



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Coord. de Engenharia Elétrica

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Marcelo do O' Lucena

Relatório apresentado à Coordenação de Estágios de Engenharia Elétrica da UFPb como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Campina Grande, outubro de 1998



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

ESTÁGIARIO: Marcelo do O' Lucena

EMPRESA: Sharp do Brasil S.A.

LOCAL: Manaus - AM

SUPERVISOR: Giovanni de Queiroz Barbosa Nóbrega

TIPO DE ESTÁGIO: Integrado

PERÍODO DE ESTÁGIO: 19 / 03 / 98 a 18 / 09 / 98

PROFESSOR ORIENTADOR: Bruno Barbosa Albert

COORDENADOR DE ESTÁGIOS: Ricardo Loureiro

SHARP

CERTIFICADO DE ESTÁGIO

Certificamos que **MARCELO DO Ó LUCENA**, aluno curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, estagiou nesta empresa, no período de 19/03/98 18/09/98, no setor de Engenharia Industrial, perfazendo um total de 1073 (hum mil e setenta e três) horas.

Manaus, 25 de setembro de 1998.

Guilherme
Recursos Humanos
SHARP DO BRASIL S. A.
Indústria de Equipamentos Eletrônicos

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. A EMPRESA.....	7
3. SIMBOLOGIA.....	8
4.ORGANOGRAMA DA ENGENHARIA INDUSTRIAL.....	9
5. INSERÇÃO AUTOMÁTICA DE COMPONENTES	10
6. TIPOS DE COMPONENTES.....	11
6.1 ILHÓS	11
6.2 JUMPER.....	11
6.3 COMPONENTES CONVENCIONAIS.....	11
6.4 COMPONENTES SMD.....	12
7. MÁQUINAS DA IAC (COMPONENTES CONVENCIONAIS).....	13
7.1 GERADOR DE PROGRAMAS	13
7.2 INSERÇORA DE JUMPER	13
7.3 INSERÇORA DE ILHÓS.....	14
7.4 SEQUENCIADORA DE COMPONENTES	15
7.5 INSERÇORA DE COMPONENTES AXIAIS	16
7.6 INSERÇORA DE COMPONENTES RADIAIS	17
8. MÁQUINAS DA IAC (COMPONENTES SMD).....	18
8.1 SPP	18
8.2 MÁQUINA DISPENSADORA DE ADESIVO (HDP).....	18
8.3 MÁQUINA DE MONTAGEM DE SMD'S DE ALTA VELOCIDADE (MV)	19
8.4 MÁQUINA DE MONTAGEM DE SMD'S DE ALTA PRECISÃO (MPA).....	20
8.5 FORNO.....	20
9. PROCESSO DE MONTAGEM DE COMPONENTES SMD.....	21
10. PROCESSO GERAL DE MONTAGEM DE PCI'S (SEQ. DE PRODUÇÃO).....	22
11. EVENTOS DE IMPLANTAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS.....	24
12. OS PROCESSOS DA INSERÇÃO	24
13. CAMINHO DE INSERÇÃO.....	26
14. CURSOS REALIZADOS.....	30
15. CONCLUSÕES.....	31
16. BIBLIOGRAFIA.....	32

Índice de Figuras

FIGURA 1: PILHA DE MAGAZINES.....	8
FIGURA 2: COMPONENTE AXIAL.....	10
FIGURA 3: COMPONENTE RADIAL.....	11
FIGURA 4: COMPONENTES SMD.....	12
FIGURA 5: INSERÇORA DE ILHÓS.....	13
FIGURA 6: SEQUENCIADORA DE COMPONENTES.....	14
FIGURA 7: INSERÇORA DE COMPONENTES AXIAIS.....	15
FIGURA 8: CARRO Z DA INS. RADIAL DE COMPONENTES.....	16
FIGURA 9: COMPONENTES FITADOS PARA A INS. RADIAL.....	16
FIGURA 10: AS SERINGAS DE ADESIVO DA HDP EM OPERAÇÃO.....	17
FIGURA 11: MV 2C EM OPERAÇÃO.....	18
FIGURA 12: MPA SEGUIDO DO FORNO.....	19
FIGURA 13: SEQÜÊNCIA PADRÃO DE MONTAGEM 1.....	22
FIGURA 14: SEQÜÊNCIA PADRÃO DE MONTAGEM 2.....	22

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por mais esta conquista em minha vida. Agradeço aos meus pais e irmãos, pelo enorme esforço, dedicação e apoio que sempre demonstraram durante todos os meus anos de estudo, principalmente na Universidade, onde os conselhos e incentivos foram fundamentais nas horas mais difíceis.

Agradeço aos colegas, professores e funcionários da UFPB pela dedicação e apoio exercido ao longo do curso. Aos colegas da SHARP pela sua atenção e disposição em compartilhar o seu conhecimento e a sua experiência. Agradeço também ao chefe da Engenharia de Desenvolvimento TV/IAC pela oportunidade oferecida para realização deste estágio.

Marcelo do O' Lucena

1. Introdução

Este relatório pretende apresentar de forma sucinta as atividades desenvolvidas pelo aluno Marcelo do O' Lucena durante o estágio realizado na Sharp do Brasil S.A., bem como alguns itens relacionados à empresa. O estágio foi realizado na Inserção Automática de Componentes (IAC) no período compreendido entre 19 de março e 18 de setembro de 1998.

2. A empresa

O grupo Machline nasceu em 1961 quando o Sr. Matias Machline fundou a CIMPRO, Cia. Importadora de Máquinas para Processamento de dados, para comercializar máquinas européias. Em 1969 a CIMPRO passou a representar e distribuir com exclusividade a *Sharp Corporation*, do Japão, tornando-se a Sharp S.A. Equipamentos eletrônicos. Em 1972 foi criada a Sharp do Brasil S.A... Surge então, em Manaus, a primeira fábrica do grupo, destinada a produzir calculadoras e televisores.

A Sharp do Brasil S.A. é o resultado da associação de capitais e parceria tecnológica entre o grupo nacional Machline e a *Sharp Corporation*, do Japão, um dos maiores grupos de eletroeletrônicos do mundo e que detém 12% das ações da empresa. A Sharp do Brasil paga pelo direito de usar a marca japonesa e frequentemente compra kits de produtos japoneses para comercializar no mercado brasileiro, desde que estes produtos atendam aos requisitos de qualidade, preço e prazo de entrega, o que nem sempre é possível. Desta forma, a Sharp do Brasil também mantém parceria com empresas de outras partes do mundo.

A empresa foi pioneira na produção nacional de produtos como:

- 1974 → primeiro televisor a cores
- 1982 → primeiro vídeo cassete
- 1983 → primeira vídeo câmera
- 1988 → primeiro forno de micro ondas

A empresa tem sede em São Paulo, sendo que suas unidades fabris são sediadas em Manaus.

Unidades fabris:

- ✓ **SDB-I:** Concentram-se a fábrica de fornos de microondas e calculadoras, a *engenharia de desenvolvimento industrial*, a engenharia de desenvolvimento de produtos, o setor de informática, a administração, o setor de recursos humanos, o departamento médico, o departamento de custos.
- ✓ **SDB-II:** Atualmente desativada.
- ✓ **SDB-III:** Concentram-se a fábrica de televisores e a *inserção automática de componentes*.
- ✓ **SDB-IV:** Concentram-se as linhas de montagem de áudio, filmadoras, vídeo cassetes, fac-símiles, receptores de FM e uma fábrica de *fly-backs*.

3. Simbologia

Segue abaixo algumas abreviações, que serão utilizadas neste relatório, e seus respectivos significados:

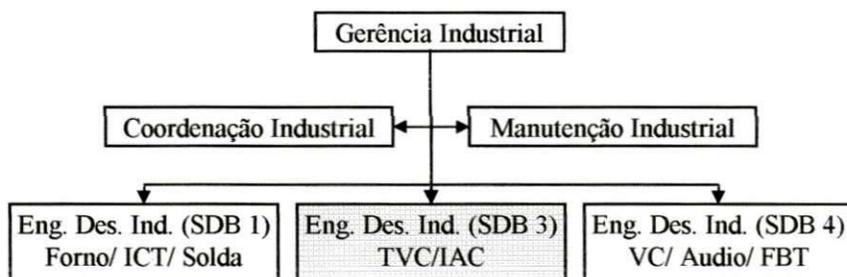
- **IAC:** Setor responsável pela Inserção Automática de Componentes;
 - **IAA:** Inserção Automática Axial;
 - **IAR:** Inserção Automática Radial;
 - **IAS:** Inserção Automática SMD;
- **IM:** Inserção Manual;
- **PCI:** Placa de Circuito Impresso, feita de fenolite ou de fibra;
- **TVC:** Televisor Colorido;
- **VC:** Vídeo Cassete;
- **FBT:** *Fly back*;
- **ICT:** Circuitos para testes;
- **MACPAC:** Lista de materiais (componentes) usados em um produto. Lista tanto componentes da IAC (IAA, IAR, IAS) quanto da IM.
- **PITCH:** Termo utilizado na Inserção Automática Axial e Radial que designa a distância entre os centros dos furos para os terminais dos componentes.
- **MAGAZINE:** Acessório utilizado pela IAC que tem como função armazenar PCI's montadas. A Sharp dispõe de milhares destes. A capacidade de cada magazine depende da altura

dos componentes montados em cada PCI. No melhor caso, quando apenas componentes SMD são montados, a capacidade é de até 50 PCI's/ magazine. Na figura abaixo, vê-se uma pilha de magazines contendo PCI's já montadas.



Fig. 1: Pilha de Magazines

4. Organograma da Engenharia Industrial



A Engenharia Industrial está diretamente subordinada à diretoria corporativa da empresa.

Colaboradores da Gerência Industrial:

- **Coordenação Industrial:** responsável por fornecer às engenharias de desenvolvimento informações sobre tempos e métodos para todas as atividades fabris;
- **Manutenção Industrial:** responsável pela manutenção preventiva e corretiva das instalações elétricas, hidráulicas e pneumáticas da empresa e dos equipamentos utilizados pela mesma, além de confeccionar dispositivos para novos produtos e melhorar os já existentes.
- **Engenharia de Desenvolvimento Industrial:** são responsáveis por dar um suporte técnico às respectivas fábricas visando um constante aperfeiçoamento no processo produtivo. O objetivo é aumentar a produção usando todo o potencial dos equipamentos utilizados, sem comprometer a integridade dos mesmos e sem comprometer a qualidade do produto final.

5. Inserção Automática de Componentes

O estágio concentrou-se na Engenharia de desenvolvimento industrial TVC/ IAC, mais especificamente na Inserção Automática de Componentes (IAC). A inserção automática é o processo pelo qual se produz placas montadas automaticamente, que posteriormente serão transferidas para as linhas de montagem manual, nas quais se montam os componentes que não podem ser montados na IAC. Abaixo listo as principais atividades desenvolvidas na IAC:

- Adequação de novos produtos à IAC;
- Avaliação da PCI para uso na Inserção Automática Axial, Radial e SMD;
- Redução do ST dos produtos;
- Buscar maior automação em relação a componentes;
- Aumento de produtividade;
- Definir novos equipamentos e novas tecnologias;
- Garantia na qualidade dos produtos;
- Determinação de novos insumos;
- Levantamento da viabilidade econômica no estudo de equipamentos;
- Aumento no índice de automação;
- Treinamento para operadores e envolvidos com I.A.C. ;
- Capacitação para tecnologia de ponta;
- Suporte técnico para a produção;
- Melhor aproveitamento das máquinas I.A.C.;
- Buscar novas tecnologias;
- Buscar a máxima eficiência dos equipamentos;
- Padronização dos novos produtos;
- Estudo da capacidade fabril em função dos volumes de produção;
- Otimização do uso dos equipamentos;
- Estudo para aquisição de novos equipamentos;
- Configura e solicita os novos equipamentos destinados à I.A.C.;
- Avaliação e acompanhamento na implantação de novos produtos;
- Elaboração de normas para confecção de PCI's;
- Determinação do processo produtivo na I.A.C.;
- Solicita e acompanha a fabricação de *Work board holder* para máquinas de inserção axial;

- Solicita e acompanha a fabricação de *screen* para a máquina SPP;
- Atualização de normas para PCI's e componentes p/ IAC;
- Participação nos eventos de 25 Kits, Linha Piloto e Início de Produção;
- Solicita alteração em PCI e componentes nos eventos acima citados para atingir a melhor performance dos equipamentos;

6. Tipos de Componentes

6.1 Ilhós

Pequenos tubos metálicos que se destinam a evitar solda fria. São usados em furos onde devem ser soldados grandes componentes tais como o *Fly-Back*.

6.2 Jumper

Fios metálicos que se destinam a fazer contato metálico entre dois pontos. A quantidade de *jumpers* a serem montados na PCI de um produto pode ser minimizada fazendo-se um bom projeto de *lay-out* da mesma.

Obs.: Possuem características de inserção semelhantes aos componentes axiais.

6.3 Componentes Convencionais

Qualquer componente que seja inserido na PCI através de furos. Pode ser inserido na PCI através da inserção automática axial ou radial, ou inserção manual;

✓ Componente Axial: É o componente cujos terminais são enfiados perpendicularmente à direção de inserção (conforme figura abaixo). Possui sempre 2 terminais (exemplo: resistores, diodos, indutores, capacitores tubulares, etc);

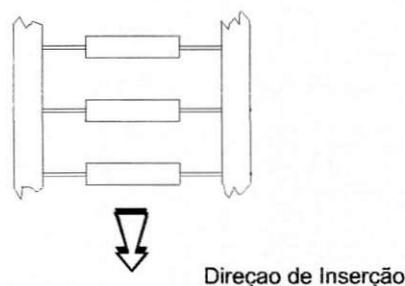


Fig. 2: Componente Axial

✓ **Componente Radial:** É o componente cujos terminais são enfiados na mesma direção de inserção (conforme figura abaixo). Pode possuir 2 terminais (exemplo capacitores eletrolíticos, cerâmicos, LED's, resistores radiais), 3 terminais alinhados (transistores, filtros cerâmicos) ou ainda componentes especiais (potenciômetros *trimmer*, chaves de toque, capacitores *trimmer*).

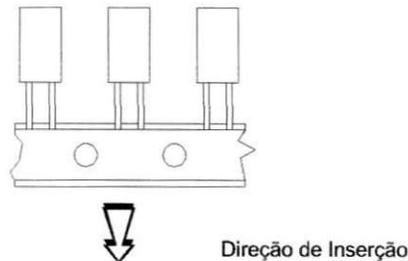


Fig. 3: Componente Radial

6.4 Componentes SMD

É o componente que é montado na superfície da PCI;

- ✓ **SMD tipo MELF:** Componente SMD tipo cilíndrico;
- ✓ **SMD tipo CÚBICO:** Componente SMD de formato cúbico;
- ✓ **SMD tipo SOP:** Componente SMD do tipo retangular, o qual possui terminais ao longo de duas de suas laterais opostas. Seus terminais são voltados para fora do encapsulamento;
- ✓ **SMD tipo SOJ:** Componente SMD do tipo retangular, o qual possui terminais ao longo de duas de suas laterais opostas. Seus terminais são voltados para dentro do encapsulamento e têm a forma de um J;
- ✓ **SMD tipo QFP:** Componente SMD do tipo retangular, o qual possui terminais ao longo de todas as suas laterais. Seus terminais são voltados para fora do encapsulamento;
- ✓ **SMD tipo PLCC:** Componente SMD do tipo retangular, o qual possui terminais ao longo de todas as suas laterais. Seus terminais são voltados para dentro do encapsulamento e têm a forma de um J;
- ✓ **SMD tipo BGA:** Componente SMD do tipo retangular, fixado sobre uma plataforma, a qual possui terminais sob a forma de esferas de solda por toda a sua base. É montado por uma estação especial que é anexada à máquina MPA.

OBS.: A Sharp está em fase de aquisição deste equipamento.

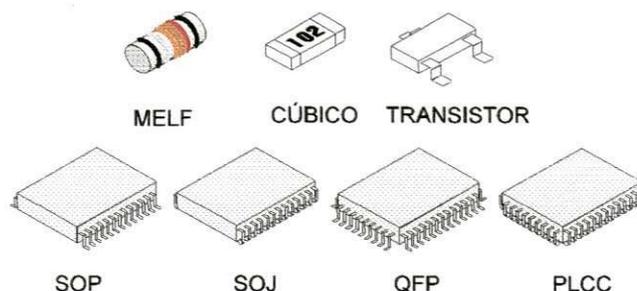


Fig.4: Componentes SMD

7. Máquinas da IAC (componentes convencionais)

Os equipamentos que a Sharp dispõe são os seguintes:

7.1 Gerador de Programas

Equipamento fabricado pela *Universal Instruments Corporation* destinado à obtenção das coordenadas X e Y de cada posição mecânica onde devem ser montados os componentes, sejam eles axiais, radiais ou *SMD*. Composta de uma base, onde é fixada a *PCI* a ser analisada, uma câmera, que se desloca sobre a *PCI* e que deve ser posicionada sobre cada posição mecânica, um mecanismo (motores de passo) que fazem a câmera deslocar-se sobre a *PCI*, e um monitor para que o operador possa acompanhar a movimentação da câmera. Esta máquina comunica-se com um terminal de computador via interface serial RS232C.

7.2 Inserçora de Jumper

A Sharp possui jumpeadoras de 2 fabricantes distintos, *Universal* e *Panasert*, com velocidade de inserção de 30.000 e 27.692 jumpers/ hora respectivamente. Estas são capazes de montar jumpers de 5 a 31 mm de *pitch*. Antes de iniciar a montagem ela faz um reconhecimento automático dos furos, corrigindo possíveis erros que poderiam vir a ocorrer durante a montagem.

A alimentação desta máquina consiste de um carretel de aproximadamente 8 kg de fio com aproximadamente 0,55 mm de diâmetro.

7.3 Inserçora de Ilhós

Estas máquinas possuem cabeçote duplo, conseguindo inserir até 5.143 ilhós/ hora. Possui capacidade de armazenagem de até 10.000 ilhós, e sua interface serial RS232C permite uma comunicação remota com um terminal de microcomputador que pode controlar suas funções por meio de software. Na figura abaixo pode-se ver a máquina de Ilhós montando uma PCI principal da TV 1438.

Fabricante: *Panasert*.



FIG. 5: INSERÇORA DE ILHÓS

7.4 Sequenciadora de componentes

Máquina responsável pelo re-enfiteamento automático dos componentes que posteriormente serão inseridos pela máquina inserçora axial. O re-enfiteamento (ou seqüência) é necessário para que os componentes oriundos dos diversos fabricantes sejam dispostos na seqüência de inserção a ser montada na PCI. Ela faz a colocação de componentes na sua esteira rolante, numa seqüência pré-determinada pelo programador, a uma velocidade de 25.000 componentes/ hora. Possui um sensor que detecta a falta do componente ou seu mal posicionamento na esteira, interrompendo o processo e sinalizando para que o operador da máquina tome as devidas providencias.

A Sequenciadora é constituída de dois módulo principais:

- Módulo de controle: composto da interface serial RS232C, controlador, memória, sistema de detecção de componentes, dispositivos de enfiteamento, etc (visto na parte direita da foto abaixo).
- Módulo dispensador: composto de 20 estações dispensadoras, sendo que cada uma deve acomodar um tipo diferente de componente. A 3ª estação dispensadora de cada módulo é provida de um alimentador para carretel de fio para o caso de se desejar montar jumpers na máquina axial. Cada sequenciadora poderá acomodar até 6 módulos dispensadores (vistos na parte esquerda da foto abaixo).

Fabricante: *Universal*.



FIG. 6: SEQUENCIADORA DE COMPONENTES

7.5 Inserçora de componentes Axiais

É o equipamento responsável pela inserção dos componentes axiais. Pré-forma os terminais dos componentes, faz a inserção dos mesmos e por fim dobra e corta seus terminais na parte inferior da PCI. De fabricação da *Universal*, com capacidade de inserção de até 30.000 componentes/hora, esta máquina é alimentada por dois carretéis de componentes previamente sequenciados pela sequenciadora (conforme pode-se verificar na foto abaixo) e monta 2 PCI's simultaneamente. Através da programação escolhe-se para cada componente as coordenadas (X e Y) na PCI, o *pitch* do mesmo (entre 5,0 e 20,0 mm), o *depth stop* (profundidade de inserção), etc.

Obs.: O *depth stop* depende do diâmetro do corpo do componente, existem 26 profundidades de inserção pré-programadas. Exemplo, a profundidade de inserção do *jumper* é diferente da usada em um diodo de potência.



FIG. 7: INSERÇORA DE COMPONENTES AXIAIS

7.6 Inserçora de componentes Radiais

A Sharp dispõe de diferentes tipos de máquinas radiais, todas de fabricação da *Panasert*. A capacidade de inserção destas máquinas varia entre 5.143 e 10.000 componentes/ hora dependendo do modelo e do ano de fabricação das mesmas. Possui sistema de reconhecimento visual e uma função auto correção do posicionamento dos furos de inserção, que são corrigidos automaticamente de acordo com os dados de entrada do programa. Possui também uma função de auto-recuperação que automaticamente corrige erros de inserção, caso venham ao ocorrer.

Possuidora de um dispositivo conhecido como carro Z, esta máquina dispensa a necessidade de uma máquina que sequeencie previamente os componentes a serem inseridos, como é o caso da dupla Sequenciadora/ Axial. Este dispositivo é munido com 40 (ou 62, dependendo do modelo da máquina) *feeders* numerados que equívalem aos módulos dispensadores da sequenciadora. Este carro Z localiza-se na parte traseira da máquina e movimenta-se de um lado para o outro, fornecendo à cabeça de inserção os componentes a serem inseridos numa seqüência pre-estabelecida pelo programador.

No ato da programação, o programador deve passar informações para a máquina relativas a cada componente, tais como:

- Velocidade de inserção (componentes críticos precisam ser inseridos mais lentamente);
- Coordenadas X e Y na PCI;
- Numero do *feeder* que possui o componente a ser inserido;
- Sentido de inserção (X ou Y ?);
- Quantos terminais (2 ou 3?)
- Caso o componente possua 2 terminais, qual o pitch do mesmo (2,5 ou 5 mm?);



FIG. 8: CARRO Z DA INS. RADIAL DE COMPONENTES

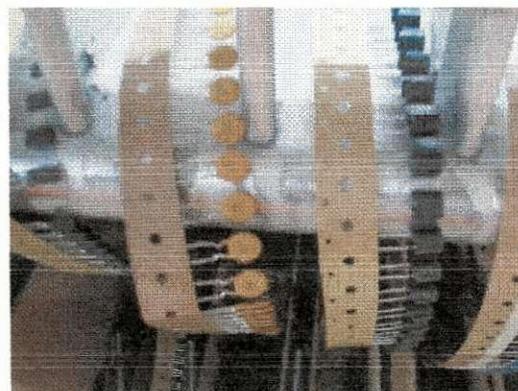


FIG. 9: COMPONENTES FITADOS PARA A INS. RADIAL

8. Máquinas da IAC (componentes SMD)

8.1 SPP

Quando os componentes SMD são montados na mesma face que os componentes convencionais, a soldagem dos componentes SMD não é feita por soldagem DIP, devido aos componentes convencionais, então a soldagem será feita por refusão de pasta de solda. A máquina SPP é responsável por colocar pasta de solda nos locais onde deverá ser feita soldagem de componente.

8.2 Máquina dispensadora de adesivo (HDP)

Esta máquina é responsável pela aplicação automática de adesivo nas áreas onde serão montados os SMD's. Sua velocidade de aplicação é de 30.000 pontos de adesivo por hora e é feita por 3 seringas distintas que possuem diferentes aberturas, conforme pode-se verificar na figura abaixo. Possui um sistema de reconhecimento visual de alta fidelidade onde as informações sobre o tamanho da área de adesivo são realimentadas para esse sistema, de modo que ele assegure uma aplicação consistente independente da quantidade de adesivo remanescente na seringa. Possui ainda, controle automático de largura da linha e ajuste automático de espessura dando uma maior flexibilidade, uma vez que PCI's de tamanhos e espessuras diferentes podem ser utilizadas na Máquina.

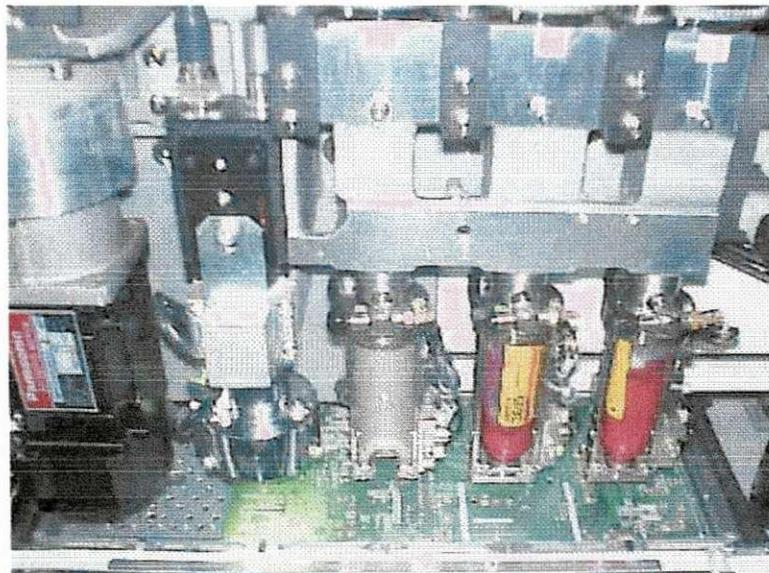


FIG. 10: AS SERINGAS DE ADESIVO DA HDP EM OPERAÇÃO

8.3 Máquina de montagem de SMD's de alta velocidade (MV)

Este tipo de máquina é responsável por montar componentes SMD's, tais como: Melf, 1608, 2125, etc. A Sharp dispõe de 3 tipos de MV's:

- MV 100 → 20.000 componentes/ hora
- MV 2C → 30.000 componentes/ hora
- MV 2F → 36.000 componentes/ hora

Possui um sistema de reconhecimento visual de componentes a fim de otimizar a qualidade de tais componentes.

Todas as funções são controladas por software e a sua operação é bastante facilitada devido às suas telas de comando serem de LCD, melhorando assim a interatividade do operador com a máquina.

Apesar de ser uma máquina de alta velocidade de montagem, a MV possui baixa precisão, portanto quando forem ser montados componentes mais críticos, tais como QFP, PLCC, etc, torna-se necessário o uso da máquina MPA que, apesar de possuir baixa velocidade de montagem, é altamente precisa.



Fig. 11: MV 2C em operação

8.4 Máquina de montagem de SMD's de alta precisão (MPA)

Esta é uma máquina multifuncional, sendo responsável por montar componentes SMD desde os pequenos cúbicos ou melfs até os grandes SOP, QFP, PLCC, etc. Para tanto possui uma unidade de troca de heads (cabeças). A montagem desses componentes é realizada com alta precisão a uma velocidade que varia de aproximadamente 6.000 componentes/ hora para pequenos componentes a 1.440 componentes/ hora para QFP's. Possui também, um sistema de teste chamado coplanaridade que detecta a dobra de terminais de QFP's e SOP's. Além disso, contempla um sistema de reconhecimento visual (única-visão ou múltipla-visão) para cada tipo de componentes a fim de otimizar a qualidade de montagem dos mesmos, como também, controle automático de largura da linha e ajuste automático de espessura , dando maior versatilidade a essa máquina. A interatividade de operação com monitor LCD (Liquid Cristal display), fornece ao operador uma interface amigável homem-máquina.



FIG. 12: MPA (AO CENTRO) SEGUIDO DO FORNO (À CIMA E À ESQUERDA)

8.5 FORNO

Responsável pela cura do adesivo e, se for o caso, refusão da pasta de solda na qual são montados os componentes. Essa cura é feita através do forno por infravermelho e/ou ultravioleta, que depende do tipo de adesivo. A velocidade dessa máquina varia de 0,5 a 2,0 metros/ min. Ela possui 2 zonas de pré-aquecimento, 1 zona de refusão e 1 zona de resfriamento.

9. Processo de montagem de componentes SMD

Na montagem de componentes SMD é necessário que a PCI passe por várias das máquinas, que foram descritas no item acima. As características dos componentes SMD a serem montados é que determinarão em quais máquinas precisará passar a PCI. Com o intuito de automatizar este processo, as máquinas são dispostas em série, formando estruturas que são conhecidas como Linhas SMD. Nestas estruturas a PCI é passada automaticamente de uma máquina para outra, via esteiras. Abaixo, listo a composição atual das linhas SMD da Sharp:

Linha SMD 1:

MBSF	BIP	C-COM 900	HDP 2C	C-COM 1650	MV 100	C-COM 1650	MPA 80N	C-COM 900	REF A	BBS	BIP	C-COM 900	MBS
------	-----	--------------	-----------	---------------	-----------	---------------	------------	--------------	----------	-----	-----	--------------	-----



Linha SMD 2:

MBSF	BIP	MV 100	I-COM 900	C-COM 1650	UV	BBS	BIP	C-COM 900	MBS
------	-----	-----------	--------------	---------------	----	-----	-----	--------------	-----



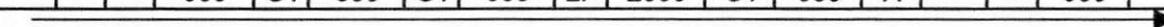
Linha SMD 3:

MBSF	BIP	C-COM 900	HDP 2C	C-COM 1650	MV 100	C-COM 1650	MPA 80N	C-COM 900	REF A	BBS	BIP	C-COM 900	MBS
------	-----	--------------	-----------	---------------	-----------	---------------	------------	--------------	----------	-----	-----	--------------	-----



Linha SMD 4:

MBSF	BIP	SPP	C-COM 900	HDP G1	C-COM 500	HDP G1	C-COM 900	MV 2F	C-COM 2800	MPA G1	I-COM 900	REF A	BBS	BIP	C-COM 900	MBS
------	-----	-----	--------------	-----------	--------------	-----------	--------------	----------	---------------	-----------	--------------	----------	-----	-----	--------------	-----



Linha SMD 5:

MBSF	BIP	HDP G1	C-COM 900	MV 2C	C-COM 900	C-COM 1650	MPA G1	I-COM 900	REF G1	BBS	BIP	C-COM 900	MBS
------	-----	-----------	--------------	----------	--------------	---------------	-----------	--------------	-----------	-----	-----	--------------	-----



Linha SMD 6:

MBSF	BIP	HDP G1	C-COM 500	HDP G1	C-COM 900	MV 2F	C-COM 2800	MPA G1	I-COM 900	REF G1	BBS	BIP	C-COM 900	MBS
------	-----	-----------	--------------	-----------	--------------	----------	---------------	-----------	--------------	-----------	-----	-----	--------------	-----



Linha SMD 7:

MBSF	BIP	HDP III	C-COM 900	MV 2F	C-COM 2800	MPA G1	I-COM 900	REF G1	BBS	BIP	C-COM 900	MBS
------	-----	------------	--------------	----------	---------------	-----------	--------------	-----------	-----	-----	--------------	-----



Onde:

MBSF: *Magazine Buffer Stocker Feeder*, máquina na qual o operador alimenta a linha com os magazines que contêm as PCI's a serem montadas pela linha. O MBSF injeta PCI a PCI na linha.

BIP: Pequeno dispositivo que faz uma rotação de 180° na PCI. Este dispositivo faz-se necessário pois as PCI's que passam pela linha SMD são provenientes das máquinas inserçoras e os componentes SMD são normalmente montados na face inversa da PCI.

C-CON XXX: Esteira que faz a transferência de PCI's entre uma máquina e outra. XXX representa o tamanho em milímetros da esteira.

I-CON XXX: Mesmo que C-CON diferindo apenas por possuir um pedal para que o operador possa interromper o deslocamento da PCI e desta forma conferir o trabalho efetuado pela máquina anterior.

BBS: *Buffer Board Stocker*, estocador de PCI's. Um magazine que armazena PCI's temporariamente.

MBS: *Magazine Buffer Stocker*, o inverso do MBSF, este mecanismo estoca em magazines as PCI's montadas pela linha SMD.

10. Processo geral de montagem de PCI's (seq. de produção)

A seqüência de produção depende dos tipos de componentes a serem montados, e também sobre qual(is) face(s):

Obs.: Convencionou-se que a face da PCI onde serão montados os componentes convencionais será chamada face superior. Desta forma a face da PCI onde se faz a soldagem DIP, que sempre é oposta a face onde se montam os componentes convencionais, chamaremos face inferior.

✓ Caso a PCI possua apenas componentes convencionais: Os componentes convencionais serão montados na face superior e será feita soldagem DIP na face inferior.

✓ Caso a PCI, além de componentes convencionais, possua SMD's a serem montados na face inferior: Os componentes SMD serão montados por adesivo e soldagem DIP.

✓ Caso a PCI, além de componentes convencionais, possua SMD's a serem montados na face superior: Os componentes SMD serão montados por refusão de pasta de solda (processo reflow).

✓ Caso a PCI, além de componentes convencionais, possua SMD's a serem montados nas duas faces: Os componentes SMD's que se localizam na face superior serão montados pelo processo reflow e os outros pelo processo de adesivo e soldagem DIP.

✓ Caso a PCI possua apenas componentes SMD's, em ambas as faces: Todos os SMD's serão montados por refusão de pasta de solda (processo reflow).

As seqüências padrão no processo de montagem de uma PCI são mostrados abaixo. A primeira mostra SMD por reflow nas duas faces da PCI e a segunda SMD por reflow e por adesivo, ambas com componentes convencionais. Caso uma ou mais fases não sejam desnecessárias, passa-se à fase seguinte.

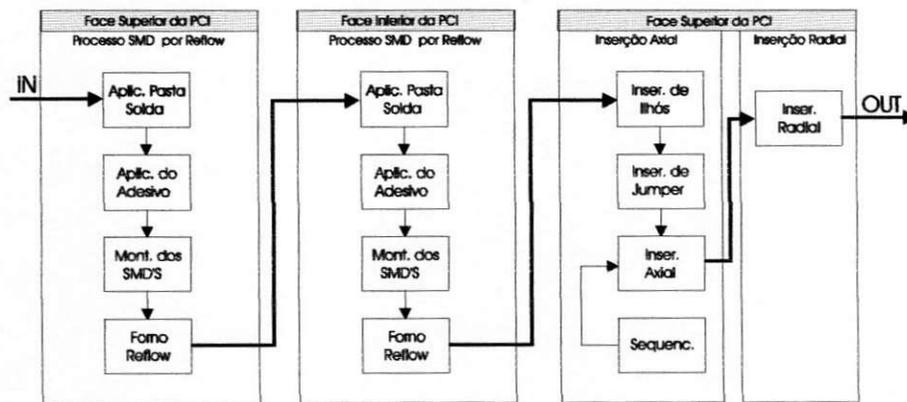


Fig. 13: Seqüência padrão de montagem 1

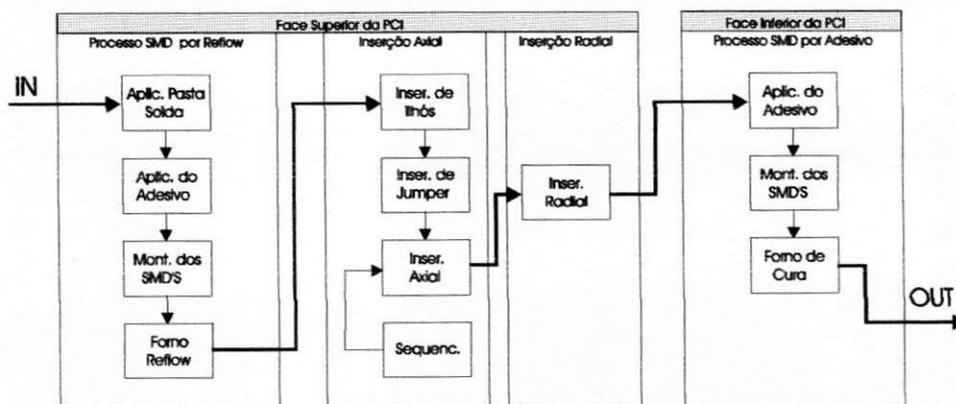


Fig. 14: Seqüência padrão de montagem 2

11. Eventos de implantação de novos produtos

Para que um novo produto entre em um ritmo de produção de larga escala é necessário que este antes passe por 3 fases preparatórias que são descritas abaixo:

- 25 kits: Neste evento são fornecidos à Inserção Automática os primeiros protótipos da PCI e a lista com a relação dos componentes (MACPAC) a serem montados na mesma. A inserção automática deve analisar se a PCI está condizente com a norma para projetos de PCI's e também conferir os enfitamentos de todos os componentes utilizados. Após feitas todas as conferências escolhe-se a seqüência de montagem dos componentes para cada fase de inserção e finalmente os programas para cada uma das máquinas. Monta-se 25 produtos e relata-se os problemas encontrados para que sejam corrigidos no próximo evento.
- Linha Piloto: Este evento é bem semelhante ao anterior. Após corrigidos os problemas detectados no evento 25 kits, é dado início a montagem da Linha Piloto. Quando são relatados muitos erros faz-se necessário a reprogramação das máquinas. Monta-se 100 produtos e relata-se os problemas encontrados para que sejam corrigidos no próximo evento.
- Início de Produção: Finalmente, após corrigidos todos os problemas que por acaso tenham ocorrido na Linha Piloto, é dado início a Produção propriamente dita.

12. Os processos da inserção

- O processo de **INSERÇÃO AXIAL**

Tem 3 fases distintas a saber:

1. A programação feita no gerador de programas:

O processo se inicia a partir do MACPAC, que é fornecido pela Engenharia de Produtos e lista, entre outras coisas, a posição mecânica e a descrição de cada componente. De posse deste, a divisão de inserção automática identifica quais os componentes que serão inseridos pela máquina axial, marca as posições mecânicas na PCI (estas são indicadas na PCI por serigrafia), e adquire as coordenadas das mesmas fazendo uso do gerador de programas. Uma seqüência de inserção é estabelecida e em seguida são elaborados os programas da sequenciadora e da inserçora axial.

É importante observar que nesta fase são programadas 2 máquinas:

- Inserçora Axial;
- Sequenciador.

2. O enfitamento dos componentes que serão inseridos de acordo com um seqüência programada.

Os carretéis contendo os componentes são colocados nas estações da sequenciadora manualmente, em posições pré-determinados e posicionados corretamente nas cabeças dispensadoras.

Após isto, o equipamento é ligado e as cabeças dispensadoras são acionadas de acordo com a seqüência programada, simultaneamente ao movimento da Esteira Transportadora que transporta os componente em direção ao módulo de controle, onde os componentes são enrolados no carretel receptor. Neste carretel receptor podem ser enrolados várias seqüências do programa.

Os carreteis receptores são colocados no estoque intermediário, localizado entre a sequenciadora e a inserçora, com a finalidade de manter um sub-estoque para alimentar a inserçora.

3. A inserção dos componentes sequenciados nas placas. Tarefa realizada na inserçora.

São colocados dois carretéis seqüenciados na inserçora axial e as fitas são posicionadas nos cabeçotes. As inserçoras são duplas, de maneira que, podemos inserir duas placas simultaneamente. Estes dois cabeçotes executam os mesmos movimentos relativo ao mesmo tempo, de acordo com o programa elaborado.

As placas são colocadas manualmente nos dispositivos de fixação das placas, com a mesa X-Y em movimento, sendo necessário que operador esteja bem treinado para executar esta operação. As coordenadas X e Y, que determinam as posições dos componentes são definidas pelo movimento da mesa X-Y, comandada por motores de passo, e não pelos cabeçotes.

- processo de **INSERÇÃO RADIAL** e de **montagem de componentes SMD**

É bem semelhante ao descrito anteriormente, no entanto, não há a necessidade de uma máquina que faça a seqüência dos componentes que serão inseridos, já que as máquina radiais e SMD (MV e MPA) já dispõem de um carro Z responsável por fornecer os componetes à cabeça da máquina na seqüência apropriada.

13. Caminho de inserção

Para cada fase da montagem de uma PCI (axial, radial ou SMD) faz-se necessário que se escolha um caminho adequado para a montagem dos componentes. Um caminho adequado resulta em um menor tempo de montagem da PCI, aumentando desta forma a produtividade da fábrica, e um menor desgaste das máquinas. A Sharp carece de um software que possa fazer esta escolha sem grandes margens de erros, uma vez que atualmente esta é feita pelo programador pelo método do “olhometro”. Programas profissionais com esta finalidade já estão disponíveis no mercado, no entanto, mesmo para uma empresa do porte da Sharp são considerados muitos caros. Como uma tentativa de desenvolver este programa, desenvolvi um programa na linguagem C que funciona perfeitamente para uma PCI que possua até 10 componentes. Sua função é, após fornecidas as coordenadas X e Y de cada componente na PCI, analisar todos as seqüências de montagem (caminhos) possíveis de forma a localizar o que apresenta o menor deslocamento médio. Ainda necessita muitas modificações até que possa suprir as necessidades da fábrica. Atualmente as exigências das fábrica são:

- deslocamento máximo de 50mm, no eixo X ou Y, entre uma inserção e outra;
- deslocamento máximo de duas estações do carro Z;
- capacidade média de 100 componentes.

Abaixo segue o código do programa:

```
#include <conio.h>
#include <math.h>
#include <stdio.h>

#define TMAX 10

int XMAX= 5;

int YMAX= 5;

char m[TMAX], menor_vetor[TMAX], i, j;
int xy[2][TMAX], dx[TMAX][TMAX], dy[TMAX][TMAX];
unsigned long n_caminhos=0;
double desloc, menor_desloc=100000, dist[TMAX][TMAX];
```

```

float sq(int);

void coordenadas (void);

void main(){
    coordenadas();
    for(i=0;i<TMAX;i++)
        for(j=0;j<TMAX;j++)
            dist[i][j]=sq(xy[0][i]-xy[0][j])+sq(xy[1][i]-xy[1][j]);
    printf("Espere");
    for(m[0]=0;m[0]<TMAX;m[0]++){
        for(m[1]=0;m[1]<TMAX;m[1]++){
            if(m[1]!=m[0]){
                if(dx[m[1]][m[0]]<XMAX){
                    if(dy[m[1]][m[0]]<YMAX){
                        for(m[2]=0;m[2]<TMAX;m[2]++){
                            if(m[2]!=m[1] && m[2]!=m[0]){
                                if(dx[m[2]][m[1]]<XMAX){
                                    if(dy[m[2]][m[1]]<YMAX){
                                        for(m[3]=0;m[3]<TMAX;m[3]++){
                                            if(m[3]!=m[2] && m[3]!=m[1] && m[3]!=m[0]){
                                                if(dx[m[3]][m[2]]<XMAX){
                                                    if(dy[m[3]][m[2]]<YMAX){
                                                        for(m[4]=0;m[4]<TMAX;m[4]++){
                                                            if(m[4]!=m[3] && m[4]!=m[2] && m[4]!=m[1] && m[4]!=m[0]){
                                                                if(dx[m[4]][m[3]]<XMAX){
                                                                    if(dy[m[4]][m[3]]<YMAX){
                                                                        for(m[5]=0;m[5]<TMAX;m[5]++){
                                                                            if(m[5]!=m[4] && m[5]!=m[3] && m[5]!=m[2] && m[5]!=m[1] && m[5]!=m[0]){
                                                                                if(dx[m[5]][m[4]]<XMAX){
                                                                                    if(dy[m[5]][m[4]]<YMAX){
                                                                                        for(m[6]=0;m[6]<TMAX;m[6]++){
                                                                                            if(m[6]!=m[5] && m[6]!=m[4] && m[6]!=m[3] && m[6]!=m[2] && m[6]!=m[1]
                                                                                            && m[6]!=m[0]){

```

```

if(dx[m[6]][m[5]]<XMAX){
if(dy[m[6]][m[5]]<YMAX){
for(m[7]=0;m[7]<TMAX;m[7]++){
if(m[7]!=m[6] && m[7]!=m[5] && m[7]!=m[4] && m[7]!=m[3] &&
m[7]!=m[2] && m[7]!=m[1] && m[7]!=m[0]){
if(dx[m[7]][m[6]]<XMAX){
if(dy[m[7]][m[6]]<YMAX){
for(m[8]=0;m[8]<TMAX;m[8]++){
if(m[8]!=m[7] && m[8]!=m[6] && m[8]!=m[5] && m[8]!=m[4] &&
m[8]!=m[3] && m[8]!=m[2] && m[8]!=m[1] && m[8]!=m[0]){
if(dx[m[8]][m[7]]<XMAX){
if(dy[m[8]][m[7]]<YMAX){
for(m[9]=0;m[9]<TMAX;m[9]++){
if(m[9]!=m[8] && m[9]!=m[7] && m[9]!=m[6] && m[9]!=m[5]
&&m[9]!=m[4] && m[9]!=m[3] && m[9]!=m[2] && m[9]!=m[1] &&m[9]!=m[0]){
if(dx[m[9]][m[8]]<XMAX){
if(dy[m[9]][m[8]]<YMAX){
desloc=0;
for(i=0; i<TMAX-1; i++)
desloc+=dist[m[i+1]][m[i]];
if(desloc<menor_desloc){
menor_desloc=desloc;
menor_vetor[0]=m[0];
menor_vetor[1]=m[1];
menor_vetor[2]=m[2];
menor_vetor[3]=m[3];
menor_vetor[4]=m[4];
menor_vetor[5]=m[5];
menor_vetor[6]=m[6];
menor_vetor[7]=m[7];
menor_vetor[8]=m[8];
menor_vetor[9]=m[9];
}
n_caminhos++;

```

```

        }
        }
        }
        }
        }
        }
        }
        }
        }
        }
        }
    }
    clrscr();
    printf("O caminho de menor deslocamento , o de sequencia:\n");
    for(i=0; i<TMAX; i++)
        printf("%d - ",menor_vetor[i]);
    printf("\nA distancia média neste caminho , %f",desloc/TMAX-1);
    printf("\n\nO total de caminhos examinados foi: %d",n_caminhos);
    getch();
}

float sq(int a){
    return (a*a);
}

void coordenadas(void){
    int i=0, j=0, x=0;
    clrscr();
    gotoxy(10,5);
    for(i=0;i<TMAX;i++)
        for(j=0;j<2;j++)
            xy[j][i]=0;
    x=TMAX;
    printf("Digite o no. de componentes a serem sequenciados: ");
    scanf("%d",&x);
    printf("\n\n");
}

```

```
for(i=0; i<x; i++){  
    for(j=0; j<2; j++){  
        printf("Entre com o valor de %c para o componente %d:", 'X'+j, i);  
        scanf("%d",&xy[j][i]);  
    }  
}  
}
```

14. Cursos realizados

- Treinamento Operador Sequenciadora
Carga horária: 13 h
- Treinamento Operador Inserçora Axial/ Jumpeadora
Carga horária: 18 h
- Treinamento Operador Inserçora Radial
Carga horária: 18 h
- Palestra sobre ISO 9000
Carga horária: 2 h

15. Conclusões

A Sharp, através da modernização de seu parque fabril, ou seja, investindo em tecnologia de ponta, conseguiu atingir um elevado índice de automação na montagem de PCI's ao mesmo tempo com um alto índice de qualidade. O que mostra, a importância da Inserção Automática para qualquer indústria que se preocupe com a qualidade e com a redução de preços de seus produtos. Tornando-se assim, uma empresa de alta qualidade e com a redução de preços de seus produtos. Desse modo melhorando sua competitividade num mercado onde a concorrência é acirrada.

A realização do estágio na Inserção Automática foi bastante proveitoso contribuindo para a formação do aluno. Alguns fatores atrapalharam o andamento do estágio, como a transferência do chefe da IAC para São Paulo e o pedido de demissão de um engenheiro da IAC. O aluno teve oportunidade de realizar cursos de operação de algumas máquinas e a experiência numa fábrica de grande porte foi bastante instrutivo no ponto de vista de suas deficiências e necessidades. Pude constatar também a necessidade de pessoas com capacidade de desenvolver software que lidem com banco de dados, de preferência em linguagem Delphi, e dessa forma surgiram a disponibilidade desta disciplina para os alunos de Elétrica.

16. Bibliografia

- Normas para projeto de Placas de Circuito Impresso
Giovanni B. Nóbrega
- Manual de Operação Software/ máquina Sequenciadora de Componentes - *Universal*
Giovanni B. Nóbrega
- Manual de Operação Software/ máquina Inserçora Axial e Jumpeadora - *Universal*
Giovanni B. Nóbrega
- Manual de Operação Software/ máquina Inserçora Radial - *Panasert*
Giovanni B. Nóbrega
- Processo de Inserção Automática
Treinamento e Desenvolvimento - Sharp
- C programação - o guia prático para a programação eficiente
Steven Holzner e Peter Norton Computing Group