

CAPÍTULO 10

SISTEMAS PERIFÉRICOS PARA ROBÔS INDUSTRIAIS

Julio César de Almeida Freitas

10.1- INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda aspectos relacionados a equipamentos denominados *periféricos*, utilizados na composição do cenário de atuação de um sistema robótico.

Estes equipamentos são fundamentais para a realização das tarefas operacionais, localizando-se de forma determinada no chão de fábrica para que ocorram as condições perfeitas de interação com o robô.

O controle de movimentação dos equipamentos periféricos é vinculado diretamente à unidade de controle do robô geralmente através de sinais enviados por sensores que monitoram o cenário de atuação.

Na intenção de se realizar um trabalho direcionado ao mercado nacional, buscou-se enfatizar a utilização do sistema robótico em áreas distintas e em especial na área automobilística, que agrega a maior parte dos investimentos em automação.

10.2- SISTEMAS PERIFÉRICOS USADOS EM ROBÓTICA

A interação de um sistema robótico com o ambiente externo pode ser descrito de modo simplificado como o processamento de um dado fluxo de materiais (entrada), resultando em um produto acabado (figura 10.1).

A caracterização dos elementos que irão compor uma certa *produção automatizada* (vide capítulo 1) depende essencialmente do tipo de aplicação desejada. Na tabela 10.1 são mencionados alguns destes elementos.

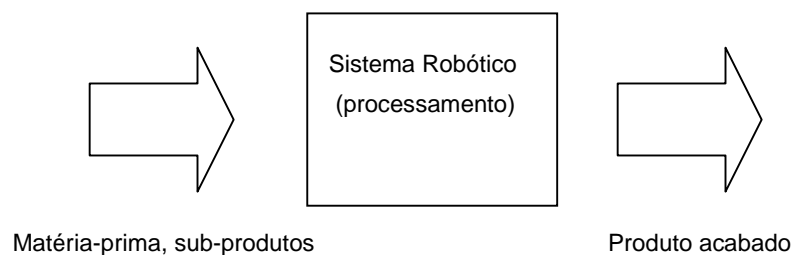


Figura 10.1 - Fluxo de materiais em sistema robótico.

Tabela 10.1 - Construção de Elementos do Sistema Robótico.

APLICAÇÃO	FORMA QUANDO EM TRANSPORTE	FORMA DO PRODUTO TRANSPORTADO	ELEMENTO DE CONSTRUÇÃO
Transportando; Transferindo; Testando.	Material bruto, parcial ou Produto.	Material bruto, parcial ou Produto	Robô (incluindo dispositivos de fixação) Dispositivo de transferência (incluindo JIG's)
Carga / teste de descarga	Material bruto, parcial ou Produto.	Processo parcial ou Produto	Robô; Dispositivo de transferência; Ferramentas.
Soldagem / Montagem	Peça 1 + Peça 2 + Peça 3 + ...	Peça soldada ou Produto	Robô; Dispositivo de transferência; Ferramentas de posiciona- mento (incluindo JIG's)
Pintura / vedação	Peças ou Semi-Produtos	Pintado ou Produto acabado	Mesmo que os anteriores
Paletização	Peças ou Produtos	Arranjo	Robô; Dispositivo transferidor de posicionamento

A seguir são apresentados os principais equipamentos periféricos utilizados em tarefas típicas de robótica industrial.

10.2.1 - Mesa "JIG"

O equipamento periférico denominado mesa "JIG" é usado para controlar a localização e posicionamento das peças a serem manipuladas/trabalhadas, possibilitando que o robô possa executar as tarefas fielmente.

A mesa "JIG" vincula a peça de trabalho numa posição e orientação específicas, relativamente a um sistema de referências local à peça. A informação dos parâmetros de posicionamento da peça é monitorado de modo a permitir a interação com o robô.

As mesas tipo "JIG" possuem componentes posicionadores de peças, formados de diversos dispositivos como pinos, guias, fixadores e/ou grampos automáticos do tipo pneumático ou eletromagnético "mandril".

Há diversos modelos de mesa "JIG", sendo alguns destes relacionados a seguir.

- "JIG" de posicionamento linear;
- "JIG" vinculado a esteiras;
- "JIG" de posicionamento angular com um eixo de rotação;
- "JIG" de posicionamento angular com dois eixos de rotação;
- "JIG" de giro com deslize
- Mesa "JIG" X-Y.

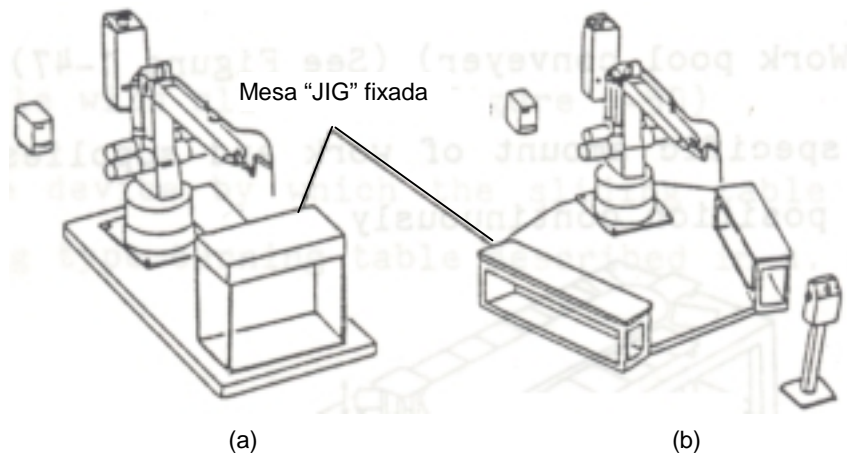


Figura 10.2 - Desenho esquemático de Mesa "JIG" (a) uma estação, (b) duas estações.



Figura 10.3 - Mesa "JIG" de uma estação (cortesia SENAI São Caetano do Sul - SP).

10.2.1.1 - "JIG" de posicionamento linear

A posição linear de fixação da peça pode ser alterada através de dispositivo de retorno e avanço.

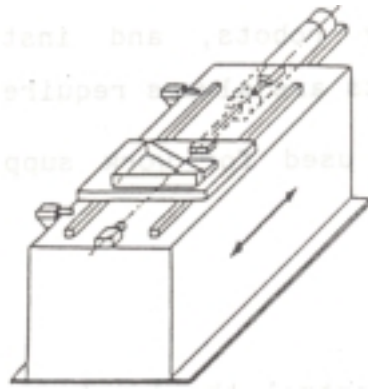


Figura 10.4 - Mesa "JIG" de posicionamento linear

10.2.1.2 - "JIG" vinculado a esteiras (veja fig. 4)

Esta fixa uma quantidade específica de peças em compartimentos dedicados, fornecendo-as para continuamente a um sistema de alimentação.

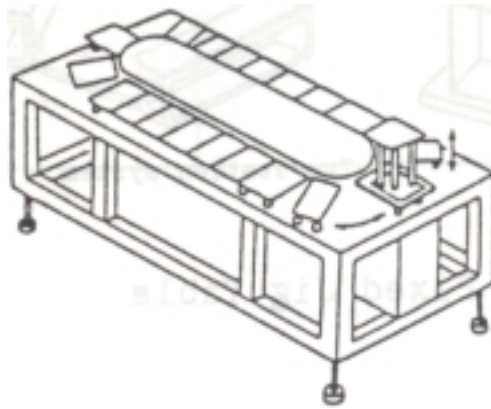


Figura 10.5 - Mesa "JIG" vinculado a esteiras

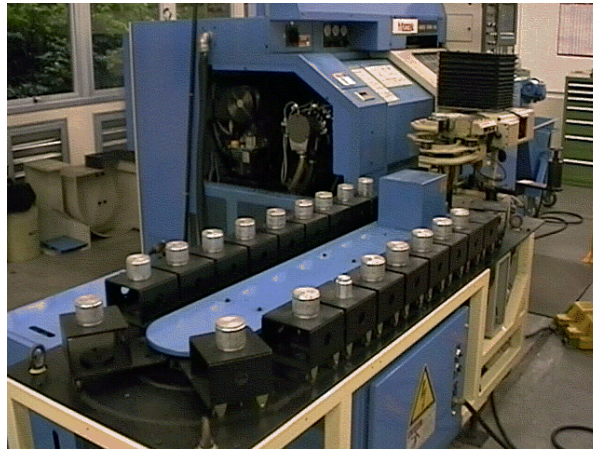


Figura 10.6 - Sistema de alimentação contínua (cortesia SENAI São Caetano do Sul).

10.2.1.3 - Mesa "JIG" com um eixo de rotação

Esse dispositivo tem um grau de liberdade de rotação. Em geral apresenta o eixo de rotação nas orientações horizontal ou vertical.

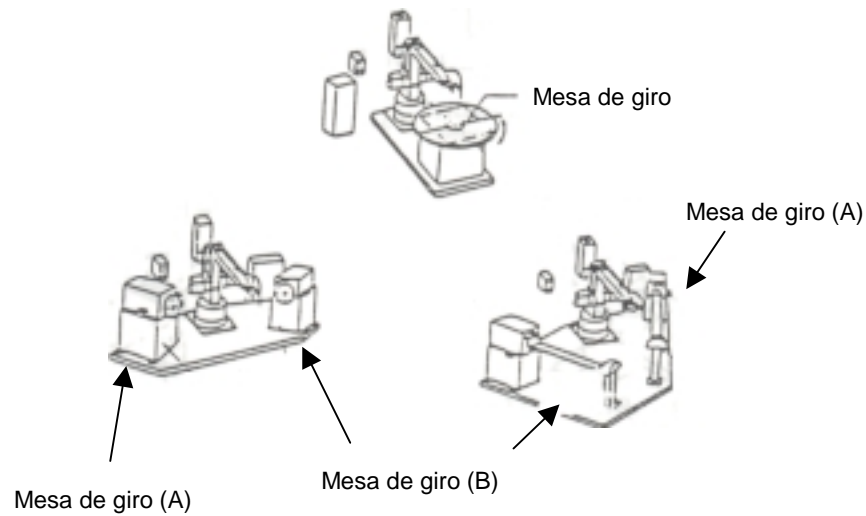


Figura 10.7 - Mesa "JIG" com um eixo de rotação.

10.2.1.4 - "JIG" com dois eixos de rotação

Este dispositivo tem dois graus de liberdade de rotação em torno de dois eixos, e as configurações básicas são do tipo excêntrico com eixos de rotação horizontal e vertical e do tipo com eixo de rotação inclinado.

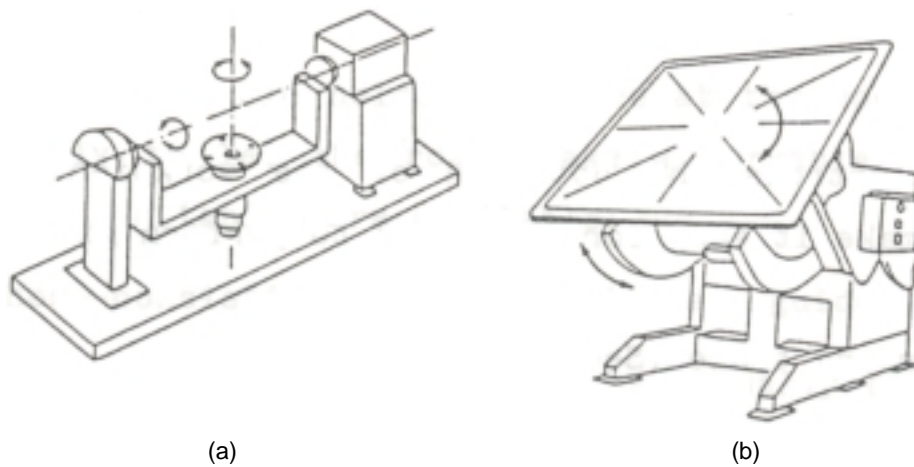


Figura 10.8 - Mesa "JIG" com dois eixos de rotação (a) excêntrico, (b) eixo inclinado.



Figura 10.9 - Mesa "JIG" com dois eixos de rotação e eixo inclinado (cortesia VASP).

10.2.1.5 - "JIG" de giro com mesa deslizante

Esta configuração apresenta um eixo de rotação e um eixo de translação, com mesa deslizante.

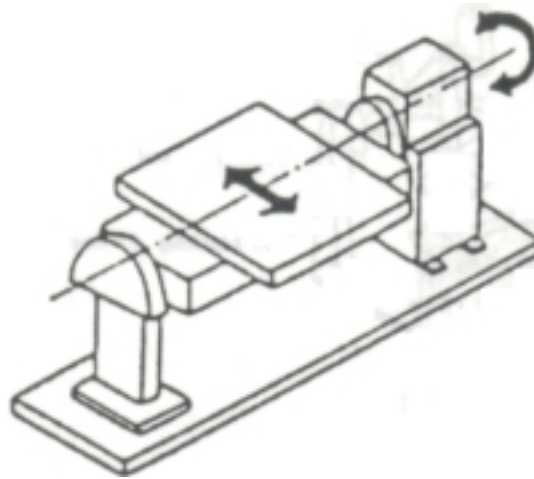


Figura 10.10 - Mesa "JIG" de giro com mesa deslizante..

10.2.1.6 - Mesa "JIG" X-Y

É uma mesa de trabalho com a qual se pode mudar horizontalmente ambas as direções do movimento no plano definido pelos eixos X e Y.

10.2.2 - Dispositivo de elevação

O dispositivo de elevação é empregado em situações onde o volume de trabalho do robô não é suficiente para alcançar os pontos de trabalho em uma determinada peça. Seja devido as grandes dimensões da peça ou ao reduzido volume de trabalho do robô. O resultado é um "acréscimo" de um grau de liberdade ao sistema robótico e conseqüentemente o aumento do volume de trabalho.

Há duas variantes de dispositivos de elevação: para a peça ou para o robô.

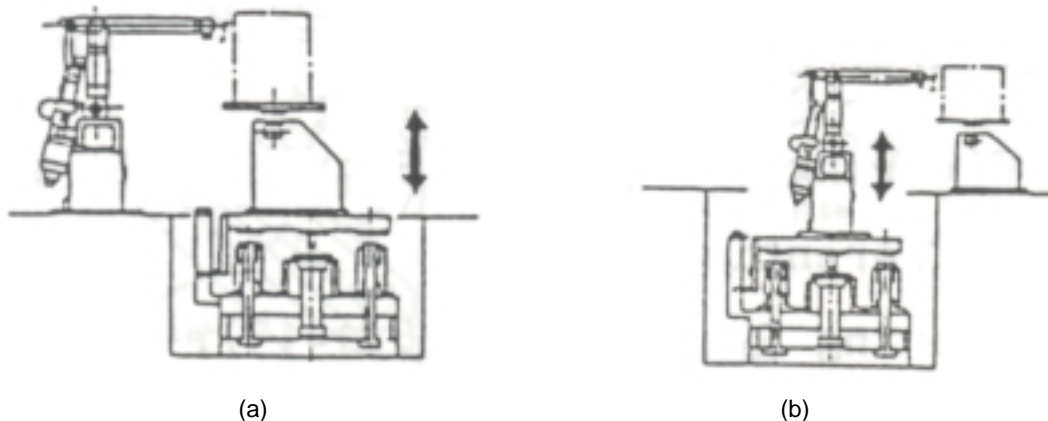


Figura 10.11 - Esquema do "JIG" de elevação (a) Peça, (b) Robô.

10.2.3 - Esteiras

A esteira transfere a peça de trabalho na direção definida continuamente. Muitos destes tipos de esteiras são disponíveis. Alguns estão definidos abaixo:

10.2.3.1 - Esteira Cabide ou Carrinho

Carrinhos somados com suportes para peças de trabalhos encabidadas são fixadas em um caminho. Esses carrinhos são conectados por uma corrente sem fim. A corrente é dirigida, puxada, por uma polia de corrente para carrinhos circulares. Desta maneira, o trabalho é transportado.

10.2.3.2 - Esteira tipo piso

Este tipo de esteira é instalado diretamente no piso para carregamento e transporte da peça de trabalho. Esteira tipo piso são classificadas grosseiramente para dentro da direção de sistema de transporte e sistema pallet de transporte. O sistema formado inclui calha, esteira de rolo, esteira de correia, etc. e o ultimo sistema inclui mudança automática pallet (APC), esteira de fluxo livre, etc...

10.2.3.3 - Vagões locomotivos (Veículos guiados Automaticamente AGV's também entendido como robô móvel)

Este tipo de dispositivo transporta peças de trabalho para a localização requerida pelo carregamento no vagão do carro. Muitos deles possuem quatro rodas.

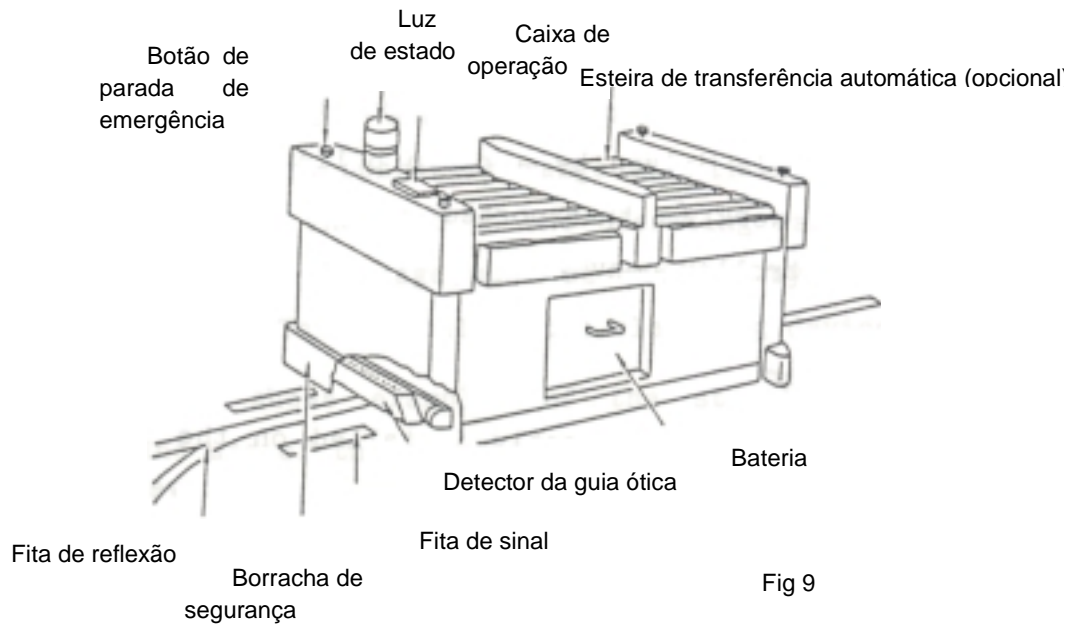
Seus dispositivos de condução são:

Roda guia + sistema de condução

Sistema diferencial de duas velocidades guiadas

Sistema de condução de todas as direções

Embora existam modernos sistemas de orientação, tal como laser, sensores de marca, etc. a maioria incorpora um sistema de orientação eletromagnético e orientação ótico.



INSERIR TEXTO

10.3 - MÁQUINAS PERIFÉRICAS

Uma variedade de máquinas periféricas é usada conforme o tipo de trabalho a ser feito pelo robô. A tabela a seguir, lista as máquinas periféricas usadas em um típico sistema de operação robotizado.

Tabela 10.2 - Principais máquinas periféricas.

PROPÓSITO DO TRABALHO A SER FEITO PELO ROBÔ	MÁQUINAS PERIFÉRICAS USADAS TÍPICAMENTE
FORJARIA	Máquina de forjaria (prensa, máquina de estampagem, etc...), Forno de tratamento, esteira, etc...
FUNDIÇÃO	Máquina de fundição, forno de fusão, máquina automática de energia de metal fundido, esteira, calha, etc...
USINAGEM, REBARBAGEM, FURAÇÃO, ETC...	Máquina ferramenta, esteira, padrão temporário e 'PALLET', dispositivo de usinagem, magazine de ferramenta, etc...
OPERAÇÃO DE MOLDES PLÁSTICOS	Máquinas de injeção de plástico, esteira, alimentador das partes inseridas, magazines, etc...
PRENSAGEM	Máquina de prensagem, alimentador de 'BLANCK', esteira, padrão temporário, elevador, máquina de rolagem, magazines, etc...
SOLDAGEM	Fonte de energia para soldagem, esteira, posicionador, mesa de giro, 'JIG' padrão e dispositivo de mudança de trabalho, AGV's para transporte, etc...
PINTURA	Equipamento de pintura, esteira, mesa de giro, cabine de pintura, etc...
MONTAGEM	Esteira, mesa de giro, alimentador de peças, peças estocadas, dispositivo de força e arranjos das peças magazines, ' PALLETS', montagem padrão, "JIG" padrão, dispositivo de posicionamento, etc..."
MUDANÇA DE ESTÁGIO ENTRE PROCESSO	Esteira, magazine, 'PALLET', etc.
INSPEÇÃO E MEDIÇÃO	Esteira, mesa X-Y, etc...
CAMADA DE VEDAÇÃO	Dispositivo pressurizador de material de vedação, esteira, mesa de giro, etc...

10.4 - TÍPICOS EXEMPLOS DE SISTEMAS DE COMBINAÇÃO E INTERLIGAÇÃO DAS OPERAÇÕES USANDO ROBÔS.

A flexibilidade e execução de custo dos robôs têm feito deles uma parte integral da estratégia de automação na indústria automotiva.

Produção automotiva abrange uma faixa diversa da produção e processo de montagem. Algumas operações de montagens veiculares têm auto nível de automação (como por exemplo: Carroçaria e Pintura), enquanto outras, tal como linha final, continua pelo uso de operação manual em sua totalidade, mas com algumas poucas aplicações. Primeiro dos grandes obstáculos para aplicação robótica em operação automotiva está na necessidade de muitos processos robustos, devido a longas linhas de produção serial típica nessa montagem, superior a 97 % , que de forma clara, não é aceitável para células de trabalho individual. Produção de componentes para automotiva abrange sempre, um número maior de montagem de interior e exterior, brasagem e soldagem de componentes com controle de clima, montagem e soldagem de componentes eletrônicos e assim por diante.

Na montagem de veículos as plantas de carroçaria tipicamente recebem normalmente partes estampadas de operações internas de estampagem ou alimentadas de outro lado e há dezenas de robôs de soldagem para executar a seqüência final da mesma para construir um carro ou carroçaria leve de bagageiro. A carroçaria então é coberta com uma demão e pintada dentro de uma linha de automação pesada, usando de costume um cabeçote de "spray" automatizado e braços de longo alcance do robô. Enquanto a carroçaria está na área de pintura, outra submontagem está sendo completada dentro da alimentação da linha saindo através da planta. Tudo, do painel de instrução até as montagens das portas ou sistemas de chassis pode ser completa ou parcialmente montado, dependendo da planta. Finalmente, da pintura da carroçaria é transferida até a linha de montagem final, onde na grande parte a operação é manual.

Na carroçaria, muitas áreas são totalmente automatizadas com uma extensa faixa de robôs de soldagem, para manusear seqüência de soldagem, de solda resistência e automação de fixação por fixação e posicionamento das peças de metal em chapa. Robôs de manuseio de material são freqüentemente usados para transportar o metal em chapa, pesado com arestas cortantes, de uma localizada célula de trabalho para a próxima, em somatória para soldagem. Robôs são também usados para aplicar cola/ adesivo e selagem durante a montagem da carroçaria. Correntemente esforços estão sendo realizados para aumentar a flexibilidade do equipamento de fixação. Muito destes são em prol do uso dos robôs para repor o tradicional mecanismo de fixação por grampo para localizar a parte da carroçaria. Aumentar a flexibilidade é necessário até apoiar a tendência em direção de alta mistura, baixo volume do nicho de mercado veicular. Em somatória, o plano dos mercados automatizados para reduzir tempo de desenvolvimento de linhas e aumentar a capacidade dos equipamentos com automação flexível.

Operação de pintura na planta automotiva é também altamente automatizada devida até a questões de meio ambiente, há preocupações nesta questão sobre a qualidade global do trabalho ambiental para esta área. Trabalhos têm dirigido o desenvolvimento extensivo à linha de pintura robotizadas. Outro fator que contribuem para o fácil uso do robô em pintura automotiva é que o modelo é bem definido e não é necessário contato entre o robô e a carroçaria do veículo. A instalação da linha de pintura robotizada na área de pintura do veículo moderno foi resultado de aumento consistencial e qualidade geral da pintura. Estima-se que há redução de 50% do uso de material em razão do controle de automação do sistema. Como na área de carroçaria, robôs também são usados para aplicação de selo a prova d'água na área de pintura.

10.5 - ASPECTOS GERAIS E DETALHES TÉCNICOS DE PINTURA

10.5.1- Princípios Gerais

Nas cabines de pinturas "primer", cor-base e verniz, são de fundamental importância a qualidade do ar insuflado, mantendo constante temperatura, grau de umidade, nível de filtragem e velocidade de lâmina do ar. O balanceamento dos mesmos e o sistema de exaustão devidamente

ajustado permitirão o máximo aproveitamento e eficiência do sistema de aplicação, tornando o ambiente permissível à presença humana.

Em todo "Paint Shop", é de suma importância a qualidade do transportador de "Skids", seja ele de arraste ou translação, o qual deverá manter uma velocidade uniforme e com intertravamento de posicionamento em sincronismo com o sistema automático de aplicação. Também existem linhas e aplicações específicas que exigem previamente a parada e localização (indexação) do produto, Estações "Stop-in-go".

Os "Skids" deverão garantir alta repetibilidade de posicionamento dos produtos suportados por eles (em geral, para pintura, variação máxima tolerável +/- 1,5 Cm nos três eixos). Estes também deverão garantir a máxima acessibilidade ao produto, de qualquer ângulo. Já estações de aplicação de massas (PVC, TRBT, etc...) deverão garantir níveis de posicionamento ainda mais precisos, reduzindo as variações para até +/- 2,0 Mm, nos três eixos. As linhas de tintas, solventes, catalisadores (quando for o caso de utilização de bicomponentes) e ar comprimido deverão manter pressão estável, acima do mínimo especificado no ponto de aplicação, temperatura constante, filtragem, garantindo até 5 µm de pureza, por exemplo, para ar comprimido, e livre de umidade. É de suma importância a manutenção da viscosidade dos polímeros, pois qualquer processo de aplicação automático terá de restringir as tolerâncias de controle de muitas variáveis, para que possa manter as condições ótimas de aplicação, com respostas rápidas às variações pequenas.

Para uma perfeita combinação de todos os processos, se fazem necessários sistemas de identificação. Automático de estilos de produtos em paralelo com painéis manuais de entrada de dados, como "back up" destes.

10.5.2 - Processos de Aplicações

Dentre os vários processos de aplicação encontrados, destacam-se produtos em forma de massa (calafetação- pulverização/filetagem/extrusão), líquidos (pulverizados com efeito eletrostático ou não) e a pó (pulverizados somente com efeito 100% eletrostático). Os solventes básicos são os derivados de xilol (hidrocarbonetos aromáticos, acetatos de butila) e mais recentemente, água em proporção variada entre 30-75%.

As tintas a pó não utilizam nenhum tipo de solvente e em muitos casos podem ser reutilizados nos mesmos processos. A forma de armazenamento, manipulação e abastecimento destas tintas requerem tecnologias específicas e controle rigoroso, mas já amplamente dominados e utilizados pela indústria automobilística e de artefatos domésticos. Todas as aplicações passíveis de utilização de efeito eletrostático têm sido associadas à implementação de automação, devido a alguns riscos de formação de arcos ou mesmo a explosão, principalmente quando a tinta é diluída em solvente à base de água (extremamente condutor). O efeito eletrostático é obtido através de uma fonte de alta tensão (100Kv ou mais) que carrega as partículas de tinta expelidas pelo aplicador, via eletrodo, criando assim uma diferença de potencial entre estas e os produtos a serem pintados, os quais estão aterrados junto ao conjunto "Skids"+ transportador. As aplicações manuais com pistolas eletrostáticas são possíveis, porém requerem treinamento específico e maior atenção do usuário, pois pela associação dos efeitos gerados, as variações de camada e efeito podem ser ainda maiores do que aqueles obtidos com o uso de sistemas convencionais.

As aplicações automáticas de tintas líquidas podem ser efetuadas tanto por robôs como por máquinas de múltiplos eixos livres de interpolação. Para um máximo aproveitamento, é comumente utilizada aplicação eletrostática, mas dependendo da cor ou do efeito desejado deve haver a aplicação de uma última camada convencional (empoeiramento) na cor-base, no caso de

aplicação de primer. Vários fabricantes vêm utilizando, assim como nas aplicações de verniz, tanto líquido quanto a pó.

10.5.3 - EXEMPLO DE PINTURA USANDO MESA DE GIRO. (veja fig.11)

Saída do sistema e operação

Pelo uso da mesa de giro, a pintura da peça de trabalho, o ajuste da peça de trabalho poderá ser feito para ser pintada, saindo da cabina de pintura onde a operação de pintura é iniciada, transportada pelo robô. Desta maneira, segurança, salubridade da área de trabalho e melhora da eficiência são asseguradas.

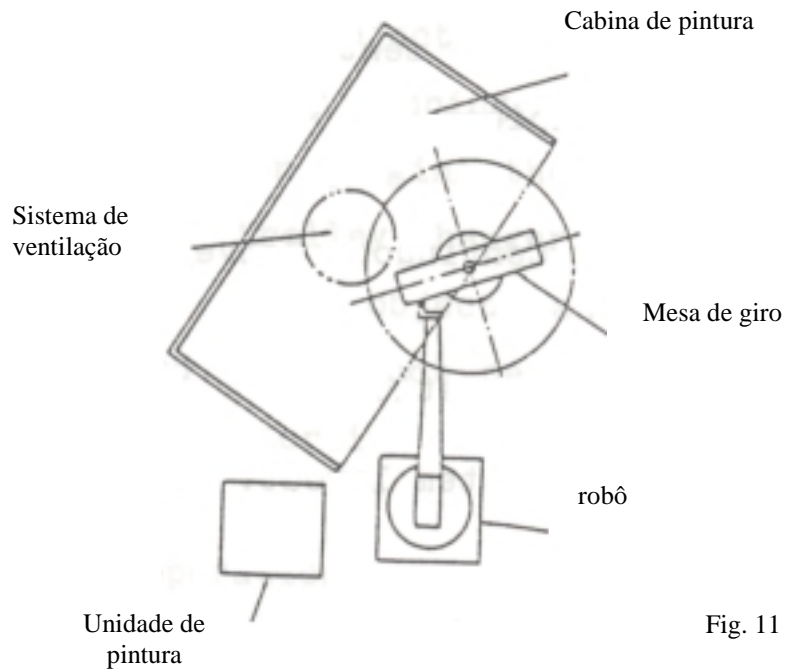


Fig. 11

10.5.4 - EXEMPLO DE LAY OUT DE OPERAÇÃO DE PINTURA USANDO MESA DE GIRO.

a. Interligação processo de operação (veja fig. 12)

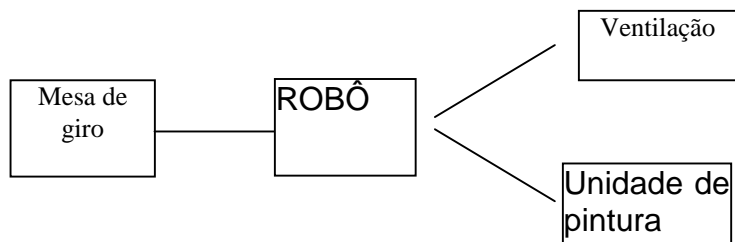


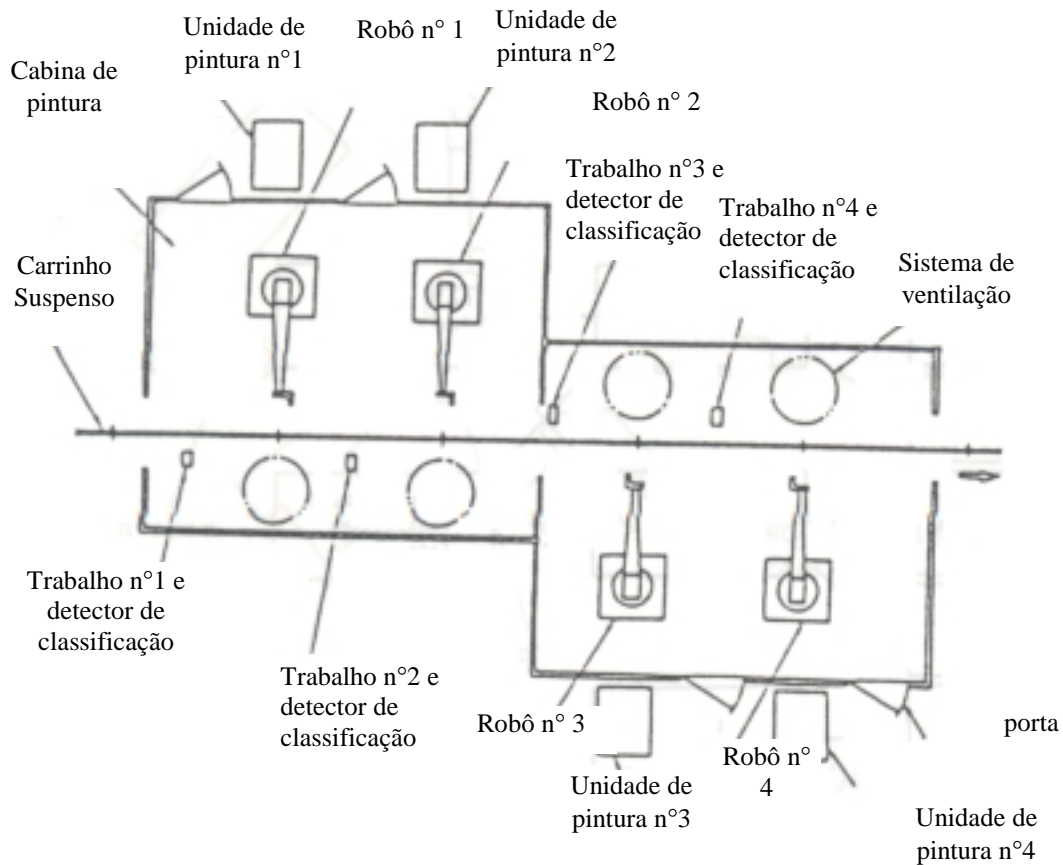
Fig. 12

- a. I. A operação do robô é comandada pela operação através do sinal da unidade de pintura e ventilação da cabina de pintura e pelo sinal completo de operação do posicionamento da mesa de giro para o presente ponto de pintura.
- b. II. A operação da mesa de giro é comandada pelo sinal completo de operação e pelo sinal de partida "ON" enviado pelo operador após a renovação da peça de trabalho.

10.5.5 - EXEMPLO DE PINTURA USANDO ESTEIRA CONTÍNUA

10.5.5.1 - Esboço do sistema e operação (veja fig. 13)

No sistema, quatro processos de pintura são formados nos diversos tipos de objetos que são elevados no carrinho suspenso, continuamente rodando em um ajuste de velocidade pelo uso de quatro robôs. Que acompanham o tipo de objeto que foi suspenso na esteira assim detectado por cada objeto e pelo detector de classificação e cada robô executa apresentando objeto de pintura conforme a sucessão, desta maneira enviando o sinal.



10.5.5.1 - Procedimento da operação contínua (veja fig. 14)

Seleção dos movimentos de cada robô conforme o tipo de trabalho e movimentos são comandados por sobre o sinal de operação da ventilação em cada unidade e cabina de pintura. Sinal fechado das portas, e sinal de classificação de trabalho de cada trabalho e detector de classificação.

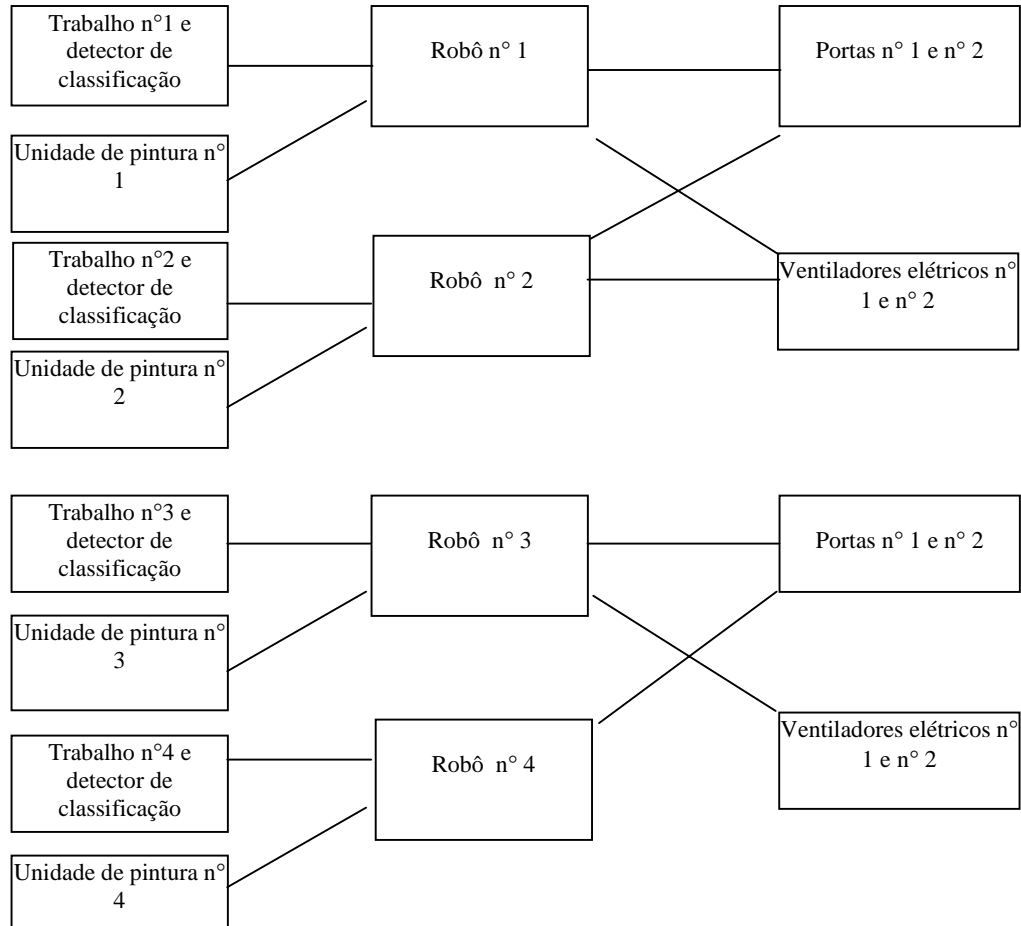


Fig 14

10.5.5.2 - Operação interligada de trabalho de pintura usando esteira contínua.



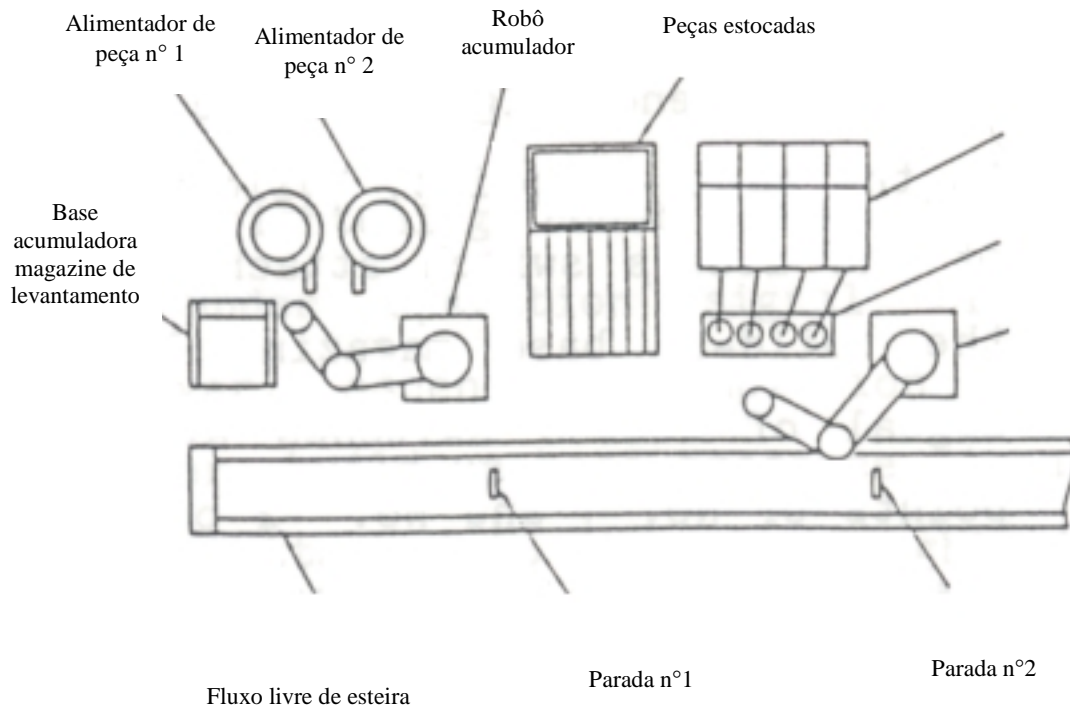
Figura

10.6 - EXEMPLO DE TRABALHO DE MONTAGEM

10.6.1 - Esboço do sistema e operação (veja fig. 15)

Esse é um sistema para montagem de uma variedade de produtos com nove tipos de peças, fornecidos pelo alimentador de peças e peças estocadas para a base de acúmulo conforme o padrão de montagem, usando um robô acumulador e um robô apertador parafusador.

Produtos montados são automaticamente transferidos entre processos pelo fluxo livre de esteiras. Após o levantamento da base acumulada em que são ajustados juntos da base acumuladora no magazine de levantamento, um a um eles são fornecidos para o ponto acumulado do fluxo livre de esteira pelo robô acumulador. Nesta hora, a base acumulada é segura pela parada n° 1. O número requerido da peça necessária de nove tipos daqueles fornecidos do alimentador n° 1 e n° 2 e das peças estocadas é acumulada pelo robô acumulador conforme o presente padrão acumulado.



Exemplo de lay-out de trabalho de montagem. Fig.15

No complemento da operação de acúmulo, parada nº 1 desce, o produto acumulado é transferido para o ponto do apertador parafusador pelo fluxo livre da esteira, e ele é segurado pela parada nº 2. Parafusos são automaticamente fornecidos até o magazine de auto direcionamento pelo alimentador de parafusos. O auto direcionamento é guardado no magazine próprio na atual posição. O robô apertador parafusador segura o presente autodirecionamento neste magazine faz o rosqueamento de cada peça acumulada interligada com o autodirecionamento. Para rosquear os parafusos de diferentes tamanhos, o robô muda o autodirecionamento e executa a mesma operação acima de apertar parafuso, assim, a parada nº 2 desce e a produção acumulada é automaticamente transferida para o próximo processo pelo fluxo livre da esteira.

10.6.2 - Procedimento de operação de interligação

(a) Movimento do robô acumulador é comandado pela operação através do sinal do fluxo livre da esteira, subindo o sinal completo da parada nº 1, ausência do sinal da base acumuladora da chave de acesso ligado ao ponto acumulando.

Presença de sinal da base acumulada, da chave de acesso ligada para o estágio de tope do magazine de levantamento da base acumulada a peça apresenta sinal da chave de acesso ligada para o ponto alimentador do nº 1 e nº 2, peças alimentadas apresentam sinal das chaves de acesso ligado para o ponto de alimentação de cada peça do estoque.

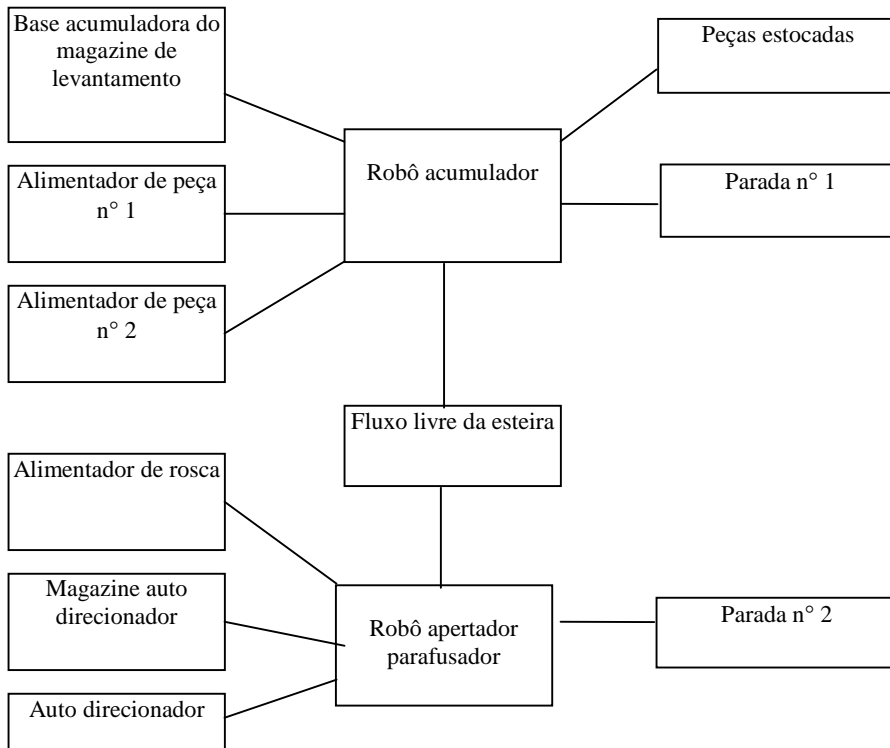


Fig. 16

Diagrama mostrando a operação de interligação andado pelo sinal completo de op

(c) Movimento de subir da parada nº 1 é comandado pela base acumuladora pela ausência de sinal da chave de acesso ligado para o ponto de acumulo.

(d) Movimento do robô apertador parafusador é comandado pela operação sobre o sinal do fluxo livre da esteira, subindo o sinal completo da parada nº 2, presença de sinal da base acumuladora da chave de acesso ligada para o ponto de aperto do parafuso, sobre o sinal de operação do alimentador de parafuso. Presença de sinal do parafuso da chave de acesso ligado para cada autodirecionamento, e a presença de sinal do autodirecionamento da chave de acesso ligado para cada magazine de autodirecionamento.

(e) Movimento de descer da parada nº 2 é comandado pelo sinal completo do robô apertador parafusador.

(f) Movimento de subir a parada nº 2 é comandado pela base acumuladora pela ausência de sinal da chave de acesso, ligado pelo ponto de aperto do parafuso.

10.7 - EXEMPLO DE REVESTIMENTO POR PULVERIZAÇÃO TÉRMICA

10.7.1 - Definição do Sistema

O processo utiliza uma câmara com meio atmosférico altamente controlado, alimentador de pó, que é pesado continuamente no processo, e uma razão constante de transporte de gás e ar vibrando, robô e posicionador.

Na simplicidade que o termo possibilita, cobertura por pulverização térmica envolve o aquecimento de um material em pó ou em forma de fio para um estado derretido ou semiderretido.

O material é propulsionado usando um jato de gás ou ar comprimido, para depositá-lo, criando uma estrutura de superfície dando um substrato. (camada). O material de cobertura pode ser constituído de um único elemento, mas é freqüentemente uma liga ou composto com uma única propriedade física, que é somente capaz de alcançar através do processo de pulverização térmica.

A variação deste tema técnico é praticamente sem limite. Cobertura pode ser metálica, plástica, ou qualquer combinação desejável para encontrar uma larga faixa de critério físico.

Muita indústria usa cobertura para estender a vida do produto, melhorando a execução e reduzindo custo de produção e manutenção.

Cobertura térmica pode ter o melhor custo-benefício, resultando provavelmente um substrato de superfície de proteção contra desgaste e corrosão. Outros usos básicos de cobertura incluem restauração dimensional, modificação de propriedades térmicas, elétricas. Modificação das características de dureza e acabamento, minimizando o efeito do desgaste mecânico, estender a vida do produto e reduzir o custo da manutenção no mundo das aplicações.

Organizando melhor os ganhos do processo, serão descritas as funções de cobertura:

- Resistência ao desgaste
- Resistência ao calor e oxidação
- Resistência à corrosão atmosférica e imersão
- Restauração das dimensões
- Controle de limpeza

10.7.2 - Operação do sistema (veja fig. 17)

Observe, na figura abaixo a exemplificação da utilização do processo com aplicação do revestimento executada pelo robô.

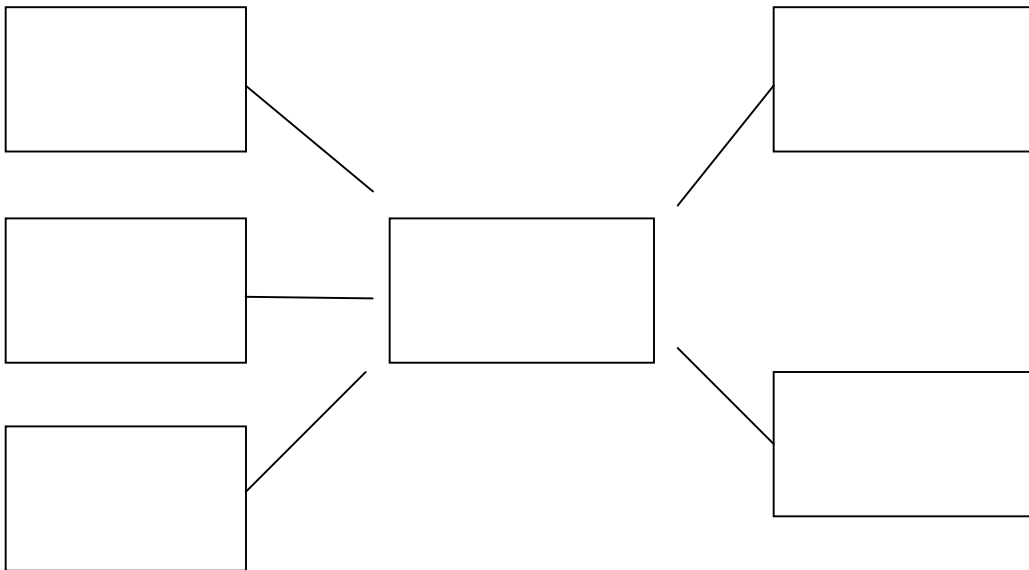


Fig. 17

A execução do robô é comandada pela operação através do sinal da unidade alimentadora de pó, unidade de gás, fornecimento de energia e pelo sinal completo de operação de localização, da mesa posicionadora.

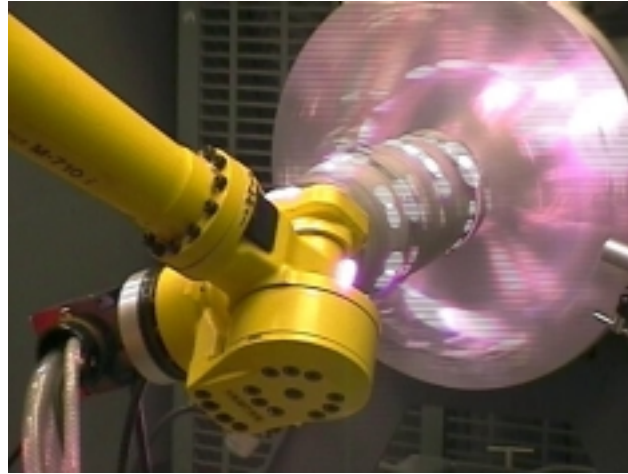


Fig. 17-A



Fig. 17-B

Sistema com robô de aplicação de revestimento térmico (veja fig. 17-A/B)

Cortesia: VASP – Viação aérea de São Paulo

Oficina Mecânica

São Paulo – S. P.

A aplicação exemplificada é para melhorar o retardamento da oxidação em alta temperatura em uma peça, câmara de combustão de avião a jato.

A cobertura da câmara de combustão de avião a jato é crucial para ajudar a retardar o efeito da oxidação e falha prematura, cuja execução é justificada pelo custo-benefício, visto que o valor de reposição de uma única peça possui um custo de grau elevado. É de bom tom ressaltar

que o processo pode ser executado algumas vezes na mesma peça, melhorando a relação final do custo-benefício.

10.8 - REFERÊNCIAS

NOF, S. Y., *Handbook of industrial Robotics*, 2 ed., John Wiley&Sons Inc., New York, 1999.

SUGIMOTO, N., "Como usar de maneira correta os robôs industriais", *Material Didático*, Escola SENAI "Armando de Arruda Pereira", São Caetano do Sul, 2000.

Catálogo da Sulzer Metco, *The Coatings Company*, USA, 1995

MEKHALIN E., "Sistema de automação de pintura e áreas correlatas", In: *Tratamento de superfície*, v. XXI, n. 99, pp.16-21, São Paulo, Jan/Fev. 2000.