

2301558

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

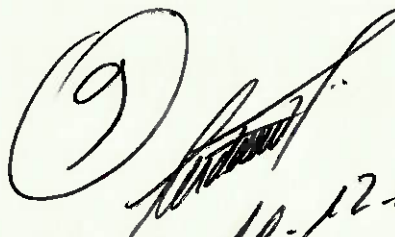
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TRABALHO DE FORMATURA

SISTEMÁTICA DE AUTOMAÇÃO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE PISTÕES

Autor: Marco Antônio Marques Bochi

Orientador: Luís Eduardo Cerda Ortiz


10.12.87

TF-87
BG²BA

AGRADECIMENTOS

Aos engenheiros da Metal Leve S.A.:

Alfredo Aracre Filho - GEPA.

André Pin I Wu - GEPA.

Kangi Inque - Laboratório de Automação da GEPA.

Massayuki Kawakami - GEPA.

SUMÁRIO

Um dos grandes desafios atuais que as empresas enfrentam para assegurar competitividade e lucratividade é a produtividade industrial.

Porém, projetos de produtividade industrial necessitam de investimentos bem direcionados. No Brasil, infelizmente, a mentalidade da maioria das empresas é a de obter seus lucros através de investimentos no mercado financeiro e não na própria indústria, isto devido à própria situação econômica nacional. Tal mentalidade gera um processo de estagnação tecnológica.

Entretanto, empresas que atuam em mercados onde as bases de competição se modificam, que trabalham com produtos para o mercado externo e/ou que exigem constantes aprimoramentos tecnológicos para serem competitivos têm uma mentalidade diferente, ou seja, elas investem parte dos seus lucros em desenvolvimento tecnológico constantemente para manter e também aumentar a competitividade de seus produtos no mercado. Essas empresas obtêm grande parte dos seus lucros da produção e por isso têm de investir em pesquisa e desenvolvimento, o que lhes permite gerar capacitação tecnológica de ponta.

A METAL LEVE S.A. é um exemplo de empresa nacional que partiu para o desenvolvimento da pesquisa aplicada. Estrategicamente, a empresa preocupa-se de maneira substancial com produtividade, flexibilidade e automação industrial.

Evidentemente, além das necessidades estratégicas, outro fator que fêz com que a METAL LEVE S.A. partisse para pesquisa e desenvolvimento foram seus clientes, que a cada ano são mais exigentes em termos de qualidade dos produtos que compram e em termos da flexibilidade dos pedidos que fazem à METAL LEVE S.A. A tendência atual é a de se fazer pedidos em quantidades pequenas, porém, com prazos de entrega menores.

Conscientes da realidade atual e com visão do futuro, os executivos da METAL LEVE S.A. resolveram implantar uma nova diretriz administrativa, preocupando-se de maneira significativa com a flexibilidade da produção visando a redução de estoques e o aumento da produtividade.

A idéia da empresa é fazer de uma das suas dezessete linhas de fabricação de pistões um modelo inicial para a reestruturação de toda a sua fábrica, implantando um protótipo de célula de manufatura com automação industrial na sua linha 11 de pistões, que representa bem as linhas de usinagem da empresa.

A implantação da automação dessa célula de manufatura, como protótipo, ficou a cargo da GEPA, a Gerência de Engenharia de Processamentos Avançados da área de pesquisa

sa e tecnologia da METAL LEVE S.A.

O trabalho da GEPA para essa implantação consiste em realizar um estudo sistemático na linha e levantar ao final uma análise custo-benefício demonstrando as vantagens da célula, a fim de orientar os executivos da empresa' sobre a implantação desse sistema a partir do ano de 1988.

Este Trabalho de Formatura apresenta um resumo de toda a sistemática de automação da célula de manufatura, com sugestões de melhorias no sentido de ampliar a automação da mesma.

Í N D I C E

AGRADECIMENTOS	III
1. OBJETIVOS.....	01
2. ETAPAS DO TRABALHO DE AUTOMAÇÃO.....	03
3. METODOLOGIA DO TRABALHO DE AUTOMAÇÃO.....	
3.1 Abordagem das etapas do Trabalho	
3.1.1 Análise e descrição da antiga estrutura da linha.....	09
3.1.2 Propostas novas de layout tipo célula de manufatura.....	16
3.1.3 Determinação dos problemas específicos de instalação.....	34
3.1.4 Racionalização e otimização de proces- sos produtivos.....	44
3.1.5 Aprimoramento do set up de máquinas....	50
3.1.6 Aprimoramento do sistema de manutenção.	58
3.1.7 Aprimoramento de alimentação de máqui- nas e movimentação de materiais.....	60
3.1.8 Introdução do Controle Estatístico do Processo (CEP).....	67
3.1.9 Possibilidades de uso de CLP.....	71

3.1.10	Possibilidades de utilização de máquinas CNC.....	75
3.1.11	Utilização de laser industrial.....	80
3.1.12	Determinação de recursos humanos necessários.....	83
3.1.13	Automação efetiva.....	86
3.2	Consultas Técnicas.....	96
3.3	Conclusões preliminares.....	98
4.	CARACTERÍSTICAS ESTRATÉGICAS E TÉCNICAS DA CÉLULA.....	
4.1	Just in Time e flexibilidade.....	100
4.2	Especificação dos elementos de automação da célula.....	102
4.3	Análise custo-benefício.....	104
4.4	Conclusões e propostas.....	105
5.	RESUMO DOS OBJETIVOS ATINGIDOS.....	108
	BIBLIOGRAFIA.....	110

1 OBJETIVOS

A METAL LEVE S.A. é uma empresa vertical, pois todos os seus produtos são fabricados em seus parques industriais, sem componentes fornecidos por outras empresas.

A sistemática de automação da linha XI consiste inicialmente no rearranjo do layout da linha para um novo layout tipo celular, simplificação e racionalização de todo o processo de produção e implantação dos conceitos e regras JUST IN TIME para posterior promoção da efetiva automação da linha.

Uma célula de manufatura consiste de um grupo de máquinas com reduzido espaço entre elas para não permitir a formação de estoques intermediários, capazes de processarem completamente um conjunto de peças que apresentam processos de produção e/ou geometrias semelhantes (famílias de peças). Isso permite a utilização de um ferramental comum para a usinagem das peças ou famílias de peças semelhantes e também permite produzir apenas o necessário e somente quando se fizer necessário, ou seja, aplicar assim conceitos e regras JUST IN TIME, sendo esses os objetivos iniciais desse trabalho e fundamentais para a posterior implantação de automação na linha.

Portanto, parte-se da idéia de alcançar esses objetivos estratégicos, em termos de produção, obtendo melhorias de produtividade com isso, para em seguida ampliar os benefícios obtidos com a implantação da automação da célula.

Concluindo, os seguintes resultados deverão ser alcançados após a implantação da célula automatizada:

- melhoria da utilização dos equipamentos existentes;
- redução do tempo de preparação das máquinas (set up);
- redução dos estoques em processo na linha;
- redução da área ocupada pela linha;
- economia de matéria-prima por redução de refugo e retrabalho a nível de fabricação;
- redução da necessidade de mão-de-obra em todo o processo;
- aumento da produtividade da mão-de-obra;
- aumento da capacidade de produção;
- redução do tempo total de produção das peças.

2 ETAPAS DO TRABALHO DE AUTOMAÇÃO

2.1 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DA ANTIGA ESTRUTURA DA LINHA:

Existem 17 linhas diferentes de usinagem de pistões e o foco deste trabalho é a linha 11. Essa linha fabrica pistões automotivos leves para a montadora VOLKSWAGEM.

Ela foi escolhida pois representa a realidade da METAL LEVE em termos de equipamentos e processos para usinagem de pistões.

Sua produção mensal é de 110.000 peças (3 turnos).

2.2 PROPOSTAS NOVAS DE LAYOUT TIPO CÉLULA DE MANUFATURA:

Toda linha, de fabricação ou montagem, pode ser colocada em um layout específico chamado célula de manufatura. Este é um layout com formato em "U", em que a peça começa e termina seu trajeto durante o processo entre os postos quase na mesma posição física.

Podem existir variações quanto ao formato, mas duas características são marcantes no layout celular: a re-

dução da área ocupada e a proximidade das máquinas, isso para dificultar a formação de estoques intermediários.

2.3 DETERMINAÇÃO DOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS DE INSTALAÇÃO:

Serão abordados os seguintes problemas:

2.3.1 Bases das Máquinas:

Nesse caso as bases mais problemáticas são as dos tornos ROMI de comando numérico.

As demais máquinas são convencionais, não tendo grandes problemas.

2.3.2 Sistemas de informação e controle:

Atualmente essas funções são feitas com o auxílio de tabelas e quadros de aviso.

Nesse caso pode ser utilizado um sistema com CLP's, sendo esta uma aplicação discreta de CLP.

O sistema consistirá na instalação de CLP's e interligação com microcomputadores. Permitirá o controle e monitoração do processo de uma maneira mais rápida, com maior velocidade de comunicação das áreas, evitando duplicidade de dados e aumentando a confiabilidade nos mesmos.

2.3.3 Controle de qualidade e aferições do produto na linha:

Atualmente o controle na linha é feito por dispositivos passa-não-passa.

Uma idéia inicial é colocar pistões padrão e dispositivos eletrônicos, dando maior confiabilidade ao sistema.

2.4 RACIONALIZAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS:

Antes de promover a automação é necessário realizar um trabalho de simplificação dos processos na linha.

Inicialmente serão levantadas as possibilidades de melhorias e em seguida serão promovidas as melhorias mais convenientes para depois se chegar ao balanceamento final da linha.

2.5 APRIMORAMENTO DO SET UP DE MÁQUINAS:

O set up consiste na preparação completa das máquinas para o processo.

Tal procedimento pode ser melhorado por aprimoramentos mecânicos, automação e também através de uma racionalização de movimentação entre linha e almoxarifado.

2.6 APRIMORAMENTO DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO

Para uma introdução adequada de automação na célula seguindo os conceitos e regras JUST IN TIME os seguintes procedimentos, quanto à manutenção são propostos:

- revisão geral das máquinas;
- manutenção preventiva;

- eliminação de manuseios inadequados;
- agilização no procedimento de manutenção.

2.7 APRIMORAMENTO DE ALIMENTAÇÃO DE MÁQUINAS E MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS:

Aparelhos e sistemas para ajudar a movimentação e evitar trabalhos repetitivos podem ser utilizados na linha.

Este trabalho avaliará a possibilidade de se utilizar transportadores de correias ou roletes e também manipuladores do tipo pick and place (unidade programável de movimentação).

2.8 INTRODUÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP):

Com o desenvolvimento da produção em larga escala, o CEP surgiu como a ferramenta ideal para o eficiente, seguro e rápido controle e aperfeiçoamento dos processos produtivos. Eficiente por trabalhar com base na Matemática Aplicada, seguro por suas aplicações no dia a dia das atividades industriais e rápido por trabalhar com pequenas amostras representando toda a população.

Será estudada a possibilidade de automação do CEP na linha.

2.9 POSSIBILIDADES DE USO DE CLP:

Define-se como Controlador Lógico Programável um equipamento eletrônico digital que tem como objetivo im-

plementar funções específicas de controle, como lógica, sequenciamento, temporização, contagens e operações aritméticas sobre variáveis de uma máquina ou processo, por intermédio de módulos de entrada e saída.

O CLP pode substituir controles implementados com relés, que são volumosos, caros, de alto consumo e pouco flexíveis.

2.10 POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO DE MÁQUINAS CNC:

A partir do final da década de 60 os construtores de máquinas ferramentas passaram a produzir máquinas' de comando numérico com a utilização de motores e servomotores de corrente contínua para os acionamentos do fuso e dos carros. Isto permitiu uma construção mais rígida e reforçada da máquina, o que transformou a máquina CN em um equipamento muito produtivo e de grande precisão.

Esse item analisará as possibilidades de emprego, onde for possível, de máquinas CN na célula XI, como melhorias complementares sugeridas ao projeto de automação' da célula.

2.11 UTILIZAÇÃO DE LASER INDUSTRIAL

São basicamente duas as aplicações industriais do laser: as de baixa e as de alta potência.

As aplicações de baixa potência são usuais para alinhamento, calibragem e inspeção.

Os lasers de alta potência são utilizados em corte, marcação e gravação, furação, tratamento térmico e usinagem.

2.12 DETERMINAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS NECESSÁRIOS:

Será abordado o nível necessário dos operadores para trabalharem na célula automatizada após sua completa implantação.

2.13 AUTOMAÇÃO EFETIVA:

Trata-se da automação que atua diretamente na produção, ou seja, da automação mecânica, elétrica, eletrônica, tanto quanto à máquinas, dispositivos, e equipamentos' quanto a processos.

Serão apresentadas sugestões para a automação de máquinas e processos, além da criação de dispositivos automáticos ou semi-automáticos.

3 METODOLOGIA DO TRABALHO DE AUTOMAÇÃO

3.1 ABORDAGEM DAS ETAPAS DO TRABALHO:

3.1.1 Análise e descrição da antiga estrutura da linha:

A linha antiga, em questão, tratava-se de uma das 17 linhas de fabricação de pistões. Estava disposta em um layout convencional, ocupando uma área de 266 m², tendo espaço suficiente entre as máquinas para permitir a formação de estoques intermediários, o que diminui a produtividade.

Nessa linha de usinagem eram fabricados 16 tipos de pistões leves da Volkswagen, tanto para mercado interno quanto para mercado externo.

Com um layout convencional fica muito difícil implantar os conceitos JUST IN TIME, e, por consequência, fica dificultada a implantação eficiente de automação. Basicamente, por esses dois fatos decidiu-se modificar o layout da linha.

A linha antiga era constituída de 14 tipos de máquinas. A descrição básica de cada máquina será feita a seguir.

a) Torno TEPR-2:

Trata-se de um torno semi-automático marca ' THYESSEN HUELLER, composto de 2 carros (dianteiro e traseiro), acionados pneumaticamente, com posições de avanço rápido e lento e final de curso reguláveis e controlados por micro switches.

O acionamento do fuso é por motor elétrico de corrente alternada e a contra-ponta é pneumática, com botão no painel do torno.

b) Torno TEPR-4:

Torno semi-automático da marca THYESSEN HUELLER, bastante similar ao torno TEPR-2.

c) Furadeira horizontal dupla:

Furadeira semi-automática de dois cabeçotes ' horizontais, tendo avanço hidráulico e dispositivo de fixação também hidráulico.

Os avanços rápido e lento são controlados por micro-switches e a fixação da peça é automática. Sua marca ' é MOLINS.

d) Furadeira de quatro cabeçotes

Trata-se de uma furadeira MOLINS de 4 cabeçotes horizontais, com fixação automática da peça e base da ' peça de trabalho giratória, de 180°.

A transmissão dos motores para os cabeçotes ' são através de correias.

Avanços rápido e lento e fim de curso são controlados por micro-switches.

e) Torno TEPR-7:

Similar aos tornos TEPR-2 e TEPR-4, tendo o avanço do protetor contra-cavacos, do porta-ferramentas e a fixação da peça na posição de desbaste pneumáticos.

f) Torno TEPR-5:

Similar aos modelos TEPR-2 e TEPR-4, com ajustes finos feitos por nônio.

Esse torno utiliza eixo copiador, pois é máquina de acabamento fino.

g) Torno BOLEY:

Torno semi-automático utilizando eixo copiador e tendo transmissão por correia do cabeçote.

Esse torno apresenta ajuste angular horizontal da mesa.

A fixação da peça é manual, assim como os acionamentos da contra-ponta e do carro traseiro.

O carro dianteiro movimenta-se somente num plano (horizontal), e a parada no final do curso se dá sem retorno automático.

Essa máquina dá o acabamento final no diâmetro do pistão.

h) MZA-IV:

É uma mandrilhadora ARTHUR KLINK, de cabeçote duplo. Tem o mandril girante e a peça apresenta o movimento de avanço, isto para diminuir o momento de inércia.

A fixação da peça é feita num prisma por um dispositivo hidráulico.

i) Chanfradeira:

Máquina especial fabricada pela METAL LEVE S.A., manual e com sistema de usinagem excêntrica.

j) Torno de brunir:

Trata-se de uma máquina especial, fabricada pela ARTHUR KLINK com fixação da peça mecânica com pré-posicionador.

l) Brochadeira:

Seu acionamento é feito por um pistão hidráulico e seu fabricante é a ARTHUR KLINK.

O comando é através de um botão no painel de controle.

m) Máquina de canaleta:

É uma máquina especial fabricada pela METAL LEVE S.A.

O fuso é acionado por um motor elétrico com acoplamento direto e a usinagem é feita com sistema excêntrico.

n) Máquina de rolar:

Trata-se de uma máquina com características de brunidor, porém usinando todo o furo para pino da peça.

Marca: XLO.

o) Furadeira de bancada:

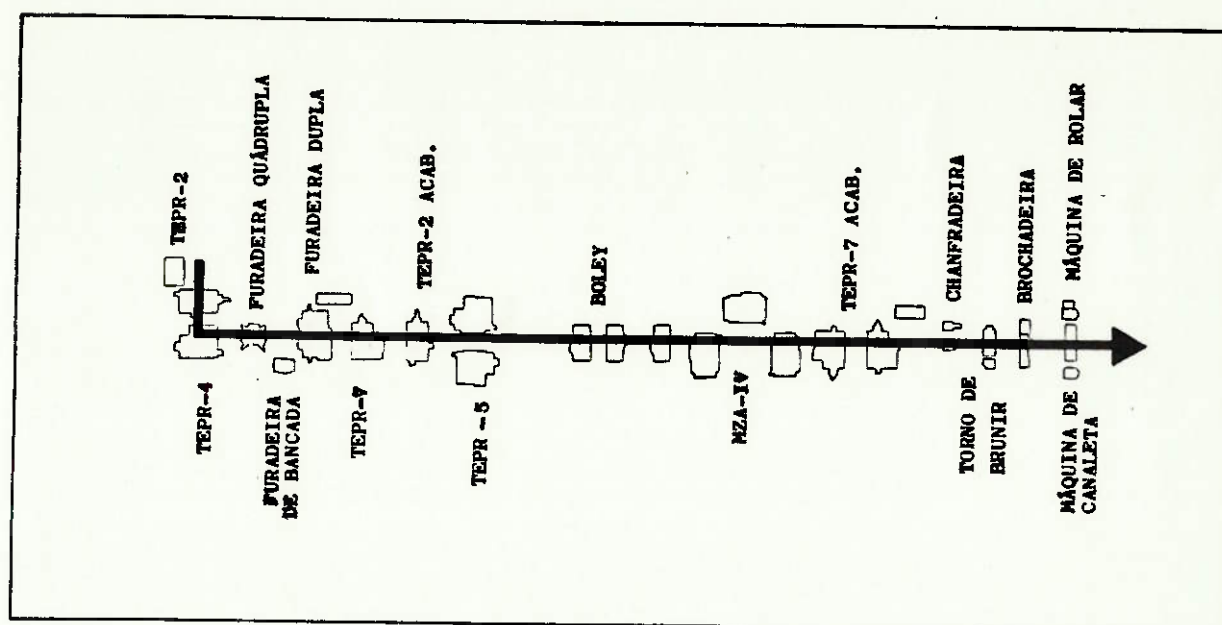
Furadeira tradicional com cabeçote vertical.

Convém ressaltar que a alimentação das máquinas dessa linha eram manuais.

O layout e o esquema do fluxo da antiga linha são apresentados nas páginas seguintes (figura 1 e 2).

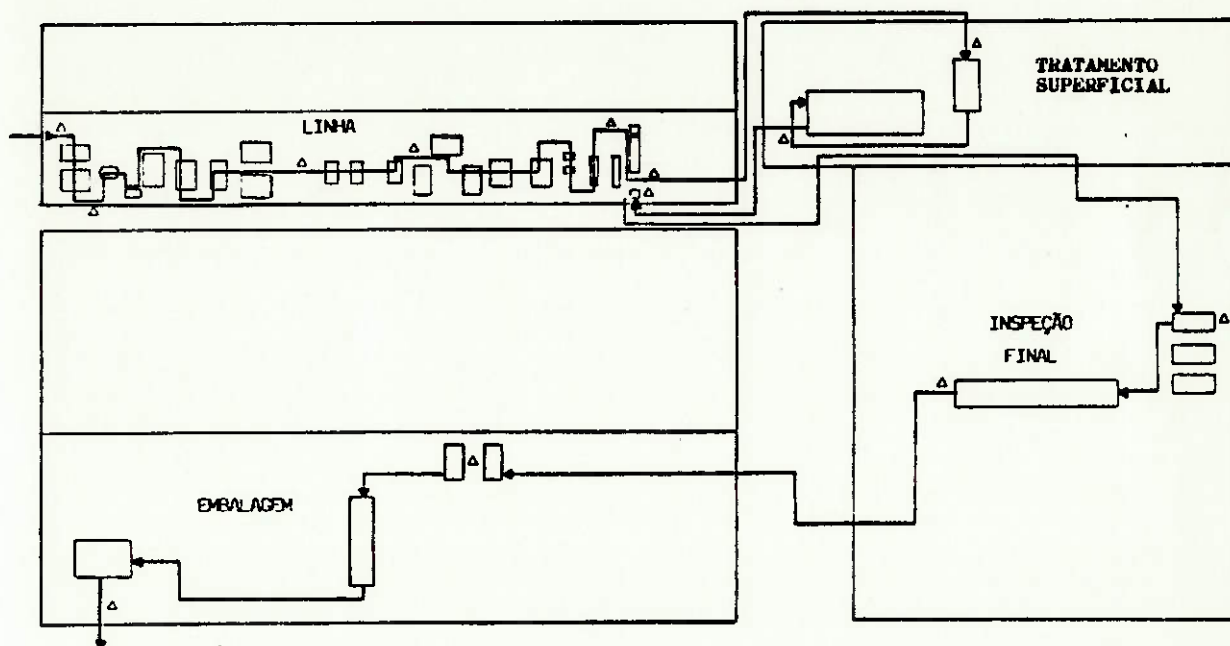
METAL LEVE PISTÕES

Figura 1: LAYOUT DA LINHA ANTIGA



METAL LEVE PISTÕES

Figura 2: FLUXO DO PROCESSO - LINHA ANTIGA



3.1.2 Propostas novas de layout tipo célula de manufatura:

A modificação no layout da linha 11 para transformá-lo em layout celular foi feita no sentido de se obter o maior ganho de área.

O layout celular é ideal para a aplicação dos conceitos e regras JUST IN TIME, possibilitando assim uma correta e bem direcionada implantação de automação na célula.

Com relação à antiga linha 11 não houve modificação nos produtos fabricados na célula, sendo mantidos os 16 pistões da marca alemã Volkswagen.

O processo de rearranjo do layout da linha 11 foi feito de maneira gradual, sendo a migração de máquinas apresentada em esquemas nas páginas seguintes.

Quanto às máquinas, as seguintes alterações foram feitas na mudança de layout:

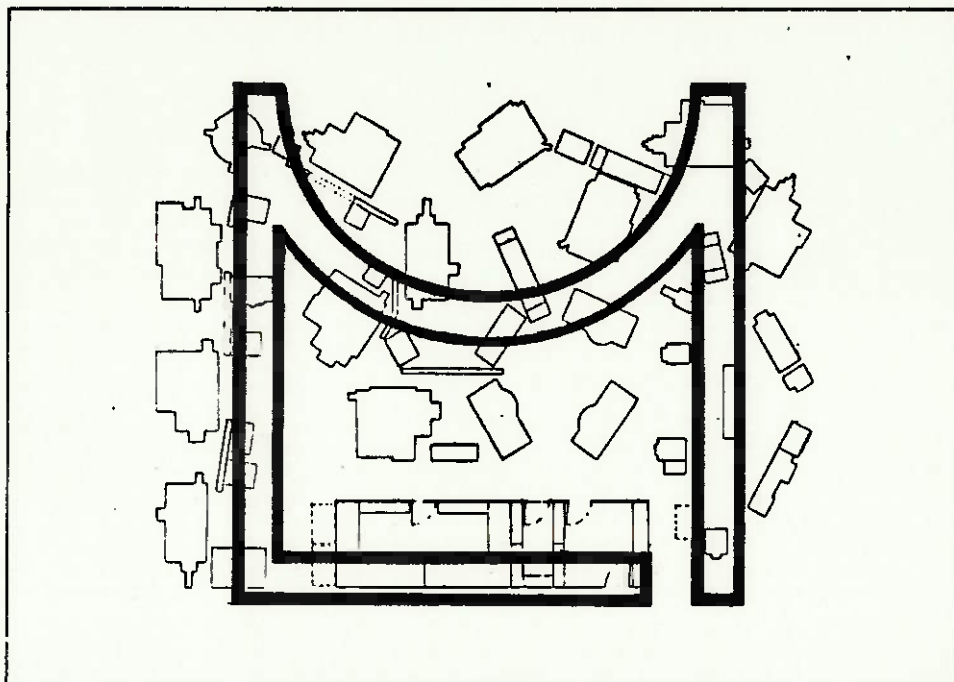
- a) troca de 2 tornos TEPR-7 acabamento por 2 tornos ROMI GALAXY de comando numérico.
- b) retirada de uma das três mandrilhadoras MZA-IV.
- c) instalação de 3 fresadoras para rebaixos de válvulas.
- d) retirada da máquina de rolar da linha.

Nas páginas seguintes serão mostradas as mudanças de layout, de fluxo, ilustração de redução da área

e o plano de migração de máquinas da antiga linha 11 para a célula XI (figuras 3, 4, 5, 6 e 7).

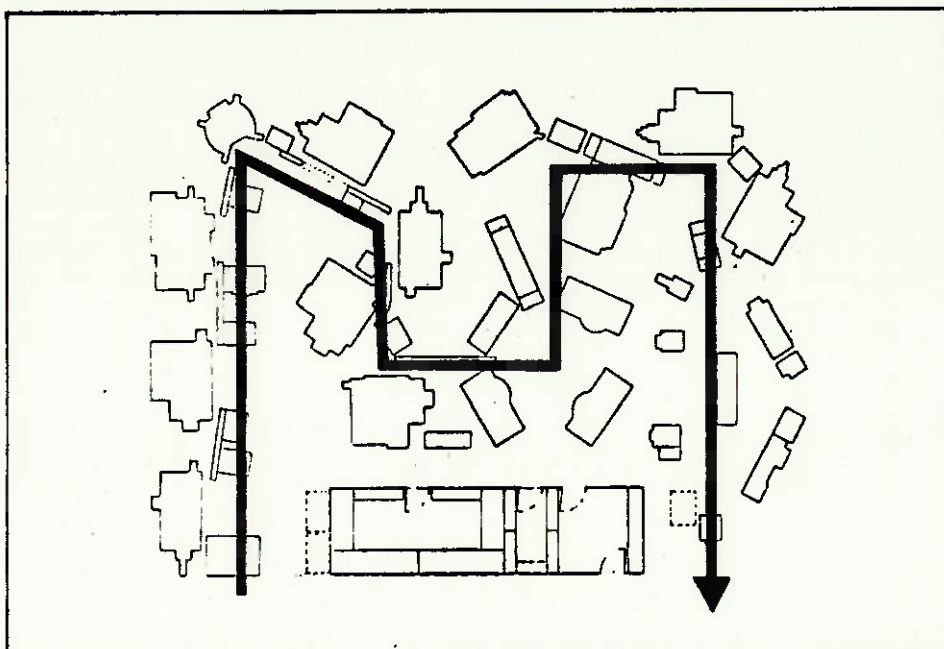
METAL LEVE PISTÕES

Figura 3: LAYOUT PROPOSTO - CÉLULA XI



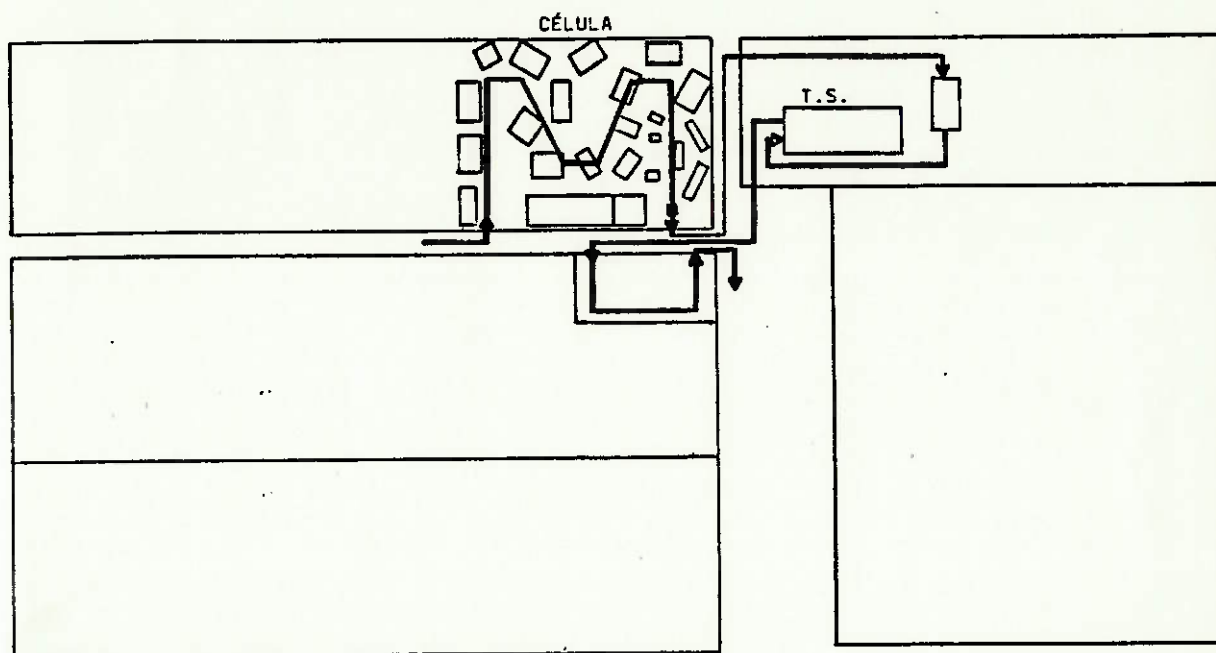
METAL LEVE PISTÕES

Figura 4: FLUXO PROPOSTO - CÉLULA XI



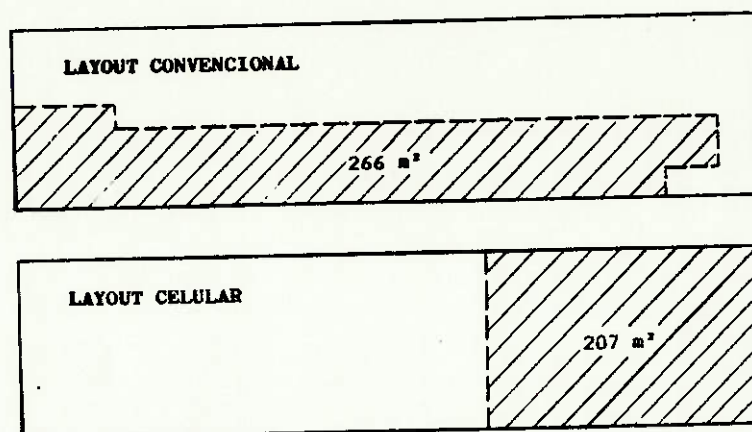
METAL LEVE PISTÕES

Figura 5: FLUXO DO PROCESSO - PROPOSTO



METAL LEVE PISTÕES

Figura 6: REDUÇÃO DE ÁREA

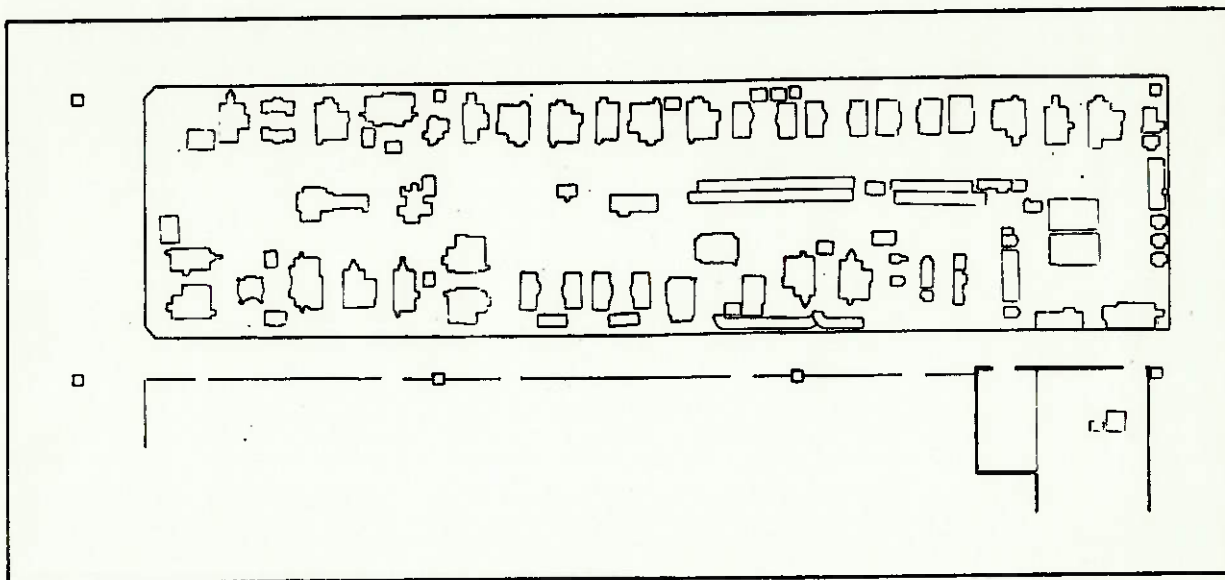


REDUÇÃO DE ÁREA: 22%

METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

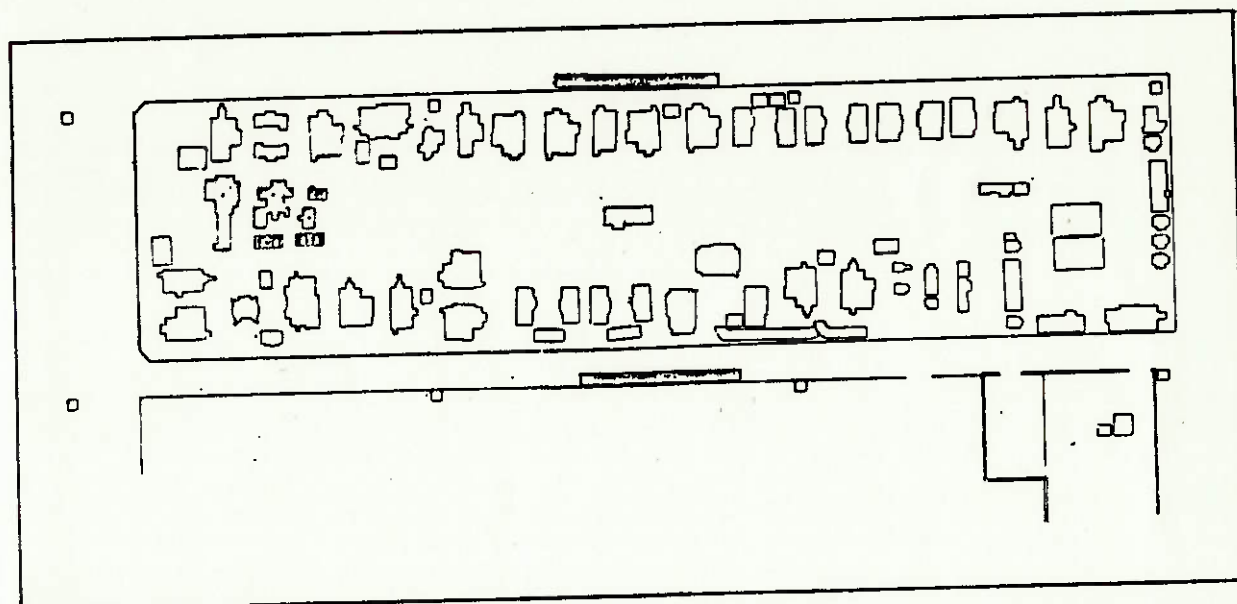
a) SITUAÇÃO ANTIGA



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

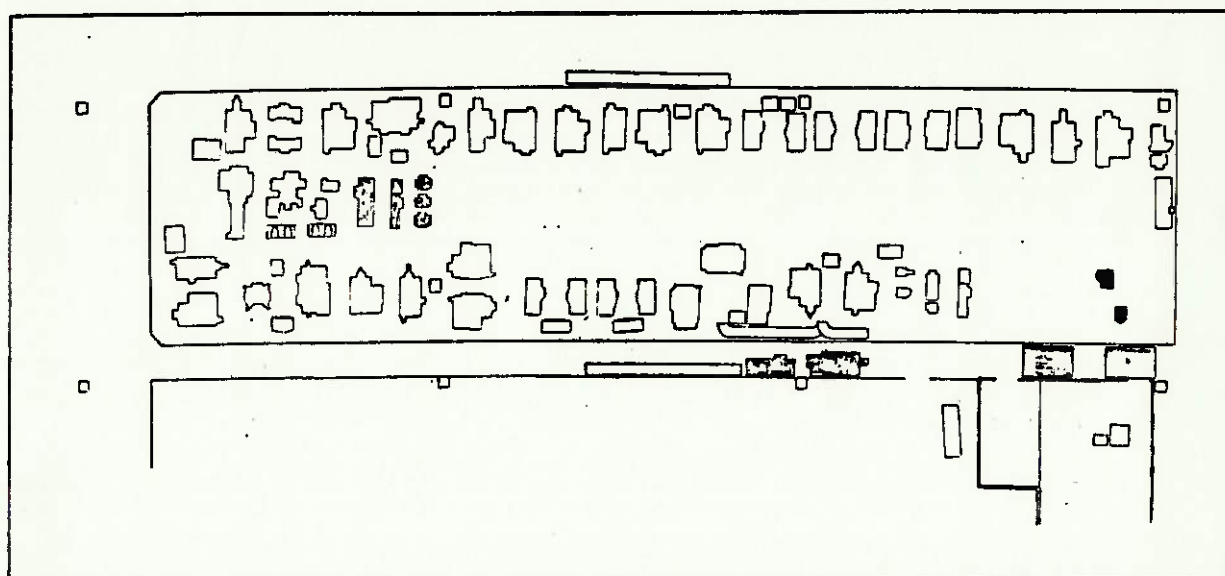
b) PASSO 1



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

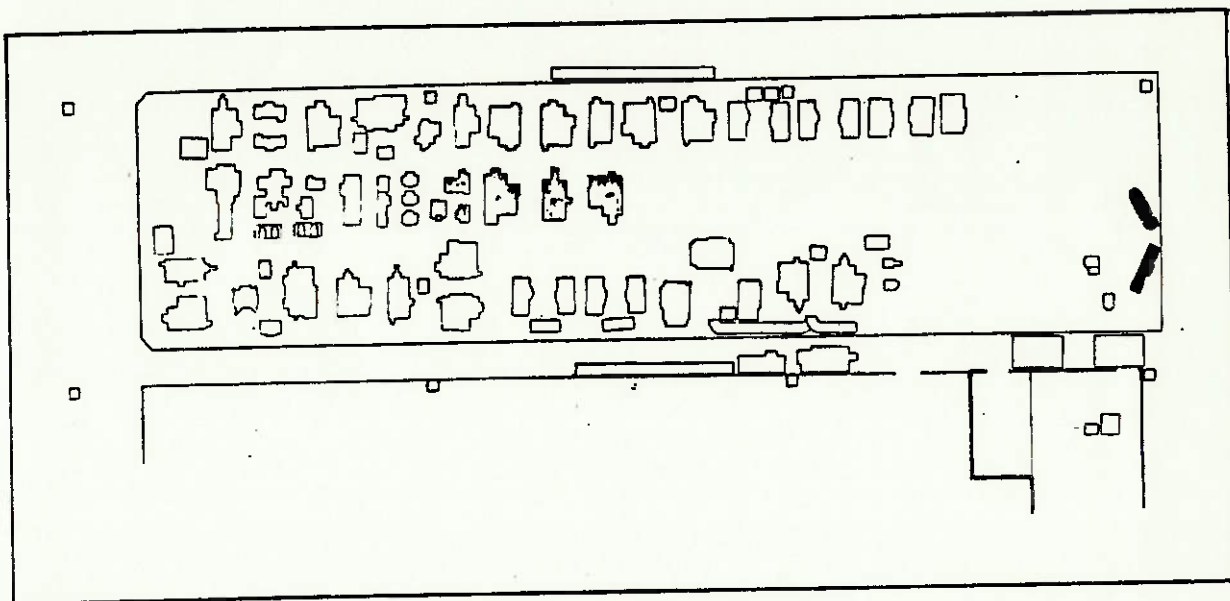
e) PASSO 2



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

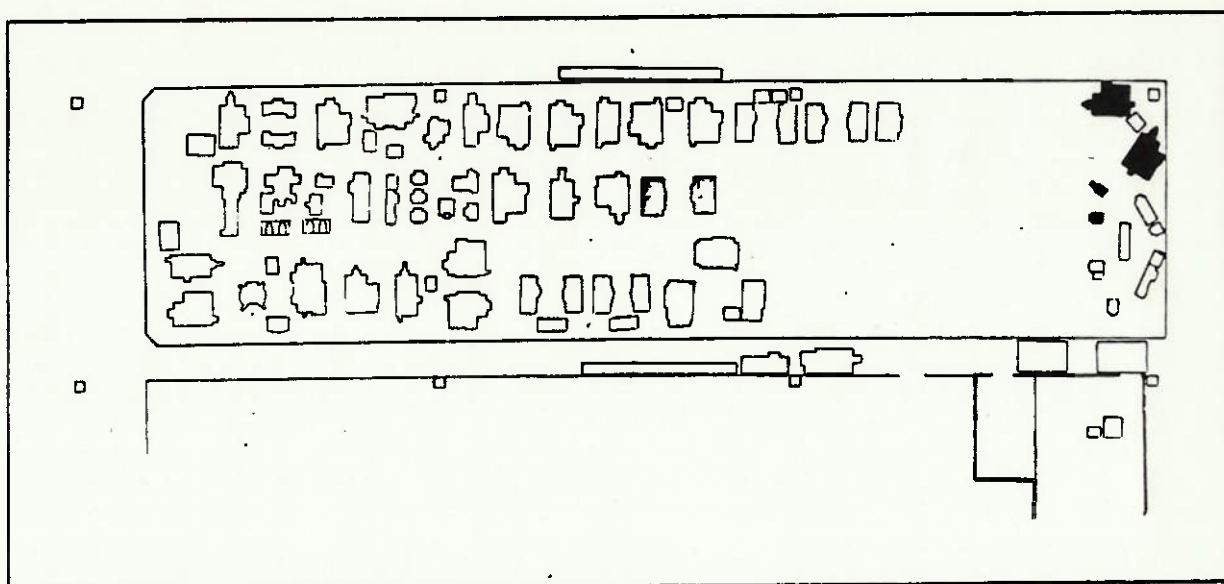
d) PASSO 3



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

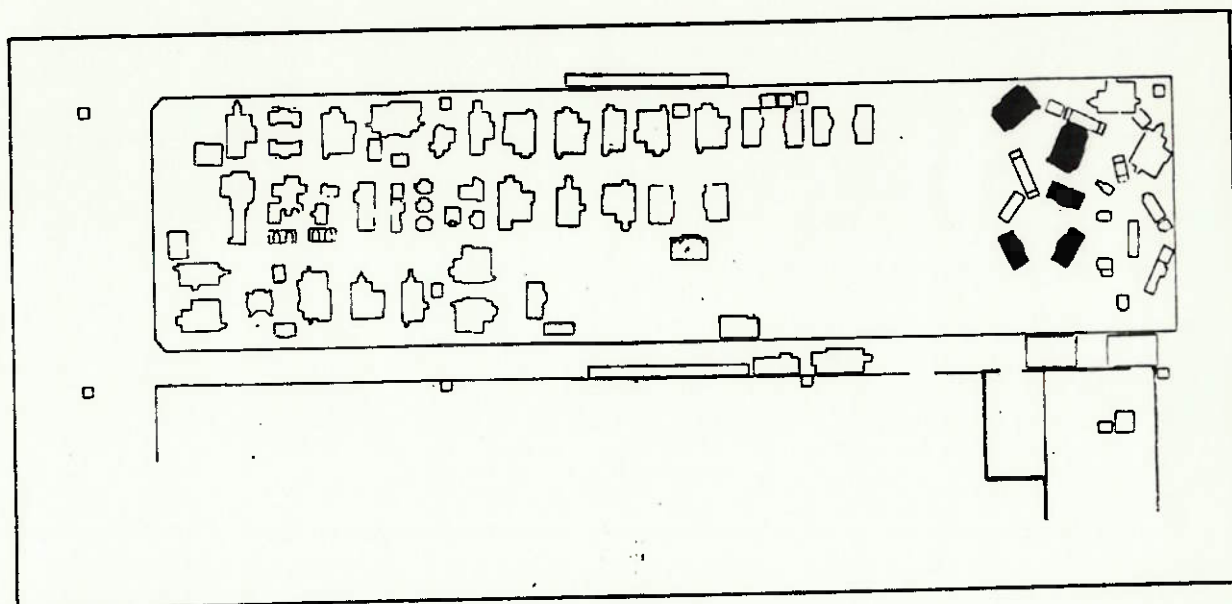
•) PASSO 4



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

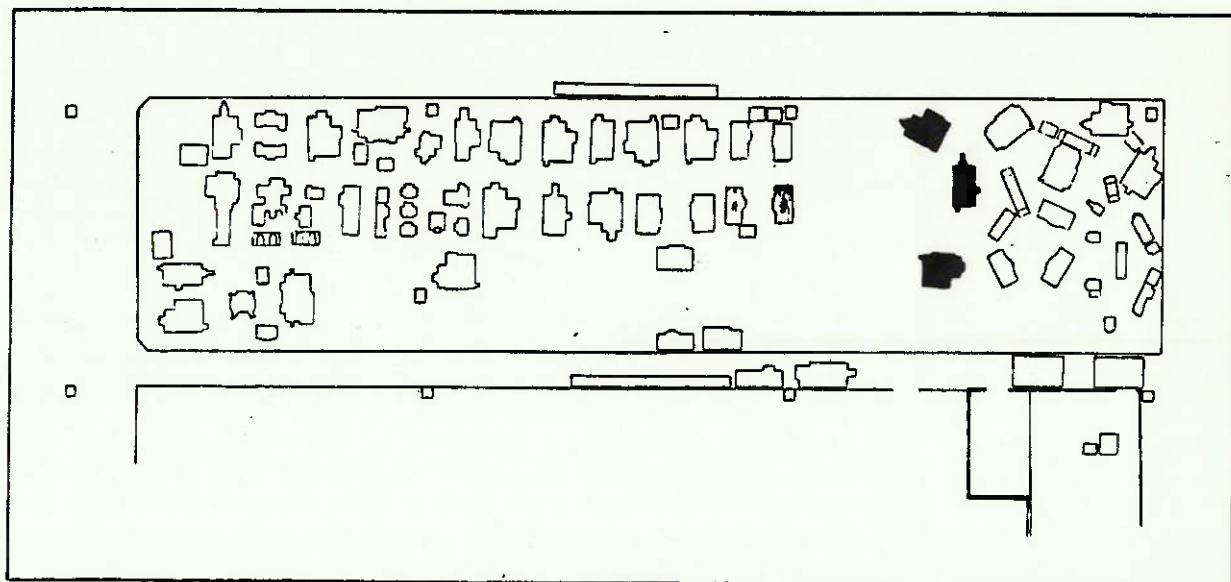
1) PASSO 5



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

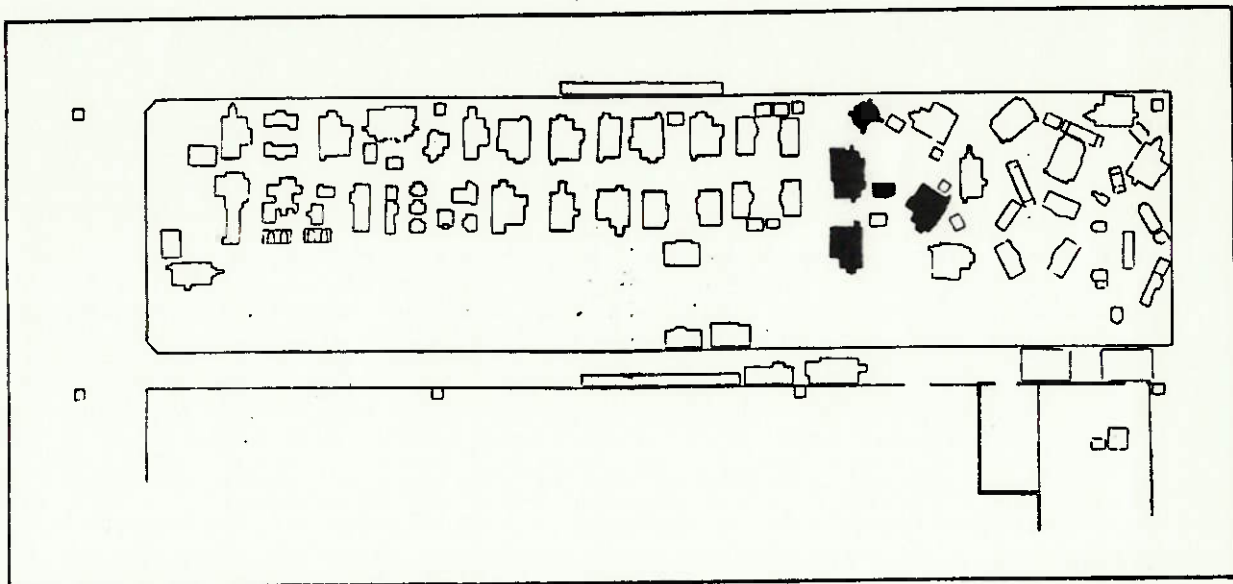
g) PASSO 6



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

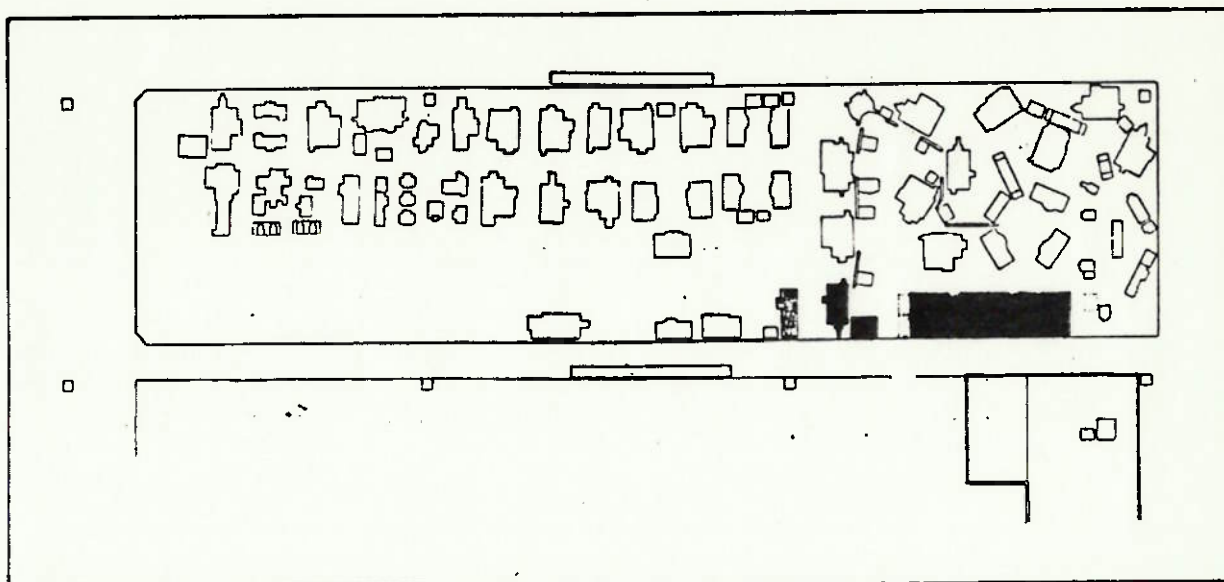
h) PASSO 7



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

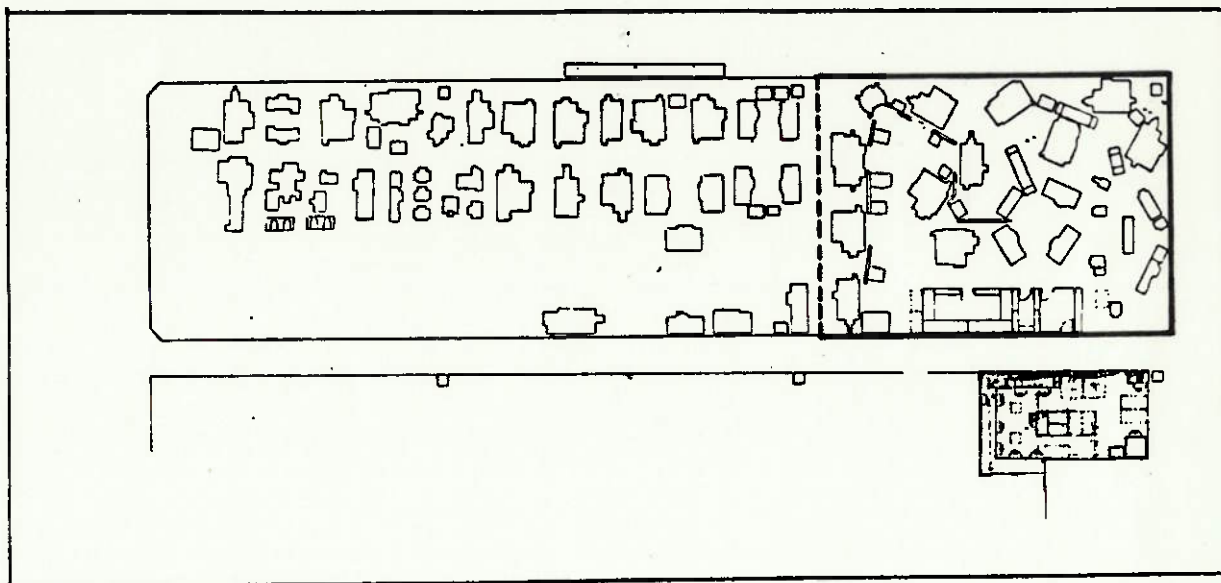
1) PASSO 8



METAL LEVE PISTÕES

Figura 7: PLANO DE MIGRAÇÃO DAS MÁQUINAS PARA FORMAÇÃO DA CÉLULA DE MANUFATURA L11

j) SITUAÇÃO FINAL

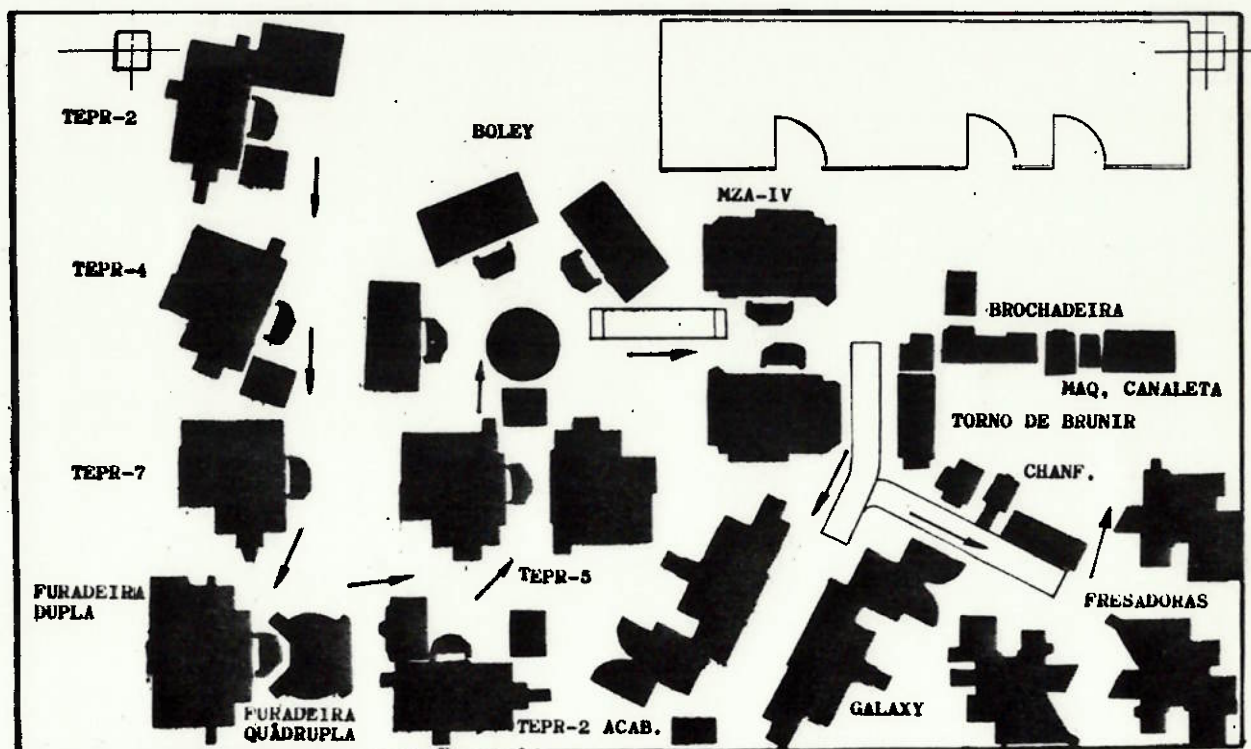


Na realidade, o layout final da célula XI é ' um rebatimento do layout proposto apresentado nas páginas ' anteriores. Isto devido à retirada da máquina de rolar e in trodução das fresadoras.

Entretanto, o processo de migração de máqui - nas e rearranjo do novo layout obedeceu o esquema proposto' anteriormente.

Na figura 8 é mostrado o layout definitivo da célula XI.

Figura 8: LAYOUT FINAL - CÉLULA XI



3.1.3 Determinação dos problemas específicos de instalação:

a) Bases das máquinas:

Uma máquina não pode, em geral, ser colocada simplesmente sobre o solo ou no piso de uma edificação, por isso, fundações ou bases elásticas têm de ser usadas no caso. Através do correto projeto e dimensionamento dessas, cargas podem ser transmitidas ao solo ou piso de uma maneira adequadamente distribuída, ao mesmo tempo que o comportamento da própria instalação sob efeitos dinâmicos (forças ou deslocamentos) pode ser melhorado de modo que a máquina não vibrará de nenhuma maneira sensível, nem induzirá vibrações nas redondezas.

Bases bem projetadas garantem o funcionamento suave das máquinas, capacitando-as a um desempenho preciso e satisfatório, ao passo que bases inadequadas podem causar vibrações prejudiciais.

A eliminação posterior dessas vibrações prejudiciais frequentemente causa sérias dificuldades e envolve altos custos.

Vibrações são prejudiciais às máquinas pois causam danos às suas estruturas e desgaste, e como consequência a precisão da máquina é perdida, levando a uma deterioração em seu desempenho e a uma perda em sua eficiência. Comparando-se com uma máquina corretamente suportada, a perda de eficiência pode ser superior a 10%. Vibrações também prejudicam as vizinhanças da máquina pela geração

contínua de vibrações no solo e nas edificações, podendo propagar-se por grandes distâncias e danificar edifícios ou outras instalações, resultando, por exemplo, numa perda de adesão entre aço e concreto. Elas podem também prejudicar ou impossibilitar a operação de outros equipamentos (tais como instrumentos ou máquinas delicadas).

Vibrações são obviamente também perigosas para o ser humano, não apenas pelo seu efeito mecânico como também pelo ruído que usualmente as acompanha.

Para se eliminar as vibrações de uma máquina existem duas maneiras: através de um balanceamento das suas partes móveis ou através da sua instalação sobre uma base adequada.

Por serem máquinas de pequeno porte e não apresentarem forças de inércia desbalanceadoras quase todas as máquinas da célula XI não apresentam bases, sendo assentadas diretamente sobre o piso da fábrica. A única exceção vem dos tornos Galaxy da ROMI, com comando numérico, que apresentam bases de aço apoiadas em suportes elásticos, bases estas nervuradas e fornecidas pela própria ROMI.

Parâmetros usados pelo fornecedor para o projeto da base do torno Galaxy: peso da máquina, centro de gravidade, eixos e momentos principais de inércia, dados sobre forças desbalanceadoras, forças externas intervenientes, cargas transitórias, layout estrutural e tipo de piso da fábrica.

De um modo geral, em virtude dos tipos de máquinas, as bases não representam problemas sensíveis.

b) Sistemas de informação e controle:

Atualmente o controle e o fluxo de informações são feitas através de documentos, nos quais foram observados alguns problemas:

- . Diferentes departamentos recebem um mesmo tipo de documento, o que revela um excesso ou falta de informações para cada departamento.
- . Dispende-se um tempo muito grande no preenchimento e envio desses documentos.
- . Os documentos não são objetivos, o que pode incorrer em erros ou informações inúteis.

Para resolver tais problemas faz-se necessário o uso da automação informativa e de controle.

A automação mecânica tem eficiência direta no ciclo produtivo, enquanto que a automação informativa e de controle tem eficiência indireta no ciclo produtivo.

Um sistema de informação e controle eficiente deve conter um plano estratégico de sistemas que apoie os objetivos de negócios e fabricação da empresa.

Na célula XI três fatores justificam plenamente a automação informativa:

- . A necessidade de adequar o fluxo de informações ao sistema Just in Time.

- . Tal automação permite aproveitar a base global de dados Metal Leve à efficientização da célula.
- . Gerenciamento da produção facilitando, permitindo a detecção de falhas e desvios do processo.

A seguir são apresentados os planos e sugestões para a automação informativa e de controle, a saber:

- . Automação em áreas restritas à célula (figura 9).
- . Áreas de atuação não restritas à célula (figura 10).
- . Interligação da célula com áreas externas (figura 11).
- . Configuração final (figura 12).

A automação informativa e de controle deverá trazer os seguintes benefícios para a célula XI:

- . Redução de tempos não produtivos.
- . Facilidade na determinação de falhas de processo.
- . Facilidade na determinação de falhas de equipamentos.
- . Melhor organização do fluxo de materiais.
- . Maior eficiência no planejamento celular.

AUTOMAÇÃO INFORMATIVA EM CONSIDERAÇÃO:

Figura 9: ÁREAS DE ATUAÇÃO RESTRITAS À CÉLULA DE MANUFATURA:

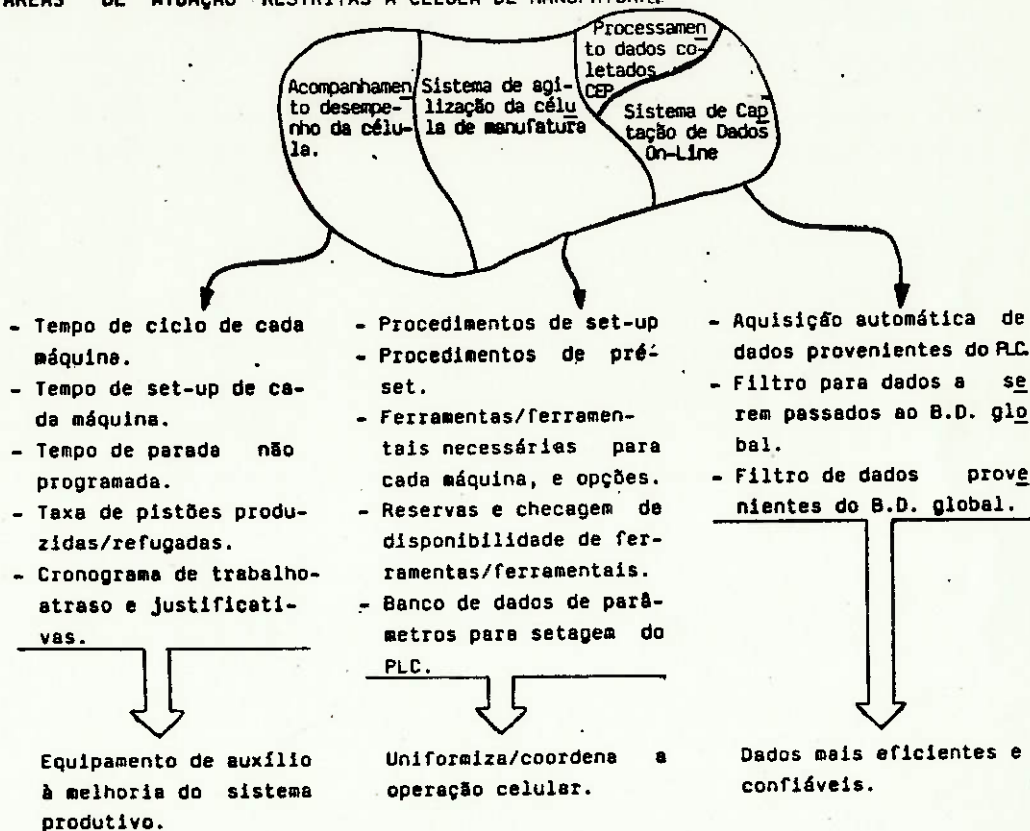
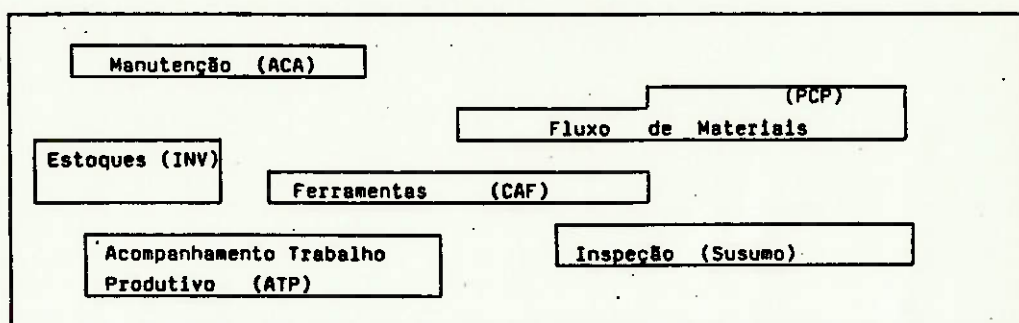


Figura 10: ÁREAS DE ATUAÇÃO NÃO RESTRITAS À CÉLULA DE MANUFATURA:



Apoio Geral a todas as Linhas de Produção

- Necessidade de apoio destes tópicos, para a eficientização da célula de manufatura.

Figura 11: Aplicativos de manejo de banco de dados, diferenciados à célula - filtragem de dados úteis à efficientização celular.

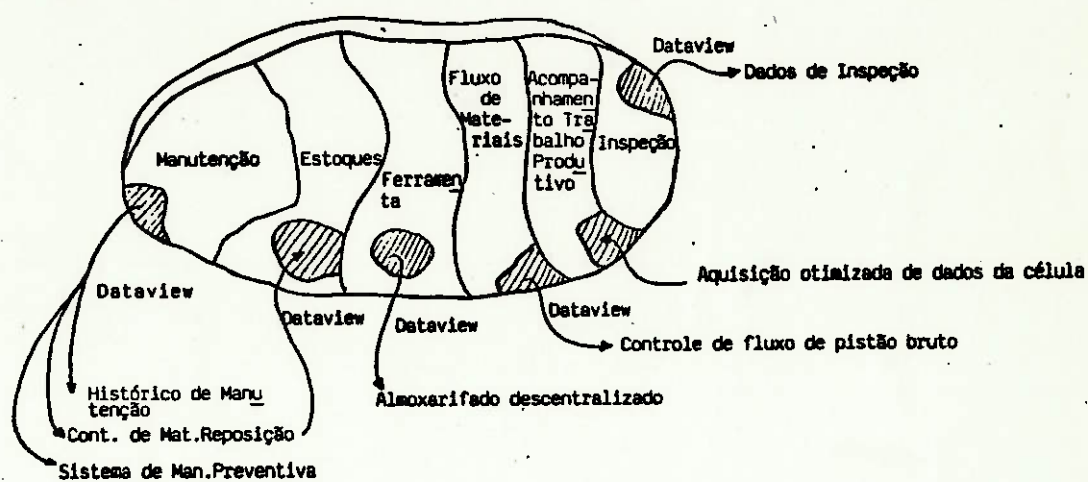
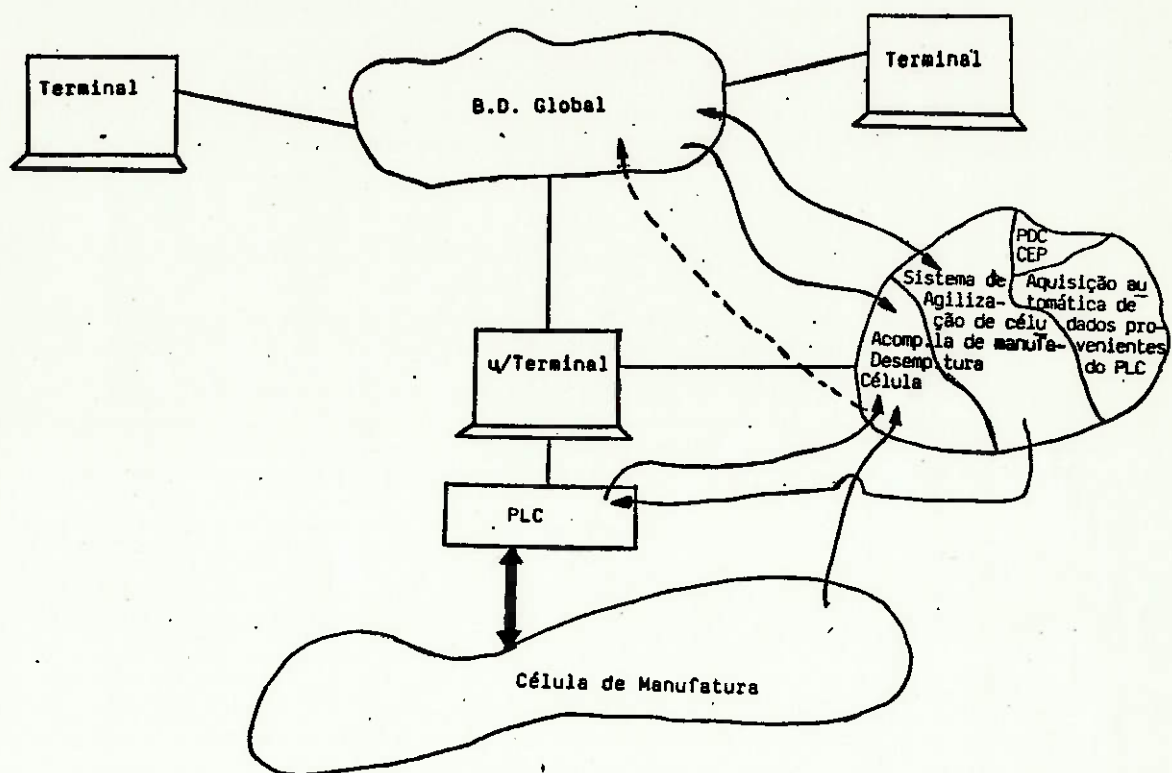


Figura 12: CONFIGURAÇÃO AUTOMAÇÃO INFORMATIVA



c) Controle de qualidade e aferições do produto na linha:

Deve-se entender a célula de manufatura como uma mini-fábrica.

Portanto, não é de se estranhar que ela tenha uma inspeção final dedicada.

Na linha de usinagem propriamente dita, o controle dimensional é feito nos tornos Boley, nas máquinas TEPR-5 e nas mandrilhadoras MZA-IV, em 100% dos pistões.

Na inspeção dedicada é efetuada um controle dimensional sobre altura de compressão, diâmetro externo, diâmetro do furo para pino, altura de esquadro e dimensões das canaletas. A inspeção é feita em 100% dos pistões e, toda ela manual. Com isso, cansaço visual, decorrente da repetição das operações, pode ocorrer e comprometer a qualidade do trabalho.

A verificação da rugosidade da saia do pistão é feita por amostragem.

Portanto, sendo a inspeção final uma atividade contínua e altamente dependente do operador, não se pode esperar uma eficiência permanente.

O atual método de inspeção é caro, mas fornece às montadoras peças com qualidade 100% assegurada. O refugo é derretido e a matéria prima reaproveitada. Isso implica em custos adicionais de produção, com o retrabalho do refugo.

A inspeção final 100% garante a qualidade dos produtos da Metal Leve, porém, requer um alto investimento e pode apresentar problemas quanto à eficiência.

Então, dentre as duas possibilidades existentes para a empresa, sendo elas: continuar com o processo atual e arcar com os altos custos de inspeção e retrabalho do refugo, ou optar pelo controle do processo produtivo, eliminando as falhas do mesmo, a Metal Leve optou pela segunda.

A grande mudança no controle de qualidade da célula XI é a passagem de um controle de qualidade estatístico para um controle estatístico do processo.

A introdução do CEP (controle estatístico do processo) permite impor qualidade ao produto, exatamente ao contrário do controle final que apenas detecta os produtos defeituosos, não os evita.

O CEP terá um tempo de implantação, a qual será gradual, tendo etapas híbridas, até que entre um regime e seja plenamente eficiente.

Etapas de implantação:

- . Atual - inspeção final dedicada à célula + CEP manual.
- . Curto prazo - inspeção final dedicada + CEP automático (ACEP).
- . Médio prazo - CEP automático (ACEP).

O controle na linha de usinagem será mantido como está, apenas com o aperfeiçoamento dos dispositivos de controle.

3.1.4 Racionalização e otimização de processos produtivos:

Como crescimento constante do número de máquinas e pessoas no parque industrial, associado à necessidade' de produzir, as soluções desenvolvidas são imediatistas e ' sem preocupações perpetuadas e englobadas ao processo produtivo. Dessa forma os objetivos de produção são geralmente alcançados somente através de esforços adicionais e a custos ' elevados. Sendo a simplificação, combinação da racionalização e da otimização, a etapa que reorganiza o fluxo de materiais, elimina desperdícios como tempos longos de set up, altos estoques, etc..., esta tornou-se imprescindível pois, a partir deste estudo, além de eliminarmos "desperdícios e vícios ocultos", estaremos preparando o ambiente para a etapa' seguinte que é a automação.

A racionalização e a otimização constituem a base fundamental por onde se deve iniciar o desenvolvimento' de um novo modelo de manufatura.

Dentro do desenvolvimento de um modelo de célula de manufatura automatizada, a sua visão técnica é de extrema importância. Esta visão deverá estar sempre voltada para a avaliação de produção, engenharia e tecnologias de informação.

Um caminho seguro para atingir os objetivos ' pretendidos dentro do ambiente de produção é a implantação ' progressiva da racionalização e otimização, automação e integração, através de um plano diretor de automação.

Não adianta automatizar processos ineficientes, pois neste caso estaremos automatizando a ineficiência.

Portanto, desde que a etapa da racionalização e otimização tenha sido corretamente parametrada e executada, a automação torna-se mais adequada, pois a sua implementação evitará redundâncias e automações desnecessárias.

Analisaremos, a seguir, os caminhos da racionalização e otimização.

a) Tecnologia de Grupo:

A Tecnologia de Grupo é considerada como uma técnica que identifica e explora a semelhança ou similaridade de peças e operações de processos no projeto e fabricação, proporcionando os meios essenciais para maior produtividade de fabricação e para o desenvolvimento e implantação da fabricação assistida por computador.

Várias vantagens podem advir desta técnica, sendo que as principais são:

- . Redução do lead time de projeto de um novo produto.
- . Redução do tempo de set up.
- . Redução do número de operações desnecessárias.
- . Redução do número de partes em base de dados.
- . Aumento da capacidade de utilização das máquinas.
- . Simplificação e melhora do planejamento de

processo e controle de produção.

- . Utilização mais eficientes das máquinas CNC.

Na célula XI pode-se considerar como embutida no Just in Time a Tecnologia de Grupo aplicada, pois os produtos da célula formam uma família de peças semelhantes quanto a processos e geometrias.

b) Manutenção:

A manutenção das máquinas é um fator primordial no aumento da produtividade, pois o elemento máquina é terminal e, se esta não funcionar, nenhum trabalho de racionalização e otimização terá efeito.

Então, sugere-se que as máquinas sofram uma revisão geral, ou se necessário, uma reforma completa, a fim de iniciar o trabalho com um dos requisitos atendidos. O subsequente a isso é um programa de manutenção preventiva eficiente e com histórico de problemas e soluções encontrados, facilitando futuros consertos.

Outro ponto a ser verificado é a possibilidade de se dedicar pessoal de manutenção à célula.

c) Análise de Set up:

O set up de uma máquina ou de um processo produtivo é o responsável pela sua flexibilidade, ou seja, a capacidade do processo em atender às necessidades de troca rápida.

Sabe-se hoje o quão importante é ter essa flexibilidade nos processos produtivos, pois, caso contrário, recursos desnecessários em estoques estarão sendo alocados.

É importante ressaltar a necessidade da participação de todas as pessoas envolvidas no processo produtivo para evitar soluções viciadas, não esquecendo dos operadores, pois são eles que mais conhecem os problemas ocorridos sob os mais variados aspectos.

Para a célula XI são regras básicas para a redução do set up:

- . Separar a preparação externa da preparação interna.
- . Converter o tempo de preparação interna (o máximo possível) dentro do tempo de preparação externa.
- . Eliminar porcas e parafusos.
- . Padronizar ferramentas, suportes, espaçadores, etc...
- . Usar blocos e gabaritos para ajustes.
- . Padronizar e documentar as etapas de preparação.

d) Diminuição de estoques:

Os problemas existentes na produção são causas geradoras de estoques, mas por outro lado, de certa forma, encobrem os problemas de produção. Uma maneira muito difundida e utilizada pelas empresas é a geração de estoques interme -

diários, para poder contar com eles no caso de parada de máquina (quebra ou ajuste), e recuperar a produção perdida.

O estoque intermediário é indesejável, pois ' ele deteriora o sistema produtivo nos seguintes pontos:

- . Encobre as deficiências da produção.
- . Aumenta o lead time do processo.
- . Aumenta a complexidade do status do produto.
- . Recursos alocados em estoques.

Portanto, é fundamental reduzir o nível de estoques a um valor ótimo, senão nulo, obtendo-se com isso vantagens nos seguintes pontos:

- . Diminuição de refugos e retrabalhos em função da detecção mais rápida dos problemas de qualidade.
- . Aumento da produtividade em virtude do compromisso de continuidade do processo.
- . Aumento da flexibilidade devido a maior rapidez do término do lote.

Estudos estão sendo feitos na célula XI no ' sentido de reduzir ao máximo possível os estoques intermediários, colocando na célula uma manutenção muito mais eficiente para evitar paradas de máquinas.

e) Padronização:

É requisito fundamental para a promoção de automação de uma linha de produção.

A padronização, quando elaborada de forma simples e de fácil assimilação, leva à consistência do produto' e esta consistência é um dos principais fundamentos da boa ' qualidade.

Convém ressaltar que a padronização não deve' nunca complicar um processo ou dispositivo, e que o padrão ' não é um elemento etéreo, mas sim dinâmico, o qual necessita revisão e atualização, de forma, que, como padrão, seja utili^zado aquele que é ótimo no momento.

Itens a serem padronizados na célula:

- . Procedimento de preset.
- . Procedimento de set up.
- . Ferramental.
- . Dispositivos de usinagem e inspeção.
- . Estoques intermediários.
- . Folhas de processo.

f) Layout:

Um layout bem elaborado facilita muito a ra-
cionalização do sistema produtivo, pois além de permitir uma
simplificação no fluxo de trabalho vem reduzir o espaço ocu-
pado e melhorar a alocação dos operadores nos postos de tra-
balho.

Através da aplicação de tecnologia de grupo ' pode-se alcançar o layout otimizado para um processo produ^ti-
vo específico, adequando-se os métodos de trabalho.

O layout celular representa hoje o ponto máximo de racionalização, com atenção plena aos requisitos acima descritos e apresentando uma redução de área muito significativa para a Metal Leve, uma empresa que busca espaço para a sua expansão há anos.

g) Sistema de informações:

Como já foi visto no item 3.1.3.b), para que o processo de manufatura seja rápido e eficiente é necessário que o sistema de informações administrativas transite livremente entre os departamentos envolvidos.

3.1.5 Aprimoramento do set up de máquinas:

A utilização de uma máquina compreende dois estágios: preparação e operação.

O tempo de set up ou de preparação da máquina é aquele dispendido para adequar a máquina ao produto que nela será produzido.

O set up abrange regulagens, ajustes, trocas de dispositivos, de ferramentas, etc... Ele pode ser acelerado diminuindo-se os movimentos do operador, deixando à sua mão ferramentas de uso frequente e dispondo-se de dispositivos de ajustes rápidos.

Quanto maior for a padronização nos movimentos e dispositivos, mais rápido será o set up.

Deve-se evitar o ajuste das máquinas durante o processo de fabricação dos produtos, pois isto reduz a produção.

atividade e compromete a qualidade.

Portanto, o objetivo é fazer um único set up para cada lote diferente de pistões, utilizando dispositivos e movimentos padronizados, evitando paradas de máquina durante o processo para ajustes intermediários.

Na antiga linha 11 (antes de tornar-se uma célula) o ajuste de uma máquina só se iniciava quando o mesmo já havia sido feito na máquina anterior, pelo fato de se utilizar as peças que já vinham sendo fabricadas. Esse ajuste, feito por tentativas, demorava aproximadamente 40 horas, como ilustram as figuras 13 e 14. Com um tempo tão grande o set up acabava por mesclar-se com a produção e, além disso, os tempos de set up mais liberação eram diferentes de máquina para máquina. Isto causava um desbalanceamento da linha e formação de estoques intermediários.

Para resolver tal problema foram propostas duas soluções para a redução dos tempos de set up e liberação:

- . Uma máquina só é ajustada e liberada quando a anterior já o foi.
- . Os ajustes das máquinas são independentes, com inspeção para liberação dedicada.

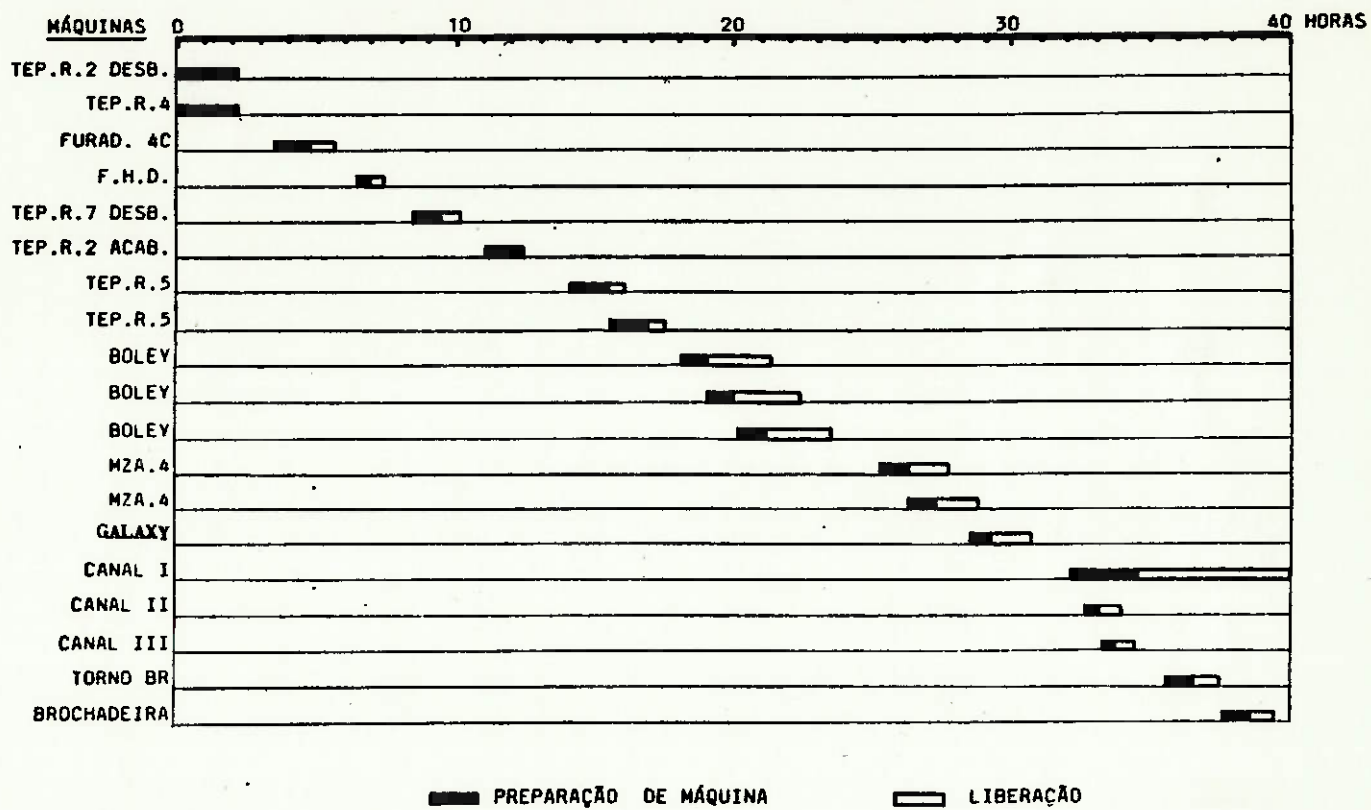
As figuras 15, 16 e 17 ilustram a redução que poderá vir a ser obtida com cada uma delas.

A solução com inspeção para liberação dedicada foi a escolhida. O processo de melhoria no set up será gradual. Atualmente, o tempo de set up está em 18 horas.

As modificações nos dispositivos e máquinas ' serão apresentadas mais adiante, no anteprojeto.

METAL LEVE PISTÕES

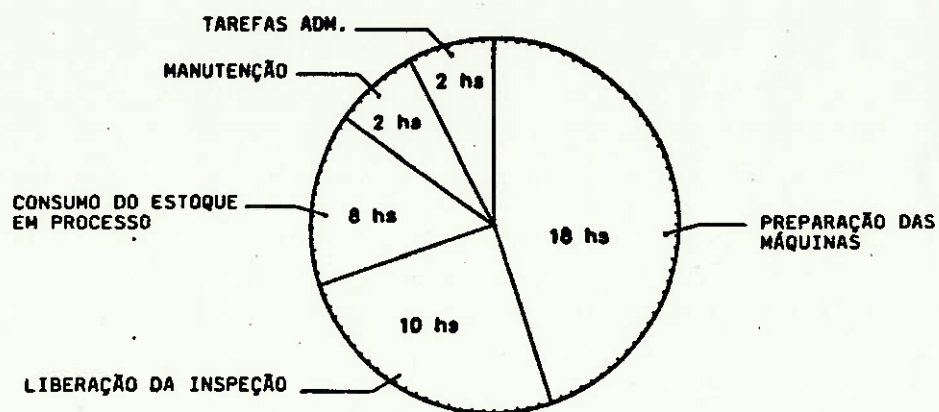
Figura 13: TEMPO DE PREPARAÇÃO DA LINHA - SITUAÇÃO ANTIGA



METAL LEVE PISTÕES

Figura 14: TEMPO DE PREPARAÇÃO DA LINHA

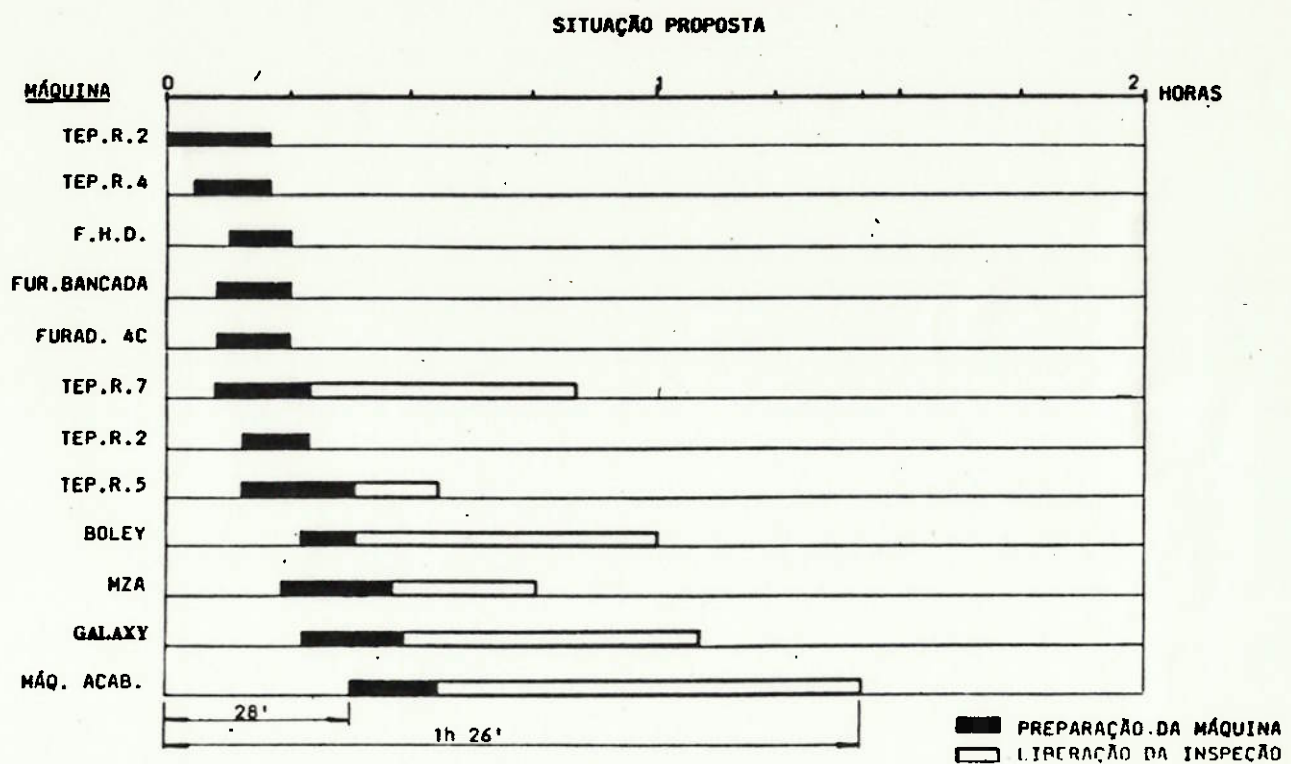
SITUAÇÃO ANTIGA



TEMPO TOTAL: 40 HORAS

METAL LEVE PISTÕES

Figura 15: TEMPO DE PREPARAÇÃO DA LINHA

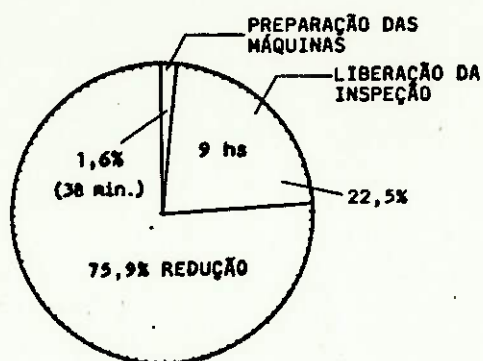


METAL LEVE PISTÕES

Figura 16: TEMPO DE PREPARAÇÃO DA LINHA

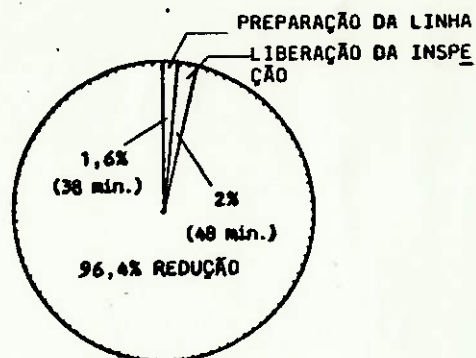
SITUAÇÃO PROPOSTA

SEM CONTROLE DE QUALIDADE DEDICADA



TEMPO TOTAL: 9h 38min.

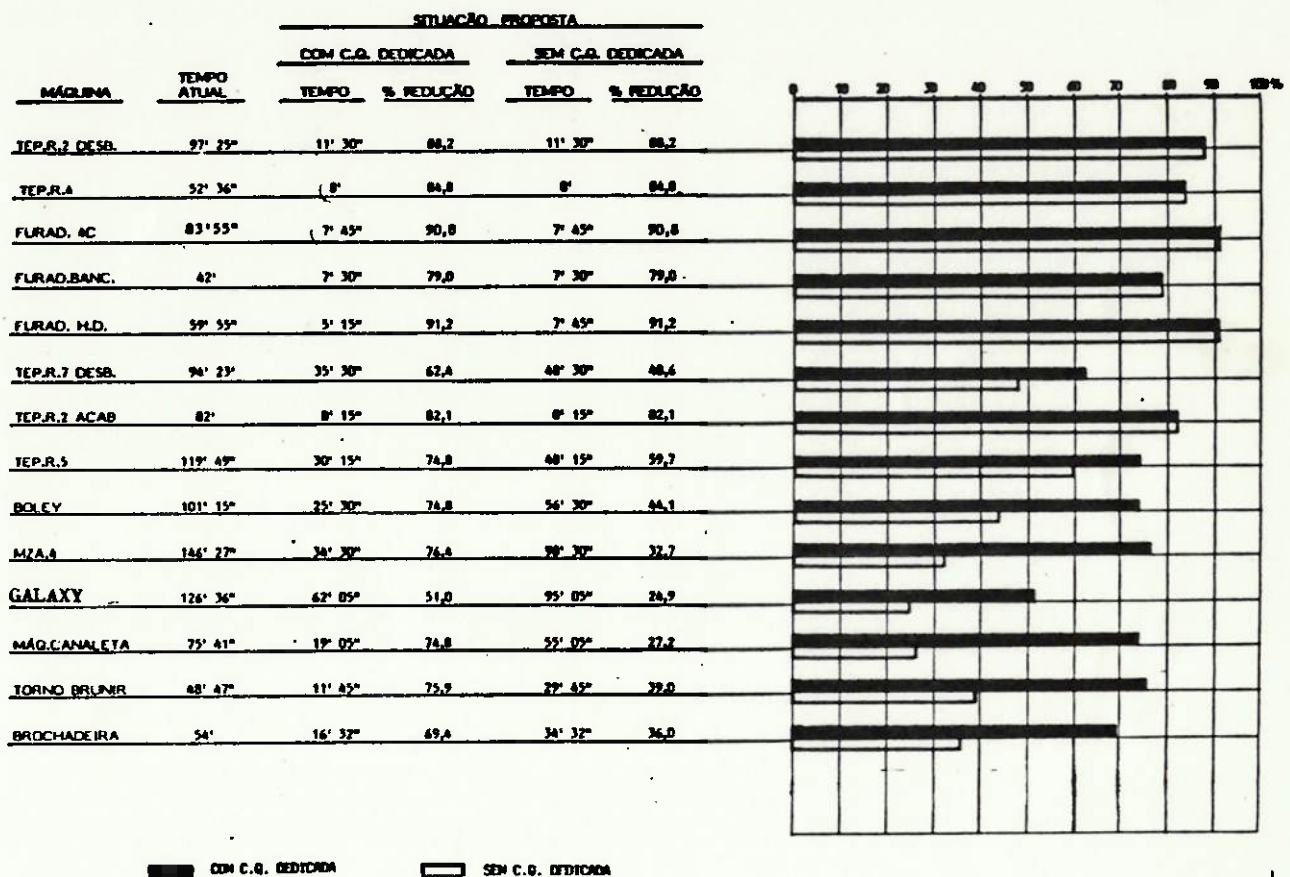
COM CONTROLE DE QUALIDADE DEDICADA



TEMPO TOTAL: 1h 26min.

METAL LEVE · PISTÕES

Figura 17: RESUMO SET-UP



3.1.6 Aprimoramento do sistema de manutenção:

A manutenção é atualmente um dos principais pontos críticos da automação industrial.

Para que os tempos de máquina parada em reparo se reduzam e os riscos de danos ao equipamento sejam diminuídos devem ser sobrepujados três tipos de problemas básicos: a incompatibilidade entre as várias tecnologias existentes; a estrutura departamentalizada das indústrias que prioriza soluções particulares, e a carência de mão de obra com treinamento direcionado à manutenção.

A manutenção pode ser classificada em várias categorias, sendo as mais conhecidas no Brasil a corretiva (ou de emergência) e a preventiva, esta menos utilizada.

Manutenção preditiva é aquela responsável pela escolha dos parâmetros para análise e detecção dos melhores momentos para se realizar a manutenção preventiva.

Na célula XI o Just in Time requer tempo de parada de máquina zero. Mas, na realidade, isso é impossível, devido ao tempo de uso e ao estado das máquinas da célula. A solução encontrada foi a implementação de uma manutenção dedicada, que consiste em alocar mecânicos de manutenção especializados na célula, tendo conhecimento profundo sobre as máquinas da mesma.

A manutenção dedicada apresenta as seguintes vantagens:

- . Mecânico com conhecimento específico dos equipamentos da célula, altamente especializado.

- . Aumenta o espírito de equipe e a responsabilidade individual, o que faz parte do Just in Time.
- . Os relatórios de manutenção por centro de custos chegam mais rápido aos responsáveis.
- . Cada máquina tem seu ferramental apropriado, sem improvisações que representam perda de tempo e possíveis danos à máquina.
- . Como o atendimento é mais rápido, o tempo de parada de máquina é menor.

Uma ferramenta auxiliar da manutenção é a automação informativa e de controle. A GEPA tem idéias de usá-la.

A área de Produtividade da Metal Leve está estudando a possibilidade de implantação de um sistema de manutenção preventiva.

A GEPA, com o auxílio da automação informativa e de controle, está realizando um trabalho de apoio para ajudar a Produtividade e elaborar o sistema de manutenção preventiva. Para isso, a GEPA está tentando criar um software para diagnóstico das máquinas.

Será criado um banco de dados de ocorrências e procedimentos por máquina. A cada ação de manutenção o sistema será alimentado com as informações prestadas pelos mecânicos dedicados. Formar-se-á, então, um histórico detalhado da manutenção de cada máquina.

A partir de um certo número de dados será possível montar um procedimento estatístico de causas. Isso ajudará a detectar e diferenciar se a causa do problema da máquina foi aleatória ou proveniente de um outro fator.

A análise estatística dos dados coletados, realizada após um período adequado de funcionamento do sistema, poderá ser útil à área de Produtividade da Metal Leve para montar o sistema de manutenção preventiva da célula XI.

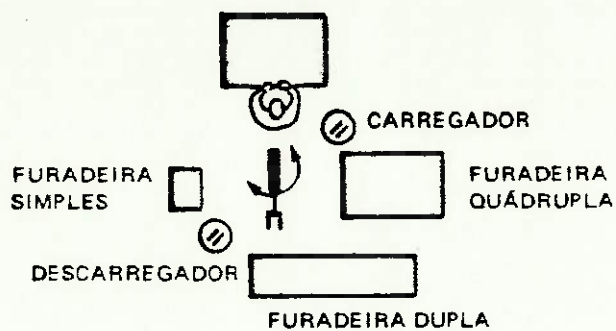
Entretanto, esse sistema de diagnóstico só funcionará se a coleta e alimentação de dados no computador forem corretamente executadas. Portanto, é necessário um treinamento técnico e de conscientização aos operadores da célula.

3.1.7 Aprimoramento de alimentação de máquinas e movimentação de materiais:

É necessário considerar um equipamento de alimentação e movimentação como um componente de um sistema de automação de manufatura. Assim sendo, visando especificar para o ambiente de produção, estudos devem ser feitos enfocando os processos de produção e as soluções viáveis em termos de sistemas de automação de manufatura.

Após um estudo e análise criteriosos da linha de produção chegou-se à conclusão da possibilidade de utilização de manipuladores industriais e transportadores em duas áreas da célula XI: na área das furadeiras e nas operações finais.

Na área das furadeiras o esquema proposto é apresentado na figura 18.



SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES:

- 1 - PEGAR PEÇA NO CARREGADOR E COLOCAR NA FURADEIRA QUÁDRUPLA
- 2 - PEGAR PEÇA DA FURADEIRA QUÁDRUPLA E COLOCAR NA DUPLA
- 3 - PEGAR NOVA PEÇA NO CARREGADOR E COLOCAR NA FURADEIRA QUÁDRUPLA
- 4 - TIRAR PEÇA DA DUPLA E COLOCAR NA SIMPLES
- 5 - ESPERAR E DESCARREGAR
- 6 - VOLTAR A 2

Figura 18

Manipulador na área das furadeiras.

Entretanto, o uso de manipuladores na área das furadeiras ficou inviabilizado devido à modificação feita na furadeira quádrupla pela Ferramentaria. Tal modificação foi a introdução de uma máscara com buchas Koning para evitar a quebra das brocas.

Nas cinco operações finais continua perfeitamente válida a idéia de utilização de um equipamento de alimentação e movimentação. Três idéias foram analisadas, e serão apresentadas em ordem cronológica de surgimento.

A idéia inicial era a de utilizar um manipulador para cada máquina e um transportador de esteira, como mostrado na figura 19.

Após consultas à fabricantes de manipuladores dois novos conceitos foram apresentados: dois manipuladores, sendo um vertical e o outro horizontal com calço posicionador para cada pistão (figura 20); dois manipuladores, um vertical e o outro horizontal, sem calço de posicionamento (figura 21).

As idéias apresentadas pelos fabricantes de manipuladores são mais eficientes do que a idéia de combinar manipuladores com transportadores. Além do mais o sistema da figura 19 teria um custo de fabricação e de operação superior aos sistemas apresentados nas figuras 20 e 21.

Uma vantagem dos manipuladores industriais reside no fato de que, uma vez programado para uma determinada tarefa, ele a executará sem estar sujeito à paradas por cansaço, aborrecimento, doença, feriados e fins de semana, pre-

guiça ou reuniões das quais os seres humanos não conseguem se desvencilhar quando vão para o trabalho. Outra vantagem é a uniformidade da tarefa executada.

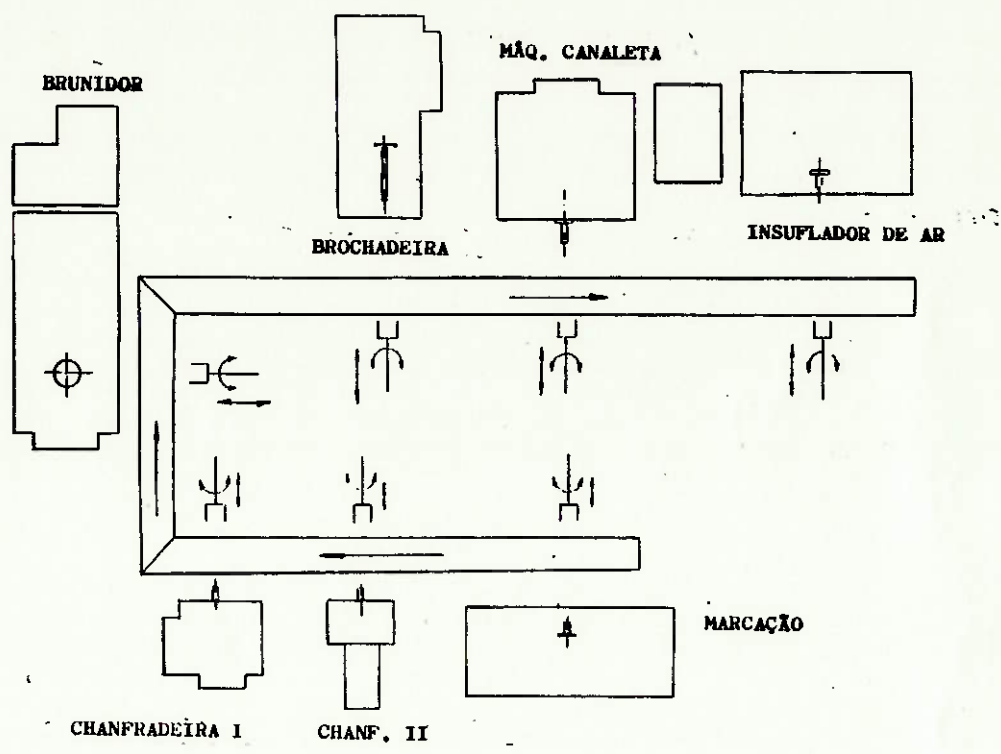


Figura 19: Sistema de manipuladores

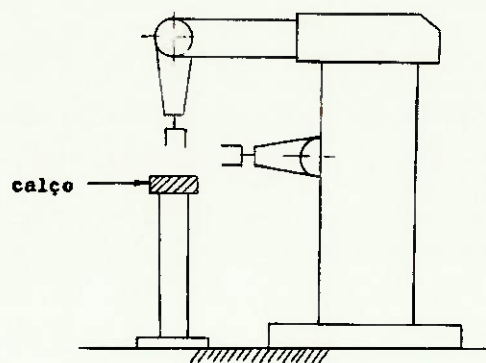


Figura 20: Manipuladores com calço

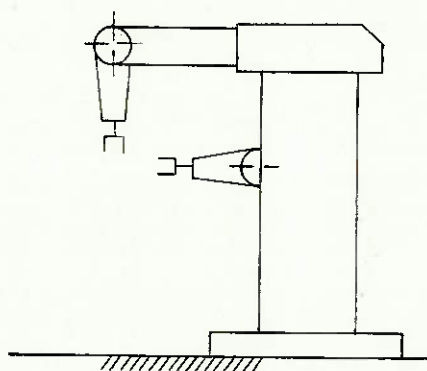


Figura 21: Manipuladores sem calço posicionador

O diagrama com as principais partes de um manipulador industrial pode ser visto na figura 22.

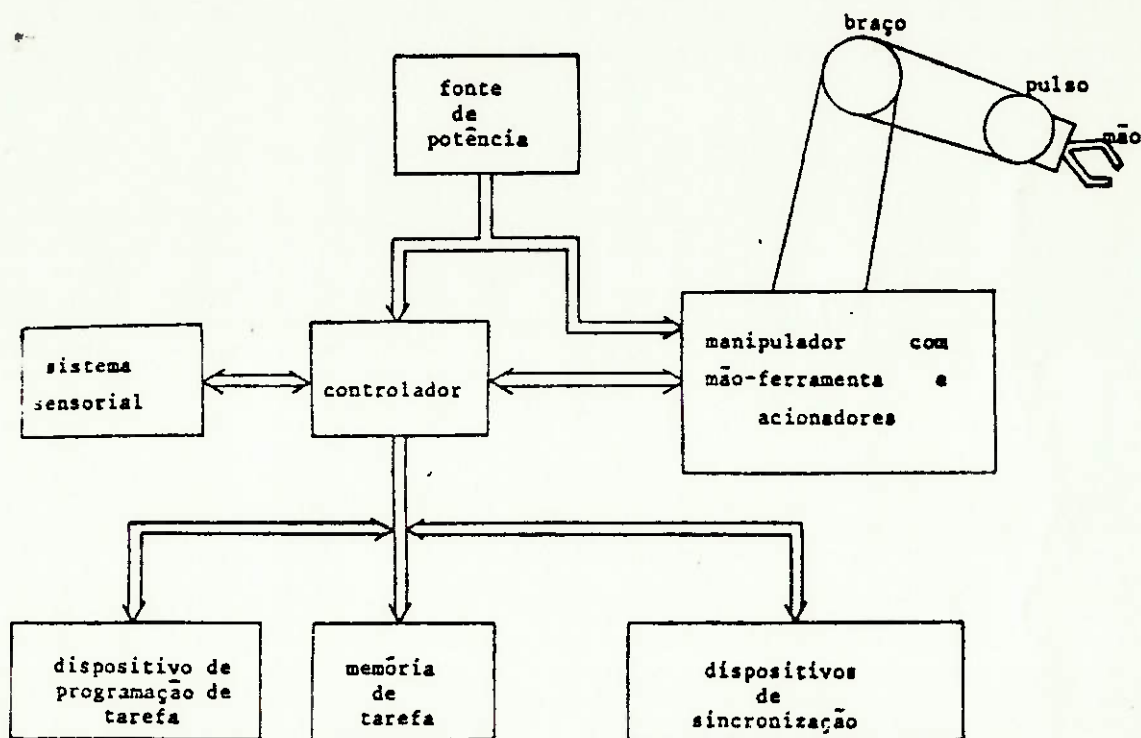


Figura 22:

Diagrama de blocos de um manipulador.

O fabricante de manipuladores, escolhido pela GEPA, deverá apresentar um anteprojeto até a metade de dezembro de 1987, contendo os seguintes itens:

- Arquitetura mecânica:
 - . área de trabalho
 - . peso do manipulador
 - . capacidade de carga
 - . resolução
 - . repetibilidade
 - . velocidades
- Mão-ferramenta
- Acionamentos
- Sistemas de controle
- Sistema sensorial
- Dispositivos de sincronização com eventos externos.

A Metal Leve sugeriu, através da GEPA, que fosse utilizado um PLC para o sistema de controle do manipulador. A idéia está sendo avaliada pelo fabricante.

3.1.8 Introdução do Controle Estatístico do Processo (CEP):

Para a operacionalização dos projetos de aperfeiçoamento da qualidade e de incremento da produtividade é necessário criar na empresa um sistema estrutural adequado.

Dentre as técnicas para atingir esse objetivo, uma das mais importantes é o chamado CEP - Controle Estatís-

tico do Processo - um conjunto de métodos e técnicas que foi desenvolvido na década de 20 nos EUA.

Num processo de fabricação é comum que o operador execute corretamente suas tarefas na expectativa de que os resultados do seu trabalho apresentem uniformidade. Entretanto, é comum que os resultados apresentem variações.

Mas como saber até que ponto essas variações são devidas ao acaso, não tendo o operador domínio sobre elas ou se são devidas à falhas do sistema perfeitamente identificáveis? Para isso, precisa-se dividir as variações ocorridas ao acaso (variações aleatórias ou inerentes) das variações devidas à causas identificáveis (variações causais), de forma a saber quando o sistema necessita de melhorias e quando o problema está nos erros durante o processo.

A importância fundamental do controle estatístico é a sua capacidade de distinguir as variações aleatórias das variações causais, conduzindo ao perfeito domínio do processo. Além disso, ele possibilita que ações corretivas sejam continuamente tomadas para o aperfeiçoamento da qualidade.

As variações aleatórias estão presentes em qualquer processo, tendo origens diversas e provocando pequenas e inconstantes alterações dos resultados. É necessário, porém, estabelecer os limites dessas variações através da observação dos desvios ou erros padrões das amostras. Enquanto os resultados apresentarem-se dentro desses limites nenhuma ação é tomada pelo pessoal de operação, pois considera-se

que o processo está sujeito apenas às variações ou flutuações estatísticas normais.

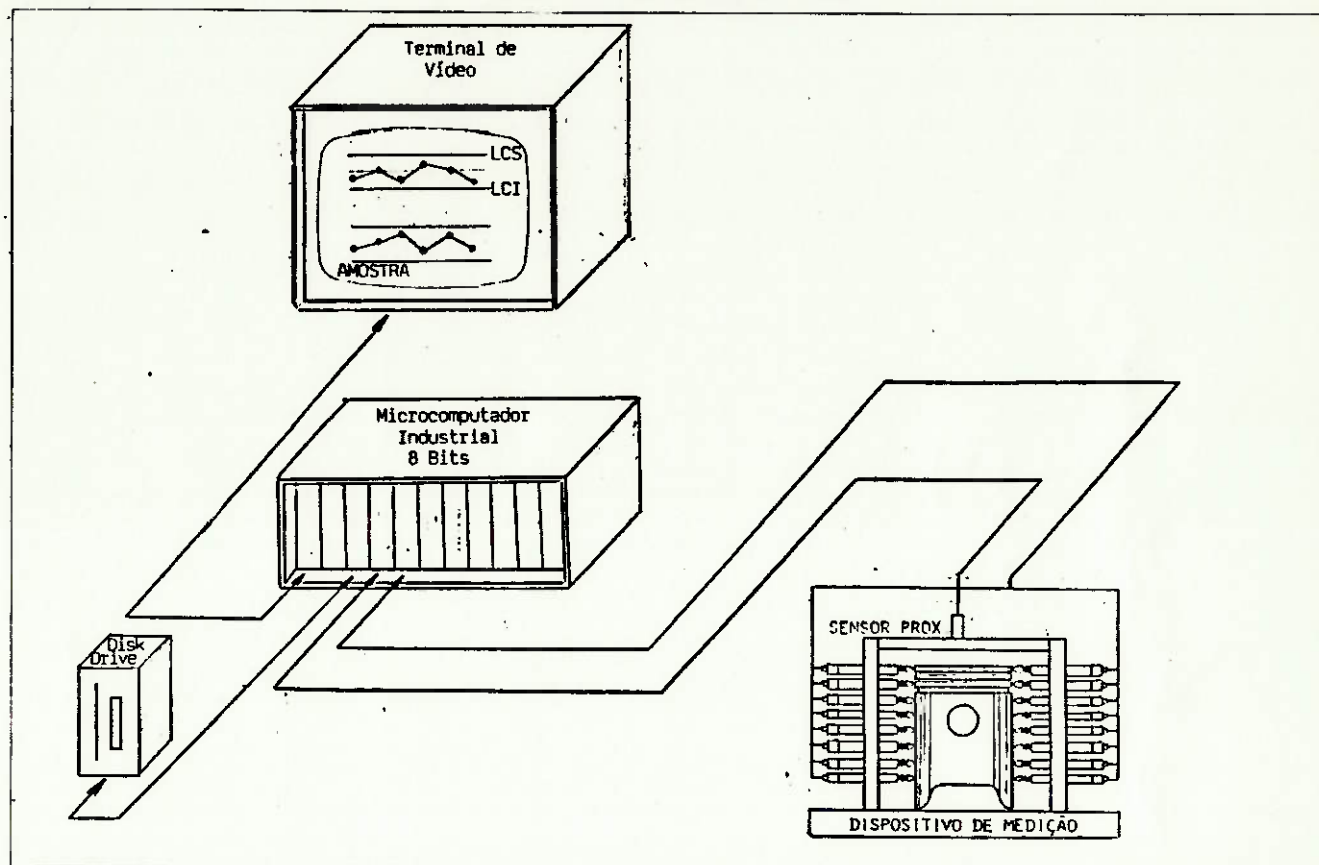
Por outro lado, se os resultados excederem os limites ou mostrarem tendências ou padrões anormais, ações imediatas devem ser tomadas, evitando-se o descontrole do processo. Considera-se, neste caso, que o processo está sujeito à variações causais que podem e devem ser eliminadas.

As variações causais podem ser identificadas e eliminadas pelo próprio pessoal envolvido na produção, enquanto que as variações aleatórias podem apenas ser reduzidas através de ações gerenciais.

A Metal Leve optou pela implementação de um controle estatístico automatizado, o ACEP, cuja configuração é mostrada na figura 23.

A implantação será gradual, conforme o que já foi dito no item 3.1.3.c, em todos os parâmetros que deverão ser controlados.

Figura 23: Configuração do ACEP



3.1.9 Possibilidades de uso de CLP:

Controlador Lógico Programável, CLP, ou, ainda como muitos o chamam, PLC, é um dispositivo eletrônico de estado sólido, concebido com base em técnicas digitais e constituído para aplicações industriais em controle de processos e máquinas.

A organização de um CLP, é, em geral, bastante simples e específica para a função que desempenha, visando-se assim reduzir o custo. O equipamento é constituído basicamente de uma fonte de alimentação, uma unidade central de processamento (CPU), que pode ou não usar um microprocessador, uma memória central e unidades de entrada e saída da informação do processo industrial ou da máquina sob controle.

Quando apareceu no final da década de 60 com a finalidade de resolver problemas inerentes à indústria automobilística americana, o controlador programável possuía apenas capacidade para realizar funções de substituição de grupos de reles auxiliares para realização de funções lógicas discretas, relés temporizadores e contadores de eventos.

Os cartões para interface de entrada e saída com o processo eram mantidos junto à caixa do processador, sem propiciar economia alguma na cablagem. Esses processadores possuíam no máximo 1K palavras de memória RAM para abrigar a imagem dos dados discretos do processo e para armazenar o programa do usuário.

A partir de meados da década de 70 os controladores programáveis ganharam a capacidade de realizar fun -

ções de manuseio de matrizes, ao mesmo tempo que a sua interface com o processo cresceu para admitir a entrada e saída de sinais analógicos. Os cartões de interface com o processo nesta época saltaram para fora da caixa do processador, permitindo sua montagem perto do ponto onde os dados eram gerados ou utilizados. O tamanho de sua memória RAM cresceu para 4K palavras, com alguns fabricantes indo até 12K palavras.

O princípio de funcionamento é idêntico para todos fabricantes de CLP: o processador examina o estado das entradas e saídas e, em função destas, processa sequencialmente as instruções armazenadas em sua memória.

As informações de entrada são combinadas, sequenciadas, temporizadas ou manipuladas em algoritmos específicos, de acordo com um programa. Ao término desse programa as saídas são atualizadas, na forma de acionamentos de motores, solenóides, válvulas motorizadas, atuadores discretos ou contínuos, sensores, cilindros, display, etc... E, assim, o processo todo é repetido ciclicamente.

Existem duas aplicações possíveis para o CLP na célula XI: controle e monitoração.

Na célula o CLP pode ser um importante elemento de interligação do processo, com a sua utilização voltada para:

- . Monitoração da célula quanto aos tempos de ciclo, estoque intermediário, produção por máquina, tempo de máquina parada e tempo de set up.

- . Agilização da manutenção elétrica (auto diagnóstico).
- . Viabilizar o controle e interligação de sensores a atuadores.
- . Permitir comunicação com outros sistemas.
- . Substituir a lógica de relés.
- . Controlar manipuladores.

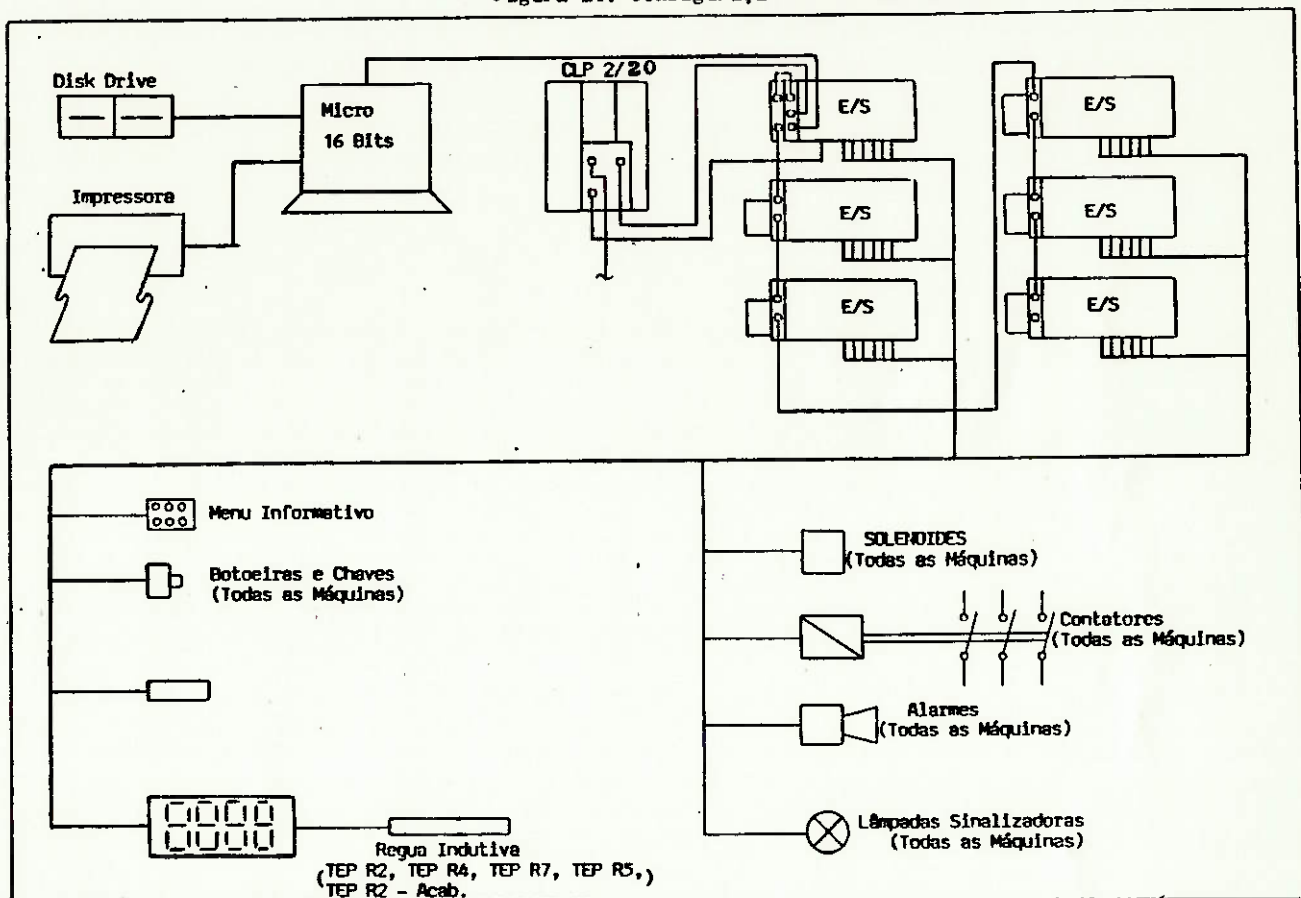
A configuração proposta para a aplicação de CLP na célula é apresentada na figura 24.

Os benefícios que o CLP poderá trazer são:

- . Maior precisão, confiabilidade e robustez ' como controlador.
- . Acompanhamento e monitoração permanentes da célula.
- . Redução do tempo de manutenção elétrica.
- . Menor tempo de set up, com padronização de ferramental.
- . Flexibilidade.
- . Modularidade: facilidade de expansões e modificações.
- . Fácil acesso ao pessoal da indústria sem grande treinamento devido à linguagem de programação de alto nível.

Além disso, o CLP apresenta imunidade eletromagnética contra ruídos, surtos externos característicos do ambiente industrial e recursos de programação tais como funções lógicas sequenciais, combinacionais e temporais.

Figura 24: Configuração do CLP na célula



3.1.10 Possibilidades de utilização de máquinas CNC:

Até há poucos anos falar em máquinas operatrizes com comando numérico significava altos investimentos, tecnologia sofisticada, dificuldades com reposição de peças e , mais que tudo, inúmeras preocupações com manutenção. Algumas empresas de visão mais futurista, que acreditaram que essa ' posição iria se alterar, iniciaram a montagem no Brasil de algumas máquinas operatrizes com comando numérico, e hoje o número de fabricantes de máquinas ferramenta CN é bem maior, assim como é maior o número de tipos de máquinas CN disponíveis no mercado.

As primeiras máquinas operatrizes tratavam-se de adaptações de um comando numérico a uma máquina convencional. A partir do final da década de 60 os fabricantes de máquinas passaram a produzir máquinas CN típicas, baseadas ' em um novo conceito de fabricação, transformando-os em equipamentos mais produtivos e de maior precisão.

A utilização de motores de corrente contínua' para o acionamento da árvore principal e de servomotores para o acionamento dos carros auxiliares possibilitou a eliminação de uma quantidade enorme de engrenagens que existiam ' nas máquinas convencionais. Esta simplificação na parte mecânica permitiu construir-se máquinas estruturalmente mais rígidas e reforçadas. Com isso, hoje, as máquinas CN podem atingir altas velocidades de avanço e absorver elevados esforços de corte.

Um detalhe a ser destacado é que a utilização de motores de corrente contínua, controlados pelo CN, no acionamento da árvore principal, permite a variação contínua das rotações, e, portanto, da velocidade de corte necessária. Assim sendo, como é possível programar e trabalhar com avanços e velocidades de corte ideais (ou otimizadas), a máquina CN apresenta uma grande eficiência e versatilidade na usinagem, acarretando melhor precisão e acabamento da peça, tempo ideal (ou otimizado) de usinagem e uma vida maior para as ferramentas de corte e para a própria máquina.

A máquina ferramenta CN tem aplicação, principalmente, na produção de lotes pequenos e médios. Pode executar vários tipos de peças, desde as mais simples até as mais complexas, que exigem inúmeras interpolações do comando, quer sejam lineares, circulares ou uma combinação dessas formas.

Atualmente, pequenos investimentos em máquinas semi-automáticas ou até manuais e a contratação de mão-de-obra ainda a baixo custo proporcionam razoáveis produções que têm mantido uma série de pequenas e médias empresas, em particular. Porém, é certo que esse custo com a mão-de-obra tende a aumentar vertiginosamente nos próximos anos em contrapartida com a tendência dos custos de máquinas CN decrescentes devido ao avanço tecnológico.

Comparando-se o desempenho de uma máquina CN com uma máquina automática convencional pode-se observar algumas vantagens. A preparação (set up) de uma máquina CN é mais rápida, a afiação de ferramentas é mais fácil, bem como

a troca de ferramentas é mais rápida; a rejeição de peças usinadas em máquinas CN é mínima pois os ajustes são programados e a máquina tem grande precisão de movimentos, além do que o ponto de referência da peça é sempre o mesmo para as diversas operações da máquina.

Já foram realizados estudos de viabilidade, pela Metal Leve, para a implantação de uma linha de fabricação de pistões com máquinas CN. Chegou-se à conclusão de que quase todas as operações de usinagem de um pistão podem ser realizadas por máquinas CN, exceto operações de acabamento que dão o perfil e a ovalidade do pistão. A figura 25 mostra a forma complexa de um pistão, forma esta que não pode ser gerada por nenhuma máquina CN disponível no mercado. Não existe, no mercado mundial, máquina CN que possa realizar o acabamento de um pistão.

Devido aos problemas citados acima, estuda-se a utilização de máquinas CM em parte da célula XI, mais especificamente, nas cinco operações finais, ou seja, nas operações de acabamento e detalhes do furo para pino, sendo:

- . Acabamento no diâmetro externo do furo.
- . Arredondamento dos diâmetros interno e externo do furo (eliminação de arestas vivas).
- . Brunimento com recalque no furo.
- . Brochamento, ou fresamento, de rasgos de lubrificação.

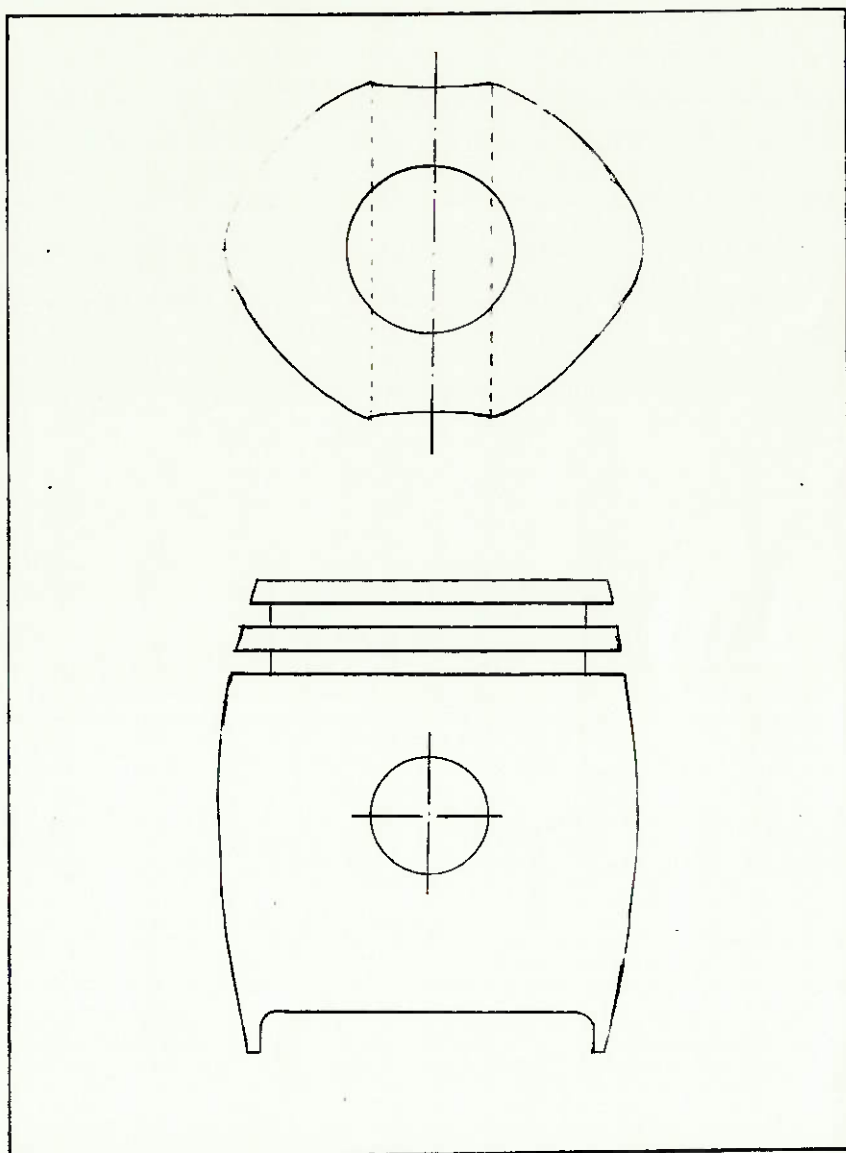


Figura 25: Perfil e ovalidade de um pistão

. Usinagem de canais de alojamento para retentores.

O contato com fabricantes já foi feito, e as soluções virão a partir do final deste ano.

Porém, existe um problema que é o tempo de ba lanceamento da célula, atualmente em 13 segundos por máquina. Como esse tempo não pode ser alterado, isso, com certeza, exi girá mais de uma máquina CN para realizar as operações e não desbalancear a célula.

3.1.11 Utilização de laser industrial:

Em todos os campos da ciência surgem diariamente inúmeras aplicações do laser, e ao que tudo indica continuarão com maior expressividade, nos mais variados setores produtivos, revolucionando técnicas e métodos com a mesma rapidez de seus raios.

Em alguns casos o laser é a solução que falta, e, em outros a complementação necessária.

O laser se baseia na conceituação dos efeitos eletromagnéticos da radiação. A tecnologia do laser se estende até a aplicação referente a princípios óticos como focalização, interferência (que é a resultante da sobreposição de duas ou mais ondas eletromagnéticas), coerência e polarização.

O nome LASER deriva da expressão Light Amplification by Stimulated Emission and Radiation. Usado neste sentido, o termo refere-se à radiação eletromagnética em qualquer ponto do espectro, desde ultravioleta até infravermelho, incluindo comprimentos de onda de 0,1 a 1000 micra.

Basicamente, o laser é uma fonte de luz e sua radiação não é fundamentalmente diferente de outras radiações eletromagnéticas. Porém, há nele propriedades únicas que não são possíveis com outras fontes de luz, que são: alta monocromaticidade, alto grau de coerência espacial e temporal, elevada luminosidade, capacidade de baixa para altas potências para vários tipos diferentes de laser, alta potência de pico e larga energia por pulso em modo pulsante, além da

capacidade de ser focalizado num limite pequeno de difração.

É de se ressaltar que na maioria das aplicações do laser existe o ressonador ótico, que consiste em dois espelhos precisamente alinhados, sendo que um deles transmite parcialmente para provocar uma saída, num arranjo que causa uma realimentação positiva. Em outras palavras, o laser é um oscilador com realimentação positiva, análogo aos osciladores de realimentação elétrica positiva, quando uma certa quantidade de variável de saída é realimentada em fase com a entrada.

Em um primeiro momento pode-se classificar os diversos tipos de laser em líquidos e sólidos, mas há ainda subdivisões nesta classificação.

Existem dois tipos de laser que se destacam pois têm sucesso numa grande faixa de aplicações industriais, são o laser do CO_2 e o laser de neodímio-Yag.

Esses dois tipos podem ser usados em aplicações de baixa potência, como alinhamento, calibragem, varredura e inspeção e também podem ser utilizados em aplicações de alta potência, tais como marcação e gravação, corte, usinagem e tratamento térmico.

Do exterior vem a mais recente inovação no uso do laser em processos produtivos, são os computadores pessoais (PC), que têm a capacidade de controlar e monitorar o laser, como também posicionar e controlar movimentos da peça.

Uma estação laser industrial completa deve ter os seguintes componentes: fonte de potência, ressonador,

canhão, trocador de calor, condicionador de ar, computador ' para controle e cabine isolada para não permitir que a radiação atinja o operador.

A GEPA tem realizado pesquisas nos últimos meses para detectar as áreas de uso industrial do laser dentro da Metal Leve S.A.

O levantamento das possibilidades compreende' o contato com os dois maiores fabricantes de laser industrial do mundo e a consulta a seus especialistas, bem como a realização de testes com amostras dos produtos Metal Leve em seus equipamentos no exterior. Além disso, o representante da Metal Leve nos EUA visitou a Cummins, empresa que utiliza o laser industrial nos pistões por ela produzidos.

Para a célula XI a idéia mais promissora, atualmente, é o uso do laser para a marcação de pistões.

A marcação a laser apresenta as seguintes vantagens:

- . É permanente.
- . Não há contato físico com a peça.
- . Apresenta rapidez e flexibilidade.
- . O controle é feito por um computador pessoal.
- . Pode ser automática ou manual.
- . Não afeta térmica nem mecanicamente as áreas marcadas.
- . A qualidade da marcação é excelente.

O domínio do uso industrial do laser é questão estratégica para a Metal Leve, sendo que existem muitas áreas onde o laser pode ser usado com sucesso.

3.1.12 Determinação de recursos humanos necessários:

A mudança do sistema de manufatura de uma empresa só apresentará bons resultados se for acompanhada de uma mudança de mentalidade de seus funcionários.

Partindo-se do princípio de que os responsáveis pela implantação do novo sistema de manufatura já tenham a nova mentalidade incutida em si, tais responsáveis devem promover um programa de treinamento e conscientização dos demais envolvidos na mudança do sistema.

Para a implantação de uma célula de manufatura automatizada, com os conceitos Just in Time, na Metal Leve dois tipos de treinamento fizeram-se necessários: treinamento de conscientização, a nível estratégico, sobre o novo sistema e o treinamento a nível técnico para preparar o operador no uso de novas máquinas e equipamentos da célula.

O Just in Time prega um trabalho em equipe, com a diversificação de funções dos operários, o que resulta em um trabalho sem a monotonia característica da linha convencional e dotado de um senso de responsabilidade individual maior.

É vital para o JIT que haja motivação de todo o pessoal envolvido no processo produtivo, pois cada elemen-

to forma o alicerce dos objetivos, e, assim, garante a realização dos mesmos. Deve haver uma organização do local de trabalho, de modo que cada operário seja responsável por seu equipamento, assegurando que tudo possa estar em lugar adequado para que todos tenham acesso a tudo.

Portanto, o treinamento estratégico deve despertar o potencial criativo do indivíduo, estimular a "liberdade mental" e o espírito de equipe, o que resulta na agilização do processo produtivo. Este treinamento é responsabilidade da própria empresa, ou seja, da Metal Leve e deve ser feito pelas chefias e pelo Departamento de Treinamento da empresa.

Em contrapartida, o treinamento técnico, quanto à máquinas e equipamentos, é de responsabilidade dos fornecedores e fabricantes.

Se forem utilizadas máquinas CN na célula os operadores terão de receber um treinamento técnico, pois em comparação com o trabalho em máquinas convencionais o operador de uma máquina CN tem menor controle físico sobre o processo, ele necessita de maior capacidade de raciocínio e tem um trabalho de maior conteúdo mental que físico durante a usinagem.

Quanto à manutenção, é interessante para a empresa manter sua equipe própria de manutenção a fim de não deixar um equipamento parado por um longo tempo. Todo equipamento ou máquina comprados tem um prazo de garantia e é neste período, com o suporte técnico do fornecedor ou fabricante

te, que deve ser transferido conhecimento técnico para a equipe.

Para o treinamento técnico, o procedimento da Metal Leve é o de enviar dois elementos (nível técnico e superior) para receber todas as informações sobre o equipamento diretamente nas instalações do fabricante. O passo seguinte é a transmissão dessas informações aos operadores dos equipamentos e, conforme o equipamento, é dada uma explicação à chefia da linha.

Para atuar na célula XI a Metal Leve está escolhendo os seus melhores operadores, ou seja, os mais flexíveis, com maior facilidade de compreensão, que se sobressaem e que tem potencial para realizar trabalho em equipe. Tais operadores recebem os dois tipos de treinamento.

O objetivo desse trabalho de base é, com bons operadores na célula, demonstrar, na prática, as vantagens desse novo sistema de manufatura a todos os funcionários da empresa. Isso possibilitará o desenvolvimento e posterior ampliação de células de manufatura flexíveis por toda a fábrica.

3.1.13 Automação efetiva:

Serão apresentadas aplicações nas máquinas da célula XI para os seguintes elementos de automação:

- a) Sensores indutivos.
- b) Réguas indutivas
- c) Acionamentos hidropneumáticos
- d) Dispositivos automáticos de usinagem
- e) Dispositivos automáticos de prender peças
- f) Dispositivo semi-automático de marcação
- g) Insufladores automáticos para limpeza
- h) Sensores com fibra ótica.

a) Sensores indutivos em substituição a micro-switches.

Aplicação: em todas as máquinas com micro-switches.

Benefícios: - menor índice de manutenção elétrica

- alta precisão

- resistência a ambientes industriais

- interligação a CLP.

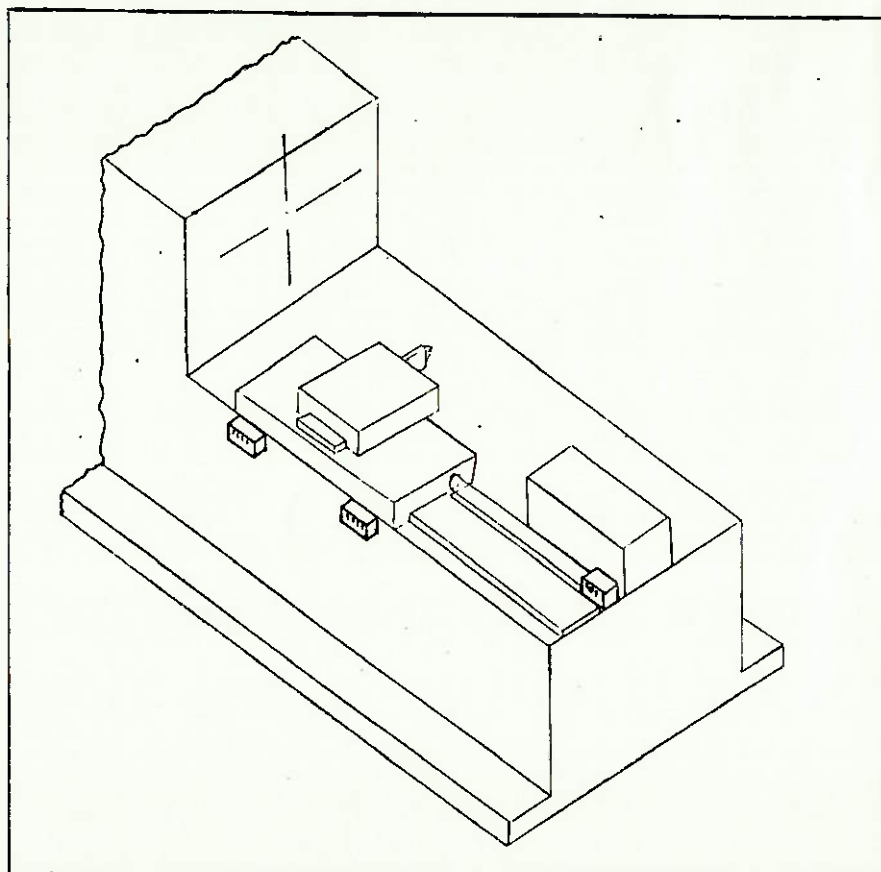


Figura 26: Aplicação de sensores indutivos

b) Utilização de réguas indutivas em tornos.

Aplicação: TEPR-2, TEPR-4, TEPR-5, TEPR-7.

Benefícios: - redução do tempo de set up
- economia do tempo de ajuste
- interligação a CLP
- maior precisão de posicionamentos

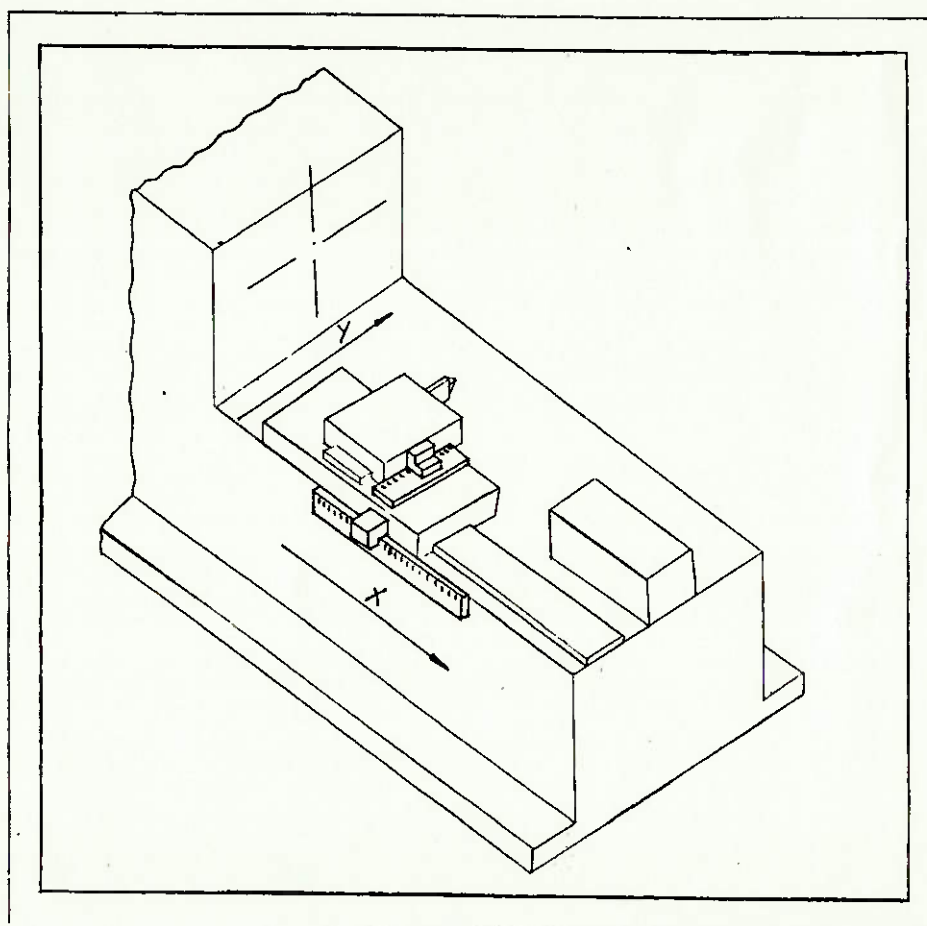


Figura 27: Aplicação de réguas indutivas

c.1) Acionamento automático de carro traseiro.

Aplicação: Torno Boley

Benefícios: - melhora na qualidade de trabalho

- redução do tempo de operação

- menor fadiga do operador

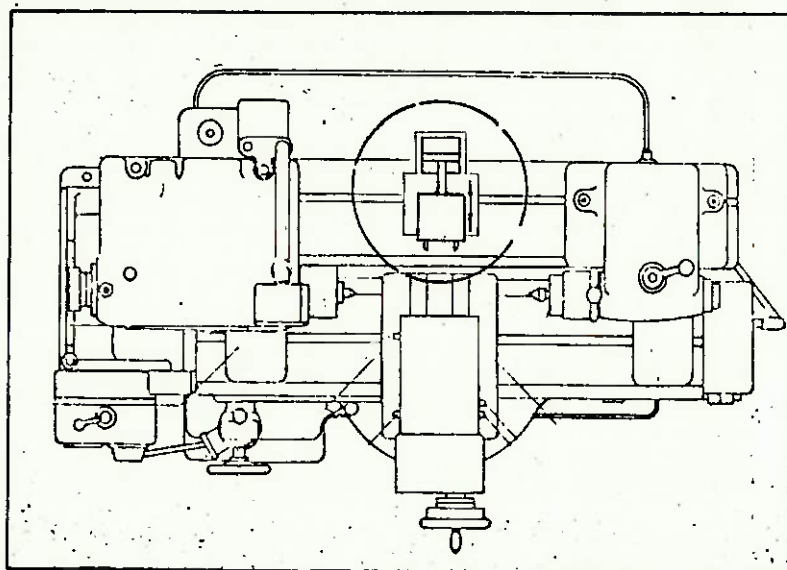


Figura 28: Acionamento automático de
carro traseiro - Boley

c.2) Acionamento automático de braço copiador.

Aplicação: Torno Boley

Benefícios: os mesmos de c.1.

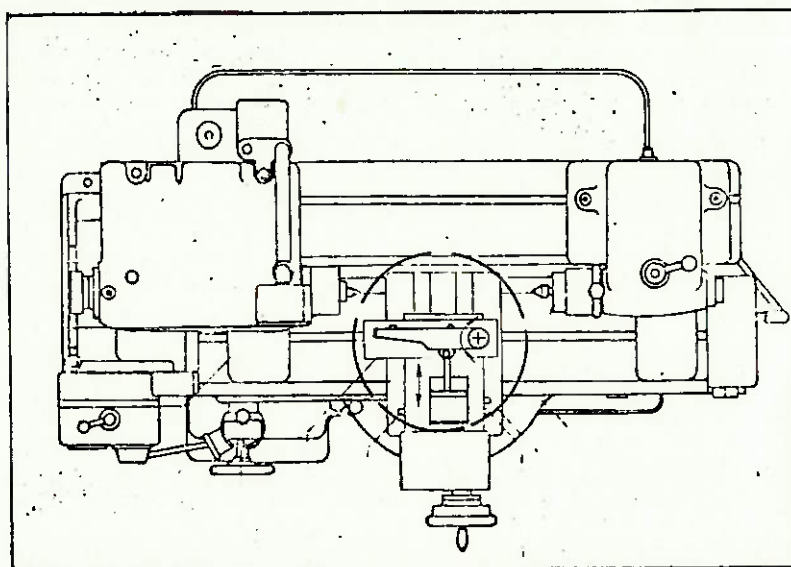


Figura 29: Acionamento automático do
braço copiador - Boley

d) Dispositivo de remoção de bico de centro acoplado à furadeira dupla.

Aplicação: furadeira horizontal dupla

Benefícios: - eliminação da furadeira de bancada
- melhor manuseio da peça com um posicionamento

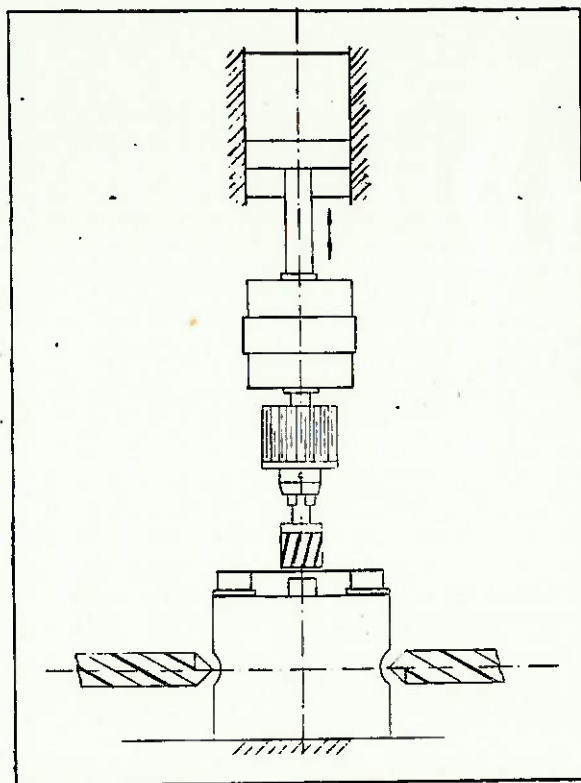


Figura 30: Furadeira horizontal dupla com remoção do bico de centro

e) Automação do sistema de prender peças em tornos

Aplicação: TEPR-2, TEPR-4, TEPR-7.

Benefícios: - posicionamento mais preciso
- redução do tempo do processo
- menor fadiga do operador

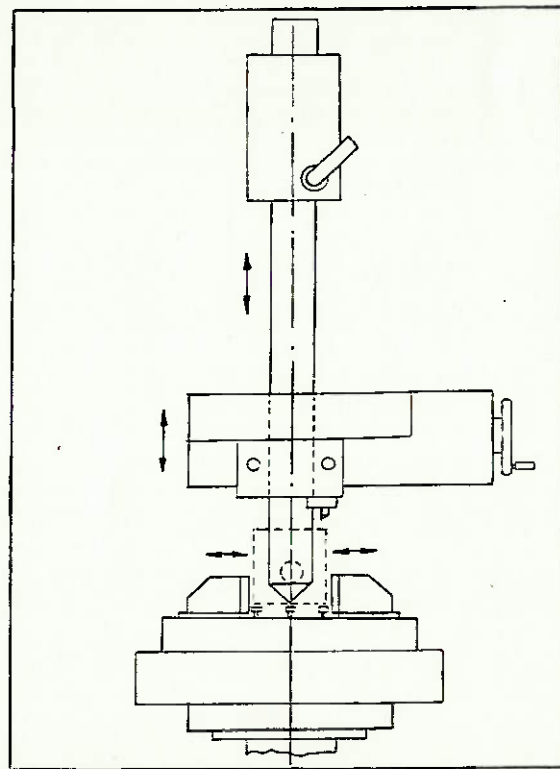


Figura 31: Dispositivo automático de prender peças

f) Carimbadeira Pneumática para marcação de pistões.

Aplicação: operações finais.

Benefícios: - melhor qualidade de marcação

- redução de um operador

- troca rápida (set up).

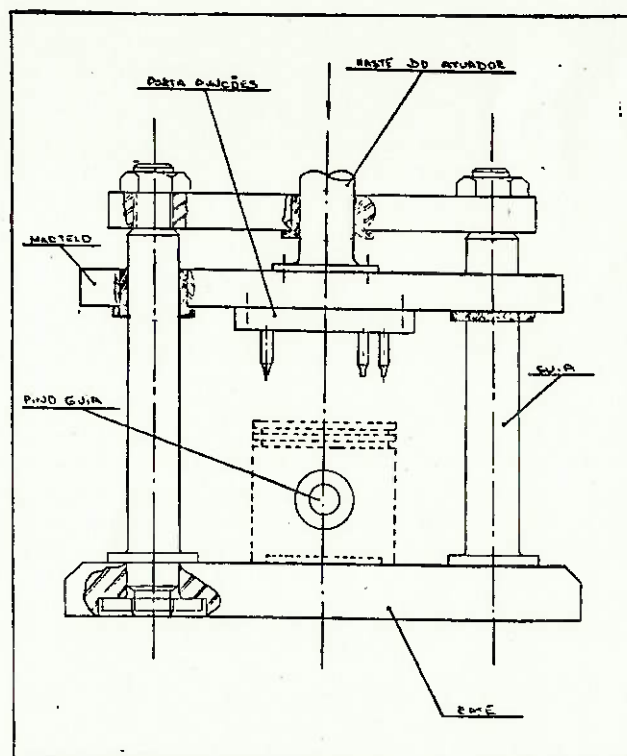


Figura 32: Dispositivo semi-automático de marcação

g) Jateamento automático dos dispositivos de fixação.

Aplicação: TEPR-5, Boley, Mandrilhadora.

Benefícios: - redução de refugos

- economia de tempo de processo.

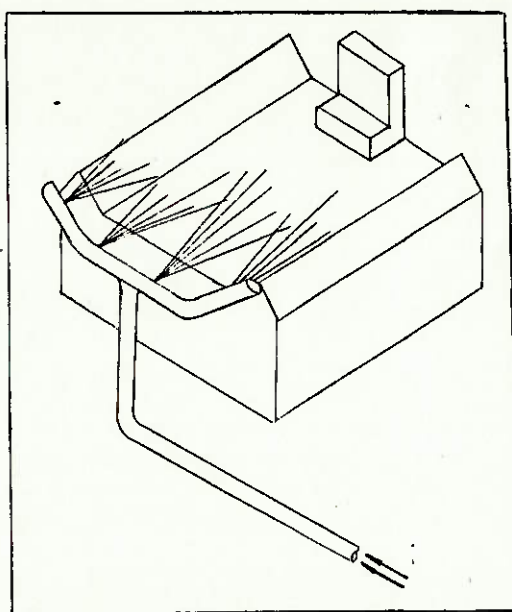


Figura 33: Sistema automático de limpeza
de pontos de fixação

h) Sensores para detecção de quebra de broca.

Aplicação: furadeira quádrupla

Benefícios: - redução de refugos.

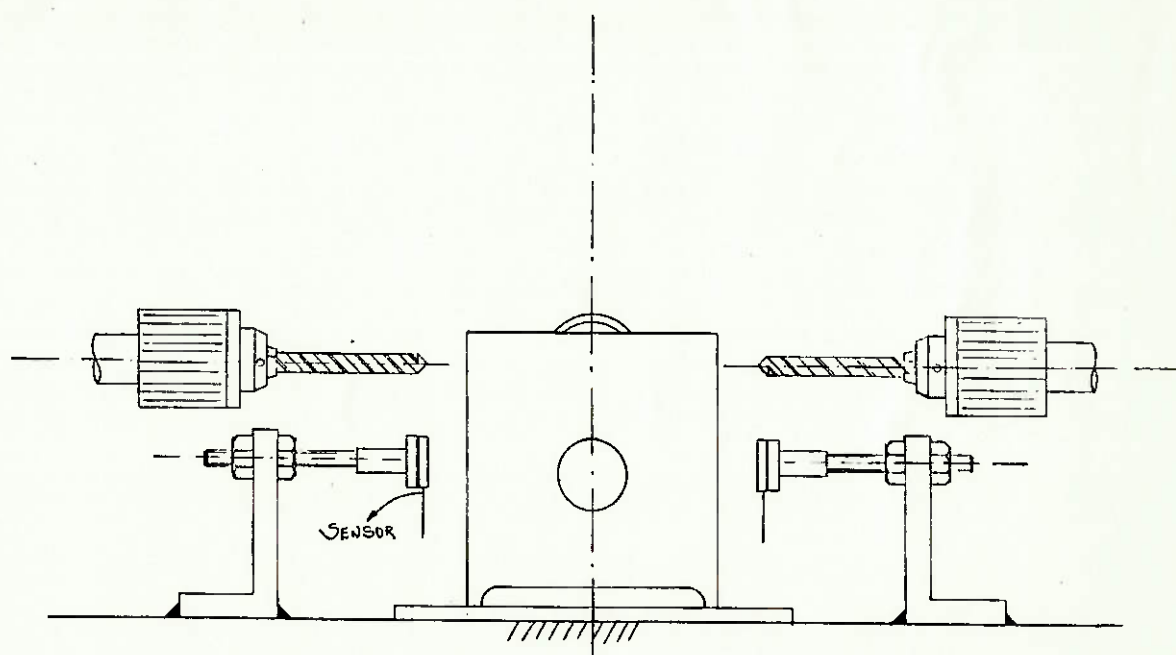


Figura 34: Sensores de detecção de
quebra de ferramentas

3.2 CONSULTAS TÉCNICAS

Para tornar realidade a célula XI a GEPA, além de redobrados esforços de seus membros, contou com o auxílio, fundamental, de especialistas e empresas ligadas direta ou indiretamente à automação e elementos de automação.

A seguir, as fontes de consulta da GEPA no período de fevereiro a novembro de 1987.

- Controlador Lógico Programável:

ALLEN BRADLEY SISTEMAS LÓGICOS

Engº Valdir Morano Jr.

- Estratégia de Produtividade:

ARTHUR ANDERSEN & CO.

Antônio Caldas.

- Uso industrial do laser:

MESBLA S.A. (COHERENT GENERAL)

Arthur Tamasauskas

PIONICS DO BRASIL (CONTROL LASER)

Peter Campos Lima.

- Manipulador industrial:

SERVUS TECNOLOGIA E INFORMÁTICA

Engº João Baptista Schneider.

- Máquina CNC:

BREVET BUCHARDT

MÁQUINAS VARGA

THYSSEN HUELLER.

- Pistão pneumático de impacto:

MICROMECHANICA

Rodolfo A. Kroes.

- Régua indutiva:

DIGICON S.A.

Peter Elbling

- Sensor de fibra ótica:

OMRON DO BRASIL

Engº Alberto Yamazi

- Sensor indutivo:

PULSONIC S.A.

Paulo Conovalov

3.3 CONCLUSÕES PRELIMINARES:

Ao realizar este trabalho de implantação de automação, a nível estratégico e técnico, numa linha de pistões em uma empresa de porte como a Metal Leve, pude sentir' que existem, ainda, no Brasil grandes obstáculos para a implementação de projetos de automação industrial.

Constata-se que os principais obstáculos para se implantar projetos de automação numa empresa são os seguintes:

- . Falta de um objetivo comum de todos os setores da empresa envolvidos que proporcione ' uma ação integrada entre eles.
- . Falta de conhecimento detalhado dos processos produtivos.
- . Falta de conhecimento das causas geradoras de custos na produção, ou seja, não ter o conhecimento de onde pode realmente ser aplicada a automação e quais as alternativas para a automação.
- . Não haver na empresa uma liderança voltada exclusivamente para tratar a automação como solução dos problemas de produção.
- . Utilização de métodos e formas não apropriados para se justificar os custos com automação.

- . Tratamento político, e não técnico, da questão.
- . Resistência natural, inerente às pessoas, à mudanças.
- . Falta de determinação para executar a tarefa.
- . Falhas de comunicação.
- . Medo, especialmente de pessoas de nível técnico inferior, como operários e chefes que não estão preocupados com o que a automação pode fazer por eles, mas sim com o que a automação pode fazer a eles.

É importante estudar profundamente tais obstáculos, quando existirem, para descobrir a maneira mais eficiente de suplantá-los. Isso é muito difícil, pois muitas vezes eles estão camuflados e, quando são descobertos existe toda uma inércia e uma burocracia a serem superadas para superar os obstáculos.

Além de obstáculos, existem riscos na automação. Os fabricantes de equipamentos não irão eliminar todos os riscos envolvidos em qualquer projeto.

Portanto, cabe à empresa formar sua equipe de automação, com bons elementos e com uma boa infraestrutura, para que essa equipe monte uma estratégia eficiente de automação e consiga suplantar obstáculos e eliminar riscos.

A automação é necessária, e é melhor fazer uma automação seletiva do que não fazer nada.

4 CARACTERÍSTICAS ESTRATÉGICAS E TÉCNICAS DA CÉLULA

4.1 JUST IN TIME E FLEXIBILIDADE

O Just in Time é um sistema japonês que propõe uma mudança radical nos meios convencionais de produção, reduzindo custos, desperdícios e estoques.

O conceito básico do Just in Time é: material parado é dinheiro parado. Isso pode ser traduzido por uma filosofia operacional baseada na eliminação do desperdício. Tudo aquilo, além do mínimo necessário, em equipamentos, materiais, peças, espaço físico e tempo dos operadores, que sejam absolutamente essenciais, é considerado desperdício. O Just in Time agrega valor a um produto e, portanto, tem o objetivo de eliminar as atividades que não agregam valor.

A linha de produção, no JIT, aparece de outra forma. Ao invés da tradicional divisão de tarefas, são formados grupos que contêm todas as fases da manufatura do produto. Não há etapas, como na linha convencional, e isso agiliza a produção e torna a fábrica mais flexível, pois cada trabalhador conhece todas as operações envolvidas na fabricação do produto. Daí, o conceito de célula de produção.

Se para modificar, ou ajustar, as preparações das máquinas cada vez que se troca um produto é necessário um longo tempo, ocorre a necessidade da produção em altas quantidades para amortizar esse tempo de preparação perdido. Se forem produzidos pequenos lotes, ocorre perda de produtividade. A solução usual é produzir um grande lote de produtos, mesmo que não seja necessário. Com isso formam-se estoques, o que representa custos e material parado. Porém, se a preparação das máquinas for agilizada e o seu tempo reduzido drasticamente, seguramente, a produção poderá ser modificada diariamente, sem perder a produtividade. A isso chama-se flexibilidade, ou seja, produzir diferentes tipos de produtos em um curto espaço de tempo sem perder a produtividade.

O grande segredo do sucesso do JIT está na redução do tempo de preparação das máquinas (tempo de set up). Assim, está formada a união ideal para um sistema de manufatura simples e eficiente, combinando JIT e flexibilidade.

Para compreender o JIT é importante reconhecer o seu aspecto amplo na empresa. Just in Time não é apenas um programa de estoques, um esforço que envolve somente fornecedor para a entrega pontual e exata da matéria-prima, um fenômeno cultural ou um mero projeto de administração de materiais.

A implantação estende-se por todos os setores, desde a chegada de material e remessa de pedidos (envolvendo fornecedores) até a saída do produto final, com custo de produção reduzido e, conseqüentemente, competitivo em qualquer mercado.

4.2 ESPECIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO DA CÉLULA:

Seguem as marcas, modelos e características técnicas gerais dos elementos de automação utilizados na automação seletiva da célula de manufatura flexível da Metal Leve.

- Controlador Lógico Programável (CLP):
ALLEN BRADLEY 2/20 Médio.
896 E/S Locais.
- Controle Estatístico do Processo automático:
Microcomputador industrial DATAMYTE BOX.
- Dispositivo automático de usinagem:
Composto de:-1 cilindro hidráulico
REXROTH Ø 10
-1 cilindro hidráulico
REXROTH Ø 40
-1 motor elétrico ARNO 1 CV.
- Dispositivo semi-automático de marcação:
Composto de: placas de aço SAE 1020.
pistões de impacto MICROMECA-
NICA Ø 50.
- Unidade de laser industrial (compra em estudo):
COHERENT GENERAL Nd YAG 767 L.

- Manipulador industrial:
SERVUS, acionamentos pneumáticos.
Capacidade de carga: 10 kg.
Graus de liberdade: 3 (configuração polar).
- Régua indutiva (10):
Transdutor linear tipo Inductosyn DIGICON
de 200 mm.
- Sensor indutivo (40):
PULSONIC SPR 18 - 5 PW L1F
- Sensor de fibra ótica (4):
Sensor fotoelétrico OMRON E3S - X3 CB4
E32 - DC 200B.

4.3 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO:

ITEM TÉCNICO	CUSTO (US\$)	BENEFÍCIO (pistões/ano)	TIR (% a.a)	PAY BACK (meses)
- DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE USINAGEM	27.500	(146.650) + 4 operadores	279	4
- DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE PRENDER PEÇAS	1.570			
- ACIONAMENTO AUTOMÁTICO DO BRAÇO COPIADOR - BOLEY	7.000			
- ACIONAMENTO AUTOMÁTICO DO CARRO TRASEIRO - BOLEY	47.000			
- SISTEMA DE JATEAMENTO AUTOMÁTICO	2.700			
- MANIPULADOR INDUSTRIAL	60.000	(9.600)	337	4
- APLICAÇÃO DE SENSORES INDUTIVOS	6.300			
- DISPOSITIVO SEMI-AUTOMÁTICO DE MARCAÇÃO	2.300			
- APLICAÇÃO DE RÉGUAS INDUTIVAS	8.300			
- CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	98.300			
- MICRO INDUSTRIAL	27.500	1 operador	122	10
- CUSTO DE INSTALAÇÃO (15% SOBRE INVESTIMENTO)	43.270			
<u>TOTAL</u>	331.740			
		(173.530) + 5 operadores	153	8

ITEM ESTRATÉGICO	CONSIDERANDO CUSTO DIRETO DO ESTOQUE(+)		CONSIDERANDO VALOR DO ESTOQUE	
	ÚNICA VEZ (US\$)	RECORRENTE (US\$/ANO)	ÚNICA VEZ (US\$)	RECORRENTE (US\$/ANO)
- REDUÇÃO DE ESTOQUE DE PRODUTOS ACABADOS	90000	220(++)	192000	474
- REDUÇÃO DE ESTOQUE EM PROCESSO	21180	48(++)	45100	103
- REDUÇÃO DE ÁREA	10570	16(++)	10570	16
- LIBERAÇÃO DE UMA MANDRILHADORA MZA-IV	30400	-	30400	-
- AUMENTO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO	-	50400	-	50400
- AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA	-	22300	-	22300

(+) SEM OVERHEAD E MARGEM DE LUCRO.

(++) SÓ CONSIDERADO VALOR DO SEGURO.

4.4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS:

A opção estratégica da Metal Leve em alterar o seu sistema de manufatura tem na célula XI a base para o seu objetivo final, atingir o CIM, Sistema Integrado de Manufatura.

O projeto da célula apresentou três fases: estudo da antiga linha, criação e definição de idéias para o projeto e implantação.

A primeira e a segunda fases estão concluídas. A fase de implantação se estenderá até o ano de 1988, pois muitos subprojetos dependem de fornecedores e consultores externos para a sua efetiva realização.

Após a implantação integral da célula XI, o próximo passo será a generalização de células de manufatura flexíveis para as outras linhas da empresa.

Há dois anos atrás foi realizado um estudo de viabilidade para a implantação de um FMS (Sistema flexível de manufatura) na Metal Leve. O seu custo era US\$ 4 milhões. Tal cifra "assustou" muita gente na empresa.

A Metal Leve não poderia abandonar o projeto de alteração de seu sistema de manufatura somente por causa desse fato. Era necessária uma estratégia eficiente com custos não tão elevados para se atingir o CIM. A solução encontrada foi a de implantar mudanças por etapas, não tendo de dispendir recursos de uma só vez. Chegou-se a um consenso dentro da empresa de que num país de tecnologia defasada, como o Brasil, a mudança de sistema da manufatura tem de ser

lenta e gradual, aliando estratégias à automação.

Atualmente, a Metal Leve tem o domínio completo do conceito de célula flexível e pretende ampliar seu domínio a outros conceitos estratégicos e tecnológicos.

Para o futuro, a montagem da célula XVIII, com novos conceitos, um protótipo DNC, composto de máquinas CNC controladas por um computador. Após isso, a generalização de DNC por toda a fábrica.

No início da década de 90 a fábrica terá uma evolução do DNC, ou seja, a implantação de um FMS. Posteriormente, haverá a generalização de FMS por toda a fábrica.

Finalmente, com a utilização de outros conceitos, como CAM, CAPP, a integração se dará na empresa de uma maneira global, e estará formado o CIM na Metal Leve, isto por volta da metade da década de 90.

O CIM será atingido na Metal Leve num longo prazo, porém, o impacto dos custos não será tão grande, pois a sua implantação, como já foi dito, será gradual e com etapas sucessivamente mais desenvolvidas. Essa é a opção tomada pela Metal Leve, realizar automações seletivas com sucessivas evoluções e aprimoramentos até atingir uma automação integrada.

Convém ressaltar, também, que é fundamental tratar a automação não só de uma maneira técnica, mas de uma maneira estratégica, pois se ao automatizarmos um processo este tornar-se mais complicado, com certeza não foi feita uma automação adequada. Para a realização de um tratamento estr

tégico da automação são precisos profissionais competentes ' na área, hoje uma grande carência no mercado profissional ' brasileiro.

Como lição maior, fica a idéia de que para uma indústria com 6000 funcionários, cuja mentalidade tem de ser mudada, e com um parque industrial de máquinas de 20 anos , extremamente defasadas tecnologicamente, a implantação de ' automação tem de ser gradual e muito bem direcionada.

Porém, para uma empresa nova sendo implantada com recursos, pode-se e deve-se começar com toda a sua estrutura voltada para o futuro, com células automáticas e flexíveis e, por que não, sistemas DNC. Assim, o caminho para o CIM fica mais curto e muito mais fácil.

5 RESUMO DOS OBJETIVOS ATINGIDOS

Objetivos atingidos em novembro de 1987.

- Redução do tempo de preparação das máquinas:
Caiu de 40 para 18 horas. Redução de 55%.
Para 1988, após o final da implantação, espera-se que esse tempo seja de 1,5 horas , ou seja, uma redução de 96%.
- Redução dos estoques em processo na linha:
Passou de 17800 pistões para 4100. Redução de 77%. Após o término da implantação espera-se atingir 1870 pistões, o que representa uma redução de 90%.
- Redução da área ocupada pela linha:
A área ocupada caiu de 266 m² para 207 m².
Houve uma redução de 22%.
Após a generalização de células de manufatura por toda a fábrica, estará criada a possibilidade da empresa poder montar 5 novas células, mantendo a área atual do site de Santo Amaro, isto devido apenas ao ganho de área proporcionado pelo layout celular.

Benefício recorrente: a distância percorrida pelos pistões caiu 13%.

- Redução da necessidade de mão-de-obra em todo o processo:

A antiga linha 11 tinha 80 funcionários.

Atualmente, a célula XI tem 79 funcionários e, após a implantação terá 75, uma redução de 6%.

- Redução do tempo total de produção dos pistões:

O lead time, considerando o primeiro pistão do lote, foi reduzido de 118 horas para 38 horas, uma redução de 68%.

Espera-se atingir em 1988 a meta de 6 horas, com redução de 95%.

BIBLIOGRAFIA

1. Automação & Indústria, publicação mensal, Computerworld do Brasil Serviços e Publicações Ltda.
2. John Hartley: "FMS at work", North Holland, 1984.
3. Máquinas e Metais, publicação mensal, MM Editora.
4. Mihály Makhult: "Machine Support Design Based on Vibration Calculus", Collet's Publishers and Wellingborough, 1977,
5. Mundo Mecânico, publicação mensal, Editora Técnica Gruenwald Ltda.
6. "ANAIS", 1º Congresso Nacional de Automação Industrial, CONAI, 1983.
7. "ANAIS", 5ª Seminário de Comando Numérico no Brasil, SOBRACON, vol. 2, 1985.

8. Relatório de Produtividade Industrial, Arthur Andersen & Co., 1986.
9. Robotics Today, RI/SME Publication.
10. Tool and Manufacturing Engineers Handbook, SME, vol. 1.