos transferem nas linhas de fluxo automatizadas não devem somente mover as partes parcialmente completadas ou montagens entre estações, devem também orientar e localizar as partes na posição correta para o processamento de cada estação. Os métodos gerais de transportes das

partes sobre a linha de fluxo e podem ser classificados nas 03 seguintes categorias :

1. Transfer contínuo;
2. Transfer intermitente ou síncrono;
3. Transfer assíncrono ou "power-and-free".

Estas três categorias são distinguidas pelo tipo de moção que é dado pela parte em processo pelo mecanismo transfer. O tipo mais apropriado de sistema de transporte para uma dada aplicação depende de cada fator como :

- Tipos de operações a ser realizada;
- O número de estações sobre cada linha;
- O peso e tamanho das partes em processo;
- Estação qualquer manual são inclusas sobre a linha;
- Requisitos na taxa de produção;
- Balanceamento do tempo em vários processos sobre a linha.

4.4 Transfer contínuo

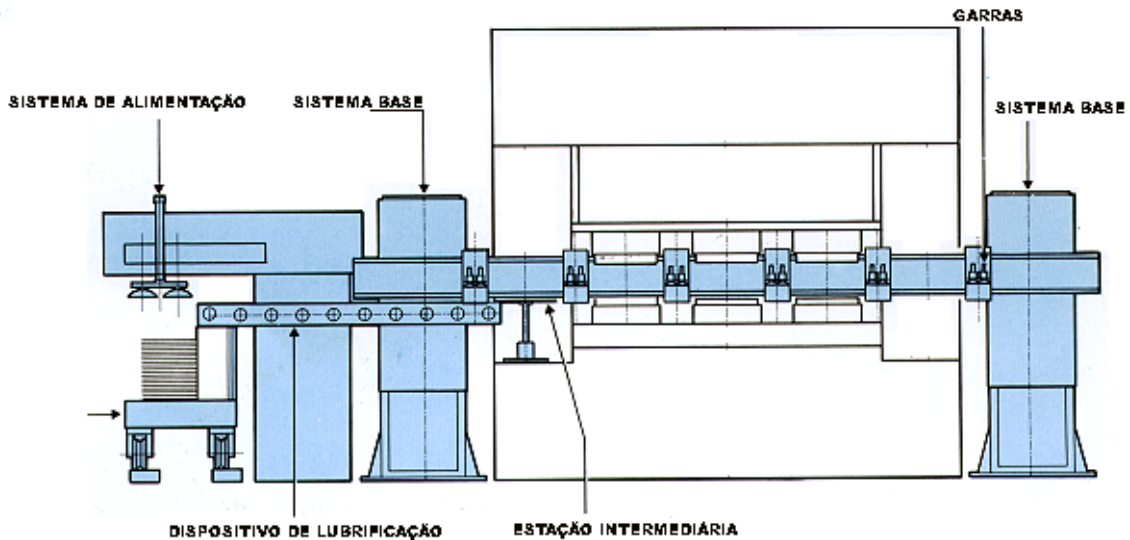
Com o transfer contínuo as partes-em-processos são movidas continuamente em uma velocidade constante. Esta requer que as estações de operações se movam durante o processamento afim de manter uma regulação contínua com a peça em operação. É óbvio que este tipo de operação não é possível aplicar, onde o tipo de sistema transfer seja de uma máquina por causa da inércia, devido ao tamanho e peso da peça em processo. Este tipo de sistema é muito prático, em aplicações contínuas, como exemplo, o engarramento de bebidas, embalagem, montagens manuais onde o operador pode se mover com o movimento da linha. Em algumas operações de engarramento, por exemplo, as garrafas são transportadas ao redor de um tambor giratório contínuo. A bebida é descarregada dentro do movimento das garrafas pelos tubos localizados na periferia do tambor. A vantagem desta aplicação é que o líquido é mantido se movendo numa velocidade constante e assim não existe problemas de inércia. Sistemas transfer contínuo são relativamente fáceis para projetar e fabricar e podem alcançar um alto índice de produtividade.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO TRANSFER

- ***Produto top de linha aplicado a prensas médias e grandes;***
- ***Arquitetura flexível permite ser configurado e incorporado qualquer conceito de linha automatizada;***
- ***Automatiza prensas de vários estágios ou "link" de prensas;***
- ***Simples e rápido set-up para troca de garras;***
- ***Deslocamento horizontal por Servomotor sem escovas;***
- ***Admite inúmeras soluções para o curso vertical para diferentes relações peso/dimensão;***

- Adaptável para operação com dispositivos mais diversos e particularmente com sistemas de alimentação em pallets;
- Permite operação com garras sucção, magnéticas e outras.

Lay-out de um processo produtivo com o sistema base



DADOS TÉCNICOS

Modelo		240	240F	600
Curso horizontal	mm	0~2500	0~2500	0~2500
Curso Vertical	mm	0~120	0~120	0~600
Ciclo de operação	s	3~5	3~5	3~6
Precisão de operação	mm	0,2	0,2	0~2
Dimensão da peça	mm	1200 X 1000	1200 X 1000	1200 X 1000
Peso da peça	kg	10	5	10
Peso	kg	600 ca	610 ca	570 ca

4.5 Transfer intermitente

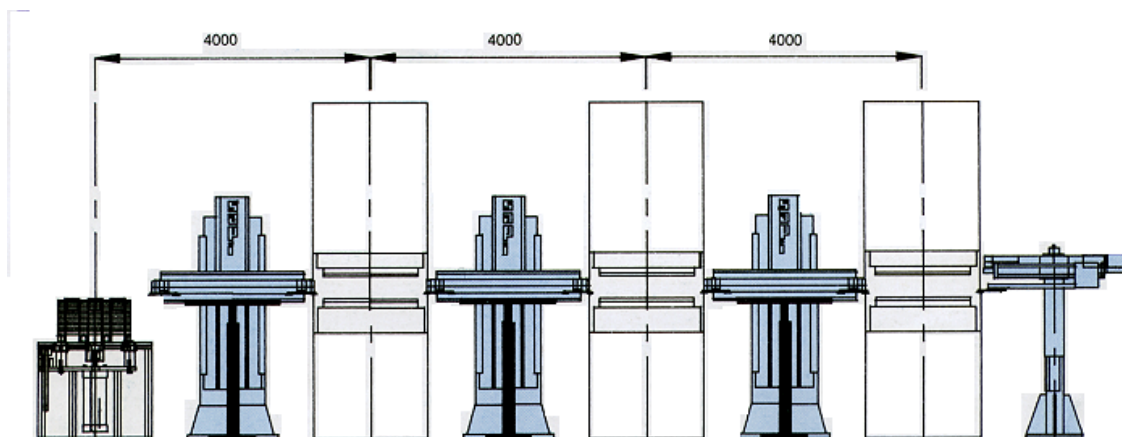
Como o nome sugere, neste método as peças são transportadas com o movimento intermitente ou descontínuo. As estações são fixas na posição e as partes são movidas entre as estações e então processadas nas próprias locações. Todas as peças em processo são transportadas ao mesmo tempo e por isso o termo "sistema transfer síncrono", é usado para descrever este método de transporte de peças. Um exemplo de aplicação do transfer intermitente de peças, pode ser encontrado em operações de mecanização,

como operações de prensagens, ou estampos progressivos e montagens mecanizadas.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO MANIPULADOR

- **Aplicável a processos produtivos na razão de 1000 peças/hora;**
- **Transferência em alta velocidade e precisão;**
- **Capacidade de trabalho entre-prensas até 4 m;**
- **Set-up rápido para ajuste da altura de trabalho;**
- **Troca-rápidas das garras;**
- **Velocidade variável conforme o peso de trabalho;**
- **Ajuste simplificado no curso vertical;**
- **Facilidade na programação do ciclo de trabalho;**
- **Possibilidade de ser equipado com dispositivo de giro;**
- **Possibilidade de ser equipado com dispositivo de lubrificação;**

Lay-out de um processo produtivo com manipulador



DADOS TÉCNICOS

Modelo	BM 2500 - BM 2000
Curso horizontal	0 a 1.500 mm
Curso Vertical	0 a 120 mm
Ciclo	2,0 s
Precisão	±0,1 mm
Dimensão da peça (Típica)	600 x 400 x 1 mm
Peso da peça máximo	10 kg
Peso do manipulador	800 kg

4.6 Transfer assíncrono

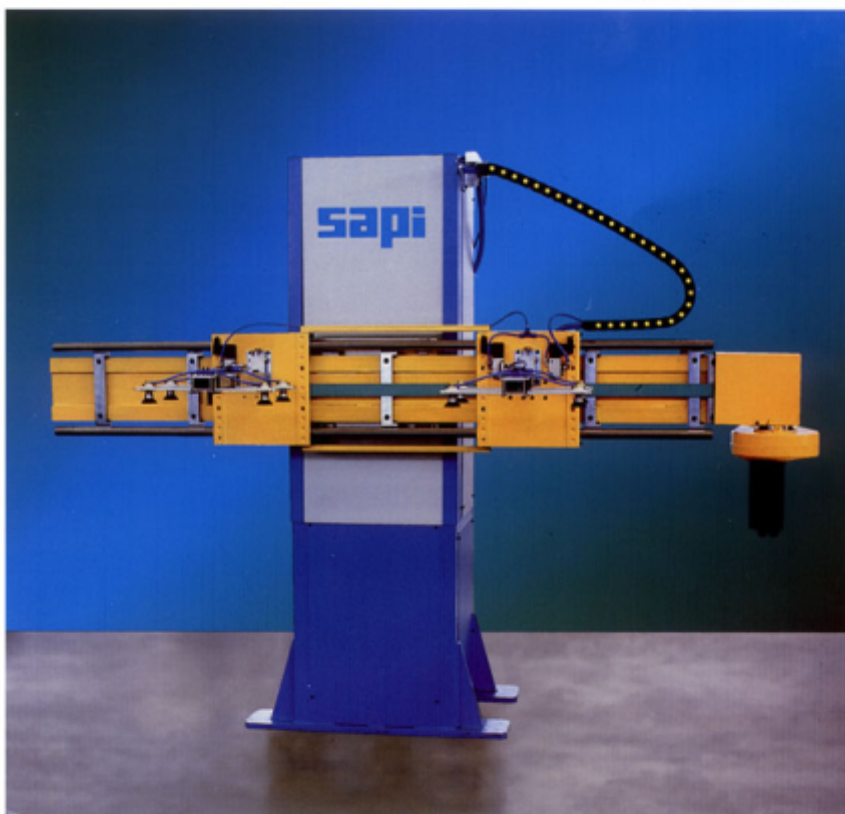
O sistema transfer, permite o movimento de cada peça em processo, para a próxima estação, quando o processamento na estação corrente tem sido completada. Cada parte se move independente de outras partes. Desta forma, existem peças sendo processadas e ao mesmo tempo que outras partes estão sendo transportadas entre as estações.

Os sistemas transfer assíncronos oferecem a oportunidade para uma maior flexibilidade do que os outros dois sistemas, e esta flexibilidade pode ser maior vantagem em certas circunstâncias. A armazenagem em processo das peças podem ser incorporadas dentro do sistema assíncrono com facilidade relativa. Sistemas deste tipo são usados quando existem significativas diferenças de tempos de processamento. Estações paralelas ou várias estações séries podem ser usadas para estações de processamento mais longos e estações únicas para operações mais curtas. As grandes aplicações deste sistema onde este é freqüentemente utilizado, é quando existem uma ou mais estações manualmente operadas e variações no ciclo-de-tempo. Esta condição é desfavorável para ambos sistemas de transportes contínuo ou assíncrono. Grandes peças podem ser manipuladas sobre os sistemas assíncronos. Uma desvantagem do tipo de sistema assíncrono ou livre é que o ciclo é geralmente mais lento que os outros tipos.

TRANSFER PARA PRENSAS DE GRANDES DIMENSÕES

For experts who
require quality

SISTEMA BASE



LUCAPEL

Sapi

4.7 Acessórios Pallets

O sistema transfer é algumas vezes projetado para acomodar algum tipo de acessório de transporte. As peças são juntadas aos acessórios de transportes e os pallets são transferidos entre estações, levando a parte através da seqüência de operações. O acessório pallet é projetado tal que, pode ser convenientemente movido, localizado e firmado na posição nas sucessivas estações. Como a parte é precisamente localizada no acessório, é assim corretamente posicionada para cada operação. Em adição, uma óbvia

vantagem do transfer conveniente e locação da peça, uma outra vantagem do acessório é que ele pode ser projetado para ser utilizado para uma variedade de peças similares. O outro método de locação da peça e fixação não usa o pallet. Com este método, as próprias peças são indexadas de estação para estação. Quando uma parte chega na estação, ela é automaticamente fixada na posição para a operação. O benefício óbvio deste método transfer é que ele evita o custo dos acessórios pallets.

- **Magazines para alimentação de peças;**
- **Sistema de empilhamento de peças estampadas;**
- **Sistemas de lubrificação a rolos cilíndricos, a rolos cônicos, tampão e spray;**
- **Dispositivos de virar peças;**
- **Dispositivos de rotação, recuperação da posição original e orientação angular;**
- **Sistemas de teste e detecção automática de dupla peça;**
- **Grupos de separação de peças;**
- **Rolos e tapetes transportadores com dispositivo de contagem;**
- **Sistemas de proteção com grades e/ou fotocélulas;**



Magazines e desempilhadores para alimentação de peças

4.8 Mecanismos transfers

a) Transfer com mecanismo linear

b) Transfer com mecanismo rotativo

4.9 Mesas divisoras

Mesa Giratória - Modelo TAR 270

DESCRIÇÃO TÉCNICA

- A Mesa Giratória é um dispositivo que transforma um movimento retilíneo, de um cilindro pneumático, em moto-rotativo a impulsos;
- O cilindro é dotado de amortecedor pneumático de fim de curso;
- Para aplicações com pratos de diâmetros acima de 270 mm e considerável momento de inércia, recomenda-se os opcionais como acionamento duplo cilindro, amortecedor hidráulico para uma parada suave e prato em alumínio.
- A Mesa Giratória é empregada em todos os setores que requerem automações com pequenas transferências giratórias para alimentação e operação automática;
- As características construtivas da Mesa e do seu sistema de comando, fazem a unidade de trabalho completa pronta para a sua utilização imediata, necessitando somente da alimentação de ar (um único ponto de) e de acionamento pneumático ou elétrico;
- A Mesa pode ser equipada com um dos seguintes tipos de comando;
 1. Elétrico com impulso de duração de 0,1 seg.;
 2. Pneumático com acionamento momentâneo de uma válvula de 03 vias normalmente fechada;
- A Mesa de série é dotada de disco divisor de 24 dentes e de um dispositivo para rápida escolha de 4-6-8-12-24 divisões; (opção para 6/18/20/28/36 divisões);
- Normalmente a Mesa é fornecida com um prato em aço de 270 mm (solicitado a parte);
- A Mesa Giratória é pré-disposta para ser equipada com dispositivo pneumático e elétrico, que permite uma parada de emergência da rotação iniciada.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sentido de Rotação	horário/anti-horário
Disco Divisor	24 dentes
Número de estações	4-6-8-12-24
Prato	Ø 270 a 990 mm ± 0,2 mm
Carga sobre o prato Ø 270	100 Kg.
Tempo de transf. entre estações (1)	0,5 seg.
Pressão se Alimentação	6 bar.
Entrada de ar	¼ gas.
Cilindro de Rotação	55 mm.
Cilindro Comando alavanca	25,4 mm
Torque Teórico	5,6 Kgm.
Consumo de ar (por estações)	0,3 a 0,45 l
Passagem de ar na perna central	1/8" gas
(equip. sobre o prato girante)	
Peso (Excluso o prato)	31Kg
Temp. de funcionamento	-20 °C a 65 °C

PRECISÃO DA MESA (Ø 270 mm)

Paralelismo base/prato	± 0,05 mm
Planicidade de rotação	± 0,08 mm
Concetricidade de rotação	± 0,05 mm
Toler. de divisões/estações	± 0,05 mm (± 1')
Repetibilidade da estação	erro teórico zero.



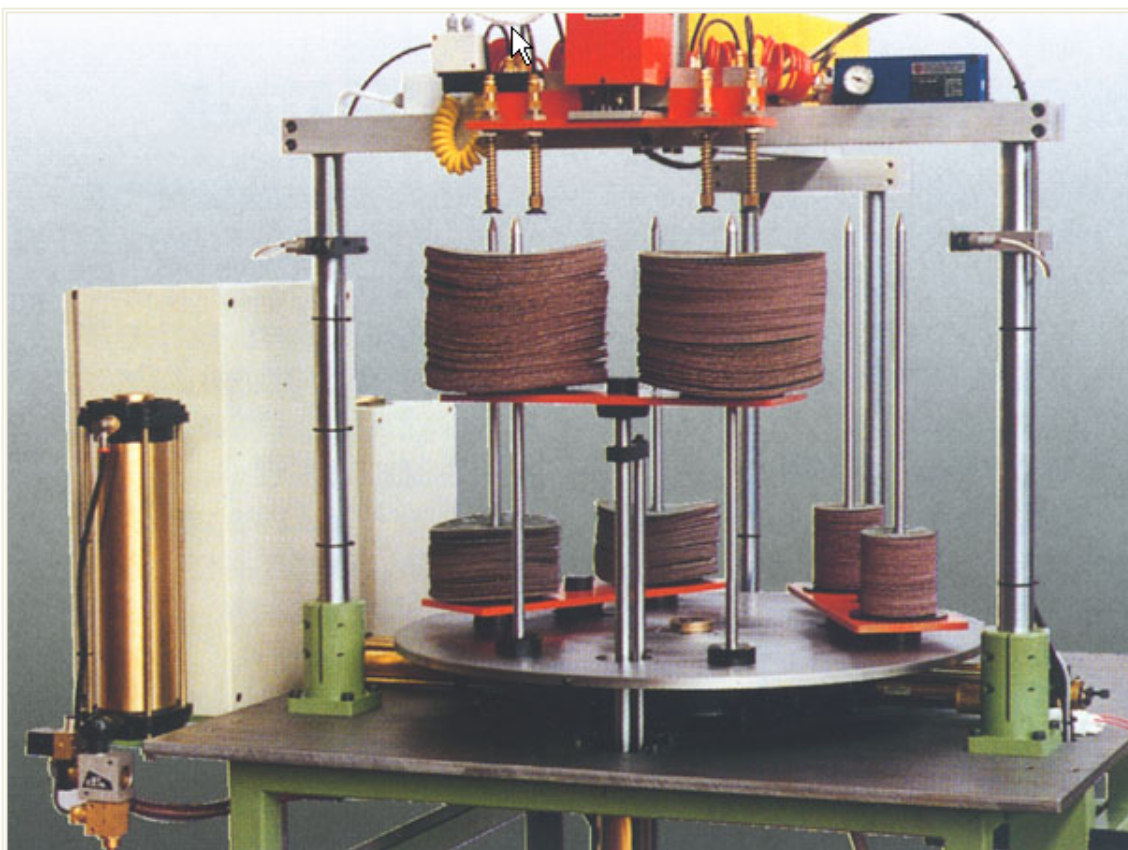
OBSERVAÇÕES :

O tempo de transferência é em função do diâmetro do prato, da carga, do número de estações e da pressão de alimentação. O dado indicado se refere à: Mesa Giratória Ø 270 mm - Carga 100 Kg. - 04 Estações - P = 05 bar.



TAVOLE ROTANTI PNEUMATICHE

*TAR 270 con piatto da 800 mm,
doppio cilindro e controllo idraulico
utilizzata come magazzino rotante con incrementatore*





TAVOLE ROTANTI PNEUMATICHE

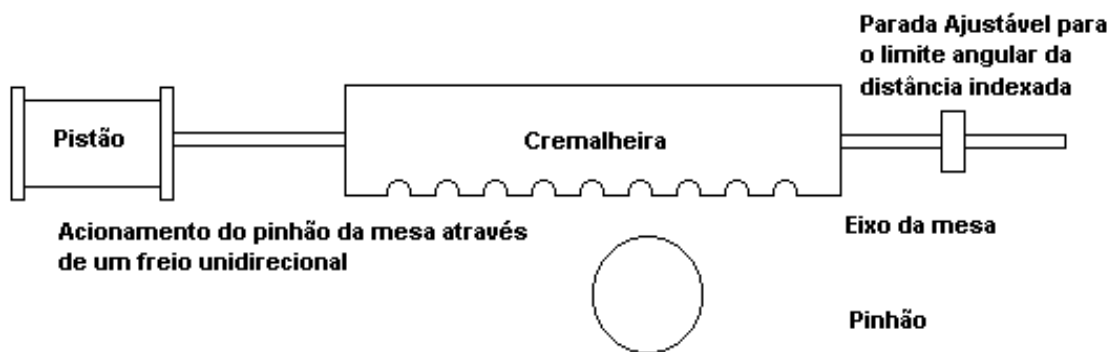
TAR 270 con controllo idraulico per movimentazione transfer rotante di montaggio e controllo bombolette



4.9.1 Mecanismos de transferências rotativos

Existem vários métodos utilizados para indexar uma mesa circular ou operar em várias posições iguais angulares correspondentes ao endereço das estações de trabalho. A seguir apresentamos as várias tecnologias de construções do mecanismo destas mesas divisoras.

a) Cremalheira e pinhão – Este mecanismo é simples mas não é considerado especialmente adequado para operação em alta-velocidade freqüentemente associado com máquinas de indexação. O dispositivo é mostrado na figura 4.4 e usa um cilindro para acionar a cremalheira, o qual transmite a engrenagem pinhão e conecta à mesa de indexação a girar. Um freio ou outro dispositivo é utilizado para proporcionar a rotação na direção desejada.



b) Mecanismo Geneva

Considerações – O mecanismo Geneva usa um continuamente um acionamento rotativo para indexar a mesa, como mostrado na figura. Se o número acionado tem 06 slots para 06 estações

TRANSFER ELETRÔNICO

... per chi sceglie
la qualità

Sistema TRE



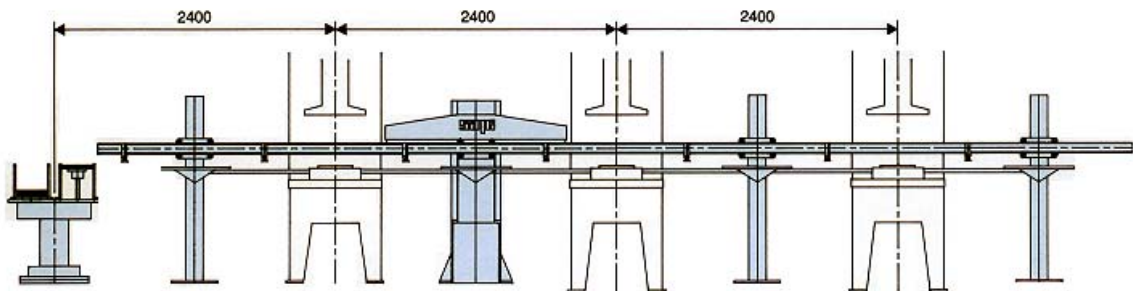
LUCAPEL

sapi

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO TRANSFER TRE

- **Produto resultante de 25 anos de experiência no campo;**
- **Aplicado na transferência de peças de dimensões média;**
- **Excepcionalmente robusto possui estrutura para operar por milhões de ciclos sem perder a precisão inicial;**
- **Projetado para operações em alta velocidade;**
- **Permite operação entre-prensa ou TRANSFER MONOBARRA;**
- **Controle digital do eixo por servomotor CA sem escovas;**
- **Regulações super rápidas dos cursos horizontais e verticais;**
- **Curso vertical comandado por um freio-frição elétrico;**
- **Display em cristal líquido com comunicações de erros eventuais;**
- **Possibilidade de se alterar programa de automação para atender as variações de produção.**

Lay-out de um processo produtivo com o sistema base



DADOS TÉCNICOS

Curso horizontal	0~1500 mm programável
Curso Vertical (regulável)	0~120 mm ou programável 0~300 mm
Ciclo de operação	1,8 s para curso hor. 1.000 mm vert. 40 mm peso da peça 1 Kg.
Precisão de operação	±0,2
Peso da peça (entre-prensas)	3 Kg

LINHA DE MONTAGEM COM ROBOTS

