

02.02.1988

ROMERO TORI

Engenheiro Eletricista, Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo, 1982

**SISTEMA micropAC: METODOLOGIA E FERRAMENTAS PARA
DESENVOLVIMENTO DE CAD EM MICROCOMPUTADORES DE
16 BITS**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da USP para a obtenção
do Título de Mestre em Engenharia

Orientador: Prof.Dr.Antonio Marcos de Aguirra Massola
Professor Titular do Departamento de Engenharia
de Eletricidade da Escola Politécnica da USP

São Paulo, 1988

SUMÁRIO

Este trabalho apresenta uma metodologia para desenvolvimento de CAD em microcomputadores de 16 bits, apoiada em um conjunto de módulos de ferramentas básicas, que podem ser expandidas de acordo com as necessidades. As ferramentas e técnicas desenvolvidas procuram levar em conta as características dos equipamentos e das necessidades nacionais, buscando ao mesmo tempo um certo grau de portabilidade e um melhor aproveitamento dos diversos profissionais envolvidos com um projeto de CAD.

Dedico este trabalho aos meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

- Ao professor Massola, pela orientação, apoio e incentivo que vem me dando desde quando comecei a estagiar no LSD.
- Aos colegas e ex-colegas do gCAD, que com sua colaboração permitiram a elaboração deste trabalho:
 - . engenheiros Reginaldo Arakaki, Geraldo L.M. Fonseca, Ulysses P. Pacheco Filho, Marcos S.G. Tsuzuki;
 - . analistas André L. Battalioa, Claudio S. Pinhanez;
 - . estagiários Fábio Nicida, Elder Ferreira Avelãs, Fábio S.G. Tsuzuki, Fernando Machado, Marcelo Pereira;
 - . Técnico Sérgio R. Rabelo;
 - . secretária Iandeci Pena
- Às empresas:
 - . SCOPUS TECNOLOGIA, pelo empréstimo do microcomputador onde foi desenvolvido o trabalho;
 - . DIGIGRAF TECNOLOGIA ELETRÔNICA, pelo empréstimo da mesa digitalizadora;
 - . FDTE - FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA, pela infra-estrutura e apoio;
- Aos meus pais, pelo apoio;
- À Regina pela ajuda, apoio e compreensão;
- A todos, que de uma forma ou outra contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Obrigado

Romero

ÍNDICE

| | | |
|---------|---|------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1.1 |
| 2 | CONCEITOS BÁSICOS | 2.1 |
| 2.1 | Automação Industrial e CAD/CAM | 2.1 |
| 2.1.1 | Conceitos gerais de automação Industrial | 2.1 |
| 2.1.1.1 | O ciclo do produto | 2.2 |
| 2.1.1.2 | CAD -Projeto Auxiliado por Computador | 2.4 |
| 2.1.1.3 | CAE -Engenharia Auxiliada por Computador | 2.5 |
| 2.1.1.4 | CAM -Manufatura Auxiliada por Computador | 2.5 |
| 2.1.1.5 | Controle numérico | 2.6 |
| 2.1.1.6 | Robótica | 2.6 |
| 2.1.1.7 | Tecnologia de grupos | 2.7 |
| 2.1.1.8 | Controle de processos | 2.7 |
| 2.1.1.9 | CIM -Automação Integrada da Manufatura | 2.7 |
| 2.1.2 | O desenvolvimento de Sistemas CAD/CAM | 2.8 |
| 2.1.2.1 | Estratégias para implantação de Sistemas CAD/CAM | 2.8 |
| 2.1.2.2 | A formação de profissionais de CAD/CAM | 2.10 |
| 2.2 | Compugrafia Interativa | 2.13 |
| 2.2.1 | Classificação da Compugrafia | 2.14 |
| 2.2.1.1 | Quanto ao tratamento da imagem | 2.14 |
| 2.2.1.2 | Quanto à interação com o usuário | 2.16 |
| 2.3 | A Interface Homem-Máquina | 2.17 |
| 2.4 | Pacotes Gráficos e Padronização | 2.22 |
| 2.4.1 | Histórico | 2.22 |
| 2.4.2 | Padronização e portabilidade | 2.25 |
| 2.4.2.1 | Portabilidade em sistemas compugráficos | 2.26 |

| | |
|---|-------------|
| 2.4.3 Principais padrões compugráficos | 2.30 |
| 2.4.3.1 Sistema CORE | 2.30 |
| 2.4.3.2 Sistema GKS | 2.37 |
| 2.4.3.3 Padrão IGES | 2.43 |
| 2.4.3.4 Padrão NAPLPS | 2.44 |
| 2.4.3.5 Padrão PHIGS | 2.44 |
| 3 MOTIVAÇÕES | 3.1 |
| 3.1 Alguns Projetos de CAD Já Desenvolvidos no LSD | 3.1 |
| 3.1.1 Projeto de circuito impresso | 3.1 |
| 3.1.2 O sistema COMPO | 3.2 |
| 3.1.3 Sistema para digitalização de gráficos | 3.5 |
| 3.1.4 Editor para VLSI | 3.6 |
| 3.2 O Uso de Microcomputadores em CAD/CAM | 3.7 |
| 3.2.1 O impacto dos microcomputadores | 3.7 |
| 3.2.2 Vantagens e desvantagens do microcomputador | 3.8 |
| 3.2.3 O Microcomputador de 16 bits | 3.9 |
| 3.3 Sistemas Importados X Sistemas Nacionais | 3.10 |
| 3.4 A Filosofia dos Três Níveis | 3.11 |
| 3.4.1 Os níveis | 3.11 |
| 3.4.2 O funcionamento | 3.13 |
| 3.4.3 Prós e contras | 3.14 |
| 4. O SISTEMA microPAC | 4.1 |
| 4.1 Descrição do Sistema | 4.1 |
| 4.2 Implementação | 4.2 |
| 4.2.1 Os equipamentos | 4.2 |
| 4.2.1.1 O microcomputador | 4.2 |
| 4.2.1.2 A placa de vídeo | 4.3 |
| 4.2.1.3 A mesa digitalizadora | 4.5 |

| | | |
|-------------|--|------|
| 4.2.1.4 | A impressora | 4.6 |
| 4.2.1.5 | O traçador gráfico | 4.6 |
| 4.2.2 | A linguagem assembly | 4.6 |
| 4.2.3 | A linguagem C | 4.6 |
| 4.2.4 | Os pacotes implementados | 4.7 |
| 4.2.4.1 | PG-Pacote Gráfico | 4.8 |
| 4.2.4.2 | ED-Estrutura de Dados compugráficos | 4.10 |
| 4.2.4.3 | GM-Gerenciador de Menus | 4.11 |
| 4.2.5 | Bibliotecas | 4.11 |
| 4.2.6 | Instalação de pacotes em memória | 4.12 |
| 4.2.6.1 | O processo de instalação | 4.13 |
| 4.2.6.2 | O acesso aos módulos | 4.13 |
| 4.2.7 | GT - GERENCIADOR DE TESTES | 4.14 |
| 4.2.8 | Alguns algoritmos importantes | 4.15 |
| 4.2.8.1 | Acesso à memória de vídeo | 4.15 |
| 4.2.8.2 | Traçado de retas em dispositivos matriciais | 4.16 |
| 4.2.8.3 | Traçado de elipses em dispositivos matriciais | 4.17 |
| 4.2.8.4 | Geração de caracteres | 4.18 |
| 4.2.8.5 | Preenchimento de Áreas | 4.19 |
| 4.2.8.6 | Transformações Geométricas | 4.20 |
| 4.2.8.7 | Digitalização de curvas via mesa digitalizadora | 4.22 |
| 5. | ALGUNS APLICATIVOS | 5.1 |
| 5.1. | SDC - Sistema para Digitalização Cartográfica | 5.1 |
| 5.2. | MP1 - Editor para Projeto de Trocadores de Calor | 5.3 |
| 6. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 6.1 |
| APÊNDICES | | |
| APÊNDICE A: | VOCABULÁRIO | A-1 |
| APÊNDICE B: | BIBLIOGRAFIA | B-1 |

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho é consequência da experiência que o Laboratório de Sistemas Digitais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo vem adquirindo no desenvolvimento de sistemas CAD/CAM, em conjunção com diversos outros fatores da nossa realidade atual, como:

- necessidade de disseminação das técnicas de CAD/CAM no país;
- necessidade de desenvolvimento de ferramentas para a implementação de sistemas CAD/CAM;
- necessidade de formação de recursos humanos nesta área;
- vantagens na utilização de microcomputadores em sistemas CAD/CAM;

O Sistema microPAC, que é o tema desta dissertação, é o resultado do estudo e análise de todos estes fatores, constituindo-se de uma metodologia aberta para o desenvolvimento de CAD/CAM em microcomputadores e equipamentos nacionais, apoiada em um conjunto de módulos de ferramentas básicas, que podem ser expandidos de acordo com as necessidades. O primeiro módulo implementado foi o Pacote Gráfico - PG -, que fornece funções gráficas bidimensionais e controla diversos equipamentos periféricos gráficos.

O sistema microPAC está sendo testado e aplicado na prática pelo gCAD - grupo de CAD/CAM do LSD -, que já desenvolveu diversos aplicativos baseados nesta metodologia (cartografia, projetos de placas de alumínio, projetos de circuito impresso, análises de ecocardiogramas e outros), sendo que o módulo PG já vem sendo utilizado também por outros grupos do LSD, como o de Automação Industrial e o de VLSI.

A filosofia do sistema microPAC, aberta e estruturada em três níveis de desenvolvimento e acesso, permite uma maior interação entre analistas, engenheiros e usuários finais do sistema, o que aumenta a eficiência do desenvolvimento, gera aplicativos mais adequados às reais necessidades do usuário, e permite uma evolução e ampliação constante das ferramentas que compõem o sistema.

Neste trabalho são abordados os conceitos básicos da área e as motivações que levaram ao desenvolvimento do sistema, finalizando-se com a descrição do sistema microPAC

e a apresentação de dois sistemas já desenvolvidos pelo gCAD baseados nesta metodologia.

O trabalho é complementado com 2 apêndices:

- VOCABULÁRIO: São apresentados os termos básicos de Computação Gráfica, em português e inglês, com respectivas conceituações. Este vocabulário foi gerado durante o desenvolvimento deste trabalho, através de um estudo paralelo específico, motivado pela inexistência de um vocabulário deste tipo, na falta do qual os textos técnicos eram obrigados a se valer de termos estrangeiros para não terem suas interpretações prejudicadas pelo uso de termos mal conceituados:

- BIBLIOGRAFIA: São apresentados artigos e livros que tratam dos assuntos abordados no trabalho:

CAPÍTULO 2

CONCEITOS BÁSICOS

2. CONCEITOS BÁSICOS

Neste capítulo são apresentados alguns conceitos importantes para a compreensão deste trabalho. Conceitos mais básicos como fundamentos de Compugrafia (Computação Gráfica) e de Engenharia de Programação não são aqui abordados, mas devem ser dominados para um bom entedimento do trabalho pelo leitor. Recomenda-se fortemente o conhecimento das referências [TOR187e], [FOLE82] ou [NEWM79] para aqueles que não possuam conhecimento algum sobre Compugrafia

2.1 Automação Industrial e CAD/CAM

É cada vez maior a importância das técnicas de CAD/CAM na Automação Industrial. A fim de situar o leitor serão apresentados alguns conceitos referentes à automação, ressaltando-se o papel do CAD/CAM, as estratégias de implantação, o desenvolvimento e a formação de pessoal.

2.1.1 Conceitos gerais de Automação Industrial

A Automação Industrial é uma área extremamente ampla, envolvendo inúmeros sistemas e técnicas. Procura-se a seguir dar uma rápida visão dos principais conceitos a ela referentes.

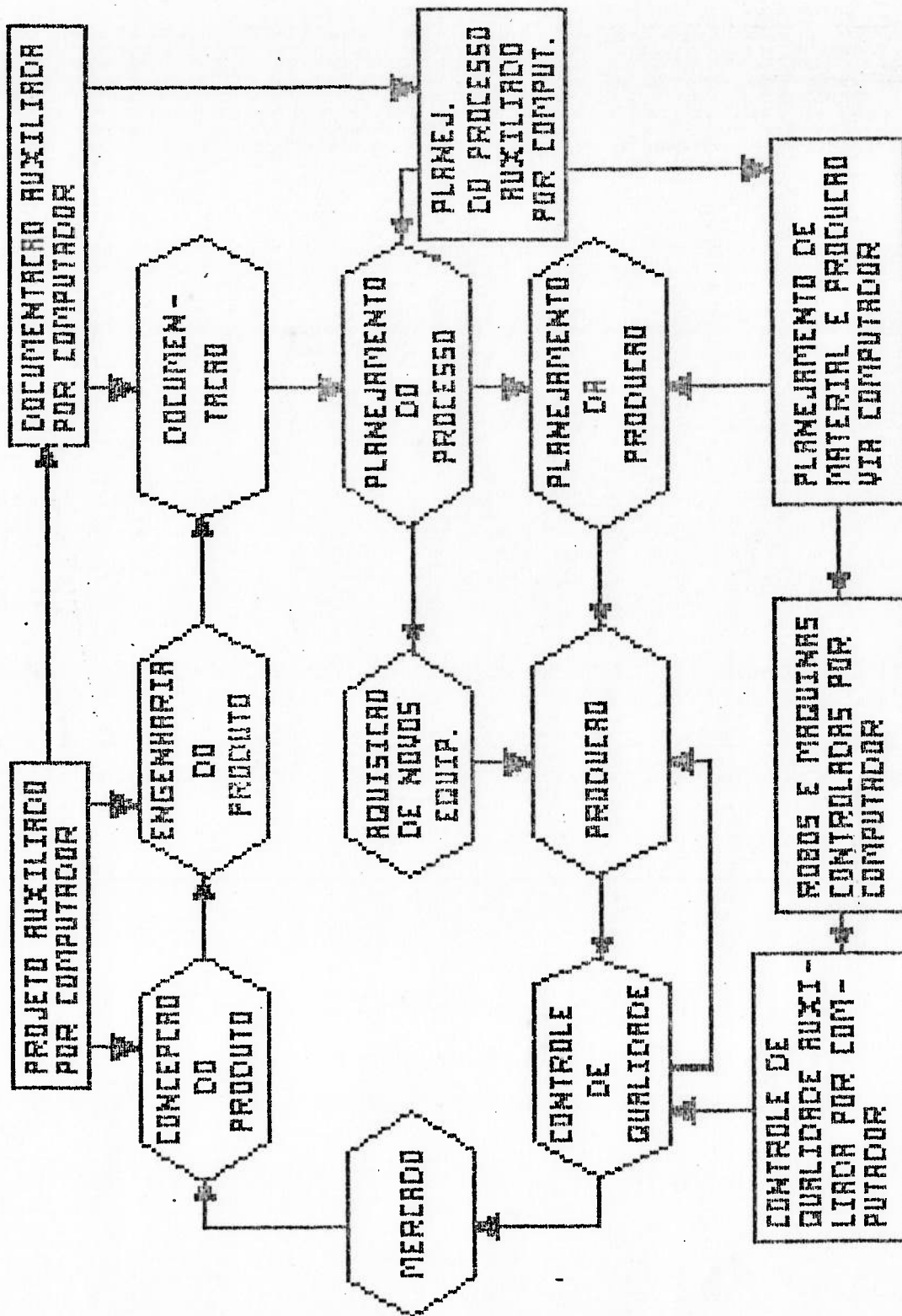


Fig. 2.2 Ciclo de um Produto com Automação

2.1.1.2 CAD - Projeto auxiliado por computador

Entende-se como sendo o uso de sistemas computacionais (equipamentos, e programas) no auxílio à criação, modificação, análise ou otimização de um projeto. Como exemplos de aplicativos em CAD podem ser citados: projetos de peças mecânicas, análise de esforços em materiais, simulação de circuitos eletrônicos e projetos de arquitetura. Para a constituição de tais sistemas, são normalmente alocados os seguintes recursos:

- EQUIPAMENTOS

- a) Computador;
- b) Dispositivos compugráficos de saída : terminais de vídeo, traçadores gráficos, foto-traçadores, impressoras gráficas;
- c) Dispositivos compugráficos de entrada: mesas digitalizadoras, joistiques, ratinhos;
- d) Outros periféricos : teclados, unidades de disco, impressoras alfanuméricas, monitores alfanuméricos;

- PROGRAMAS

- a) Básicos: sistema operacional, linguagens de programação
- b) Compugráficos : controladores de dispositivos, pacote gráfico, estrutura de dados gráficos.
- c) de Engenharia : simulação, análise, cálculo.
- d) Aplicativo : interface com o usuário, gerenciamento dos programas compugráficos e de engenharia

Como a visualização de imagens é a melhor forma de o projetista manipular os dados do projeto, praticamente todos os sistemas CAD utilizam a Computação Gráfica como meio de interação entre o projetista e o sistema automático de auxílio ao projeto. Este fato faz com que muitas pessoas confundam CAD com Computação Gráfica. Na realidade, CAD é muito mais do que isto, sendo que a imagem é apenas um meio

de interação. Da mesma forma nem todos os sistemas que manipulam imagens podem ser classificados como sistemas CAD (como por exemplo sistemas de visão robótica, programas para geração de desenhos e telas, etc...).

O CAD é uma ferramenta de auxílio ao projeto e, portanto, abrange todas as áreas de projeto, destacando-se as diversas modalidades da engenharia, passando também pela arquitetura, química, geologia, e até outras profissões menos ligadas à engenharia.

2.1.1.3 CAE - Engenharia auxiliada pelo computador

O termo CAE engloba todas as técnicas necessárias para a implementação de sistemas CAD envolvidas diretamente com os cálculos e algoritmos utilizados para a resolução de determinado problema de projeto de engenharia (cálculos de engenharia, simulações, modelamento, etc...).

Normalmente esta sigla é utilizada em conjunto com CAD - CAD/CAE - para reforçar o aspecto de sistema de auxílio de projeto, de modo a evitar que o termo CAD seja erroneamente confundido com Desenho Auxiliado por Computador.

2.1.1.4 CAM - Manufatura auxiliada por computador

Entende-se como sendo o uso do computador no planejamento, gerenciamento e controle de operações de manufatura. Pode ser subdividido em dois grandes grupos :

- a) Controle de processos: conexão direta do computador ao processo de produção, de forma a monitorá-lo e controlá-lo em tempo real;
- b) Suporte à produção: aplicações indiretas nas quais o computador presta suporte à produção, mas não age diretamente sobre o processo. Exemplos: programação de máquinas de controle numérico, planejamento de processos, planejamento de materiais, controle de pedidos e vendas

A tendência é cada vez mais haver uma integração entre sistemas CAD e sistemas CAM, de modo que o projeto seja

automatizado desde a sua concepção até a colocação no mercado, com os dados do projeto sendo passados digitalmente de uma fase para outra.

2.1.1.5 Controle numérico

Automação programável na qual o processo é controlado por números e símbolos. Uma máquina com controle numérico é bastante flexível, uma vez que trocando-se o programa armazenado, muda-se o serviço por ela executado.

As máquinas de controle numérico podem ser diretamente programadas, receber programas previamente desenvolvidos em sistemas que simulam os movimentos da máquina, ou serem programadas automaticamente através de um sistema CAD/CAM.

A Fig 2.3 mostra os componentes básicos de um sistema de controle numérico.

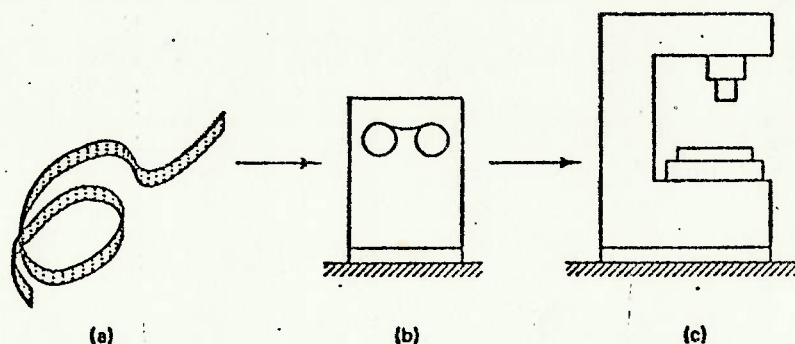


Fig 2.3 Componentes Principais de um Sistema de Controle Numérico: a) programa; b) unidade de controle; c) máquina ferramenta.

2.1.1.6 Robótica

O robô industrial, uma evolução das máquinas de controle numérico, pode ser considerado como uma máquina de propósitos gerais com características de movimentação,

normalmente através de um braço articulado, que pode ser programado para a execução de diversas tarefas.

Para a programação de robôs podem ser utilizadas linguagens especiais, além de simuladores que permitem visualizar o resultado de um programa sem necessidade de executá-lo no robô.

2.1.1.7 Tecnologia de grupos

Grupos de máquinas (células) que produzem famílias de peças similares (propriedades geométricas, tipo de material, método de fabricação, etc...), com o intuito de permitir um eficiente fluxo de trabalho na célula produtiva.

A codificação e classificação de todas as peças utilizadas pela indústria exige a manipulação de banco de dados, onde preparação e atualização são tarefas bastante consideráveis.

2.1.1.8 Controle de processos

Uso do computador na monitoração e controle de processos industriais, como laminação de alumínio, refinamento de petróleo, etc...

2.1.1.9 CIM - automação integrada da manufatura

Conceito atual da área de automação industrial que ganha cada vez mais importância para um perfeito aproveitamento dos recursos computacionais e aumento da eficiência do processo produtivo.

No CIM deve haver uma completa integração entre CAD/CAM e todos os demais processos envolvidos na produção. Para tanto é necessária uma interligação entre as diversas fases da produção, com o uso de bases de dados e redes de comunicação.

2.1.2 O desenvolvimento de sistemas CAD/CAM

Os recursos de programação e de máquinas aliados aos altos custos dos equipamentos e memórias justificavam, há algum tempo atrás, um grande investimento em homem-hora para a elaboração de programas extremamente eficientes no uso do processador e que ocupassem pouca memória. Hoje, com o barateamento e disponibilidade cada vez maiores destes recursos, grande parte dos custos de um sistema CAD/CAM encontra-se alocada ao desenvolvimento e manutenção dos programas, a ponto de, em muitos casos, o equipamento ter um custo quase desprezível em relação ao sistema.

Muitas das estratégias adotadas em épocas passadas para o desenvolvimento de sistemas CAD/CAM não têm mais sentido hoje em dia. Além disso, novas aplicações, técnicas e equipamentos estão surgindo, acompanhadas de novos problemas tecnológicos.

O Brasil vem atingindo rapidamente estágio privilegiado em termos de produção de equipamentos de informática, esperando-se em pouco tempo uma quase equiparação com países mais desenvolvidos. Mas é de suma importância que o país não fique atrasado em termos de desenvolvimento de sistemas e aproveite-se da experiência de países pioneiros nesta área, capacitando-se rapidamente a criar suas próprias soluções.

A seguir são levantados alguns dos aspectos que norteiam o desenvolvimento, implantação e utilização de sistemas de CAD/CAM.

2.1.2.1 Estratégias para implantação de sistemas de CAD/CAM

As estratégias utilizadas para a implantação de sistemas de CAD/CAM podem ser reunidas em quatro categorias, a saber:

- ALUGUEL DE SERVIÇOS

Neste caso o usuário utiliza recursos de programação e equipamentos de terceiros, os quais alugam o Sistema CAD/CAM ou vendem serviços.

Este procedimento é indicado para usuários eventuais, cuja demanda de serviços não justifica o desenvolvimento ou a aquisição de um sistema completo.

- SISTEMAS FECHADOS

O Sistema, juntamente com os equipamentos, é adquirido pronto para ser utilizado. O treinamento e manutenção são dados pelo fornecedor.

Existem diversos sistemas deste tipo fornecidos por empresas tradicionais da área, com seus custos variando de milhares a milhões de dólares.

Antes da escolha do sistema a adquirir, o usuário deve, no caso, definir muito bem suas necessidades presentes e futuras, uma vez que os fornecedores não fazem alterações no sistema a fim de adaptá-lo às necessidades do comprador.

Cuidado deve ser tomado para que, ao invés de solução para os seus problemas, o usuário não encontre novos e graves problemas a serem resolvidos.

- SISTEMAS EXPANSÍVEIS

Engloba equipamentos, interfaces padronizadas e ferramentas de programação, como sistema operacional e linguagem gráfica, que permitem o desenvolvimento e manutenção de aplicativos de CAD/CAM pelo próprio usuário. Esses poderão ser integrados a pacotes adquiridos de terceiros.

Neste esquema, a um custo eventualmente maior, o usuário pode reunir um conjunto de ferramentas bastante adequado às suas reais necessidades.

- DESENVOLVIMENTO PRÓPRIO

Neste caso o usuário desenvolve todos os seus aplicativos, podendo ou não utilizar interfaces padronizadas. Ocorre normalmente no desenvolvimento de pequenos sistemas CAD/CAM de uso específico e em microcomputadores.

2.1.2.2 - A formação de profissionais de CAD/CAM

Existem basicamente dois tipos de profissionais envolvidos com sistemas CAD/CAM:

- a) Usuário do sistema, que necessita adquirir conhecimentos de como utilizar adequadamente as ferramentas de CAD/CAM (aplicativos)
- b) Projetista do sistema, que deve saber como desenvolver os aplicativos de CAD/CAM.

Levanta-se agora alguns aspectos importantes quanto à formação destes dois tipos de profissional.

- USUÁRIO DE CAD/CAM

É importante ressaltar que o usuário de um sistema CAD/CAM é um projetista que não possui necessariamente algum conhecimento de informática. Assim, ele precisa de ferramentas que o auxiliem efetivamente no processo de implementação de um projeto, liberando-o de "trabalhos braçais" pouco gratificantes, mas sem obrigá-lo a ser um analista de sistemas.

Para este profissional, CAD/CAM não é propriamente uma tecnologia, mas um poderoso conjunto de ferramentas que auxilia a execução de determinadas tarefas de projeto, as quais na essência já eram executadas, embora manualmente e, geralmente, de forma diferente. O computador neste caso é apenas um meio e não um fim como o seria para o profissional analista de sistemas.

Assim, é importante que durante sua formação o usuário de CAD/CAM seja apresentado a alguns recursos, para familiarização. Alguns conhecimentos básicos de computação também são desejáveis, porém não indispensáveis.

Devido aos altos custos dos grandes sistemas de CAD/CAM, proibitivos para a maioria das instituições de ensino, o aluno deve ser apresentado a um grande número de sistemas existentes através de áudio-visuais e visitas às indústrias e fornecedores. A parte prática pode ser efetivada com o uso de pequenos sistemas de

microcomputadores, de custo muito mais acessível às instituições, porém de limitados recursos quando comparados aos outros sistemas.

Um fator muito importante para este tipo de formação é a necessidade de uma constante atualização por parte do corpo docente, e de um contato estreito com grandes usuários e fornecedores de CAD/CAM.

Para aqueles profissionais que não tiveram contato anterior com esta área, cursos de atualização ministrados por Universidades e Instituições de Pesquisa, ou pela própria empresa, devem suprir suas necessidades.

- PROJETISTA DE SISTEMAS CAD/CAM

Neste caso, o profissional deve ter uma formação em engenharia de programação e conhecimentos de computação, equipamentos, base de dados e padronização. Este profissional deve interagir com usuários e especialistas da área na qual o aplicativo será utilizado (para desenvolver um sistema CAD para mecânica são necessários conhecimentos de mecânica), absorvendo os conhecimentos técnicos necessários e mostrando as possibilidades e limitações do sistema, de modo a especificar e implementar aplicativos eficientes, de fácil aprendizado e, principalmente, de grande aceitação.

Aqui também o microcomputador poderá cobrir a formação prática, uma vez que grande parte dos conceitos básicos envolvidos na área podem ser aplicados nesta máquina. As técnicas e algoritmos desenvolvidos em microcomputadores podem ser aplicados em grandes sistemas, onde se tornam mais eficientes e poderosos. Alguns equipamentos interfaceados ao micro também se fazem necessários, como dispositivos computográficos e de controle numérico.

- O CAD/CAM NA ENGENHARIA

O CAD/CAM está diretamente envolvido com o ensino de engenharia pelos seguintes motivos:

- a) Os engenheiros são os maiores usuários de sistemas CAD/CAM, logo é indispensável o treinamento dos estudantes na utilização de tais sistemas.

- b) Os sistemas de CAD/CAM se utilizam de equipamentos eletrônicos e mecânicos bastante sofisticados, que devem ser desenvolvidos, controlados e integrados por engenheiros eletrônicos e mecânicos. Assim, para o desenvolvimento, integração e manutenção de equipamentos em Sistemas CAD/CAM é desejável uma formação na área de eletrônica e mecânica voltada para tais equipamentos, como terminais de vídeo, traçadores gráficos, mesas digitalizadoras, máquinas-ferramenta, robôs, etc...
- c) A integração dos equipamentos com os programas necessita de engenheiros com formação na área de eletrônica digital como também em Engenharia de Computação. No segundo caso, qualquer especialidade da engenharia precisa incluir em seus currículos matérias voltadas para Engenharia de Computação, uma vez que o mais indicado profissional para coordenar o desenvolvimento de um sistema CAD para Engenharia Civil, é sem dúvida um engenheiro de programação com formação em Engenharia Civil, e assim por diante.

- COMO FORMAR

Tanto a formação de recursos humanos, como o desenvolvimento da tecnologia de CAD/CAM se concentram nas Faculdades de Engenharia. Todos os cursos de Engenharia devem possibilitar aos seus alunos o contato com sistemas CAD/CAM, assim como um curso de Medicina não pode dispensar um hospital para treinamento de seus estudantes.

Em todas as modalidades da engenharia devem existir disciplinas eletivas para aqueles que desejam se dedicar não só à utilização de sistemas CAD/CAM mas também desejam desenvolver softwares e sistemas.

Em particular, no caso da Mecânica e da Eletrônica, devem existir disciplinas voltadas para o projeto de equipamentos utilizados em CAD/CAM.

Como as indústrias fornecedoras de equipamentos e sistemas são duplamente interessadas na formação de profissionais de CAD/CAM (primeiro por necessidade de recursos humanos e, segundo, para difundir a utilização de tais equipamentos) cabe a elas não só permitir o acesso dos estudantes às suas instalações como fornecer equipamentos às escolas para serem utilizados com fins didáticos.

As demais indústrias são usuárias de sistemas CAD/CAM. A estas interessa a mão-de-obra formada com conhecimentos no uso de sistemas de CAD/CAM, como também o desenvolvimento desta tecnologia no país, a fim de permitir menores custos na aquisição de tais sistemas e sua adequação à realidade nacional. Assim, estas empresas devem investir em ensino e pesquisa, o que pode ser feito das seguintes formas:

- Convênios com Universidades para desenvolvimento de sistemas CAD/CAM.
- Incentivos aos funcionários que desenvolvem atividades acadêmicas.
- Investimentos a fundo perdido em centros de pesquisa e Universidades.
- Reciclagem e atualização de seus funcionários através de cursos de atualização e especialização em Universidades.

Graças também ao fato de que as escolas de engenharia estão em todos os sentidos relacionadas ao CAD/CAM, pode haver um maior aproveitamento da tecnologia desenvolvida na formação de profissionais. Isto porque sistemas desenvolvidos dentro da escola podem ser utilizados lá mesmo como ferramentas na formação de engenheiros usuários, havendo também uma maior facilidade de comunicação entre usuários e implementadores, agilizando os avanços tecnológicos e o intercâmbio entre diferentes áreas da engenharia, essencial para a evolução das tecnologias de CAD/CAM.

2.2.- Compugrafia Interativa

A COMPUGRAFIA engloba todos os métodos e técnicas envolvidos com a conversão de dados de e para dispositivos gráficos através do computador. Logo, qualquer aplicação computacional que envolva tratamento e/ou apresentação de imagens utiliza técnicas compugráficas.

A manipulação de imagens pelo computador está hoje presente no dia a dia de todas as pessoas, apesar de que nem sempre elas se dão conta disso. Vinhetas televisivas, videojogos, desenhos animados, projetos de automóveis e aviões, gráficos estatísticos gerados por computadores, todos possuem em comum o uso de técnicas compugráficas.

Muitos aplicativos de estatística, educacionais e outros se utilizam da imagem para a comunicação homem-máquina. Mas hoje é também possível que a máquina receba e interprete imagens. Esta capacidade é bastante utilizada em inúmeras aplicações, como : prover visão aos robôs, análise de eletrocardiogramas e outros gráficos, introdução de desenhos gerados manualmente, retoques e composição de fotografias, criação de desenhos animados, interpretação de desenhos, etc...

Um grande avanço nesta área foi o surgimento da Compugrafia Interativa, que permite ao usuário interferir em um desenho e visualizar o resultado imediatamente. Com mais este recurso a Compugrafia passou a ter vida própria, deixando de ser apenas uma interface com o fim de melhorar a comunicação homem-máquina. A própria imagem passou a ser o objeto principal de aplicativos voltados para a documentação, criação de logotipos, e outras finalidades. A área da informática que maior proveito vem tirando da Compugrafia Interativa é a de CAD/CAM. Com a Compugrafia Interativa o projetista pode direcionar o andamento de um projeto (de um carro por exemplo), com o computador fazendo os cálculos necessários e apresentando as imagens resultantes, que podem ou não ser alteradas pelo projetista.

2.2.1 - Classificação da Compugrafia

Como se vê, a COMPUGRAFIA é uma área bastante abrangente, já que a imagem pode ser tratada de inúmeras formas diferentes pelo computador. Com o fim de melhor relacionar as técnicas existentes aos campos de aplicação, procura-se aqui fazer uma subdivisão da COMPUGRAFIA em áreas bem definidas.

Serão considerados dois aspectos independentes, quais sejam: quanto ao tratamento da imagem e quanto à interação com o usuário

2.2.1.1 - Quanto ao tratamento da imagem

Considera-se aqui as técnicas e operações aplicadas sobre as imagens e suas finalidades. Neste caso, podem-se destacar três grandes campos de aplicação da COMPUGRAFIA : síntese de imagens, análise de imagens e processamento de imagens. A seguir é feita uma breve descrição de cada um.

- SÍNTESE DE IMAGENS

A SÍNTESE DE IMAGENS envolve todas as técnicas computográficas destinadas à criação e manipulação de imagens artificiais a partir de modelos matemáticos e geométricos. As imagens podem possuir sombreamento ou se constituir apenas de linhas, ser definidas em duas ou três dimensões, possuir cor ou não, etc...

As principais aplicações destas técnicas são : criação de imagens abstratas, visualização de modelos matemáticos, geração de gráficos matemáticos e estatísticos, edição de desenhos (criação e alteração de desenhos) e simulações. Exemplos de aplicações são videojogos, editores gráficos, simuladores de vôo, aplicativos de CAD/CAM, e comerciais de TV, ETC...

- ANÁLISE DE IMAGENS

A análise de uma imagem é um processo inverso ao de síntese. Aqui a imagem já existe e de alguma forma é passada para o computador, através de mesas digitalizadoras, câmeras ou outro dispositivo digitalizador. Cabe ao computador captar da imagem a sua descrição digital. A partir da imagem digitalizada, e convertida para uma estrutura de descrição adequada, o computador poderá então realizar atividades tais como reconhecer padrões, fazer levantamentos estatísticos ou armazenar imagens fotográficas.

A análise pode também ser aplicada sobre imagens que já se encontram descritas na forma apropriada para tratamento computacional, não sendo então necessário o processo de digitalização.

Para a análise de imagens obtidas no mundo real estas devem passar por um processo de digitalização, ou seja, conversão dos níveis analógicos de intensidade luminosa e cor para descrições digitais. Estas descrições poderão ser efetuadas em dois níveis distintos: vetorial e matricial. Na forma vetorial a imagem é definida através de linhas, como em uma planta de arquitetura: O dispositivo gráfico mais indicado para a captação de um desenho do mundo exterior para ser convertido na sua descrição vetorial é a mesa digitalizadora. Na descrição matricial uma imagem é dividida em um grande número de pontos através de um reticulado imaginário. Cada um destes pontos recebe uma cor

de forma que, no conjunto, estes pontos configurem a imagem digitalizada. Este tipo de representação é indicado onde se necessita de realismo de imagens, como nas fotografias, que são definidas por tons e sombras e não por linhas. Exemplo: Imagens de satélite.

A obtenção de imagens matriciais a partir do mundo real é normalmente realizada por câmera de TV, que é um dispositivo capaz de captar diferenças de tonalidades, transformando-as em sinais elétricos.

Algumas vezes, dependendo da aplicação pode ser necessária a conversão de descrições de imagens de uma forma para outra. Nestes casos aplicam-se processos de vetorização (conversão de uma imagem na sua representação matricial para a sua descrição por linhas) e matriciação (conversão de um desenho definido por linhas para uma matriz de pontos).

- PROCESSAMENTO DE IMAGENS

O processamento de imagens é a união entre técnicas de síntese e análise, com o fim de se manipular imagens do mundo real e enriquecê-las com imagens sintéticas. Algumas aplicações nesta área são : retoques de fotografias, montagens, obtenção de efeitos especiais, etc...

2.2.1.2 - Quanto à interação com o usuário

Qualquer um dos três tipos de técnicas apresentadas no item anterior pode ser utilizado quer de forma não interativa ou interativa. Esta classificação diz respeito à maneira como o usuário de um sistema gráfico irá operá-lo. Na Compugrafia não interativa, após iniciada a execução do programa compugráfico o usuário não mais interfere e deve apenas aguardar o resultado. Um exemplo de sistema deste tipo seria um gerador de gráficos estatísticos que recebe os dados numéricos, processa-os, e fornece como saída desenhos em sua forma final. Se o resultado não for o esperado, o usuário modifica os dados e dispara novamente o processo. O ciclo se repete até que seja obtido o resultado final.

Já na Compugrafia interativa, que possui o campo de aplicação muito maior, o usuário participa durante todo o processo de síntese e/ou análise de imagens procurando conduzir o sistema para a geração do resultado desejado.

Exemplos de sistemas gráficos interativos são as estações gráficas nas quais os usuários podem criar e modificar imagens através de interações diretas com o Sistema.

2.3 - A Interface Homem-Máquina

O projeto é uma atividade onde há a necessidade de harmonização entre o conhecimento técnico, a criatividade e os cálculos matemáticos. No início os sistemas CAD/CAM resolviam apenas este último item, mas como a forma de entrada e saída das informações era pouco amigável (listas e listas de números e letras), a harmonia do processo criativo era quebrada. Com o desenvolvimento das técnicas de interação, e principalmente da Compugrafia, o projetista pode agora visualizar o projeto que está concebendo, realizar os cálculos e simulações necessárias, interferir no processo e rapidamente observar os resultados das alterações efetuadas. Desta forma, há uma integração perfeita entre o projetista e o sistema. Hoje em dia não se pode falar em sistema CAD que não seja altamente interativo.

Todo sistema interativo possui uma forma de diálogo com o operador, encarregado de converter as informações digitais processadas pelo computador em sons, imagens e outras ações de fácil interpretação pelo homem, permitindo a este comandar o sistema através de ações tipicamente humanas. Este conjunto de ações entre o operador e o sistema interativo é chamado de interface homem-máquina.

As técnicas de interação constituem uma ciência (e às vezes até uma arte) à parte, pois devem levar em consideração não só os recursos de equipamentos e programação disponíveis, como também as características particulares do ambiente onde o sistema de auxílio ao projeto será utilizado (geólogo fala uma "língua", arquiteto outra), executando uma interface perfeita entre o modo de pensar e agir do usuário e as técnicas de processamento, protocolos e formatos de dados das máquinas utilizadas no sistema. Para tanto, faz-se necessária a conjugação de conceitos de engenharia eletrônica, engenharia de software, ergonomia e até psicologia.

A interface homem-máquina é vital dentro de qualquer sistema interativo: não adianta em nada um processamento extremamente eficiente se o operador não consegue controlá-lo adequadamente. Vejamos um exemplo, extraído de [NEWM79], que mostra de forma humorada algo que costuma ocorrer frequentemente, ou seja, o usuário ficar com uma má

impressão de um sistema sem nem ao menos ter chegado a utilizar efetivamente as suas funções.

PROGRAMADOR: Agora que você já desenhou parte do circuito, você pode desejar alterá-lo...

USUÁRIO: Sim, vamos eliminar um componente .Como eu faço isto ?

P: Indique no menu o ítem CD.

U: CD ??

P: É a abreviação de Eliminação de Componentes, em Inglês, claro!

U: A... está bem, aqui vai.Ei! O que aconteceu ??

P: Você entrou no modo ANÁLISE. Você deve ter indicado AN , ao invés de CD.

U: Engraçado, eu estava apertando CD...

Como faço para sair do modo ANÁLISE ?

P: Basta teclar control-Q.

U: O usuário começa a digitar C-O-N-T-R-O...]

P: Não, não ! É para você segurar a tecla CONTROL e digitar a letra Q !

U: Desculpe , que besteira!

Bem, vamos tentar CD novamente.

P: Tente posicionar o cursor um pouco mais acima para evitar acionar AM.

Não, não tão acima. Mais embaixo. Aí esá bom.

U: Consegui !!

P: Agora aponte o componente para eliminá-lo.

U: Pronto... mas não aconteceu nada. O que fiz de errado??

P: Você não fez nada errado. Você já eliminou o componente, mas o programa não o removeu da tela ainda.

U: Quando o removerá ?

P: Quando você teclar control-J para o programa redesenhar a tela.

U: Vou fazer isto...Aqui está. Mas apenas uma parte do componente foi removida!

P: Desculpe-me, eu esqueci: você deve eliminar as metades do componente separadamente. Acione CD novamente.

U: Muito bem... O que aconteceu agora ?

P: Você entrou no modo ANÁLISE novamente: tecle control-Q.

U: Control... onde está o Q?

Aqui está ... Ei! Por que a tela apagou de repente??

P: Você digitou Q , não control-Q , o que o fêz sair do programa.Sinto muito, mas perdemos tudo.Teremos que recomeçar...

U: [gemidos] Que tal deixarmos para a próxima semana ?

Em sistemas não interativos (processados por lote) o diálogo com o usuário costuma ficar em segundo plano, o que não pode ocorrer em sistemas que interagem com o usuário, pois este deve interferir constantemente no processamento

, tornando-o "gargalo" do processo. Hoje em dia procura-se aumentar cada vez mais a eficiência do operador, melhorando-se a qualidade da interface homem-máquina. Isto vem provocando um crescente aumento no uso de técnicas computográficas para este fim, uma vez que a comunicação através de imagens possibilita uma interação muito mais rápida e eficiente do ponto de vista do operador.

Os sistemas CAD/CAM incorporam tão bem a Compugrafia Interativa como forma de diálogo a ponto de ser difícil conceber um aplicativo de CAD que não se utilize de recursos computográficos.

O projeto de uma boa interface homem-máquina envolve não apenas conhecimentos de Computação e Compugrafia, mas também sobre psicologia, ergonomia, o ramo de atividade no qual o sistema será utilizado, e outros. Alguns dos aspectos comuns à maioria dos sistemas interativos, que devem ser levados em conta ao se avaliar ou projetar uma linguagem de interação entre um sistema computacional e o homem são :

a) jargões e vícios próprios da informática devem ser evitados; o mesmo não se pode dizer com relação a conceitos próprios da área onde o sistema será aplicado.

b) todas as ações do operador devem possuir um eco ou realimentação para que este nunca tenha dúvida se os seus comandos estão sendo interpretados.

c) o conjunto de operações deve ser o mais compacto possível a fim de facilitar o aprendizado, mas extenso o suficiente para permitir ao usuário a execução de qualquer possível tarefa sem muitas complicações.

d) os ecos e realimentações devem ser rápidos o suficiente para que o operador não se impaciente.

e) quando algum processamento for demorado, alguma satisfação deve ser dada ao operador, como mensagens do tipo : "isto vai levar algum tempo" ou "processando...".

f) é importante que o operador possa solicitar auxílio ao sistema e que os menus e mensagens sejam bastante claros de modo que os principiantes não tenham dificuldade na operação.

g) para operadores eficientes e que já possuam prática, muitas mensagens e menus acabam se tornando redundantes e cansativas. No entanto, isto não inutiliza o item anterior, uma vez que todo operador, antes de vir a ser experiente, passa pela fase de principiante, e caso nesta fase não seja bem tratado pelo sistema é bem provável que desista antes de se tornar experiente, ou demore muito até conseguir utilizar adequadamente o sistema. A solução é prover o sistema com vários níveis de auxílio ao operador, que podem ir sendo desativadas à medida que ele vá adquirindo a necessária experiência.

h) os menus devem ser de tal forma que evitem confusões ou ações desastrosas (por exemplo, o acionamento de uma função muito utilizada não pode ser facilmente confundido com uma função que possa destruir o arquivo do usuário).

i) devem ser bem definidos os objetos (os elementos sobre os quais o usuário pode operar) e as ações que podem ser aplicadas sobre eles. Desta forma o operador poderá combinar diversas ações e objetos obtendo funções específicas. Quando não há esta possibilidade o sistema precisa fornecer uma série de funções pré-programadas que mesmo sendo em número muito grande (dificultando o aprendizado) dificilmente cobrem todas as necessidades do usuário.

j) é interessante que todas as ações possam ser aplicadas a todos os objetos (ortogonalidade).

k) os comandos devem ser consistentes entre si. Por exemplo, se para definir um retângulo o sistema pede o canto inferior esquerdo e depois o canto superior direito, o mesmo procedimento deve ser realizado para definir uma janela retangular do desenho ou qualquer outra informação retangular.

l) deve sempre existir uma função de cancelamento das ações executadas pelo operador.

m) mensagens de erro devem ser claras e "educadas". Mensagens difíceis de interpretar ou agressivas acabam confundindo e irritando o usuário.

Os itens citados acima são apenas alguns dos pontos importantes a considerar ao se projetar o diálogo do sistema. O bom senso e o constante contacto com o usuário final devem prevalecer durante toda a fase de especificação das funções e interações do sistema. Uma boa maneira de se avaliar se um sistema foi bem definido é tentar explicar o seu funcionamento para o futuro usuário: a qualidade do diálogo homem-máquina será inversamente proporcional à dificuldade encontrada para apresentá-lo.

Um bom método para o projeto de um sistema interativo consiste nos seguintes passos:

a) Reuniões entre os projetistas e futuros usuários para estudo dos problemas que deverão ser resolvidos pelo sistema; estudo dos problemas;

b) Definição clara dos problemas que efetivamente devem ser resolvidos; muitas vezes o usuário já vem com idéias de soluções prontas, porém para problemas que não existem, ou deixarão de existir, com o novo sistema;

c) Reuniões com os futuros usuários para levantamento das aspirações destes quanto ao futuro sistema a ser desenvolvido. Nestas reuniões não deve ser colocada nenhuma restrição técnica, deixando-se os usuários se expressarem à vontade (idéias aparentemente absurdas podem suscitar novas idéias, às vezes ainda mais absurdas, outras vezes interessantes, que talvez não surgiriam se as primeiras fossem bloqueadas de imediato);

d) Estudo das aspirações dos usuários e proposta preliminar do sistema;

e) Apresentação da proposta preliminar aos usuários, com novas discussões e, eventualmente, retorno a algum dos itens anteriores;

f) Elaboração do manual do usuário do sistema, com todos os detalhes possíveis, como se o sistema já se encontrasse pronto para utilização;

g) Apreciação do manual do usuário pelos futuros usuários, que o aprovarão ou obrigarão a um retorno a um dos estágios anteriores;

h) Desenvolvimento do projeto propriamente dito, procurando-se manter a maior fidelidade possível ao manual do usuário aprovado:

2.4. Pacotes Gráficos e Padronização

Os pacotes gráficos são conjuntos de rotinas compugráficas básicas, com as quais podem-se desenvolver programas aplicativos sofisticados sem a preocupação com detalhes particulares dos dispositivos compugráficos, como por exemplo a forma de se gerar uma reta em um determinado terminal de vídeo.

Assim como para os programadores tradicionais foram criadas bibliotecas de rotinas que executam de maneira eficiente funções aritméticas do tipo seno, raiz quadrada, módulo e outros, para os projetistas de sistemas compugráficos se fizeram necessárias rotinas que traçam retas, arcos, polígonos, e que executam diversas outras funções compugráficas.

2.4.1 - Histórico

As primeiras aplicações compugráficas surgiram já na década de 50 e utilizavam as próprias impressoras alfanuméricas para geração de desenhos. As impressoras eram também utilizadas para a geração de gráficos e diagramas. Com o surgimento dos traçadores gráficos e terminais de vídeo o volume de aplicativos compugráficos começou a crescer. Mas estes eram ainda desenvolvidos de tal forma que em qualquer ponto do programa onde fosse necessária uma saída gráfica eram colocados os comandos que atuavam diretamente sobre o dispositivo compugráfico. Assim, ao mesmo tempo em que o programador resolvia um problema de engenharia civil precisava comandar o abaixamento e a velocidade da pena do traçador gráfico e testar se o desenho não iria ultrapassar os limites do papel. Como se vê, a primeira dificuldade neste tipo de abordagem é o fato de que o programador precisa se preocupar não só com os algoritmos do aplicativo que está desenvolvendo, como também com as características do dispositivo que estiver utilizando e com o modo de comandá-lo. Para cada dispositivo compugráfico torna-se necessário um longo estudo sobre suas características e modo de funcionamento antes de se iniciar a criação de programas que o utilizem. A outra dificuldade surge quando torna-se necessária a substituição do

dispositivo compugráfico, o que obriga a uma programação dos aplicativos já existentes para o dispositivo antigo.

A necessidade de pacotes de rotinas gráficas para cada novo dispositivo que surgia fez com que os próprios fabricantes fornecessem as rotinas compugráficas básicas, geralmente escritas em FORTRAN, que executavam de forma eficiente as funções gráficas em seus equipamentos. Estas rotinas liberavam o programador das preocupações com detalhes técnicos de cada dispositivo, uma vez que elas desenhavam retas, curvas, figuras geométricas, textos, definiam escala, etc... Estes primeiros pacotes surgiram para facilitar o trabalho de programação e cada fabricante, ou até cada dispositivo do mesmo fabricante, possuía um conjunto de rotinas diferentes, mas que na essência executavam as mesmas tarefas. Com o tempo, os pacotes criados pelos fabricantes de dispositivos de grande sucesso, como os traçadores da CALCOMP e os terminais de vídeo da TEKTRONIX acabaram por se tornar padrões. Assim, fabricantes menores passaram a fornecer para os seus dispositivos, pacotes gráficos cujas rotinas possuíam os mesmos nomes e os mesmos parâmetros de chamada que os dos pacotes dos grandes fabricantes, o que significava a sua penetração no mercado permitindo que aplicativos já desenvolvidos passassem a utilizar seus equipamentos. Os grandes fabricantes também procuravam gerar pacotes compatíveis para todos os dispositivos de sua linha.

Os primeiros pacotes gráficos foram desenvolvidos para traçadores gráficos. Depois, com a disseminação do uso de terminais de vídeo, vários pacotes surgiram para este tipo de dispositivo. Estes pacotes tinham rotinas semelhantes às existentes para os traçadores, de modo que aplicativos desenvolvidos para um tipo de dispositivo eram facilmente reescritos para outro.

Um exemplo de pacote gráfico de bastante sucesso é o PLOT-10, criado pela TEKTRONIX para os seus terminais de vídeo e que acabou tornando-se um padrão.

Até meados da década de 70 perdurou esta situação. Nesta época a Compugrafia já estava bastante difundida e começava a ser aplicada em diversos campos como, por exemplo em CAD. Os sistemas compugráficos começaram a ficar cada vez maiores e mais complexos. Dispositivos compugráficos melhores e mais potentes surgiram rapidamente. Tudo isso criou a necessidade de pacotes padrões mais flexíveis e eficientes.

Em 1974 tiveram início nos E.U.A. os primeiros esforços oficiais no sentido de se chegar a uma proposta de padronização em Compugrafia. O grupo SIGGRAPH - Special Interest Group Graphics - da ACM - Association for Computing Machinery - promoveu uma conferência sobre INDEPENDÊNCIA DE MÁQUINA com o fim de definir um método genérico de descrição de imagens que permitisse a utilização de uma grande variedade de dispositivos gráficos de saída e também de entrada.

Em 1976, uma conferência internacional realizada em SEILLAC, na França deu prosseguimento ao trabalho iniciado pelo SIGGRAPH.

Em 1977, surgiu o esboço da primeira proposta de um padrão gráfico chamado CORE, criada por um comitê do SIGGRAPH.

Finalmente, em 1979, saiu o STATUS REPORT OF THE GRAPHIC STANDARD PLANNING COMMITTEE onde era descrito o sistema CORE. Logo depois foi criado o comitê técnico X3H3 para Linguagens de Programação em Computação Gráfica da ANSI - American National Standards Institute -. Este grupo é hoje um dos mais importantes voltados para padronizações em Compugrafia.

O sistema CORE passou então a ser largamente utilizado. Muitos aplicativos que já eram existentes foram convertidos para este sistema e surgiram muitos livros e artigos de compugrafia baseados no CORE.

Mais recentemente, na Europa, o instituto alemão de normas técnicas, DIN - Deutsches Institut for Normung - lançou o padrão GKS, que possui implementação bem mais complexa que o CORE. Após várias discussões sobre vantagens e desvantagens da adoção do GKS, em 1984 o comitê X3H3 da ANSI lançou o GKS como norma também nos E.U.A. Este foi um passo decisivo para o GKS estar sendo aceito como um padrão internacional para COMPUGRAFIA. Em 1985, a ISO - International Standard Organization - também oficializou o padrão GKS.

No Brasil, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas -, através do CB-21 - Comitê Brasileiro de Computadores e Processamento de Dados - está gerando a norma GKS brasileira.

Paralelamente ao desenvolvimento destes padrões, que visam de um lado uniformizar o procedimento de geração de programas compugráficos e, de outro, torná-los independentes de dispositivos e computadores, surgiram outros padrões que tentam resolver o problema de transferência e armazenamento de informações gráficas. Os principais padrões com este enfoque são o IGES - Initial Graphics Exchange Specification-, NAPLPS - North American Presentation Level Protocol Syntax -. e o GGM - Metarquivo Compugráfico -.

2.4.2 - Padronização e Portabilidade

A padronização em Compugrafia traz muitos benefícios, destacando-se grandes ganhos em termos de portabilidade, o que será discutido adiante. Alguns dos argumentos que são levantados contrários à padronização são:

a) tolhimento da criatividade do projetista, pois este fica amarrado a determinadas regras pré-estabelecidas;

b) inadequação aos avanços tecnológicos, uma vez que sempre há a possibilidade do surgimento de novas técnicas e equipamentos não cobertos pela norma ou até contrastantes com ela;

c) aumento dos tamanhos dos programas e diminuição na eficiência, devido às várias interfaces, camadas e protocolos que devem ser acrescentados aos sistemas. Este argumento pode ser rebatido pela grande economia em termos de programador que é obtida;

d) demora na especificação definitiva das normas, o que as faz nascer já desatualizadas. Esta demora é justificada pela necessidade de ampla discussão e avaliação pela comunidade mundial, de modo a se evitar que uma norma mal especificada venha a prejudicar os usuários;

e) interferência na livre concorrência entre os fornecedores de programas e equipamentos, o que, em alguns aspectos, pode ser vantajoso para o usuário que tem a possibilidade de trocar de fornecedor sem perder a compatibilidade.

Não há dúvida quanto à necessidade de normalização para a programação compugráfica. Mas é verdade também que não é possível a estagnação de um padrão. Sempre surgirão novas técnicas que acabarão exigindo alterações e ampliações dos padrões existentes ou mesmo a geração de novos.

Na Compugrafia, como acontece em outras áreas da Informática, a padronização está intimamente ligada à portabilidade, que pode ser definida como sendo a facilidade de se adaptar programas já existentes a ambientes diferentes daqueles em que foram desenvolvidos.

2.4.2.1. - Portabilidade em sistemas compugráficos

De uma maneira mais simples, pode-se definir um Sistema portátil como aquele cujo custo envolvido em sua adaptação a ambientes diferentes daquele para o qual foi desenvolvido é bem inferior ao custo necessário para a sua recriação.

Quando equipamentos e programas diferentes utilizam o mesmo padrão de comunicação, a troca de ambientes pode ser imediata. Daí a relação direta entre padronização e portabilidade.

Na Compugrafia a portabilidade, e em consequência a normalização, pode se dar em diferentes níveis. Um sistema compugráfico possui basicamente dois tipos de usuários, com acesso a diferentes níveis. O primeiro é o usuário do aplicativo, que não possui necessariamente conhecimentos de computação e tem acesso apenas às funções do programa, através dos dispositivos de entrada e saída (Fig. 2.4). O outro é o projetista do aplicativo, que necessita de conhecimentos de computação e tem acesso a diversos níveis do sistema, conforme especificado na Fig. 2.4. Cada um destes níveis pode ser padronizado e ter um maior grau de portabilidade. Levando-se em conta estes dois tipos de usuários, pode-se classificar quatro tipos de portabilidade em sistemas gráficos: do programa, do programador, do dispositivo e dos dados.

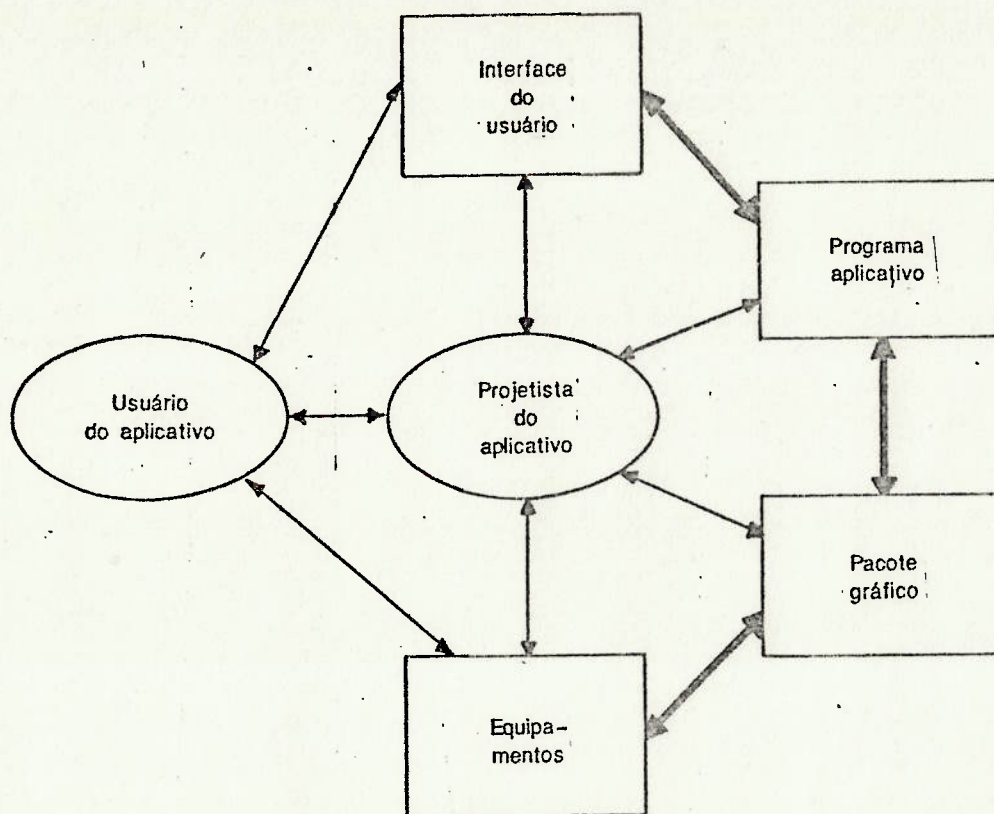


Fig. 2.4 Interação entre projetista, usuário e sistema compugráfico

- PORTABILIDADE DO PROGRAMA

Um programa portátil, ou independente de máquina, pode ser levado de uma instalação para outra com equipamentos diferentes, sem necessitar de muitas alterações ou até mesmo nenhuma.

O programa aplicativo é portátil quando utiliza linguagem de programação e pacote gráfico padrões, que são disponíveis em outros equipamentos. O próprio pacote gráfico pode ser portátil se utilizar módulos básicos de interface com os dispositivos, os quais são os únicos que necessitam ser reescritos para equipamentos diferentes.

Fatores que influem na portabilidade de programas são, entre outros, o sistema operacional, a linguagem de

programação, o pacote gráfico e a interface com os dispositivos.

- PORTABILIDADE DO PROGRAMADOR

Portabilidade do programador é a facilidade com que este se adapta a novos sistemas e equipamentos.

Um programador com bastante experiência no desenvolvimento de aplicativos utilizando um determinado pacote gráfico se adaptará imediatamente a uma nova instalação na qual o mesmo pacote esteja disponível.

Portanto uma grande economia em tempo de treinamento é conseguida com a utilização de pacotes gráficos, linguagens e sistemas operacionais padrões. Para o programador que desenvolve os pacotes gráficos, a existência de uma interface padrão para os diversos dispositivos é um grande fator de portabilidade.

O GKS é exemplo de um padrão que provê portabilidade de programador.

- PORTABILIDADE DO DISPOSITIVO

Para o projetista de aplicativos é bom que cada novo ambiente que venha a utilizar possua as mesmas linguagens, sistemas operacionais e pacote gráfico. Desta forma, programas já desenvolvidos podem ser reutilizados e ele não necessitará aprender novas linguagens (portabilidade de programa e programador).

No entanto, antes que o pacote gráfico esteja disponível em um sistema é necessário que este seja um dia desenvolvido por alguém. Para que esta tarefa seja menos pesada é importante a portabilidade do dispositivo, que permite a troca de dispositivos sem a necessidade de alteração do pacote gráfico.

Para que a adaptação de um pacote gráfico para dispositivos gráficos diferentes seja facilitada, utiliza-se um conjunto de comandos compugráficos simples, que são acessados pelos módulos do pacote como comandos de um dispositivo virtual. Como os dispositivos possuem sistemas de coordenadas diferentes (pixels, décimos de milímetro, metro, etc,...), é utilizado um Sistema de Coordenadas

Normalizado - NDC - Normalized Device Coordinates -, que faz com que os valores acessíveis em cada eixo variem num único intervalo, por exemplo: (0, 1).

O trabalho de incluir um novo dispositivo neste sistema reduz-se então, à criação de um pacote de rotinas controladoras deste dispositivo. Estas rotinas recebem aqueles comandos normalizados, convertem as coordenadas e geram comandos que o dispositivo interpreta de modo tal que produza o efeito que os comandos indicam.

Programas criados com esta filosofia são chamados programas independentes de dispositivos. Com a aceitação de uma interface de dispositivo padrão, a tendência é de os fabricantes já proverem seus dispositivos com esta interface, o que diminuirá a necessidade de qualquer alteração no pacote gráfico.

O CGI é o exemplo de um padrão que provê portabilidade de dispositivo.

- PORTABILIDADE DE DADOS

Algo que torna-se cada vez mais importante na Compugrafia é a possibilidade de se transferir desenhos e imagens já prontos, criados através de um aplicativo qualquer, para diferentes dispositivos de armazenamento, para outros computadores (que em última análise poderiam ser considerados como "um caso especial de dispositivo de armazenamento") ou para outro aplicativo.

Para que um desenho seja interpretado por equipamentos diferentes é necessário que seja codificado de uma certa forma e que os equipamentos possuam interpretadores para estes códigos.

Armazenando-se um desenho de uma forma padrão é possível transferir a saída de um determinado aplicativo para ser processado por outro, integrando desta forma vários processos, o que é bastante útil, principalmente em C.A.D.; Do mesmo modo é possível enviar ou receber desenhos através de linhas de comunicação de dados, como por exemplo no vídeo texto.

Assim, portabilidade de dados é a facilidade com que se transfere dados gráficos de um sistema para outro ou entre programas aplicativos.

O CGM é o exemplo de um padrão que provê portabilidade de dados.

2.4.3 Principais Padrões Compugráficos

Muitas propostas de padrões em sistemas compugráficos já foram apresentadas. Algumas são bastante utilizadas, chegando a ser adotadas mundialmente, seja como padrão oficial ou padrão "de fato". Serão aqui apresentadas as mais importantes no momento.

2.4.3.1 Sistema CORE

O sistema CORE surgiu do primeiro esforço no sentido de uma normalização na área de compugrafia e foi desenvolvido pelo GSPC - Graphics Standard Planning Committee - da ACM-SIGGRAPH.

O CORE define um pacote padrão de rotinas gráficas, com as quais é possível uma grande variedade de aplicações. Este pacote é uma evolução de pacotes gráficos anteriores, só que com uma maior preocupação em termos de portabilidade de programa, do programador e de dispositivos.

As rotinas do CORE são definidas funcionalmente de forma independente da linguagem. Cada implementação do CORE deve dar nomes às rotinas compatíveis com a linguagem utilizada (no FORTRAN por exemplo os nomes das rotinas não podem exceder 6 caracteres) e definir os parâmetros de entrada e saída.

No momento o Sistema CORE praticamente não é mais utilizado. Mas devido a sua importância como primeira proposta de padrão na área e aos conceitos que introduziu, utilizados até hoje, que serviram como base para a elaboração de padrões mais modernos, apresentam-se aqui suas principais características.

- SISTEMAS DE COORDENADAS

A descrição e manipulação de desenhos por parte do usuário é realizada sobre um sistema de coordenadas cartesianas bi ou tridimensional. Este sistema, chamado de sistema do usuário, é definido para cada aplicação. Deste modo cada aplicativo pode trabalhar com as coordenadas que lhe forem mais convenientes, de forma independente do dispositivo.

Para a geração de desenhos em dispositivos compugráficos de saída o aplicativo deve especificar uma janela dentro do sistema de coordenadas do usuário a qual será mapeada para as coordenadas do dispositivo.

No caso tridimensional é possível a execução de projeções paralelas ou a partir de um ponto de vista para um sistema bidimensional, sobre o qual podem ser aplicadas todas as funções disponíveis para duas dimensões.

- PRIMITIVOS DE SAÍDA

São os elementos gráficos básicos, com os quais são compostos os desenhos. Os primitivos do CORE são: LINHA, TEXTO e MARCADORES.

Baseado em pacotes desenvolvidos para traçadores e terminais de vídeo vetoriais, o sistema CORE possui o conceito de posição atual, que corresponde à posição da pena em dispositivos do tipo traçador. Nestes dispositivos, ao término de um traçado a pena se mantém no extremo final do traço e caso se queira iniciar um novo risco em um outro ponto do desenho deve-se comandar o levantamento da pena e o seu posicionamento no ponto desejado para então abaixá-la e iniciar o traçado. Os primeiros são desenhados a partir da posição atual, a qual é atualizada ao fim do traçado. Para se desenhar uma linha a partir da posição atual até, por exemplo, o ponto (10, 20) do sistema de coordenadas do usuário, deve-se ativar a rotina do primitivo linha (que aqui será chamada de LNAB2) da seguinte forma:

```
LNAB2 (10, 20)
```

O efeito é mostrado na Fig. 2.5, a seguir.

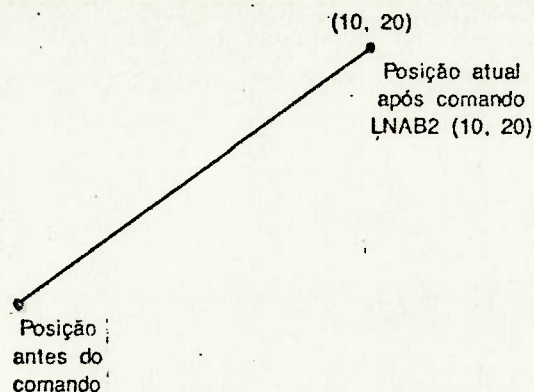


Fig. 2.5 Primitivo LINHA ABSOLUTA

Ao invés de se utilizar a rotina LNAB2 - Linha Absoluta em 2 Dimensões -, poderia ser usada a rotina LNRL2 - Linha Relativa em 2 Dimensões -. A diferença é que, na primeira LNAB2, as coordenadas fornecidas indicam o ponto extremo da reta, em relação ao zero absoluto do sistema de coordenadas do usuário, enquanto na segunda (LNRL2), as coordenadas fornecidas indicam um deslocamento relativo à posição atual (Fig. 2.6).

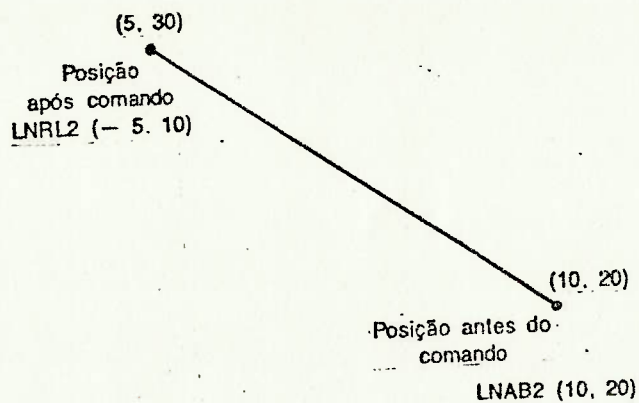


Fig. 2.6 Primitivo LINHA RELATIVA

Para se desenhar uma poligonal (linha formada por vários segmentos de reta consecutivos) basta chamar a rotina LNAB2, ou LNRL2, consecutivamente (Fig. 2.7).

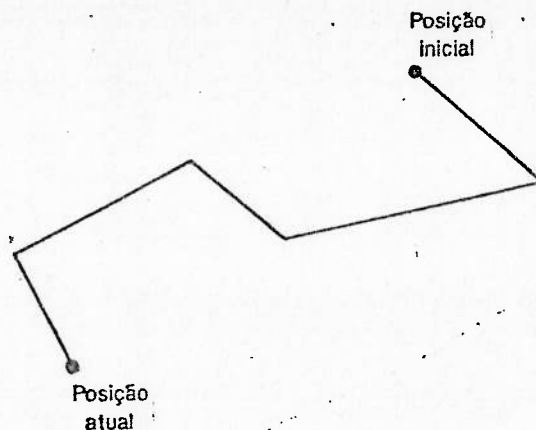


Fig. 2.7 Linha Poligonal composta de vários primitivos LINHA

Nem sempre os desenhos são formados apenas por segmentos interligados, sendo muitas vezes necessário iniciar o traçado numa posição diferente da atual. Para estes casos existem comandos que alteram esta posição, os quais podem informar as coordenadas de modo absoluto ou relativo. Estes comandos equivalem à movimentação da pena levantada do traçador gráfico.

O primitivo TEXTO permite a inserção de mensagens no desenho e também utiliza a posição atual como referência para a colocação dos caracteres alfanuméricos.

O primitivo MARGADOR gera marcas no desenho, úteis por exemplo na identificação de pontos de um gráfico.

- ATRIBUTOS DE PRIMITIVOS

Os atributos dos primitivos definem seus aspectos não geométricos como cor e espessura das linhas. Quando se acionam as rotinas que desenharam primitivos, apenas os parâmetros geométricos é que são passados, sendo que os atributos já devem estar especificados previamente.

Quando se inicia a utilização do pacote gráfico, os atributos dos primitivos são previamente definidos, com valores arbitrários. A modificação dos atributos é realizada por rotinas específicas, como por exemplo DCOR - Define cor - e DTLIN - Define tipo de linha -. Uma vez alterado um atributo este se manterá até que novamente seja acionada a

rotina que o define e os primitivos desenhados neste intervalo possuirão o mesmo atributo. Alguns atributos que podem ser especificados são:

COR

TIPO DE LINHA: tracejada, contínua, pontilhada, etc.

ESPESSURA DE LINHA

TAMANHO DOS CARACTERES

ESPAÇAMENTO ENTRE OS CARACTERES

INCLINAÇÃO DO TEXTO

- SEGMENTAÇÃO

Um conjunto de primitivos pode ser agrupado para formar um segmento. O segmento passa a ser uma entidade única, podendo ser transladado, rotacionado, eliminado, etc...

Existem comandos para criar segmentos, trazê-los para o desenho, transformá-los e eliminá-los.

- JANELAMENTO E RECORTES

O programador tem a liberdade de definir seus desenhos utilizando como unidade a que melhor lhe convier. Uma vez definido um desenho, em termos de coordenadas do usuário, deve-se então especificar qual a porção de imagem que deverá ser apresentada no dispositivo compugráfico de saída. Esta porção chamada de janela é definida em coordenadas do usuário, ou globais, e deve ser retangular.

Quando a janela é menor que a imagem total, certas partes do desenho que se situam fora do retângulo especificado devem ser eliminadas. Para isto o sistema CORE possui um sistema de recorte automático que pode ser habilitado ou não.

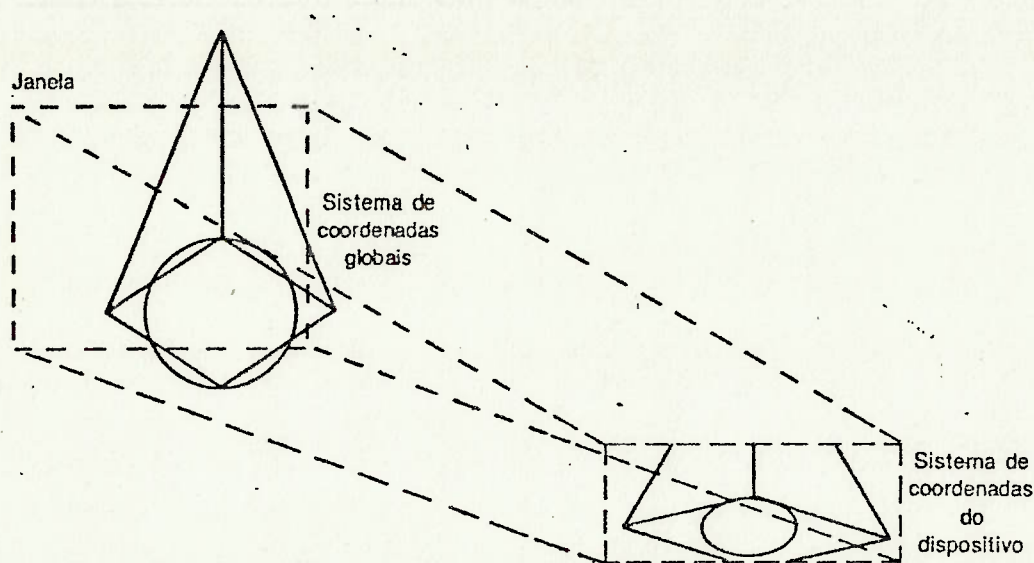


Fig. 2.8 Mapeamento janela-viuporte

- VIUPORTE

A viuporte especifica a área retangular do dispositivo gráfico de saída na qual o conjunto de primitivos contidos na janela deve ser apresentado.

É através do mapeamento janela-viuporte, realizado automaticamente pelo sistema CORE, que o usuário pode solicitar o traçado de primitivos utilizando seu próprio sistema de coordenadas. Estes são enviados ao dispositivo compugráfico com as coordenadas já transformadas para o sistema específico do equipamento.

A Fig.2.8 esquematiza o mapeamento janela-viuporte. Notar que se as dimensões da janela e da viuporte não possuírem as mesmas proporções, a imagem gerada será distorcida.

- DISPOSITIVOS LÓGICOS DE ENTRADA

Um conceito muito importante introduzido pelo sistema CORE, é o de dispositivo lógico de entrada. Estes dispositivos virtuais, além de essenciais para uma interação entre operador e sistema gráfico permitem uma independência dos dispositivos de entrada.

Todas as possíveis maneiras de se introduzir informações em um sistema compugráfico foram agrupadas em 5 diferentes casos, definindo-se um dispositivo lógico para cada um. Estes dispositivos são:

OPÇÃO: fornece um código que especifica uma opção.
(Exemplo: teclado programável)

SELEÇÃO: fornece um código que especifica um determinado primitivo ou segmento do desenho.
(Exemplo: light-pen)

TECLADO: fornece uma sequência de caracteres alfanuméricos.
(Exemplo: teclado alfanumérico)

LOCALIZADOR: fornece as coordenadas de um ponto.
(Exemplo: mesa digitalizadora)

AVALIADOR: fornece um valor real.
(Exemplo: potenciômetro)

Cada dispositivo lógico pode ser implementado por diferentes equipamentos, sendo possível a utilização de um mesmo dispositivo físico para execução das funções de mais de um dispositivo lógico. O dispositivo SELEÇÃO por exemplo é naturalmente implementado por uma caneta óptica, mas pode também ser executado através de um joystick. A maneira como estes dispositivos são implementados fisicamente interfere apenas nas rotinas controladoras de dispositivo que executam as funções do CORE. Para o programador haverá sempre a certeza de que ao pedir, por exemplo, uma entrada através do POSICIONADOR obterá as coordenadas de um ponto indicado pelo usuário, não importando se através de um joystick, uma mesa digitalizadora, uma bolota ou até mesmo pela digitalização das coordenadas via teclado.

- TRÊS DIMENSÕES

Os mesmos primitivos disponíveis para duas dimensões existem para três dimensões, com um aumento na definição das coordenadas (eixos X, Y e Z). É possível misturar dimensões 3D com primitivos 2D, sendo que estes últimos são considerados no plano paralelo a XY que passa pela coordenada Z da posição atual.

- PROJEÇÕES

É possível a definição de um centro de projeção e um plano de projeção, onde é projetado um desenho tridimensional.

Para centros de projeção considerados no infinito é possível a realização de projeções paralelas.

2.4.3.2 - Sistema GKS

O GKS - Graphical Kernel System - é uma evolução do sistema CORE, com o qual mantêm algumas semelhanças. Ambos utilizam, entre outros, os conceitos de coordenadas do usuário, janelamento, coordenadas normalizadas de dispositivo - NDC - e segmentação. Por outro lado, o GKS foi gerado com vistas a que se tornasse uma norma técnica, o que determinou uma definição mais abrangente e com preocupações com inúmeros detalhes antes ignoradas pelo CORE.

A norma GKS é bem mais complexa e detalhada que a CORE, sendo portanto mais difícil sua implementação. Justamente por ser bastante detalhada é que até o momento ela só cobre a manipulação de desenhos em espaços bidimensionais, estando em elaboração a especificação das funções tridimensionais.

Muitos conceitos importantes foram definidos pelo GKS, como o de ESTAÇÃO DE TRABALHO e de ESTADO DO SISTEMA. Assim como no CORE, as funções do GKS são definidas de forma independente da linguagem de programação à qual serão ligadas. No entanto, já existem propostas padronizadas para a ligação com as linguagens FORTRAN, PASCAL e outras.

A Fig. 2.9 relaciona o GKS e os diversos níveis de um sistema compugráfico. Nesta figura, cada nível pode utilizar funções dos níveis que lhe são vizinhos. Assim por exemplo, o programa de aplicação pode acessar rotinas do sistema operacional, do nível orientado à aplicação e do nível dependente de linguagem.

O núcleo GKS além de fornecer as funções compugráficas básicas necessárias a diversas aplicações, permite que estas sejam utilizadas de forma independente dos dispositivos.

Portanto, o núcleo GKS possui duas interfaces, uma com a linguagem à qual se interliga e outra com dispositivos compugráficos. A conversão dos comandos independentes de dispositivo para comandos próprios do equipamento é realizada por uma controladora de dispositivo. A interface com o dispositivo é também alvo de padronização, já havendo uma proposta denominada CGI (COMPUTER GRAPHICS INTERFACE). Uma vez padronizada esta interface, os equipamentos poderão passar a entender diretamente os comandos padrões, o que eliminará a necessidade da controladora de dispositivo.

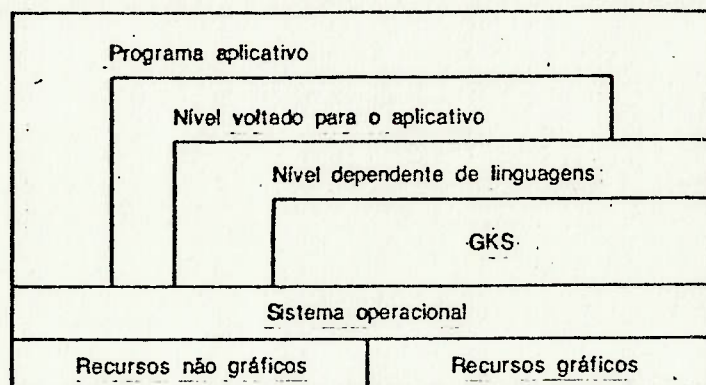


Fig. 2.9 O GKS no sistema compugráfico

- SISTEMAS DE COORDENADAS

O GKS trabalha com três sistemas de coordenadas cartesianas bidimensionais. Um deles é o sistema de coordenadas do usuário, ou globais (WC - WORLD COORDINATES), que é utilizado pelo programa aplicativo para especificação de parâmetros geométricos. O outro sistema é o de coordenadas do dispositivo (NDC - NORMALIZED DEVICE COORDINATE). Este sistema é intermediário entre os dois anteriores e definido de tal maneira que todo conteúdo da viuporte possui as coordenadas variando no intervalo $[0, 1] \times [0, 1]$. Todas as coordenadas de usuário são convertidas para o sistema NDC. Desta forma os controladores de dispositivo sempre receberão coordenadas normalizadas. Este sistema facilita também a troca de informações gráficas entre aplicativos diferentes.

- PRIMITIVOS DE SAÍDA

Não existe o conceito de posição atual. Cada primitivo deve receber todos os parâmetros geométricos necessários à sua especificação.

Os seguintes primitivos gráficos de saída são disponíveis no GKS:

POLILINHA: gera uma sequência de segmentos de reta consecutivos.

POLIMARCA: gera uma sequência de marcadores posicionados nas coordenadas fornecidas.

TEXTO: gera uma sequência de caracteres na posição fornecida.

ÁREA: gera um polígono preenchido com determinada cor, padrão ou hachura.

MATRIZ DE CÉLULAS: gera um retângulo composto de células com cores individuais. Este primitivo é voltado para aplicações em terminais do tipo matricial.

GDP - PRIMITIVO GENÉRICO: primitivo genérico, podendo ser esplanines, curvas, arcos ou outro elemento particular que necessite ser criado visando melhor aproveitar certas características de um dispositivo. O primitivo deve ser definido através de um código, uma série de pontos e dados adicionais. O GKS faz todas as transformações sobre os pontos, deixando a interpretação do primitivo e dos dados adicionais para o dispositivo.

- ATRIBUTOS DE PRIMITIVOS

Os atributos de cada primitivo são apresentados a seguir:

PRIMITIVO

ATRIBUTOS

POLILINHA

Identificador de seleção, tipo de linha, cor, fator de espessura.

POLIMARCA

Identificador de seleção, tipo de marcador.

| | |
|-------------------|--|
| TEXTO | identificador de seleção, fonte do caracter, precisão, fator de expansão do caracter, direção de escrita, espaçamento. |
| ÁREA | identificador de seleção, modo de preenchimento, modo de hachura, ponto de referência para o padrão de preenchimento. |
| MATRIZ DE CÉLULAS | identificador de seleção, cor. |
| GDP | identificador de seleção, outros (varia com o tipo de GDP.) |

Os atributos podem ser especificados de modo independente de dispositivo da mesma forma como no sistema CORE. É possível também a definição de atributos dependentes de dispositivos, neste caso são especificados através de tabelas.

- ESTAÇÃO DE TRABALHO

Formada por um dispositivo de saída e um ou mais dispositivos de entrada, a estação de trabalho é tratada individualmente. Ela possui tabelas que relacionam suas características e que podem ser consultadas através de funções de consulta.

Várias estações de trabalho podem ser abertas ao mesmo tempo. Ao ser gerado um primitivo, este é apresentado em todas as estações que estiverem ativas.

- LISTAS DE ESTADO

A qualquer instante listas contendo informações sobre o estado do sistema podem ser consultadas. Entre outras informações estas listas contém as estações de trabalho ativas, os segmentos existentes no desenho, etc...

- TRATAMENTO DE ERROS

Além das funções, a norma define uma lista de condições de erro que podem ocorrer para cada função. O sistema devolve para o usuário o erro ocorrido, de modo que este pode tratá-lo ou deixar para o tratamento padrão efetuado pelo próprio GKS.

- DISPOSITIVOS LÓGICOS DE ENTRADA

O conceito de dispositivo lógico de entrada é o mesmo que o da norma CORE. São especificados os seguintes:

LOCALIZADOR : fornece um ponto em coordenadas do usuário.

VETORIZADOR : fornece uma sequência de posições indicadas pelo operador.

AVALIADOR: fornece um valor real.

OPÇÃO: fornece um número inteiro que informa uma opção ao usuário.

SELEÇÃO: fornece o nome do segmento selecionado.

SEQUÊNCIA: sequência de caracteres alfanuméricos.

No GKS cada dispositivo lógico de entrada pode operar em 3 modos distintos .

REQUISICÃO: quando um dispositivo opera neste modo, toda vez que for solicitada uma entrada o sistema fica em estado de espera até que o operador entre com a informação.

AMOSTRAGEM: neste modo, quando solicitada entrada, o valor fornecido é aquele em que o dispositivo se encontra naquele instante, sem que se espere qualquer ação do operador.

EVENTO: o operador entra com os dados assincronamente. Estes são empilhados, de modo que não se percam e sejam tratados pelo sistema quando solicitados.

- JANELAMENTO E VISUALIZAÇÃO

Como o GKS trabalha com um sistema de coordenadas intermediário entre o usuário e o dispositivo, foram definidas duas transformações de janelamento. A primeira, denominada de transformação de normalização, faz a transformação de uma janela definida no sistema de coordenadas do usuário para uma viuporte no espaço normalizado. A segunda, denominada transformação de estação, mapela uma janela do espaço normalizado para uma viuporte no sistema de coordenadas do dispositivo.

A Fig. 2.10 exemplifica os dois tipos de transformações de janelamento e visualização.

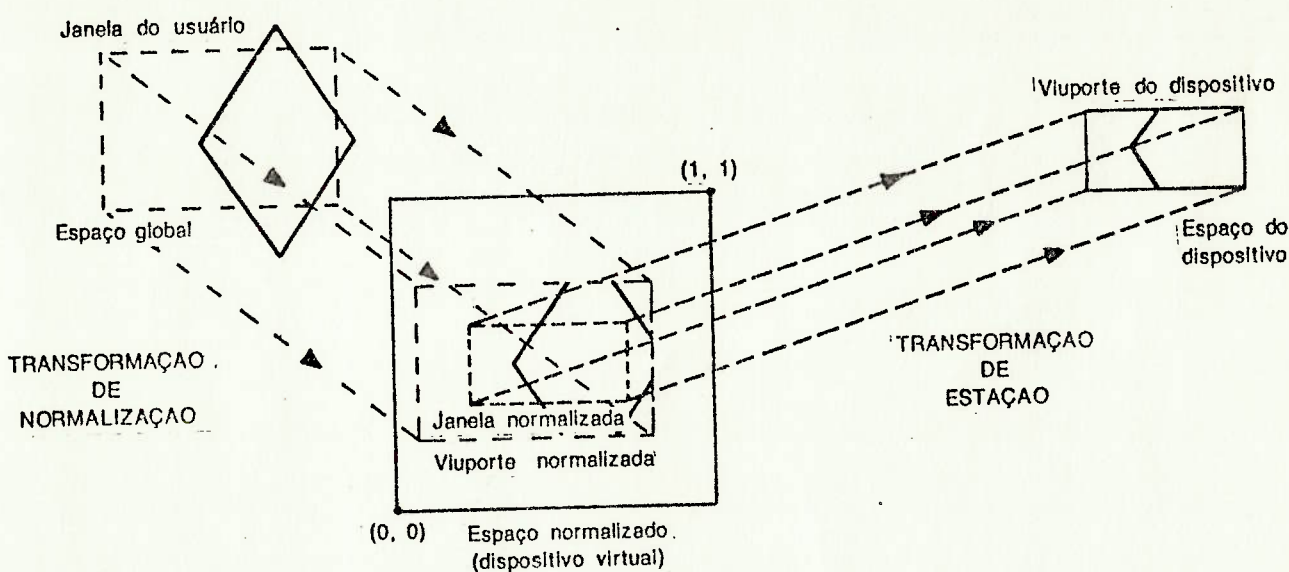


Fig. 2.10 Transformações de janelamento e visualização

- METARQUIVO

O "METARQUIVO" é um arquivo onde as informações gráficas podem ser armazenadas, de forma independente de dispositivo. Existem funções para introdução e retirada de

informações do metarquivo, que é considerado um caso especial de estação de trabalho.

A norma especifica apenas a forma de acesso ao metarquivo, deixando em aberto o formato interno do arquivo, estando em estudo a normalização também a este nível.

- NÍVEIS DE IMPLEMENTAÇÃO

A norma GKS é bastante extensa e abrangente, o que faz com que em alguns casos a sua implementação completa seja ociosa e desnecessária. Para evitar o surgimento de vários subconjuntos diferentes de implementação do GKS, a norma especificou também 9 diferentes níveis de implementação com a descrição de todos os recursos que cada nível deve prover. Deste modo, para que uma interface gráfica pertença à norma GKS, deve obrigatoriamente possuir exatamente os recursos de um dos 9 níveis especificados.

2.4.3.3 - Padrão IGES

O padrão IGES - Initial Graphics Exchange Specification -, publicado primeiramente em 1980, tem como objetivo a transportabilidade de dados gráficos de um sistema para outro, normalizando os formatos de codificação de informações gráficas.

A sua criação foi incentivada pelas necessidades que os usuários de CAD/CAM tinham de interligar várias fases de um processo, as quais deveriam manipular uma estrutura de dados comuns.

O IGES facilita não só o armazenamento de desenhos, como também a transmissão e recepção remota de dados gráficos.

Já existem dezenas de fornecedores de sistemas gráficos que geram saídas de seus aplicativos no formato IGES, entre eles CALMA, COMPUTER VISION, INTERGRAPH, GERBER, CONTROL DATA E IBM.

Em 1982, saiu a versão 2.0 do IGES que é uma extensão refinada da versão anterior.

O IGES permite a definição de inúmeros elementos gráficos bi e tridimensionais como retas, arcos, superfícies, cilindros, cones, esplanes, textos, sólidos modelados por elementos finitos, etc...

Os códigos do IGES são representados através de caracteres ASCII, mas na versão 2.0 é também possível uma representação em códigos binários, o que permite maior velocidade de processamento e ocupa menor área de armazenamento.

2.4.3.4 - Padrão NAPLPS

O padrão NAPLPS - North American Presentation Level Protocol Syntax -, aprovado em 1983 por diversos organismos de normas técnicas, descreve os formatos, regras e procedimentos para se codificar um desenho, visando, assim como o IGES, a transportabilidade de dados gráficos.

De uma forma simples NAPLPS pode ser definido como uma extensão do código ASCII; adicionando às informações alfanuméricas os dados gráficos. O primeiro campo de atuação do NAPLPS foi na transmissão de dados gráficos via telefone para terminais de vídeo texto.

Vários fabricantes de micro-computadores já manifestam intenção de fornecer para os seus próprios produtos uma interface que receba e envie códigos NAPLPS. A tendência é que o código ASCII venha a ser substituído por um mais completo e que inclua modernos recursos gráficos, não se limitando apenas a caracteres alfanuméricos. NAPLPS é um forte candidato.

2.4.3.5 - Padrão PHIGS

O PHIGS (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System) é uma proposta de padrão para programação computográfica, que procura suprir as deficiências do GKS em aplicações de CAD. Suas principais características são: capacidade de edição de segmentos, organização hierárquica de dados e apresentação de estruturas bi e tridimensionais.

CAPÍTULO 3

NOTIVAÇÕES

3. MOTIVAÇÕES

O LSD vem desenvolvendo sistemas para CAD/CAM desde a sua instituição na década de 70, quando então era utilizado o computador IBM 1130. Foram desenvolvidos aplicativos para a automação de projetos em pequenos e grandes computadores utilizando traçadores e terminais de vídeo gráficos, o que permitiu a fixação de tecnologia na área de Computação Gráfica e CAD/CAM. A experiência adquirida em projetos anteriores aliada a outros fatores surgidos na década de 80, como os microcomputadores, motivou a criação de ferramentas que agilizassem o desenvolvimento de aplicativos nestas áreas, o que deu origem ao sistema microPAC. Neste capítulo são apresentados alguns dos projetos pioneiros desenvolvidos pelo LSD, além de algumas das outras motivações deste sistema.

3.1. Alguns Projetos de CAD já Desenvolvidos no LSD

3.1.1. Projeto de Circuito Impresso

Desenvolvido em linguagem FORTRAN para os computadores BURROUGHS 6700 e IBM 370, no ano de 1980 a partir de uma tese de 1975 [MART75], este programa gera o roteamento de uma placa de circuito-impresso de duas faces a partir da lista de componentes e ligações. Este programa é processado por lote, não sendo, portanto, interativo. O sistema divide-se nos seguintes módulos:

- GERADOR DE BIBLIOTECA .

Permite a descrição de componentes e respectivas pinagens a ser armazenada em uma biblioteca de componentes. Desta forma, ao se descrever um circuito para o programa de roteamento faz-se referência aos componentes, através de seus nomes e suas pinagens. As descrições geométricas são obtidas pelo programa diretamente na biblioteca.

- DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O circuito é introduzido através dos nomes dos seus componentes e da lista de sinais (pinos que devem ser interligados).

- COLOCAÇÃO DOS COMPONENTES

Definição dos componentes na placa, levando-se em conta fatores como tamanho da placa, limitações de projeto, proximidades de componentes com muitas interligações, etc... Esta etapa pode ser realizada manual ou automaticamente.

- ROTEAMENTO

Nesta etapa, o programa se utiliza de dois algoritmos, ONDAS e RAIAS, e gera o roteamento da placa de circuito impresso. Como saída desta etapa tem-se:

- roteamento da placa de circuito impresso desenhada através de um traçador gráfico.

- lista de furação da placa para máquina de controle numérico.

- informações adicionais (comprimento das ligações, ligações não realizadas, etc...).

Este programa mostrou-se bastante útil, mas como não pode ser interativo por utilizar computador de grande porte em tempo compartilhado, nem sempre gera as melhores soluções, uma vez que há muito de heurístico no processo. A evolução natural deste sistema é sem dúvida a incorporação de recursos de Compugrafia Interativa, o que se tornou bastante viável com os microcomputadores de 16 bits.

3.1.2. O Sistema COMPO

O sistema COMPO é um editor de desenhos, desenvolvido em linguagem EFTRAN (FORTRAN estruturado desenvolvido, em 1983, no LSD) para minicomputadores PDP-11 e SISCO MB 8000. Motivado pelas necessidades de geração de desenhos em qualquer sistema CAD e pela importância do domínio das

técnicas de computação gráfica, o COMPO incorpora conceitos de processamento interativo, portabilidade e modularidade.

Antes de ser projetado, foram definidos alguns pontos a serem seguidos:

- O editor deve ser de fácil aprendizado
- Deverão ser utilizados equipamentos nacionais
- O sistema deverá ser portátil
- A interface com o usuário deve ser amigável

A partir destes pontos foi então especificado e implementado o sistema COMPO.

- CARACTERÍSTICAS E RECURSOS

Uma das principais características deste editor de desenhos é a simplicidade de seus comandos, o que permite que seja imediatamente utilizado, mesmo por usuários sem nenhum conhecimento de computação. A interação com o desenhista foi projetada cuidadosamente evitando-se mensagens de erro ou a existência de diversos estados com diferentes procedimentos. A todo instante, qualquer função pode ser acionada, gerando um resultado que pode ou não ser o esperado. Caso não seja, pode ser acionada a função CANCELA que devolve o sistema à situação anterior à última função acionada.

As funções interativas básicas implementadas (novas funções podem ser criadas à medida que se fazem necessárias) são mostradas na Fig. 3.1 através da folha de menu que é fixada sobre a mesa digitalizadora. Não há nenhuma função que solicite entrada de parâmetros ao usuário. Aquelas que necessitam de dados, como por exemplo a que traça uma reta, vão buscá-los em memórias que devem ser carregadas previamente ou utilizam um dos 4 marcadores especiais (P1, P2, P3, P4) que indicam posições no espaço e podem ser movidos de várias formas. Entre outras funções, são disponíveis: geração de primitivos (PONTO, RETA, ARCO E RETÂNGULO), armazenamento e recuperação de arquivos de desenhos, definição de uma grade auxiliar, transformações geométricas (translação, rotação e espelhamento), visualização (panorâmica, aproximação e espelhamento) e manipulação de gabaritos (conjunto de primitivos de forma única) que podem ser gerados, armazenados em uma biblioteca e dela copiados para qualquer tamanho ou posição.

| | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| CHAMA DESENHO TEXTO | ARQUIVA DESENHO TEXTO | CHAMA GABARITO TEXTO | CHAMA BIBLIOTECA TEXTO | MOSTRA DESENHO COMPLETO | ATUALIZA DESENHO | | |
| PONTO | LINHA | ARCO | ESCREVE | PRENCHER | MOVE | ESPELHA | CRIA GABARITO TEXTO |
| RETAGULO | PARALELO | MOSTRA / NÃO MOSTRA TEXTOS | BORRACHA | COR | GIRA | PEGA | SOLTA |
| MOSTRA / NÃO MOSTRA | TECLADO | TECLADO | TECLADO | ESPESSURA | ALTERA ATRIBUTOS | AJUSTA | ELMINA |
| CURSOR | CURSOR | CURSOR | CURSOR | ESGROSSAMENTO | TIPO DE LINHA | TIPO DE CARACTER | PISCA NÃO PISCA |
| CURSOR | CURSOR | CURSOR | CURSOR | UNIDADE | AMPLIA | REDUZ | TRANSFERE PARA PAPEL |
| | | | | VIX METRO | | | |
| | | | | ABRE/FECHA MACRO-FUNÇÃO | CRIA/APAGA GRADE | | |
| ADEUS | | | | EXECUTA MACRO-FUNÇÃO | PRENDE/LIBERA PELA GRADE | | CANCELA ÚLTIMA FUNÇÃO |

Fig. 3.1 Folha de funções do COMPO

Os gabaritos podem ser gerados através das próprias funções interativas ou com o uso de uma linguagem gráfica desenvolvida especialmente para este fim. Esta linguagem, denominada LGE, complementa o sistema interativo, permitindo a geração de gabaritos de forma algorítmica. Esta linguagem possui comandos normais de linguagem de programação estruturada e funções gráficas, com as quais são gerados os desenhos que irão fazer parte de uma Biblioteca de gabaritos a serem executados pelo sistema COMPO.

- ESTRUTURA DO SISTEMA

O sistema foi projetado visando-se portabilidade (facilidade de instalação em diferentes equipamentos) e expansibilidade (possibilidade de ampliação para suportar outras aplicações de CAD/CAM). Para tanto ele foi composto por 3 pacotes de rotinas que se interrelacionam: pacote gráfico, estrutura de dados e funções interativas. O primeiro contém todas as funções gráficas bidimensionais básicas, o segundo as rotinas em que se encarregam da manutenção de todas as informações referentes ao desenho em geração. Finalmente, as funções interativas são as que executam os comandos acionados pelo usuário, utilizando-se de rotinas dos outros dois pacotes. A expansão do sistema se dá pela criação de novas funções interativas que executam comandos específicos, como por exemplo geração de diagramas de barra, cotação de peças, etc... A transferência do editor

para outros equipamentos se resume na adaptação das rotinas do pacote gráfico dependentes destes dispositivos, sem a necessidade de alteração das funções interativas.

3.1.3. Sistema para Digitalização de Gráficos

Este programa, que foi o primeiro a utilizar microcomputador, destina-se à conversão de dados e gráficos (linigramas, curvas de nível, ou qualquer outro desenho bidimensional) em dados numéricos, para posterior processamento. A configuração do sistema, mostrada na Fig. 3.2, é composta por um microcomputador de 16 bits da linha IBM-PC, unidades de disquetes, impressora e mesa digitalizadora.

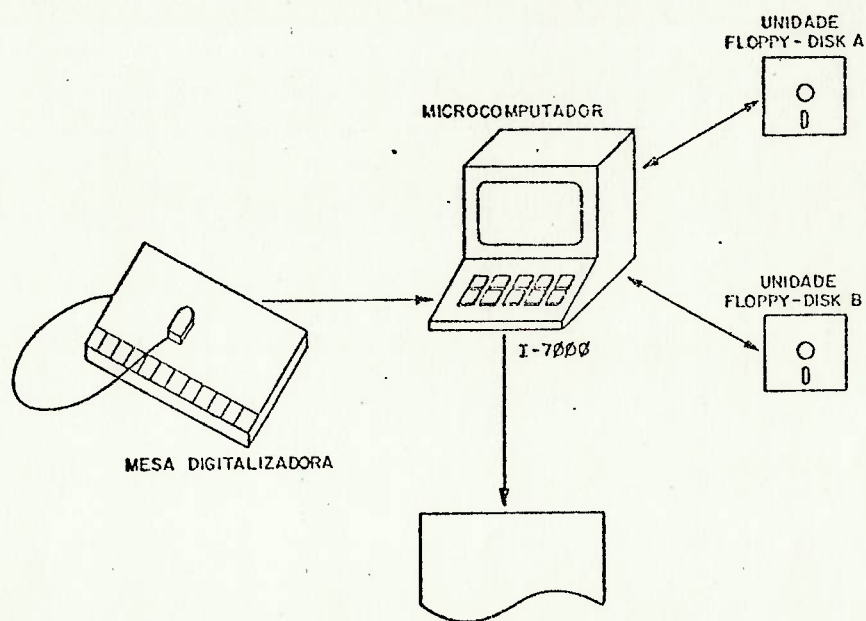


Fig. 3.2 Configuração do sistema SDG

Através da mesa digitalizadora, pontos do gráfico amostrados dentro de um certo passo são convertidos em coordenadas e enviados ao computador. As funções do sistema são acionadas através da própria mesa digitalizadora, onde é fixada uma folha contendo o menu de opções. Estas funções permitem a digitalização de desenhos, correção de trechos, listagem de dados, cálculo de área e perímetro, e arquivamento em disco.

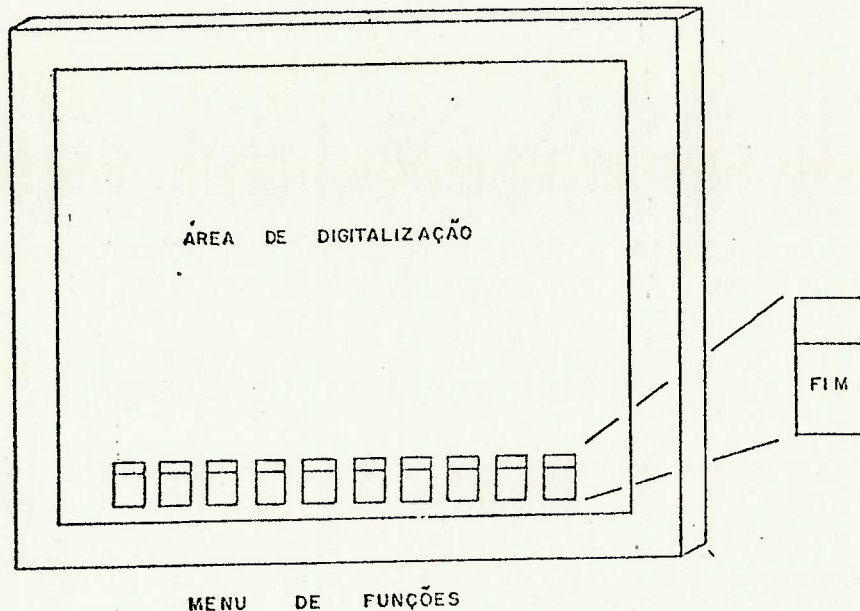


Fig. 3.3 Mesa Digitalizadora

3.1.4. Editor para VLSI

O C.H.I.P. - Compositor Hierárquico e Interativo de Pastilhas - é um editor de circuitos integrados a nível de máscaras. Foi desenvolvido pelo LSD em 1984, com o apoio da FINEP, e em sua primeira versão utiliza um minicomputador PDP11/34 e dois terminais de vídeo (um alfanumérico para recepção de comandos e outro gráfico matricial colorido - AED512).

Uma preocupação básica durante o desenvolvimento deste projeto foi garantir a sua portabilidade, o que justifica a opção pelo FORTRAN-IV básico como linguagem de implementação. O uso de instruções de controle estruturadas e mais potentes foi possível através de um pré-processador RATFOR, que as converte para FORTRAN-IV.

Para a especificação deste editor foram pesquisados diversos editores de circuitos, como o CAESAR, CIFSVM e ICARUS, definido-se um conjunto de comandos suficiente para as finalidades do sistema. Entre outros o editor possui comandos para movimentação de cursor, movimentação de janela, aproximação, definição de grade auxiliar, transformações geométricas, remoção de camadas e uso de áreas de rascunho.

Como resultado, o sistema, após vários circuitos editados, mostrou ser eficiente e possuir um tempo de resposta aceitável além de possuir um fácil aprendizado. A

interface homem-máquina pode, no entanto, ser bastante melhorada com a inclusão de uma mesa digitalizadora no sistema.

3.2. O Uso de Microcomputadores em CAD/CAM

Antes dos microcomputadores os sistemas CAD/CAM caminhavam no sentido de se constituírem de máquinas e programas cada vez maiores e mais caros, dedicados a algumas grandes aplicações como mecânica, eletrônica, aviação e outras. Os grandes custos destes sistemas não justificavam investimentos em aplicações mais específicas cujo retorno fosse duvidoso. Com o surgimento dos microcomputadores abriu-se uma nova fronteira na área de CAD/CAM, em que o baixo custo e a diversidade de aplicações eram os pontos fortes.

3.2.1. O Impacto dos Microcomputadores

O microcomputador, graças ao seu tamanho e preço, possibilitou que as ferramentas de auxílio ao projeto fossem levadas até a mesa do projetista, causando uma disseminação sem precedentes de sistemas deste tipo. Além do aumento significativo no número de aplicativos e de usuários nas áreas onde o CAD já vinha sendo bastante utilizado, houve um crescimento em diversas outras, menos habituadas a esta ferramenta. Esta explosão mostra que existia, e em muitos casos ainda existe, uma grande demanda por aplicativos CAD/CAM, reprimida por fatores como:

- Altos custos;
- Desconhecimento sobre computação por muitos daqueles que possuíam problemas potencialmente automatizáveis;
- Desconhecimento, por parte dos projetistas de aplicativos de CAD/CAM, de muitos problemas automatizáveis em áreas distantes das tradicionais;
- Os custos altos de grandes sistemas não incentivavam aplicações cujos usuários não pudessem fazer grandes investimentos;
- Barreiras entre os especialistas em computação e os usuários em potencial;

Hoje, com a microinformática, aquela velha imagem de centros de processamentos de dados (os famosos CPDs) enclausurados em redomas distantes dos simples mortais, perde terreno para uma maior democratização no acesso aos recursos de informática. A explosão da microinformática justificada pela diminuição ou até desaparecimento dos fatores restritivos acima citados, produz um número cada vez maior de profissionais de diferentes áreas que fazem uso destes recursos, gerando novas necessidades e idéias. O aumento da demanda reflete-se em diminuição de custos, melhorias tecnológicas e novos produtos, o que deverá manter o mercado de CAD/CAM em microcomputadores bastante aquecido ainda por um bom tempo.

3.2.2. Vantagens e Desvantagens do Microcomputador

O microcomputador não chega a ser um concorrente dos grandes sistemas e atinge um segmento próprio, sendo que em alguns casos chega a ser um complemento bastante útil para o grande porte. É importante, portanto, que se tenha noção da aplicabilidade dos microcomputadores em CAD/CAM, sem que se esqueça que eles possuem limitações e que caso não sejam utilizados adequadamente podem se tornar fonte de problemas e não de soluções.

Sem buscar a exaustão listam-se a seguir algumas das principais vantagens e desvantagens dos microcomputadores em relação aos de grande porte:

- VANTAGENS

- Baixo custo;
- Transportabilidade;
- Fácil aprendizado e operação;
- Inexistência de barreiras típicas do tradicional CPD;
- Ausência de burocracias (códigos de acesso, etc...);
- Recursos gráficos;
- Memórias de tela acessada diretamente pela CPU;
- Rápida evolução;
- Facilidade de interligação em redes;
- Adequado para pesquisas e educação;

- DESVANTAGENS

- Baixa velocidade;
- Pouca memória;
- Periféricos bastante caros em relação ao custo da CPU, muitas vezes subutilizados;
- Imagens de baixa qualidade;
- Limitações no armazenamento e transferência de dados;
- Poucas ferramentas para desenvolvimento de software;
- Acesso a pessoas desqualificadas e oportunistas que podem criar um clima de descrédito e insegurança nos usuários e compradores;

Se a implementação de microcomputadores como ferramenta de auxílio ao projeto for bem estudada, levando-se em conta os pontos citados acima, certamente trará grandes benefícios em termos de produtividade.

3.2.3. O Microcomputador de 16 Bits

O grande avanço no uso profissional dos microcomputadores ocorreu com o microcomputador de 16 bits, cujo grande representante é o IBM-PC e seus compatíveis. Este computador, de sucesso incontestável, acabou por se tornar um padrão de fato. Com um sistema de arquitetura aberta, endereçamento de até 1Mbyte de memória, tela de oitenta colunas, modo gráfico e uma quantidade cada vez maior de placas adaptadas, periféricos e, principalmente, software, o micro de 16 bits torna-se uma opção quase que obrigatória quando se pensa em aplicações profissionais de CAD a baixo custo.

O fato de o microcomputador de 16 bits ser um padrão pode eliminar o rápido acesso a inovações tecnológicas, mas o enorme parque de hardware e software disponível e em desenvolvimento para estas máquinas compensa em muito tal limitação. A tendência normal é o surgimento de computadores mais potentes, mas que aceitem o software já desenvolvido para os micros da linha IBM-PC.

3.3 Sistemas Importados X Sistemas Nacionais

Quando se deve importar um sistema CAD/CAM e quando se deve desenvolvê-lo? A pergunta é difícil de responder, além de depender muito dos interesses envolvidos. O que normalmente acontece é as empresas justificarem a importação de sistemas por não haverem similares nacionais nem ser possível que sejam desenvolvidos a curto prazo. A justificativa é geralmente correta, mas acaba contribuindo para que nunca o deixe de ser, já que as verbas que poderiam incentivar o desenvolvimento local são enviadas ao exterior.

Talvez por uma falta de previsão, ou pelas bruscas oscilações da economia brasileira, quando uma empresa sente necessidade de um sistema de automação, pretende que este seja implantado em curtíssimo prazo e a baixo custo. É claro que a encomenda para o desenvolvimento local de um sistema completo envolve tempo e, principalmente, muito investimento, o que não motiva tal atitude. Talvez o custo de tal investimento não fosse tão grande se Universidades e Institutos de Pesquisa recebessem investimentos constantes e adequados para o desenvolvimento de tecnologia de CAD/CAM. Tais investimentos, a exemplo de países desenvolvidos, poderiam ser efetuados por diversas empresas interessadas na área. Os benefícios viriam para todos a médio e longo prazo, entre outros através do aumento de profissionais qualificados, transferência de tecnologias para empresas interessadas no desenvolvimento de sistemas, diminuição nos custos de desenvolvimento e geração de aplicativos voltados à realidade nacional. O que dificulta a viabilização desta forma de investimento é a mentalidade da maioria das empresas nacionais que desejam para si todo e qualquer produto que possa ser resultado de pesquisas para as quais fornecem verbas. E, o que é pior, consideram tais resultados de pesquisa como segredo industrial!

A importação de sistemas fechados, além de desacelerar o avanço tecnológico nacional acaba por trazer problemas para as próprias empresas que o adquirem. Alguns dos problemas mais comuns de aparecer são: manuais pouco detalhados, impossibilidade de acesso à estrutura interna do sistema, inadequação às necessidades particulares da empresa, dificuldade ou impossibilidade de expansão. Os grandes sistemas, além de serem projetados para solucionar problemas de uma realidade diferente da brasileira, procuram ser bastante genéricos a fim de atingir um grande número de clientes. Como resultado temos sistemas extremamente grandes, complexos e custosos, que exigem um treinamento extenso e são muitas vezes subutilizados.

Se o país puder contar com o domínio de ferramentas e técnicas para o desenvolvimento de aplicativos de CAD/CAM as empresas poderão adquirir sistemas sob medida, de tamanhos adequados às suas necessidades e com manutenção garantida.

Nem sempre, todavia, pode-se dizer que a importação de software é um mau negócio para o país. Existem determinadas ferramentas básicas, como compiladores e sistemas operacionais, que devem ser padronizados, confiáveis e eficientes e que se encontram bastante otimizados e testados pelo mundo todo. Para estas ferramentas não se justifica um grande investimento em termos de desenvolvimento local, pois caso seja criado algo diferente, mesmo que com boas idéias, dificilmente poderá impor-se; e no caso de uma total compatibilidade teremos, na melhor das hipóteses, algo tão eficiente quanto o que já existia no exterior. Para tais ferramentas de uso geral e padronizado, basta que haja o domínio das técnicas de construí-las, para quando isto se fizer necessário, tarefa levada a cabo por Universidades e Centros de Pesquisa. No mais é melhor que se concentre esforços na geração de aplicativos, que dependem das necessidades particulares dos usuários e dificilmente serão encontrados no exterior com todas as vantagens de um sistema sob medida.

3.4 A Filosofia dos Três Níveis

A filosofia dos três níveis, apresentada em [CLEM85], é uma metodologia de desenvolvimento que agiliza e racionaliza o trabalho de geração e manutenção de programas aplicativos de CAD/CAM. Neste método um sistema pode ser acessado em três níveis diferentes por técnicos especializados em cada um deles, mas que interagem entre si. Cada um destes três níveis deve possuir uma interface bem definida e uma documentação adequada que permita um fácil acesso às suas funções, as quais por sua vez são utilizadas na geração de funções do nível superior a ele.

3.4.1 Os Níveis

O projeto de um sistema CAD/CAM pode ser definido em três níveis (Fig 3.4) acessados por usuários ou projetistas com um grau maior de especialização em determinados assuntos. Os níveis são os seguintes:

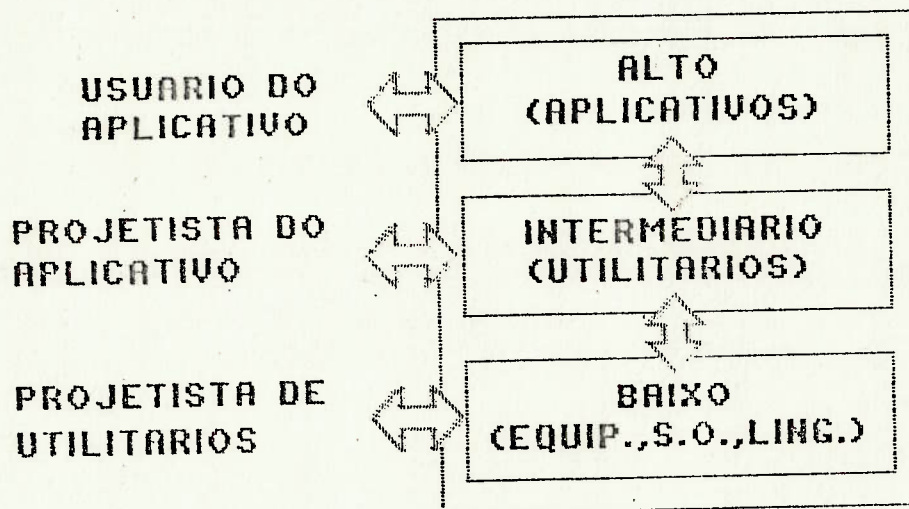


Fig. 3.4 Níveis de um projeto CAD/CAM

- NÍVEL ALTO (3o. nível): é o nível dos programas aplicativos acessados pelo usuário final. Este usuário utiliza o aplicativo CAD/CAM como ferramenta de auxílio aos seus projetos, não possuindo necessariamente conhecimentos a respeito da estrutura interna do aplicativo, nem de programação. As necessidades e sugestões com relação ao aplicativo devem ser passadas ao nível imediatamente inferior, cujos responsáveis se encarregarão de analisá-las e alterar o que for necessário.

- NÍVEL INTERMEDIÁRIO (2o. nível): composto por pacotes de funções utilitárias, interfaceados com linguagens de programação de alto nível. Estes pacotes são utilizados para o desenvolvimento dos aplicativos de CAD a serem acessados no 3o. nível. O usuário do nível intermediário deve ter bons conhecimentos a respeito da área de atuação do aplicativo em desenvolvimento (arquitetura, mecânica, geologia, confecção, etc...), dos pacotes de módulos utilitários (pacote gráfico, de estrutura de dados, de arquitetura, de geologia, etc...), e também de engenharia de programação. Conhecimentos de programação gráfica, programação assembler e dispositivos gráficos podem ajudar mas não são necessários, uma vez que as rotinas básicas providas pelos pacotes se encarregam de resolver tais problemas.

- NÍVEL BAIXO (1o. nível): o usuário deste nível é o encarregado de projetar e desenvolver pacotes utilitários e

novos módulos básicos, mantendo a compatibilidade e consistência com a estrutura do pacote do qual farão parte. As ferramentas utilizadas pelo projetista neste nível são os compiladores, sistema operacional, montador assembler e outros recursos básicos. Este projetista não precisa conhecer profundamente as áreas onde os módulos utilitários serão aplicados, mas sim o hardware do sistema, os dispositivos e o sistema operacional. Assim, este nível acaba servindo como uma interface entre os recursos básicos e os aplicativos. O projetista dos módulos utilitários deve implementar aquilo que é definido pelos usuários dos níveis superiores com eventuais sugestões e adaptações técnicas surgidas neste nível básico. Assim, o mais importante neste nível é saber como fazer e não o que fazer.

3.4.2 O Funcionamento

O trabalho dentro da filosofia dos três níveis deve ser estruturado segundo os princípios da engenharia de programação, assegurando representações consistentes de dados, módulos pequenos efetuando operações elementares, obtenção de módulos complexos a partir dos elementares, tudo acompanhado de farta documentação. A diferença básica desta metodologia em relação aos projetos tradicionais reside no fato de que, aqui, os três níveis podem ser acessados pelos usuários finais, e não apenas pelos projetistas do sistema. Isto quer dizer que toda a estrutura de cada nível deve ser passada pelo usuário final, juntamente com os manuais de usuário de cada nível. Desta forma, inclusive a manutenção do sistema poderá ser efetuada pelo comprador do sistema.

Para que todos os níveis possam ser utilizados eficientemente e sem efeitos colaterais entre si, os módulos devem ser independentes e trabalhar sobre estruturas de dados bem definidas e padronizadas. Um fator fundamental para o bom funcionamento do esquema exposto é, sem dúvida, a documentação.

3.4.3. Prós e Contras

As vantagens desta filosofia dos três níveis são bastante claras e refletem-se em economia de tempo e dinheiro para o usuário final. Numa empresa, por exemplo, pode-se ter vários engenheiros utilizando-se de aplicativos no nível alto, da mesma forma como se utilizariam de sistemas fechados. Mas além deles, pode-se ter uma equipe especializada na atualização dos aplicativos existentes e na geração de novos, compondo o nível intermediário. Se neste nível for sentida a necessidade de novos módulos utilitários, a tarefa é passada para o grupo de programadores de nível baixo. Em empresas menores talvez não se justifiquem equipes trabalhando nos níveis inferiores. Neste caso, o trabalho poderá ser efetuado pela própria empresa fornecedora do sistema. Mesmo as empresas que fornecem sistemas fechados poderão se utilizar deste esquema, com a vantagem de poder adaptar com maior facilidade os aplicativos às necessidades específicas dos clientes.

A principal desvantagem desta filosofia de trabalho não é propriamente técnica, mas comercial, pois para funcionar é necessário que o software seja aberto para o usuário. O conhecimento pelos clientes das estruturas internas dos pacotes pode chocar-se com os métodos tradicionais de sigilo comercial, que buscam proteger os direitos do fornecedor. Por este fato, pode ser que a filosofia dos três níveis encontre certas resistências. As entidades indicadas para o desenvolvimento de tais sistemas abertos são os centros de pesquisa e universidades, que não possuem fins lucrativos e são sustentados pela comunidade. Para tais desenvolvimentos seria importante a participação das empresas privadas e órgãos financiadores de pesquisas no fornecimento de equipamentos e verbas. Uma vez implementados os pacotes e alguns aplicativos, documentada a estrutura do sistema e gerados os manuais do usuário, estes seriam passados às empresas interessadas. Tais sistemas poderiam também ser utilizados didaticamente na formação de pessoal, o que também beneficiaria as empresas usuárias de CAD/CAM.

CAPÍTULO 4

O SISTEMA microPAC

4. O SISTEMA microPAC

Tendo-se em vista todos os fatores apresentados no capítulo 3, decidiu-se implementar um sistema, estruturado dentro da filosofia dos três níveis, que permitisse o desenvolvimento rápido e eficiente de aplicativos de CAD em microcomputadores de 16 bits.

4.1. Descrição do Sistema

O sistema microPAC é um conjunto de pacotes de funções utilitárias e aplicativos de CAD/CAM, desenvolvidos a partir destas funções, que pode ser dinamicamente expandido de acordo com as necessidades.

Os três níveis deste sistema consistem em:

- NÍVEL ALTO: nível dos usuários dos aplicativos microPAC desenvolvidos no nível intermediário

- NÍVEL INTERMEDIÁRIO: composto de pacotes de funções utilitárias com os quais se desenvolvem aplicativos de CAD/CAM. Até o momento, foram desenvolvidos os seguintes pacotes :

- PG - Pacote Gráfico - : funções que manipulam dispositivos compugráficos de entrada e saída.
- ED - Estrutura de Dados gráficos - : mantém uma estrutura de representação de desenhos, fornecendo funções que permitem manipulá-los, arquivá-los e recuperá-los.
- GM - Gerenciador de Menus - : permite fácil geração e manipulação de menus pelos aplicativos

- NÍVEL BAIXO: neste nível são criados os pacotes de funções do nível intermediário, além de outras ferramentas necessárias ao desenvolvimento. Para tanto dispõe-se de compiladores, montadores, sistema operacional, equipamentos de entrada e saída e um aplicativo especialmente desenvolvido para o teste exaustivo das funções de cada pacote, denominado Gerenciador de Testes (GT).

4.2. Implementação

Apresentam-se agora os equipamentos, as ferramentas e as soluções adotadas para o desenvolvimento do sistema microPAC.

4.2.1. Os Equipamentos

O sistema microPAC foi projetado para utilizar um microcomputador de 16 bits da linha IBM-PC/XT, mesa digitalizadora, impressora e traçador gráfico (Fig. 4.1). A seguir são descritos tais equipamentos.

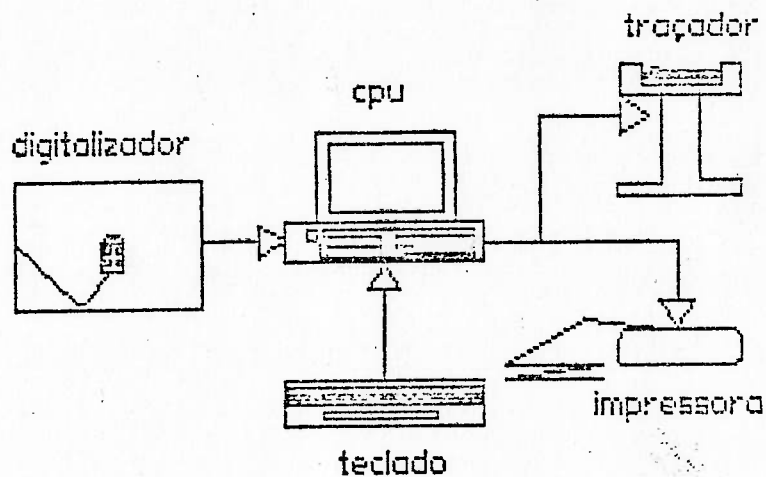


Fig. 4.1 Equipamentos do sistema microPAC

4.2.1.1. O microcomputador

O microcomputador utilizado foi um NEXUS 1600, fabricado pela SCOPUS, que é compatível com o IBM-PC. Nele foi realizado todo o desenvolvimento, e é onde o sistema microPAC é utilizado hoje, apesar de que pode ser processado em qualquer microcomputador compatível com o IBM-PC XT ou AT, uma vez que não faz uso de nenhum recurso fora do sistema operacional padrão da IBM.

O NEXUS 1600 utiliza o microprocessador 8088-2 da INTEL, cujo software é compatível com o 8088, possui 256K bytes de memória principal (expandível até 640K e duas

unidades de disco flexível. A frequência de clock pode ser de 4,77MHz, ou 8MHz, configurada através de chaves seletoras na placa. Para comunicação o micro dispõe de duas interfaces, uma assíncrona e outra assíncrona-síncrona. Além disso, a unidade central de processamento, possui gerador de base de tempo, acesso direto à memória (DMA), memória ROM (onde fica residente o BIOS do sistema operacional), placa controladora de vídeo e coprocessador aritmético 8087 opcional.

O sistema operacional utilizado foi SISNE versão 2, compatível com o DOS versão 2 do IBM-PC/XT.

4.2.1.2. A Placa de vídeo

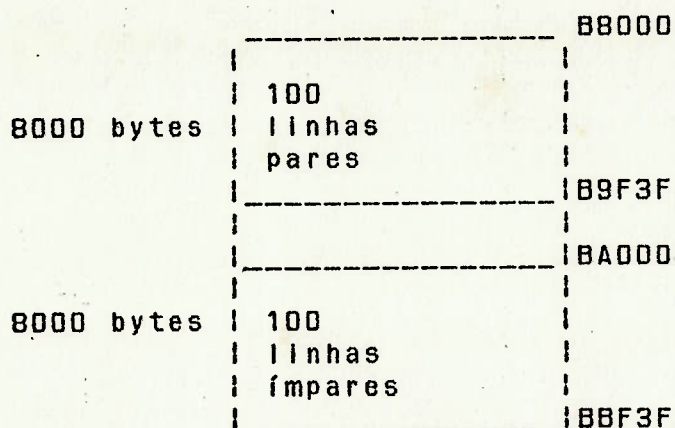
O monitor do NEXUS 1600 é controlado por uma placa de vídeo que permite utilizá-lo em modo alfanumérico ou gráfico. Os modos de operação são programados através de comandos do sistema operacional.

A placa de vídeo utiliza 16000 bytes da memória principal, para qualquer modo de operação, iniciando no endereço B8000H. Existem comandos do sistema operacional para colocar caracteres (modo alfa) ou acender pontos (modo gráfico) na memória de vídeo, mas há a possibilidade de acessar diretamente, via microprocessador, a memória de tela, o que pode ser útil na otimização de certos algoritmos.

No modo alfanumérico podem ser apresentadas na tela do monitor 25 linhas de 40 caracteres (baixa resolução) ou 25 linhas de 80 caracteres (alta resolução). No modo 25x40 pode se ter até 8 páginas de telas na memória, enquanto que no modo 25x80 podem ser armazenados até 4 páginas de tela.

No modo gráfico pode-se ter uma tela com 200 linhas de 320 pontos com 4 cores ou 200 linhas de 640 pontos com 2 cores.

No modo gráfico baixa resolução (320x200), a memória é ocupada da seguinte forma:



Cada ponto é codificado por 2 bits, o que significa que cada byte representa 4 pontos. O significado destes 2 bits é o seguinte:

- 00 : cor de fundo
- 01 : cor 1
- 10 : cor 2
- 11 : cor 3

Através de comandos do sistema operacional pode-se programar estas 4 cores: a cor de fundo é definida através de 4 bits que permitem escolher 1 entre 16 cores (codificação RGBI, onde os três primeiros bits representam a presença ou não de uma das três cores primárias - vermelho, verde e azul - e o último a intensidade); as outras 3 cores são definidas através de 1 bit que indica uma entre duas palhetas, ou conjuntos de 3 cores.

No modo gráfico alta resolução (640x200), a memória é ocupada da mesma forma que no modo baixa resolução, mudando apenas o número de bits reservado para cada ponto, que neste caso é apenas 1 e faz com que cada byte codifique 8 pontos. Neste caso cada ponto pode ter apenas 2 cores, definidas pelo pixel da seguinte forma:

- 0 : apagado
- 1 : cor definida

A cor definida é especificada entre 16 possíveis, via sistema operacional, por 4 bits codificados no padrão RGBI.

4.2.1.2. A mesa digitalizadora

A versão atual do microPAC utiliza uma mesa digitalizadora modelo RENOIR (tamanho A2), fabricada pela DIGIGRAF. Qualquer outra mesa, no entanto, pode ser acoplada ao sistema, uma vez que o pacote gráfico permite a programação do protocolo de comunicação.

A mesa é interligada ao computador através de um canal serial padrão RS 232 - C, cujos parâmetros (velocidade, número de bits, paridade, etc...) podem ser programados. Os bytes recebidos pelo computador indicam a posição do cursor na mesa digitalizadora e o botão pressionado, devendo ser interpretados segundo o protocolo da mesa, que no caso do modelo RENOIR é o ASCII-BCD, onde cada mensagem, composta por 13 bytes, possui o seguinte significado:

BYTE

| | | | | | | |
|--------|---|-------------|-------------|-----------|-------------------|--|
| D1 x | 4 | dígitos | codificados | em | ASCII, | que |
| D2 x | | representam | um | número | decimal | (0000 a 9999) |
| D3 x | | indicando | o | valor, | em | décimos de mm, |
| D4 x | | coordenada | horizontal | | | |
| D5 , | | código | ASCII | do | caracter | "," |
| D6 y | 4 | dígitos | codificados | em | ASCII, | que |
| D7 y | | representam | um | número | decimal | (0000 a 9999) |
| D8 y | | indicando | o | valor, | em | décimos de mm, |
| D9 y | | coordenada | vertical | | | |
| D10 , | | código | ASCII | do | caracter | "," |
| D11 t | | código | da | tecla | pressionada | (0: nenhuma; 1: tecla 1; 2: tecla 2; 4: tecla 3; 8: tecla 4) |
| D12 cr | | código | ASCII | indicando | "carriage return" | |
| D13 lf | | código | ASCII | indicando | "line feed" | |

No microPAC a mesa é programada para trabalhar na velocidade de 9600 bauds, com taxa de digitalização de 50 pontos por segundo. Via programa, o microPAC se encarrega de fazer as amostragens nos passos convenientes (a cada pressionamento de tecla, a uma taxa constante, ou sempre que uma certa distância for percorrida).

A mesa é também utilizada para seleção de opções dentro de um menu e como dispositivo para movimentação do cursor gráfico na tela do monitor de vídeo.

4.2.1.4. A Impressora

A impressora utilizada é a RIMA XT-180, serial, com interface paralela CENTRONICS. Com ela pode-se obter listagens alfanuméricas ou fazer cópias das telas gráficas.

4.2.1.5. O traçador gráfico

Os desenhos gerados pelo sistema microPAC podem ser obtidos em papel, até o tamanho A1, através do traçador gráfico TDD-21 fabricado pela DIGICON.

Este traçador cilíndrico utiliza roletes para prender a folha de papel e trabalha com uma única pena. O programa se encarrega de ordenar as linhas do desenho de acordo com a cor e solicitar a troca de pena quando necessário.

4.2.2. A linguagem ASSEMBLY

A linguagem ASSEMBLY do 8086 foi utilizada, em algumas rotinas do PG, para fazer acesso a funções do sistema operacional e, principalmente, para conseguir o máximo de eficiência em rotinas que são "gargalos", como a que acende um ponto na tela.

Para o desenvolvimento destas rotinas foi utilizado o montador de macro-assembly da MICROSOFT, MASM versão 1.0.

4.2.3. A linguagem C

A linguagem de alto nível C foi escolhida para o desenvolvimento do sistema microPAC por diversos motivos, destacando-se :

- Entre os compiladores disponíveis para os microcomputadores de 16 bits, o C da MICROSOFT é um dos mais eficientes:

- Devido à sua origem, criada para o desenvolvimento do primeiro sistema operacional escrito em linguagem de alto

nível, a linguagem C é bastante indicada para o desenvolvimento de sistemas; ao mesmo tempo em que fornece uma série de instruções que são diretamente traduzidas para linguagem de máquina, e um fácil acesso aos recursos do equipamento, possui os comandos e tipos necessários a uma boa programação estruturada:

- São providos diversos tipos de variáveis (de tamanhos variando de um byte a 8 bytes) que podem ser combinados em estruturas definidas pelo programador, o que cobre praticamente todas as necessidades;

- É uma linguagem moderna, que procura eliminar certos defeitos de linguagens mais antigas, permitindo que o programador que assim o desejar faça bom uso das técnicas de engenharia de programação;

- A linguagem é bastante flexível, deixando o programador bastante livre para tirar proveito dos seus recursos de forma que melhor lhe convier;

- Não existem comandos de entrada e saída na linguagem C; tais operações devem ser realizadas através de funções de biblioteca, o que torna o compilador independente de dispositivos, bastando trocar a biblioteca de funções quando se necessitar mudar o equipamento de entrada ou saída; se for conveniente para o programador, este pode também substituir a biblioteca de funções do C pelas suas próprias, mais eficientes e compactas para determinadas aplicações específicas;

- A característica do C de prover apenas comandos de estruturação de dados, controle de fluxo e operações aritméticas básicas, deixando todas as outras necessidades para serem supridas pelas bibliotecas de funções, faz com que os programas sejam bastante compactos e eficientes, além de aumentar a portabilidade da linguagem; para cada aplicação pode-se ter um conjunto de bibliotecas adequado, o que vai ao encontro da filosofia do microPAC de trabalhar com pacotes de funções utilitárias;

- A tendência mundial está sendo um aumento constante na utilização da linguagem C para o desenvolvimento de sistemas compugráficos e de CAD/CAM;

4.2.4. Os pacotes implementados

No nível baixo do microPAC foram implementados até o momento três pacotes utilitários, para serem utilizados no nível intermediário: o PG - pacote gráfico -, o

ED - estrutura de dados gráficos - e o GM - gerenciador de menus-.

4.2.4.1. PG - Pacote Gráfico

Este pacote tem a finalidade de fornecer funções para execução de operações gráficas fundamentais, que sejam fáceis de utilizar, compactas e eficientes. Para tanto tirou-se proveito de todas as características da máquina e dos dispositivos, inclusive fazendo-se uso do ASSEMBLER quando necessário. Mesmo assim, a portabilidade do microPAC com relação a dispositivos não ficou prejudicada, uma vez que os acessos a recursos específicos ficaram confinados em um pequeno número de funções, denominadas controladoras de dispositivos.

A portabilidade que não é obtida neste caso é a de programador, já que os nomes e parâmetros das funções são próprios. Mas por ser simples e possuir muito da filosofia de pacotes gráficos padrões, a assimilação do PG é bastante rápida por parte dos programadores.

O avanço vertiginoso da Compugrafia torna cada vez mais importante a adoção de pacotes gráficos padrões. Porém, os atualmente existentes são mais voltados para médios e grandes sistemas, o que faz com que as implementações em microcomputadores se tornem muito grandes e lentas para estas máquinas. Por este motivo é que aplicativos gráficos de grande sucesso para microcomputadores, dificilmente fazem uso de um pacote gráfico normalizado.

Após a concepção do PG (1985) começaram a surgir, vindos do exterior, bibliotecas gráficas que possuem filosofia semelhante (como HALO e TURBO-PASCAL) e, por isso, passaram a ser bastante aplicadas no desenvolvimento de programas em microcomputadores. Após avaliá-las optou-se pela não substituição do PG por uma delas, pois além de comparável em desempenho, o PG tem a vantagem de ser totalmente dominado e permitir, dentro da filosofia dos três níveis, a sua expansão e adaptação conforme as necessidades.

Atualmente estuda-se a adaptação do PG de forma a aproximá-lo bastante da proposta de norma CGI - Interface Compugráfica - que encontra-se em vias de tornar-se norma Internacional.

As principais funções do PG são:

-CONTROLE

- . Iniciação
- . limpeza do vídeo

-MAPEAMENTO DAS COORDENADAS do usuário para os diversos dispositivos

-PRIMITIVOS

- . linha poligonal: segmentos de reta consecutivos.
- . quadro: retângulo, cheio ou vazado.
- . marcadores: série de símbolos utilizados para marcar posições.
- . texto vetorial: formado por segmentos de reta. Pode ser escrito em qualquer tamanho ou inclinação.
- . texto matricial: letras cheias. Pode ser escrito em qualquer tamanho, porém somente na horizontal (disponível apenas para o dispositivo vídeo).

-ATRIBUTOS

- . cores dos primitivos
- . tipo de linha
- . tipo de marcador
- . altura, largura e espaçamento dos caracteres.
- . Inclinação do texto.
- . alinhamento do texto: pelos cantos, pelo centro, etc.
- . tipo de cursor.

-MOVIMENTAÇÃO DE CURSOR

- . via teclado ou mesa digitalizadora
- . linha elástica ou retângulo elástico
- . preso à grade: permite a movimentação do cursor apenas através de pontos igualmente espaçados.
- . preso a pontos de atração: pode ser definida uma lista de pontos, apenas sobre os quais é possível mover o cursor.

-DISPOSITIVOS VIRTUAIS DE ENTRADA

- . localizador (locator): devolve uma posição
- . opção (choice): devolve uma opção de menu.
- . avaliador (valuator): devolve um número real.
- . teclado(keyboard): devolve uma cadeia de caracteres.
- . vetorizador (stroke): captura pontos da mesa digitalizadora ou outro dispositivo de movimentação do cursor.

-RECORTE

Todas as funções possuem opção para recorte do desenho contra a janela definida pelo usuário.

-ESPECIAIS

- . grade :define um reticulado auxiliar, que é desenhado no vídeo
- . salva tela: permite a definição de uma região retangular qualquer no vídeo, que é salva em memória.
- . recupera tela: coloca, em qualquer posição da tela, uma área retangular que foi salva em memória.

Explicações detalhadas sobre cada função do PG podem ser obtidas em [gCAD86].

4.2.4.2. ED - Estrutura de Dados Gráficos

As funções deste pacote se encarregam da manutenção de uma estrutura de dados que representa um desenho, separado em diversos níveis sobrepostos. As suas principais funções são:

-CONTROLE

- . Iniciação da estrutura
- . inserção de primitivos gráficos na estrutura
- . eliminação de entidades: supressão de primitivos ou gabaritos de um dos níveis do desenho
- . eliminação de níveis do desenho
- . fornecimento do elemento mais próximo a um determinado ponto
- . arquivamento e recuperação de desenhos

-BIBLIOTECA DE GABARITOS

- . criação de gabaritos : conjunto de primitivos manipulados de forma única (segmentos)
- . inserção de gabaritos na Biblioteca
- . recuperação de gabaritos da Biblioteca, com possibilidade de aplicação de transformações (rotação, escala e translação)

-TRANSFORMAÇÕES

- . geração de matriz de transformação, que contém as informações numéricas que permitem mudar a escala, transladar, rotacionar ou espelhar segmentos do desenho
- . transformação, aplicando a matriz de transformação sobre uma determinada entidade

-ESPECIAIS

- . devolve a área ocupada pelas entidades de determinado nível do desenho
- . verifica quais entidades que se encontram dentro de determinada área

4.2.4.3. GM - Gerenciador de Menus

Este pacote fornece recursos que facilitam o tratamento de menus pelo programa aplicativo. Suas principais funções são:

- Ativação de um menu, que é colocado no vídeo, na posição indicada;
- Desativação de um menu, através da sua eliminação do vídeo e recuperação das informações que ele havia sobreposto;
- Obtenção de uma das opções do menu ativado, que pode ser acionada tanto via teclado como via mesa digitalizadora;
- Realce consecutivo durante a escolha, via mesa ou teclado, da opção desejada pelo usuário;
- Configuração do modo de realce das opções;

Como suporte a tais funções foi desenvolvido um aplicativo, denominado GERMENU, que permite a geração das telas de menus, para posterior utilização pelas rotinas do GM. Este programa é um editor gráfico, dedicado à criação de menus, que possui comandos para: geração de primitivos gráficos; escrita de caracteres em diferentes tamanhos e formas; definição de cores, tipo de linhas e preenchimento; programação das regiões que devem ser realçadas durante o processo de escolha da opção pelo usuário; especificação das correspondências entre regiões e funções.

4.2.5. Bibliotecas

Na versão atual do microPAC, os pacotes de rotinas utilitárias são colocados em bibliotecas. O usuário destes

pacotes, que é o implementador de aplicativos e encontra-se no nível intermediário da estrutura de desenvolvimento do microPAC, necessita apenas destas bibliotecas e do manual de utilização dos módulos que as compõem.

Ao fazer a ligação dos módulos de seu programa, o usuário deve ligar também as bibliotecas dos pacotes de que faz uso. O programa ligador (LINK) pegará das bibliotecas apenas os módulos que efetivamente foram utilizados no programa, o que evita programas maiores que o necessário.

Este esquema funciona muito bem mas obriga que todos os programas que se utilizem destes pacotes sejam escritos na mesma linguagem e compilados pelo mesmo compilador, uma vez que o formato destas bibliotecas geralmente varia de um compilador a outro. Além disso, mesmo que existam compiladores diferentes que consigam acessar as bibliotecas, pode-se ter problemas com a passagem de parâmetros de e para os módulos, pois cada linguagem possui uma forma própria para codificação de números (inteiros ou ponto flutuante), caracteres, etc...

Um outro problema se refere aos módulos controladores de dispositivos, que devem ser substituídos quando se altera a configuração dos equipamentos (placas gráficas, monitores, traçadores, impressoras, mesas digitalizadoras, etc...). Atualmente existem diversas bibliotecas de módulos controladores, que são utilizados por módulos do PG. Em todas estas bibliotecas os módulos possuem os mesmos nomes, só que em cada uma delas estão programados para acessar dispositivos diferentes. Os módulos do PG são únicos, mas os dispositivos que eles irão acessar dependem de qual biblioteca controladora foi utilizada durante a ligação do programa. O problema é a necessidade de um programa executável próprio para cada configuração de equipamentos diferente que se deseja, já que a decisão por qual módulo controlador utilizar deve ser feita em tempo de ligação e não em tempo de execução.

4.2.6. Instalação de pacotes em memória

Para o problema da proliferação de programas executáveis, um para cada configuração de equipamentos, existe uma solução relativamente simples que é a utilização de técnicas de "overlay". Neste caso, o programa cuidaria de carregar, dentro de uma área reservada do programa, o módulo controlador necessário, em tempo de execução.

Mas tal abordagem não resolveria ainda o problema de interfaceamento das bibliotecas utilitárias com programas escritos em diferentes linguagens. Por isso partiu-se para uma solução mais genérica e eficiente que é a instalação dos pacotes utilitários em memória, com acesso via rotinas de interface que são ligadas ao programa aplicativo.

No momento, a título de experiência, foi implantada em memória uma parte dos módulos do PG responsáveis pela manipulação da memória de tela, para as quais já existem interfaces para FORTRAN e PL/M. Quando for implementada uma nova versão do PG espera-se que ela seja totalmente instalável em memória, com interfaces para diversas linguagens, e com possibilidade de carregamento automático dos módulos controladores.

4.2.6.1. O processo de instalação

Antes da execução do aplicativo que faz acesso aos módulos utilitários, deve-se efetuar a instalação destes últimos. Tal processo se dá da seguinte forma:

- Executa-se um programa de instalação;
- Este programa é carregado na memória pelo sistema operacional, como qualquer outro programa a ser executado;
- Juntamente com o programa principal são carregadas todas as rotinas do pacote que estão ligadas ao programa;
- Antes de retornar, o programa comunica-se com o sistema operacional e informa a região de memória que deve ser preservada;
- Após retornar ao sistema operacional os módulos tornam-se residentes, pois qualquer outro programa que for executado daí para a frente não poderá se utilizar da região de memória ocupada pelos módulos;
- Juntamente com os módulos utilitários é instalada uma rotina de entrada, a qual conhece todos os endereços onde se encontram instalados todos os módulos;

4.2.6.2. O acesso aos módulos

O acesso aos módulos é executado através de rotinas de interface, compatíveis com a linguagem utilizada pelo aplicativo. Estas rotinas são bastante simples de serem

escritas e ocupam pouco espaço, devendo ser ligadas ao programa no lugar do pacote, que ficará instalado.

A rotina de interface é chamada pelo programa principal como se fosse o próprio módulo utilitário. Os parâmetros por elas recebidos são convertidos para os formatos do compilador C e transferidos, juntamente com o código do módulo respectivo, para a rotina de entrada que já deve encontrar-se instalada conforme explicado no item anterior. A transferência do controle de execução para a rotina de entrada se dá através de uma interrupção de software que, antes de programar os registradores de instrução com o endereço para onde deve ser desviado o programa, salva o estado do processamento e o endereço de retorno.

A rotina de entrada recebe os parâmetros e passa o controle para o módulo indicado, que finalmente os processa. Se existir parâmetro de retorno, este é passado para a rotina de entrada que o devolve para a rotina de interface.

Utilizando-se esta metodologia, pode-se desenvolver pacotes utilitários na linguagem que se mostrar mais conveniente e depois escrever apenas as rotinas de interface para cada nova linguagem que se desejar, ao invés de reescrever todos os módulos. Outra vantagem deste método é que isola a área de programa do aplicativo e da biblioteca, permitindo programas mais compactos e evitando interferências entre aplicativos e módulos.

4.2.7. GT - Gerenciador de testes

Dentro do nível baixo do sistema microPAC surgiu a necessidade de se efetuar testes exaustivos e validações dos pacotes que são desenvolvidos. Para que tal atividade fosse levada com eficiência foi desenvolvido o GT (Gerenciador de Testes).

O GT é um programa reconfigurável que interpreta arquivos contendo, em qualquer sequência e quantidade, os nomes de módulos de um determinado pacote e outros comandos programados, juntamente com valores para seus parâmetros. Para cada nome lido no arquivo (que eventualmente pode ser o teclado), o GT pega parâmetros e executa a rotina ou comando correspondente.

O GT é aberto, permitindo que seja alterado internamente para gerar um interpretador específico para um dado pacote de rotinas. Uma parte do programa é fixa, responsável pela análise léxica dos comandos, inicialização e controle das chamadas. Mas há uma parte que pode ser programada pelo usuário para criação de seus próprios comandos. Por exemplo, além de programar comandos que chamam diretamente cada um dos módulos de um determinado pacote, podem ser criados comandos especiais de teste que listam conteúdos de variáveis, executam combinações de chamadas dos módulos ou façam interações com o operador. Alguns comandos de uso geral já são fornecidos pelo GT, como leitura e impressão de dados.

Algumas das vantagens do uso do GT são:

- Evita a criação de programas dedicados a testes de cada módulo;
- Torna os procedimentos de testes mais eficientes e rápidos;
- Documenta os testes através dos arquivos de comandos utilizados como entrada do GT;

Criado para ser utilizado no nível baixo do microPAC, durante o desenvolvimento dos pacotes utilitários, o GT se mostrou útil também no nível intermediário, como meio prático de treinamento no uso dos pacotes por parte dos seus usuários (os implementadores de aplicativos).

4.2.8. Alguns algoritmos importantes

Comentam-se a seguir alguns dos algoritmos e soluções adotadas pelo PG e que influem bastante no seu desempenho.

4.2.8.1. Acesso à memória de vídeo

O sistema operacional fornece funções para acender um ponto na tela ou verificar a cor de um determinado ponto. Com tais funções é possível que se desenvolva rotinas para desenhar quaisquer primitivos gráficos. No entanto, a geração de uma interrupção de software e execução de uma rotina do sistema operacional a cada ponto que deve ser aceso (para gerar uma linha por exemplo), ou a cada ponto consultado (durante a rotina de preenchimento por exemplo), causam grande perda de tempo durante a execução de um algoritmo.

Por este motivo, e também para evitar ineficiências geradas por compiladores, optou-se por acessar diretamente a memória de vídeo e escrever em ASSEMBLY as rotinas que precisam ter um tempo de resposta muito pequeno (como a que desenha um ponto e a que preenche uma área).

Para acender um ponto no vídeo, calcula-se o endereço do byte de memória que contém o pixel e faz-se uma operação com uma máscara que altera apenas os bits referentes ao ponto em questão. Um pixel pode ser gravado de duas formas diferentes: substituindo o pixel que lá se encontra ou fazendo uma operação lógica de ou-exclusivo entre a nova cor do pixel e a anterior.

Foi implementada também uma rotina que grava na memória de tela uma matriz de pixels da mesma cor, gerando um retângulo preenchido. Neste caso grava-se byte a byte (um byte representa vários pixels) que é mais rápido que o preenchimento pixel a pixel. Apenas os pixels da borda, que podem estar dentro de bytes que contenham pixels externos ao retângulo, é que são gravados através da rotina que acende um pixel por vez.

4.2.8.2. Traçado de retas em dispositivos matriciais

O traçado de segmentos de retas (vetores) em dispositivos matriciais exige um processo de matriciação, no qual o vetor definido pelos seus dois pontos extremos é convertido em um conjunto de pontos discretos, pertencentes a uma matriz. Existem diversos algoritmos para matriciação de vetores (também chamados de geradores de vetores), dentre os quais o mais empregado, devido à sua grande eficiência, é o chamado DDA - analisador diferencial digital -.

O algoritmo DDA é bastante simples e possui a vantagem de utilizar apenas operações de adição e subtração de inteiros durante o processo de obtenção dos pontos que definem o vetor. Explicações detalhadas sobre este algoritmo, que é mostrado no Diag. 4.1, são facilmente encontradas na bibliografia, podendo-se citar [HARR83], [NEWM79] e [TORI87].

DDA (X1, Y1, X2, Y2, COR)

(X1, Y1) e (X2, Y2) --> coordenadas dos extremos do vetor

COR --> cor dos pontos do vetor

VIDEO --> matriz bidimensional onde são gravados os pixels do vídeo.

```
DX <-- X2-X1;    DY <-- Y2-Y1;
NPONTOS <-- MAX (IDX1, IDY1);
PASSOX <-- DX / NPONTOS;
PASSOY <-- DY / NPONTOS;
X <-- X1 + 0.5;    inicia as variáveis de posição,
Y <-- Y1 + 0.5;    preparando-a para arredondamento;
```

Para I <-- 1 até I = NPONTOS faça

```
VIDEO (INT(X), INT(Y)) <-- COR;
```

```
X <-- X + PASSOX;
```

```
Y <-- Y + PASSOY;
```

```
VIDEO (INT(X), INT(Y)) <-- COR;
```

Diag. 4.1: Algoritmo DDA

4.2.8.3. Traçado de elipses em dispositivos matriciais

O algoritmo de traçado de elipses utilizado no PG foi desenvolvido no gCAD/LSD pelo engenheiro Fábio Tsuzuki e é descrito no documento interno [TSUZ87].

Este algoritmo é bastante indicado para utilização em microcomputadores pois é extremamente rápido, permitindo o traçado de elipses diretamente na memória de tela em qualquer inclinação e possuindo precisão aceitável com poucas limitações. A sua velocidade é devida à utilização de algoritmos de geração de circunferências, que são bastante rápidos, cujos pontos são projetados na elipse através de uma relação constante, cuja dedução é apresentada em [TSUZ87].

4.2.8.4. Geração de caracteres

O pacote gráfico desenvolvido dentro do sistema microPAC trabalha com dois tipos de caracteres: vetoriais e matriciais. Os primeiros são descritos por segmentos de reta definidos pelas coordenadas reais (no sistema de coordenadas global independente de dispositivo) dos seus pontos extremos. Por estarem descritos desta forma, os caracteres vetoriais podem ser tratados como qualquer desenho composto por primitivos do tipo LINHA, sendo possível desenhá-los em qualquer tamanho, posição ou inclinação. Os caracteres vetoriais não possuem um aspecto muito bonito e exigem maior tempo para serem gerados, mas são bastante úteis para a colocação de textos em desenhos (como cotagem de peças por exemplo) que podem ser transformados mantendo sempre a mesma posição e tamanhos relativos.

Os caracteres do tipo matricial são descritos através de uma matriz (8x8, por exemplo) de pontos acesos e apagados que geram textos de qualidade, como os normalmente apresentados no vídeo do computador. Estes caracteres são fáceis de gerar (as matrizes utilizadas pelo gerador de carácter do computador podem ser acessadas via sistema operacional) mas possuem as limitações de serem de tamanho único e não poderem ser rotacionados.

A rotina desenvolvida para geração de caracteres matriciais foi escrita em ASSEMBLY e acessa as matrizes padrões via Sistema Operacional. Esta rotina permite a colocação de caracteres posicionados a partir de qualquer pixel da tela e não apenas em posições definidas pelas linhas e colunas do modo alfanumérico. Além disso foi desenvolvido um algoritmo que permite gerar caracteres de quaisquer dimensões, dadas em pixels.

A idéia do algoritmo é simples. A matriz padrão define um caractere de 8x8 pixels. Obter caracteres cujas dimensões são múltiplas de 8 (como 16x16, - 24x8, 8x16, etc.) é um processo imediato pois basta replicar cada pixel da matriz quantas vezes for necessário em cada direção. Mas como fazer quando se deseja um caractere de tamanho 15x20 por exemplo (mesmo sabendo-se que este ficará deformado) ? Para obter caracteres de quaisquer dimensões o algoritmo deixa de replicar alguns pixels (para dimensões não multiplas de 8) ou elimina linhas ou colunas da matriz de descrição (para dimensões menores que 8).

É claro que caracteres que não possuem todas as linhas e colunas replicadas um mesmo número de vezes ficam deformados e, às vezes, difíceis ou impossíveis de ler (como no caso de caracteres com dimensões menores que 8, onde são perdidas informações das matrizes que os descrevem). Mas é importante a possibilidade de uma escala contínua dos caracteres, para que possam manter a proporção com o desenho quando em operações de visualização (aproximação, afastamento, etc...)

O problema maior que necessitou ser resolvido pelo algoritmo foi o critério de escolha das linhas ou colunas da matriz de descrição que devem ser eliminadas (ou replicadas um número menor de vezes), para obtenção de dimensões não múltiplas de 8. Para isso foi criada uma matriz máscara (que pode ser reconfigurada pelo usuário do PG), que descreve sete possibilidades de resíduos nas duas dimensões do carácter (resíduo aqui é o menor número que deve ser subtraído de uma dimensão para que ela se torne múltipla de 8). Assim, ao desenhar um carácter com dimensão horizontal 30, por exemplo, é calculado o resíduo (6) e buscadas na máscara programada quais as 2 colunas da matriz de descrição que serão replicadas apenas 3 vezes, enquanto as 6 restantes serão replicadas 4 vezes.

4.2.8.5. Preenchimento de áreas

A rotina de preenchimento, desenvolvida em ASSEMBLY para o sistema microPAC, trabalha sobre a memória de tela, funcionando apenas em dispositivos do tipo vídeo.

A rotina necessita como parâmetros a cor de preenchimento, a cor de contorno e as coordenadas de um ponto interno à área que deve ser preenchida (semente). A partir do ponto semente a rotina testa a cor de cada um dos pontos vizinhos. Se o ponto for da cor de contorno ou da cor de preenchimento nada é feito. Se o ponto for de uma outra cor esta é trocada pela cor de preenchimento, e este ponto é empilhado como uma nova semente. -

Para cada semente desempilhada é repetido o processo, até que a pilha se esvazie.

Conforme pode-se notar, este algoritmo possui as seguintes características:

- é rápido, pois trabalha diretamente sobre a memória de tela e não necessita de nenhum cálculo geométrico;

- é dependente do dispositivo, devendo portanto, fazer parte do conjunto de funções controladoras de dispositivo.

- se o ponto semente indicado cair sobre um ponto que já possua a cor de contorno ou a cor de preenchimento, o algoritmo não preencherá nada;

- se a área a ser preenchida não estiver totalmente cercada por pixels da cor de contorno, haverá "vazamento", podendo ser preenchida toda a tela;

4.2.8.6. Transformações Geométricas

As técnicas de transformações geométricas utilizadas envolvem o conceito de matriz de transformação homogênea, cuja teoria encontra-se exposta na bibliografia [TORIB7].

Apresentam-se a seguir as rotinas que foram criadas para aplicar transformações geométricas sobre desenhos arquivados.

- CHAMA (NOME, CNTL, VET)

Função: apresentar um desenho arquivado após transformá-lo.

Parâmetros:

NOME: contém o nome do desenho;

CNTL: vetor onde cada posição contém um código que informa qual transformação deve ser efetuada

- 0: fim
- 1: translação
- 2: rotação
- 3: escala
- 4: espelhamento

VET: vetor contendo os parâmetros necessários a cada transformação

- TRANS (MATRA, TX, TY)

Função: gerar uma translação sobre uma matriz de transformações.

Parâmetros:

MATRA: matriz de transformação a ser combinada.

TX, TY: parâmetros de translação.

- RODA (MATRA, XC, YC, ANG)

Função: gerar uma rotação sobre a matriz de transformações

Parâmetros

MATRA: matriz de transformação a ser combinada.

XC, YC: centro de rotação.

ANG: ângulo de rotação, em graus, sentido anti-horário.

- ESCALA (MATRA, XC, YC, EX, EY)

Função: gerar um escalamento sobre uma matriz de transformação.

Parâmetros:

MATRA: matriz de transformação a ser combinada.

XC, YC: ponto em relação ao qual as coordenadas devem ser expandidas ou reduzidas.

EX, EY: fatores de escala

- ESPEL (MATRA, X1, Y1, X2, Y2)

Função: gerar um espelhamento, em relação a uma reta dada, sobre uma matriz de transformação.

Parâmetros:

MATRA: matriz de transformação a ser combinada

X1, Y1, X2, Y2: coordenadas de dois pontos que definem a reta em relação à qual deve ser efetuado o espelhamento.

- IDENT (MAT)

Função: gerar uma matriz identidade.

Parâmetro:

MAT: matriz onde devem ser colocados os valores convenientes para torná-la matriz identidade.

- MULTMA (MAT1, MAT2)

Função: multiplicar duas matrizes quadradas.

Parâmetros:

MAT1: matriz da esquerda, na qual será colocado o produto.

MAT2: matriz da direita

4.2.8.7. Digitalização de curvas via mesa digitalizadora

A digitalização de curvas através da mesa digitalizadora pode ser efetuada de duas formas: ponto-a-ponto ou contínua. Na primeira, o processo é imediato: a cada vez que o operador pressiona um botão do alvo da mesa o programa armazena as coordenadas do ponto onde o alvo se encontra.

Na digitalização contínua se faz necessário um algoritmo que decida quais os pontos que devem ser amostrados e quando. Para o sistema microPAC foi desenvolvido um algoritmo que discretiza uma curva percorrida pelo alvo da mesa segundo um passo de amostragem definido pelo usuário.

Se o último ponto amostrado foi P, em torno dele é definido um retângulo imaginário (Fig. 4.2) que define o passo de amostragem (a largura do retângulo é igual a duas vezes o passo de amostragem na direção X, sua altura é duas vezes o passo de amostragem na direção Y). O próximo ponto a ser amostrado deve localizar-se o mais próximo possível da borda deste retângulo.

Como é difícil a amostragem de um ponto exatamente sobre o retângulo, é definida uma tolerância, que descreve uma coroa retangular imaginária em torno de P (Fig. 4.2).

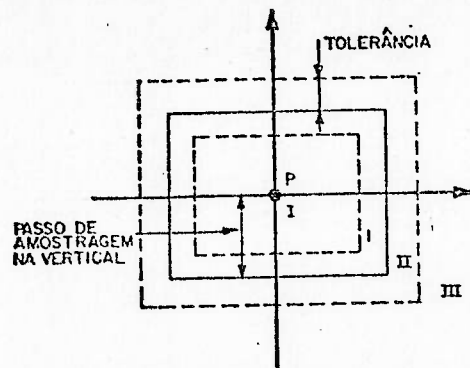


Fig. 4.2 Amostragem de um ponto

Assim, para cada ponto amostrado, ficam definidas três regiões:

região I: pontos nesta região não devem ser amostrados.

região II: o primeiro ponto; introduzido pela mesa, que pertencer a esta região deve ser amostrado.

região III: deve ser emitida uma mensagem avisando que foi ultrapassado o passo de amostragem, sempre que for introduzido um ponto pertencente a esta região.

O algoritmo é apresentado no Diag. 4.2, onde:

PASSOX, PASSOY: passos de amostragem na direção X e Y

TOLA: tolerância de amostragem

X, Y: último ponto enviado pela mesa

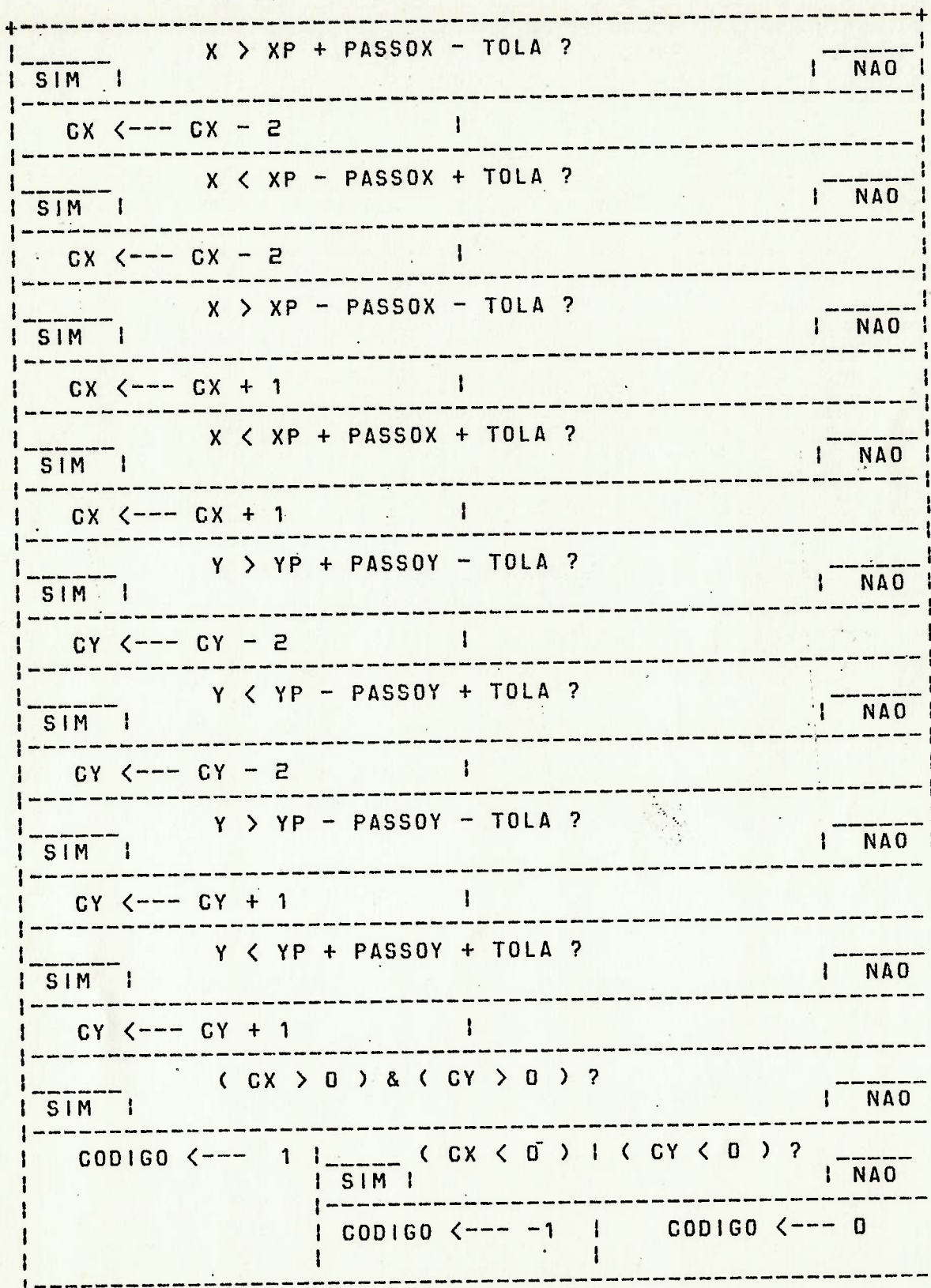
P,YP: último ponto amostrado

CÓDIGO: código de retorno do algoritmo.

0 - ponto deve ser amostrado

>0 - ponto não deve ser amostrado

<0 - ultrapassado o passo de amostragem



Diag. 4.2 Amostragem de um ponto

CAPÍTULO 5

ALGUNS APLICATIVOS

5 ALGUNS APLICATIVOS

De modo a ilustrar os resultados que podem ser obtidos através da metodologia e das ferramentas do sistema microPAC, são apresentados a seguir dois aplicativos já desenvolvidos. Estes aplicativos foram implementados na FDTE e destinam-se a aplicações específicas. O primeiro deles (SDC) é dedicado à geração de mapas geológicos e foi desenvolvido para a DOCEGEO - Rio Doce Geologia e Mineração - e o segundo (MP1) foi especialmente desenvolvido para a ALCAN, para o projeto de trocadores de calor de geladeiras.

5.1 SDC - Sistema para Digitalização Cartográfica

Num processo de análise geológica, a manipulação de dados gráficos é de relevante importância. Não só os dados são consultados, como também verificadas as suas características quando da sobreposição de 2 ou mais gráficos. Como resultado tem-se um conjunto de informações que descrevem as características geológicas de área em estudo. O sistema desenvolvido tem a finalidade de fornecer ferramentas para este tipo de trabalho, permitindo na sua versão final, que todas as etapas de manipulação gráfica sejam assistidas com o auxílio de modernas técnicas de CAD/CAM.

- CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

O sistema se utiliza de um micro-computador tipo IBM-PC, XT ou compatível, de baixo custo, permitindo assim a sua implantação nas várias áreas onde a coleta e uso das informações são necessárias.

O sistema é modular e se utiliza de pacotes de rotinas desenvolvidos para servirem de ferramentas no desenvolvimento de aplicativos de CAD/CAM e que compõem o chamado sistema microPAC: pacote gráfico, gerenciamento de janelas, gerenciamento de menus e estrutura de dados. A sua estrutura visa permitir a expansão para novas funções através da inclusão de novos módulos. No momento encontram-se implementados 4 módulos: digitalização, apresentação, matriciação e análise de interferências. O sistema foi desenvolvido em linguagem C para o sistema DOS do IBM-PC:

- O MÓDULO DE DIGITALIZAÇÃO

O SDG - Sistema de Digitalização Cartográfica - tem o propósito de converter mapas ou qualquer desenho plano composto por pontos, linhas, polígonos e áreas, para arquivos gráficos em microcomputadores. O meio de entrada para os dados gráficos é uma mesa digitalizadora onde o mapa a ser digitalizado deve ser fixado.

O processo de digitalização é interativo e em tempo real, permitindo que o operador atue quando uma correção se fizer necessária. Das características deste módulo podem-se destacar:

- interface amigável com o usuário;
- zoom: permite ver detalhes da área digitalizada;
- digitalização de desenhos maiores que a mesa digitalizadora;
- associação de atributos às áreas permitindo a sua caracterização;
- traçado amarrado à horizontal ou à vertical;
- diversos modos gráficos;

- MÓDULO DE APRESENTAÇÃO

Permite a visualização de mapas através de funções de zoom e panorâmica e obtenção de desenhos em impressoras e traçadores gráficos.

- MÓDULO DE MATRICIAÇÃO

Converte arquivos de mapas descritos vetorialmente (através de linhas) para matrizes de pontos (pixels) para utilização no módulo de análise ou outros módulos que necessitem do desenho neste formato.

- MÓDULO DE ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS

Permite várias operações lógicas entre um ou mais mapas geológicos no formato matricial.

5.2 MP1 - Editor para Projeto de Trocadores de Calor

Este editor foi desenvolvido para a ALCAN do Brasil com os recursos do sistema microPAC, tendo por finalidade agilizar e prover facilidades para o projeto de máscaras utilizadas na elaboração de evaporadores de placas de alumínio. O sistema MP1 foi projetado de forma a ser rápido, compacto, de fácil aprendizado e altamente interativo, provendo funções dedicadas à solução dos problemas referentes a este tipo de projeto (como o arredondamento automático dos cantos dos dutos desenhados).

As Figs. 5.1 e 5.2 mostram algumas das telas do MP1.

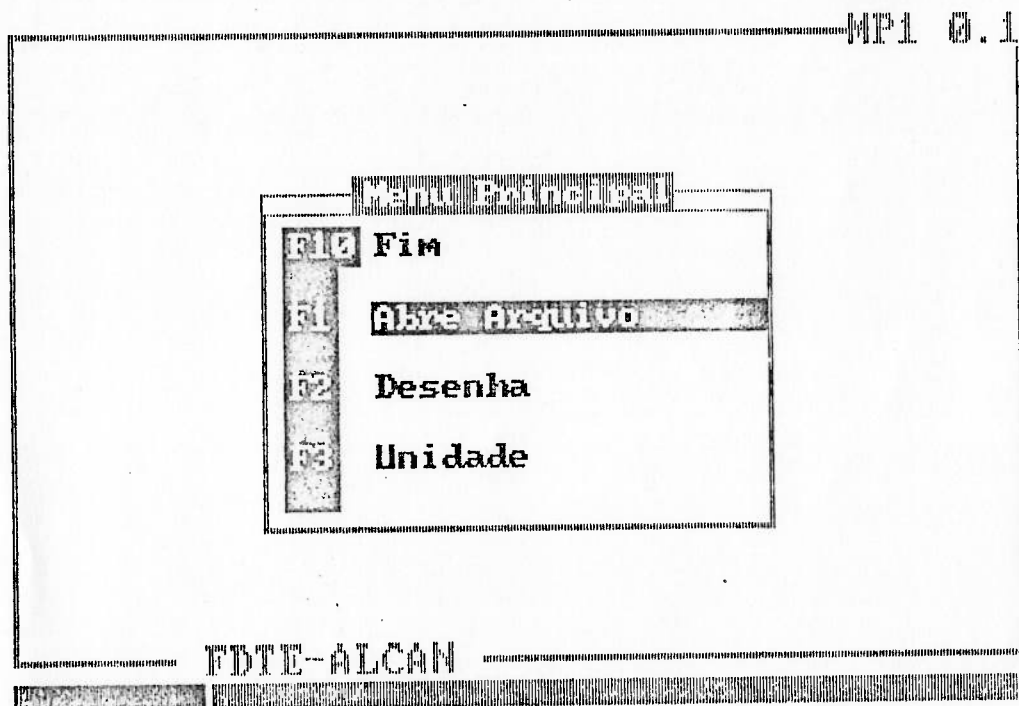


Fig. 5.1 Menu principal

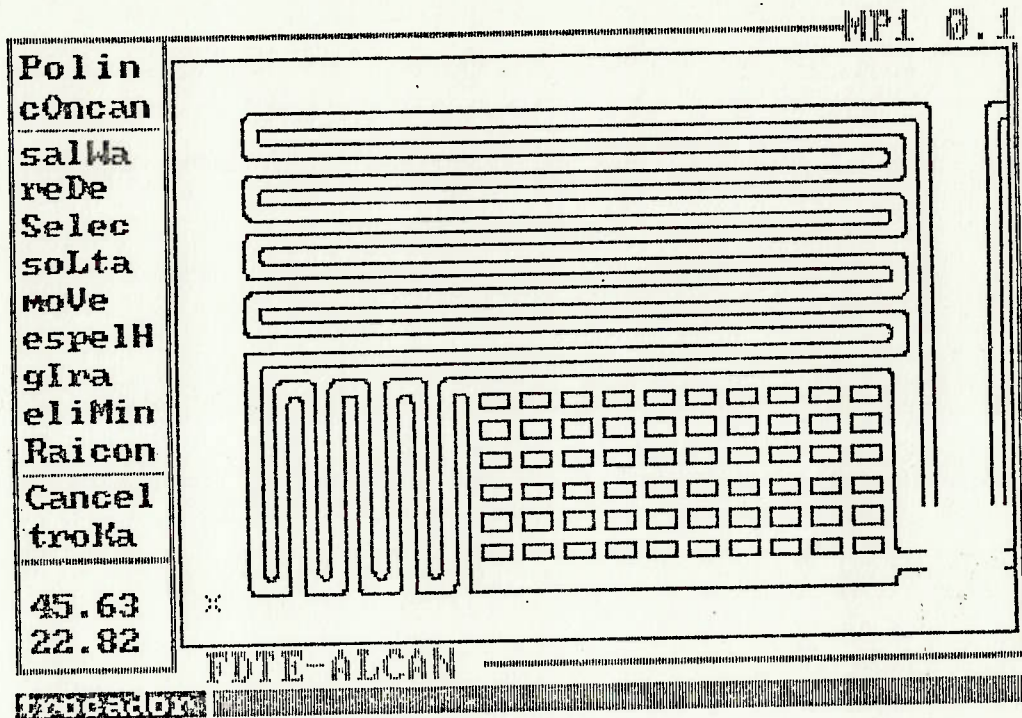


Fig. 5.2 Menu de edição

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido teve como meta prioritária a racionalização e o aumento de eficiência no desenvolvimento de aplicativos de CAD em microcomputadores. Como resultados principais tivemos a criação do Pacote Gráfico (PG), ferramenta indispensável à implementação de sistemas CAD em micros, o estabelecimento da metodologia dos três níveis no desenvolvimento de sistemas CAD, e a implementação de aplicativos voltados para diferentes áreas, como geologia mecânica, eletrônica e medicina. Como produtos extras, e de grande importância acadêmica, tivemos a geração de um vocabulário básico de Computação Gráfica e o treinamento de estudantes no uso do sistema microPAC, através de estágios.

Deve-se ressaltar que o volume de trabalho envolvido foi bastante grande, o que tornou inevitável a participação de mais pessoas, principalmente estagiários, no desenvolvimento das rotinas do PG e na implementação dos aplicativos citados.

A preocupação básica na geração do PG e das ferramentas disponíveis no nível intermediário do sistema microPAC foi a de permitir que diferentes tipos de profissionais tenham acesso aos recursos que são de necessidade comum a qualquer aplicativo de CAD, e desenvolvam eles mesmos os sistemas que sejam mais adequados às necessidades de sua área de atuação. Desta forma evita-se que, para o desenvolvimento de um aplicativo CAD para engenharia mecânica, um especialista em ferramentas compugráficas tenha que aprender engenharia mecânica, ou um engenheiro mecânico tenha que se especializar em Compugrafia.

Os próximos passos na evolução e aplicação do sistema microPAC devem ser:

- ampliação das ferramentas do nível intermediário;
- disseminação das ferramentas e da metodologia pelos diversos departamentos da Escola Politécnica, para uso didático e de pesquisa;
- migração e adaptação para outras técnicas de automação, como controle de processos, CAE, CAM, CASE (engenharia de programação auxiliada por computador), etc.;
- criação de cursos práticos de Compugrafia e CAD, baseados no sistema microPAC.

APÊNDICE A

VOCABULÁRIO

APÊNDICE A: VOCABULÁRIO

A.1. INTRODUÇÃO

As tecnologias se desenvolvem cada vez mais rapidamente, gerando novos termos e conceitos na mesma velocidade. Como estes termos são na maioria ingleses, em países como o Brasil, cuja língua é incompatível com a inglesa, torna-se difícil o uso corrente destas novas palavras. Quando o desenvolvimento tecnológico era mais lento, havia tempo para que o vocabulário técnico, com os necessários neologismos, fosse fixado naturalmente (Exemplos: fotografia, televisão, computador).

Hoje acaba-se tendo que conviver com diferentes traduções e neologismos, além do próprio termo original, referindo-se a um mesmo conceito. Tal fato desprestigia os trabalhos locais, muitas vezes mais confusos e difíceis de interpretar que os escritos em inglês.

Uma maneira de evitar tais problemas é a padronização do vocabulário referente a uma nova tecnologia o mais rapidamente possível, antes da proliferação de conceitos mal definidos.

A COMPUTAÇÃO GRÁFICA no Brasil é uma tecnologia bastante recente, ainda com poucas publicações, que já apresenta uma proliferação de conceitos e termos mal traduzidos, a começar do próprio nome, uma inexplicável tradução de Computer Graphics.

Uma das preocupações do autor durante a elaboração desta dissertação foi justamente a inexistência de um vocabulário básico de Computação Gráfica em português, o que o fez estudar o assunto e compilar um vocabulário básico que passou a utilizar na dissertação e em todas as suas publicações. Este vocabulário serviu também como base para a Comissão Técnica de Computação Gráfica da ABNT [TOR187b].

A.2. A FIXAÇÃO DE UMA TERMINOLOGIA NACIONAL

Um passo importante para a assimilação de uma tecnologia pelo país é a fixação do vocabulário a ela associado, de modo a permitir maior dinamismo no intercâmbio interno de experiências e na formação de profissionais.

Normalmente, a fixação de uma terminologia nacional referente a determinada aplicação tecnológica é influenciada pelos seguintes fatores:

- a) Uso prolongado da tecnologia, com os termos se perpetuando naturalmente.
- b) Publicações de trabalhos e livros, os quais proliferam o uso de alguns termos criados ou utilizados pelos autores.
- c) Importação de tecnologia e normas técnicas internacionais, que já trazem os termos em sua língua de origem.
- d) Publicações de normas técnicas nacionais.

O uso prolongado da tecnologia tem cada vez menos tempo para atuar, dada a velocidade com que novas tecnologias surgem e precisam ser assimiladas. A publicação de livros e trabalhos sem a ação deste fator pode gerar a convivência de termos diferentes com a mesma semântica ou, o que, é pior, semânticas diferentes para termos iguais. Com isso o que se vê hoje em dia é uma predominância da importação pura e simples do vocabulário. Isto pode ser muito bom enquanto apenas usuários qualificados têm acesso à tecnologia, digerindo livros, trabalhos e manuais em língua estrangeira, normalmente a inglesa. Porém quando são iniciadas pesquisas na área, trabalhos e livros são publicados e há a necessidade da difusão do conhecimento para estudantes e outros profissionais, a adoção irrestrita de termos em inglês é, sem dúvida, problemática. A sintaxe e a fonética da língua portuguesa são incompatíveis às da língua inglesa, o que dificulta a escrita e fala de textos em português intercalando-se termos em inglês.

Uma maneira de, a curto prazo, se conseguir que todos passem a se expressar na mesma linguagem técnica é a normalização do vocabulário técnico com respectiva semântica. Esta normalização, que deverá ser revista e atualizada periodicamente, deve indicar para cada termo da área:

- a) A explicação do seu significado, redigida em português e em inglês.
- b) Os eventuais sinônimos, que podem substituir o termo principal.
- c) Os termos em inglês que possuem o mesmo significado.

De posse de um vocabulário normalizado, podem então os professores, pesquisadores e profissionais da área, falar, escrever e interpretar trabalhos com uma linguagem uniforme. Com o vocabulário normalizado é mais simples também a tradução de originais em inglês. O mesmo ocorre com a

versão para o inglês de textos e manuais originalmente desenvolvidos em português, visando-se por exemplo a exportação.

A.3. CRITÉRIOS PARA A TRADUÇÃO DE TERMOS TÉCNICOS

Para a definição do vocabulário técnico em português deve-se levar em conta alguns critérios, mostrados a seguir, visando-se facilitar a sua assimilação efetiva.

A.3.1 Tradução Direta

Termos cuja tradução direta geram vocábulos simples, que mostram claramente o conceito desejado, devem ser prioritariamente adotados. Exemplos: window: JANELA, clipping: RECORTE, transformation: TRANSFORMAÇÃO.

A.3.2 Aportuguesamento

Algumas expressões não possuem tradução direta porque são neologismos na própria língua inglesa (Exemplo: pixel, palavra gerada pela contração dos vocábulos picture e element), ou porque, ao serem traduzidas, geram expressões complexas ou não muito claras (Exemplos: viewport: PORTA DE VISUALIZAÇÃO, joystick: BASTÃO DO PRAZER). Nestes casos, pode-se tentar um aportuguesamento do termo, adaptando-o para a fonética e ortografia portuguesa, criando-se assim um neologismo com conceito claro e definido (Exemplos: PIXEL, VIUPORTE e JOISTIQUE).

Os termos assim gerados podem parecer estranhos à primeira vista, mas podem ser assimilados facilmente. Afinal, só se está adiantando o resultado que inevitavelmente ocorreria com o uso prolongado do termo original, a exemplo de grande parte das palavras incorporadas ao nosso dicionário como: futebol (football), COPIDESQUE (copy=desk), ABAJUR (abat-jour), BORDÔ (bordeaux), TESTE (test), etc...

A.3.3 Criação de Novos Termos

Quando nem a tradução direta (Exemplo: computer graphics: GRÁFICOS POR COMPUTADOR) nem o aportuguesamento (Exemplo: computer graphics: COMPUTERGRÁFIQUES) são viáveis, surge a necessidade da criação de um novo termo. Este procedimento não é muito comum no Brasil, provavelmente pela falta de tradição na criação de novos termos. Mas muitas vezes é melhor a geração de um vocábulo novo que a adoção de traduções confusas e complexas.

A.3.4 Restrições à Tradução

Alguns termos não devem ser traduzidos, assim como não se traduzem nomes próprios. Listam-se a seguir as classes de palavras, comuns na computação, que não devem ser vertidas:

- Nomes próprios, como marcas de equipamentos e nomes de linguagens. Exemplos: IBM, FORTRAN BURROUGHS.

- Siglas: A não ser que possuam uma versão já bastante difundida, devem ser mantidas, traduzindo-se apenas o seu significado. Exemplos:

RAM (memória de leitura e escrita)

CPU (unidade central de processamento)

GKS (núcleo gráfico)

CAD (projeto auxiliado por computador)

- Comandos de Linguagens e Sistemas Operacionais: Os nomes destes comandos devem ser mantidos pois constituem uma linguagem própria, que não é inglês nem português, a qual deve ser aprendida pelo programador para poder trabalhar com o computador. No entanto, é importante que as funções que tais comandos executam possuam nomes em português, para que sejam utilizados nas referências aos conceitos envolvidos e em explicações sobre seu funcionamento. Exemplos: um programador deve utilizar DO, IF THEN e INTEGER em seus programas de computador, mas pode utilizar os termos em português FAÇA, SE-ENTÃO e INTEIRO em suas documentações.

A.5. Por que COMPUGRAFIA ?

No Brasil, a expressão COMPUTER GRAPHICS foi, não se sabe bem por que, vertida para COMPUTAÇÃO GRÁFICA, que caso fosse traduzida para o inglês geraria algo como GRAPHICAL COMPUTATION. O que foi feito aqui é equivalente a por exemplo, traduzir COMPUTER ANIMATION por COMPUTAÇÃO ANIMADA.

O fato porém, é que, apesar de feia e mal traduzida, a expressão COMPUTAÇÃO GRÁFICA adquiriu uma semântica própria e é largamente utilizada na designação de

tudo o que se refere a desenhos e imagens tratados via computador.

A discussão poderia ser encerrada aqui, não fossem os problemas que surgem ao se tentar escrever ou falar sobre o assunto: a todo instante faz-se necessária uma ginástica gramatical para adaptar o termo COMPUTAÇÃO GRÁFICA, de forma clara e agradável, às diferentes construções. A principal dificuldade, além do tamanho do termo, é a sua falta de flexibilidade, bastante necessária em nossa língua, que obriga à criação de grandes locuções para poder utilizá-lo na forma de verbos, adjetivos ou advérbios.

A fim de resolver os problemas citados, o autor criou o termo COMPUGRAFIA (e seus derivados compugrafar, compugráfico, etc) para ser utilizado como sinônimo de COMPUTAÇÃO GRÁFICA, passando a utilizá-lo em seus cursos, palestras e publicações. O grupo de CAD/CAM (gCAD) do LSD também adotou tal termo.

Para exemplificar o uso deste neologismo, são apresentadas 3 frases, com a velha e a nova expressão:

FRASE 1:

A COMPUTAÇÃO GRÁFICA é, além de uma ciência, uma arte.

A COMPUGRAFIA é, além de uma ciência, uma arte.

FRASE 2:

Em um futuro não muito distante, utilizar as técnicas de COMPUTAÇÃO GRÁFICA será tão comum quanto fotografar.

Em um futuro não muito distante COMPUGRAFAR será tão comum quanto fotografar.

FRASE 3:

Os equipamentos DESTINADOS ÀS APLICAÇÕES DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA sofisticam-se dia-a-dia.

Os equipamentos COMPUGRÁFICOS sofisticam-se dia-a-dia.

A.6. O VOCABULÁRIO BÁSICO PARA COMPUTAÇÃO GRÁFICA

A seguir é apresentado o vocabulário básico de COMPUTAÇÃO GRÁFICA. Este vocabulário, que foi gerado durante o desenvolvimento desta dissertação, serviu como base para a definição do vocabulário GKS pela ABNT e foi adotado também em [TOR187]. A idéia é que, após revisões e ampliações desenvolvidas na ABNT, ele passe a constituir um glossário padronizado de termos em COMPUTAÇÃO GRÁFICA.

- [A]

AFASTAMENTO

ZOOM OUT

Diminuição da escala do desenho apresentado no dispositivo gráfico de saída.

ALGORITMO

ALGORITHM

Método ou "receita" para se efetuar uma tarefa via computador.

ALGORITMO INCREMENTAL

INCREMENTAL ALGORITHM

Algoritmo que produz um valor com base em valores obtidos em processamentos anteriores.

ANÁLISE DE IMAGEM

IMAGE ANALISYS

Obtenção da descrição de uma imagem na forma digital e extração das características necessárias ao seu processamento.

ANIMAÇÃO POR COMPUTADOR

COMPUTER ANIMATION

Produção de imagens que se movimentam, com o auxílio da computação.

ANSI ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE)

Instituto americano de normas técnicas.

ANTISERRILHADO

ANTIALIASING

Técnicas utilizadas para minimizar os efeitos da baixa resolução de um dispositivo de saída.

APLICATIVO

Veja PROGRAMA APLICATIVO.

APONTAMENTO

POINTING

Indicação de um primitivo gráfico ou segmento na superfície de exibição.

APROXIMAÇÃO

ZOOM IN

Aumento da imagem apresentada na área de exibição.

ÁREA

FILL AREA

Polígono fechado, preenchido com determinada cor ou estampa.

ÁREA DO DISPOSITIVO

DEVICE SPACE

Espaço definido pelo conjunto de todos os pontos endereçáveis de um dispositivo de exibição.

ÁREA DE EXIBIÇÃO

DISPLAY SPACE, OPERATING SPACE

Determinada porção da área do dispositivo correspondente à área disponível para exibição de imagens.

ARRASTO

DRAGGING

Movimentação de um ou mais segmentos em uma superfície de exibição, trasladando-o ao longo de um caminho definido pelo localizador.

ATRIBUTOS

ATTRIBUTES

Diferentes aspectos de apresentação de um mesmo primitivo gráfico, como cor, espessura de linha, tipo de caractere, etc..

- [B]

BOLOTA

CONTROL BALL
TRACK BALL

Bola, rotacionável em torno de seu centro, utilizada como dispositivo de entrada, normalmente como localizador.

BRILHO

BRIGHTNESS

Intensidade luminosa de uma imagem.

BUFFER

BUFFER

Área de memória reservada para armazenamento temporário de dados.

BUFFER DE PROFUNDIDADE
BUFFER Z

DEPTH BUFFER
Z-BUFFER

Área que representa uma linha da matriz de tela, descrevendo a profundidade (coordenada z) da imagem no respectivo ponto.

- [C]

CAD
PROJETO AUXILIADO POR COMPUTADOR

CAD
COMPUTER-AIDED DESIGN

Utilização de técnicas e recursos computacionais na realização de tarefas em projetos (de engenharia, arquitetura, aeronáutica, etc.).

CANETA ÓPTICA

LIGHT PEN

Dispositivo de entrada, que consegue informar ao computador as coordenadas do ponto da imagem que está sendo indicado na área de exibição.

CARACTERE MATRICIAL

DOT MATRIX CHARACTER

Caractere definido por uma matriz de pontos.

CENÁRIO

Veja FUNDO.

CINTILAÇÃO

FLICKER

Pulsação indesejável da intensidade de uma imagem em um terminal de vídeo.

COERÊNCIA

COHERENCE

Propriedade de semelhança entre elementos geometricamente próximos.

COMANDO ABSOLUTO

ABSOLUTE COMMAND
ABSOLUTE INSTRUCTION

Comando gráfico que utiliza coordenadas absolutas.

COMANDO GRÁFICO

DISPLAY COMMAND
DISPLAY INSTRUCTION

Comando que altera o estado ou controla a ação de um dispositivo de exibição.

COMANDO INTERATIVO

INTERACTIVE COMMAND

Comando gráfico que permite atuação direta durante a execução de uma tarefa pelo sistema compugráfico, com os resultados sendo apresentados imediatamente.

COMANDO RELATIVO

RELATIVE COMMAND
RELATIVE INSTRUCTION

Comando gráfico que utiliza coordenadas relativas.

COMPACTAÇÃO DE IMAGEM

IMAGE COMPRESSION

Conversão dos dados digitais que representam uma imagem para uma outra forma de codificação que necessite de menor número de dados para representar a mesma imagem.

COMPRIMENTO DE CORRIDA

RUN-LENGTH

Técnica de compactação de imagens em que cada linha é codificada em seqüências de duplas de valores representando uma cor e o número de pontos seguidos que possuem este atributo.

COMPUGRAFIA
COMPUTAÇÃO GRÁFICA

COMPUTER GRAPHICS

Métodos e técnicas para conversão de dados de e para representações gráficas via computadores.

COMPUGRAFIA INTERATIVA

INTERACTIVE GRAPHICS

COMPUGRAFIA NÃO-INTERATIVA

PASSIVE GRAPHICS

COMPUGRAFIA MATRICIAL

RASTER GRAPHICS

Compugrafia na qual as imagens exibidas são compostas de uma matriz de pixels arranjados em linhas e colunas.

COMPUGRAFIA VETORIAL

COORDINATE GRAPHICS
LINE GRAPHICS

Compugrafia na qual as imagens exibidas são geradas através de comandos gráficos e coordenadas de pontos.

CONTINUIDADE

CONTINUITY

Inexistência de alterações bruscas entre os elementos da imagem.

CONTROLADORA DE DISPOSITIVO

DEVICE DRIVER

Interface, em hardware ou software, responsável pela conversão de comandos de e para dispositivos compugráficos.

COORDENADAS

COORDINATES

Valores que informam a localização de um ponto dentro de um sistema de coordenadas, que pode ser bidimensional (x, y) ou tridimensional (x, y, z).

COORDENADA ABSOLUTA

ABSOLUTE COORDINATE

Uma das coordenadas que identificam a posição de um ponto endereçável em relação à origem de um sistema de coordenadas especificado.

COORDENADA DO DISPOSITIVO

DEVICE COORDINATE

Uma das coordenadas de um dado ponto do desenho, expressas em unidades particulares para um determinado dispositivo gráfico.

COORDENADA GLOBAL COORDENADA DO USUÁRIO

WORLD COORDINATE USER COORDINATE

Uma das coordenadas de um dado ponto do espaço gráfico, expressas em unidades reais, do universo do usuário, independente de dispositivo.

COORDENADA INCREMENTAL

INCREMENTAL COORDINATE

Coordenada relativa onde o último ponto endereçado passa a ser o ponto de referência.

COORDENADA RELATIVA**RELATIVE COORDINATE**

Uma das coordenadas que informam a posição de um ponto no espaço gráfico em relação a outro ponto do mesmo espaço.

COORDENADA DO USUÁRIO**USER COORDINATE**

Veja COORDENADA GLOBAL.

COORDENADAS POLARES**POLAR COORDINATES**

Indicam a posição de um ponto através da distância origem e do ângulo de deslocamento em relação a uma determinada direção.

COORDENADAS VIRTUAIS**VIRTUAL COORDINATES**

Especificam as posições dos primitivos gráficos que compõem o desenho, em termos de um sistema virtual que serve de interface entre as coordenadas globais e as coordenadas do dispositivo.

CÓPIA**HARD-COPY**

Cópia em papel ou similar da imagem exibida no dispositivo de saída.

COR COMPOSTA**COMPOSITE COLOUR**

Informação de cor codificada em um único sinal de vídeo

COR RGB**RGB (RED-GREEN-BLUE) COLOUR**

Descrição de uma cor através das intensidades de vermelho (R), verde (G), e azul (B), que a compõem.

CORE

Pacote gráfico padronizado, criado pela SIGGRAPH em 1977.

CRUZ

CROSS HAIR

Cursor em forma de cruz, abrangendo toda a área de exibição.

CRT
TUBO DE RAIOS CATÓDICOS

CRT
CATHODE-RAY TUBE

Tubo de vidro, cuja parte frontal revestida de fósforo é a tela do terminal de vídeo, onde são produzidas as imagens através de elétrons provenientes de um canhão eletrônico.

CURSOR

CURSOR

Marca visível e deslocável, utilizada para indicar a posição na qual a próxima operação irá ocorrer na superfície de exibição.

CURVA DE BEZIER

BEZIER CURVE

Obtenção de uma curva aproximada através de série de pontos e tangentes.

- [D]

DETECTABILIDADE

DETECTABILITY

Características de um segmento da imagem de poder ser selecionado através de um dispositivo selecionador.

DIGITALIZADOR DE IMAGEM

IMAGE DIGITIZER

Dispositivo que converte uma imagem em códigos digitais. Pode ser constituído entre outros, por uma câmara de vídeo, cujo sinal gerado passa por um conversor análogo digital, por uma mesa digitalizadora, sobre a qual é percorrido o contorno do desenho, ou por um digitalizador óptico.

DIGITALIZADOR ÓPTICO

OPTICAL DIGITIZER

Digitalizador de imagem composto de um sensor óptico que percorre automaticamente os contornos da imagem.

DISPOSITIVO ALFANUMÉRICO

ALPHANUMERIC DEVICE

Dispositivo de saída que permite controle apenas sobre conjuntos de pontos que formam caracteres.

DISPOSITIVO AVALIADOR

VALUATOR DEVICE

Dispositivo lógico de entrada que obtém um número real.

DISPOSITIVO COMPUGRÁFICO

GRAPHICS DEVICE

Dispositivo, de entrada ou saída, utilizado em sistemas compugráficos.

DISPOSITIVO DE ENTRADA

INPUT DEVICE

Dispositivo utilizado para a introdução de informações em um sistema computacional.

DISPOSITIVO GRÁFICO

GRAPHIC DEVICE

Dispositivo de saída que permite controle sobre cada um dos pontos que definem a sua resolução.

DISPOSITIVO LOCALIZADOR

LOCATOR DEVICE

Dispositivo lógico de entrada que obtém uma posição escolhida pelo usuário, em coordenadas globais.

DISPOSITIVO LÓGICO

Veja DISPOSITIVO VIRTUAL.

DISPOSITIVO MATRICIAL

RASTER DEVICE

Dispositivo de exibição no qual as imagens são geradas por matrizes de pontos.

DISPOSITIVO MONOCROMÁTICO

MONOCHROME DEVICE

Dispositivo de saída capaz de apresentar apenas uma cor, porém em diversas tonalidades.

DISPOSITIVO DE OPÇÃO

CHOICE DEVICE
BUTTON DEVICE

Dispositivo lógico de entrada que obtém o número de uma função a ser executada.

DISPOSITIVO POLICROMÁTICO

POLICHROME DEVICE

Dispositivo de saída capaz de apresentar mais de uma cor.

DISPOSITIVO DE SAÍDA

DISPLAY

Dispositivo onde o desenho apresentado e com o qual o usuário interage.

DISPOSITIVO SELECIONADOR

PICK DEVICE

Dispositivo lógico de entrada que obtém identificação do segmento escolhido pelo usuário.

DISPOSITIVO SENSÍVEL AO TOQUE

TOUCH DISPLAY

Dispositivo de entrada capaz de identificar regiões da área de exibição tocadas fisicamente.

DISPOSITIVO DE SEQUÊNCIA

STRING DEVICE

Dispositivo lógico de entrada que obtém uma sequência de caracteres alfanuméricos.

DISPOSITIVO VETORIAL

CALLIGRAPHIC DISPLAY DEVICE
DIRECTED BEAM DISPLAY DEVICE

Dispositivo de exibição no qual os primitivos gráficos são gerados diretamente pelos segmentos de reta que os compõem.

DISPOSITIVO VETORIZADOR

STROKE DEVICE

Dispositivo lógico de entrada que obtém uma série de pontos em coordenadas globais introduzidos pelo usuário, os quais definem uma série de vetores consecutivos.

DISPOSITIVO VIRTUAL
DISPOSITIVO LÓGICO

VIRTUAL DEVICE
LOGICAL DEVICE

Dispositivo fictício implementado por rotinas controladoras de dispositivo que executam a interface com os dispositivos físicos.

- [E]

ECO

ECHO

Exibição imediata na superfície de exibição dos valores correntes, fornecidos por um dispositivo de entrada.

EDITOR GRÁFICO
PRANCHETA ELETRÔNICA

DRAFT SYSTEM

Sistema compugráfico destinado à confecção de desenhos e documentações, através de funções interativas.

ELÁSTICO

Veja LINHA ELÁSTICA.

ELEMENTO DE IMAGEM

Veja PIXEL.

ELIMINAÇÃO

BLANKING

Supressão de um ou mais primitivos gráficos (ou segmentos) de uma imagem.

ENDEREÇABILIDADE

ADDRESSABILITY

Número de pontos endereçáveis na superfície de exibição.

ERGONOMETRIA

ERGONOMICS

Estudo das características de um sistema visando torná-lo adequado e confortável de acordo com as necessidades humanas.

ESCALA

SCALE

Fator que indica a proporção entre as dimensões da imagem efetivamente gerada em um dispositivo de saída e da imagem em um tamanho real do universo do usuário.

ESPAÇO BIDIMENSIONAL

TWO-DIMENSIONAL SPACE

Espaço no qual as coordenadas dos primitivos gráficos são expressas através de dois valores que representam posições no plano.

ESPAÇO TRIDIMENSIONAL

THREE-DIMENSIONAL SPACE

Espaço no qual as coordenadas dos primitivos gráficos são expressas através de três valores que representam posições no espaço.

ESPAÇO VIRTUAL**VIRTUAL SPACE**

Espaço no qual as coordenadas dos primitivos gráficos são expressas de forma independente de dispositivo.

ESPLAINE**SPLINE**

Curva obtida de modo a unir diversos pontos. Para uma mesma série de pontos podem ser obtidas diferentes curvas, de acordo com o método empregado.

ESPELHAMENTO**MIRRORING**

Geração de imagens simétricas, em relação a um determinado eixo.

ESPESSURA DE LINHA**LINE WIDTH**

Atributo que informa a grossura do traçado a ser utilizado na geração de linhas.

ESTAÇÃO DE TRABALHO**WORKSTATION**

Conjunto de equipamentos compugráficos disponíveis simultaneamente ao usuário do sistema. Para o GKS a estação de trabalho é cada conjunto de dispositivos lógicos de entrada e/ou saída que são tratados simultaneamente.

**ESTAMPA
PADRÃO****PATTERN**

Conjunto de pixels, de cores diversas, aplicado repetidamente dentro de uma área da imagem, durante o seu preenchimento.

EXIBIÇÃO
EXIBIR

DISPLAY

Exibição visual de dados gráficos.

- [F]

FOTO-TRAÇADOR

FOTOPLOTTER

Dispositivo gráfico que produz imagens (matricial ou vetorialmente) diretamente sobre uma película fotográfica.

FRACTAL

FRACTAL

Curvas e superfícies geométricas geradas através de funções matemáticas e estatísticas, que modelam estruturas naturais (como folhas de árvores, nuvens e montanhas).

FUNDO
GENÁRIO

BACKGROUND IMAGE
STATIC IMAGE

Parte de uma imagem, que não se altera durante uma sequência de transformações.

- [G]

GDP (PRIMITIVO GENÉRICO)

GDP (GENERALIZED DRAWING
PRIMITIVE)

Definido pela norma GKS, um primitivo gráfico qualquer que pode ser criado visando melhor aproveitamento dos recursos de uma determinada estação de trabalho

GKS

GKS (GRAPHICAL KERNEL SYSTEM)

Padrão internacional para sistemas gráficos. Desenvolvido originalmente na Alemanha Ocidental pelo DIN (Deutsches Institut Fur Normung) em 1981, encontra-se normalizado pela ISO e ANSI. Encontra-se atualmente em desenvolvimento o tratamento tridimensional e armazenamento da base de dados (meta-arquivo).

GEOMETRIA CONSTRUTIVA

CONSTRUCTIVE GEOMETRY

Técnica na qual se descreve um sólido por seu fracionamento em sólidos elementares.

GERADOR DE CARACTERE

CHARACTER GENERATOR

Dispositivo ou programa que converte a representação digital de um caractere em sua representação gráfica para exibição.

GERADOR DE CARACTERE MATRICIAL

DOT MATRIX
CHARACTER GENERATOR

Gerador de caractere que cria imagens de caracteres compostas por pontos

GERADOR DE CARACTERE VETORIAL STROKE CHARACTER GENERATOR

Gerador de caractere que cria imagens de caracteres compostas de segmentos de retas (vetores).

GERADOR DE CURVA

CURVE GENERATOR

Dispositivo ou programa que converte a representação digital de uma curva em sua representação gráfica para exibição.

GERADOR DE VETOR

VECTOR GENERATOR

Dispositivo ou programa que gera segmentos de retas.

GRADE

GRID

Reticulado na superfície de exibição, de modo a auxiliar os posicionamentos de entidades gráficas.

- [H]

HACHURAMENTO

HATCHING

Preenchimento de uma área com um determinado padrão de segmentos de reta.

- [I]

ICONE

ICON

Símbolo mnemônico utilizado para representar comandos e estados em menus e telas (exemplo: uma lata de lixo estilizada para representar o comando de eliminação do arquivo)

IGES

IGES (INITIAL GRAPHICS EXCHANGE SPECIFICATION)

Padrão para transferência e armazenamento de informações compugráficas.

ILUMINAÇÃO DIFUSA

DIFFUSE ILLUMINATION

Iluminação homogênea produzida por fontes de luz grandes e distantes.

IMAGEM DIGITALIZADA

CODED IMAGE

Representação de uma imagem em um formato adequado ao armazenamento e processamento por computadores.

IMAGEM EXIBIDA
IMAGEM

DISPLAY IMAGE
IMAGE

Conjunto de primitivos gráficos ou segmentos que são representados simultaneamente em uma superfície de exibição.

IMAGEM BIDIMENSIONAL

TWO-DIMENSIONAL IMAGE

Imagem descrita dentro de um espaço bidimensional.

IMAGEM TRIDIMENSIONAL

THREE-DIMENSIONAL IMAGE

Imagem descrita dentro de um espaço tridimensional.

IMPRESSORA MATRICIAL

RASTER PRINTER

Impressora que utiliza matrizes de pontos para a geração de caracteres e imagens.

INDEPENDÊNCIA DE DISPOSITIVO

DEVICE INDEPENDENCE

Característica de um sistema de poder acionar dispositivos diferentes, com mínimas alterações.

INTERAÇÃO

INTERACTION

Processo em que os comandos são executados no momento em que são acionados e os resultados aparecem imediatamente.

INTERFACE

INTERFACE

Rotina ou equipamento que converte informayes de um sistema para outro.

ISO

ISO (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION)

Organização Internacional de normas técnicas.

- [J]

JANELA

WINDOW

Trecho retângular da imagem, cujo conteúdo deve ser apresentado no dispositivo gráfico. A janela definida em coordenadas globais.

JANELAMENTO

WINDOWING

Definição e geração de janelas de uma imagem.

JOISTIQUE

JOYSTICK

Haste com pelo menos dois graus de liberdade, que utilizada como dispositivo de entrada, normalmente como localizador.

- [L]

LANÇAMENTO DE RAIOS

RAY CASTING
RAY TRACING

Técnica de pesquisa de uma cena tridimensional através da análise dos raios de luz que dela emergem atingindo o olho do observador.

LINHA

LINE

Primitivo gráfico de saída que gera um segmento de reta.

LINHA ELÁSTICA
ELÁSTICO

RUBBER-BANDING

Movimentação dos extremos comuns de um conjunto de segmentos de reta, enquanto seus demais extremos permanecem fixos.

LINHA ESCONDIDA

HIDDEN LINE

Segmento de reta que representa uma aresta invisível de determinado ponto de vista, na projeção bidimensional de um objeto tridimensional.

LINHA DE VARREDURA

SCAN LINE

Nos dispositivos matriciais, cada linha da matriz de pontos é percorrida num dado instante.

LISTA DE IMAGEM

DISPLAY FILE

Conjunto de dados que representam a imagem exibida no dispositivo gráfico de saída.

LOTE

BATCH

Método de processamento no qual o usuário fornece uma sequência de instruções que são executadas até o fim sem que possa haver alguma interferência no rumo do processamento.

- [M]

MAPEAMENTO

MAPPING

Conversão de coordenadas de um sistema para outro.

MAPEAMENTO JANELA-VIUORTE

WINDOW-VIEWPORT MAPPING

Processo em que a parte do desenho contida na janela, tem suas coordenadas convertidas para as do dispositivo gráfico onde ser apresentada, de modo a poder ser gerada dentro da viuorte especificada.

MARCA

MARKER

Sinal com aspecto específico utilizado na indicação de uma posição particular, em uma superfície de exibição.

MASCARAMENTO

REVERSE CLIPPING
SHIELDING

Remoção do todo ou parte de primitivos gráficos que se encontram dentro de uma janela.

MATRIZ DE CÉLULAS
MATRIZ DE PONTOS

CELL ARRAY
DOT MATRIX
BIT MAP

Matriz bidimensional onde um certo padrão de imagem representado em termos de pontos. A cada ponto podem ser relacionadas informações de cor e intensidade.

MEMÓRIA DE TELA

FRAME BUFFER

Área de memória dos dispositivos matriciais na qual se armazena o atributo de cada pixel correspondente na área de exibição.

MENU

MENU

Lista de nomes ou ícones que representam comandos interativos a serem selecionados pelo usuário do aplicativo.

MATRIZ DE TRANSFORMAÇÃO

TRANSFORMATION MATRIX

Matriz que ao ser multiplicada por outra contendo as coordenadas do desenho, gera novas coordenadas transformadas. Pode-se assim mover, girar, espelhar uma imagem, ou combinar estas transformações numa ação única.

MESA DIGITALIZADORA

DIGITIZER, TABLET, DATA TABLET

Superfície plana especial capaz de discriminar seus pontos, normalmente utilizada como localizador.

META-ARQUIVO

METAFILE

Padrão para armazenamento das informações gráficas que compõem uma imagem. Proposto pela norma GKS.

MODELAMENTO DE SÓLIDOS

SOLID MODELLING

Representação de sólidos, através de modelos em computador.

MODELO

MODEL

Representação de algumas características de um sistema real, de forma a reproduzir seu comportamento artificialmente.

MODELO DE ILUMINAÇÃO

ILLUMINATION MODEL

Representação em computador da luz e suas características de propagação.

MODELO GEOMÉTRICO

GEOMETRIC MODEL

Representação da imagem de um objeto através de entes geométricos em um sistema cartesiano. A representação pode ser bi ou tridimensional.

MOVIMENTO ABSOLUTO

ABSOLUTE MOVE

Substituição da posição atual por coordenadas absolutas especificadas.

MOVIMENTO RELATIVO

RELATIVE MOVE

Substituição da posição atual para uma posição, cujas coordenadas relativas são especificadas.

- [N]

NAPLPS

NAPLPS

Método de codificação e compactação de informações visuais de modo padronizado, utilizado na comunicação entre sistemas compugráficos. Surgiu para ser utilizado em videotexto, mas já expandiu suas aplicações.

NDC (COORDENADA NORMALIZADA DE DISPOSITIVO)

NDC (NORMALISED DEVICE COORDINATE)

Coordenada de dispositivo especificada em um sistema de coordenadas intermediário e normalizada dentro de uma certa extensão, tipicamente de 0 a 1.

NÍVEIS

LAYERS

Partes separadas de uma mesma imagem, que se sobrepõem mas podem ser tratadas individualmente. Eventualmente podem ser atribuídas prioridades de visualização diferentes para cada nível.

NÍVEIS DE CINZA
TONS DE CINZA

GRAY LEVELS

Tonalidades de cor cinza (que podem atingir o branco total ou o preto) utilizadas para representar imagens em dispositivos monocromáticos.

NORMA TÉCNICA

STANDARD

Conjunto de regras e convenções que definem a forma de utilização e aplicação de determinada tecnologia.

- [O]

ORIGEM

ORIGIN

Ponto em relação ao qual são definidas todas as coordenadas globais do usuário.

- [P]

PACOTE GRÁFICO

GRAPHIC PACKAGE

Conjunto de rotinas compugráficas básicas, que constituem uma interface entre os dispositivos e programas aplicativos.

PAINEL DE PLASMA

PLASMA PANEL, GAS PANEL

Parte de um dispositivo de exibição que consiste de uma rede de eletrodos em um painel plano contendo gás.

PALHETA

PALLET

Conjunto de cores que um dispositivo compugráfico pode apresentar em dado instante.

PANORÂMICA
PAN

PANNING
PAN

Translação progressiva de uma imagem dando a impressão visual de movimentos horizontais e/ou verticais da imagem.

PASSO DO TRAÇADOR

LOTTER STEP SIZE

Tamanho da menor distância de percurso da pena do traçador.

PERSISTÊNCIA

PERSISTENCE

Tempo de permanência de uma imagem na superfície de exibição sem necessidade de refrescamento.

PINCELAGEM

INKING

Criação de uma linha pela movimentação de um localizador, da mesma forma que uma pena desenha uma linha no papel.

PISCAGEM

BLINKING

Troca periódica intencional da intensidade ou cor de um ou mais primitivos gráficos ou segmentos.

PIXEL
ELEMENTO DE IMAGEM

PIXEL
PICTURE ELEMENT
PEL

O menor elemento de uma superfície de exibição que pode receber cor ou intensidade de forma independente.

POLILINHA

POLYLINE

Linha poligonal, formada por uma ou mais linhas consecutivas.

POLIMARCA

POLIMARKER

Conjunto de uma ou mais marcas de um mesmo tipo.

PONTO ENDEREÇÁVEL

ADDRESSABLE POINT

Qualquer ponto que pode ser endereçado em um dispositivo.

PORTABILIDADE

PORTABILITY

Característica de um sistema poder ser processado em equipamentos diferentes com pequena (ou nenhuma) alteração.

POSIÇÃO ATUAL
POSIÇÃO CORRENTE

CURRENT POSITION

Indica um ponto sobre o qual terá ação o próximo comando gráfico a ser executado. Alguns sistemas mais modernos já não utilizam o conceito de posição atual, sendo que cada comando gráfico é acompanhado do seu ponto de referência.

PRANCHETA ELETRÔNICA

Veja EDITOR GRÁFICO

PREENCHIMENTO

AREA FILLING

Processo de preenchimento de uma determinada área da imagem com uma cor, estampa ou hachura definida.

PREENCHIMENTO DE POLÍGONOS

POLYGON FILL

Preenchimento de uma área delimitada por um polígono fechado.

PRIMITIVO DE ENTRADA

INPUT PRIMITIVE

Dado obtido a partir de um dispositivo de entrada.

PRIMITIVO GRÁFICO
PRIMITIVO DE SAÍDA

DISPLAY ELEMENT
GRAPHIC PRIMITIVE
OUTPUT PRIMITIVE

Elemento gráfico básico utilizado para construir uma imagem.

Exemplos: ponto e linha.

PRIORIDADE

PRIORITY

Ordem de superposição de imagens.

PROCESSADOR GRÁFICO

GRAPHICS PROCESSOR

Processador dedicado à execução de funções compugráficas básicas. Visa aliviar a carga do computador hospedeiro onde será executado o aplicativo gráfico, diminuindo o tempo de resposta do sistema.

PROCESSAMENTO DE IMAGEM

IMAGE PROCESSING

Utilização de técnicas de análise e síntese de imagens para manipulação de imagens obtidas do mundo real.

PROGRAMA APLICATIVO

APPLICATION PROGRAM

Programa destinado ao usuário final (que não necessita possuir conhecimentos de informática) voltado para a solução de problemas específicos.

PROJEÇÃO

PROJECTION

Técnica utilizada para apresentar, em um espaço bidimensional, um desenho originalmente definido em um espaço tridimensional.

PROJETO AUXILIADO POR COMPUTADOR

Veja CAD.

PRONTO

PROMPT

Indicação fornecida ao usuário de que o sistema encontra-se pronto para receber comandos.

PRONTO-PARA-USO

TURNKEY

Sistema completo de hardware e software voltado para uma determinada aplicação, que o usuário adquire e passa a utilizá-lo sem necessidade de nenhum desenvolvimento.

- [R]

RATINHO
MOUSE

MOUSE

Dispositivo de entrada que gera desloos relativos, proporcionais a seus movimentos sobre uma superfície. Normalmente utilizado como localizador.

REALCE

HIGHLIGHTING

Destaque de um primitivo gráfico ou segmento pela modificação de seus atributos visuais.

REALIMENTAÇÃO

FEEDBACK

Apresentação de informações gráficas ou textuais que permitam ao usuário acompanhar o que está acontecendo.

REALISMO

REALISM

Apresentação de imagens compugráficas buscando-se a maior semelhança possível com a realidade.

REBATIMENTO

WRAPAROUND

Rebatimento de parte de uma imagem, que reside fora de uma das bordas do espaço de exibição, na borda oposta deste espaço.

RECONHECIMENTO DE PADRÕES

PATTERN RECOGNITION

Processamento de imagem visando identificar, no todo ou em partes, formas conhecidas.

RECORTE

CLIPPING

Remoção do todo ou parte de primitivos gráficos que se encontram fora de uma determinada região.

RECORTE DE JANELAMENTO

WINDOW CLIPPING

Processo utilizado para recortar as partes do desenho que se encontram fora da janela especificada, de modo a se enviar ao dispositivo gráfico apenas o que estiver contido naquela região.

REFLEXÃO DIFUSA

DIFFUSE REFLECTION

Tipo de reflexão em que a luz incidente espalha-se homogeneamente em todas as direções.

REFRAÇÃO

REFRACTION

Desvio do raio luminoso ao atravessar uma superfície.

REFRESCAMENTO

REFRESH

Processo de reprodução repetida de uma imagem em uma superfície de exibição de modo a mantê-la visível.

REPLICAÇÃO DE PIXELS

PIXEL REPLICATION

Técnica para ampliação do desenho em que cada ponto representado por mais que um pixel. Com isto é aumentado o tamanho do desenho, mas não a quantidade de informações.

REPRESENTAÇÃO FIO-DE-ARAME

WIRE-FRAME REPRESENTATION

Modo de exibição mostrando todas as arestas de um objeto tridimensional, sem distinção de linhas escondidas.

RESOLUÇÃO**RESOLUTION**

Capacidade do dispositivo compugráfico em apresentar desenhos com precisão visual. Em terminais de vídeo medida como o número de pontos verticais e horizontais que compõe uma imagem na tela.

ROTAÇÃO**ROTATION**

Transformação geométrica sobre um primitivo gráfico, de modo a girá-lo um determinado ângulo em torno de um ponto de referência.

- [S]

SEGMENTO**SEGMENT**

Conjunto de elementos de imagem que podem ser manipulados como uma unidade.

SEGMENTO DETECTÁVEL**DETECTABLE SEGMENT**

Segmento que pode ser detectado por um dispositivo de seleção

SERRILHADO**ALIASING
STAIR-CASE EFFECT**

Imprecisões no desenho, gerado no dispositivo compugráfico, causadas pela sua resolução insuficiente.

SIGGRAPH**SIGGRAPH (SPECIAL INTERESTED GROUP ON COMPUTER GRAPHICS)**

Sociedade interessada na área compugráfica que edita publicações, promove congressos e estudos na área.

SIMULAÇÃO

SIMULATION

Utilização de modelos de forma a obter saídas semelhantes produzidas por um sistema real, quando alimentado com as mesmas entradas.

SÍNTESE DE IMAGEM

IMAGE SYNTHESIS

Aplicação de técnicas computográficas na criação de imagens artificiais a partir de modelos matemáticos e geométricos.

SISTEMA COMPUTOGRÁFICO

GRAPHICS SYSTEM

Conjunto de programas e equipamentos que executam tarefas fazendo uso de técnicas e recursos da computografia.

SISTEMA INTERATIVO

INTERACTIVE SYSTEM

Aquele no qual o usuário participa do processo, dando instruções que alteram o curso do programa.

SÓLIDO

SOLID

Imagens rígidas no espaço tridimensional.

SOMBRA

SHADOW

Fenômeno de escurecimento devido à interposição de um objeto à fonte luminosa.

SOMBREAMENTO

SHADOWING

Técnicas de atribuição de cores e tons aos pixels de uma imagem de modo a produzir efeitos de sombra semelhantes à realidade. Utilizando-se técnicas de eliminação de superfícies escondidas e de sombreamento, os sólidos em representação fio-de-arame podem ser convertidos em imagens bastante realísticas.

SUPERFÍCIE ESCONDIDA

HIDDEN SURFACE

Superfície pertencente à uma imagem tridimensional, que não é visível em determinada projeção.

SUPERFÍCIE DE EXIBIÇÃO

DISPLAY SURFACE

Espaço, no dispositivo de exibição, na qual as imagens podem ser exibidas. Exemplos: tela do tubo de raios catódicos, papel do traçador, etc...

SUPERFÍCIES LIMITANTES

BOUNDARY SURFACES

Técnica de representação de sólidos pela descrição das propriedades das superfícies que os delimitam.

- [T]

TABELA DE CORES

COLOR TABLE

Estrutura de memória auxiliar, nos dispositivos matriciais, responsável pela descrição das cores apresentadas simultaneamente na área de exibição.

TELA

SCREEN

Superfície do terminal de vídeo onde as imagens são exibidas. É também o nome que se dá a imagens de cenário armazenadas para apresentação em aplicativos.

TEMPO DE RESPOSTA

RESPONSE TIME

Tempo decorrido entre o acionamento de um comando e a sua execução.

TERMINAL DE VÍDEO

VÍDEO DISPLAY

Dispositivo de saída que utiliza um CRT para a geração de imagens.

TEXTO

TEXT

Sequência de caracteres alfanuméricos colocada na superfície de exibição.

TEXTURA

TEXTURE

Aparência de rugosidade peculiar a cada material.

TIPO DE LINHA

LINE TYPE

Atributo que informa o padrão de linha a ser utilizado nos desenhos, que pode ser cheia, pontilhada, traço-ponto, etc..

TONALIZAÇÃO

SHADING

Variação da coloração dependente da posição do objeto relativamente à fonte luminosa.

TOPOLOGIA

TOPOLOGY

Relacionamento entre os elementos geométricos na descrição de um sólido.

TRAÇADOR GRÁFICO

PLOTTER

Dispositivo vetorial que gera imagens em papel.

TRAÇADOR ELETROSTÁTICO

ELEKTROSTATIC PLOTTER

Traçador gráfico que produz desenhos sobre um papel através de varreduras, onde cargas eletrostáticas controlam os pontos que devem receber tinta.

TRAÇADOR A JATO DE TINTA

INK-JET PLOTTER

Traçador gráfico que gera uma imagem através de pontos de tinta ejetados sobre o papel.

TRAÇADOR PLANAR

FLASTBED PLOTTER

Traçador gráfico de mesa, no qual a pena se desloca em ambas as direções, mantendo-se fixa a folha de papel.

TRAÇADOR A TAMBOR

DRUM PLOTTER

Traçador gráfico, onde o papel é colocado sobre um tambor, cujos movimentos provocam deslocamentos na direção vertical. Os movimentos horizontais são obtidos pelo deslocamento da pena.

TRANSFORMAÇÃO DE VISUALIZAÇÃO

VIEWING TRANSFORMATION

Mapeamento dos limites e do conteúdo de uma janela para os limites e interior de uma viewport.

TRANSFORMAÇÃO GEOMÉTRICA

GEOMETRIC TRANSFORMATION

Alteração da escala, translação ou rotação de um primitivo gráfico da imagem.

TRANSLAÇÃO

TRANSLATING

Transformação geométrica que altera a posição primitivo geométrico.

TUBO DE ARMAZENAMENTO

STORAGE TUBE

Tipo de tubo de raios catódicos que retém uma imagem sem necessidade de atualizações.

TUBO DE RAIOS CATÓDICOS

Veja CRT.

- [U]

UNIDADE MATRICIAL

RASTER UNIT

Unidade de medida equivalente distância entre pixels adjacentes.

USUÁRIO

USER

Pessoa que utiliza os aplicativos ,sem necessidade de conhecer detalhes de sua implementação mas apenas o modo de operá-lo eficientemente.

- [V]

VARREDURA

SCAN

Movimento descrito pelo gerador de pontos (canhão eletrônico no caso de terminais de vídeo) dos dispositivos matriciais para percorrer uma linha da matriz de pontos.

VETOR ABSOLUTO

ABSOLUTE VECTOR

Vetor cujos pontos extremos são especificados em coordenadas absolutas.

VIUORTE

VIEWPORT

Área física onde o dispositivo compugráfico gerará a imagem, ou seja, a área onde a janela do desenho do usuário será mapeada. A proporção entre o tamanho físico da janela e o tamanho físico da viuorte a escala na qual o desenho apresentado. A viuorte definida em coordenadas do dispositivo.

APÊNDICE B
BIBLIOGRAFIA

APÊNDICE B: BIBLIOGRAFIA

[A]

- [ANGE81] Ackland, B.:
"A Practical Introduction to Computer Graphics"
MacMillan Publishers LTD, London, 1982 , 146 p.
- [ANS079] Anson, Ed
"The semantics of graphical input"
Computer Graphics , vol. 13 , n. 2 , ago/79 , pp. 113 A
120
- [ARAK85] Arakaki, R.
"SIMLOG - Simulador de Circuitos MOS"
Anais do V Simpósio Brasileiro de Microeletrônica, 1985
- [ARAK86] Arakaki, R.
"Linguagem C, Teoria e Prática"
Apostila do curso CPE15, de Especialização em Engenharia
de Programação, FDTE/EPUSP, São Paulo, 1986

[B]

- [BAXT82] Baxter, Anthony Q. and Johnson M. Hart
"Software Segmented Virtual Memory"
Software-Practice and Experience, vol. 12, 1982
- [BECH80] Bechtolsheim, Andreas & Baskett, Forest
"High-Performance Raster Graphics for Microcomputer
Systems"
Computer Graphics, 1980
- [BEZA85] Bezanson, Llewellyn & outros
"Engineering Support System User Requirements"
IEEE Micro , vol. 5 , n. 5 , out/85 , pp. 36 a 51

- [BLEM84] Blumberg, N. R. , E. W. Gordon and R. D. Peppie
 "A hierarchical Workstation Design approach to
 Wstom VLSI"
 IEEE - 1984
- [BLIS81] Bliss, Frank W.
 "Selecting and Iplemetining a Turnkey Graphics
 System"
 Computer Graphics & Applications , vol. 1 , n. 2 ,
 abr/81 ,pp. 55 a 70
- [BON082] Bono, Peter R., Jos L. Encarnabo, F. Robert A.
 Hopgood, Paul J. W. ten Hagen
 "GKS - The first Graphics Standard"
 Computer Graphics and Applications IEEE - 1982
- [BON085] Bono, Peter R
 "A Survey of Graphics Standards and Their Role in
 Information Interchance"
 Computer , vol. 18 , n. 10 , out/85 , pp. 63 a 75
- [BON086] Bono, P. R.
 "Graphics Standards"
 Computer Graphics and Applications - IEEE, august, 1986
- [BOUK80] Bouknight, W. J.
 "A Procedure for Generation of Three - Dimensional
 Half - Toned Computer Graphics Presentation"
 Turbrial and Selected Readings in INTERACTIVE
 Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980
- [BRA180] Braid, I. C.
 "The Systhesis of Solids Bound by Many Faces"
 Turbrial and Selected Readings in INTERACTIVE
 Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980
- [BRES80] Bresenham, J. E.
 "Algorithm for Computer Control of a Digital
 Plotter"
 Turbrial and Selected Readings in INTERACTIVE
 Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980
- [BRES85] Bresenham, J. E.
 "Fundamental Algorithms for Computer Graphics"
 Springer Verlag, Berlin, 1985

[C]

[GAR078] Caroli, A. & Callioli, C.A & Feltosa, M.O.,
"Matrizes, vetores e geometria analítica", NOBEL,
1978.

[CATM80] Catmull E.
"Computer Display of Curved Surfaces"
Tutorial and Selected Readings in INTERACTIVE
Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980

[CHUN80] Chung, W. L.
"On Circle Generation Algorithms"
Tutorial and Selected Readings in INTERACTIVE
Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980

[CLAR85] Clarkson III, T. B.
"Standardization Graphics on the IBM Personal
Computer"
IBM Systems Journal , vol. 24 , n. 1 , 1985 , pp.3
a 13

[CLEM85] Clements, R. R.
"A Three-Layer Philosophy for the Design of CAD
Software"
CAD , vol. 17 , n. 6 , ago/85 , pp. 262 a 265

[COOP84] Cooper, Michael S.
"Micro-Based Business Graphics"
Datamation International , vol. 30 , n. 6 , mai/84 ,
pp. 99 a 105

[COST84] Costlow, Terry
"High-Resolution Crts Hold Their Lead, Despite the
Rise of Compact Plasma Panels"
Electronic Design International , vol. 32 , n. 14 ,
Jul/84 ,
pp. 112 a 120

[CUNH85] Cunha, G. J., Battalola, A. L., Barreiros, F. P.
"Padronização em Computação Gráfica: Propostas e
tendências"
Anais do XVII Congresso Nacional de Informática,
São Paulo, 1985; pp. 569-575

[CUNH86] Cunha, G. J., Arakaki, R.
"Aplicações CAE/CAD/CAM em microcomputadores"
Anais do XIX Congresso Nacional DE Informática,
Rio de Janeiro, 1986

[D]

[DENN83] Dennean Monty, Eric Kronstadt and Gregory Pfister
"Design and Implementation of a Software
Simulation Engine"
Computer-Aided Design , vol 15, n 3, may/83

[E]

[EAST77] Eastman, Charles M.
"The Concise Structuring of Geometric Data for Computer
Aided Design"
Data Structures, Computer Graphics and Pattern
Recognition Academic
Press, Inc. 1977

[EAST81] Eastman, Charles M.
"Database Facilities for Engineering Design"
Proceedings of the IEEE , vol. 69 , n. 10 ,
out/81, pp.1249 a 1263

[ENCAB80] Encarna, J. , G. Enderle, K. Kasy, G. Nees, E. G.
Schlechtendak, J. Weiss and P. Wibkirchen
"The Workstation Concept of GKS and the Resulting
Conceptual difference to GSPC core System"
ACM - 1980

[ENDE84] Enderle, C. ; Kasy, K. & Pfaff, G.
"Computer Graphics Programming - GKS, the Graphics
Standard"
Springer-Verlag , 1984

[F]

[FDTE86] FDTE
"SDC - SISTEMA PARA DIGITALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA - Manual
do Usuário"
FDTE, publicação interna, 1986

[FILG84] Filgueiras, Arakaki, Tori & Massola
"COMPO - Núcleo de Composição de Desenhos"
Anais do IV Simpósio Brasileiro de Microeletrônica, 1984

[FOLE77] Foley, James D.
"The Design of Graphics Systems"
Data Structures, Computer Graphics and Pattern
Recognition Academic Press, Inc. 1977

[FOLE82] Foley, J.D. & Van Dam, A.
"Fundamentals of interactive computer graphics",
Addison-Wesley Publishing Company, 1982.

[FRAN82] Frank, Andre
"Mapquery: Database Query Language for Retrieval
of Geometric Data and their Graphical
Representation "
Computer Graphics , vol.16 , n. 3 , Jul/82 , pp.
199 a 207

[G]

[GCAD86] GCAD - grupo de CAD/CAM do Laboratório de Sistemas
Digitais da Escola Politécnica da USP
"PG - Pacote Gráfico - Manual do Usuário, versão 1.01"
gCAD, publicação interna, 1986

[GIL078] Giloi, Wolfgang K.
"Interactive Computer Graphics - Data Structures,
Algorithms, Languages"
Prentice-Hall , 1978

[GR0084] Groover, M. P.
"CAD/CAM"
Prentice-Hall, inc., New Jersey, 1984

[H]

[HARR81] Harris, David H. W.
"The CAD Challenge to Engineering Training and
Practice- an Aerospace VIEW"
Computer Graphics & Applications , vol. 1 , n. 3 ,
Jul/81 , pp. 57 a 60

- [HARR83] Harrington, Steven
 "Computer Graphics - A Programming Approach"
 McGraw-Hill , 1983
- [HAYS80] Hays, Gwendolyn G.
 "Computer-Aided Schematics"
 Design Automation Conference, 11 1980
- [HODG80] Hodgman, G. W. and J. E. Sutherland
 "Reentrant Polygon Clipping"
 Tutorial and Selected Readings in INTERACTIVE
 Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980
- [HOLL85] Holland, Les & Outros
 "Engineering Support System Software"
 IEEE Micro , vol. 5 , n. 5 , out/85 , pp. 17 a 21
- [HORO] Horowitz & Sahni
 "Fundamentals of Data Structures"
 REG - GAP.3
- [I]
- [INGL85] Inglis, S. ; Medland, A. J. & Carnall, C. A.
 "A Comparison of Modes for Using CAD"
 CAD , vol. 17 , n. 6 , ago/85 , pp. 230 a 234
- [ISO84] ISO 2382/13
 "Data Processing Vocabulary - Part 13:Computer
 Graphics"
 International Organization for Standardization ,
 Ref. ISO 2382/13-1984
- [J]
- [JADR84] Jadrnicek, Rik
 "Computer Aided-Design"
 Byte, vol.9, n.1, Jan/84, pp.172 a 209
- [JADR85] Jadrnicek, Rik
 "Ibm's Professional Graphics System"
 Byte, vol.10, n.12, nov/85, pp.355 a 359

[JARV77] Jarvis, R. A.
"Interactive Image Segmentation: Line, Region and
Semantic Structure"
Data Structures, Computer Graphics and Pattern
Recognition Academic Press, Inc. 1977

[JESS82] Jessen, Stan & Pannil, Knox
"Device Independent Color Graphics System"
Byte, vol.21, n.7, Jul/82, pp.137 a 141

[K]

[KALAB3] Kalay, Yehuda E.
"A relational database for non-manipulative
representation of solid objects Computer"
Aided Design vol. 15, number 5, september 1983

[KELL83] Kelly, Mahlon
"Mainframe Graphics on a Microcomputer"
Byte , vol. 8 , n. 10 , out/83 , pp. 439 a 442

[KNIG85] Knight, Donald O.
"The Engineering Workstation and the Engineering
Support System Present Status, Future Directions"
Introduction"
IEEE Micro , vol. 5 , n. 5 , out/85 , pp. 6 a 9

[KNOT81] Knott, Gary D.
"Procedures for Managing Extendible Array Files"
Software-Practice and Experience, vol. 11, 1981

[L]

[LANG83] Langhorst, Fred E. & Clarkson III, Thomas B.
"Realizing Graphics Standards for Microcomputers"
Byte , vol. 8 , n. 2 , fev/83 , pp. 256 a 268

[LEE 83] Lee, Y. C. and K. S. Fu
"Integration of solid modeling and data base
management for CAD/CAM"
20th Design Automation Conference, 1983

- [LILL81] Lillehagen, Frank M.
 "CAD/CAM Workstations for Man-Model Communication"
 Computer Graphics & Applications , vol. 1 , n. 3 ,
 Jul/81 , pp. 17 a 27
- [LILL81A] Lillehagen, Frank M. & Losnedahl, J.
 "Introduction to CAD/CAM Systems"
 Ifip 81 , pp. 369 a 374
- [LILL81B] Lillehagen, Frank M.
 "CAD/CAM System Specification, Design,
 Implementation and Documentation"
 Ifip 81 , pp. 375 a 379
- [LILL81C] Lillehagen, Frank M.
 "System Frameworks and Building Blocks Geometric
 Products Models (GPM) "
 Ifip 81 , pp. 380 a 389
- [LILL81D] Lillehagen, Frank M.
 "Tornado, a DBMS for CAD/CAM Systems"
 Ifip 81 , pp. 390 a 403
- [LMAC85] Macdonald, Connie L. & Grain, Ian K.
 "Applied Computer Graphics in a Geographic
 Information System: Problemas and Sussessus"
 Computer Graphics & Applications , vol. 5 , n. 10 ,
 out/85 , pp. 34 a 39
- [LOUT80] Loutrel, P. P.
 "A Solution to the Hidden-Line Problem for
 Computer Polyedra"
 Turbrial and Selected Readings in INTERACTIVE
 Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980
- [M]
- [MACD81] Macdonald, John B.; Podlecki, Mary K. & Pappas, Milt J.
 "Technica Documentation by Magic"
 Computer Graphics & Applicatlins , vol. 1 , n. 2 ,
 abr/81 , pp. 27 a 36

- [MART75] Martini, J. S. C.
 "Automação de Projetos de Sistemas Digitais - Rotas de
 Circuito Impresso"
 Dissertação de mestrado apresentada à Escola
 Politécnica da USP, 1975
- [MASS75] A. M. A. Massola
 "Automação de Projetos de sistemas Digitais - Arquivo
 Central"
 Tese de Livre - Docência, Escola Politécnica da USP,
 1975.
- [MASS81] Massola, Couto, Filgueiras & Moraes
 "An Interactive System for Detailing of Steel Frames"
 CAD/CAM as a Basis for the Development of Technology in
 Developing Nations, IFIP NORTH-HOLLAND, 1981
- [MASS82] Massola, Antonio M. A. & Beraldo, Antonio T. M.
 "A Importância das Técnicas de CAD/CAM"
 Anel - agosto de 1982 - apostila
 Semana de Atualização do Dirigente e Executivo de
 Informática
- [MASS83] Massola, Antonio M. A. & Filgueiras, L. V. L.
 "Uma Visão sobre Aplicações da Computação Gráfica em
 Engenharia"
 A Aplicação da Computação na Solução de Problemas de
 Engenharia, editado por Lino Schaeffer e Paulo Regner,
 1983
- [MEAD80] Mead, C & Conway, L.
 "Introduction to VLSI Systems"
 Addison-Wesley, 1980
- [MCGU78] R. W. McGuffin
 "Integrated Computer-Aided Design An Industrial
 View"
 Proceedings of a Symposium Brussels, nov/78
- [MCKC82] Mckcown Jr., David M. & Denlinger, Jerry L.
 "Graphical Tools for Interactive Image
 Interpretation"
 Computer Graphics , vol.16 , n. 3 , Jul/82 , pp.
 189 a 198
- [MCPH85] Mcphater N. S. and C. Strachan
 "Hardware and Software Compatibility of Computer-
 Aided Engineering Workstation"

- [MEAD84] Meads, Jon A.
 "The Graphics Standards Battle"
 Datamation International , vol. 30 , n. 6 , mai/84 ,
 pp. 76 a 84
- [MERR85] Merritt, Mike & outros
 "Desires and Aspirations of The Engineering
 Support System User"
 IEEE Micro , vol. 5 , n. 5 , out/85 , pp. 10 a 16
- [MICR86a] Microsoft Corporation
 "Microsoft C Compiler User's Guide"
 1986, 443 p.
- [MICR86b] Microsoft Corporation
 "Microsoft C Compiler Language Reference"
 1986, 227 p.
- [MICR86c] Microsoft Corporation
 "Microsoft C Compiler Run-Time Library Reference"
 1986, 467 p.
- [MICR86d] Microsoft Corporation
 "Microsoft MS-DOS Programmer's Reference"
 1986
- [MILL84] Miller , Ronald R.
 "Simulation and Graphics on Microcomputers"
 Byte , vol. 9 , n. 3 , mar/84 , pp. 194 a 200
- [MORG84] Morgan, C. L.
 "Bluebook of Assembly Routines for the IBM PC & XT"
 Waite Group, New York, 1984, 244 p.
- [N]
- [NEWM79] Newman, W.M. & Sproull, R.F.,
 "Principles of Interactive Computer Graphics"
 McGraw Hill, 1979.
- [NEWT84] Newton, Marcus
 "Real-Time 3-D Graphics for Microcomputers"
 Byte , vol. 9 n. 10 , set/84 , pp. 251 a 286
- [NOMAB5] Noma, Tsukasa & Kunii, Toshiyasu L.
 "Animengine: an Engineering Animation System"
 Computer Graphics & Applications , vol. 5 , n. 10 ,
 out/85 , pp. 24 a 33

[NORR85] NORRIE, JOHN
"Current Issues in Training for CAD"
CAD , vol. 17 , n. 7 , set/85 , pp. 329 a 331

[O]

[OSAN85] Osan Bob
"Software Draws Circuits for programmed Logic in
Typical Schematic form"
Electronic Design , march 7, 1985.

[P]

[PANAB4] Panasuk, Curts
"Software Standards Will Usher in the age of
Graphics"
Electronic Design International , vol. 32 , n. 14 ,
Jul/84 , pp. 92 a 106

[PELE82] Peled, Joseph
"Simplified Data Structure for "Mini-Based" Turnkey CAD
SYSTEMS"
19th Design Automation Conference, 1982

[PHIL79] Phillips, R. J., M. J. Beaumont and D. Richardson
"An Architectural Relational database"
Computer-Aided Design vol. 11, number 4, July
1979

[PRES82] -Roger S. Pressmon
"Software Engineering: a Practitioner's Approach"
McGraw-Hill - 1982

[R]

[ROSE82] Rosenthal, David S. H. & outros
"The Detailed Semantics of Graphics Input Devices"
Computer Graphics , vol. 16 , n. 3 , Jul/82 , pp.
33 a 43

[RUTK82] Rutkowski, Chris
"An Introduction to the Human Applications Standard
Computer Interface"
part 1: Theory and Principles
part 2: Implementing the Hasci Concept
Byte , out/nov/82 , pp. 291 a 310 / 379 a 470

[S]

[SCHU80] Schumacker, R. A. , I. E. Sutherland and R. F.
Sproull
"Sorting and the Hidden Surface Problem"
Turbrial and Selected Readings in INTERACTIVE
Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980

[SCOP87] Scopus Tecnologia
"SISNE - Manual do Usuário"
Scopus Tecnologia, São Paulo, 1987

[SCOT82] Scoth, Joan E.
"Introduction to Interactive Computer Graphics"
John Wiley & Sons , 1982

[SHEC81] Sheckman, R. M. & Bering, D. E.
"The Eletronics Engineering Design Station"
Computer Graphics & Applications , vol. 1 , n. 2 ,
abr/81 , pp. 15 a 23

[SKIN81] Skinner, F. D.
"The Interactive Wiring System"
Computer Graphics & Applications , vol. 1 , n. 2 ,
abr/81 , pp. 38 a 51

[SLOC84] Slocombe, Denise A.
"PC-Based Workstation Neatly Bundles Tools for
Logic."
Software Design"
Electronic Design , vol. 32 , n. 19 , set/84 , pp. 175 a
178

[SMIT83] Smith, Bradford M.
"Iges: A Key to CAD/CAM Systems Interactive"
Computer graphics & Applications , nov/83 , pp. 78
a 83

- [SPR080] Sproull R. F. and I. E. Sutherland
 "A Clipping Divider"
 Turbrial and Selected Readings in INTERACTIVE
 Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980
- [SUTH80] Sutherland I. E.
 "Sketchpad, A Man - Machine Graphical Communication
 System"
 Turbrial and Selected Readings in INTERACTIVE
 Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980
- [T]
- [TALB80] Talbot, P. A., J. W. Carr III, R. R. Coulter, Jr.,
 and R. C. Wwang
 "Animation: An OnLine Two Dimensional Film Animation
 System"
 Turbrial and Selected Readings in INTERACTIVE
 Computer Graphics - Compcon 80 - IEEE 1980
- [TIKK83] Tikkanen, Matti, Martti Mantyla and Markku Tamminen
 "GWB/DMS - A geometric Data Manager"
 Eurographics '83, 1983
- [TIL081] Tilove, Robert B.
 "Line/Polygon Classification: A Study of the
 Complexity of Geometric Computiom"
 Computer Graphics & Applications ,vol. 1 , n. 2 ,
 abr/81 ,pp. 75 a 83
- [TOMP77] Tompa, Frank W.
 "Data Structure Design"
 Data Structures, Computer Graphics and Pettern
 Recognition Academic Prees, Inc. - 1977
- [TORI83] Tori, R. & Massola, Antonio M. A.
 "DVC-Um algoritmo para Roteamento de Circuito Impresso"
 Anais do VI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e
 Computacional, São José do Campos, 1983
- [TORI85a] Tori, Tsuzuki & Massola
 "SDG-Sistema para Digitalização Gráfica"
 Anais do XVIII Congresso Nacional de Informática,
 São Paulo, 1985

- [TOR185b] Tori, Massola, Arakaki & Filgueiras
 "Sistema COMPO - Um Editor de Desenhos Nacional"
 Anais do XVIII Congresso Nacional de Informática
 São Paulo, 1985
- [TOR186] Tori, R.
 "Um Sistema automatizado para desenhos"
 Revista Politécnica n. 191, março de 1986
- [TOR187a] Tori, Pacheco, Arakaki & Massola
 "microPAC - Sistema básico para CAD em
 microcomputadores"
 Anais do XX Congresso Nacional de Informática
 São Paulo, 1987
- [TOR187b] Tori, R.
 "CAD em microcomputadores: uma aplicação em
 cartografia"
 Anais do XX Congresso Nacional de Informática
 São Paulo, 1987
- [TOR187c] Tori, R.
 "A tradução de termos técnicos: uma proposta para
 Computação Gráfica"
 Anais do XX Congresso Nacional de Informática
 São Paulo, 1987
- [TOR187d] Tori, R; Fonseca, G.L.M
 "Sistema CAD para geologia"
 Anais do XIV Seminário Integrado de Software e
 Hardware, SBC, Salvador, 1987
- [TOR187e] Tori, Arakaki, Massola & Filgueiras
 "Fundamentos de Computação Gráfica (Compugrafia)"
 Editora LTC, Rio de Janeiro, 1987, 380 p.
- [TSUZ87] Tsuzuki, F. S. G. & Tori, R.
 "Algoritmo para Traçado de Elipses em Dispositivos
 Matriciais"
 gCAD/FDTE, publicação interna, 1987

[U]

[ULFS82] Ulfby, Stig, Steinar [ULFS82] Ulfby, Stig, Steinar
Meen and Jorn Dian
IEEE Computer Graphics & Applications, may 1982

[W]

WAIT80] Waite, Mitchell
"Computer Graphics Primer"
H. W. Sams & Co. , 1980

[WARN81] Warner, James R.
"Principles of Device-Independent Computer
Graphics Software"
Computer Graphics & Applications , vol. 1 , n. 4 ,
out/81 , pp. 85 a 100

[WARN85] Warner , James R.
"Standard Graphics Software for High-Performance
Applications"
Computer Graphics & Applications , vol. 5 , n. 3 ,
mar/85 , pp. 74 a 79

[WEIL85] Weller, Kevin
"Edge-Based Data Structures for Solid Modeling in
Curved-Surface Environments"
IEEE Computer Graphics & Applications, January
1985

[WEST86] Weston, C
"Graphics Algorithms
Byte, december 1986 - McGraw Hill publication

[WIED83] Gio Wiederhold
"DATABASE Design"
McGraw-Hill, 19

[WILL77] Williams, Robin - Gary M. Gidings, Warren D. Little,
W. Gerald Moorhead and Daniel L. Weller
"Data Structures in Computer Graphics"
Data Structures, Computer Graphics and Pattern
Recognition Academic Press, Inc. 1977

[WILL85] Willians, Tom
"Graphics Processing Migrates From Host to Workstation"
Computer Design , vol. 24 , n. 8 , Jul/85 , pp. 49
a 57

[Y]

[YAMAB4] Yamada, Jiro

[YAMAB4] Yamada, Jiro
"A Low-Cost Drafting System Based on a Personal
Computer"
Computer Graphics & Applications, vol. 4 , n. 5 ,
mal/84 , pp. 61 a 65

[YENB1] Yen, Elizabeth H. & outros
"A Graphics Glossary"
Computer Graphics , vol. 15 , n. 2 , Jul/81 , pp.
208 a 229