Universidade de São Paulo
Instituto de Física e Química de S. Carlos

**Projeto de uma Arquitetura de
Hardware para
Visualização de Imagens Digitais**

Maria Stela Veludo de Paiva

Tese apresentada ao
Instituto de Física e Química de São Carlos,
para a obtenção do título de
Doutora em Ciências (Física Aplicada).

Orientador : Prof. Dr. Jan Frans Willem Slaets

Departamento de Física e Ciência dos Materiais
São Carlos - 1990

SERVIÇO DE BIBLIOTECA E INFORMAÇÃO - IFQSC
FÍSICA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS

MEMBROS DA COMISSÃO JULGADORA DA TESE DE DOUTORADO DE MARIA STELA VELUDO DE PAIVA APRESENTADA AO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS, DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, EM 20/11/90

COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Jan Frans Willem Slaets

Prof. Dr. Gilberto Tannús

Prof. Dr. Horácio Carlos Panepucci

Prof. Dr. Edson dos Santos Moreira

Prof. Dr. Caetano Traina Junior

Projeto financiado pela

Fundação Banco do Brasil

**A todo pessoal do Grupo de Instrumentação
Eletrônica, e aos colegas do Departamento
de Eletricidade.**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é resultado do esforço conjunto de muitas pessoas, que colaboraram não só tecnicamente, mas também dando incentivo, coragem e principalmente amizade à autora durante sua realização. Fica então nesta página registrada a eterna gratidão para com todos. Em especial :

.ao Prof. Dr. Jan F. W. Slaets, não só pela colaboração na realização deste trabalho, mas também pela grande influência na formação profissional da autora.

.à Ivanilda H. Zucolotto, Ailton B. Alves e Marcos R. Gonçalves, pelo auxílio na parte técnica.

.ao Lírio O. B. de Almeida, pelo auxílio na depuração do sistema, pelas sugestões e discussões técnicas.

.à Maria Benedita de Souza, pelo excelente trabalho realizado na confecção das figuras.

.à Lia Mara C. Chinaglia, pelo trabalho de secretaria, pelas horas extras dispendidas na digitação da tese.

.à Maria Helena, pelo trabalho de secretaria.

.à Mônica e Gonzalo por todo auxílio prestado durante o desenvolvimento da tese.

.à companheira Agma e ao Caetano, pela colaboração na parte de software, pelas ricas discussões técnicas, e pelo imenso auxílio prestado na elaboração deste trabalho.

.aos companheiros do Departamento de Eletricidade, Prof. Adilson, Profa. Annie e Prof Evandro, pela inestimável colaboração nas atividades didáticas.

.ao companheiro João Batista de Paiva, pelo incentivo constante e pela paciência.

.aos colegas Mateus, Prof. Ruggiero, Prof. Valentin e Paulo Ruffino, pelas consultas técnicas.

ÍNDICE

Lista de Figuras	i
Lista de Tabelas	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Introdução	viii
Símbolos e Convenções	xi

Capítulo I - Princípios para Visualização de Imagem em Tubos de Raios Catódicos

1.1 Introdução	1
1.2 Monitores Vetoriais	3
1.3 Monitores por Varredura	4

Capítulo II - "Hardware" para Visualização de Imagens

2.1 Introdução	8
2.2 Terminologia para Monitores por Varredura	10
2.3 Memórias para Sistemas Gráficos	13
2.3.1 Gravação Durante o Retraço	17
2.3.2 Sistemas com "Double-Buffer"	17
2.3.3 Memórias de Resolução Variável	19
2.3.4 Memórias Gráficas	19
2.4 Processadores em Sistemas Gráficos	22
2.5 Controlador de Refrescamento de Vídeo e Circuito de Saída para Vídeo	26

Capítulo III - O Processador Gráfico TMS34010

3.1 Arquitetura do GSP	30
3.2 Endereçamento da Memória	34
3.3 Paralelismo Interno	35
3.4 Estruturas de Dados Suportadas pelo "Hardware"	36
3.4.1 "Fields"	36
3.4.2 "Bytes"	37
3.4.3 "Pixels"	37
3.4.4 Matriz Bidimensional de "Pixels"	42
3.5 Registradores do GSP	43
3.5.1 Registradores para Propósito Geral	43
3.5.2 Registradores de E/S	45
3.6 Instruções e Operações Gráficas	49
3.6.1 Instruções Gráficas	50
3.6.2 Operações Gráficas	52
3.6.3 Instruções para o Modo de Endereçamento XY	55
3.7 Interrupções, "Traps" e "Reset"	55
3.7.1 Registradores Dedicados à Interrupção	57
3.7.2 "Traps"	57
3.7.3 "Reset"	57
3.8 Temporização do Vídeo e Refrescamento da Tela	59
3.8.1 Memória de Vídeo	60
3.8.2 Geração do Endereço de Refrescamento de Tela	61
3.9 Duto Dedicado ao Hospedeiro	61
3.9.1 Convenções de Endereçamento por "Byte"	62
3.9.2 Acesso Indireto à Memória Local	63
3.9.3 Largura de Banda	63
3.10 Barramento da Memória Local	64
3.10.1 Ciclos da Memória Local do GSP	66
3.10.2 Prioridade na Solicitação do Barramento da Memória	72

3.10.3 Mecanismos de Endereçamento	72
3.10.4 Operação de Refrescamento	74
3.11 Temporização das Instruções	76
3.12 Ferramentas para Desenvolvimento do "Software"	
3.12.1 Introdução	77
3.12.2 Assembler	78
3.12.3 Archiver	79
3.12.4 Linker	79
3.12.5 Utilitário para Conversão de Código	79
3.12.6 Simulador	79
3.12.7 Programa de Depuração	80
3.12.8 Loader SDBL	82

Capítulo IV - Sistemas Desenvolvidos

4.1 Sistema Gráfico com 16 Cores	83
4.1.1 Descrição das Interfaces	85
4.1.2 Exemplos de Programação dos Registradores de E/S do GSP	108
4.2 Sistema Gráfico com 256 Níveis de Cinza	121
4.2.1 Descrição das Interfaces	123
4.2.2 Registradores de E/S do GSP	138

Capítulo V - "Software"

5.1 Programa Principal	141
5.2 Subrotinas e Programas	141
5.2.1 Subrotinas para Inicialização dos Registradores	142
5.2.2 Subrotina para Inicializar a "Color Palette"	143
5.2.3 Subrotina para Apagar a Tela	144
5.2.4 Subrotina para Desenhar o Padrão de Cores da "Color Palette"	145
5.2.5 Subrotina para Trocar o Banco de Memória de	

Imagem	145
5.2.6 Programa para Desenhar Caracteres ASCII	146
5.2.7 Programa para Controle do "Mouse"	146
5.2.8 Programa para Configurar o Vídeo para o Modo Entrelaçado	150
5.2.9 Programa para Trocar Alternadamente os Bancos de Memória	151
5.2.10 Programa para Dividir a Tela em Duas Partes	152
5.2.11 Programa para Realizar "Pan" na Horizontal	155
5.2.12 Programa para Realizar "Pan" na Vertical	159
5.2.13 Formato de Arquivos de Imagem	161
 Capítulo VI - Inclusão de uma Memória EPROM	 167
 Capítulo VII - Conclusões	 172
 Referências Bibliográficas	 174
 Anexo I	
 Anexo 1.1 - Programa Principal	 177
Anexo 1.2 - Subrotinas para Inicialização dos Registradores	179
Anexo 1.3 - Subrotina para Inicializar a "Color Palette"	183
Anexo 1.4 - Subrotina para Apagar a Tela	185
Anexo 1.5 - Subrotina para Desenhar o Padrão de Cores da "Color Palette"	188
Anexo 1.6 - Subrotina para Trocar o Banco da Memória de Imagem	189
Anexo 1.7 - Subrotina para Desenhar Caracteres ASCII	190
Anexo 1.8 - Programa para Controle do "Mouse"	191
Anexo 1.9 - Programa para Configurar o Vídeo para o Modo Entrelaçado	202
Anexo 1.10 - Programa para Trocar Alternadamente os Bancos de Memória	206
Anexo 1.11 - Programa para Dividir a Tela em Duas Partes	211
Anexo 1.12 - Programa para Realizar "Pan" na Horizontal	217
Anexo 1.13 - Programa para Realizar "Pan" na Vertical	227

LISTA DE FIGURAS

1 - Modelo de um Sistema Gráfico	2
2 - Exemplo de uma Figura Mostrada num Monitor Vetorial	4
3 - Exemplo de um Sistema Gráfico para Monitor Vetorial	4
4 - Padrão de Varredura	5
5 - Exemplo de um Sistema Gráfico por Varredura	6
6 - Exemplo de uma Figura Mostrada num Monitor por Varredura	7
7 - Diagrama em Blocos de um Sistema Gráfico por Varredura	8
8 - Memória de Porta Dupla	10
9 - Varredura para Vídeo Entrelaçado	12
10 - Elementos de Temporização de um "Frame" do Vídeo	13
11 - Alocação de Ciclos de Memória no Tempo de Linha Ativa, para o Controlador de Refrescamento de Vídeo (VRC) e Processador Gráfico (DP); 16 DRAMS de 116Kx1; Resolução do Sistema de 512 x 512,30 Hz	16
12 - DRAM com Palavras Longas	17
13 - Técnicas de "Double Buffering"	18
14 - Diagrama em Blocos da Memória VRAM	20
15 - Oito Planos de Memória e um Conversor D/A de 8 Bits para Gerar 256 Níveis de Cinza	28
16 - Dois Planos de Memória para Cada Cor Primária, Possibilitando a Programação de 64 Cores Diferentes	29
17 - Diagrama de Blocos do TMS34010	31
18 - Arquitetura Interna do TMS34010	32
19 - Registrador de "Status"	33
20 - Conjunto de Sinais do TMS34010	33
21 - Mapa de Memória do GSP	34

22 - Fluxo de Dados Interno do GSP	36
23 - Mapeamento de "Pixels" na Tela do Monitor de Vídeo	39
24 - Endereçamento do "Pixel" em Termos das Coordenadas XY	40
25 - Origem Configurável da Tela	41
26 - Registradores dos Arquivos A e B	44
27 - Registradores de E/S	46
28 - Mapa dos Vetores de Interrupção	56
29 - Multiplexação de Endereço e Dado no Duto LAD0-LAD15	65
30 - Endereço da Linha e Coluna de um Ciclo de Memória	65
31 - Ciclo de Gravação em Memória	67
32 - Ciclo de Leitura em Memória	68
33 - Ciclo de Memória para Registrador de Deslocamento	69
34 - Ciclo de Leitura com um Estado de Espera	71
35 - Bits de Endereço Lógico Durante as Transições de /RAS e /CAS	73
36 - Ciclo de Refrescamento "/RAS-only"	75
37 - Estado da Máquina Mostrado pelo Simulador	81
38 - Diagrama em Blocos do Sistema Gráfico com 16 Cores	84
39 - Interface com o Hospedeiro	86
40 - Mapeamento dos Registradores Dedicados ao Hospedeiro	86
41 - Equações da PAL 20L10 para a Interface do Hospedeiro	88
42 - Interface para a Memória Local	89
43 - Bits de Endereço no Duto Multiplexado LAD0-LAD15	91
44 - Mapeamento das Memórias e da Interface Serial	91
45 - Equações da PAL 16L8 para Seleção das Memórias - Sistema com 16 Cores	92
46 - Diagrama de Tempo Ilustrando os Sinais de Seleção das Memórias, para o Sistema de 16 Cores	94
47 - Diagrama em Blocos da "Color Palette"	95
48 - Registrador da Tabela de Cores	96
49 - Diagrama de Tempo para a "Color Palette"	97
50 - Diagrama de Tempo para o Carregamento da Tabela de	

Cores	98
51 - Diagrama de Tempo para o Início da Linha Ativa	98
52 - Circuito Lógico para a Temporização do Vídeo	100
53 - Diagrama de tempo para o Circuito da Figura 52	101
54 - Informação Transmitida pelo "Mouse"	103
55 - Circuito da Interface Serial para o "Mouse"	105
56 - Ciclo de Leitura no 8251	106
57 - Relação entre a Temporização Horizontal e Vertical	110
58 - Monitor no Modo CGA	110
59 - Monitor no Modo EGA	111
60 - Geração dos Bits do campo SRFADR no Duto Multiplexado	
LAD	115
61 - Exemplo para Determinação do Valor do Campo SRSTRT	118
62 - Diagrama em Blocos do Sistema Gráfico com 256 níveis de cinza	122
63 - Mapeamento das Memórias para o Sistema com 256 Níveis de Cinza	124
64 - Equações da PAL para a Seleção das Memórias - Sistema com 256 Níveis de Cinza	126
65 - Diagrama de Tempo Ilustrando os Sinais de Seleção das Memórias	127
66 - Diagrama de Tempo Ilustrando a Seleção das Saídas Seriais das VRAMs	128
67 - Circuito de Saída para Vídeo	129
68 - Diagrama em Blocos Interno do Conversor D/A BT106	130
69 - Diagrama de Tempo de E/S para o Conversor D/A BT106	130
70 - Circuito de Temporização do Vídeo	132
71 - Diagrama de Tempo para o Circuito de Saída para Vídeo	133
72 - Circuito da Interface Serial para "Mouse"	135
73 - Equações da PAL para a Interface Serial, parte A - Sistema com 256 Níveis de Cinza	136
74 - Equações da PAL para a Interface Serial, parte B -	

Sistema com 256 Níveis de Cinza	137
75 - Diagrama em Blocos para o Programa "Mouse" - Parte 1	148
76 - Diagrama em Blocos para o Programa "Mouse" - Parte 2	149
77 - "Frame Buffer" com "Pitch" Maior que o da Tela	153
78 - Tela do Monitor de Vídeo Contendo Duas Vistas Diferentes da Memória de Imagem	154
79 - Memória de Imagem para "Pan" na Horizontal	157
80 - "Pan Horizontal - Deslocamento da Tela sobre a Imagem Original	158
81 - Memória de Imagem para "Pan" na Vertical	160
82 - "Pan" Vertical - Deslocamento da Tela Sobre a Imagem	161
83 - Estrutura Global para o Arquivo Objeto do TMS34010	163
84 - Mapeamento da EPROM no Sistema com 256 Níveis de Cinza	168
85 - Projeto para Inclusão de uma EPROM - Sistema com 256 Níveis de Cinza	169
86 - Equações para a Seleção das Memórias - Sistema com EPROM	170
87 - Equações para a Seleção da Interface Serial - Sistema com EPROM	171

Lista de Tabelas

Tabela I - Ciclos de Memória Usados pelo Controlador de Refrescamento de Vídeo	15
Tabela II - Prioridade das Interrupções	56
Tabela III - Estado dos Pinos do GSP durante "Reset"	58
Tabela IV - Largura de Banda Estimada para a Interface do Hospedeiro	64
Tabela V - Prioridade para Acessar a Memória Local	72
Tabela VI - Exemplo de Taxas de Refrescamento para DRAMs	75
Tabela VII - Mapa de Endereços para a Interface Serial - Sistema com 16 Cores	104
Tabela VIII - Valores dos Registradores de E/S para o Sistema com 16 Cores	121
Tabela IX - Mapa de Endereços para a Interface Serial - Sistema com 256 Níveis de Cinza	134
Tabela X - Registradores de E/S para o Sistema com 256 Níveis de Cinza	139
Tabela XI - Configuração do Sistema para o Exemplo 4, Anexo 1.2	143
Tabela XII - Conteúdo do Arquivo "Header"	164
Tabela XIII - Conteúdo do Arquivo "Header" Opcional	164
Tabela XIV - Conteúdo da Seção de Dados	164
Tabela XV - Início do Arquivo Objeto de uma Imagem	165
Tabela XVI - Fim do Arquivo Objeto de uma Imagem	166

RESUMO

Neste trabalho são apresentadas a implementação e avaliação da aplicação do processador gráfico TMS34010. O objetivo foi o desenvolvimento de um sistema para visualização de imagens com este processador, a ser integrado ao Tomógrafo por Ressonância Magnética, do Departamento de Física e Ciência dos Materiais.

A fim de avaliar tanto os aspectos do "hardware" quanto as capacidades do processador, foram desenvolvidos dois sistemas: um com 16 cores, e outro com 256 níveis de cinza, ambos contendo uma interface serial para interligação de um "mouse" convencional para microcomputadores do tipo PC-AT.

Através destes sistemas foram avaliados recursos tais como "pan" horizontal e vertical, divisão da tela ao meio, vídeo no modo entrelaçado, transparência, operações lógicas, e instruções de transferência de blocos de "pixels".

ABSTRACT

This work describes the implementation and evaluation of a TMS34010 graphics processor based system.

The system was developed to be used for the visualization of Magnetic Resonance Images in the MR tomography system under development in our Department .

To evaluate the design and the performance of the processor, two systems were developed: one capable to show pictures with 16 simultaneous colors, and a second one able to display pictures with a gray scale of 256 levels.

Both systems are equipped with a serial interface supporting a conventional mouse as used for PC compatibles.

The hardware developed was used to evaluate implementations of resources such as horizontal and vertical PAN, screen division, interlaced video, transparency, logic operations and pixels block transfer routines.

Introdução

As aplicações de sistemas gráficos têm crescido significativamente nos últimos anos, principalmente devido aos avanços feitos na área de circuitos integrados, resultando no aumento da densidade e complexidade dos circuitos, e na diminuição do custo.

Assim, além das aplicações de visualizações tais como as utilizadas tanto em computação gráfica quanto em processamento digital de imagens, a existência desta nova tecnologia está sendo empregada amplamente para a implementação de uma interface gráfica interativa Homem-Máquina .

Desta forma, os sistemas gráficos são utilizados não somente para a visualização, mas inclusive para a determinação e escolha de comandos através de menus e ponteiros ativados por caneta ótica ou "mouse".

Atualmente estes recursos estão se tornando muito populares, inclusive em sistemas de baixo custo (PC, Macintosh), facilitando a utilização de sistemas de computação, por leigos .

A maior parte das aplicações de sistemas gráficos podem ser englobadas em duas áreas principais: a computação gráfica e o processamento digital de imagens. A principal diferença entre ambas está na origem da imagem. No processamento digital, o dado da imagem é obtido de uma fonte externa, e é então processado com o objetivo de melhorar sua qualidade e possibilitar a extração de suas características. Em computação gráfica, a imagem é gerada pelo computador. .

É interessante ressaltar que na área de processamento de imagens, operações como filtragem espacial, detecção de borda, e aplicação de algoritmos complexos para a modificação da imagem, são realizados por um sistema de processamento dedicado, e não pelo sistema gráfico. Cabe a este último, além de possibilitar a visualização da imagem, a realização de operações gráficas como: operações lógicas e aritmética entre imagens, zoom, operações com janelas, alteração da cor da imagem, animação, etc.

Como exemplo de aplicação de sistemas gráficos na área de processamento de imagens, podem-se citar na biomedicina as imagens obtidas por radiografia digital, por tomografia, por radiação nuclear, e por ultrassom. Na telecomunicação a análise de recursos naturais em sensoriamento remoto e meteorologia, por meio de imagens por satélites.

Na computação gráfica podem-se citar como aplicações: a criação de animação para simuladores de voo, ou vinhetas em programas de televisão; visualização de simulação e controle de processo na área industrial e na área de produção de energia e de transporte; elaboração de projetos de novos produtos na área industrial (CAD/CAM); realização de mapas em cartografia; visualização do comportamento de funções matemáticas em educação.

No meio científico, o uso de sistemas gráficos torna-se cada vez mais importante para a visualização de dados e imagens. Já desde 1981 o Departamento de Física mostrou-se interessado no desenvolvimento de um terminal gráfico. Em 1983, foi concluído no Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE), o primeiro projeto de um terminal gráfico de baixo custo¹. Este terminal podia operar também como um terminal alfanumérico comum, mas não possuía capacidade de processamento local. Este projeto viabilizou a visualização das primeiras imagens tomográficas por RM, obtidas no DFCM/IFQSC.

Em 1986, o aparecimento de "chips" VLSI com processador e controlador integrados possibilitou o projeto de um sistema gráfico interativo. O objetivo principal deste projeto, assunto desta tese, foi desenvolver um sistema capaz de ser empregado como console de visualização de imagens de ToRM.

As metas deste sistema gráfico foram, além de permitir a visualização das próprias imagens, criar um ambiente interativo capaz de determinar regiões de interesse para viabilizar a medição de distâncias, o cálculo de dados estatísticos, e a determinação de cortes ou planos oblíquos.

O trabalho dividiu-se assim no desenvolvimento de "hardware" - assunto desta tese - e o desenvolvimento do "software", trabalho que está sendo elaborado por Agma J. M. Traina

¹Prof. Dr. Carlos A. Ruggiero

A presente tese é dividida em sete capítulos.

No primeiro são apresentadas as noções fundamentais dos sistemas gráficos, introduzindo o leitor aos termos próprios da área.

No segundo capítulo são descritos os elementos que fazem parte de um sistema gráfico do ponto de vista do "hardware".

No terceiro capítulo é apresentada uma descrição geral do processador gráfico utilizado no projeto, o TMS34010.

No quarto capítulo é descrito o "hardware" do sistema gráfico.

No quinto capítulo é apresentada a descrição do "software" desenvolvido para teste do sistema gráfico.

No sexto capítulo é apresentada uma proposta para interligação de uma memória do tipo EPROM.

Símbolos e Convenções

- a) Palavras entre aspas que aparecem no texto, indicam termos em inglês, comumente utilizados em Eletrônica e Computação.
- b) Números seguidos por "H" ou iniciados com ">" são hexadecimais.
- c) No decorrer do texto é utilizada a convenção de lógica positiva, com o nível lógico baixo representado por "0", e o nível lógico alto por "1".
- d) No texto, todo sinal ativo baixo (ativo em "0"), é antecedido pelo símbolo "/".
- e) Nas figuras, todo sinal ativo baixo é representado por uma barra sobre o nome do sinal.
- f) No texto e nas figuras, as siglas MSB e LSB representam respectivamente, o bit mais significativo e o bit menos significativo da palavra.
- g) Os demais símbolos utilizados podem ser encontrados nas referências [1], [2], [3] e [4].

Capítulo I

Princípios Básicos para Visualização de Imagem em Tubos de Raios Catódicos

1.1 Introdução

Como já mencionado anteriormente, um sistema gráfico é um sistema que possibilita a visualização de uma imagem, e que, além disso, contém recursos para a realização de uma série de operações gráficas tais como: operações lógicas e aritmética entre imagens, "zoom", operações com janelas, alteração da cor da imagem, animação, etc.

Até recentemente o custo do "hardware" de sistemas gráficos era bastante elevado, e somente nos últimos anos, com a evolução da tecnologia dos monitores de vídeo, dos circuitos integrados, e com o aparecimento dos circuitos VLSI, houve uma redução na relação custo-desempenho dos sistemas gráficos, além da compactação física dos mesmos.

Na figura 1 é mostrada a representação em blocos de um sistema gráfico [5]. Nesta figura, o dispositivo gráfico representa o meio de comunicação entre o usuário do sistema gráfico e este sistema. O tipo de dispositivo gráfico define o "hardware" do sistema gráfico, e o que tem sido predominantemente utilizado é o dispositivo gráfico de vídeo. Diferentes tecnologias têm sido empregadas na implementação destes dispositivos, algumas das quais já consolidadas, como os monitores CRT ("Cathode Ray Tube"), enquanto outras encontram-se no início da fase comercial, como a tecnologia de plasma e a de laser. A descrição dos diversos tipos de dispositivos gráficos pode ser encontrada nas referências [5], [6],[7] e [8].

Atualmente, os monitores CRT ainda continuam sendo os mais utilizados para a visualização de imagens.

Na década de 50, o CRT era o único dispositivo capaz de converter os sinais elétricos do computador em imagens visíveis, em alta velocidade. Mas eram caros e de pequenas dimensões [7].

Com o avanço da tecnologia dos CRTs, foram sendo produzidos terminais cada vez mais eficientes para a visualização de imagens.

Entre os diversos tipos de monitores CRT que foram desenvolvidos, serão descritos dois em particular: os monitores vetoriais e os monitores por varredura. Estes últimos têm sido amplamente utilizados, devido à sua grande versatilidade e ao baixo custo em relação aos demais tipos.

Figura 1 - Modelo de um Sistema Gráfico

1.2 Monitores Vetoriais

Os monitores vetoriais ("vector display") foram desenvolvidos na década de 60. Estes monitores têm entradas X e Y, como no osciloscópio. Os sinais enviados para estas entradas movem o feixe de elétrons para um ponto proporcional à amplitude dos mesmos.

O nome atribuído aos mesmos, monitores vetoriais, é decorrente do fato de os sinais enviados a eles serem pares de pontos de tensão, e de o feixe desenhar um segmento de reta entre este ponto e o ponto desenhado anteriormente. A figura 2 ilustra a operação deste monitor. A figura é desenhada, movendo o feixe para o ponto inicial, ligando-o e defletindo-o continuamente entre os pontos finais das linhas para traçar o contorno da figura.

Um sistema gráfico típico para este tipo de monitor é mostrado na figura 3, e consiste de um processador, um controlador de vídeo, a memória de imagem e o monitor CRT.

O processador gera os pontos para o desenho de linhas ou caracteres, e armazena esta informação na memória de imagem, também denominada de "buffer" de refrescamento ou restauração.

O controlador de vídeo converte os valores digitais da memória, em valores analógicos, adequados para o deslocamento do feixe de elétrons no monitor CRT, e realiza esta operação de uma maneira cíclica. Isto é necessário porque a luz gerada no fósforo que recobre a tela do monitor CRT, decai. Para evitar cintilamento ("flicking"), o controlador deve repetir a varredura na memória pelo menos 30 vezes por segundo.

Este tipo de dispositivo pode representar imagens dinamicamente, estando, porém, sujeito ao problema de cintilamento, em decorrência do aumento de elementos a serem processados. São adequados para a visualização de retas e desenhos geométricos, mas têm capacidade limitada para preencher áreas, e não são adequados para a obtenção de muitas cores.

Figura 2 - Exemplo de uma figura mostrada num monitor vetorial.

Figura 3 - Exemplo de um sistema gráfico para monitor vetorial

1.3 Monitores por Varredura

Na década de 70 surgiram os monitores por varredura, que se baseiam na tecnologia da televisão. Nestes tipos de monitores, os sinais de deflexão horizontal e vertical são gerados de forma a mover o feixe no padrão de varredura ilustrado na figura 4.

A varredura ("raster") inicia-se no canto superior esquerdo da tela, e cada linha horizontal é varrida da esquerda para a direita. Após o fim de cada linha, o feixe de elétrons deve retornar à esquerda, a fim de iniciar a próxima linha, e isso decorre num intervalo de tempo denominado tempo de retraço horizontal. Situação semelhante ocorre quando o feixe desenha a última linha na tela e retorna para o seu início. Este tempo de retorno é denominado retraço vertical. Durante o tempo de retraço, horizontal ou vertical, o feixe de elétrons é desligado e o sinal de vídeo é dito apagado ("blanked"). Na figura 4, o tempo de retraço é representado por linhas pontilhadas.

Figura 4 - Padrão de Varredura.

Cada linha horizontal é constituída por pontos individuais denominados "pixels" ("picture element"). A varredura é então uma matriz bidimensional de "pixels" cobrindo toda a tela.

Cada "pixel" pode ser constituído por um ou mais bits, sendo que o número de bits do "pixel" define o número de tons de cinza, ou o número de cores. Assim para "pixels" de 4 bits, pode-se ter até 16 intensidades de cinza, ou 16 cores diferentes.

A resolução da tela do monitor é definida pelo número de linhas horizontais, o número de "pixels" por linha, e o número de bits por "pixels". Por exemplo, um monitor com resolução de 256x512x4, contem 256 linhas horizontais, 512 "pixels" por linha e 4 bits por "pixel".

Figura 5 - Exemplo de um sistema gráfico por varredura.

O diagrama em blocos simplificado de um sistema gráfico por varredura é mostrado na figura 5. Na memória é armazenado o mapa de bits, contendo pontos que mapeiam um a um os pontos da tela. O controlador lê estes dados e os converte no sinal de vídeo que alimentará o monitor. O controlador deve repetir esta operação pelo menos 30 vezes por segundo, para manter a figura estável na tela. O valor do "pixel" armazenado na memória pode representar diretamente a cor, ou pode representar o endereço de uma tabela de cores ("look-up table").

Estes monitores são adequados para mostrar sólidos e áreas que variam continuamente em intensidade na escala de cinza ou dentro de uma faixa de cores. A tabela de cores permite a fácil implementação das modificações de contraste.

A figura 6 mostra como uma imagem é desenhada a cada varredura horizontal. Nesta figura fica evidente a dificuldade deste tipo de sistema em representar retas contínuas, com inclinação diferente de 0, 45 graus, 90 graus, etc., em relação à horizontal. Este efeito é denominado de "aliasing".

Figura 6 - Exemplo de uma figura mostrada num monitor por varredura.

Outra desvantagem destes sistemas é que requerem memórias de grande capacidade, já que todos os pontos da tela devem estar armazenados. Na época de seu desenvolvimento, esta característica tornou-o um dispositivo caro. Mas, atualmente, com o progresso tecnológico na fabricação de memórias, o tamanho da imagem deixou de ser problema, em virtude da existência de memórias de maior capacidade e a um custo menor.

Em relação aos monitores vetoriais, a desvantagem destes sistemas, além da grande capacidade de memória requerida, é o tempo computacional necessário para realizar a atualização dinâmica de uma tela inteira. Por outro lado, o processo de refrescamento é independente da complexidade (número de linhas, etc) da imagem, e desta forma não há cintilação. Isto já não é verdade para os monitores vetoriais, nos quais ocorre cintilação, quando o número de primitivas (linhas, retângulos, etc) cresce muito.

No capítulo seguinte serão vistos com mais detalhes, os elementos que compõem um sistema gráfico por varredura.

Capítulo II

Hardware para Visualização de Imagens

2.1 Introdução

Como já mencionado no capítulo 1, o sistema gráfico por varredura usualmente contém um processador gráfico, memórias de imagem, um controlador para o refrescamento do monitor de vídeo, um circuito de saída para vídeo, que pode incluir "look-up tables", e um monitor de vídeo [9]. Este sistema pode comunicar-se com outros dispositivos através de um barramento. A figura 7 mostra uma configuração possível para um sistema gráfico que contém estes elementos. Nesta figura, a memória de imagem tem uma porta dedicada ao processador gráfico. Neste caso, a

Figura 7 - Diagrama em blocos de um sistema gráfico por varredura.

transferência de dados entre processador hospedeiro e memória de imagem é feita através do processador gráfico.

O processador gráfico deve ser capaz de calcular, de forma eficiente, diversos tipos de figuras como linhas retas e curvas, polígonos, caracteres; preencher áreas, e copiar ou combinar logicamente áreas de memória (função "raster op").

O controlador para o refrescamento do vídeo tem como principal função, gerar o endereço para a memória, ler os dados da mesma e convertê-los da forma paralela para a forma serial. Além disso, pode controlar funções como "pan" e janelas.

O circuito de saída para vídeo converte os dados provenientes do seu controlador em níveis de intensidade ou cores, e os passa para o monitor.

Como já visto no capítulo 1, a memória de imagem, também denominada de "frame buffer", memória de vídeo ou "bit map", contém uma matriz de valores que representam uma imagem. O tamanho da matriz (por exemplo 512X512) é denominado resolução da memória. Cada elemento da matriz ("pixel"), pode ser constituído por vários bits. A memória de vídeo pode então ser pensada como constituída por planos de bits, de forma que o número de planos seja igual ao número de bits do "pixel". Assim, uma matriz da memória cujos "pixels" sejam de 1 bit contém um plano de 1 bit. Uma memória cujos "pixels" sejam constituídos por 8 bits, contém 8 planos. O número de bits por "pixel", é denominado profundidade de "pixel" ou resolução da cor.

A memória de imagem é frequentemente de porta dupla ("dual ported"), ou de múltiplas portas ("multiported"), significando que a mesma tem dois ou mais caminhos de dados em sua entrada/saída, e que pode ser compartilhada pelos dois dispositivos. Assim, por exemplo, enquanto uma porta é acessada pelo processador gráfico, a outra é acessada pelo controlador de vídeo (figura 8).

Alguns sistemas "frame buffer" contêm memória suficiente para armazenar duas imagens completas, com a desejada profundidade de "pixel" e resolução. Para tal sistema é possível, para o controlador de vídeo, acessar e mostrar a memória 0, enquanto o processador grava uma nova imagem na memória 1. Quando a gravação da nova imagem é completada, o controlador de vídeo passa a acessar a memória 1,

enquanto o processador gráfico acessa a memória 0. Esta técnica é denominada "double buffering" ou ping-pong.

Nos próximos itens serão vistas as características principais dos elementos do sistema gráfico por varredura.

Figura 8 - Memória de Porta Dupla.

2.2 Terminologia para Monitores por Varredura

Nos sistemas gráficos por varredura, o controlador de vídeo deve acessar a memória de imagem dentro de um intervalo de tempo, definido pelas características do monitor de vídeo. É necessário, então, definir a terminologia e a temporização de vídeo.

Um monitor de vídeo convencional necessita de três sinais externos que serão aplicados ao controlador do CRT e à eletrônica associada a ele. Estes três sinais são: Sincronismo Horizontal (HSYNC), Vertical (VSYNC), e VÍDEO.

O propósito dos sinais de sincronismo não é iniciar ou parar o movimento da varredura, mas sim aumentar ou diminuir a duração desta, de forma a sincronizar a

informação a ser apresentada com o deslocamento do feixe de elétrons. O sinal VÍDEO modula a intensidade do feixe de elétrons.

Em alguns monitores CRT, existe uma única entrada denominada vídeo composto. O sinal de vídeo composto que deve ser aplicado a esta entrada é constituído por sinais HSYNC, VSYNC e VÍDEO. Estes monitores contêm internamente o circuito para a separação destes três sinais. A vantagem do sinal de vídeo composto é poder ser enviado através de um único cabo coaxial.

Nos monitores a cores há três entradas separadas para controle das cores primárias: vermelha (R), verde (G), e azul (B). Cada uma destas entradas é na verdade um sinal monocromático separado. A combinação destas três cores em diferentes intensidades gera as demais.

Há dois métodos utilizados para mostrar uma imagem nos monitores por varredura. No primeiro, denominado de vídeo não entrelaçado, todas as linhas da imagem são desenhadas na tela em sequência. Considerando a frequência de 60Hz como especificação usual para este modo, uma imagem completa é desenhada na tela 60 vezes por segundo.

No segundo modo, denominado vídeo entrelaçado, são desenhadas linhas pares alternadamente com linhas ímpares. Desta forma um "frame" completo será constituído pelo campo par e pelo campo ímpar, e a imagem completa será desenhada na taxa de 30 Hz, como ilustrado na figura 9. A desvantagem de se usar vídeo entrelaçado é a ocorrência de cintilação ("flicking"), particularmente para linhas horizontais que são desenhadas na tela somente 30 vezes por segundo. Este efeito é minimizado com o uso de fósforo de maior persistência na tela, mas por outro lado isto impede a manipulação dinâmica de imagens na tela. A vantagem deste método é a obtenção do dobro de linhas em relação ao outro método, sem ser necessário alterar as frequências da varredura horizontal ou vertical.

Outro recurso utilizado para aumentar o número de linhas horizontais, é a redução da frequência vertical, normalmente de 60 Hz para 45 Hz. O principal problema deste método consiste na inexistência de sincronismo entre a frequência vertical e a da rede além de o feixe de elétrons do CRT poder ser modulado ou

defletido por campos eletromagnéticos existentes no ambiente externo, tais como aqueles produzidos por transformadores de potência que estejam próximos. Escolhendo-se a frequência vertical idêntica à da rede, estas perturbações na imagem serão estáveis.

Figura 9 - Varredura para vídeo entrelaçado.

A taxa de refrescamento do monitor é o número de imagens completas ou "frames" desenhadas na tela, no tempo de um segundo, e é medida em frames por segundo. O tempo de um "frame" é o recíproco da taxa de refrescamento (figura 10).

Para se saber com que frequência a memória deve ser acessada, é essencial saber a frequência necessária ao envio do "pixel" ao vídeo. A figura 10 mostra a representação de todos os tempos de vídeo quando uma imagem está sendo mostrada na tela. Desta figura pode-se obter o tempo de um "pixel" como sendo:

$$\text{tempo do "pixel"} = \left[\left(\frac{1}{TR} \right) - RV \right] / NL - RH / NP$$

onde:

TR: Taxa de Refrescamento

RV: Retraço Vertical

NL: Número de Linhas visíveis por "frame"

RH: Retraço Horizontal

NP: Número de "Pixels" por linha

Figura 10 - Elementos da Temporização de um "Frame" do vídeo.

2.3 Memórias para Sistemas Gráficos

Dois parâmetros básicos caracterizam a performance de uma memória: o tempo de acesso e o de ciclo. O tempo de acesso é o tempo mínimo para os dados tornarem-se válidos nas saídas de dados da memória, após a mesma ter sido endereçada e selecionada. O tempo de ciclo é o tempo mínimo entre acessos sucessivos à mesma memória.

Atualmente, por considerações de custo, as memórias utilizadas em sistemas gráficos são as dinâmicas (DRAMs), já que as estáticas, além de serem mais caras,

têm capacidade menor quando comparadas às dinâmicas. Exceção ocorre em sistemas que requeiram memórias mais rápidas, e neste caso são usadas as RAMs estáticas (SRAM).

Dois problemas ocorrem com as memórias de imagem e estão relacionados entre si. O primeiro deve-se ao fato do processador não poder ter acesso irrestrito à memória de imagem, já que o controlador de vídeo também necessita buscar dados nesta memória para atualização da tela.

O segundo ocorre quando o tempo de ciclo da memória é maior que o de "pixel". Para ilustrar este problema, será considerado um "frame buffer" de 512x512x1, com taxa de refrescamento de 30 Hz, implementado com memórias DRAMs de 16Kx1, com tempo de ciclo de 400 ns. Para esse "frame buffer" são necessários 16 "chips" para armazenar toda a imagem. Como o tempo de ciclo da memória (400 ns) apresenta-se maior que o de "pixel" (100 ns), é incluído no controlador de refrescamento do vídeo um registrador de deslocamento paralelo/série, de 16 bits, que permite o carregamento simultâneo de um "pixel" de cada memória. Desta forma, os 16 "pixels" carregados em paralelo são transferidos serialmente para o circuito de saída de vídeo, no intervalo de tempo de 1600 ns. Este circuito permite que a memória possa ser acessada pelo processador por um tempo de 1200 ns, a cada 1600 ns, como é ilustrado na figura 11. Além disso o processador pode acessá-la durante o retraço horizontal e vertical.

A tabela I mostra que a porcentagem de ciclos de memória usada pelo controlador de refrescamento aumenta, quando são usadas memórias de capacidade maior, com ciclo de tempo de 400 ns e dados de 1 bit, sendo maior para a frequência de 60 Hz. Para memórias de 16Kx1, são necessários 16 "chips" para uma tela de 512x512, sendo 25% dos ciclos de memória usados para o refrescamento desta tela. Para memórias de 64Kx1, são necessários 4 "chips", e 100% dos ciclos de memória são usados para o refrescamento de uma tela de 512x512. Uma única memória de 256Kx1 poderia conter toda a imagem para essa resolução de tela; no entanto, torna-se inviável, em virtude de não poder ser acessada na taxa de vídeo requerida.

Assim, a memória de 64Kx1 passou a ser usada com frequência nos sistemas gráficos por varredura, na implementação do "frame buffer", devido ao fato de possuir maior capacidade de refrescamento da tela. Devido a isso é que diversas soluções foram propostas para memórias com esta organização (64Kx1), a fim de melhorar o acesso do processador a estas memórias de imagem.

Tabela I - Ciclos de Memória Usados pelo Controlador de Refrescamento de Vídeo.

(a) Tela de 512 x 512						
Tamanho Chip	No. Chips	Acesso por pix.	30 Hz pixel de 100 ns		60 Hz pixel de 45 ns	
			Tempo entre acessos VRC	% ciclos por VRC	Tempo entre acessos VRC	% ciclos por VRC
4Kx1	64	64	6400	12.5	2280	14
16Kx1	16	16	1600	25	675	64
64Kx1	4	4	400	100	180	*
256Kx1	1	1	100	*	45	*
(b) Tela de 1024x 1024						
Tamanho Chip	No. Chips	Acesso por pix.	30 Hz pixel de 100 ns		60 Hz pixel de 45 ns	
			Tempo entre acessos VRC	% ciclos por VRC	Tempo entre acessos VRC	% ciclos por VRC
4Kx1	256	256	6400	6	2560	16
16Kx1	64	64	1600	25	640	63
64Kx1	16	16	400	100	160	*
256Kx1	4	4	100	*	40	*

* A memória não pode ser acessada na taxa de vídeo requerida

Posteriormente surgiram memórias com tamanho de palavra maior. Estas memórias podem ser organizadas como múltiplos "pixels" por "chip", ou como múltiplos bits por "pixel", por "chip" (figura 12).

No caso de serem organizadas como "pixels" por chip, considerando que todas as memórias são acessadas simultaneamente, mais "pixels" serão lidos em cada ciclo

de memória. Desta forma a frequência de ciclos do controlador de vídeo à memória diminui, enquanto o acesso do processador às memórias aumenta. Isto é válido para memórias que tenham capacidade total de 64k bits. Projetos que utilizem chips organizados como 64Kx4, usam todos os ciclos para o controlador de refrescamento de vídeo. Por exemplo, para uma tela de 512x512, são necessários 4 "chips" de 16Kx4, e a cada ciclo de leitura são lidos 16 "pixels".

A desvantagem de se utilizar memórias com múltiplos "pixels" numa palavra, provém da impossibilidade de se endereçar "pixels" individuais na mesma.

No caso de sistemas com múltiplos bits por "pixel", ocorre situação semelhante. Um sistema com "chips" de 16x4 aumenta o acesso do processador às memórias.

Serão analisados a seguir, alguns métodos de acesso do controlador às memórias.

Figura 11 - Alocação de ciclos de memória no tempo de linha ativa, para controlador de refrescamento de vídeo (VRC) e o processador gráfico (DP); 16 DRAMS de 16Kx1; a resolução do sistema é 512 x 512, 30 Hz.

Figura 12 - DRAM com palavras longas.

2.3.1 Gravação Durante o Retraço

A maneira mais simples e econômica de implementar memória de imagem com DRAMs de 64Kx1 consiste em permitir o acesso do processador às memórias somente durante a ocorrência do retraço horizontal e vertical. Neste caso, o número de acessos executados pelo processador à memória dependerá da duração do ciclo de instrução do processador e da necessidade de ciclos de espera para a memória.

Para um sistema com resolução de tela de 512x512, e frequência vertical de 60Hz, a duração total dos retraços é de 4.83 ms em cada frame de 16.67ms, permitindo a ocorrência de até 12000 ciclos de "clock" de 400 ns durante o tempo de retraço.

2.3.2 Sistemas com "Double-Buffer"

Outra maneira de resolver o problema de contenção nas memórias, embora mais dispendiosa, caracteriza-se pelo uso do esquema com "double-buffer", onde uma área de memória é acessada pelo processador, para modificação da imagem, enquanto a

outra área é acessada pelo controlador de vídeo, o qual envia os dados para o monitor. Esse sistema possui custos mais elevados por necessitar duas vezes da quantidade de memória necessária para conter a imagem de uma tela; mas, por outro lado, permite uma transição suave entre imagens sucessivas, em aplicações onde se torna impossível a realização de modificações na imagem ou a gravação de uma nova imagem durante o retraço vertical.

"Double buffering" pode ser implementado de duas maneiras: separando o tamanho do "pixel" da memória disponível, de forma a reduzir a resolução da cor; ou mantendo o tamanho do "pixel" e reduzindo a resolução XY da memória.

Figura 13 - Técnicas de "Double Buffering".

Para exemplificar, um "frame buffer" com 512x512x16 pode ser tratado como dois bancos de 512x512x8. Nesse caso, o tamanho do "pixel" fica reduzido pela metade em cada banco, e o endereçamento de cada banco pode ser independente, ou deve haver uma habilitação de gravação para cada plano de bit. Este mesmo "frame buffer" pode ser tratado como quatro bancos de 256x256x8, onde cada quadrante pode ser mostrado separadamente, podendo-se usar para isso a função janela, ou pode deslocar-se de um quadrante a outro através da função "pan", como será explicado no item 2.3.4. A figura 13 ilustra as duas técnicas.

Se os dois "buffers" usam "chips" de memória separados, o controlador e o processador tem acesso completo às suas respectivas memórias. No entanto, se eles têm de compartilhar o mesmo "buffer", nenhuma melhora resulta no sistema.

2.3.3 Memórias de Resolução Variável

Nesses sistemas é possível selecionar o tipo de "double buffer": com redução da resolução da cor, ou da resolução XY. Como exemplo, uma memória pode ser alternadamente endereçada como 512x512x32 ou 1024x1024x8.

A resolução variável é obtida pela manipulação do "buffer" de vídeo. Um "buffer" que suporta um bit/"pixel" em 10ns/"pixel", pode também suportar quatro bits em 40ns/"pixel", e oito bits em 80 ns/"pixel". O controlador de refrescamento de vídeo formata os bits do "buffer" de vídeo em "pixels" de determinado número de bits, e os passa ao circuito de saída para vídeo, na taxa requerida pelo monitor de vídeo.

2.3.4 Memórias Gráficas

As memórias gráficas, também denominadas de RAMs para vídeo (VRAM), surgiram por volta de 1983, e foram projetadas para minimizar o conflito existente entre processador e controlador. A idéia foi de implementar uma memória de porta

dupla ("dual ported"), com um registrador interno suficientemente grande, de forma a conter os dados de pelo menos uma linha da tela, e que pudesse ser carregado num ciclo de memória. Com a memória de porta dupla, o problema do conflito entre processador e controlador ficaria reduzido.

Nas memórias VRAMs comerciais, o número de bits do registrador de deslocamento interno é igual ao de uma linha da matriz de memória. O registrador de deslocamento interno é carregado com uma linha da matriz de memória, endereçada externamente através de um ciclo de memória para registrador de deslocamento. Esta operação pode ocorrer durante o retraço horizontal.

A figura 14 ilustra o diagrama em blocos deste tipo de memória. Como se pode observar na figura, esta memória contém duas portas, onde uma opera como entrada/saída convencional de dados, enquanto a outra, como entrada/saída serial de dados para o registrador de deslocamento, podendo ambas ser acessadas simultaneamente, exceto durante o ciclo de memória para registrador de deslocamento. Após este ciclo, o "chip" comporta-se como dois dispositivos independentes; uma memória dinâmica na qual se pode realizar as operações convencionais de leitura e gravação, e um registrador de deslocamento que opera na

Figura 14 - Diagrama em blocos da memória VRAM.

frequência necessária para o refrescamento do monitor de vídeo.

Esse tipo de memória, além de minimizar o problema de contenção, dando ao processador um acesso quase que ilimitado às memórias, permitiu uma redução no circuito dos sistemas gráficos.

Uma das primeiras memórias deste tipo a ser desenvolvida foi a TMS4161, com ciclo de tempo de 260 ns, organizada como 64Kx1, e com registrador de deslocamento interno de 256x1. A frequência máxima do registrador de deslocamento é de 25 MHz, ou 40 ns. Para uma taxa de "pixel" mais elevada do que esta, torna-se necessário o uso de registradores de deslocamento externo. Com essas memórias, dependendo da resolução da tela, mais de uma linha de varredura pode ser desenhada entre ciclos de memória para registrador de deslocamento. Isso permite que o acesso do processador às memórias aumente significativamente, visto que, durante todo o tempo de desenho dos "pixels" na tela, o processador pode ter acesso às memórias.

Um problema a que estão sujeitas estas memórias refere-se ao recurso de "pan". O "pan" consiste no deslocamento da tela sobre uma memória de imagem que tenha dimensões maiores do que as da tela. O "pan" somente poderá ser realizado, se o conteúdo dos registradores de deslocamento for suficiente para desenhar mais de uma linha na tela. Isso ocorre devido ao fato de a lógica interna destas memórias, não permitir que seja carregado nos registradores de deslocamento parte de uma linha da matriz de memória e parte da linha seguinte.

Uma característica importante destas memórias é o recurso que as mesmas apresentam de transferir dados do registrador interno para qualquer linha da memória, em apenas um ciclo de memória. Este recurso torna possível estabelecer o conteúdo da memória para um valor único, ou uma cor de fundo, em apenas 256 ciclos de memória (aproximadamente 70 us), o que representa um tempo 256 vezes mais rápido que as memórias DRAMs padrões de 64K. Este recurso pode também ter outras aplicações, como por exemplo, a reordenação das linhas para facilitar o "display scrolling".

Com este tipo de memória foi reduzido o problema do conflito entre processador e controlador, mas não foi melhorado o tempo para se gravar dados.

Outras organizações de memória são então sugeridas na referência [5], para acelerar o processo de gravação de dados nas memórias. Numa das organizações sugeridas é usada uma palavra contendo uma máscara, onde cada bit da máscara está associado a um "chip" da memória, e tem a função de habilitar ou não a gravação de dados. A gravação é realizada em paralelo, de acordo com a máscara.

Outra organização sugerida refere-se a um sistema constituído por um processador que gere dados na forma matricial, e a memórias que aceitem dados na forma matricial em um único ciclo de gravação.

2.4 Processadores em Sistemas Gráficos

Os sistemas iniciais não continham processador dedicado, mas apenas o controle necessário para gerar os sinais de sincronismo para vídeo, e mostrar os dados que haviam sido armazenados nas memórias gráficas pelo processador mestre. As memórias existentes na época eram de 4Kx1 [9].

As primeiras funções gráficas a serem realizadas foram a geração de caracteres e a de vetores. Estas funções eram implementadas em hardware, com o processador mestre enviando os dados necessários e os sinais de controle para o "hardware" dedicado.

À medida em que as funções gráficas foram aumentando em número e complexidade, o "hardware" também foi tornando-se cada vez mais complexo.

Com o advento dos controladores gráficos, foi incluído num único "chip" o "hardware" para gerar os sinais de sincronismo para vídeo, e o hardware para implementar funções gráficas como retas, círculos e retângulos. Nos mais avançados, foram incluídos também os recursos para gerenciar a memória de imagem, e funções como "pan" e "zoom".

A partir de 1980 vários controladores tornaram-se disponíveis, mas nem todos podendo ser interligados diretamente com memórias como as DRAMs, necessitando para isto de lógica adicional. A vantagem destes controladores é a de poderem

executar as operações gráficas mais rapidamente do que o processador mestre. Porém, a desvantagem destes controladores reside no fato de além de necessitarem da intervenção frequente do processador mestre, para enviar os comandos e parâmetros, eles estão limitados apenas à execução das funções para as quais foram projetados. Assim, novos comandos não podem ser adicionados ao controlador, a não ser que seja construída uma nova versão do "chip". Outra limitação possível consiste em poderem operar com um ou poucos tamanhos de "pixels". Um exemplo de controlador gráfico pode ser encontrado na referência [10].

O passo seguinte foi utilizar um microprocessador de propósitos gerais para a realização das funções gráficas, de forma a gerar um novo "pixel" sem a intervenção do processador mestre, cabendo a este a função única de transferir dados e instruções para o microprocessador.

Conforme é explicado na referência [11], a vantagem encontrada no uso destes microprocessadores foi a de possibilitar a programação de tarefas de processamento gráfico, o que não era possível com os controladores gráficos. Mas por outro lado, a ausência de funções gráficas especializadas nestes processadores mostrou que não eram totalmente eficientes para aplicações gráficas. Embora alguns dos microprocessadores de 32 bits apresentassem o recurso de inserção e extração de campos na memória, parecendo úteis à manipulação de "pixels", verificou-se serem desapontadoramente lentos com relação ao tempo de execução. Mesmo os microprocessadores mais rápidos mostraram-se incapazes de suportar toda a gama de características de um sistema gráfico, incluindo o alinhamento de um "pixel" na memória, operações aritméticas sobre grupos de "pixels", translação de coordenadas X-Y, gerenciamento de janelas, mascaramento do plano de cores e controle de transparência; considerando-se que todas estas operações tinham de ser realizadas por "software". Outro problema fundamental encontrado foi o número relativamente pequeno de registradores existentes nestes microprocessadores. O "loop" interno dos algoritmos gráficos normalmente contém mais de 16 variáveis, e se o número de variáveis exceder o número de registradores, um tempo consideravelmente grande será gasto na transferência de dados entre registradores e memória. Para algumas

operações gráficas, a limitação de velocidade foi contornada utilizando-se a linguagem de máquina.

Com a introdução de processadores "bit-sliced", conseguiu-se taxas de 400 ns a 500 ns por "pixel", para o desenho de vetores. Melhor desempenho foi obtido com o uso de processadores "bit-sliced" e "hardware" de propósito especial, como nos sistemas utilizados para CAD/CAM, onde o processador "bit-sliced" foi utilizado para gerar dados ao hardware dedicado ao desenho de vetores". Obteve-se para estes sistemas taxas de 40 a 50 ns por "pixel".

Somente em 1986 é que surgiram os processadores gráficos.

O termo processador gráfico descreve um processador que tenha as seguintes características:

- . um conjunto de instruções que permitam a manipulação eficiente de "pixels", além de um conjunto de instruções para propósitos gerais;
- . ao invés de implementar o conjunto de funções gráficas de alto nível em "hardware", o conjunto de instruções deve incluir um conjunto de primitivas gráficas, que facilitem ao programador a construção eficiente de funções de alto nível, como por exemplo círculos, elipses e outras curvas;
- . deve possuir um grande número de registradores, que, juntamente com as primitivas gráficas, possibilitem a rápida execução de funções gráficas;
- . o conjunto de instruções deve incluir operações com matrizes de "pixels", tipicamente usadas para desenhar textos mapeados em bit no "frame buffer", operações lógicas e aritméticas, e suporte em "hardware" para o gerenciamento de janelas;
- . para propósito de portabilidade do "software", o conjunto de instruções deve permitir que as rotinas sejam escritas de forma independente da configuração da tela;
- . a arquitetura deve suportar diferentes tamanhos de "pixels", de "frame buffer" e de tela.
- . deve possibilitar a execução de linguagens de alto nível, como por exemplo a linguagem C;

- . deve operar de maneira autônoma, isto é, sem necessidade de um processador mestre ou hospedeiro, e, conseqüentemente, liberando o mesmo para outras tarefas;
- . deve ter facilidades para comunicação com diferentes processadores hospedeiros.

Os primeiros processadores gráficos a serem lançados no mercado em 1986 foram o TMS34010 (Texas Instruments) e o 82786 (Intel).

As referências [12], [13] e [14] mostram que, com relação aos recursos em "hardware", estes "chips" apresentam em comum, a inclusão de outros circuitos no mesmo, além do processador gráfico, com o objetivo de compactação do sistema gráfico. Estes outros circuitos incluem o controle para vídeo (no 82786 é um processador de vídeo), o controle para o refrescamento de memórias RAM dinâmicas, e um circuito para permitir o fácil interfaceamento com um processador hospedeiro. Em ambos os "chips", a arquitetura interna é de 32 bits, e apresentam facilidades para interligação com memórias VRAMs.

As diferenças entre ambos são muitas podendo-se destacar as seguintes:

a.) No 82786, o processador gráfico e o processador de vídeo podem endereçar somente 4 Mbytes de memória, enquanto no TMS34010, o processador gráfico pode endereçar até 128 Mbytes de memória.

b.) No 82786, o processador de vídeo, além de gerar os sinais de sincronismo para vídeo, pode organizar a tela em diferentes janelas, com cada janela contendo uma vista diferente da memória de imagem ou vistas de diferentes memórias de imagem. Desta forma, não é necessário copiar trechos de imagem das várias memórias de imagem, considerando-se a memória que seria a memória de vídeo, normalmente denominada como "frame buffer".

O TMS34010 não apresenta todas as facilidades do 82786 para organizar a tela em janelas, mas contém recursos para dividir a tela ao meio, mostrando partes de duas imagens diferentes, e para realizar o "pan" horizontal e vertical.

c.) Ambos processadores apresentam facilidades para manipulação de caracteres, mas os recursos utilizados por cada um são diferentes. No TMS34010,

além da instrução PixBlt, o endereçamento é a nível de bit, o que facilita o posicionamento dos caracteres em qualquer lugar na memória gráfica. O 82786 contém a instrução BitBlt e recursos adicionais para realizar a rotação de caracteres em 4 direções diferentes, desenhar caracteres subscritos e superescritos, e programar um cursor.

d.) O recurso de zoom, em ambos processadores, consiste em uma função de replicação. No 82786, o "zoom" pode ser feito tanto horizontalmente como verticalmente. Mas caso as memórias gráficas sejam constituídas por VRAMs, torna-se necessário um circuito externo, para realizar o "zoom" horizontalmente. No TMS34010, o "zoom" também pode ser feito horizontalmente e verticalmente, através da alteração dos parâmetros gráficos.

Em 1989, foi lançado um outro processador gráfico, o 8514 da IBM. A vantagem deste processador, em relação ao TMS34010 [11], está na existência de um grande número de aplicações disponíveis, com o sistema gráfico desenvolvido com o mesmo, o que não ocorre com o TMS34010. Para este último, as aplicações não estão bem definidas.

A crítica feita ao 8514/A refere-se ao fato de a IBM estar ocultando os seus dados técnicos chave, e ter comunicado que o "hardware" futuro pode sofrer modificações. Além disso, o projeto e desenvolvimento dos circuitos associados ao sistema com o 8514/A tem sido lento, por problemas de compatibilidade.

O TMS34010, nesse aspecto, encontra-se em vantagem, considerando-se sua disponibilidade no mercado há 3 anos, com boa aceitação, além de ter preço mais acessível.

2.5 Controlador de Refrescamento de Vídeo e Circuito de Saída para Vídeo

Fisicamente, todas as funções do circuito de saída para vídeo podem ser incorporadas ao projeto do controlador de vídeo. Assim considerando, as funções destes dois circuitos serão descritas conjuntamente, dentro do projeto do controlador.

As principais funções do controlador podem ser resumidas da seguinte maneira:

- a.) gerar os sinais de sincronismo para vídeo.
- b.) converter os dados provenientes da memória, em sinal de vídeo.

Normalmente, na conversão dos dados, utilizam-se conversores D/A, com o número de bits idêntico ao número de bits do "pixel", como mostram as figuras 15 e 16. Os "pixels" devem ser gerados pelo controlador, numa taxa determinada pela resolução e frequência de refrescamento do sistema.

Como mencionado no capítulo 1, a intensidade de cada "pixel" pode ser representada por 1, 2, 4, 8, ou mais bits. Um bit é suficiente para a representação de textos e figuras simples; pixels de 2 e 4 bits são úteis em aplicações que requeiram a visualização de áreas sólidas coloridas ou na escala de cinza, "pixels" com 8 bits ou mais são necessários para figuras de alta qualidade.

A escala de cinza consiste na representação de tons de cinza, iniciando pela cor preta e finalizando pela cor branca. O número de níveis de cinza normalmente é definido pelo tamanho do "pixel". Assim, um "pixel" com tamanho de 8 bits possibilita a obtenção de até 256 níveis de cinza.

Diferentes métodos podem ser utilizados para a atribuição de cores (ou representação na escala de cinza) a uma imagem ou figura. O método mais simples caracteriza-se por ser aquele onde o valor de cada "pixel" armazenado na memória representa a intensidade de cor, ou de cinza. A desvantagem deste método reside no fato de que qualquer modificação na intensidade de cor implica alteração do "frame buffer", e como, normalmente, em sistemas por varredura grandes "frame buffers" são necessários para conter toda a imagem, estas modificações necessitarão de um tempo de processamento razoável.

Outro método frequentemente utilizado, é a atribuição a cada "pixel" de um valor que representa um endereço de uma tabela de cores ("look-up table"). A vantagem desta técnica, em relação à anterior, é que a modificação das cores implica alteração somente da tabela de cores, mantendo o "frame buffer" inalterado.

A atribuição de múltiplos bits por "pixel" não se apresenta útil somente para representação de cores ou intensidade, mas também permite que o "frame buffer" seja

tratado como vários planos, cada um contendo uma imagem separada. Desta forma há possibilidade de se fazer diversas composições com os planos. Um plano pode ser usado para mostrar uma imagem estática, enquanto outro, exibe outra imagem ou símbolo que se deseja movimentar na tela. Em sistemas com animação, os vários objetos a serem movimentados podem ser colocados em planos separados. Um plano de um bit pode ser usado como máscara para selecionar certas regiões de outro plano que será mostrada na tela.

Figura 15 - Oito planos de memória e um conversor D/A de 8 bits para gerar 256 níveis de cinza.

Figura 16 - Dois planos de memória para cada cor primária, possibilitando a programação de 64 cores diferentes.

Capítulo III

O Processador Gráfico TMS34010

O Processador para Sistemas Gráficos (GSP) TMS34010 caracteriza-se por ser um processador de 32 bits, tecnologia CMOS, otimizado para sistemas gráficos, combinando as vantagens do processador para propósito geral com as do controlador gráfico.

As principais características deste processador serão apresentadas a seguir.

3.1 Arquitetura do GSP

A fig. 17 mostra o diagrama em blocos do TMS34010. Além do processador gráfico, foram incluídos neste "chip" os seguintes circuitos:

- . circuito para o refrescamento de memórias do tipo "RAM" dinâmica;
- . circuito para gerar os sinais de sincronismo para vídeo;
- . circuito para controle da atualização da tela;
- . circuito para facilitar a comunicação com um processador hospedeiro.

Além disso, o barramento para comunicação com o processador hospedeiro, o barramento para conexão de memórias "DRAMs" e "VRAMs", e o barramento para os sinais de vídeo são fisicamente separados. O processador opera independentemente do controlador de memória, a não ser que ocorra a solicitação de estados de espera

("wait states") por algum dispositivo externo.

A inclusão destes circuitos no "chip" do GSP possibilitou uma redução considerável do número de componentes necessários para o projeto de um sistema gráfico.

Figura 17 - Diagrama em Blocos do TMS34010.

A figura 18 ilustra o diagrama em blocos da arquitetura interna do GSP. Todos os registradores relacionados à unidade de execução, assim como o "barrel shifter" e a unidade lógica e aritmética, são de 32 bits.

O "barrel shifter" possibilita que operações de deslocamento ou rotação sejam realizadas em um único ciclo de máquina.

O registrador de "status" contém os bits de "status" de sinal, "carry", zero, "overflow", habilitação de interrupção, "status" da execução da instrução PIXBLT, e também especifica o comprimento e modos de extensão dos "fields" 0 e 1 (figura 19).

O arquivo de registradores A e B contém, cada um, 15 registradores de 32 bits para propósito geral, A0 - A14 e B0 - B14, respectivamente. Os registradores do arquivo B são também usados como operandos para as instruções gráficas.

O GSP contém 28 registradores de E/S, de 16 bits cada um. Estes registradores são divididos em 4 categorias, como ilustrado na figura 18 :

1. registradores dedicados ao controle dos sinais do barramento da memória local, em número de 7;
2. registradores para o controle do temporização de vídeo e da atualização da tela, em número de 14;
3. registradores para controle dos sinais do duto do processador hospedeiro, em número de 5;
4. registradores para controle das interrupções, em número de dois.

Figura 18 - Arquitetura Interna do TMS34010.

3.2 Endereçamento de Memória

Embora a capacidade total de endereçamento do TMS34010 seja de 512 Mbytes, é possível o endereçamento de somente 128 Mbytes de memória.

A figura 21 mostra o mapa de memória do GSP, que se encontra dividido em 3 regiões:

- a. vetores TRAP
- b. registradores de E/S
- c. uso geral

Figura 21 - Mapa de Memória do GSP.

No GSP, o endereçamento é feito a nível de bit, isto é, cada endereço de 32 bits aponta para um bit individual na memória.

A comunicação com a memória é feita através de um duto de dados de 16 bits, e a cada acesso à memória, o GSP lê ou grava uma palavra (16 bits). O endereço de

cada palavra tem os 4 LSBs idênticos a zero. Estes 4 LSBs são usados para o endereçamento dos bits da palavra.

Exemplo :

endereço	Memória	endereço de cada bit	
de memória		LSB	MSB
FFF00000H	1.º WORD	(FFF00000 até FFF0000F)	
FFF00010H	2.º WORD	(FFF00010 até FFF0001F)	
FFF00020H	3.º WORD	(FFF00020 até FFF0002F)	
;	;	;	;
FFF000E0H	15.º WORD	(FFF000E0 até FFF000EF)	
FFF000F0H	16.º WORD	(FFF000F0 até FFF000FF)	
FFF00100H	17.º WORD	(FFF00100 até FFF0010F)	

3.3 Paralelismo Interno

A figura 22 ilustra o fluxo interno de dados, associado à função do processador. A possibilidade de buscar instruções da "cache" em paralelo com o acesso de dados na memória melhora consideravelmente a velocidade de execução. Cada área de armazenamento de dados pode ser acessada independentemente uma da outra. Isto permite que o GSP execute as seguintes ações em paralelo:

- . um ciclo de memória externa.
- . duas buscas de instruções da cache
- . quatro leituras e duas gravações em registradores para propósito geral.

Figura 22 - Fluxo de Dados Interno do GSP.

3.4 Estruturas de Dados Suportadas Pelo "Hardware"

O GSP suporta as seguintes estruturas a nível de máquina: "fields", "bytes", "pixels" e matriz de "pixels". Estas estruturas serão definidas a seguir.

3.4.1. "Fields"

"Fields" são estruturas de dados configuráveis, cujo comprimento pode ser definido entre 1 e 32 bits.

No GSP dois "fields" podem ser definidos através da instrução SETF: "field 0" e "field 1". Um "field" pode iniciar e terminar em qualquer endereço de bit. Como

exemplo, será utilizado o seguinte trecho de programa:

```
SETF          6,0,1 ; configura o "field" 1 para 6 bits
MOVE          >0FFA85,A0,1 ; transfere para A0 os 6 bits ;que se
encontram armazenados a partir do endereço 0FFA85H.
```

Considerando que, antes da execução da instrução MOVE, o conteúdo do endereço 0FFA80H seja o seguinte :

endereço	dado
0FFA80H	57D9H

então, o endereço 0FFA85H aponta para o 6.o bit do dado 57D9H, e após a execução da instrução MOVE, o registrador A0 conterá o seguinte valor :

A0: 0000003EH

3.4.2 "Bytes"

"Byte" consiste num caso particular do "field", cujo comprimento é definido como sendo de 8 bits, com sinal estendido. Podem ser endereçados a partir de qualquer bit dentro da palavra.

3.4.3 "Pixels"

"Pixels" são estruturas de dados configuráveis, cujo comprimento pode ser programado para ser 1, 2, 4, 8 ou 16 bits. No caso do "pixel" ser menor do que 16 bits, a palavra contém dois ou mais "pixels".

No GSP, os "pixels" devem estar alinhados com a palavra, isto é, não podem ter parte de seu valor armazenado em uma palavra, e outra parte em palavra diferente. Para exemplificar, considerando o endereço FFF0A090H de uma palavra que contém 4 "pixels" de 4 bits, o endereço de cada "pixel" na palavra será:

1.o "pixel": FFF0A090H

2.o "pixel": FFF0A094H

3.o "pixel": FFF0A098H

4.o "pixel": FFF0A09CH

O tamanho do "pixel" deve ser definido através do registrador de E/S, denominado PSIZE, e cujo endereço é C0000150H. Exemplificando-se, pode-se usar o seguinte conjunto de instruções para estabelecer o tamanho do "pixel" para 4 bits:

SETF	16,0,0 ; "field" 0 é de 16 bits
MOVK	4,A0 ; o tamanho do "pixel" é armazenado em A0
MOVE	A0,0C0000150H,0 ; armazena o tamanho do "pixel" ; no registrador de E/S PSIZE.

3.4.3.1 Mapeamento de "Pixels" na Tela do Monitor de Vídeo

A informação de uma linha horizontal de "pixels" na tela, normalmente é armazenada em palavras consecutivas na memória. Os "pixels" de uma palavra são desenhados, iniciando por aquele que ocupa a posição menos significativa na palavra. O referido "pixel" aparece, então, na posição mais à esquerda na tela, enquanto o "pixel" que ocupa a posição mais significativa da palavra aparece na posição mais à direita (fig. 23). Desta forma, para se desenhar um caracter na tela, este deve ser desenhado de forma invertida na memória, como ilustrado a seguir para o caracter L:

letra: .byte 00000011B
 .byte 00000011B
 .byte 00000011B
 .byte 00000011B
 .byte 00111111B

Figura 23 - Mapeamento de "Pixels" na Tela do Monitor de Vídeo.

3.4.3.2 Métodos de Endereçamento de "Pixels"

O GSP permite que um "pixel" seja identificado pelo seu endereço de memória, ou em termos de suas coordenadas XY na tela. Estes dois métodos denominam-se respectivamente endereçamento linear e endereçamento XY.

No endereçamento XY, o endereço é armazenado em um registrador de 32 bits para propósito geral, e as componentes X e Y são tratadas como inteiro de 16 bits com sinal. A componente X ocupa os 16 LSB's do registrador, como pode ser observado na figura 24.

Figura 24 - Endereçamento do "Pixel" em Termos das Coordenadas XY.

O GSP contém um conjunto de instruções gráficas dedicadas ao modo de endereçamento XY. Essas instruções encontram-se descritas no item 3.6.

A vantagem deste modo de endereçamento refere-se à independência do software em relação à configuração da tela. No entanto, faz-se interessante ressaltar que a transferência de uma imagem, de uma configuração de tela a outra, pode implicar alteração de seu tamanho. Para exemplificar, transferindo-se uma imagem de uma configuração de tela menor (por ex. 512 "pixels", 256 linhas, 4 bits/"pixel") para outra maior (por ex. 1024 "pixels", 256 linhas, 4 bits/"pixel"), ter-se-á uma redução no tamanho da imagem, na direção X, e, além disso, o "offset" terá de ser ajustado.

3.4.3.3 Origem da Tela

Ao se usar o modo de endereçamento XY, a origem pode ser selecionada no canto superior esquerdo da tela, ou no canto inferior esquerdo da tela. A posição da

origem é controlada pelo bit ORG do registrador de E/S, DPYCTL. A figura 25 ilustra os dois modos em que pode ser configurada a origem.

Figura 25 - Origem Configurável da Tela.

3.4.3.4 "Display pitch"

O termo "diplay pitch" refere-se à diferença entre os endereços de memória de dois "pixels" situados em posições adjacentes verticalmente. Pode-se também pensar no "diplay pitch" como o número de palavras da memória de vídeo que contém os "pixels" de uma linha do monitor de vídeo. Observe que, quanto maior o tamanho do "pixel", maior número de palavras será necessário para armazenar os "pixels" de uma linha, e conseqüentemente, maior será o "display pitch".

Para o caso de endereçamento XY de "pixels" na tela, o "display pitch" deve ser uma potência de dois. O endereçamento linear impõe poucas restrições, e em particular, o "display pitch" pode ser qualquer valor múltiplo de 16, isto é, com os 4

LSB's iguais a zero.

Para uma matriz de "pixels", o "pitch" é definido como a diferença entre os endereços de memória de dois "pixels" adjacentes verticalmente.

O cálculo do "pitch" pode ser feito pela expressão:

$$\text{"pitch"} = (\text{n.o de "pixels" na linha}) * (\text{n.o de bits/"pixel"})$$

Exemplo:

$$\text{n.o de "pixels"/linha} = 512$$

$$\text{n.o de bits/"pixels"} = 8$$

$$\text{"pitch"} = 512 * 8 = 4096 = 1000H$$

3.4.3.5 Conversão Linear para XY

O GSP converte automaticamente um endereço XY para um endereço linear, para todas as instruções que usam endereçamento XY. Para isso, três parâmetros são utilizados:

- a. tamanho do "pixel", armazenado no registrador de E/S, PSIZE;
- b. fator de conversão do "pitch", armazenado nos registradores de E/S, CONVDP e CONVSP;
- c. o "offset", que define a origem XY, armazenado no registrador OFFSET.

3.4.4 Matriz Bidimensional de "pixels"

Matriz bidimensional de "pixels" são grupos retangulares de "pixels", que são manipulados usando-se instruções gráficas como a PIXBLT (transfere um bloco de

"pixels"), ou a FILL (preenche um bloco de "pixels" com uma cor). Utilizando-se uma única instrução PIXBLT, pode-se mover a matriz de uma área de memória para outra, podendo-se ainda combiná-la com outra, através de operações Booleanas ou aritméticas. Uma matriz de "pixels" é especificada em termos de sua altura, largura, "pitch", e endereço inicial. Se o endereço inicial for especificado como um endereço XY, a matriz será referida como uma matriz XY. Caso o endereço inicial seja especificado como um endereço linear, a matriz será referida como uma matriz linear.

O uso de uma matriz XY tem a vantagem de ser independente do endereço de memória, e de se poder usar os modos de verificação de janela do GSP, que só são permitidos com o modo de endereçamento XY. Porém, a desvantagem do formato XY reside na necessidade de o "pitch" ser uma potência de dois.

O formato linear tem a vantagem de o "pitch" não precisar ser uma potência de dois, permitindo, assim, uma grande variedade de organizações de memória.

3.5 Registradores do GSP

3.5.1 Registradores para Propósito Geral

Os 15 registradores do arquivo A e os 15 registradores do arquivo B podem ser usados para armazenamento e manipulação de dados. A figura 26 mostra esses dois conjuntos de registradores.

Os registradores do arquivo B podem assumir funções dedicadas de "hardware", no caso do uso de instruções gráficas. Essas funções serão descritas a seguir, usando-se como exemplo uma matriz bidimensional de "pixels", definida na memória de sistema a partir do "label" letra, com as seguintes características: 16 "pixels" por linha, 1 bit por "pixel" e 5 linhas. Considere que esta matriz será transferida para a memória de vídeo, durante a execução do programa, e que a configuração para o vídeo é a seguinte: 256 linhas, 512 "pixels" e 8 bits por "pixel".

letra:

```
.word 00000000000000011B
.word 00000000000000011B
.word 00000000000000011B
.word 00000000000000011B
.word 00000000000111111B
```

Figura 26 - Registradores dos Arquivos A e B.

B0(SADDR): contém o endereço linear ou XY da matriz fonte. Para o exemplo citado, este endereço é o "label" letra.

B1(SPTCH): contém o "pitch" da matriz fonte, que no caso vale 16 (16 "pixels", 1 bit por "pixel").

B2(DADDR): contém o endereço linear ou XY da memória de vídeo, a partir do qual a matriz será gravada.

B3(DPTCH): contém o "pitch" destino, que é o do vídeo, considerando-se o

exemplo citado tem valor 1000H ($512 \times 8 = 1000H$).

B4(OFFSET): contém o endereço linear do "offset", para a memória de vídeo.

B5(WSTART): contém o endereço inicial da janela ("pixel" menos significativo).

B6(WEND): contém o endereço final da janela ("pixel" mais significativo).

B7(DYDX): os 16 LSBs deste registrador especificam a largura (dimensão X) da matriz fonte, em termos de "pixels". Os 16 MSBs especificam a altura (dimensão Y) da matriz fonte. Se $DY=0$ e $DX=0$, nenhum "pixel" é movido.

Considerando-se o exemplo citado, B7 contém o valor 00050010H.

B8(color 0): para o exemplo em questão, B8 contém uma cor especificada em 8 bits, que será atribuída aos bits "0" da matriz fonte, quando os mesmos forem transferidos para a memória de vídeo.

B9(color 1): para o exemplo, B9 contém uma cor especificada em 8 bits, que será atribuída aos bits "1" da matriz fonte.

B10 a B14 : são usados para armazenamento temporário de valores da instrução PIXBLT.

Todas as instruções de registrador para registrador (exceto MOVE RS,RD) requerem que ambos registradores sejam do mesmo arquivo.

3.5.2 Registradores de E/S

Estes registradores ocupam os endereços de >C0000000 até >C00001F0 (figura 27). Podem ser diretamente acessados pelo GSP, como também podem ser acessados pelo processador hospedeiro, através dos registradores dedicados à comunicação com o hospedeiro.

Quando um registrador de E/S é acessado, o ciclo de memória é alterado, de forma que, o endereço da linha é gerado, mas o endereço da coluna é inibido.

Será apresentada a seguir uma breve descrição dos registradores de E/S.

ENDEREÇO	REGISTRADOR	
>0000 01F0	REFCNT	DRAM REFRESH COUNT
>0000 01E0	DPYADR	DISPLAY ADDRESS
>0000 01D0	VCOUNT	VERTICAL COUNT
>0000 01C0	HCOUNT	HORIZONTAL COUNT
>0000 01B0	DPYTAP	DISPLAY TAP POINT
>0000 01A0	↑	
>0000 0190	RESERVED	
>0000 0180	↓	
>0000 0170		
>0000 0160	PMASK	PLANE MASK
>0000 0150	PSIZE	PIXEL SIZE
>0000 0140	CONVDP	CONVERSION (DESTINATION PITCH)
>0000 0130	CONVSP	CONVERSION (SOURCE PITCH)
>0000 0120	INTPEND	INTERRUPT PENDING
>0000 0110	INTENB	INTERRUPT ENABLE
>0000 0100	HSTCTLH	HOST CONTROL (8 MSB'S)
>0000 00F0	HSTCTLL	HOST CONTROL (8 LSB'S)
>0000 00E0	HSTADRH	HOST ADDRESS (16 MSB'S)
>0000 00D0	HSTADRL	HOST ADDRESS (16 LSB'S)
>0000 00C0	HSTDATA	HOST DATA
>0000 00B0	CONTROL	CONTROL
>0000 00A0	DPYINT	DISPLAY INTERRUPT
>0000 0090	DPYSTRT	DISPLAY START
>0000 0080	DPYCTL	DISPLAY CONTROL
>0000 0070	VTOTAL	VIDEO TOTAL
>0000 0060	VSBLNK	VERTICAL START BLANK
>0000 0050	VEBLNK	VERTICAL END BLANK
>0000 0040	VESYNC	VERTICAL END SYNC
>0000 0030	HTOTAL	HORIZONTAL TOTAL
>0000 0020	HSBLNK	HORIZONTAL START BLANK
>0000 0010	HEBLNK	HORIZONTAL END BLANK
>0000 0000	HESYNC	HORIZONTAL END SYNC

Figura 27 - Registradores de E/S.

3.5.2.1 Registradores Dedicados à Comunicação com o Processador Hospedeiro

Os cinco seguintes registradores de E/S são dedicados à comunicação com o hospedeiro :

- HSTADRH: contém os 16 MSBs de um ponteiro de endereço de 32 bits, usado pelo processador hospedeiro para acessar indiretamente a

memória local do TMS34010.

- b. HSTADRL: contém os 16 LSBs do ponteiro de endereço de 32 bits.
- c. HSTCTL : contém 7 bits programáveis, que controlam as funções de comunicação com o hospedeiro.
- d. HSTCTLH: contém 8 bits programáveis, que controlam as funções de comunicação com o hospedeiro.
- e. HSTDATA: contém o dado que será gravado na memória local, ou o dado lido da memória local.

Estes registradores são mapeados em 4 posições consecutivas de 16 bits, no espaço de endereço de memória ou de E/S do hospedeiro. Neste caso, os registradores HSTCTL e HSTCTLH são acessados pelo hospedeiro, como os 8 LSBs e os 8 MSBs respectivamente, de uma única posição de memória.

As seguintes operações podem ser realizadas através destes registradores:

- . transferência de grandes blocos de dados entre hospedeiro e memória local do GSP;
- . transferência de blocos de comandos do hospedeiro para o GSP;
- . "halt" do GSP, através do hospedeiro, para o carregamento de um novo programa a ser executado;
- . leitura de blocos de dados gráficos gerados pelo GSP;
- . recebimento de pedidos de interrupção solicitados pelo hospedeiro.

3.5.2.2 Registradores Dedicados ao Controle da Memória Local

Os seis registradores seguintes são dedicados ao controle da memória local do GSP:

- a. CONTROL : contém vários parâmetros para controle da operação da memória local, tais como: operação de refrescamento, cache, janelas, operações lógicas e

aritméticas, etc.

- b. CONVDP : fator de conversão do "pitch" destino.
- c. CONVSP : fator de conversão do "pitch" fonte.
- d. PMASK : seletivamente, habilita ou não os vários planos da imagem, para "pixel" constituído por varios bits.
- e. PSIZE : contém o tamanho do "pixel" .
- f. REFCNT : contador para controle do refrescamento de memórias dinâmicas.

3.5.2.3 Registradores Dedicados à Interrupção

Dois registradores de E/S monitoram e mascaram pedidos de interrupções internas e externas no TMS34010:

- a. INTENB : contém as máscaras para habilitar ou desabilitar as interrupções.
- b. INTPEND: indica quais pedidos de interrupções encontram-se pendentes.

3.5.2.4 Registradores Dedicados ao Controle do Vídeo

O GSP contém 15 registradores de E/S, dedicados à geração dos sinais de sincronismo para vídeo e refrescamento da tela. Através da programação dos registradores apropriados, torna-se possível seleccionar diferentes resoluções de tela, além de vídeo entrelaçado ou não entrelaçado.

O GSP suporta diretamente memórias do tipo VRAM, e gera os ciclos de memória para registradores de deslocamento, necessários para o refrescamento da tela de um monitor CRT.

O GSP pode opcionalmente ser programado para sincronizar com sinais de vídeo gerados externamente. Isto permite imagens gráficas criadas pelo GSP serem superpostas a imagens criadas externamente. Este modo de sincronismo pode também

ser usado para a temporização de vídeo de dois ou mais "chips " GSP, em um sistema com múltiplos GSP.

Será dada a seguir uma descrição resumida destes registradores:

- a. DPYSTRT: possibilita o controle automático dos ciclos de memória para registrador de deslocamento, necessários para o refrescamento da tela. Contém o endereço inicial de memória, a partir do qual será mostrada a imagem, e o número de linhas horizontais mostradas entre ciclos de memória para registrador de deslocamento.
- b. DPYADR: contador que gera o endereço das linhas e colunas da memória durante o ciclo de refrescamento da tela, e conta o número de linhas horizontais entre ciclos de memória para registrador de deslocamento.
- c. DPYCTL: contém diversos parâmetros para controle dos sinais de temporização do vídeo.
- d. DPYINT: especifica a próxima linha que causará uma solicitação de interrupção. Possibilita a divisão da tela ao meio, no sentido horizontal, para mostrar duas imagens diferentes.
- e. DPYTAP: gera um endereço para a VRAM, de forma a possibilitar o deslocamento de uma imagem na tela, no sentido horizontal, quando a imagem a ser visualizada for maior que a tela ("panning" horizontal).
- f. HCOUNT, HEBLNK, HESYNC, HSBLNK, HTOTAL : são registradores utilizados na geração do sinal de sincronismo horizontal para vídeo, /HSYNC.
- g. VCOUNT, VEBLNK, VESYNC, VSBLNK, VTOTAL : são registradores utilizados na geração do sinal de sincronismo vertical para vídeo, /VSYNC.

3.6 Instruções e Operações Gráficas

O conjunto de instruções do GSP é constituído por instruções para propósito geral e instruções gráficas. As instruções gráficas manipulam "pixels", acessados

através de seu endereço linear ou XY. Serão apresentadas a seguir as instruções e operações gráficas do GSP.

3.6.1 Instruções Gráficas

3.6.1.2 Instrução FILL

Esta instrução preenche uma matriz de "pixels" com o valor do "pixel" especificado no registrador COLOR1. A matriz pode ser definida no formato linear ou XY.

3.6.1.2 Instrução PIXBLT ("pixel block transfer")

O GSP contém um conjunto de instruções PIXBLT para manipulação de matrizes bidimensionais de bits ou "pixels".

Dois operandos devem ser especificados numa instrução PIXBLT, a matriz fonte e a matriz destino. Ambas devem ter a mesma largura e o mesmo comprimento, embora possam ter "pitches" diferentes.

Esta instrução combina cada "pixel" da matriz fonte com o "pixel" correspondente da matriz destino, utilizando as operações gráficas selecionadas previamente.

Algumas instruções PIXBLT permitem que qualquer canto da tela seja selecionado como localização inicial. Neste caso, a seleção do canto é feita pelos bits PBV e PBH do registrador CONTROL.

Com relação ao tempo de execução, tanto as instruções PIXBLT como as instruções FILL dependem do tamanho da matriz. Como isso poderia vir a causar atraso no atendimento de interrupções de alta prioridade, essas instruções verificam a ocorrência de interrupções a intervalos regulares durante sua execução.

3.6.1.3 Instrução PIXT

Esta instrução transfere "pixels" individuais de um registrador para uma posição de memória, de uma posição de memória para um registrador, ou de uma posição de memória para outra.

3.6.1.4 Instrução LINE

Esta instrução implementa o "loop" interno do algoritmo de Bresenham, para desenhar linhas. Pode ser usada juntamente com as operações gráficas.

3.6.1.5 Instrução DRAV

Esta instrução desenha um "pixel", e incrementa o endereço do "pixel", através de uma quantidade específica. É usada principalmente em algoritmos incrementais, para desenhar círculos, elipses, arcos e outras curvas. Pode ser usada com quaisquer das operações gráficas.

3.6.1.6 Instrução CPW

Esta instrução compara um ponto com os limites de uma janela, utilizando apenas um estado de máquina para comparar as coordenadas XY do ponto com todos os quatro cantos da janela. Permite detectar rapidamente se um ponto está dentro ou fora de uma janela retangular, ou se uma linha está completamente dentro ou fora de uma janela.

3.6.2 Operações Gráficas

3.6.2.1 Transparência

Transparência consiste em um mecanismo que permite a especificação de "pixels" de uma matriz como invisíveis. Isso torna-se útil quando se deseja mostrar na tela somente a figura definida numa matriz retangular de "pixels", e não todos os pontos da matriz. Para exemplificar, pode-se citar a matriz retangular de "pixels", utilizada anteriormente para definir a letra L. Para garantir que somente a letra L seja desenhada, usa-se o mecanismo da transparência, pois ele impede que os demais "pixels" da matriz retangular sejam desenhados.

A transparência torna-se ativa, fazendo-se o bit T do registrador CONTROL igual a um. Quando ativa, não altera o "pixel" destino, se o resultado das operações entre fonte e destino resultar num "pixel" de valor zero.

A operação de transparência não afeta a gravação de dados que não sejam "pixels".

3.6.2.2 Máscara de Planos do "Pixel"

O mascaramento de planos do "pixel" caracteriza-se por ser um mecanismo em "hardware", utilizado para proteger os bits que fazem parte do "pixel", permitindo a manipulação dos mesmos, como se a memória de vídeo fosse organizada em planos de bits (ou planos de cores). O número de planos é igual ao número de bits por "pixel". Assim, um sistema com "pixel" de 8 bits conterá 8 planos.

A programação da máscara é feita através do registrador de E/S, PMASK. Os "1's" na máscara especificam os "pixels" que são protegidos, enquanto que os "0's" especificam os "pixels" que podem ser modificados. Os "pixels" protegidos serão sempre lidos como zero, e não serão alterados durante a gravação.

Se o tamanho do "pixel" for menor do que 16 bits, a máscara deverá ser

replicada, de forma a preencher os 16 bits do registrador PMASK.

3.6.2.3 Operações para Processamento de "pixel"

As operações para processamento de "pixel" no TMS34010 incluem 16 operações Booleanas entre fonte e destino (E, OU, XOU e complemento), e 6 operações aritméticas envolvendo soma, subtração, valor máximo e mínimo. Uma determinada operação pode ser selecionada através do campo PPOP do registrador CONTROL.

As operações aritméticas consideram os "pixels" de 4, 8 ou 16 bits como inteiros em complemento de dois.

3.6.2.4 Operação de Expansão de Cor

O TMS34010 permite, através do uso das instruções PIXBLT B,XY e PIXBLT B,L , a realização da operação de expansão de cor. Nesta operação, a forma pode ser armazenada separadamente de atributos como cor e intensidade. A forma pode ser armazenada de maneira comprimida, como um mapa de bits (um bit por "pixel") contendo "1s" e "0s", numa memória que não seja a de vídeo.

A operação de expansão de cor adiciona cor à forma no momento em que a mesma for desenhada na memória de vídeo, usando-se a instrução PIXBLT B,XY ou a PIXBLT B,L. Neste caso, o registrador COLOR 0 contém a cor que será atribuída ao bit "0", enquanto que o registrador COLOR 1 contém a cor que será atribuída ao bit "1".

Este recurso possui utilidade na definição dos caracteres para texto, e em aplicações que gerem, dinamicamente, formas ou padrões. O benefício imediato deste recurso está na redução da área necessária para armazenar estes caracteres ou formas.

3.6.2.5 Operações com Janelas

Uma janela é uma região retangular da memória de vídeo, especificada em termos das coordenadas XY dos "pixels", em seus cantos extremos (mínimo X e Y, e máximo X e Y). Os "pixels" do canto são considerados como pertencentes à janela. As operações com janela apenas são possíveis com endereçamento XY; isto é, o endereço do "pixel" destino deve estar especificado no modo XY.

No TMS34010, o tamanho da janela é estabelecido pela programação dos registradores B5 e B6, e inclui-se suporte para verificação automática de janelas. Há 3 modos de verificação da janela. A seleção de um modo é feita através da programação de dois bits do campo W, do registrador CONTROL, podendo assumir os seguintes valores:

- a. W=0, a verificação de janela é desativada;
- b. W=1, é feito um pedido de interrupção, na tentativa de se gravar dentro da janela;
- c. W=2, é feito um pedido de interrupção, na tentativa de se gravar fora da janela;
- d. W=3, grava somente os "pixels" que estejam dentro da janela.

A solicitação de interrupção por violação da janela apenas será atendida se o bit IE do registrador de "status" e o bit WVE do registrador INTENB estiverem em "1".

Os modos de verificação da janela afetam somente a gravação de "pixels", realizada com as instruções gráficas (PIXBLT, FILL, LINE, DRAV e PIXT).

O TMS34010 contém recursos que permitem rapidamente detectar se um ponto está dentro ou fora de uma janela, e se uma linha encontra-se inteiramente dentro ou inteiramente fora de uma janela retangular. Linhas completamente fora podem ser rejeitadas, significando que não mais consumirão tempo de processamento. Essas condições são detectadas através da instrução CPW, que compara um ponto com os

cantos de uma janela.

Outra operação que ocorre frequentemente em ambientes com janelas, consiste no cálculo da região onde dois retângulos se interceptam. Essa operação é possível com as instruções PIXBLT e FILL. Baseado nos modos de verificação de janelas, um dos dois métodos seguintes podem ser selecionados para calcular a região de intersecção:

a. a matriz destino é recortada ("preclipped") numa janela retangular, antes que a instrução PIXBLT (ou FILL) inicie.

b. a intersecção da matriz destino com a janela retangular é calculada, mas os "pixels" não são transferidos.

3.6.3 Instruções para o Modo de Endereçamento XY

O TMS34010 possui um conjunto de instruções, que auxiliam as operações no modo XY. Estas instruções são as seguintes:

- .ADDXY RS,RD: adiciona registradores no modo XY
- .CMPXY RS,RD: compara as metades X e Y dos registradores
- .SUBXY RS,RD: subtrai registradores no modo XY
- .MOVX RS,RD: move somente a parte X do registrador
- .MOVY RS,RD: move somente a parte Y do registrador
- .CVXYL RS,RD: converte endereço XY para endereço linear

3.7 Interrupções, Traps e Reset

No TMS34010 há oito interrupções, incluindo "reset". Os endereços de memória de >FFFFFFC00 até >FFFFFFFFF contém os 32 vetores de endereço, usados durante interrupções, "traps" por software e "reset". Cada vetor é um endereço de 32 bits, que aponta para o início da rotina de interrupção. A tabela II e a figura 28 resumizam as

interrupções e suas prioridades.

A interrupção não mascarável e o "reset" não podem ser desativados.

Tabela II - Prioridade das Interrupções.

Interrup.	Prioridade	Externo/ Interno	DESCRIÇÃO
Reset	1	I	"reset" do "chip"; ocorre com a aplicação de "0" no pino reset
NMI	2	I	Interrupção não mascarável; gerada pelo processador hospedeiro.
HI	3	I	Interrupção do hospedeiro; gerada pelo processador hospedeiro
DI	4	I	Interrupção do vídeo; gerada pelo TMS34010
WV	5	I	Interrupção por violação de janela; gerada pelo TMS34010
INT1	6	E	Interrupções externas 1 e 2, gerada por dispositivos externos
INT2	7	E	
ILLOP	8	I	Interrupção causada por "opcode" ilegal; gerada pelo TMS34010

3.7.1 Registradores Dedicados à Interrupção

Os dois registradores seguintes são dedicados à interrupção:

- a. INTENB - contém as máscaras de habilitação para as interrupções INT1, INT2, HI, DI e WV.
- b. INTPEND - indica as interrupções mascaráveis pendentes, isto é, que ainda não foram atendidas.

Além destes registradores, existe um bit de habilitação global de interrupção, o bit IE do registrador de "STATUS". Quando IE é idêntico a zero, todas as interrupções são desativadas, independente da máscara programada no registrador INTENB. Quando IE é programado com "1", a máscara determinará se uma interrupção estará ou não ativa.

3.7.2 "Traps"

O TMS34010 suporta 32 "traps" por "software", numerados de 0 a 31. Estes "traps" comportam-se de maneira similar às interrupções, exceto que, um "trap" é iniciado quando a instrução TRAP for executada. O "trap" por "software" não pode ser desativado. As mesmas ações executadas para uma interrupção são executadas para o "trap". O "trap" 0, em particular, assemelha-se ao "reset" por "hardware", pelo fato de não salvar o PC e o ST na pilha, mas se diferencia do mesmo, por não colocar o GSP num estado inicial conhecido.

3.7.3 "Reset"

"Reset" coloca o TMS34010 num estado inicial conhecido. Ocorrerá quando um nível lógico "0" for aplicado no pino de entrada /RESET. Este nível deve ser mantido em "0" por um tempo mínimo de 40 períodos de clock local (LCLK1 e LCLK2), a fim

de assegurar que o estado inicial interno do TMS34010 seja estabelecido.

Enquanto a entrada /RESET for mantida ativa, todas as saídas permanecerão num estado conhecido e nenhum ciclo de refrescamento da tela, ou de memória DRAM ocorrerá.

Tabela III - Estados dos Pinos do GSP durante "Reset".

SAÍDA EM NÍVEL ALTO	SAÍDA EM NÍVEL BAIXO	PINOS EM ALTA IMPEDÂNCIA
DDOUT HRDY DEN LAL TR/QE RAS CAS W HINT	BLANK	HSYNC VSYNC HD0-HD15 LAD0-LAD15

A tabela III mostra o estado dos pinos do GSP durante "reset".

Imediatamente após "reset" e antes da execução da primeira instrução os registradores internos encontram-se no seguinte estado:

- . Os registradores do arquivo A e B não são inicializados;
- . O ST é inicializado para >00000010;
- . O PC contém um vetor de 32 bits, obtido do endereço de memória >FFFFFFE0;
- . Os registradores de E/S são zerados.

Imediatamente após a transição positiva de /RESET, o GSP executará 8 ciclos de memória /RAS - only, para levar as memórias VRAMs e DRAMs a seu estado inicial de operação. Estes ciclos são completados antes que qualquer acesso à memória do GSP seja permitido.

Na transição positiva do /RESET o GSP será configurado para um dos dois modos seguintes, dependendo do nível lógico do pino /HCS:

- a. modo "self-bootstrap" (/HCS=0): inicia a execução de instruções imediatamente após o reset ter sido completado.
- b. modo "host - present" (/HCS=1): o GSP é colocado em "halt", mantendo-se neste estado até que o processador hospedeiro instrua-o para iniciar a execução de um programa.

O modo "self-bootstrap" é usado em sistemas que contém uma memória não volátil, na qual se encontra armazenado o programa de inicialização do sistema. Assim, este tipo de sistema não necessariamente requer um processador hospedeiro.

O modo "host-present" considera que um processador hospedeiro encontra-se conectado ao GSP, através do duto dedicado ao hospedeiro. Isto permite que a memória local possa ser constituída somente de RAMs. Para que o GSP seja configurado para este modo, o sinal do pino /HCS deve estar em "1", na transição positiva do /RESET. Se isto ocorrer, a lógica interna do GSP força o bit HLT(halt) do registrador HSTCTL para "1", colocando o GSP em "halt". Enquanto o GSP permanece neste estado, o processador hospedeiro carrega o programa objeto na memória local do GSP, e estabelece os vetores de interrupção; só então permite ao GSP iniciar a execução do programa.

3.8 Temporização do Vídeo e Refrescamento da Tela

O TMS34010 gera os sinais de sincronismo horizontal (/HSYNC), sincronismo vertical (/VSYNC) e "blanking" (/BLANK), a partir do "clock" de entrada para vídeo (VCLK), que por sua vez deve ser derivado do "clock" do "pixel"("dot clock").

O GSP pode ser programado para uma grande variedade de resoluções de tela, e para vídeo entrelaçado ou não entrelaçado.

O TMS34010 gera automaticamente os ciclos de memória para registrador de deslocamento, destinados a VRAM, necessários para o refrescamento da tela do monitor de vídeo. Estes ciclos são referidos como ciclos de refrescamento de tela, e

ocorrem durante o retraço horizontal.

Cada ciclo de memória para registrador de deslocamento transfere dados de uma linha selecionada da memória VRAM para os registradores internos a VRAM. Estes dados são, então, deslocados serialmente para serem mostrados na tela.

Torna-se possível, também, configurar o GSP para executar os ciclos de memória para registrador de deslocamento e os ciclos de registrador de deslocamento para memória, sob controle do software. Este recurso facilita o apagamento quase instantâneo da tela.

3.8.1 Memória de Vídeo

A memória de vídeo, também denominada de memória de tela, caracteriza-se por ser a área de memória que mantém a imagem gráfica a ser mostrada na tela do monitor de vídeo. Esta memória é normalmente implementada com VRAMs. Durante um ciclo de refrescamento de tela, os registradores de deslocamento contêm a quantidade de "pixels" necessária para preencher pelo menos uma linha.

A largura da memória de tela é referida como "pitch" da tela, e tem a mesma definição de "pitch" vista anteriormente no item 3.4.3.4. O "pitch" da tela deve ser carregado no campo DUDATE do registrador DPYCTL, e representa a quantidade pela qual o endereço de refrescamento da tela deve ser incrementado após cada ciclo de refrescamento de tela.

O endereço do primeiro "pixel" a ser mostrado na tela é especificado no campo SRFADR do registrador DPYSTRT. Este endereço é gerado no início de cada "frame", e é incrementado (ou decrementado) pelo valor do campo DUDATE, no fim do primeiro ciclo de refrescamento de tela, apontando para a área de memória que contém os "pixels" da próxima linha. Este processo é repetido para cada linha.

3.8.2 Geração do Endereço de Refrescamento de Tela

Os seguintes registradores são utilizados na geração do endereço de refrescamento da tela:

- a. DPYSTRT - o campo SRFADR deste registrador contém o endereço inicial da imagem a ser mostrada, ou o endereço inicial do "frame".
- b. DPYADR - o campo SRSTRT deste registrador é carregado inicialmente com o valor do campo SRFADR do registrador DPYSTRT, e a cada ciclo de memória para registrador de deslocamento é incrementado pelo campo DUDATE do registrador DPYCTL.
- c. DPYCTL - contém três campos que afetam o endereço de refrescamento da tela. O campo DUDATE contém o "pitch" da tela. O bit ORG determina a origem da tela, e se o endereço de refrescamento da tela for decrementado ($ORG = 1$), ou incrementado ($ORG=0$). O bit NIL determina se o GSP é configurado para vídeo entrelaçado, ou não entrelaçado.
- d. DPYTAP - este registrador possibilita fazer "pan" em uma imagem com dimensões maiores do que as da tela. Durante o ciclo de refrescamento da tela, os bits menos significativos deste registrador geram os LSBs do endereço da coluna. Incrementando este valor resulta um "pan" à direita, e decrementando-o resulta um "pan" à esquerda. Os bits deste registrador que se superpõem aos do campo SRSTRT, são combinados logicamente.

3.9 Duto Dedicado ao Hospedeiro

O processador hospedeiro pode comunicar-se com o TMS34010, através de um barramento dedicado ao hospedeiro, que consiste de um duto de dados de 8/16 bits e

vários sinais de controle. O processador hospedeiro tem acesso a quatro registradores do GSP, os quais são mapeados no espaço de endereço de memória ou E/S do hospedeiro.

O hospedeiro pode realizar operações de leitura ou gravação na memória do GSP, indiretamente, através do autoincremento do endereço contido em registradores do GSP, a ele dedicados. Esta característica de autoincremento, permite a transferência eficiente de blocos de dados.

É possível também ao GSP e ao hospedeiro, solicitarem interrupção um ao outro. Há um pino dedicado ao pedido de interrupção do GSP para o hospedeiro.

Para que a transferência de blocos de dados, iniciada pelo hospedeiro, seja feita de forma mais eficiente, ele pode suspender a execução do programa do GSP, eliminando a contenção, com a memória local do GSP. Os ciclos de refrescamento da DRAM e os ciclos de refrescamento da tela continuam a ocorrer, enquanto o GSP for mantido em "halt".

3.9.1 Convenções de Endereçamento por "Byte"

O GSP pode ser programado para acomodar as convenções particulares de endereçamento por "byte" usadas pelo hospedeiro. Esta característica é importante, pois assegura a compatibilidade em "software" entre as versões de 8 e 16 bits do mesmo processador, tais como as do 8088 e 8086, ou as do 68008 e 68000. Isto é possível com o bit LBL do registrador HSTCTL. Pela programação conveniente deste bit, um hospedeiro que tenha um duto de dados de 8 bits, pode especificar a ordem em que os "bytes" serão enviados para o GSP.

3.9.2 Acesso Indireto à Memória Local

O hospedeiro acessa indiretamente a memória local do GSP pela leitura ou gravação de dados no registrador HSTDATA, onde o endereço de 32 bits é carregado pelo hospedeiro nos registradores HSTADRL e HSTADRH. Os 4 LSBs do HSTADRL são sempre forçados para "0" internamente, de forma que o endereço formado por HSTADRH e HSTADRL, sempre aponte para uma palavra. Desta forma o autoincremento é sempre de 16 bits.

Dois bits do registrador HSTCTL, controlam o autoincremento, o INCR, para leitura, e o INCW para gravação. Ambos ativam o autoincremento quando em "1".

O hospedeiro pode acessar indiretamente os registradores de E/S do GSP através do mesmo processo de leitura/gravação na memória local do GSP.

Uma observação importante é que não existe qualquer proteção em "hardware" para evitar que o GSP e o hospedeiro acessem simultaneamente os registradores HSTDATA, HSTADRL e HSTADRH. Desta forma o "software" deve ser escrito de maneira a evitar que isto ocorra.

3.9.3 Largura de Banda

Define-se largura de banda como o número de bits por segundo que podem ser transferidos através do barramento dedicado ao hospedeiro, durante a transferência de um bloco de dados de ou para a memória do GSP. O que se espera é que a máxima taxa de dados através do barramento dedicado ao hospedeiro, seja próxima da largura de banda da memória local do GSP. Por exemplo, considerando que a frequência externa do GSP seja de 50 MHz, e que a memória não necessite de estados de espera, se o "cycle time" desta memória for de 320 ns, então a largura de banda para esta memória será de 50 Mbits/segundo. O "access cycle time" para o hospedeiro será maior, devido a certos atrasos adicionais inerentes à operação da lógica interna do GSP dedicada ao hospedeiro, e conseqüentemente espera-se uma largura de banda menor.

A tabela IV mostra uma estimativa da largura de banda do barramento dedicado ao hospedeiro, em duas situações distintas: com GSP em "halt", e com o GSP em operação.

Tabela IV - Largura de Banda Estimada para a Interface do Hospedeiro.

Consideração	"Throughput" aproximado
GSP em "Halt", 50 MHz, sem estado de espera	$\frac{16 \text{ bits/transferência}}{400 \text{ ns/transferência}} = 40 \text{ Mbits/s}$
GSP em operação, 50 MHz, sem estado de espera	$\frac{16 \text{ bits/transferência}}{550 \text{ ns/transferência}} = 29 \text{ Mbits/s}$

3.10 Barramento da Memória Local

O barramento da memória local contém um duto tri-multiplexado em endereço/dados (figura 29). Os sinais de controle deste barramento permitem a conexão direta de VRAMs e DRAMs. No início de um ciclo de memória o endereço é gerado de forma multiplexada, com o endereço de linha seguido pelo endereço de coluna. O restante do ciclo é usado para a transferência de dados entre o TMS34010 e a memória.

A figura 30 ilustra o diagrama de tempo simplificado, onde LAD representa o duto multiplexado. O endereço da linha é válido antes e após a transição negativa de /RAS. O endereço da coluna não é válido na transição negativa de /CAS, mas é válido por um curto espaço de tempo que antecede e sucede a transição negativa do sinal /LAL. O endereço da coluna deve então ser armazenado na transição negativa de /LAL, através de um "latch" externo, de forma a se manter estável pelo tempo necessário para as memórias.

Três bits de "status" são gerados juntamente com os bits de endereços:

. /RF, indicando a ocorrência de ciclos de refrescamento de DRAMs;

Figura 29 - Multiplexação de Endereço e Dado no Duto LAD0-LAD15.

Figura 30 - Endereço da Linha e Coluna de um Ciclo de Memória.

- . /TR, ciclo de refrescamento da tela (memória para registrador de deslocamento da VRAM);
- . IAQ, indicando a ocorrência de ciclos de busca de instrução.

3.10.1 Ciclos da Memória Local do GSP

Os seguintes tipos de ciclos de memória são possíveis no TMS34010: leitura, gravação, registrador de deslocamento das VRAMs para memória, memória para registrador de deslocamento das VRAMs, ciclos de refrescamento da DRAM "CAS before /RAS" ou "/RAS only".

A título de exemplo serão vistos a seguir alguns ciclos de máquina da memória local do GSP. Os demais podem ser encontrados na referência [12].

Os ciclos de memória que serão apresentados, LCLK1 e LCLK2 são obtidos a partir de INCLK, e têm o período oito vezes maior que o do INCLK.

Dois ciclos do sinal LCLK1 são utilizados para o acesso à memória local. Considerando o INCLK de 40 MHz, isto resulta num ciclo de memória de 400 ns. No primeiro ciclo de LCLK1, é gerado o endereço da linha e o da coluna. O segundo é usado para entrada ou saída de dados no barramento.

3.10.1.1 Ciclo de Gravação da Memória Local

A figura 31 ilustra um ciclo de gravação em memória.

O sinal /DEN é normalmente usado em sistemas com grandes configurações de memórias, que necessitem de um "buffer" no duto de dados. Neste caso /DEN é usado para habilitar o "buffer" externo bidirecional, (por exemplo o 74AS245), enquanto DDOUT é usado como sinal de controle de direção do "buffer".

Os dados são válidos em ambas as bordas do sinal de /W, e desta forma os dispositivos externos podem armazenar o dado tanto na transição positiva, como na

transição negativa de /W .

O sinal LRDY é uma entrada do TMS34010, utilizada por dispositivos lentos, para solicitação de estados de espera.

O sinal /TR/QE, quando em nível alto, impede a habilitação dos "drivers" de leitura, das DRAMs e VRAMs

Figura 31 - Ciclo de Gravação em Memória.

3.10.1.2 Ciclo de Leitura da Memória Local

A figura 32 ilustra o ciclo de leitura da memória local.

O duto LAD0-LAD15 é forçado para o estado de alta impedância após o endereço das colunas. Os sinais /DEN e /TR/QE, tornam-se ambos ativos (em "0"), após /CAS tornar-se ativo, a fim de habilitar os "drivers" de saída das memórias DRAMs e VRAMs.

O dado da memória que é lido deve ser válido na metade de Q4, conforme é mostrado na figura 32.

Figura 32 - Ciclo de Leitura em Memória.

3.10.1.3 Ciclo de Memória para Registrador de Deslocamento

Este é um tipo de ciclo especial usado em sistemas com VRAMs. Neste ciclo, é transferido o conteúdo de uma linha selecionada da memória de vídeo para seus registradores de deslocamento internos. Este ciclo é referido como ciclo de refrescamento da tela.

Figura 33 - Ciclo de Memória para Registrador de Deslocamento.

Como se pode ver na figura 33, neste ciclo o sinal /TR/QE é mantido em nível lógico baixo, durante a transição negativa de /RAS, enquanto /W permanece em nível lógico alto. Durante este ciclo as saídas das VRAMs permanecem em alta impedância. A transição positiva de /TR/QE ocorre após a transição negativa de /CAS, mas antes da transição positiva de /RAS. Este ciclo possibilita a compatibilidade com uma grande variedade de VRAMs.

3.10.1.4 Ciclo de Leitura com Estados de Espera

Uma solicitação de estado de espera ocorre quando é aplicado um nível lógico baixo no pino LRDY do GSP, por memórias que necessitem de um ciclo com duração mais longa.

O GSP verifica a entrada LRDY no fim de Q1, conforme pode ser visto na figura 34. Se LRDY estiver em nível "0", o GSP irá inserir um estado adicional no ciclo de memória, denominado de estado de espera. Estes estados continuarão a ser inseridos até que a entrada LRDY, quando for verificada pelo GSP, esteja em nível "1".

Figura 34 - Ciclo de Leitura com um Estado de Espera.

3.10.2 Prioridade na Solicitação do Barramento da Memória

O controlador do circuito da memória local estabelece a prioridade mostrada na tabela V, para acesso à memória local.

Tabela V - Prioridade para Acessar a Memória.

Prioridade	ciclo de memória solicitado
1	solicitação do barramento por um dispositivo externo
2	ciclo de refrescamento da tela
3	ciclo de refrescamento da DRAM
4	ciclo de memória da CPU do GSP

A solicitação do barramento da memória local por outro dispositivo tem a prioridade mais alta (prioridade 1), e esta requisição é feita através do pino de entrada "hold". Após reconhecer este pedido, o GSP coloca o duto de endereço/dados e as saídas de controle em alta impedância. O dispositivo que solicitou o barramento não deve controlá-lo por um tempo muito longo, de forma a impedir que o GSP execute os ciclos de refrescamento da tela e das memória dinâmicas.

No caso do hospedeiro tentar um acesso indireto à memória do GSP, ele será bloqueado enquanto o dispositivo externo mantiver o controle do barramento. Se ocorrer nova tentativa de acesso pelo hospedeiro, o GSP enviará um sinal de "not ready" até que o dispositivo externo libere o barramento.

3.10.3 Mecanismos de Endereçamento

O GSP endereça memória através de um endereço lógico de 32 bits, onde cada endereço aponta para um bit na memória. A figura 35 ilustra a maneira como os bits são gerados para a memória física. Cada coluna, nesta figura, indica um pino do duto

de endereço/dado, LAD0 - LAD15, e o bit de endereço lógico correspondente a cada pino, durante as transições de /RAS e de /CAS.

		NÚMEROS DOS PINOS LAD															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Bits de endereço lógico do CSP	Na transição negativa de RAS	$\overline{RF}$	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
	Na transição negativa de CAS	$\overline{IAQ}$	TR	29	28	27	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4

Sinais de status do barramento
 $\overline{RF}$ - Ciclo de refrescamento da DRAM
 $\overline{IAQ}$ - Ciclo de aquisição de instrução
 $\overline{TR}$ - Ciclo de transferência para registrador de deslocamento

Figura 35 - Bits de Endereço Lógico Durante as Transições de /RAS e /CAS.

O modo de gerar os bits para o endereçamento de memória apresenta algumas características:

- a. Os dois bits MSBs de endereço lógico, bits 30 e 31, nunca são gerados.
- b. Os quatro LSBs do endereço lógico de 32 bits não são gerados externamente, mas são usados internamente na designação do "field" da palavra.
- c. Os bits de endereço dos pinos LAD0-LAD10, são gerados de uma maneira tal que, selecionando-se 8 entre estes pinos, para serem usados no endereçamento das memórias, o endereço lógico será sequencial. Isto elimina a necessidade de "multiplexers" externos.

3.10.4 Operação de Refrescamento

O GSP gera automaticamente ciclos de refrescamento para memórias dinâmicas, a intervalos regulares. O intervalo entre ciclos de refrescamento é programável, e o refrescamento pode ser desativado em sistemas que não o requeiram.

Há dois tipos de ciclos de refrescamento que podem ser escolhidos: "RAS - only" ou "CAS before RAS". Durante o ciclo "RAS-only" o GSP gera os 8 bits de endereço de linha, necessários para o refrescamento desta linha em particular.

Memórias dinâmicas que suportem o ciclo "CAS before RAS", contêm internamente um contador que gera o endereço da linha, necessário para o refrescamento.

Mas independentemente do tipo de ciclo selecionado, o GSP gera um endereço válido de linha, permitindo desta forma a implementação de um sistema híbrido, onde parte das memórias usem o ciclo "RAS-only" e outra parte use o ciclo "CAS before RAS".

O modo e a taxa de refrescamento podem ser selecionados pela programação dos bits RM e RR do registrador CONTROL. Para valores de RR de 00 e 01, os ciclos de refrescamento da memória dinâmica podem ocorrer a cada 32 e 64 períodos de clock, respectivamente. Para memórias dinâmicas com 256 linhas, e que requeiram o refrescamento de cada linha a cada 4 ms, o máximo período de refrescamento é de 15,625 microsegundos ($4 \text{ ms}/256$). A tabela VI mostra a taxa de refrescamento para alguns valores da frequência INCLK, e a figura 36 mostra o ciclo de refrescamento "RAS-only".

Figura 36 - Ciclo de Refrescamento "RAS-only".

Tabela VI - Exemplo de Taxas de Refrescamento para DRAMs

INCLK (MHz)	Período de Refrescamento (us)	
	RR=0	RR=01
50	5.12	10.24
40	6.40	12.80
33	7.75	15.51 *
16.5	15.51 *	---

* Atinge o limite de 15.625, requerido pelas DRAMs.

3.11 Temporização das Instruções

O formato geral de todas as instruções segue a convenção de que a primeira palavra de instrução contém o código de operação, e as palavras subsequentes contêm o dado, ou o endereço imediato.

Na descrição de cada instrução do TMS34010 há um campo designado como "machine states", que especifica o número de estados da CPU necessários para a execução da instrução. Este campo pode conter até três valores, que aparecem como segue:

Machine State: <cache hit> + (<hidden states>), <cache disable>

O primeiro valor (cache hit) representa o número de estados necessários para a execução da instrução com a "cache" ativa, considerando que o código de operação da instrução assim como os operandos encontram-se totalmente contidos na "cache".

O terceiro valor representa a situação onde a "cache" não se encontra ativa.

O segundo valor refere-se a ciclos de gravação que ocorrem em paralelo com o final de uma instrução que está sendo executada.

Para algumas instruções como a PIXBLT, MOVE, MOVEB, LINE e FILL, o número de estados não é especificado, pois depende dos valores dos operandos implicados na instrução e do alinhamento e tamanho do "field" especificado para a instrução. O tempo de execução destas instruções deve então ser calculado para cada caso em particular.

Além da "cache", o tempo de execução das instruções depende dos seguintes fatores:

- a. o número de estados de espera, se utilizados
- b. acesso à memória local pelo hospedeiro
- c. operações de refrescamento da tela
- d. operações de refrescamento da DRAM

e. solicitação do barramento por um dispositivo externo.

Para instruções gráficas como a FILL e PIXBLT, o tempo de execução é obtido pela adição do tempo de inicialização (tempo para realizar conversões XY, opções de janela e ajuste do canto), e o tempo para executar a transferência de dados para a memória.

Exemplos de cálculo são encontrados na referência [1].

3.12 Ferramentas para Desenvolvimento de Software

3.12.1 Introdução

O TMS34010 dispõe do seguinte conjunto de ferramentas para desenvolvimento de "software", e para auxiliar a depuração do "hardware" [3]:

- . Assembler
- . Archiver
- . Linker
- . Utilitário para conversão de código
- . Simulador
- . Compilador C
- . Loader SDBL

Além destes, há um programa de depuração disponível para PC, que pode ser utilizado para corrigir e refinar o "software" residente num sistema desenvolvido com o TMS34010, e interfaceado com um PC.

Essas ferramentas podem ser instaladas nos seguintes sistemas:

a) PCs

.TI-PC com MS-DOS

.IBM-PC com PC-DOS

b) VAX

.VMS (a partir da revisão 3,7)

.DEC Ultrix

.Sistema Unix V

As ferramentas da linguagem Montadora para o TMS34010, criam e usam arquivos-objeto que estejam em "Common Object File Format", ou COFF. O formato objeto COFF facilita a programação modular. Neste formato, os arquivos-objeto contêm blocos separados (denominados seções) de código e dado, que podem ser carregados em diferentes espaços de memória.

3.12.2 Assembler

O Assembler converte os arquivos-fonte em linguagem Montadora, para arquivos-objeto em linguagem de máquina. Os arquivos fonte podem conter instruções, diretivos do Assembler, e diretivos macro. Os diretivos do Assembler podem ser usados para controlar o formato da listagem fonte, o alinhamento dos dados, e para se definir as seções do código fonte.

3.12.3 Archiver

O Archiver permite a criação de bibliotecas. Pode-se por exemplo, criar uma biblioteca de macros, e neste caso, o Assembler pesquisa a biblioteca para buscar os macros que foram referenciados no arquivo fonte. Pode-se também criar uma biblioteca de arquivos objeto, e neste caso as referências externas serão buscadas na biblioteca durante a execução do Linker.

3.12.4 Linker

O Linker combina arquivos objeto num único módulo objeto executável. Quando cria o módulo executável, executa relocação e determina as referências externas. Os diretivos do Linker permitem que se combinem seções do arquivo objeto, símbolos para um endereço específico ou dentro de porções específicas da memória do TMS34010, e permitem definir ou redefinir símbolos globais.

3.12.5 Utilitário para Conversão de Código

A função deste utilitário é converter um arquivo objeto COFF, para o formato objeto hexadecimal da INTEL ou TEKTRONIX, pois a maioria dos programadores de EPROM não aceitam arquivos objeto COFF como entrada. O arquivo convertido pode então ser utilizado pelo programador de EPROM.

3.12.6 Simulador

O simulador é uma ferramenta de depuração que possibilita a simulação em "software" das funções em "hardware" do TMS34010, e com a resolução de tela

definida pelo usuário.

Seu principal objetivo é permitir uma simulação precisa do conjunto de instruções do TMS34010. É possível a simulação da cache, das interrupções, da interface do hospedeiro, e a simulação gráfica. Mas não é possível a simulação da temporização do vídeo, o refrescamento das memórias dinâmicas, e operações de registradores de deslocamento definidas pelos registradores de E/S.

O simulador mostra dois conjuntos separados de informação:

- a. o estado da máquina, contendo os valores dos registradores dos arquivos A e B (ou os de I/O), o valor do PC, SP, flags, do "status", o estado da cache, o tamanho do "pixel", etc, como é ilustrado na figura 37.
- b. o ambiente gráfico, que permite a visualização de figuras ou imagens.

O simulador contém um conjunto de comandos que possibilitam:

- . a alteração dos registradores e "flags", individualmente ou por bloco;
- . a alteração ou visualização do conteúdo de uma posição ou um bloco de memória;
- . estabelecer "breakpoints";
- . executar o programa passo a passo, ou por grupo de instruções, ou o programa completo;
- . modificar parâmetros como o tamanho do "pixel", o estado da cache, o tamanho do "field", etc, de forma a alterar o estado da máquina.

3.12.7 Programa de Depuração

Esta é uma outra ferramenta para se depurar o "software" em desenvolvimento, e deve ser utilizada com uma placa gráfica que contenha o TMS34010. É semelhante

ao Simulador, dotado de um conjunto de comandos semelhantes, diferenciando do mesmo por acessar realmente o GSP, permitindo então a programação da temporização do vídeo, o refrescamento das memórias dinâmicas e as operações de registrador de deslocamento.

GSP	Register and Machine Status		S/W Simulator	fs 16/32	PS= 0 PM=0000
				fe 0/0	w=off pp= S -> D
Reg File A		Reg File B			
A0 00000000	A8 00000000	B0 00000000	saddr	B8 00000000	color0
A1 00000000	A9 00000000	B1 00000000	sptch	B9 00000000	color1
A2 00000000	A10 00000000	B2 00000000	daddr	B10 00000000	temp_x
A3 00000000	A11 00000000	B3 00000000	dptch	B11 00000000	temp_y
A4 00000000	A12 00000000	B4 00000000	offset	B12 00000000	tempda
A5 00000000	A13 00000000	B5 00000000	wstart	B13 00000000	tempst
A6 00000000	A14 00000000	B6 00000000	wend	B14 00000000	tempct
A7 00000000	SP 00000000	B7 00000000	dydx		
Normal stop mode.		Cache miss.	Clk= 4		
st 00000010	NCZV=0000	ITPVH=00000	SP=00000000	Ctl=0000	
pc 00000000	0000 INVALID OP		;INVALID OP		
Command[0] HELP					

Figura 37: Estado da Máquina Mostrado pelo simulador

3.12.8 Loader SDBL

Este programa permite que um programa objeto seja carregado na memória local do GSP, através dos registradores da interface do hospedeiro.

Capítulo IV

Sistemas Desenvolvidos

Dois sistemas foram desenvolvidos baseados no processador gráfico TMS34010: um com 16 cores, e outro com 256 níveis de cinza, ambos contendo um "mouse".

O sistema com 16 cores foi inspirado nas notas de aplicações do fabricante [2], e foi implementado por não haver na época um sistema de desenvolvimento.

O objetivo do seu desenvolvimento foi a avaliação e teste não só da parte de "hardware", como também da parte de programação, utilizando como hospedeiro um microcomputador tipo PC/XT. Problemas relativos às equações das PALs foram detetados na documentação deste sistema.

Com base na experiência adquirida a partir do sistema com 16 cores, foi implementado o sistema com 256 níveis de cinza, contendo expansão da memória de sistema e de vídeo, e com a lógica de seleção realizada por PALs.

Estes dois sistemas serão descritos a seguir.

4.1 Sistema Gráfico com 16 Cores

O sistema com 16 cores é constituído pelos seguintes blocos, conforme ilustrado na figura 38:

- a) o processador gráfico TMS34010, que possui barramentos independentes para comunicação com um processador hospedeiro e com a memória local, além de gerar os sinais de sincronismo para vídeo;

- b) a memória de sistema, implementada com memórias RAM dinâmicas convencionais (DRAMs), para armazenamento do programa a ser executado;
- c) a memória de vídeo, constituída por memórias DRAMs específicas para aplicações de vídeo (VRAMs), para armazenamento das imagens que se deseja visualizar na tela do monitor de vídeo;
- d) uma interface serial para conexão de um "mouse";
- e) um circuito para controle da temporização de vídeo, que inclui os sinais de controle para as saídas seriais das VRAMs;
- f) uma interface para vídeo, que utiliza uma "Color Palette", um circuito integrado que contém uma tabela de cores endereçável pelos dados de entrada, e gera os 3 sinais de saída analógica para vídeo, para monitores CRT do tipo RGB.

Figura 38 - Diagrama em Blocos do Sistema Gráfico com 16 Cores

Este sistema apresenta as seguintes características:

- a) frequência externa do TMS34010: 20MHz;**
- b) frequência do pixel: 10MHz;**
- c) resolução da tela: 512 "pixels", 256 linhas, com "pixels" de 4 bits;**
- d) interface serial RS232-C: para conexão de um "mouse", com taxa de transmissão de 1200 Bauds, 1 bit "stop", sem paridade;**
- e) memória de sistema (DRAM): 128 Kbytes;**
- f) memória de vídeo (VRAM): 128 Kbytes.**

Cada um dos blocos do diagrama da figura 38, será explicado nos itens seguintes.

4.1.1 Descrição das Interfaces

4.1.1.1 Interface com o Processador Hospedeiro

Como processador hospedeiro foi utilizado um microcomputador tipo PC/XT. Neste microcomputador são gerados e armazenados os programas-fonte, bem como é feita sua compilação e depuração, e são armazenados os programas-objeto, dados e as imagens que se pretende visualizar.

A função do processador hospedeiro em relação ao "hardware" do sistema gráfico, é somente a transferência do programa objeto ou imagem, para a memória do sistema gráfico, já que este não contém memórias do tipo EPROM.

Como já visto anteriormente, o GSP contém um conjunto independente de sinais para interligação com um hospedeiro. A figura 39 mostra que o duto de dados dedicado ao hospedeiro, é conectado ao duto de dados do PC através de um "buffer" bidirecional (74ALS245), habilitado pelo sinal /HCS, e com a direção determinada pelo

Figura 39 - Interface com o Hospedeiro.

Figura 40 - Mapeamento dos Registradores Dedicados ao Hospedeiro

sinal /HREAD.

Como o duto de dados do PC é de 8 bits e o do GSP é de 16 bits, dois sinais do GSP, HUDS E HLDS, controlados pela linha de endereço A0 do PC, designam o "byte" mais e menos significativo acessado.

Os registradores do GSP para comunicação com o processador hospedeiro são mapeados no espaço de endereço do PC, como mostrado na figura 40. O registrador HSTCTL é acessado pelo processador hospedeiro como um único registrador de 16 bits, mas é acessado pelo GSP como dois registradores de E/S separados, HSTCTLH e HSTCTLH. As duas entradas HFS0 e HFS1, selecionam um entre estes quatro registradores. Na lógica de endereçamento destes registradores é utilizada uma PAL20L8, que também gera a maior parte dos sinais de controle para o GSP.

As equações programadas na PAL 20L10A foram obtidas do fabricante [2], e são apresentadas na figura 41. Essas equações definem o mapeamento dos registradores do GSP, no espaço de memória do PC, conforme figura 40. Assim, sempre que o processador do PC tiver acesso à memória, dentro da faixa de endereço que inicia em C7000H e termina em C7FFFH, um sinal de seleção do PC será gerado (/HCS), se DACK0 estiver em nível lógico alto, e se simultaneamente ocorrer uma das seguintes condições:

- . o sinal de leitura em memória, /MRD, estiver ativo em "0";
- . o sinal de gravação em memória, /MWR, estiver ativo em "0".

Nessas equações o sinal DACK0 indica uma operação em memória, ou uma operação DMA, e seu uso evita que os ciclos de refrescamento do PC afetem o sistema gráfico.

Como o sistema gráfico implementado não contém memórias do tipo EPROM, após a transição positiva do sinal RESET, o sinal /HCS é mantido em nível lógico alto, para que o GSP entre no modo "hospedeiro presente". Neste modo, como já visto anteriormente no capítulo 3, o GSP é levado automaticamente ao estado "halt", e se mantém neste estado até que o "hospedeiro", no caso o PC, desative o "halt", programando "0" no bit HLT do registrador de controle HSTCTL.

TITLE ADRESS DECOD FOR TMS34010 PATTERN DECODER REVISION A AUTHOR JAN S./LIRIO A. COMPANY IFQSC-DFCM-USP DATE 31/8/88
CHIP TMS PAL20L10 A19 A18 A17 A16 A15 A14 A13 A12 A11 A10 A9 GND A8 HCS DACKO HREAD HWRT HFS1 HFS0 MRD MWRT HRDY IOCHRDY VCC
EQUATIONS $\begin{aligned} /HCS = & A19*A18*/A17*/A16*/A15*A14*A13*A12*DACKO*/MWRT \\ & +A19*A18*/A17*/A16*/A15*A14*A13*A12*DACKO*/MRD \end{aligned}$ $\begin{aligned} /HFS1 = & A19*A18*/A17*/A16*/A15*A14*A13*A12*A11*A10*A9*/A8 \\ & +A19*A18*/A17*/A16*/A15*A14*A13*A12*A11*A10*A9*A8 \end{aligned}$ $\begin{aligned} /HFS0 = & A19*A18*/A17*/A16*/A15*A14*A13*A12*/A11 \\ & +A19*A18*/A17*/A16*/A15*A14*A13*A12*A11*/A10 \\ & +A19*A18*/A17*/A16*/A15*A14*A13*A12*A11*A10*/A9*/A8 \\ & +A19*A18*/A17*/A16*/A15*A14*A13*A12*A11*A10*A9*/A8 \end{aligned}$ $/HWRT = /MWRT$ $/HREAD = /MRD$ $IOCHRDY.TRST = VCC*/HRDY$ $/IOCHRDY = /HRDY$

Figura 41: Equações da PAL 20L10 para a Interface do Hospedeiro

Enquanto o GSP permanece em "halt", o PC transfere o programa objeto para a memória de sistema do GSP, através de um "software" que usa o seguinte procedimento:

- 1.) programa o registrador de controle HSTCTL para leitura e/ou gravacao;
- 2.) transfere o programa objeto para a memória de sistema do GSP, utilizando os registradores dedicados ao hospedeiro;
- 3.) grava o endereço inicial do programa no endereço de desvio da interrupção NMI;
- 4.) ativa a interrupção NMI e o modo de interrupção;

5.) desabilita o estado "halt".

A interrupção NMI tem a prioridade mais alta, não podendo ser desativada. Após a execução do procedimento 5, o GSP busca o endereço inicial do programa a ser executado, no endereço de desvio da interrupção NMI, armazena-o no contador de programa (PC), e inicia a execução do programa.

4.1.1.2 Interface para a Memória Local

Este sistema foi implementado com dois tipos de memória diferentes: memórias dinâmicas convencionais (DRAM) e memórias específicas para aplicações de vídeo (VRAM), como ilustrado na figura 42.

Figura 42 - Interface para a Memória Local

Os 128 Kbytes de DRAMs constituem a memória de sistema, sendo organizada como um banco de quatro DRAMs de 64Kx4. Os 128 Kbytes de VRAMs constituem a memória de vídeo ou "frame buffer", sendo também organizada como um banco de quatro VRAMs de 64Kx4.

A VRAM utilizada, TMS4461, contém internamente 4 registradores de deslocamento de 256 bits cada um, que podem operar numa frequência máxima de 25 MHz. Assim, os registradores de deslocamento do sistema de memória de vídeo implementado, permitem um valor máximo de 4096 bits por linha de varredura, sem a adição de registradores externos, e com a frequência de "pixel" limitada a 25 MHz. Desta forma, a resolução de tela em relação ao número de "pixels" por linha, pode ser organizada da maneira desejada, como por exemplo 1024 "pixels" de 4 "bits", ou 512 "pixels" de 8 bits, desde que não seja ultrapassado o limite em frequência, e o número máximo de bits dos registradores de deslocamento, estabelecidos pelo sistema de memória de vídeo.

O refrescamento destas memórias é realizado automaticamente pelo GSP. Após "reset", são executados oito ciclos de memória "RAS-ONLY", para leva-las aos seus estados iniciais, e em seguida os ciclos de refrescamento são executados automaticamente a cada 32 ciclos de "clock".

É importante salientar que, quando a entrada /RESET do GSP torna-se ativa, o refrescamento não é executado, e o conteúdo das memórias pode não ser válido após "reset".

Como já visto no item 3.10, no barramento tri-multiplexado LAD0-LAD15 é gerado o endereço da linha, seguido do endereço da coluna e finalmente os 16 bits de dados. A multiplexação é feita de forma tal que, sendo selecionado um grupo de 8 pinos LAD entre os pinos LAD0 - LAD10 (figura 43) para o endereçamento de memórias de 64K, sempre é gerado o endereço correto da linha e da coluna. Para DRAMs maiores que 64K, é necessário uma lógica adicional para multiplexar os bits de endereço restantes [2].

Figura 43 - Bits de Endereço no Duto Multiplexado LAD0 - LAD15.

No projeto em questão, foram utilizados os primeiros oito pinos, LAD0 - LAD7, para o endereçamento das memórias DRAMs e VRAMs. O "latch" (74ALS573) mostrado na figura 42, tem a função de armazenar o endereço da coluna durante a transição negativa do sinal LAL, já que este não é válido durante a transição negativa de /CAS.

O mapeamento das memórias e da interface serial é mostrado na figura 44.

Figura 44 - Mapeamento das Memórias e da Interface Serial.

É interessante lembrar aqui, que somente a quarta parte do espaço de endereço disponível do GSP é implementada externamente, pois os bits de endereço 30 e 31 não são gerados no duto multiplexado. Assim, externamente, a referência à posição FFFFFFFF0H será a mesma que a 3FFFFFFF0H, ou a 7FFFFFFF0H, ou a BFFFFFFF0H. Os bits 30 e 31 são irrelevantes externamente, mas internamente os registradores de E/S são mapeados em memória, e os 32 bits de endereço são usados.

A lógica de seleção das memórias é feita pela PAL 16L8, programada de acordo com as equações mostradas na figura 45.

<div>TITLE MEMORY CONTROL PATTERN DECODER REVISION B AUTHOR LIRIO A. COMPANY IFQSC-DFCM-USP DATE 31/8/88</div>
<div>CHIP TMS PAL16L8 A0 RESET RAS LCLK2 HSYNC VSYNC RF LA26 LA25 GND NC HLDS RESETL RAS0 RAS1 VALID CSYNC NC HUDS VCC</div>
<div>EQUATIONS /VALID = RAS*LCLK2 + /VALID*LA26*LA25*RAS0*RAS1 + /VALID*LA26*LA25*RAS0*RAS1 + /VALID*RF*RAS0*RAS1 /RAS0 = /VALID*RF/RAS + /RAS*/RAS0 + /VALID*LA26*LA25*/RAS /RAS1 = /VALID*RF/RAS + /RAS*/RAS1 + /VALID*LA26*LA25*/RAS /CSYNC = /HSYNC+ /VSYNC /HLDS = /A0 /HUDS = A0 /RESETL = RESET</div>

Figura 45 - Equações da PAL 16L8 para Seleção das Memórias - Sistema com 16 Cores.

A seleção da interface serial 8251A é feita por um circuito lógico, à parte.

Nas equações da figura 45, o sinal /VALID sempre é gerado no início de um ciclo de memória. Torna-se ativo, se o sinal /RAS do GSP não estiver ativo (em "1"), e com LCLK2 também em "1". Mantém-se ativo se durante a geração do endereço da linha, o bit /RF também o for, indicando que este será um ciclo de refrescamento de memória, ou se um dos bancos de memória for selecionado através dos bits de endereço da linha. É desabilitado assim que um dos sinais de seleção das memórias, /RAS0 ou /RAS1, tornar-se ativo.

O sinal /RAS0 seleciona a memória de vídeo. Torna-se ativo se /VALID e se /RF também estiverem, indicando um ciclo de refrescamento de memória, ou se /VALID estiver ativo e se a memória for selecionada através dos bits de endereço da linha especificados na equação. Mantém-se ativo enquanto o sinal /RAS, gerado pelo GSP se mantiver ativo.

O sinal /RAS1 seleciona a memória de sistema e é gerado de forma semelhante ao sinal /RAS0.

A figura 46, ilustra a geração destes sinais para os diversos tipos de ciclos de memória que podem ocorrer.

Com relação aos ciclos de refrescamento da tela, as saídas seriais das VRAMs são mantidas permanentemente habilitadas, já que existe um único banco de memória de vídeo.

Figura 46 - Diagrama de Tempo Ilustrando os Sinais de Seleção das Memórias, para o Sistema com 16 Cores

4.1.1.3 Circuito de Saída para Vídeo

Neste circuito foi usado uma "Color Pallete" (TMS34070), circuito integrado que contém uma tabela de cores endereçável pelos dados de entrada DA3-DA0 e DB3-DB0.

Este "chip" contém 3 canais de saída analógica para vídeo, para monitores CRT do tipo RGB, e opera numa frequência de até 36 MHz. Isto corresponde a uma resolução de tela de até 800 x 600 "pixels", com o monitor de vídeo no modo não entrelaçado, e frequência vertical de 60 Hz [15].

O TMS34070 suporta "frame buffers" com até 4 bits/"pixels", e permite a obtenção simultânea de até 16 cores diferentes, seleccionadas entre 4096 possíveis.

O diagrama em blocos simplificado da "Color Palette" é mostrado na figura 47. Internamente a tabela de cores deste "chip" contém 16 registradores de 14 bits, sendo 2 bits para atributo ("overlaying" e repetição de cor), e os demais para cores.

Figura 47 - Diagrama em Blocos da "Color Palette".

Os bits de cores são divididos em 3 grupos de 4 bits, sendo um grupo designado para a cor vermelha(R), outro para verde(G), e o último para azul(B). Os 12 bits para cor permitem que se tenha até 4096 cores diferentes. Cada "pixel" de 4 bits representa um ponteiro para um dos 16 registradores da tabela de cores. O conteúdo do registrador selecionado é utilizado para alimentar os conversores D/A internos ao TMS34070. Sendo cada conversor D/A de 4 bits, isto possibilita até 16 níveis de intensidade para cada cor, a vermelha (R), a verde (G) e a azul (B). A figura 48 mostra a correspondência de cada bit destes registradores com as entradas DA3-DA0 e DB3-DB0.

Toda a temporização interna da "Color Palette" é gerada pela entrada

DOTCLK. O período do sinal aplicado a essa entrada representa o tempo durante o qual um "pixel" é gerado para o monitor de vídeo. Este sinal é ainda dividido por 2 e aplicado à saída CLKOUT.

Figura 48 - Registrador da Tabela de Cores

O TMS34070 permite 4 modos diferentes de carregar a tabela de cores:

- a. Frame-Load: carrega a tabela armazenada na memória de vídeo, no início de cada "frame".
- b. Command-Load: carrega a tabela somente quando ocorrer um comando para carregar.
- c. Line-Load: carrega a tabela no início de cada linha de varredura.
- d. Dump: coloca o conteúdo da tabela na memória, durante a linha de varredura selecionada.

No sistema implementado, a "Color Palette" é conectada para operar no modo "frame load", com o sinal /VSYNC aplicado ao pino MODE, e com o pino DUMP em zero lógico. Desta forma, a tabela de cores é carregada a cada retraço vertical, com os dados armazenados na primeira linha horizontal da memória de vídeo.

O pino DATEN é conectado a um sinal derivado do /BLANK, que indica a ocorrência de retraço horizontal ou vertical, intervalo de tempo em que a entrada de dados na "Color Palette" é bloqueada.

O diagrama de tempo da figura 49 mostra o conjunto de sinais para a "Color Palette". Cada transição negativa na entrada MODE indica ao TMS34070 que

ocorrerá o carregamento da tabela de cores durante a próxima linha (linha 0). Esta transição negativa ocorre sempre no início do "frame buffer", e a linha que contém a tabela de cores é a primeira do "frame buffer". Esta linha não é exibida, é apagada.

Figura 49 - Diagrama de Tempo para a "Color Palette"

A figura 50 mostra o diagrama de tempo para a operação de carregamento da tabela de cores, com mais detalhes. A primeira transição positiva no pino DATEN, após a transição negativa no pino MODE, é interpretada como um sinal para o TMS34070 iniciar o carregamento da tabela de cores, a partir dos dados das entradas DA3-DA0 e DB3-DB0. O carregamento é completado após um total de 32 períodos de "clock", e os dados subsequentes, pertencentes à linha 0, são ignorados. O TMS34070 apaga o feixe do monitor durante toda a linha 0.

A próxima transição negativa de DATEN marca o fim da linha 0. O TMS34070 começa então a enviar os dados para o vídeo na próxima transição positiva de DATEN, o que marca o início da linha 1. Os dados das entradas DA3-DA0 e DB3-DB0 são armazenados a cada transição positiva de CLKOUT.

A figura 51 ilustra o diagrama de tempo para o início de cada linha ativa. Nesta figura pode-se observar que o primeiro "pixel" a ser mostrado na tela é aquele das entradas DA3-DA0, e que existe um atraso de 6 períodos de "clock" destas entradas

para as correspondentes transições nas saídas R, G e B. Para as entradas DB3-DB0, há um atraso adicional de meio período de "clock".

Figura 50 - Diagrama de Tempo para o Carregamento da Tabela de Cores

Figura 51 - Diagrama de Tempo para o Início da Linha Ativa

Os "pixels" são transferidos da VRAM para a "Color Palette" através de dois multiplexers (74ALS157), com os "pixels" pares aplicados a um dos multiplexers, e os ímpares a outro, como é ilustrado na figura 52. Os multiplexers são usados porque o duto de dados serial do "frame buffer" é organizado em 16 bits, e a "Color Palette" consegue armazenar somente 8 bits (dois "pixels" de 4 bits) de cada vez.

4.1.1.4 Circuito de Temporização de Vídeo

A função do circuito de temporização de vídeo é gerar os sinais de sincronismo para a "Color Palette", para os multiplexers e para as saídas seriais das memórias VRAMs. Estes sinais são gerados a partir do sinal INCLK de 20 MHz, do TMS34010, e a frequência dos mesmos é determinada pela resolução da tela escolhida.

A figura 52 mostra o diagrama lógico deste circuito, e a figura 53 mostra o diagrama de tempo.

Na figura 52 os flip-flops tipo D contidos no 74ALS74, são utilizados como divisores por 2.

A resolução de tela escolhida para este sistema foi de 256 linhas/512 "pixels", com 4 bits por "pixel", e com o monitor CRT no modo CGA. Na verdade somente 255 linhas são mostradas, já que a primeira linha da memória de vídeo é utilizada para armazenar os dados da "Color Palette". Com esta resolução de tela somente metade do "frame buffer" é ocupado, e desta forma a memória de vídeo pode conter até duas imagens.

Para se ter os 512 "pixels" por linha de varredura, a frequência de "pixel" deve ser de 10 MHz. Como a "Color Palette" consegue armazenar dois "pixels" a cada meio período do sinal aplicado à entrada /A/B dos multiplexers, o sinal destas entradas deve ser quatro vezes mais lento do que a frequência de "pixel", ou seja 2,5 MHz. As saídas seriais das memórias de vídeo por sua vez, liberam 4 "pixels" a cada período de "clock" serial. Assim a frequência do "clock" serial das memórias VRAMs deve ter o mesmo valor da frequência dos multiplexers, isto é, 2,5 MHz.

Na figura 52 a frequência de "pixel", 10 MHz, é obtida dividindo-se INCLK por

Figura 52 - Circuito Lógico para a Temporização do Vídeo.

2, e aplicando-se este sinal à entrada DOTCLK do TMS34070. A saída CLKOUT do TMS34070 tem a metade da frequência da entrada DOTCLK do TMS34070, isto é, 5 MHz e alimenta dois flip-flops tipo D, usados como divisores por 2. Um deles gera o sinal de 2,5 MHz para a entrada VCLK do TMS34010, e para os multiplexers. O outro flip-flop gera os sinais SCLKL e SCLKH para a entrada "clock" serial (SC) das memórias de vídeo. Estes sinais, SCLKL e SCLKH, embora com frequência idêntica (2,5 MHz), são complementares (figura 52).

Figura 53 - Diagrama de Tempo para o Circuito da Figura 52.

O uso de "clocks" complementares permite estabelecer a ordem em que os "pixels" serão transferidos para a "Color Palette", o que é extremamente importante pois, caso contrário a imagem poderá ser desenhada de uma forma completamente errada.

O sinal SCLKL é aplicado na entrada "clock" serial das memórias que contém os dois "pixels" menos significativos, enquanto que SCLKH é aplicado às memórias que contém os "pixels" mais significativos.

Outra alternativa ao uso de "clocks" complementares seria a utilização de um

único "clock", como por exemplo VCLK, mas tomando-se o cuidado de conectar os bits menos significativos às entradas DB0-DB3 dos multiplexers. Este é o modo usado no sistema gráfico SDB340 da TEXAS INSTRUMENTS.

Os sinais SCLKL e SCLKH devem ser inibidos durante o retraço horizontal e vertical, intervalo de tempo em que ocorrerá um ciclo de transferência de memória para registrador de deslocamento das VRAMs.

4.1.1.5 Interface Serial Para "Mouse"

Neste sistema foi implementada uma interface serial, para permitir a ligação de um "mouse" comercial para porta serial, tais como aqueles utilizados em microcomputadores do tipo PC.

O objetivo da instalação deste "mouse" foi o de permitir a interação do usuário com o sistema, quando da implantação do "software" definitivo¹, já que este "software" permitirá a seleção de operações através de menus.

O "mouse" comercial utilizado é eletromecânico, com 3 teclas de controle na parte superior, e com 2 sensores de movimento na parte inferior, como é mostrado na figura 54. Este "mouse" foi conectado a uma interface serial, usando-se o padrão de comunicação RS-232C, sem sinais de sincronismo, com o sinal CTS da interface serial ligado ao RTS.

As características de comunicação do "mouse" são as seguintes:

- .taxa de transmissão de dados: 1200 bauds
- .número de bits/caracter: 8 bits
- .sem paridade
- .número de bits stop: 1

¹ Em desenvolvimento por Agma J. M. Traina

Quando uma tecla de controle do "mouse" é acionada, um conjunto de 5 "bytes" é enviado à interface serial, sendo o primeiro um "byte" de controle, que indica qual tecla foi acionada, o segundo e o quarto "byte" indicam movimento na direção X, e o terceiro e o quinto "byte" indicam movimento na direção Y.

Quando os sensores de movimento são acionados, vários conjuntos de 5 "bytes" idênticos aos das teclas de controle são enviados. O código do primeiro "byte" será 87H, caso nenhuma tecla de controle tenha sido acionada simultaneamente.

A figura 54 mostra o conjunto de 5 "bytes" que o "mouse" transmite. O movimento para a direita na direção X, e para cima na direção Y é considerado positivo, e nas direções opostas a estas, negativo. Os valores negativos são enviados em complemento de 2. Os três bits menos significativos do "byte" de controle indicam qual tecla foi acionada.

Figura 54 - Informação Transmitida pelo "Mouse".

A figura 54 mostra também as seguintes especificações dos códigos de controle para cada tecla do "mouse":

- .87H : nenhuma tecla foi acionada
- .86H : tecla da esquerda
- .85H : tecla do meio
- .83H : tecla da direita

O circuito da interface serial desenvolvido para a conexão do "mouse", é mostrado na figura 55. Este circuito é constituído pela USART 8251A, pelos "line drivers" e "line receivers" e pela lógica para seleção do 8251A, geração de estados de espera e pedido de interrupção.

Na lógica de seleção do 8251A foram utilizados endereços diferentes para a leitura e gravação de dados e comandos, pois este "chip" tem sinais independentes para leitura e gravação, enquanto que o GSP gera um sinal único para leitura/gravação.

A tabela VII mostra os endereços correspondentes a cada tipo de operação no 8251A.

Tabela VII: Mapa de Endereços para a Interface Serial - Sistema com 16 Cores.

endereço	operação
0200 0000H	lê dado da 8251A
0200 1000H	lê status da 8251A
0220 0000H	grava dado na 8251A
0220 1000H	grava controle na 8251A
0400 0000H	ativa "reset"
0400 1000H	desabilita "reset"

Como o duto LAD0-LAD15 do GSP é tri-multiplexado, o "latch" 74LS373 é necessário para armazenar os sinais das linhas LAD utilizadas na lógica de seleção do 8251, durante a ocorrência do endereço da linha, quando ocorrer uma transição negativa do sinal /RAS.

O sinal LAL do GSP é utilizado juntamente com o /RAS na habilitação do

Figura 55 - Circuito da Interface Serial para o "Mouse".

"latch", para estender a duração do sinal de seleção do 8251, tornando-o compatível com a temporização deste circuito.

O diagrama de tempo da figura 56 ilustra a geração do sinal de seleção e do estado de espera do 8251A. O sinal de seleção do 8251A torna-se ativo com a aplicação dos níveis lógicos 0 e 1 às linhas LA26 e LA25 do GSP, e quando não estiver ocorrendo o refrescamento das memórias dinâmicas.

Figura 56 - Ciclo de Leitura no 8251

Lembrando novamente que como o duto LAD0-LAD15 do GSP é tri-multiplexado, os sinais /RD e /WR do 8251A, que indicam respectivamente as operações de leitura e gravação no 8251A, só podem tornar-se ativos durante a ocorrência de dados neste duto, para evitar conflito com os sinais de endereço.

Por este motivo, para ativar /WR é utilizada a linha de endereço LA21 e o sinal /WR do GSP, e para ativar /RD é utilizado /LA21 e o sinal /DEN do GSP.

O "reset" do 8251A foi implementado em "hardware", com um flip-flop tipo D, e com a duração programável por "software". Os endereços para habilitar e desabilitar o "reset" são mostrados na tabela VII.

O "reset" quando habilitado, deve permanecer ativo por pelo menos seis períodos de "clock" do 8251A, cuja frequência para o sistema implementado é de 2,5 MHz. No programa de inicialização da interface serial, este tempo é obtido através de um "loop" de atraso, após o qual o sinal de "reset" é desabilitado. A alteração da frequência de trabalho do TMS34010 implicará na modificação do "loop", de maneira tal que possa ser mantida sempre a mesma duração do tempo de "reset".

O "reset" foi assim implementado porque, estando a placa gráfica alimentada, e sendo necessário inicializar a interface novamente, a programação do modo de operação do 8251, será interpretado como programação de comando, e a 8251A irá funcionar de uma maneira completamente errônea. Isto acontece pelo fato do 8251A utilizar o mesmo endereço para a programação do modo e do comando.

O 8251A solicita uma interrupção ao GSP sempre que estiver pronto para receber do GSP o próximo dado a ser transmitido, ou quando receber um dado de um dispositivo externo. Para isso gera dois sinais, o TxRDY e o RxRDY.

O sinal TxRDY indica ao GSP que o 8251A está pronto para receber o próximo dado a ser transmitido, e vai para nível lógico zero quando o dado é gravado pelo GSP, na transição negativa do sinal de gravação, /WR.

O sinal RxRDY indica ao GSP que o 8251A contém um caracter que pode ser lido, e vai para nível lógico zero quando o caracter é lido pelo GSP.

A interrupção do GSP utilizada é a interrupção mascarável /LINT1.

A geração de um estado de espera para o 8251A foi necessária pelo fato da duração mínima do sinal de leitura ou gravação ser de 250 ns, e no GSP para a frequência externa de 20 MHz, a duração do sinal de gravação é menor do que 250 ns. A geração do estado de espera foi implementada com um flip-flop tipo D, utilizando-se o sinal de seleção do 8251A e o sinal LCLK2 do GSP, como é mostrado na figura 55.

4.1.2 Exemplos de Programação dos Registradores de E/S do GSP

4.1.2.1 Descrição dos Registradores de E/S

Como já visto anteriormente no capítulo 4, o TMS34010 tem 28 registradores de E/S que controlam e monitoram a memória local, a interrupção, a temporização de vídeo, o refrescamento da tela e as comunicações com o hospedeiro. Estes registradores devem então ser programados com valores adequados para a execução dessas funções.

Um exemplo de programação destes registradores será mostrado a seguir.

4.1.2.1.1 Registradores Dedicados ao Vídeo

Estes registradores destinam-se à geração dos sinais de sincronismo para um monitor de vídeo CRT: sincronismo horizontal (/HSYNC), sincronismo vertical (/VSYNC), e o sinal usado para desligar o feixe do CRT, durante o intervalo de retraço horizontal e vertical (/BLANK). O sinal /BLANK é uma composição dos sinais de "blanking" horizontal e vertical gerados internamente.

Este conjunto de três sinais são gerados a partir dos valores programados pelo usuário no conjunto de registradores de E/S, dedicados a estas funções.

A lógica interna para a geração destes sinais é alimentada pelo sinal de entrada do TMS34010, VCLK, cuja frequência, para o sistema implementado é de 2,5 MHz.

Estes registradores são divididos em dois grupos:

1.o) Registradores para a geração da temporização horizontal, os quais controlam a temporização do sinal /HSYNC, e o sinal de "blanking" horizontal interno:

HCOUNT - conta o número de períodos VCLK por linha de varredura horizontal.

HESYNC - especifica o ponto na linha horizontal no qual o sinal /HSYNC termina.

HEBLNK - especifica o ponto final do intervalo de "blanking" horizontal.

HSBLNK - especifica o ponto inicial do intervalo de "blanking" vertical.

HTOTAL - define o número de períodos VCLK permitidos por linha de varredura horizontal.

2.o) Registradores para a geração do temporização vertical, os quais controlam a temporização do sinal /VSYNC, e o sinal de "blanking" vertical interno:

VCOUNT - conta o número de linhas de varredura horizontal.

VESYNC - especifica o ponto final do sinal /VSYNC

VEBLNK - especifica o ponto final do intervalo de "blanking" vertical.

VSBLNK - especifica o ponto inicial do intervalo de "blanking" vertical.

VTOTAL - especifica o valor de VCOUNT no qual /VSYNC deve começar.

A figura 57 ilustra as relações entre os sinais de temporização horizontal e vertical, na construção do padrão de varredura bidimensional.

A fim de viabilizar a utilização de monitores CGA e EGA, disponíveis no Laboratório de Instrumentação, foram determinados os valores dos registradores para cada um destes modos, o CGA e o EGA, e estes exemplos de cálculo são apresentados a seguir. Em ambas situações foram mantidos os 512 "pixels" por linha, com 4 bits por "pixel", frequência vertical de 60 Hz e modo não entrelaçado.

Para o modo EGA, a frequência de "pixel" deve ter um valor maior, a fim de ser mantido o número de "pixels" por linha.

As figuras 58 e 59, ilustram a ligação dos sinais de sincronismo do GSP ao monitor de vídeo. Nestas figuras F_h e F_v representam respectivamente a frequência do sincronismo horizontal e vertical, e HTOTAL e VTOTAL são os registradores de E/S para vídeo.

Figura 57 - Relação entre a Temporização Horizontal e Vertical.

Figura 58 - Monitor no Modo CGA

Figura 59 - Monitor no Modo EGA.

Para o modo CGA, o sinal HSYNC do GSP deve ser invertido para se tornar compatível com o monitor de vídeo utilizado, enquanto que para o modo EGA, tanto o sinal HSYNC como o VSYNC devem ser invertidos.

a.) Exemplo de cálculo para o modo CGA

Para este modo os seguintes valores foram considerados para VCLK, Fh, Fv, e fdot(frequência de "pixel"):

$$VCLK = 2,5 \text{ MHz}$$

$$Fh = 15750 \text{ Hz}$$

$$Fv = 60 \text{ Hz}$$

$$fdot = 10 \text{ MHz}$$

a.1) HTOTAL : este registrador determina o período do sincronismo horizontal.

$$HTOTAL = \frac{VCLK}{Fh} = \frac{2,5 \text{ MHz}}{15750 \text{ Hz}} = 158,73 = 9EH$$

a.2) HEBLNK e HSBLNK : estes registradores determinam a duração do retraço horizontal ([1] e [16]).

$$NP = \text{n.o de pixels/linha} = \frac{f_{dot}}{Fh} = \frac{10 \text{ MHz}}{15750 \text{ Hz}} = 634.92$$

$$HBLNK = HTOTAL * \frac{(NP - 512)}{NP} = 30,7$$

$$HBLNK = HEBLNK + HSBLNK"$$

$$HEBLNK = 26 = 1AH$$

$$HSBLNK" = 4 \quad (\text{HSBLNK" e HEBLNK tem a proporção de 1:4})$$

$$HSBLNK = HTOTAL - HSBLNK" = 158,73 - 4 = 9AH$$

a.3) VTOTAL : este registrador determina o período do sincronismo vertical.

$$VTOTAL = \frac{Fh}{Fv} = \frac{15750 \text{ Hz}}{60 \text{ Hz}} = 262,5 = 105H$$

a.4) VSBLNK e VEBLNK : estes registradores determinam a duração do retraço vertical.

$$VBLNK = VEBLNK + VSBLNK" = 1,1 \text{ ms} \quad (\text{dado do manual do monitor})$$

$$VBLNK = 1,1 \text{ ms} * Fh = 1,1 \text{ ms} * (15750 \text{ MHz}) = 17,32 \text{ linhas horizontais}$$

$$VEBLNK = 10 = 0AH$$

$$VSBLNK" = 07H$$

$$VSBLNK = VTOTAL - VSBLNK" = 262,5 - 7 = 255 = FFH$$

a.5) Número de linhas horizontais

$$\text{N.o de linhas horiz.} = \text{VTOTAL} - \text{VBLNK} = 262 - 17 = 245$$

Do cálculo do número de linhas horizontais observa-se que não se consegue as 256 linhas horizontais desejadas, devido à duração do retraço vertical.

b.) Exemplo de cálculo para o modo EGA

Para este modo os seguintes valores foram considerados para VCLK, Fh, Fv, e fdot (frequência de "pixel"):

$$\text{VCLK} = 3,75 \text{ MHz}$$

$$\text{Fh} = 21850 \text{ Hz}$$

$$\text{Fv} = 60 \text{ Hz}$$

$$\text{Fdot} = 15 \text{ MHz}$$

b.1) HTOTAL : este registrador determina o período do sincronismo horizontal.

$$\text{HTOTAL} = \frac{\text{VCLK}}{\text{Fh}} = \frac{3,75 \text{ MHz}}{21850 \text{ Hz}} = 171,6 = \text{ABH}$$

b.2) HEBLNK e HSBLNK : estes registradores determinam a duração do retraço horizontal.

$$\text{HBLNK} = \text{HEBLNK} + \text{HSBLNK}$$

$$\text{NP} = \text{n.o de pixels/linha} = \frac{\text{fdot}}{\text{Fh}} = \frac{15 \text{ MHz}}{21850 \text{ Hz}} = 686,5$$

$$\text{HBLNK} = \text{HTOTAL} * \frac{(\text{NP} - 512)}{\text{NP}} = 43,62$$

$$\text{HEBLNK} = 40 = 28\text{H}$$

$$\text{HSBLNK} = \text{HBLNK} - \text{HEBLNK} = 3$$

$$\text{HSBLNK} = \text{HTOTAL} - \text{HSBLNK} = 171,6 - 3 = 168,6 = \text{A8H}$$

b.3) VTOTAL : este registrador determina o período do sincronismo vertical.

$$VTOTAL = \frac{F_h}{F_v} = \frac{21850 \text{ Hz}}{60 \text{ Hz}} = 364,16 = 16CH$$

b.4) VSBLNK e VEBLNK : estes registradores determinam a duração do retraço vertical.

$$VBLNK = VEBLNK + VSBLNK'' = 1,1 \text{ ms} \quad (\text{dado do manual do monitor})$$

$$VBLNK = 1,1 \text{ ms} * F_h = 1,1 \text{ ms} * (21,850 \text{ MHz}) = 24 \text{ linhas horizontais}$$

$$VEBLNK = 12 = 0CH$$

$$VSBLNK'' = 12$$

$$VSBLNK = VTOTAL - VSBLNK'' = 364,1 - 12 = 352 = 160H$$

b.5) Número de linhas horizontais

$$N.o \text{ de linhas horiz.} = VTOTAL - VBLNK = 364,1 - 24 = 340$$

Para que os sinais de sincronismo comecem a ser gerados é necessário ainda a programação de alguns parâmetros do vídeo no registrador DPYCTL, o que será visto no próximo item.

4.1.2.1.2 Registradores para o Controle do Vídeo e Refrescamento da Tela

a.) DPYCTL : este registrador contém vários parâmetros que controlam os sinais de temporização do vídeo, e os ciclos de transferência para os registradores de deslocamento das VRAMs. O valor F010H, utilizado, estabelece estes parâmetros como segue:

. bits 0 e 13, HSD e DXV, são programados com 00, configurando os pinos

/VSYNC e /HSYNC do GSP como entradas.

. bits 2 a 9, campo DUDATE, especifica o número de palavras que são carregadas nos registradores de deslocamento a cada ciclo de transferência de memória para registrador de deslocamento.

Este campo é carregado com sete "0" e um único "1" . O "1" indica a posição do bit onde o campo SRFADR do registrador DPYADR deve ser incrementado (ou decrementado se ORG = 1).

Nos registradores de deslocamento das VRAMs há um total de 4096 bits, o que corresponde a 256 palavras. Para se determinar qual bit do campo DUDATE deve ser programado com "1", de forma a somar 256 ao campo SRFADR do registrador DPYADR, deve-se conhecer como os bits deste campo (SRFADR), são colocados no duto LAD0 - LAD15, e quais linhas de endereço são utilizadas nas memórias. A figura 60 mostra a posição dos bits do campo SRFADR, durante o tempo das linhas e das colunas.

Exemplo:

Na figura 60, considerando que são usadas as linhas de endereço LAD0 -LAD7 para o endereçamento das memórias, conclui-se que 256 palavras correspondem a fazer o bit 4 do campo DUDATE igual a "1".

N.º do pino LAD	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Bits de endereço lógico da linha	XX	26	25	24	23	22	21	10	19	18	17	16	15	14	13	12	} LINHA
Bits do registrador DPYADR					15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	
Bits de endereço lógico da coluna	XX	XX	29	28	27	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	} COLUNA
Bits do registrador DPYADR					7	6	5	4	3	2							

Figura 60 - Geração dos Bits do Campo SRFADR no Duto Multiplexado LAD

.bit 10, ORG, é programado com 0, estabelecendo a origem do sistema de coordenadas da tela no canto esquerdo superior.

.bit 11, SRT, é programado com 0, indicando que os ciclos de acesso ao "pixel" ocorrem normalmente.

.bit 12, SRE, é programado com "1", habilitando o refrescamento da tela.

.bit 13, DXV, é programado com 1, selecionando a temporização de vídeo gerado internamente.

.bit 14, NIL, é programado selecionando o temporização para vídeo não entrelaçado.

.bit 15, ENV, é programado com 1, habilitando o sinal de vídeo. Se ENV é programado com 0, a saída /BLANK é forçada para 0.

b.) **DPYSTRT** : este registrador contém dois parâmetros que controlam automaticamente os ciclos de memória para registrador de deslocamento, necessários para o refrescamento da tela.

b.1) **LCSTRT** : este campo de dois bits é programado com 01, indicando que 2 linhas de varredura são mostradas entre ciclos de refrescamento da tela. Este valor é determinado considerando que uma linha com 512 "pixels" de 4 bits, possui um total de 2048 bits. Como os registradores de deslocamento conseguem armazenar até 4096 bits, conclui-se que em cada ciclo de refrescamento duas linhas podem ser desenhadas.

b.2) **SRSTRT** : este campo de 14 bits é programado com o valor que especifica o endereço inicial de cada "frame". Este valor é carregado no campo **SRFADR**

do registrador DPYADR no início de cada retraço vertical. Este campo por sua vez (SRFADR) é um contador que gera o endereço das linhas e das colunas durante o refrescamento da tela, sendo decrementado a cada ciclo de refrescamento pelo campo DUDATE do registrador DPYCTL.

O valor do campo SRSTRT dependerá do bit ORG do registrador DPYCTL. Com ORG = 0 a origem está localizada no canto superior esquerdo da tela e este campo deve ser carregado com o complemento 1 de determinados bits do endereço inicial da imagem.

Para se determinar quais são os bits deve-se separar o endereço inicial da memória de vídeo em endereço de linha e coluna, como é mostrado na figura 60.

Em seguida, e de acordo com as linhas LAD utilizadas no endereçamento das memórias, atribui-se o valor dos bits LAD aos correspondentes do campo SRSTRT, complementando ou não estes bits dependendo do bit ORG.

No sistema implementado a memória de vídeo pode conter duas imagens e o bit ORG foi estabelecido para 0. Portanto os bits do campo SRSTRT serão o complemento 1 dos bits de endereço correspondentes. O endereço inicial de cada imagem é o seguinte:

1.a imagem: 0000 0000H

2.a imagem: 0008 0000H

Separando-se estes endereços como endereços de linha e coluna como é mostrado na figura 61, determina-se o valor do registrador DPYADR para cada imagem como sendo:

1.a imagem : FFFDH

2.a imagem : F7FDH

c.) DPYINT : este registrador foi programado com FFFFH, não sendo usado

inicialmente no sistema. Especifica a próxima linha que causará a interrupção do vídeo.

N.º do pino LAD	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Endereço da linha	X	28	25	24	23	22	21	10	19	18	17	16	15	14	13	12
Bit do DPYADR					15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Endereço de memória		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Endereço da coluna	X	X	29	28	27	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Bits do DPYADR					7	6	5	4	3	2						
Endereço de memória			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 61 - Exemplo para Determinação do Valor do Campo SRSTRT

4.1.2.1.3 Registradores Dedicados à Memória Local

a.) CONTROL

- a.1) bit 2, RM, foi programado com 0, especificando o ciclo de refrescamento /RAS- only para as memórias dinâmicas.
- a.2) bits 3 e 4, campo RR, foi programado com 00 especificando o refrescamento das memórias dinâmicas a cada 32 períodos de "clock".
- a.3) bit 15, CD, foi programado com 0 habilitando a "cache".

Os demais campos deste registrador são utilizados para o controle de transparência, modo de detecção de violação de janela, controle da direção da instrução PIXBLT, e seleção da operação de processamento de "pixel". Estes campos podem ser alterados pelos programas em execução.

b. CONVDP

Este registrador contém o fator de conversão do "pitch" destino. É usado durante a conversão XY para linear de um endereço de memória destino. Na maior parte das vezes o "pitch" destino é o da tela.

Para o sistema implementado o "pitch" da tela é calculado como o número de "pixels" de uma linha, pelo número de bits por "pixel":

$$\text{"pitch" da tela} = 512 * 4 = 2048 = 0800H$$

Este valor é armazenado no registrador B3 (DPTCH), em caso de uso de instruções gráficas.

O valor de CONVDP pode ser determinado de duas maneiras:

b.1) usando a instrução LMO, cujo operando de entrada é o "pitch" destino (0800H), contido no registrador B3(DPTCH):

LMO	B3,B0 ; converte o valor DPTCH
MOVE	B0,@CONVDP,0 ; armazena o resultado em ; CONVDP

b.2) calculando o complemento 1 de $\log_2(\text{DPTCH})$, para os 5 primeiros bits do registrador CONVDP e mantendo os demais bits em 0. Para endereçamento XY, DPTCH deve ser uma potência de 2, e portanto $\log_2(\text{DPTCH})$ é um inteiro.

$$\log_2(2048) = 11 = 01011B$$

$$\text{complemento } 1(01011B) = 10100 = 14H$$

c. CONVSP

Este registrador contém o fator de conversão para o "pitch" fonte. Tem aplicação semelhante ao do CONVDP, e é calculado da mesma forma. O valor deste registrador para o sistema implementado, depende do programa sendo executado.

d. PMASK

Este registrador foi programado com 0000, habilitando a gravação em todos os planos do sistema gráfico.

e. PSIZE

Este registrador especifica o tamanho do "pixel", e foi programado com o valor 4.

4.1.2.1.4 Registradores de Controle de Interrupção

Os dois registradores usados na habilitação das interrupções, são programados com 0000, desabilitando inicialmente todas as interrupções.

4.1.2.2 Resumo dos Valores Utilizados

A tabela VIII resume o conjunto de valores dos registradores de E/S, que devem ser programados para o sistema gráfico em questão.

**Tabela VIII: Valores dos registradores de E/S
para o Sistema com 16 Cores**

registradores	modo CGA	modo EGA
HESYNC.....	0DH.....	10H
HEBLNK.....	1AH.....	28H
HSBLNK.....	9AH.....	A8H
HTOTAL.....	9EH.....	ABH
VESYNC.....	02H.....	03H
VEBLNK.....	0AH.....	0CH
VSBLNK.....	FCH.....	160H
VTOTAL.....	105H.....	16CH
DPYCTL.....	F010H.....	F010H
DPYSTRT.....	FFFDH.....	FFFDH
DPYINT.....	FFFFH.....	FFFFH
CONTROL.....	00C0H.....	00C0H
INTENB.....	0000H.....	0000H
INTPEND.....	0000H.....	0000H
CONVSP.....	001CH.....	001CH
CONVDP.....	0014H.....	0014H
PSIZE.....	0004H.....	0004H
PMASKL.....	0000H.....	0000H
PMASKH.....	0000H.....	0000H

4.2 Sistema Gráfico com 256 níveis de Cinza

A implementação do sistema com 256 níveis de cinza teve dois objetivos. O primeiro foi o de desenvolver um sistema gráfico para visualização de imagens em níveis de cinza, já que este sistema deverá fazer parte do equipamento de Ressonância Magnética para obtenção de imagens médicas, em desenvolvimento no Departamento de Física.

O segundo objetivo foi o de expandir a memória de sistema e de vídeo, realizando toda a lógica de seleção de memórias e da interface serial com PALs, para compactar o sistema.

As diferenças deste sistema em relação ao primeiro, apresentado no item 4.1, consistem na expansão de memória, na troca da "Color Palette" por um conversor A/D de 8 bits, no aumento do número de bits por "pixel" de 4 para 8 bits e na

implementação da lógica de decodificação somente com PALs.

A interface com o sistema hospedeiro permaneceu inalterada, e assim a descrição da mesma pode ser encontrada no item 5.1.1. As demais serão descritas nos próximos itens.

O diagrama em blocos deste sistema é mostrado na figura 62, sendo constituído pelos seguintes elementos:

- . o processador gráfico TMS34010;
- . memória de sistema, implementada com memórias RAM dinâmicas;
- . memória de vídeo, implementada com VRAMs;
- . circuito para controle da temporização do vídeo;
- . conversor D/A de 8 bits, utilizado na geração do sinal de vídeo, com os 256 níveis de cinza;

Figura 62 - Diagrama em Blocos do Sistema Gráfico com 256 Níveis de Cinza

- . interface para a comunicação do TMS34010 com o PC.
- . interface serial para a conexão de um "mouse".

As características deste sistema são as seguintes:

- a.) frequência externa do TMS34010 : 20 MHz;
- b.) frequência do "pixel" : 10 MHz;
- c.) resolução da tela : 512 "pixels", 256 linhas e 8 bits por "pixel";
- d.) interface serial RS232-C : para conexão de um "mouse", com taxa de transmissão de 1200 Bauds, 1 bit "stop", sem paridade;
- e.) memória de sistema (DRAM) : 2 x 128 Kbytes;
- f.) memória de vídeo (VRAM) : 3 x 128 Kbytes.

4.2.1 Descrição das Interfaces

4.2.1.1 Interface com a Memória Local

Para a implementação do sistema de memórias, foram utilizadas DRAMs como memória de sistema, e VRAMs como memórias de vídeo.

A memória de sistema foi organizada como três bancos de DRAMs (TMS4464), de 64K x 16. A memória de vídeo foi organizada como dois bancos de VRAMs (TMS4164), de 64K x 16.

Para a resolução de tela escolhida, a imagem de uma tela ocupa exatamente um banco de VRAM. Assim até duas imagens podem ser armazenadas nos dois bancos de VRAMs.

O mapeamento destas memórias e da interface serial é mostrado nas figuras 63a e 63b. As linhas de endereço LA26 e LA25 selecionam a memória de sistema, a memória de vídeo ou a interface serial. As demais linhas de endereço usadas na lógica

a. Mapa de Memória

BITS DE SELEÇÃO				DISPOSITIVO SELECIONADO	SINAL DE HABILITAÇÃO
A26	A25	A21	A20		
0	0	0	0	Memória de video I	RASV $\emptyset$
0	0	0	1	Memória de video II	RASV1
0	1	X	X	Interface serial	CSER
1	1	0	1	Memória de sistema III	RASS2
1	1	1	0	Memória de sistema II	RASS1
1	1	1	1	Memória de sistema I	RASS $\emptyset$

b. Bits de Seleção

Figura 63 - Mapeamento das Memórias para o Sistema com 256 Níveis de Cinza

de seleção, selecionam os bancos de memória, e geram os sinais de controle para a interface serial.

A lógica de seleção das memórias foi implementada com uma PAL 16L8, programada com as equações mostradas na figura 64. Nessas equações o sinal /VALID ocorre no início de um ciclo de memória. Torna-se ativo quando /RAS e LCLK2 estiverem em nível lógico alto, e permanece ativo quando ocorrer uma das situações seguintes: se for selecionado um dos bancos de memória de sistema ou de vídeo, ou se for selecionada a interface serial, ou se ocorrer o refrescamento das memórias (/RF). É desabilitado assim que um destes sinais de seleção de memória ou da interface serial tornar-se ativo.

Um dos sinais de seleção das memórias, /RASS ou /RASV, tornar-se-á ativo se, quando /VALID e /RAS estiverem ativos, ocorrer o refrescamento das memórias, ou o banco de memória for selecionado pela combinação das linhas de endereço, de acordo com o mapeamento mostrado na figura 63. Este sinal é então mantido ativo durante o intervalo de tempo em que /RAS se mantiver ativo. A figura 65 ilustra a geração de alguns destes sinais.

A saída serial dos dois bancos de memórias de vídeo é selecionada pelos sinais /SOE0 (banco 0) e /SOE1 (banco 1). Um destes sinais torna-se ativo sempre que estando /VALID ativo, for iniciado um ciclo de transferência de memória para registrador de deslocamento, o que é definido pelo primeiro termo da equação. Este ciclo ocorre quando o sinal TR/QE tornar-se ativo no início de um ciclo de memória. Os demais termos da equação mostram que este sinal se mantém ativo até que outro ciclo de transferência de memória para registrador de deslocamento seja iniciado.

O segundo termo da equação mantém este sinal ativo durante o tempo do endereço da linha, enquanto o terceiro termo o mantém ativo enquanto /VALID não estiver ativo.

O quarto termo faz com que o sinal /SOE permaneça ativo na ocorrência de outros ciclos de memória, que não sejam o de transferência para registrador de deslocamento.

O sinal /SOE é desabilitado assim que o sinal de seleção serial do outro banco

tornar-se ativo, o que está expresso no primeiro termo da equação.

O diagrama de tempo da figura 66, ilustra a geração destes sinais.

<p>TITLE MEMORY CONTROL PATTERN DECODER REVISION E AUTHOR LIRIO A. & M. STELA PAIVA COMPANY IFQSC-DFCM-USP DATE 20/fev/90</p>
<p>CHIP TMS PAL16L8</p> <p>RAS LCLK2 TRQE RF LA26 LA25 LA21 LA20 CSSER GND FSOE0 SOE0 VALID RASS0 RASS1 RASS2 RASV0 RASV1 SOE1 V C</p>
<p>EQUATIONS</p> <p>/VALID = RAS*LCLK2 +/VALID*RASS0*RASS1*RASS2*RASV0*RASV1*CSSER*LA26*LA25 +/VALID*RASS0*RASS1*RASS2*RASV0*RASV1*CSSER*/LA26*/LA25 +/VALID*RASS0*RASS1*RASS2*RASV0*RASV1*CSSER*/RF +/VALID*RASS0*RASS1*RASS2*RASV0*RASV1*CSSER*/LA26*LA25*RF</p> <p>/SOE0 = (/VALID*/TRQE*/LA26*/LA25*/LA21*/LA20) +(/FSOE0*/RAS*/TRQE*/LA26*/LA25*/LA21*/LA20) +/FSOE0*VALID +(/FSOE0*/VALID*TRQE)</p> <p>/SOE1 = FSOE0</p> <p>/RASS0 = (/VALID*/RAS*LA26*LA25*LA21*LA20) +(/VALID*/RAS*/RF) +/RAS*/RASS0</p> <p>/RASS1 = (/VALID*/RAS*LA26*LA25*LA21*/LA20) +(/VALID*/RAS*/RF) +/RAS*/RASS1</p> <p>/RASS2 = (/VALID*/RAS*LA26*LA25*/LA21*LA20) +(/VALID*/RAS*/RF) +/RAS*/RASS2</p> <p>/RASV0 = (/VALID*/RAS*/LA26*/LA25*/LA21*/LA20) +(/VALID*/RAS*/RF) +/RASV0*/RAS</p> <p>/RASV1 = (/VALID*/RAS*/LA26*/LA25*/LA21*LA20) +(/VALID*/RAS*/RF) +/RASV1*/RAS</p>

Figura 64: Equações da PAL para a Seleção das Memórias - Sistema com 256 Níveis de Cinza

Figura 65 - Diagrama de Tempo Ilustrando os Sinais de Seleção das Memórias.

Figura 66 - Diagrama de Tempo Ilustrando a Seleção das Saídas Seriais das VRAMs.

4.2.1.2 Circuito de Saída para Vídeo

O circuito de saída para vídeo, mostrado na figura 67, gera o sinal de vídeo, e é constituído por um conversor D/A para vídeo (BT106BC) de 8 bits, e dois multiplexers digitais (74LS157). Os dois multiplexers determinam a ordem em que os "pixels" são enviados para o conversor D/A.

No duto serial de dados das VRAMs, são gerados dois "pixels" de 8 bits, em tempos diferentes, estabelecidos pelos sinais de "clock" complementares SCLKL e SCLKH. Primeiramente é gerado o "pixel" menos significativo, habilitado por SCLKL, e a seguir é gerado o "pixel" mais significativo habilitado por SCLKH.

Figura 67 - Circuito de Saída para Video.

O BT106BC contém internamente um conversor D/A de 8 bits, um registrador e um amplificador de referência, e permite uma taxa de "pixel" máxima de 50 MHz (figura 68). Todas as entradas deste conversor são compatíveis com TTL. Na transição positiva de cada ciclo de "clock", como mostrado na figura 69, os 8 bits de dados são armazenados internamente no conversor D/A de 8 bits.

A entrada REFWT é armazenada na transição positiva do sinal de "clock", e quando em "1" força as entradas do conversor D/A para FFH. No projeto esta entrada foi colocada em "0".

Figura 68 - Diagrama em Blocos Interno do Conversor D/A BT106

Figura 69 - Diagrama de Tempo de E/S para o Conversor D/A BT106

A corrente de saída de fundo de escala é determinada pelo resistor externo (RSET) de 549 ohms ligado entre o pino FS e o GND analógico. Este valor de RSET é típico para a geração do padrão de vídeo RS-343A para uma carga de 37,5 ohms.

A entrada VREF requer uma referência externa de 1,2 V.

Na entrada CLK é aplicado o "clock" de "pixel" do sistema de vídeo, que para o sistema implementado vale 10 MHz.

A entrada COMP gera uma compensação para o amplificador de referência. Um capacitor de cerâmica de 0,01 uF em série com um resistor deve ser conectado entre este pino e o pino VAA, que é a alimentação analógica (5 V), a fim de

possibilitar a máxima rejeição de ruído da fonte de alimentação.

A entrada SYNC é a entrada para vídeo composto, e foi colocada em nível "0".

A entrada BLANK é a utilizada para "blank" composto, e foi conectada à saída de "blank" composto, /BLANK, do TMS34010.

4.2.1.3 Circuito de Temporização do Vídeo

A função do circuito de temporização de vídeo é idêntica à do circuito de temporização do sistema anterior, isto é, gerar os sinais de sincronismo para o conversor D/A, para os multiplexers e para as saídas seriais das memórias VRAMs. Estes sinais são obtidos a partir do sinal INCLK de 20 MHz, do TMS34010.

O circuito é mostrado na figura 70, e é constituído por "flip-flops" tipo D (74LS74), utilizados como divisores por 2.

A frequência de "pixel" de 10 MHz, aplicada ao conversor D/A (BT106), define a frequência aplicada aos multiplexers e a frequência dos "clocks" seriais das memórias VRAMs. Como o conversor D/A consegue armazenar um "pixel" de 8 bits a cada período de "clock" de 10 MHz, e as memórias geram 2 "pixels" de 8 bits a cada período de "clock" serial, a frequência do "clock" serial deve ser a metade da frequência de "pixel" do conversor, isto é, 5 MHz.

Na verdade são gerados dois sinais de "clock" para as VRAMs, SCLKL e SCLKH, que são complementares. SCLKL é conectado às memórias que geram o "pixel" menos significativo, enquanto que SCLKH é conectado às memórias que geram o "pixel" mais significativo. Os sinais SCLKL e SCLKH devem ser inibidos durante o retraço horizontal e vertical, intervalo de tempo em que ocorrerá um ciclo de transferência de memória para registrador de deslocamento.

Os "pixels" provenientes das memórias são transmitidos aos multiplexers. A frequência do sinal aplicado às entradas A/B dos multiplexers também deve ser de 5 MHz, pois a cada meio período do sinal destas entradas, é liberado um "pixel" para o conversor D/A. O diagrama de tempo da figura 71 ilustra a temporização de vídeo.

Figura 71 - Diagrama de Tempo para o Circuito de Saída para Vídeo

É interessante observar que neste sistema, a resolução da tela em relação ao sistema anterior, foi modificada somente no número de bits do "pixel". Este aumento refletiu em frequências mais rápidas para SCLKL, SCLKH e para a entrada A/B do multiplexer.

Assim, utilizando-se um circuito de temporização semelhante, para um sistema onde o "pixel" seja de 16 bits, as frequências para SCLKL (ou SCLKH) terão o dobro do valor que tinham para o sistema com "pixels" de 8 bits, isto é 10 MHz. Além disso, neste caso não haverá necessidade de dois "clocks" diferentes para as VRAMs, já que o "pixel" é de 16 bits. Desta forma, aumentando-se o número de "pixels" por linha, ou o tamanho do "pixel", pode-se atingir rapidamente o limite em frequência dos registradores de deslocamento das VRAMs (25 MHz). Neste caso seria necessário ou a adição de registradores de deslocamento externos ou a alteração da organização do "frame buffer", conforme sugerido no capítulo 11.5.4 da referência [12]. A sugestão feita nesta referência é que as palavras da imagem com endereços pares e as com

endereço ímpares, sejam armazenadas em dois bancos separados de VRAMs. Na lógica de seleção, o bit de endereço A4 selecionaria uma das palavras. O endereço da linha seria o mesmo para os dois bancos, o que aumentaria a dissipação de potência em relação ao sistema com banco único. Mas por outro lado, esta organização teria a vantagem de reduzir a taxa na qual os dados seriam gerados para o refrescamento da tela. Além disso, com os dois bancos de VRAMs ter-se-ia dois conjuntos de registradores de deslocamento, aumentando o número de linhas desenhadas entre ciclos de refrescamento da tela.

O aumento do tamanho do "pixel" leva também à necessidade de mais memória, de maneira que dobrando-se o tamanho do pixel dobra-se a quantidade de memória necessária para armazenar a imagem.

4.2.1.4 Interface Serial

O circuito da interface serial (figura 72) é semelhante àquele desenvolvido no sistema anterior, item 4.1.1.5. A diferença é que a lógica para seleção do 8251, e para a geração dos demais sinais de controle, foi implementada com duas PALs 16L8. Além disso o mapeamento foi modificado.

A tabela IX mostra os endereços atribuídos a cada operação realizada no 8251A.

Tabela IX - Mapa de Endereços para a Interface Serial-
Sistema com 256 Níveis de Cinza

endereço	operação
0210 0000H	lê dado da 8251A
0210 1000H	lê status da 8251A
0200 0000H	grava dado na 8251A
0200 1000H	grava controle na 8251A
0220 0000H	ativa "reset"
0230 0000H	desabilita "reset"

As equações das PALs são mostradas nas figuras 73 e 74. Estas equações foram realizadas de forma a ser reproduzido nas PALs, exatamente o circuito lógico de controle da interface serial, do sistema implementado anteriormente (item 4.1.5), mas com o mapeamento dado pela tabela IX.

TITLE MEMORY CONTROL PATTERN DECODER REVISION E AUTHOR LIRIO A. & M.STELA PAIVA COMPANY IFQSC-DFCM-USP DATE 20/FEV/90
CHIP TMS PAL16L8
VALID RAS LAL WR DEN RF LA20 LA21 LA25 GND LA26 WRSER CSSER PWSER PRSER RESET RES_ON RES_OF RDSER VCC
EQUATIONS /CSSER =/VALID*/RAS*/LA26*LA25*/LA21*RF + /RAS*/CSSER + /LAL*/CSSER /PWSER =/VALID*/RAS*/LA26*LA25*/LA21*/LA20*RF + /RAS*/PWSER + /LAL*/PWSER /WSER =/PWSER*/WR /PRSER =/VALID*/RAS*/LA26*LA25*/LA21*LA20*RF + /RAS*/PRSER + /LAL*/PRSER /RDSER =/PRSER*/DEN /RES_ON =/VALID*/RAS*/LA26*LA25*LA21*/LA20*RF + /RES_ON*/LAL + /RES_ON*/RAS /RES_OF =/VALID*/RAS*/LA26*LA25*LA21*LA20*RF + /RES_OF*/LAL + /RES_OF*/RAS RESET =/RES_ON + RES_OF*RESET

Figura 73: Equações da PAL para a Interface Serial, parte A - Sistema com 256 Níveis de Cinza

TITLE MEMORY CONTROL PATTERN DECODER REVISION E AUTHOR LIRIO A. & M.STELA PAIVA COMPANY IFQSC-DFCM-USP DATE 20/fev/90
CHIP TMS PAL16L8 CLK1 CLK2 LA12 VALID RAS LAL RXRDY TXRDY CSSER GND NC NC PLRDY LRDY CD LINT1 NC NC NC VCC
EQUATIONS $\begin{aligned} /PLRDY = & /PLRDY*/CSSER \\ & + (CLK1*CLK2*/CSSER) \end{aligned}$ $\begin{aligned} /CD = & /VALID*/RAS*/LA12 \\ & + /CD*/RAS \\ & + /CD*/LAL \end{aligned}$ $/LINT1 = RXRDY + TXRDY$ $/LRDY = PLRDY*/CSSER$ SIMULATION TRACE_ON TRACE_OFF

Figura 74: Equações da PAL para a Interface Serial, parte B - Sistema com 256 Níveis de Cinza

4.2.2 Registradores de E/S do GSP

4.2.2.1 Registradores Alterados pelo Tamanho do "Pixel"

Os registradores dedicados à geração dos sinais de sincronismo para vídeo, /HSYNC, /VSYNC e /BLANK mantem-se idênticos ao do primeiro sistema, já que o número de linhas e "pixels" da tela mantem-se os mesmos.

Em relação ao sistema anterior foram modificados apenas aqueles registradores que dependem do tamanho do "pixel". Estes registradores são os seguintes:

a.) DPYSTRT : o campo LCSTRT deste registrador é programado com 00, indicando que uma linha de varredura é mostrada entre ciclos de refrescamento. Cada linha contém agora 4096 bits (512 "pixels" de 8 bits), que é o valor máximo que os registradores de deslocamento das VRAMs conseguem armazenar.

b.) CONVDP : este registrador foi programado com 0013H, o que corresponde a um "pitch" da tela de 1000H.

c.) PSIZE : este registrador foi programado com 8, valor correspondente ao número de bits do "pixel".

4.2.2.2 Resumo dos Valores Utilizados

A tabela X resume o conjunto de valores programados nos registradores de E/S, para este sistema.

Tabela X - Registradores de E/S para o Sistema com 256 Níveis de Cinza

registradores	modo CGA
HESYNC.....	0005H
HEBLNK.....	001AH
HSBLNK.....	009AH
HTOTAL.....	009FH
VESYNC.....	0007H
VEBLNK.....	000AH
VSBLNK.....	00FBH
VTOTAL.....	0105H
DPYCTL.....	F010H
DPYSTRT.....	FFFCH
DPYINT.....	FFFFH
CONTROL.....	00C0H
INTENB.....	0000H
INTPEND.....	0000H
CONVSP.....	001CH
CONVDP.....	0013H
PSIZE.....	0008H
PMASKL.....	0000H
PMASKH.....	0000H

Capítulo V

"Software"

O "software" que é apresentado neste capítulo, foi desenvolvido para avaliar o funcionamento e desempenho do "hardware", e fornecer os subsídios substanciais para o desenvolvimento do "software" básico aplicativo.

Os programas que serão descritos a seguir, foram desenvolvidas na forma de subrotinas, e fazem parte de um programa principal que determina a ordem de execução das mesmas. Cada subrotina que utiliza funções gráficas, contem a definição dos parâmetros gráficos requeridos pelas respectivas funções. Isto dá flexibilidade à subrotina no que se refere à alteração dos parâmetros gráficos, que é realizada somente para a subrotina em questão.

Nos itens seguintes são apresentadas as seguintes subrotinas e programas que foram desenvolvidos:

- a.) subrotina para inicialização dos registradores
- b.) subrotina para inicialização da "Color Palette"
- c.) subrotina para apagar a tela
- d.) subrotina para mostrar o padrão de cores da "Color Palette"
- e.) subrotina para trocar o banco de memória de imagem
- f.) subrotina para desenhar caracteres ASCII
- g.) subrotina para controle do "mouse"
- h.) programa para configurar o vídeo para o modo entrelaçado
- i.) programa para trocar alternadamente os bancos de memória
- j.) programa para divisão da tela em duas partes

- k.) programa para realizar o "pan" horizontal
- l.) programa para realizar o "pan" vertical

Além destes programas, é explicado no item 5.2.13 o cabeçalho ("header"), de um arquivo objeto executável do GSP. Este cabeçalho é incluído no arquivo fonte da imagem, através de um programa desenvolvido em linguagem C¹, que após compilado e executado gera o arquivo objeto da imagem no formato requerido pelo GSP.

5.1 Programa Principal

Como já mencionado anteriormente, a função do programa principal é a de estabelecer a ordem de execução das subrotinas. Esta sequência é definida na subrotina DSPFIL, a qual atribui a cada subrotina a ser executada um número definido através de um diretivo "set". Esta informação é usada pelo programa principal, que busca na lista definida na subrotina DSPFIL, o número da subrotina a ser executada. Este valor é multiplicado por 2 e é somado ao endereço inicial de uma tabela de saltos (JMPTBL). Na multiplicação é utilizada a instrução de rotação à esquerda, com o valor 5. Este valor é usado porque o endereçamento é a nível de bit.

Na tabela de saltos estão definidos os endereços iniciais, a partir dos quais se encontram as instruções para a chamada da subrotina correspondente.

O anexo 1.1 contém a listagem do programa principal e da subrotina DSPFIL.

5.2 Subrotinas e Programas

¹ por Agma J. M. Traina

5.2.1 Subrotinas para Inicialização dos Registradores

O programa de inicialização consiste na programação dos registradores de E/S, e dos registradores do arquivo B que armazenarão os parâmetros definidos para as funções gráficas.

O exemplo de cálculo dos valores destes registradores é mostrado no capítulo 5.

No anexo 1.2 são mostrados quatro exemplos de programas de inicialização, cada um para um sistema com diferente configuração de tela. Nestes programas é incluído o arquivo "gspregs.hdr", que contem a definição dos nomes dos registradores. As características do sistema gráfico para cada exemplo são as seguintes:

a.) exemplo 1

- . monitor no modo CGA
- . frequência horizontal: 15750 Hz
- . frequência de "pixel" : 10 MHz
- . configuração da tela: 256 linhas
 - 512 "pixels"/linha
 - 4 bits por "pixel"

b.) exemplo 2

- . monitor no modo CGA
- . frequência horizontal: 15750 Hz
- . frequência de "pixel" : 10 MHz
- . configuração da tela: 256 linhas
 - 512 "pixels"/linha
 - 8 bits por "pixel"

c.) exemplo 3

- . monitor no modo EGA
- . frequência horizontal: 21850 Hz
- . frequência de "pixel" : 15 MHz
- . configuração da tela: 340 linhas
512 "pixels"/linha
4 bits por "pixel"

d.) exemplo 4

No programa do exemplo 4 pode-se selecionar um entre dois sistemas, com configurações diferentes, dependendo se a variavel sdb340 do programa for 0 ou 1. A tabela XI ilustra a configuração do sistema para cada valor de sdb340.

Tabela XI - Configuração do sistema para o exemplo 4, anexo 1.2

sdb340	freq. horiz.	freq. de "pixel"	config. da tel
1	15750 Hz	25 MHz	256 linhas 1024 "pixels"/linha 4 bits/"pixel"
0	15750 Hz	10 MHz	256 linhas 512 "pixels"/linha 8 bits/"pixel"

5.2.2 Subrotina para Inicializar a "Color Palette"

Esta subrotina é dependente do "hardware", já que a tabela de cores da "Color Palette" deve ser carregada nas primeiras posições da memória de vídeo, correspondentes à primeira linha que será desenhada na tela.

No anexo 1.3 são apresentados dois exemplos. Nestes exemplos, o registrador

A2 contém a posição inicial da memória de vídeo, a partir da qual a tabela de cores será carregada, e o registrador A1 contém o endereço inicial da tabela de cores na memória de programa.

No primeiro exemplo é definida uma única tabela de cores.

No segundo exemplo são definidas três tabelas de cores. O endereço inicial da tabela que será carregada é definido no "label" PONTX. Cada vez que uma das tabelas é carregada na memória de vídeo, é armazenado em PONTX o endereço da tabela seguinte.

5.2.3 Subrotina para Apagar a Tela

Esta subrotina estabelece uma cor de fundo para a tela.

No anexo 1.4 são apresentados três exemplos de programas para apagar a tela:

a.) exemplo 1 - destina-se ao primeiro sistema já descrito no item 4.1, com 256 linhas horizontais, 512 "pixels" e 4 bits por "pixel". É estabelecida uma cor de fundo para a memória de vídeo, onde esta cor é definida previamente no programa principal. A função gráfica FILL XY foi selecionada para estabelecer a cor de fundo.

Nesta subrotina, inicialmente são carregados os parâmetros gráficos para a função FILL XY. Em seguida esta função é executada, preenchendo 511 linhas da memória de vídeo com a cor selecionada. O motivo de se usar o valor 511 é que o banco de memória pode conter até duas imagens, pela configuração da tela utilizada neste sistema.

b.) exemplo 2 - destina-se ao segundo sistema descrito no item 4.2, com 256 linhas horizontais, 512 "pixels" e 8 bits por "pixel". A cada linha do fundo é atribuído um tom de cinza, obtendo-se como efeito final um fundo em degradée. A função gráfica FILL XY é usada para executar a atribuição do tom de cinza a cada linha.

c.) exemplo 3 - permite selecionar o sistema gráfico com 256 linhas/1024

"pixels"/4 bits por "pixel", com sdb340 igual a 1, ou o sistema gráfico com 256 linhas/512 "pixels"/ 8 bits por "pixel", com sdb340 igual a 0. É estabelecida uma cor única para o fundo usando-se a função gráfica FILL XY.

5.2.4 Subrotina para Desenhar o Padrão de Cores da "Color Palette"

Esta subrotina desenha na tela um retângulo, o qual é dividido em 16 áreas, cada uma das quais é preenchida com uma das cores da "Color Palette". Para isso utiliza a função gráfica FILL XY.

O "offset" da função FILL XY usa endereçamento linear o que a torna dependente do "hardware". Como esta figura deveria ser utilizada em sistemas com outras configurações, foram desenvolvidos dois macros, o SOMALIN e o SOMAPIX, tornando-a assim independente do "hardware". Desta forma para utilizar este programa em um sistema com outra configuração, é necessário apenas modificar os parâmetros gráficos, não havendo necessidade de alterar endereço físico de memória.

O macro SOMALIN determina o valor do endereço que dista um número "nl" de linhas especificadas, de um endereço inicial dado. Como este cálculo é feito em termos do "pitch" do sistema, isto o torna independente da configuração utilizada.

O macro SOMAPIX determina o valor do endereço que dista um número "np" de "pixels" de um determinado "pixel", cujo endereço é conhecido.

A listagem desta subrotina encontra-se no anexo 1.5.

5.2.5 Subrotina para Trocar o Banco de Memória de Imagem

Esta subrotina permite trocar o banco de memória de imagem, através da modificação do endereço inicial da memória de vídeo, no registrador DPYSTRT.

Dois exemplos são apresentados no anexo 1.6. O exemplo 1 foi desenvolvido para o primeiro sistema, descrito no item 4.1, enquanto que o exemplo 2 foi

desenvolvido para o segundo sistema (item 4.2).

Para o exemplo 1 a diferença entre os endereços iniciais das duas imagens ocorre no bit 11 do registrador DPYSTRT, e o "field" 1 é estabelecido como sendo de 1 bit, de forma a modificar somente o bit 11.

Para o exemplo 2, a diferença entre os endereços iniciais das duas imagens ocorre no bit 12 do registrador DPYSTRT.

O registrador A9, em ambos programas, contém o endereço inicial da primeira ou da segunda memória de imagem, e é usado pelos outros programas para desenhar figuras em cada uma das memórias de imagem.

5.2.6 Programa Para Desenhar Caracteres ASCII

Este programa permite sobrepor um texto sobre uma imagem, utilizando o recurso de transparência.

A linha constituída por uma sequência de caracteres ASCII, deve ser terminada por um caracter nulo. Cada caracter tem 8 "pixels" de largura e 16 "pixels" de altura. Os caracteres são definidos no arquivo "CHARSET.ASM", que foi fornecido pelo fabricante.

As coordenadas X e Y da posição inicial da sequência de caracteres na tela são definidas no programa principal, assim como o endereço inicial da sequência de caracteres no programa.

A listagem do programa encontra-se no anexo 1.7.

5.2.7 Programa Para Controle do Mouse

Este programa consistiu no desenvolvimento de um cursor que se movimenta sob o controle do "mouse".

A figura escolhida para representar este cursor foi a cruz.

Para permitir a visualização do cursor em imagens com qualquer tom de cinza,

foram utilizadas duas cruces, uma mais interna com o tom de cinza mais intenso (branca), e a outra externa com o tom de cinza mais escuro (preto).

O programa é dividido em três partes.

A primeira parte consiste na definição dos parâmetros que serão utilizados nas rotinas de interrupção, e na programação da interrupção, como é mostrado no diagrama em blocos das figuras 75 e 76. Todos os valores dos registradores dos arquivos A e B, a serem utilizados posteriormente nas rotinas de interrupção, são armazenados numa pilha, endereçada por um registrador A ou B. Este recurso foi usado para evitar que estes valores fossem destruídos na pilha endereçada pelo ponteiro da pilha (SP), pelos dados das subrotinas que são executadas após esta, já que a maioria destas subrotinas utiliza a pilha endereçada pelo SP.

A segunda parte consiste na rotina de interrupção INTERR, que lê um dado, verificando se o mesmo é um dado de controle. Em caso positivo, o controle do programa é passado para a rotina correspondente a este dado de controle, a qual armazena um código numa posição de memória. Este código será usado posteriormente pelo "software" que será implantado no sistema.

Após o dado de controle, o mouse envia 4 "bytes" correspondentes à sua movimentação nas direções X e Y. A cada "byte" enviado é solicitado um pedido de interrupção. O valor 4 é carregado no registrador A3, e é usado pela rotina de interrupção seguinte, a rotina XY, indicando que a mesma será executada nas próximas 4 solicitações da interrupção LINT1. O endereço inicial desta rotina é carregado no vetor de interrupção.

Ainda neste programa é criada uma área de 512 "bytes", para armazenamento dos dados provenientes do "mouse", utilizada para a comparação dos mesmos com aqueles armazenados num analisador lógico, para análise e depuração do sistema.

A terceira parte do programa consiste na rotina de interrupção XY, que lê um dado do "mouse", verifica se o mesmo é positivo, e passa o controle do programa para uma das rotinas para a movimentação do cursor.

SUBROTINA PARA A INTERFACE SERIAL

ROTIMA DE INTERRUPCAO "INTERR"

Figura 75 - Diagrama em Blocos para o Programa "Mouse" - Parte 1.

ROTINA DE INTERRUPÇÃO XY

SUBROTINAS PARA MOVIMENTAR O CURSOR

Figura 76 - Diagrama em Blocos para o Programa "Mouse" - Parte 2.

Existem 4 rotinas para movimentação do cursor:

XDIR: movimenta o cursor para a direita;

XESQ: movimenta o cursor para a esquerda;

YCIMA: movimenta o cursor para cima;

YBAIXO: movimenta o cursor para baixo.

Cada uma destas rotinas inicialmente transfere o bloco de imagem salvo anteriormente, para a posição de memória de imagem na qual se encontra o cursor, recuperando a imagem naquela posição. Em seguida estabelece a nova posição do cursor de acordo com o dado recebido do "mouse", salva o bloco de imagem desta nova posição, e finalmente desenha o cursor a partir desta posição.

As subrotinas para salvar e recuperar blocos de memória, e para desenhar o cursor utilizam além do recurso de transparência, as seguintes funções gráficas para a transferência de blocos de "pixel": PIXBLT B,XY/ PIXBLT XY,L/ PIXBLT L,XY.

A listagem deste programa encontra-se no anexo 1.8.

5.2.8 Programa para Configurar o Vídeo para o Modo Entrelaçado

Este programa possibilita a visualização de imagens com maior resolução no eixo Y, resultando numa matriz de 512x512x8, para o padrão CGA.

Como já mencionado anteriormente, no modo entrelaçado cada "frame" é constituído por dois campos de linhas de varredura horizontal. Na tela são mostradas linhas alternadas dos dois campos. São executadas duas varreduras verticais separadas para cada "frame", uma para as linhas pares e outra para as linhas ímpares.

No TMS34010, o modo de varredura entrelaçado é seleccionado quando o bit NIL do registrador DPYCTL for programado para "0". Além disso o valor do campo DUDATE do registrador DPYCTL deve ter o dobro do valor usado no modo não

entrelaçado. Isto faz com que durante o refrescamento da tela, sejam saltadas linhas alternadas, nos campos pares e ímpares.

No programa desenvolvido para o sistema do item 4.2, programando-se o registrador DPYCTL para vídeo entrelaçado, aumenta-se o número de linhas de 256 para 512. Como consequência o dobro de memória de vídeo é requerido, já que se tem o dobro de linhas em relação ao modo não entrelaçado.

No programa foi utilizada a figura LIE, com o fundo em degradée de cinza. A subrotina que apaga a tela, teve de ser modificada para desenhar cada duas linhas com o mesmo tom de cinza, já que a tela passou a ser constituída por 512 linhas.

A listagem do programa encontra-se no anexo 1.9.

5.2.9 Programa Para Trocar Alternadamente os Bancos de Memória

Este programa foi desenvolvido para o sistema do item 4.2 (256 níveis de cinza), e mostra alternadamente as imagens de dois bancos de memória de vídeo. Um tempo de atraso é inserido entre a troca de bancos, a fim de permitir a visualização da imagem por um tempo adequado.

Para a troca dos bancos foi utilizado o registrador DPYSTRT, que contem o endereçamento inicial de refrescamento da tela.

O primeiro banco de memória de vídeo inicia no endereço 0000 0000H, enquanto o segundo banco inicia no endereço 0010 0000H. Portanto a passagem de um banco para outro consiste apenas na troca do bit de endereço A20. Este bit corresponde ao bit A12 do registrador DPYSTRT. Assim, complementando-se este bit, troca-se o banco de memória que esta sendo mostrado.

A listagem do programa encontra-se no anexo 1.10. A subrotina DSPFIL contem a sequência de subrotinas que serão executadas. Após o programa de inicialização, é apagada a primeira tela, é desenhada a primeira sequência de caracteres (string1), e é executada a subrotina FIL4, que desenha as letras LIE com a função gráfica FILL L, em degradée de cinza, dentro de uma moldura retangular. No final deste programa

é modificado o endereço de memória para o segundo banco. Este segundo banco é apagado e é desenhado o texto "LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA - 1990", a partir da subrotina que desenha caracteres, e com o fundo em degradê de cinza. Para isso foram utilizados os recursos de transparência, e a função lógica "and" da fonte com o complemento do destino (CONTROL = 0800 H).

Após serem desenhadas as duas imagens, é executado um loop de atraso, e é feita a reprogramação do registrador DPYSTRT, para mostrar o segundo banco. A partir daí o programa é mantido em "loop" entre a subrotina que gera o tempo de atraso e a subrotina que altera o registrador DPYSTRT, de forma a mostrar alternadamente as duas imagens.

5.2.10 Programa Para Dividir a Tela em Duas Partes

Este programa foi desenvolvido para o sistema gráfico do item 4.2, e simula uma imagem cujo "pitch" seja maior que o da tela, ou seja, a imagem não pode ser vista completamente na tela. A tela é então dividida em duas partes, e em cada parte é programado o trecho da imagem que se deseja visualizar.

Para simular uma imagem maior do que a tela, foram utilizadas duas figuras, desenhadas uma ao lado da outra, como é mostrado na figura 77. As figuras utilizadas são as mesmas descritas no item 5.2.9.

O "pitch" da imagem constituída pelas duas figuras, tem o dobro do valor do "pitch" da tela. Isto levou a alterar, no programa de inicialização, os registradores que dependem do "pitch": o registrador CONVDP, e o campo DUDATE do registrador DPYCTL, que teve o seu valor duplicado.

A visualização de uma ou outra figura é possível com a alteração do "offset" (B4) para um valor conveniente. Para a primeira figura o "offset" é >0000, enquanto que para a segunda figura o "offset" é de >1000.

Figura 77 - "Frame Buffer" com "Pitch" Maior que o da Tela.

Um dos recursos fornecidos pelo GSP para mostrar uma imagem como esta é o de interrupção do vídeo ("display interrupt"), o qual consiste em programar o GSP para ativar a interrupção DI, quando uma linha especificada está sendo mostrada na tela. A partir desta linha uma outra imagem passa a ser mostrada, como é pode ser visto na figura 78.

Para a interrupção do vídeo(DI) ser ativada, o bit DIE do registrador INTENB deve ser programado com 1, e o registrador DPYINT deve ser programado com o número da linha de varredura horizontal desejada. O conteúdo de DPYINT é comparado com o do registrador VCOUNT. Quando VCOUNT=DPYINT, a interrupção do vídeo é solicitada e o bit DIP no registrador INTPEND é estabelecida para 1. Isto coincide com o início do retraço horizontal que marca o fim da linha designada pelo valor contido em DPYINT.

Para aplicações de divisão da tela, um novo valor deve ser carregado no registrador DPYADR, imediatamente após a transição 0 para 1 do bit DIP. Este novo valor de DPYADR não afetará a linha que segue imediatamente ao fim do intervalo do retraço horizontal corrente, mas afetará a próxima linha.

Figura 78 - Tela do Monitor de Vídeo Contendo Duas Vistas Diferentes da Memória de Imagem.

Na listagem, que se encontra no anexo 1.11, o programa DSPFIL mostra a sequência das subrotinas que são executadas. Inicialmente é executado o programa de inicialização dos registradores, no qual foram modificados os registradores B3(DPTCH), DPYCTL e CONVDP. Em seguida é estabelecido o fundo para a primeira imagem, com o programa APAGA, e é desenhada a figura LIE.

O próximo programa a ser executado é o PADRÃO, que modifica o "offset" para 1000H, endereço inicial da figura 2. É desenhado o fundo para a segunda figura. O programa PADRÃO é executado novamente para realizar a função lógica E, da fonte como complemento do destino, que foi anteriormente alterada pelo programa APAGA. Uma vez desenhada a segunda figura, é executado o programa HPAN para a interrupção do vídeo.

A primeira figura pode ser mostrada a partir de qualquer linha, sendo

necessário para isso apenas programar o registrador DPYSTRT com o valor adequado.

A segunda figura também pode ser iniciada a partir de qualquer linha, desde que o registrador DPYADR seja programado adequadamente, após a interrupção do vídeo.

A grande desvantagem deste método reside na necessidade de monitorar a ocorrência da interrupção do vídeo através do programa. Isto ocorre porque o intervalo do retraço horizontal é insuficiente para o atendimento da interrupção do "display". A duração do retraço horizontal é de aproximadamente 12,3 us. Somente a latência da interrupção utiliza 16 estados de máquina, o que para o sistema em questão corresponde a 12,8 us. A latência da interrupção consiste nas operações de salvar o contador de programas e o "status" na pilha, e carregar o contador de programa com o endereço da rotina a ser executada.

5.2.11 Programa para Realizar "Pan" na Horizontal

O GSP contém recursos que facilitam a implementação de "pan" na horizontal. Um dos registradores de E/S, DPYTAP, é dedicado a esta finalidade. Durante um ciclo de refrescamento da tela, os 16 bits deste registrador são combinados através de um "ou" lógico, com o valor gerado nos pinos LAD0-LAD15 durante o tempo do endereço da coluna, da seguinte forma: o bit 0 de DPYTAP é combinado com o LAD0, o bit 1 de DPYTAP é combinado com LAD1, e assim por diante. Isto significa que o endereço da coluna gerado durante o ciclo de refrescamento da tela é um "ou" lógico dos bits 2 a 7 de DPYADR, e dos bits 0 a 15 de DPYTAP.

Em aplicações de "pan", o valor 0 em DPYTAP posiciona a tela na posição mais à esquerda do "frame buffer". Incrementando DPYTAP, a tela desloca-se para posições mais à direita através do "frame buffer".

Dois programas foram desenvolvidos para realizar o "pan" na horizontal, um para o sistema de 4 bits (item 4.1) e outro para o sistema de 8 bits (item 4.2). Estes programas serão descritos a seguir.

5.2.11.1 Sistema com "Pixel" de 8 Bits

Foi desenvolvido para este sistema um programa idêntico àquele descrito no item 5.2.10, onde o "frame buffer" tem o "pitch" maior do que o da tela. As figuras utilizadas para a simulação da imagem foram as mesmas daquele item.

Incrementando o registrador DPYTAP para se fazer o "pan" na horizontal, verificou-se que a primeira imagem iniciou no ponto correto conforme estabelecido pelo registrador DPYTAP, mas o trecho esperado da segunda imagem não foi mostrado, e em seu lugar foi mostrado o restante da primeira imagem.

Verificou-se que a causa deste efeito devia-se à lógica interna das VRAMs. As memórias VRAMs utilizadas são de 64Kx4, e organizadas numa matriz de 256 linhas por 256 colunas. Durante um ciclo de transferência de memória para registrador de deslocamento, os dados referentes a uma linha da memória são transferidos para os registradores de deslocamento internos à VRAM. Se o conteúdo dos registradores de deslocamento for suficiente para desenhar apenas uma linha da tela, não será possível a realização do "pan" na horizontal, pois a lógica interna da memória não permite que os registradores sejam carregados com dados de duas linhas diferentes. Este é exatamente o problema verificado no sistema gráfico em questão.

Desta forma este tipo de VRAM restringe o "pan" na horizontal, a sistemas cujas resoluções de tela sejam tais que os registradores de deslocamento das VRAMs tenham capacidade para armazenar os dados de mais de uma linha da tela.

Para o sistema de 8 bits o problema ficaria resolvido trocando-se as VRAMs por outras cujos registradores de deslocamento tivessem maior capacidade, ou então utilizando a organização de memórias mencionada no item 4.2.3, onde as palavras com endereços pares e ímpares são armazenadas em bancos de VRAMs separados.

5.2.11.2 Sistema com "Pixel" de 4 Bits

Para o sistema de 4 bits o "pan" na horizontal é possível, pois os registradores de deslocamento das VRAMs tem capacidade para armazenar os dados de duas linhas horizontais. Além disso este sistema pode também armazenar duas telas diferentes.

Nesta programa, como no anterior, foram desenhadas duas figuras de maneira tal que simulassem uma imagem com "pitch" maior que o da tela do monitor de vídeo, como é mostrado na figura 79.

Figura 79 - Memória de Imagem para "Pan" na Horizontal.

Nesta figura, em M1 e M2 foram desenhadas respectivamente as letras LIE, e a sequência de caracteres " LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA - 1990 ".

Na rotina para "pan" considerou-se um "frame buffer" que tivesse o comprimento de 3 "pitches" de tela, da forma como é mostrada na figura 80. Isto foi necessário para manter a continuidade da imagem durante o "pan", ou seja, para não ocorrer um salto para IM1 ao se deslocar de IM2 para IM1. Desta forma o cursor pode se movimentar indefinidamente para a direita, sem a ocorrência de descontinuidade.

Figura 80 - "Pan" Horizontal - Deslocamento da Tela sobre a Imagem Original.

A tela é deslocada sobre o "frame buffer" quando o cursor alcança o fim da tela.

Como não foi utilizado número com sinal, estabeleceu-se a origem da tela na posição mais à esquerda da imagem IM1. Desta forma quando o cursor atinge esta posição, o movimento do mesmo (e consequentemente da tela) para a esquerda é inibido. Esta restrição do programa não traz quaisquer prejuízos, já que se pode visualizar quaisquer partes das imagens IM1 e IM2.

O programa desenvolvido para este sistema, apresentado no anexo 1.12, primeiramente inicializa os registradores, a seguir carrega a tabela de cores da "Color Palette", e desenha as figuras nas memórias M1 e M2. Finalmente é executado o programa para movimentação do cursor através do "mouse", no qual foi incluída a rotina para "pan" na horizontal.

Duas observações importantes devem ser feitas neste programa:

- a primeira é que o registrador para "pan", DPYTAP, é incrementado por palavra, enquanto que o cursor é incrementado por "pixel". Assim uma correção deve ser feita no valor de DPYTAP, de forma a sincronizar o movimento do cursor com o deslocamento da tela.

- a segunda observação refere-se à "Color Palette". A maneira como foi implementada em "hardware", requer que a tabela de cores seja carregada a cada retraço vertical. Na rotina para "pan" isto implica na necessidade de recarregar os dados da "Color Palette" na memória de vídeo a cada deslocamento da tela. Para evitar isto o "hardware" teria de ser modificado de forma que a tabela de cores da "Color Palette" fosse carregada através do modo "command load", e não a cada retraço vertical.

5.2.12 Programa para Realizar "Pan" na Vertical

Este programa foi desenvolvido para o sistema com "pixel" de 4 bits, e foi simulada uma imagem com dimensão na vertical maior do que a da tela. Para a simulação foram utilizadas as mesmas imagens já descritas no item 5.2.11. A figura 81 ilustra a forma como as imagens foram desenhadas no "frame buffer".

Na rotina de "pan" na vertical foi considerado como se o "frame buffer" fosse constituído por 3 telas (figura 82), de maneira semelhante ao "pan" na horizontal, e pelas mesmas razões já descritas no item 5.2.11.

A origem da tela foi estabelecida na posição superior da imagem IM1. Desta forma quando o cursor atinge esta posição, o movimento do mesmo (e consequentemente da tela) para cima é inibido.

O registrador do GSP para fazer o "pan" na vertical é o DPYSTRT, que define o endereço inicial de refrescamento da tela. O conteúdo deste registrador é alterado para atualizar a posição da tela, somente quando o cursor atinge a parte inferior da tela. O valor a ser carregado neste registrador tem de ser corrigido, pois o cursor é incrementado por linha, enquanto este registrador é incrementado a cada duas linhas. Isto ocorre porque o conteúdo dos registradores de deslocamento das VRAMs, contem dados para preencher duas linhas da tela, e assim este registrador foi programado para que duas linhas fossem desenhadas entre ciclos de refrescamento da tela.

Figura 81 - Memória de Imagem para "Pan" na Vertical.

Outra observação importante diz respeito à "Color Palette". A tabela de cores deve ser carregada na primeira linha, que inicia no endereço especificado no registrador DPYSTRT. Assim, cada alteração deste registrador requer o carregamento da tabela de cores para a nova posição. Mas isto implica na destruição da parte da linha da imagem onde será carregada esta tabela. Para evitar isto, o programa salva os dados desta linha na memória de sistema, antes de carregar a tabela de cores numa determinada linha. Estes dados serão devolvidos para a linha em questão quando a tabela de cores for desenhada em outra posição, mantendo a imagem inalterada.

A alternativa a isto seria a modificação do "hardware" para carregar a tabela de cores através do modo "command load".

A listagem desta programa encontra-se no anexo 1.13.

Figura 82 - "Pan" Vertical - Deslocamento da Tela sobre a Imagem.

5.2.13 Formato de Arquivos de Imagens

Para carregar as imagens obtidas por RM na memória de vídeo através do programa SDBL, foi incluído no arquivo fonte da imagem, o "cabeçalho" presente em um programa objeto executável do GSP.

Como já mencionado anteriormente, o assembler e o linker do TMS34010 criam arquivos objetos que estão no formato de arquivo objeto geral (COFF: common object file format), que gera métodos mais flexíveis e potentes para gerenciar os segmentos de código e a memória de sistema.

A estrutura do arquivo objeto é constituída pelos seguintes elementos:

- . um arquivo "header";
- . informação opcional sobre o "header";
- . uma tabela de "headers" das seções;
- . dados para cada seção (exceto .bss);
- . informação de relocação para cada seção (exceto .bss);
- . registro (entries) do número da linha para cada seção (exceto .bss);
- . uma tabela de símbolos;
- . uma tabela de caracteres.

O assembler e o linker produzem arquivos objeto com a mesma estrutura COFF, exceto que o programa objeto executável não contém registros de relocação. A figura 83 mostra a estrutura global do arquivo objeto.

No cabeçalho anexado a cada imagem foram incluídos somente o arquivo "header", a informação opcional sobre o "header" e a seção de dados, já que o arquivo da imagem é apenas um arquivo de dados.

Os valores atribuídos aos elementos do cabeçalho para o arquivo desta imagem, são mostrados nos itens seguintes. Estes valores foram obtidos das tabelas XIV e XV, do item 5.2.13.4, que mostram parte do conteúdo do arquivo objeto.

5.2.13.1 Arquivo "Header"

Este arquivo contém 20 "bytes" de informação, que descrevem o formato geral de um arquivo objeto. A descrição deste arquivo é mostrada na tabela XII. Os valores atribuídos aos "bytes" foram obtidos da tabela XV.

5.2.13.2 "Header" Opcional

O "header" opcional é usado para executar a relocação durante o "download". A tabela XIII mostra os "bytes" que constituem este arquivo.

5.2.13.3 "Header" da Seção de Dados

Este "header" especifica a posição inicial da seção de dados no arquivo objeto. A tabela XIV descreve os "bytes" que constituem esta seção.

Figura 83 - Estrutura Global para o Arquivo Objeto do TMS34010

Tabela XII - Conteúdo do Arquivo "Header"

n.o "byte"	valor	descrição
0 e 1	090	n.o mágico. Indica que o arquivo pode ser executado no TMS3401 .
2 e 3	0001	número de seções do "header".
4 a 71	CEBCDE	indica quando o arquivo foi criado.
8 a 11	00000C58	contem o endereço inicial da tabela de símbolos.
12 a 15	0000 0073	número de entradas na tabela de símbolos.
16 a 17	001C	número de "bytes" do "header" opcional.
18 a 19	0103	flags.

Tabela XIII - Conteúdo do Arquivo "Header" Opcional

n.o "byte"	valor	descrição
0 e 1	0108	n.o mágico. Para o TMS34010 é 0108
2 e 3	00C7	"version stamp"
4 a 7	0000 0000	tamanho do código executável.
8 a 11	000F FFF0	tamanho dos bits inicializados.
12 a 15	0000 0000	tamanho dos dados não inicializados.
16 a 19	FFF0 0000	início do código executável.
20 a 23	FFF0 0000	
24 a 27	0000 1000	início do dado inicializado.

Tabela XIV - Conteúdo da seção de dados

n.o "byte"	valor	descrição
0 a 7	000 0061 7461 642E	nome da seção com 8 caracteres (.DATA)
8 a 11	0000 1000	endereço físico da seção
12 a 15	0000 1000	endereço virtual da seção
16 a 19	000F FFF0	tamanho da seção
20 a 23	0000 0058	ponteiro do arquivo para os dados
24 a 27	0000 0000	ponteiro do arquivo para os registros de relocação
28 a 31	0000 0000	ponteiro do arquivo para registros do número das linhas
32 a 33	0000	número de registros de relocação
34 a 35	0000	número de registros do número das linhas
36 a 37	0040	seção contem dado inicializado
38	00	reservado
39	00	número da página de memória

5.2.13.4 Exemplo de um Arquivo Objeto de uma Imagem

As tabelas XV e XVI mostram o conteúdo do início e fim do arquivo objeto de uma imagem tomográfica, a ser visualizada no sistema do item 4.2. Na tabela XV, os dados da imagem iniciam no endereço 58H, e os dados anteriores a este endereço constituem as informações do arquivo "header", do "header" opcional e da seção de dados. A imagem completa é constituída por 64K palavras ou 128 Kbytes, e na tabela XVI, o último dado da imagem ocupa a posição 20058H.

Tabela XV - Início do Arquivo Objeto de uma Imagem

endereço	dados															
000000	90	00	01	00	ce	bd	ce	12	58	0c	00	00	73	00	00	00
000010	1c	00	03	01	08	01	c7	00	00	00	00	00	f0	ff	0f	00
000020	00	00	00	00	00	00	f0	ff	00	00	f0	ff	00	10	00	00
000030	2e	64	61	74	61	00	00	00	00	10	00	00	00	10	00	00
000040	f0	ff	0f	00	58	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
000050	00	00	00	00	40	00	00	00	08	10	1c	20	24	20	18	14
000060	08	06	0a	00	0a	12	0a	0e	1e	24	16	06	12	0e	0a	10
000070	0e	02	0a	0c	0c	0c	14	16	16	1a	16	10	12	0e	08	0c
000080	0c	18	20	1a	0e	16	10	08	16	14	10	12	10	10	0c	08
000090	18	14	10	14	0e	0e	0a	04	0c	0a	04	02	0c	10	0c	00
0000a0	06	10	18	16	1a	1c	16	14	12	0c	0a	06	0e	1c	14	08
0000b0	0c	06	12	18	18	0e	04	08	0c	04	0e	12	10	18	18	0e
0000c0	12	12	10	0a	10	1c	14	10	18	0e	0a	10	10	0a	08	10
0000d0	08	0e	18	0e	0a	0e	0a	04	0c	0c	08	04	08	02	0a	04
0000e0	08	0c	0a	0a	10	0c	06	0e	0a	0a	0c	0e	0e	0e	14	12
0000f0	0c	12	16	12	1a	1a	16	1a	18	1a	16	12	1c	16	12	20

Tabela XVI - Fim do Arquivo Objeto de uma Imagem

endereço	dados															
01fff80	12	02	0e	0a	06	08	0c	0a	10	10	10	06	10	16	0c	06
01fff90	0c	04	0a	0a	0c	16	0e	06	06	06	0a	12	0c	06	0c	0a
01ffa0	06	0e	0e	0a	14	16	10	0e	04	12	0a	0a	12	14	10	0c
01ffb0	1a	0c	0e	0e	08	0c	02	02	10	16	16	10	0e	0e	1e	2c
01ffc0	16	2c	28	34	40	2e	0e	14	16	08	06	10	18	0e	06	0e
01ffd0	10	06	14	10	1e	2c	34	2c	28	24	24	14	0a	02	0e	08
01ffe0	10	10	0c	08	0c	10	14	0e	14	14	1c	1a	14	1e	1c	24
01fff0	1a	08	04	0c	12	18	16	10	20	16	0c	18	0e	1a	1a	1e
020000	24	18	0a	0c	16	1c	10	02	0c	0c	14	18	10	0a	0e	10
020010	0c	02	08	08	06	00	08	0a	0a	06	00	04	08	06	02	04
020020	08	08	00	06	02	06	0a	0a	08	06	06	04	02	08	0c	06
020030	06	08	04	06	04	04	06	02	06	0c	0a	02	0c	0c	06	06
020040	00	04	04	02	08	0a	04	06	08	02	04	04	04	06	04	02
020050	06	06	02	06	0a	04	08	0c	ee	ee	ee	ee	ee	ee	ee	ee

Capítulo VI

Inclusão de uma Memória EPROM no Sistema Gráfico

A inclusão de uma EPROM no sistema gráfico permite que o GSP opere de forma independente, isto é, limitando a necessidade de um processador hospedeiro para a transferência da imagem. Neste caso, ao ser ligado o sistema, ou após "reset", a EPROM é selecionada, e o primeiro programa a ser executado será o programa de inicialização do sistema.

No programa de inicialização, além da programação dos registradores de E/S, pode ser estabelecida a cor de fundo da tela, e desenhada uma figura ou escrita uma mensagem na tela, indicando que o sistema está aguardando comandos.

O projeto que será descrito a seguir foi desenvolvido para o sistema descrito no item 4.2. Neste projeto são previstas duas EPROMs de 8Kx8 (2764), com tempo de acesso de 250 ns, associadas de forma a constituírem um sistema de memória de 8Kx16.

A EPROM foi mapeada no mesmo espaço de endereço que a RAM de sistema I, conforme é mostrado na figura 84. A seleção de uma ou outra memória é autorizada por um "flip-flop", implementado internamente numa PAL, que permite a seleção da EPROM após "reset", ou a seleção da RAM quando é gravado um dado no endereço >0400 0000. Uma vez que a RAM é selecionada, a EPROM é simultaneamente desativada, permanecendo assim até a ocorrência de outro "reset".

A figura 85 mostra o circuito para ligação da EPROM ao GSP. Neste circuito são utilizados dois "latches" de 8 bits, para armazenar os bits de endereço que serão utilizados no endereçamento e na lógica de seleção da EPROM. Os demais circuitos são aqueles do sistema descrito no item 4.2.

Na verdade um único "latch" seria necessário, caso fosse utilizado o mesmo tipo

de lógica de seleção para o sistema descrito no item 4.2. Mas isso levaria a equações mais complexas, e ao uso de mais PALs. Com a utilização dos dois "latches", as equações da lógica de seleção tornam-se mais simples, e o número de PALs é mantido, já que os bits de endereço utilizados na lógica de seleção são armazenados através do "latch".

Figura 84: Mapeamento da EPROM no Sistema com 256 Níveis de Cinza

As figuras 86 e 87 mostram o conjunto de equações para o sistema, considerando a EPROM. Nestas equações o sinal MRES é gerado pelo "flip-flop" implementado internamente na PAL, para seleção da EPROM ou da primeira RAM de sistema. O sinal RES_TMS usado na geração de MRES é o sinal RESET do GSP.

Nas equações da interface serial, o sinal RAL é resultante da combinação lógica "E" dos sinais /LAL e /RAS. Este sinal não foi implementado na PAL, por já existir em "hardware" no projeto da EPROM.

A EPROM também necessita de estado de espera, e por isso, na geração do sinal de solicitação de estado de espera (/LRDY), foi incluído o sinal de seleção da EPROM .

Uma alteração deve ser feita também na entrada /HCS, do duto do GSP dedicado ao hospedeiro, pois com a EPROM, o GSP deve ser colocado no modo "self - Bootstrap" após "reset". Neste modo, a entrada /HCS deve ser mantida em nível lógico baixo no fim do "reset", após o que o GSP executa oito ciclos de refrescamento das memórias dinâmicas, do tipo /RAS-only. Em seguida o GSP busca o vetor de endereço da posição >FFFF FFE0, e inicia a execução do programa que se encontra a partir deste endereço.

```

/EPROM = /RAL*LA26*LA25*LA21*LA20*RF*MRES
/RASS0 = /RAS*/RF + /RAS*LA26*LA25*LA21*LA20*/MRE
RASS1 = /RAS*/RF + /RAS*LA26*LA25*LA21*/LA20
/RASS2 = /RAS*/RF + /RAS*LA26*LA25*/LA21*LA20
/RASV0 = /RAS*/RF + /RAS*/LA26*/LA25*/LA21*/LA20
/RASV1 = /RAS*/RF + /RAS*/LA26*/LA25*/LA21*LA20
/SOE0 = /RAS*/TRQE*/LA26*/LA25*/LA21*/LA20
        + /SOE0*SOE1
/SOE1 = /RAS*/TRQE*/LA26*/LA25*/LA21*LA20
        + /SOE1*SOE0
/MRES_OF = /RAS*LA26*/LA25*/LA20*/LA21*RF
MRES = /RES_TMS + MRES_OF*MRES

```

Figura 86: Equações para a Seleção das Memórias - Sistema com EPROM

```

/CSSER = /RAL*/LA26*LA25*/LA21*RF
/WRSER = /RAL*/LA26*LA25*/LA21*/LA20*RF*/WR
/RDSER = /RAL*/LA26*LA25*/LA21*LA20*RF*/DEN
/RES_ON = /RAL*/LA26*LA25*LA21*/LA20*RF
/RES_OF = /RAL*/LA26*LA25*LA21*LA20*RF
RESET = /RES_ON + RES_OF*RESET
/LINT1 = RXRDY + TXRDY
/CD = /RAL*/LA12
/PLRDY = /PLRDY*/CSSER +/PLRDY*/EPROM
          + CLK1*CLK2*/CSSER
          + CLK1*CLK2*/EPROM
/LRDY = PLRDY*/CSSER + PLRDY*/EPROM

```

Figura 87: Equações para a Seleção da Interface Serial - Sistema com EPROM

Capítulo VII

Conclusões

O projeto desenvolvido mostrou ser bastante flexível e expansível. Além dos padrões CGA e EGA implementados, o sistema pode atingir resoluções de tela tais como 8192 linhas/4096 pixels/16 bits por "pixel".

A interface serial incluída no projeto viabiliza a utilização de um "mouse", tornando-o um sistema interativo.

Embora o objetivo principal do projeto seja visualização de imagens médicas, que na maioria de suas aplicações requer boa resolução na escala de cinza, foi projetado também um sistema capaz de operar a cores utilizando uma "Color Palette".

Os exemplos de "software" realizados para os dois sistemas demonstram o funcionamento das principais características do "hardware", dando amplos subsídios para o desenvolvimento do "software" básico e aplicativo.

O "software", em desenvolvimento, será implantado no sistema com 256 níveis de cinza, e baseia-se na filosofia do padrão X-Window, com o propósito de padronização e portabilidade.

O sistema desenvolvido e descrito no presente trabalho, já se mostrou bastante valioso para a visualização de imagens tomográficas com alta resolução na escala de cinza.

O fato de se tratar de um sistema de visualização com capacidade de processamento local independente, traz grandes vantagens quando comparado com placas VGA, que agem apenas como controladores gráficos. O sistema desenvolvido,

embora de custo superior ao de uma placa VGA, apresenta capacidade de processamento local para realização de operações tais como "zoom", "pan", tratamento de "mouse", operações lógicas e aritméticas entre imagens, etc.

Estas operações são idênticas às encontradas em Workstations. No entanto, o sistema desenvolvido não apresenta um ambiente multiusuário, com gerenciamento de memória e disco, como numa Workstation, podendo então ser situado entre uma placa VGA e uma Workstation no que se refere a custo e características de "hardware" e "software", consistindo assim num equipamento de grande valor para a visualização e manipulação de imagens.

BIBLIOGRAFIA

- [1] TEXAS, TMS34010 User's Guide. Texas Instruments Inc., 1986.
- [2] TEXAS, TMS34010 Applicatin Guide. Texas Instruments Inc., 1987.
- [3] TEXAS, TMS34010 Assembly Language Tools - User's Guide. Texas Instruments Inc., 1987.
- [4] TEXAS, TMS34010 512x512 Pixel Minimum Chip Graphics System. Texas Instruments Inc., 1987.
- [5] Foley, J. D. & Van Dam, A. - Fundamentals of Interactive Computer Graphics. Addison Wesley, 1982.
- [6] Newman, W. M. & Srpoul, R. F. - Principles of Interactive Computer Graphics. McGraw Hill, 1979.
- [7] Magalhães, L. P. - Computação Gráfica. Editora da UNICAMP, 1986.
- [8] Smart, G. & Baran, N. M. - Face to Face. BYTE, 243-252, setembro 1988.
- [9] Whitton, M. C. - Memory Design for Raster Graphics Displays, 48 - 65, março 1984.
- [10] Wise, J. L. & Szejnwald, H. - Display Controller Simplifies Design of Sophisticated Graphics Terminals. Electronics, 153 - 157, abril 1981.
- [11] Gutttag, K. & Aken, J. V. & Asal, M. - Requirements for a VLSI Graphics Processor. IEEE Computer Graphics and Application, 32 - 46, janeiro 1986.
- [12] Shires, G. - A New VLSI Graphics Coprocessor - The Intel 82786. IEEE Computer Graphics and Application, 49-55, outubro 1986.
- [13] Nicholls, Bill - Inside the 82786 Graphics Chip. BYTE, 135-141, agosto 1987.
- [14] Killebrew Jr., C. - The TMS34010 Graphics Systems Processor. BYTE, 193 - 204, dezembro 1986.
- [15] TEXAS, TMS34070 User's Guide. Texas Instruments Inc., 1986.
- [16] Kane, G. - CRT Controller Handbook. Osborne/McGraw - Hill, 1978.

- [17] Pinkham, R. & Novak, M. & Guttag, K. - Video Ram Excels at Fast Graphics. *Electronic Design*, 161-184, agosto 1983.
- [18] Banon, G. J. F. - Bases da Computação Gráfica. Editora Campus, 1989.
- [19] Brigham, J. C. - Round and Round She Goes ... 8514/A or 34010's Wheel of Fortune. IDC Report Summary, dezembro 1989.
- [20] Asal, M. & Short, G. & Prestom, T. & Simpson, R. & Roskell, D. & Guttag, K. - The Texas Instruments 34010 Graphics Systems Processor. *IEEE Computer Graphics and Application*, 24-39, outubro 1986.
- [21] Solomon, L. - Video Signal and Monitor Design. *Computers & Electronics*, 53 - 79, dezembro 1984.
- [22] Porter, T. & Duff, T. - Compositing Digital Images. *Computer Graphics*, 18(3), 253 - 259, julho 1984.
- [23] Baecker, R. - Digital Video Display Systems and Dynamic Graphics. *Computer Graphics*, 12(3), 48 - 56, 1978.
- [24] Nicholls, B. - High Performance Graphics Boards. *BYTE*, 151 - 155, janeiro 1988.
- [25] Ingalls, D. H. H. - The Smalltalk Graphics Kernel. *BYTE*, 168 - 194, agosto 1984.
- [26] Acquah, J. & Foley, J. & Sibert, J. & Wenner, P. - A Conceptual Model of Raster Graphics Systems. *Computer Graphics*, 16(3), 321 - 328, julho 1982.
- [27] Williams, T. - Board-Level Solutions Open New Territory for Image Processing. *Computer Design*, 53 - 66, maio 1, 1987.
- [28] Panepucci, H. & Donoso, J. P. & Tannús, A. & Beckman, N. & Bonagamba, T. - Novas Imagens do Corpo. *Ciência Hoje*, 4(20), 46 - 56, setembro/outubro 1985.
- [29] Ruggiero, C. A. - Projeto e Construção de um Terminal de vídeo Gráfico, Dissertação de Mestrado. IFQSC, 1983.
- [30] Waite, M. - Computer Graphics Primer. Howard W. Sams & Co., 1980.
- [31] Partain, C. L. - Nuclear Magnetic Resonance and Correlative Imaging Modalities. Society of Nuclear Medicine Inc., 1984.
- [32] Budinger, T. F. & Margulis, A. R. - Medical Magnetic Resonance. Society of Magnetic Resonance in Medicine Inc., 1984.

- [33] TEXAS, TMS34010 Software Development Board - User's Guide. Texas Instruments Inc., 1986.

Anexo 1

Anexo 1.1 - Programa Principal

```

        .width 132

*-----
* IPQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Programa FILT.ASM
*-----
* Programa principal: estabelece a ordem de execução das subrotinas
*-----
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
*-----
* Revisões:
* 11/19/86...versão original por.....Jerry Van Aken
* 1988-1989 - modificações por.....Maria Stela V. de Paiva
*-----

        .title 'Programa principal'
        .file 'filt.asm'

;
; declara nome da função global
;
        .globl _o_int00
;
; Declara as globais externas
;
        .globl _DSPFIL, _INIT, _TEXT, _FIL4, _PAL, _PADRAO, _L2, _INIT2, _TROCA, _APAGA
        .globl _SERIAL, _CRUZ
;
; Define constantes e MACROS
;
; ---Copia qspregs.hdr, mas não o lista.
        .nolist
        .copy qspregs.hdr
        .list
;
; CONTR .set 0C00000B0H
; VCONT .set 00C0H
; VCONT2 .set 0000
;
; ENTRY POINT
;
_o_int00:
        MOVI >FFFFFFB0, SP ;set up system stack/ LIE 22-11-88
        SETT 32, 0, 0
        MOVI DSPFIL, A14 ;get pointer to display list
        CLR A9 ;endereço do 1.º banco de memória
; 01-NOV-88
;
DSPLOOP:
        SETT 32, 0, 1
        SETT 16, 1, 0
        MOVE *A14+, A13, 0 ;read graphics command code
        SLL 5, A13
        ADDI JMPTBL, A13

```

```

        MOVE *A13, A13, 1 ;get address from table
        CALL A13
        JRUC DSPLOOP ;

JMPTBL:
        .long CMD0 ;code for end of list
        .long CMD1 ;code to initialize GSP
        .long CMD2 ;code to set transparency
        .long CMD3 ;code for change color0
        .long CMD4 ;code for change color1
        .long CMD5 ;code for text draw
        .long CMD6 ;code for FILL function demonstr.
        .long CMD7 ;code for initializing palette
        .long CMD8 ;zera memória
        .long CMD9 ;padrao de cores
        .long CMD10 ;atraso
        .long CMD11 ;inicializa parametros p/ CMD5
        .long CMD12 ;troca banco
        .long CMD13 ;interface serial
        .long CMD14 ;referencia para mouse

* End of list command received.
CMD0:
; JRUC CMD0 ;And this is the way
; SETT 16, 0, 0 ; the code ends
; MOVI 8000H, A0 ;codigo p/ halt
; MOVE A0, >C0000100, 0 ;endereço do HSTCLL
; MOVI L2, A14 ;reinicia em L2 ( 01-11-88)
; RETS 0 ;And this is the way
; the code ends
; Not with a bang,
; but with an endless loop

* Comando para inicializar o GSP.
CMD1:
        MOVI INIT, B14
        JUMP B14

* Command to set transparency bit received.
CMD2:
        MOVE *A14, A0, 0 ;read transparency value
        SETT 1, 0, 0
        MOVE A0, >CONTROL+5, 0 ;load transparency bit
        SETT 16, 0, 0
        RETS 0

*comando para estabelecer a cor de fundo
CMD8:
        MOVI APAGA, B14
        JUMP B14

*
*
* Command to change color0 received.
CMD3:
        MOVE *A14+, A0, 1 ;get 32-bit color value
        MOVE A0, B8 ;load color0 register
        RETS 0

* Command to change color1 received.
CMD4:
        MOVE *A14+, A0, 1 ;get 32-bit color value
        MOVE A0, B9 ;load color1 register
        RETS 0

* Text draw command received.
CMD5:
        MOVE *A14+, A0, 0 ;get starting x coordinate
        MOVE *A14+, A2, 0 ;get starting y coordinate
        MOVE *A14+, A1, 1 ;get address of char string
        MOVI TEXT, B14
        JUMP B14

* Function fill - desenha o LIE .
CMD6:
        MOVI _FIL4, B14 ;programa com a função FILL L para

```

```

        JUMP      B14          ;desenhar LIE.

* Inicializa a Color Palette.
CMD7:    MOVI     PAL,B14
        JUMP     B14

CMD9:    MOVI     PADRAO,B14    ;programa para o desenho do padrao
        JUMP     B14          ;de cores que esta armazenado na
                                ;PAL.

CMD10:   MOVI     0000FFFFH,A0,L ;loop de atraso para a visualizacao
P2:      DEC      A0
        JRNZ     P2
        RETS      0

;comando para inicializar parametros graficos da rotina TEXT
CMD11:   MOVI     INIT2,B14    ;
        JUMP     B14          ; 01-nov-88

;comando para trocar o banco de memoria
CMD12:   MOVI     TROCA,B14
        JUMP     B14

;comando para teste da interface serial
CMD13:   MOVI     SERIAL,B14
        JUMP     B14

;comando para desenhar a cruz de referencia para mouse
CMD14:   MOVI     CRUZ,B14
        JUMP     B14

.end

```

.width 132

* IFQSC - DFCE - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
Projeto TMS34010 - Subrotina DSPFIL.ASM

* Contem a sequencia dos programas a serem executados.

* Características do Sistema Gráfico:

* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"

* Revisões:

* 11/11/86...versão original por.....Jerry Van Aken
* 11/25/86...Modificação da lista.....Trey Howse
* 12/04/86...adicao do codigo do comando PAL.....Trey Howse

.title 'Lista de programas'
.file 'dspfil.asm'

```

; declara nome da funcao global
;
; .globl _DSPFIL,_L2
;
; Declara comandos e constantes
;
EOLIST .set 0
INIT .set 1
LOADT .set 2
LOADC0 .set 3
LOADC1 .set 4
TEXT .set 5
FIL4 .set 6
funcao fill
PAL .set 7
APAGA .set 8
PADRAO .set 9
PAL1 .set 10
INIT2 .set 11
TROCA .set 12
SERIAL .set 13
CRUZ .set 14

; send of display list
; initialize GSP
; load transparency bit
; load color0
; load color1
; draw text string
; desenha o LIE, com a
; initialize palette. This routine is
; not used in the demo routine for the
; simulator. See README.1ST for an
; explanation.
; preenche a memoria com uma cor
; mostra cores da pallette
; atraso para visualizacao da
; imagem.
; inicializa os parametros graficos
; para a rotina TEXT
; troca banco de memoria
; interface serial
; referencia para mouse

; DISPLAY LIST
; DSPFIL:
; .word INIT ;initialize GSP
; .word PAL ;LIE 5/10/88
; .word LOADC1,>ffff,>ffff ; LIE 9-10-88
; .word APAGA ;
; .word LOADC1,>ffff,>ffff ;
; .word TEXT,20,7 ;
; .long STRING1 ;
; .word FIL4 ;teste da funcao FILL L
; .word PADRAO ;padrao de cores
; .word CRUZ ;
; .word PAL1 ;
; .word TROCA ;
; .word INIT2 ;
; .word PAL ;LIE 5/10/88
; .word LOADC1,>eeee,>eeee ;
; .word LOADT ;
; .word TEXT,50,50 ;
; .long STRING2 ;
; .word TEXT,50,100 ;
; .long STRING3 ;
; .word TEXT,45,150 ;
; .long STRING4 ;
; .word SERIAL ;
; .word TROCA ;
; .word PAL1 ;
; .word EOLIST ;this must be at end of list!

;_L2:

STRING1: .string "Fill Function Example:" ;
; .word 0 ;

STRING2: .string "LABORATORIO DE"
; .word 0

STRING3: .string "INSTRUMENTACAO"
; .word 0

STRING4: .string "ELETRONICA - 1990"
; .word 0

```

Anexo 1.2 - Subrotinas para Inicialização dos Registradores

Exemplo 1

```
.width 132
* IQSC - DPCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina INIT_4CGA.ASM
* Inicializa os registradores de E/S do GSP e os registradores do arquivo
* B, que contam os parâmetros gráficos.
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
* Revisões:
* 11/19/86...versão original por.....Jerry Van Aken
* 1988-1989 modificações por .....Maria Stela V. de Paiva
;
; .title 'inicializa GSP'
; .file 'init_4cga.asm'
;
; declara nome da funcao global
;
; .globl _INIT
;
; define constantes
; Copia gspregs.hdr, mas nao o lista aqui.
;
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
;
; ENTRY POINT
;
; _INIT:
```

```
* Inicializa registradores de E/S
SETF 16,0,0
MOVI IOREGS1,B0 ;aponta para valores de E/S
MOVI HESYNC,B1 ;endereço base de E/S
MOVK 12,B2 ;carrega valor do loop de contagem

LOOP1:
MOVE *B0+,*B1+,0 ;
DSJS B2,LOOP1 ;

MOVI IOREGS2,B0 ;aponta para valores de E/S
MOVI INTENB,B1 ;endereço de E/S
MOVK 7,B2 ;carrega valor do loop de contagem

LOOP2:
MOVE *B0+,*B1+,0 ;
DSJS B2,LOOP2 ;

* Inicializa registradores de B
MOVI BREGS,B0 ;
MMFM B0,SPTCH,DPTCH,OFFSET,WSTART,WEND,COLOR0,COLOR1

* retorna ao programa principal
RETS 0 ;

* Define valores de B.
BREGS:
.long >00000000 ;COLOR0 = B8 ;COLOR1 = B9
.long >00000000 ;WEND = B6
.long >00FF01FF ;WSTART = B5
.long >0000C000 ;OFFSET = B4
.long >00001000 ;DPTCH = B3
.long >00000000 ;DADDR = B2
.long >00000008 ;SPTCH = B1

* Define registradores de E/S.
IOREGS1:
.word >0005 ;HESYNC = >C0000000
.word >001a ;HESBLNK = >C0000010
.word >009a ;HESBLKN = >C0000020
.word >009a ;HTOTAL = >C0000030

.word >0007 ;VESYNC = >C0000040
.word >000a ;VESBLNK = >C0000050
.word >00fc ;VESBLKN = >C0000060
.word >0105 ;VTOTAL = >C0000070

.word >F010 ;DEPYCTL = >C0000080
.word >FFFC ;DEPYSTR = >C0000090
.word >FFFF ;DEPYINT = >C00000A0
.word >00c0 ;CONTROL = >C00000B0

IOREGS2:
.word >0000 ;INTENB = >C0000110
.word >0000 ;INTPEND = >C0000120
.word >001C ;CONVSP = >C0000130

.word >0013 ;CONVDP = >C0000140
.word >0004 ;P SIZE = >C0000150
.word >0000 ;PMASKL = >C0000160
.word >0000 ;PMASKH = >C0000170

.end
```

Exemplo 2

```

.width 132
* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina INIT_SCGA.ASM
* Inicializa os registradores de E/S do GSP e os registradores do arquivo
* B, que contém os parâmetros gráficos.
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/8 bits por "pixel"
*
;
; .title 'inicializa GSP'
; .file 'init.asm'
;
; declara nome da funcao global
;
; .globl _INIT
;
; define constantes
; Copia gspregs.hdr, mas nao o lista aqui.
;
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
;
; ENTRY POINT
;
; INIT:
* Initialize I/O registers.
; SETF 16,0,0
; MOVI IOREGS1,B0 ;point to I/O values
; MOVI HESYNC,B1 ;I/O register base address
; MOVK 12,B2 ;load loop count
LOOP1:
; MOVE *B0+,*B1+,0
; DSJS B2,LOOP1
;
; MOVI IOREGS2,B0 ;point to I/O values
; MOVI INTENB,B1 ;I/O register base address
; MOVK 7,B2 ;load loop count
LOOP2:
; MOVE *B0+,*B1+,0
; DSJS B2,LOOP2
;
* Initialize B-file registers.
; MOVI BREGS,B0
; MATH B0,SPTRH,DPTCH,OFFSET,WSTART,WEND,COLOR0,COLOR1
* All done. Return.
; RETS 0
;
* Define B-file register values.
BREGS:
; .long >00000000 ;COLOR0 = B8
; .long >00000000 ;COLOR1 = B9
; .long >00FF01FF ;WEND = B6
; .long >00000000 ;WSTART = B5
; .long >0000C000 ;OFFSET = B4
; .long >00002000 ;DPTCH = B3
; .long >00000000 ;DADDR = B2
; .long >00000008 ;SPTCH = B1

```

```

* Define I/O register values.
IOREGS1:
; .word >0005
; .word >001a
; .word >009a
; .word >009F
;
; .word >0007
; .word >000a
; .word >00fc
; .word >0105
;
; .word >F020
; .word >FFFC
; .word >FFFF
; .word >00c0
;
IOREGS2:
; .word >0000
; .word >0000
; .word >001C
;
; .word >0012
; .word >0008
; .word >0000
; .word >0000
;
; .end
;
; HESYNC = >C0000000
; HEBLNK = >C0000010
; HSBLEN = >C0000020
; HTOTAL = >C0000030
;
; VESYNC = >C0000040
; VEBLNK = >C0000050
; VSBLEN = >C0000060
; VTOTAL = >C0000070
;
; DFYCTL = >C0000080
; DFYSTRT = >C0000090
; DFYINT = >C00000A0
; CONTROL = >C00000B0
;
; INTENB = >C0000110
; INTPEND = >C0000120
; CONVSP = >C0000130
;
; CONVDP = >C0000140
; PSIZE = >C0000150
; PMASKL = >C0000160
; PMASKH = >C0000170

```

Exemplo 3

```

.width 132
* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina INIT_4EGA.ASM
* Inicializa os registradores de E/S do GSP e os registradores do arquivo
* B, que contém os parâmetros gráficos.
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo EGA
* .frequência horizontal: 21850 Hz
* .frequência de "pixel": 15 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
*
;
; .title 'inicializa GSP'
; .file 'init_4ega.asm'
;
; declara nome da funcao global
;
; .globl _INIT
;
; define constantes
; Copia gspregs.hdr, mas nao o lista aqui.
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
;
; ENTRY POINT
;
;

```

```

_INIT:
* Initialize I/O registers.
    SETI 16,0,0
    MOVI IOREGS1,B0                ;point to I/O values
    MOVI HESYNC,B1                ;I/O register base address
    MOVK 12,B2                    ;load loop count

LOOP1:
    MOVE *B0+,*B1+,0
    DSJS B2,LOOP1

    MOVI IOREGS2,B0                ;point to I/O values
    MOVI INTENB,B1                ;I/O register base address
    MOVK 7,B2                    ;load loop count

LOOP2:
    MOVE *B0+,*B1+,0
    DSJS B2,LOOP2

* Initialize B-file registers.
    MOVI BREGS,B0
    MFM  B0,SPTCH,DPTCH,OFFSET,WSTART,WEND,COLOR0,COLOR1

* All done. Return.
    RETS 0

* Define B-file register values.
BREGS:
    .long >00000000
    .long >00000000
    .long >00FF01FF
    .long >00000000
    .long >0000C000
    .long >00000800
    .long >00000000
    .long >00000008

    .long >00000000
    .long >00000008

* Define I/O register values.
IOREGS1:
    .word >0010
    .word >0028
    .word >00a8
    .word >00ab

    .word >0003
    .word >000c
    .word >0160
    .word >016c

    .word >F010
    .word >FFFF
    .word >FFFF
    .word >00c0

IOREGS2:
    .word >0000
    .word >0000
    .word >001C

    .word >0014
    .word >0008
    .word >0000
    .word >0000

    .end

    .width 132

```

Exemplo 4

```

* IFQSC - DPCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina INIT_SDB.ASM
*
* Inicializa os registradores de E/S do GSP para o sistema com 256 níveis
* cinza ou para o sistema SDB340 da TEXAS.
*
* Características do Sistema Gráfico com 256 Níveis de Cinza:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/8 bits por "pixel"
*
* Características do Sistema Gráfico SDB340:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 15 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/1024 "pixels"/4 bits por "pixel"
*
;
; .title 'inicializa GSP'
; .file 'init_sdb.asm'
;
; declara nome da função global
;
; .globl _INIT
;
; define constantes
; Copia gsregs.hdr, mas não a lista aqui.
; .nolist
; .copy gsregs.hdr
; .list
;
; ENTRY POINT
;
_INIT:
* Initialize I/O registers.
    SETI 16,0,0
    MOVI IOREGS1,B0                ;point to I/O values
    MOVI HESYNC,B1                ;I/O register base address
    MOVK 12,B2                    ;load loop count

LOOP1:
    MOVE *B0+,*B1+,0
    DSJS B2,LOOP1

    MOVI IOREGS2,B0                ;point to I/O values
    MOVI INTENB,B1                ;I/O register base address
    MOVK 7,B2                    ;load loop count

LOOP2:
    MOVE *B0+,*B1+,0
    DSJS B2,LOOP2

* Initialize B-file registers.
    MOVI BREGS,B0
    MFM  B0,SPTCH,DPTCH,OFFSET,WSTART,WEND,COLOR0,COLOR1

* All done. Return.
    RETS 0

*****
sdb340 .set 1

.if sdb340=1

*****
*PLACA SDB340, 4 BITS
*****

```

```
* Define B-file register values.
BREGS:
```

```
.long 00000000H
.long 00000000H
.long 00FF01FFH
.long 00000000H
.long 0000C000H
.long 00001000H
; .long 00000000H
; .long 00000008H
```

```
;COLOR1 = B9
;COLOR0 = B8
;WEND = B6
;WSTART = B5
;OFFSET = B4
;DPTCH = B3
;DADDR = B2
;SPTCH = B1
```

```
* Define I/O register values.
```

```
IOREGS1:
```

```
.word 000dH
.word 0079H
.word 017aH
.word 018cH
.word 0001H
.word 000aH
.word 0104H
.word 0105H
```

```
;RESYNC = 0C0000000
;HBLNK = 0C0000010
;HBLKN = >C0000020
;RTOTAL = >C0000030
;VESYNC = >C0000040
;VBLNK = >C0000050
;VBLKN = >C0000060
;VTOTAL = >C0000070
```

```
.word 0F010H
.word 0FFFCH
.word 0FFFFH
.word 00c0H
```

```
;DPYCTL = >C0000080
;DPYSTRT = >C0000090
;DPYINT = >C00000A0
;CONTROL = >C00000B0
```

```
IOREGS2:
```

```
.word 0000H
.word 0000H
.word 001CH
.word 0013H
.word 0004H
.word 0000H
.word 0000H
```

```
;INTENB = >C0000110
;INTPEND = >C0000120
;CONVSP = >C0000130
;CONVDP = >C0000140
;PSIZE = >C0000150
;PMASKL = >C0000160
;PMASKH = >C0000170
```

```
*****
; .else
```

```
*****
*SISTEMA COM 256 NIVEIS DE CINZA*
*****
```

```
* Define B-file register values.
BREGS:
```

```
.long 00000000H
.long 00000000H
.long 00FF01FFH
.long 00000000H
.long 0000C000H
.long 00001000H
; .long 00000000H
; .long 00000008H
```

```
;COLOR1 = B9
;COLOR0 = B8
;WEND = B6
;WSTART = B5
;OFFSET = B4
;DPTCH = B3
;DADDR = B2
;SPTCH = B1
```

```
IOREGS1:
```

```
.word 0005H
.word 001aH
.word 009aH
.word 009FH
.word 0007H
.word 000aH
.word 0104H
.word 0105H
```

```
;RESYNC = >C0000000
;HBLNK = >C0000010
;HBLKN = >C0000020
;RTOTAL = >C0000030
;VESYNC = >C0000040
;VBLNK = >C0000050
;VBLKN = >C0000060
;VTOTAL = >C0000070
```

```
.word 0F010H
.word 0FFFCH
.word 0FFFFH
.word 00c0H
```

```
;DPYCTL = >C0000080
;DPYSTRT = >C0000090
;DPYINT = >C00000A0
;CONTROL = >C00000B0
```

```
IOREGS2:
```

```
.word 0000H
.word 0000H
.word 001CH
.word 0013H
.word 0008H
.word 0000H
.word 0000H
```

```
;INTENB = >C0000110
;INTPEND = >C0000120
;CONVSP = >C0000130
;CONVDP = >C0000140
;PSIZE = >C0000150
;PMASKL = >C0000160
;PMASKH = >C0000170
```

```
.endif
```

```
.end
```

Arquivo GSPREGS.HDR

```
*----- Register names for TMS34010 assembly language functions -----
```

```
* Define special A- and B-file registers
```

```
* Special A-file registers:
```

```
FP .set A13
STK .set A14
```

```
;Frame pointer, param. stack
;Parameter stack pointer
```

```
* Special B-file registers:
```

```
SADDR .set B0
SPTCH .set B1
DADDR .set B2
DPTCH .set B3
OFFSET .set B4
WSTART .set B5
WEND .set B6
DYDX .set B7
COLOR0 .set B8
COLOR1 .set B9
```

```
;Source address register
;Source pitch register
;Dest. address register
;Dest. pitch register
;XY offset register
;Window start register
;Window end register
;Delta X/delta Y register
;Color 0 register
;Color 1 register
```

```
* Define names of I/O registers
```

```
RESYNC .set >C0000000
HBLNK .set >C0000010
HBLKN .set >C0000020
RTOTAL .set >C0000030
VESYNC .set >C0000040
VBLNK .set >C0000050
VBLKN .set >C0000060
VTOTAL .set >C0000070
DPYCTL .set >C0000080
DPYSTRT .set >C0000090
DPYINT .set >C00000A0
CONTROL .set >C00000B0
HSTDATA .set >C00000C0
HSTADRL .set >C00000D0
HSTADRH .set >C00000E0
HSTCILL .set >C00000F0
HSTCTLE .set >C0000100
INTENB .set >C0000110
INTPEND .set >C0000120
CONVSP .set >C0000130
CONVDP .set >C0000140
PSIZE .set >C0000150
PMASK .set >C0000160
```

```
* I/O register locations 23-27 are reserved for future expansion
```

```
ECOUNT .set >C00001C0
VCOUNT .set >C00001D0
DPYADR .set >C00001E0
```

```

REFCNT      .set      >C00001F0
*
* Masks for I/O register fields:
*
TRN_MASK     .set      >0020      ;Mask for T field in CONTROL
WDW_MASK     .set      >00C0      ;Mask for W field in CONTROL
PPOP_MASK    .set      >7C00      ;Mask for PPOP in CONTROL
SRT_MASK     .set      >0800      ;Mask for SRT bit in DPYCTL
SRE_MASK     .set      >1000      ;Mask for SRT bit in DPYCTL
ENV_MASK     .set      >8000      ;Mask for SRT bit in DPYCTL
DI_MASK      .set      >0400      ;Mask for DI bit in INTEND

```

Anexo 1.3 - Subrotina para Inicializar a "Color Palette"

Exemplo 1

.width 132

```

*
* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina PAL.ASM
*
* Carrega a tabela de cores da Color Palette
*
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15.750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
*
* Revisões:
* 122/04/86...versão original por.....Trey House
* 1988-1989...modificado por .....Maria Stela V. de Paiva
*
;
;
; .file      'pal.asm'
;
; declara nome da função global
;
; .globl _PAL
;
; Entry Point
;
_PAL:
;
; SETF      16,0,0      ;set up loop count
; MOVF      16,A0      ;point to color table
; MOVI      COLOR,A1    ;point to beginning of frame buffer
; MOVF      B4,A2      ;LIE- início do frame buffer
; CLR
;
LOOP:
; MOVF      *A1+,*A2+    ;load table to frame buffer
; DSJF      A0,LOOP      ;
; RETS      0
;
COLOR:
; .word     >FF00      ;
; .word     >0010      ;
; .word     >FF20      ;
; .word     >0FF0      ;
; .word     >00F0      ;
; .word     >0F00      ;
; .word     >E0E0      ;
; .word     >0F80      ;
; .word     >00F0      ;
; .word     >0FF0      ;
; .word     >F0F0      ;
; .word     >0F00      ;
; .word     >E000      ;
; .word     >00E0      ;
; .word     >F0F0      ;
;
; .end

```

Exemplo 2

.width 132

```

* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina PAL_3T.ASM
*
* Carrega no frame buffer alternadamente 3 tabelas de cores da Color Palette
*
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
*
;
; .file 'pal_3t.asm'
;
; declara nome da função global
; globl _PAL
;
; Entry Point
;
_PAL:
;
    SETP    16,0,0      ;
    SETP    32,0,1      ;
    MOVK    16,A0        ;set up loop count
    MOVE    @PONTX,A1,1  ;point to color table
    MOVE    A9,A2        ;point to beginning of frame buffer

LOOP:
    MOVE    *A1,*A2+     ;load table to frame buffer
    DSJS    A0,LOOP      ;
    MOVE    *A1,A2,1     ;
    MOVE    A2,@PONTX,1  ;
    RETS    0            ;

*define ponteiro para tabela de cores
PONTX:
    .long   COLOR1
*
*
COLOR1:
    .word   >0F00      ;
    .word   >0010      ;
    .word   >0020      ;
    .word   >0030      ;
    .word   >0040      ;
    .word   >0050      ;
    .word   >0060      ;
    .word   >0070      ;
    .word   >0080      ;
    .word   >0090      ;
    .word   >00A0      ;
    .word   >00B0      ;
    .word   >00C0      ;
    .word   >00D0      ;
    .word   >00E0      ;
    .word   >00F0      ;
    .long   COLOR2
*
COLOR2:
    .word   >F000      ;
    .word   >0100      ;
    .word   >0200      ;
    .word   >0300      ;
    .word   >0400      ;

```

```

    .word   >0500      ;
    .word   >0600      ;
    .word   >0700      ;
    .word   >0800      ;
    .word   >0900      ;
    .word   >0A00      ;
    .word   >0B00      ;
    .word   >0C00      ;
    .word   >0D00      ;
    .word   >0E00      ;
    .word   >0F00      ;
    .long   COLOR3
COLOR3:
    .word   >00F0      ;
    .word   >1000      ;
    .word   >2000      ;
    .word   >3000      ;
    .word   >4000      ;
    .word   >5000      ;
    .word   >6000      ;
    .word   >7000      ;
    .word   >8000      ;
    .word   >9000      ;
    .word   >A000      ;
    .word   >B000      ;
    .word   >C000      ;
    .word   >D000      ;
    .word   >E000      ;
    .word   >F000      ;
    .long   COLOR1
;
.end

```


Anexo 1.4 - Subrotina para Apagar a Tela

Exemplo 1

```
.width 132

* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina APAGA_4.ASM
* Este programa carrega a memória com uma cor de fundo.
*
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
*
* Revisões
* LIE 14-NOV-88.....versão original por.....Maria Stela V. de Paiva
*
; zera memória gráfica
; .title 'apaga a memória de vídeo'
; .file 'apaga_4.asm'

; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _APAGA
;
;
;
* valores dos registradores de i/o
vpmask .set 0000
vpsize .set 4
vcont .set 0000h
vconv .set 0014h
*
*
* endereço dos registradores de i/o
control .set 0c0000b0h
psize .set 0c0000150h
pmask .set 0c0000160h
convdp .set 0c0000140h
*
* valores das funções do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
```

```
vdpt .set 800h
vofset .set 000800h
*
* funções do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
ofset .set B4
DYDX .set B7
color1 .set B9
*
* função de controle anterior
*
vcont2 .set 00c0h

_APAGA:
*
* início do programa
* .text

INICIO: MSTM SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
MSTM SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
SETT 16,0,0
SETT 32,0,1
MOVK vpsize,A0 ; tamanho do pixel
MOVE A0,6psize
MOVI vpmask,A0 ; valor da máscara do plano
MOVE A0,6pmask
MOVI vcont,A0
MOVE A0,6scontrol
MOVI vconv,A0
MOVE A0,6convdp
* estabelece valores para registros de b
MOVI vdpt,dptch,W
MOVI vofset,A0,L
; A9 p/ modificar o endereço inicial da memória de vídeo
; OR A9,A0
MOVE A0,ofset
MOVI (0*vy+0*vx),daddr
*
* Preenche os dois bancos com a cor de fundo escolhida
MOVI (511*vy+512*vx),DYDX ;
FILL XY
MOVI vcont2,A0
MOVE A0,6scontrol
MSTM SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
MSTM SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
RETS 0
.end
```

Exemplo 2

```
.width 132

* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
```

```

*
* Projeto TMS34010 - Subrotina APAGA_SD.ASM
*
* Este programa gera a cor do fundo, onde cada linha e desenhada
* com um tom de cinza, iniciando pela cor mais escura, .
* LIZ 15-09-89
*
*-----
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência da "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/8 bits por "pixel"
*-----
* Revisões
*
* LIZ 15/05/89 .....versao original por .....Maria Stela V. de Paiva
*-----
*zera memoria grafica
*
* .title 'apaga a memoria de video '
* .file 'apaga_sd.asm'
*
;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
* .globl _APAGA
;
;
;
*valores dos registradores de i/o
vpmask .set 0000
vpsize .set 8
vpsize2 .set 16
vcont .set 0000H
vconv .set 0013h
*
*
* endereco dos registradores de i/o
control .set 0c00000b0h
psize .set 0c0000150h
pmask .set 0c0000160h
convdp .set 0c0000140h
*
*valores das funcoes do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
vdpt .set 1000h
vofset .set 001000h
vcor .set 000000000H
*
* funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
ofset .set B4
DYDX .set B7
color1 .set B9
*
* funcao de controle anterior
vcont2 .set 00c0H
*
* APAGA:
*
* inicio do programa
* .text
*
INICIO: MVI SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
MVI SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
SEI 16,0,0
SEI 32,0,1
MOVK vpsize,A0 ; tamanho do pixel
MOVE A0,spsize
MOVI vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
MOVE A0,spmask
MOVI vcont,A0

```

```

MOVE A0,&control
MOVI vconv,A0
MOVE A0,&convdp
* estabelece valores para registros de b
MOVI vdpt,dptch,W
MOVI vofset,A0,L
; A9 p/ modificar o endereco inicial da memoria de video
;
OR A9,A0
MOVE A0,ofset
MOVI (0*vy+0*vx),daddr
MOVE daddr,A3
*
* Preenche cada linha com um nivel de cinza.
LOOP: MOVI vcor,color1
MOVI (1*vy+512*vx),DYDX ;
FILL XY
ADDI (1*vy),A3,L
MOVE A3,daddr
ADDI 01010101H,color1,L
Cmpi 0FFFFFFFH,color1,L
JRNZ LOOP
MOVI vcont2,A0
MOVE A0,&control
MOVE vpsize2,A0 ; tamanho do pixel
MOVE A0,spsize
MATH SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
MATH SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
RETS 0
.end

```

Exemplo 3

```

*
* .width 132
*-----
* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina APAGA_SDB.ASM
*
* Este programa estabelece uma cor para o fundo da tela, e permite sele-
* cionar o sistema com 256 níveis de cinza ou o sistema SDB340, TEXAS
*-----
* Características do Sistema Gráfico com 256 níveis de cinza:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência da "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/8 bits por "pixel"
*-----
* Revisões
*
* LIZ 15/05/89 .....versao original por .....Maria Stela V. de Paiva
*-----
*zera memoria grafica
*
* .title 'apaga a memoria de video '
* .file 'apaga_sdb.asm'
*
;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;

```

```

        .globl  _APAGA

sdb340  .set    1

;
*
* endereço dos registradores de i/o
control .set    0c00000b0h
psize   .set    0c0000130h
pmask   .set    0c0000160h
convdp  .set    0c0000140h
*
* funcoes do arquivo b
daddr   .set    B2
dptch   .set    B3
offset  .set    B4
DYDX    .set    B7
color1  .set    B9
*
        .IF      sdb340

*valores dos registradores de i/o
vpmask  .set    0000
vpsize  .set    4
vpsize2 .set    4
vcont   .set    0000h
vconv   .set    0013h
*
*valores das funcoes do arquivo b
vx       .set    1
vy       .set    10000h
vdpt     .set    1000h
vofset   .set    vdpt
vcor     .set    00000000h
npixel   .set    1024
*
        .ELSE

*valores dos registradores de i/o
vpmask  .set    0000
vpsize  .set    8
vpsize2 .set    16
vcont   .set    0000h
vconv   .set    0013h
*
*valores das funcoes do arquivo b
vx       .set    1
vy       .set    10000h
vdpt     .set    1000h
vofset   .set    000000h
vcor     .set    00000000h
npixel   .set    512
*
        .ENDIF

;
*
* funcao de controle anterior
*
vcont2   .set    00c0h

_APAGA:
;
* inicio do programa
*
        .text

```

```

INICIO: MFM      SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        MFM      SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        SETF     16,0,0
        SETF     32,0,1
        MOVK     vpsize,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE     A0,$psize
        MOVK     vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
        MOVE     A0,$pmask
        MOVE     vcont,A0
        MOVE     A0,$control
        MOVE     vconv,A0
        MOVE     A0,$convdp
* estabelece valores para registros de b
        MOVK     vdpt,dptch,W
        MOVK     vofset,A0,L
; A9 p/ modificar o endereço inicial da memoria de video
;
        OR       A9,A0
        MOVE     A0,offset
        MOVK     (0*vy+0*vx),daddr
        MOVE     daddr,A3
*
* Preenche o fundo com uma cor unica.
        MOVK     vcor,color1
        MOVK     (255*vy+npixel*vx),DYDX
        FILL     XY
        MOVK     vcont2,A0
        MOVE     A0,$control
        MOVK     vpsize2,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE     A0,$psize
        MFM      SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        MFM      SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        RETS     0
        .end

```

Anexo 1.5 Subrotina para Desenhar o Padrão de Cores da "Color Palette"

```

* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1988
* Projeto TMS34010 - Subrotina PADRAO.ASM
*
* Este programa mostra no vídeo o padrão de cores programado na
* palette. LIE 13-OUTUBRO-88
*
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
*
* Revisões
*
* LIE 13/10/88 .....versao original por .....Maria Stela V. de Paiva

```

```

        .title 'padrao de cores'
        .file 'padrao.asm'

;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
;      .globl _PADRAO
;
;DEFINE CONSTANTS
;
; Copy gspregs.hdr, but don't list it here
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list

;
;valores dos registradores de I/O:
vpmask .set 0000
vpsize .set 4
vcont .set 0000h
vconv .set 0014h
;
; endereço dos registradores de i/o
control .set 0c0000b0h
psize .set 0c0000150h
pmask .set 0c0000160h
convdp .set 0c0000140h
;
;valores das funcoes do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
vdpt .set 800h
vcorl .set 01111111h
vofax .set 448 ; n.o de pixels do offset ...448
vofay .set 27 ; n.o de linhas do offset
/vws .set 10*vy+0*vx ;28-11-88
/vve .set 100*vy+500*vx ;28-11-88
;
; funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
DYDX .set B7

```

```

colorl .set B9
offset .set B4
;wstart .set B5 ;28-11-88
;wend .set B6 ;28-11-88
;
; secao de dados para o fundo
;

```

_PADRAO:

```

* DEFINICAO DOS MACROS
* MACRO SOMALIN : soma o numero de linhas especificadas
* em "nl", ao valor do endereço armazenado num registrador A1
*

```

```

SOMALIN $MACRO NL,VE
        MOVE dptch,A1 ; VALOR DO PITCH em A1
        MOVI :NL,A0 ; numero de linhas em A0
        MPYU A0,A1
        ADD :VE,A1 ; soma endereço inicial ao resultado
        MOVE A1,daddr
$END

```

```

* MACRO SOMAPIX: soma o numero de pixels especificado em NP
* ao valor do endereço armazenado anteriormente em A1.
* RESULTADO em A0
*

```

```

SOMAPIX $MACRO NP,EI
        MOVI :NP,A0 ; numero de pixels em A0
        RL A6,A0 ; desloca pelo tamanho do pixel
        ADD :EI,A0 ; soma ao endereço inicial
        MOVE A0,daddr
$END

```

* inicio do programa

```

INICIO: MATH SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6
        MATH SP,B0,B1,B2,B3,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
;Valor para registros de I/O
        MOVK vpsize,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE A0,spsize
        LMO A0,A6 ; determinando o numero de rotacoes
        ORI 0FFFFFFFh,A6 ; correspondente ao
        NOT A6 ; tamanho do pixel.
        MOVI vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
        MOVE A0,spmask
        MOVI vcont,A0
        MOVE A0,scntxcol
        MOVI vconv,A0
        MOVE A0,scntvcp
; estabelece valores para registros de io
;      MOVI vws,wstart ;28-11-88
;      MOVI vwe,wend ;28-11-88
;      MOVI vdpt,dptch
        CLR A2
        SOMALIN vofsy,A2
        SOMAPIX vofsx,A1
        OR A9,A0 ;A9 p/ mudanca de
        MOVE A0,offset ;banco. 01-nov-88
        MOVI vcorl,A0
        MOVE A0,colorl

```

```

;faz contorno do padrao usando a cor mais intensa
        MOVI (0*vy+0*vx),daddr
        MOVE daddr,A3
        MOVI (2*vy+19*vx),DYDX
        FILL XY
        MOVE A3,daddr
        MOVI (194*vy+2*vx),DYDX
        FILL XY
        MOVI (0*vy+17*vx),daddr
        FILL XY

```

```

* preenche cada area do padrao com o valor de
* um registrador da palette.
* a sequencia esta em ordem crescente.
CLR      A1
MOVE     (2*vy+2*vx),daddr
MOVE     daddr,A3
volta:   MOVE     A1,color1
        MOVE     (10*vy+15*vx),DYDX
        FILL     XY
        MOVE     A0,color1
        ADDI     (10*vy),A3,L
        MOVE     A3,daddr
        MOVE     (2*vy+15*vx),DYDX
        FILL     XY
        ADDI     (2*vy),A3,L
        MOVE     A3,daddr
        ADDI     1111111H,A1,L
        JRNCR   volta
MMIEM    SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
MMIEM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6
RETS     0
.end

```

Anexo 1.6 - Subrotina para Trocar o Banco da Memória de Imagem

Exemplo 1

```

        .width    132
*-----*
* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1988*
* Projeto TMS34010 - Subrotina TROCA_4.ASM
*
* Troca o banco de memoria de video, modificando o registrador
* DPYSTRT e simultaneamente carrega em A9 o endereço inicial do
* banco de memoria atualizado.

```

```

*
*-----*
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
*-----*
* Entrada:nenhum argumento e passado para esta subrotina
*
* Saída:
* A9 contém o endereço inicial da memoria de video .
* DPYSTRT contém o valor que sera usado pelo TMS para
* estabelecer o endereço inicial de refreshamento da
* memoria de video..
*-----*
* Revisoes
*
* LIE 1988 .....versao original por .....Maxia Stela V. de Paiva
*-----*
;
; .title 'troca memoria de video'
; .file 'troca_4.asm'
;
; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _TROCA
;
; DEFINE CONSTANTS
; ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
DPYSTRT .set 0c0000090h
;
; ENTRY POINT
;
_TROCA:
* Initialize I/O register DPYSTRT
;
; SETF 32,0,0
; SETF 1,0,1
; MOVE $VAR,A0,0
; MOVE A0,$DPYSTRT+0BH,1
; NOT A0
; MOVE A0,$VAR,0
; ANDI 00080000H,A0
; MOVE A0,A9
*
*
* All done. Return.
RETS 0
;
VAR:
; .long >00000000
;
.end

```

Exemplo 2

```

        .width      132
* -----
* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Subrotina TROCA.S.ASM
*
* Troca o banco de memória de vídeo, modificando o registrador
* DPYSTRT e simultaneamente carrega em A9 o endereço inicial do
* banco de memória atualizado.
*
* -----
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/8 bits por "pixel"
*
* -----
* Entrada: nenhum argumento é passado para esta subrotina
*
* Saída:
* A9 contém o endereço inicial da memória de vídeo.
* DPYSTRT contém o valor que será usado pelo TMS para
* estabelecer o endereço inicial de refresco da
* memória de vídeo..
*
* -----
* Revisões
* LIE 15/05/89 .....versão original por .....Maria Stela V. de Paiva
*
* -----
        .title      'troca memoria de video'
        .file        'troca.s.asm'
*
* -----
        DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
*
        .globl      _TROCA
*
        DEFINE CONSTANTS
        --Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
        .nolist
        .copy gspregs.hdr
        .list
*
DPYSTRT .set      0c0000090h
*
* -----
        ENTRY POINT
*
_TROCA:
*
* Initialize I/O register DPYSTRT
*
        SETF        32,0,0
        SETF        1,0,1
        MOVE        $VAR,A0,0
        MOVE        A0,$DPYSTRT+0CH,1 ; altera bit A12
        NOT         A0
        MOVE        A0,$VAR,0
        ANDI        00080000H,A0
        MOVE        A0,A9
*
* -----

```

```

* All done. Return.
        RETS        0
*
VAR:
        .long       >00000000
*
        .end

```

Anexo 1.7 - Subrotina para Desenhar Caracteres ASCII

```

        .width      132
* -----
* (c) Copyright 1986, Texas Instruments, Incorporated
* -----
* TMS34010 Graphics Function Library
* -----
* TEXT function
*
* Draw text string using monospaced font. Starting position of string
* is given by arguments x and y, which give the coordinates of the top
* left corner of the rectangle containing the string. Argument s is a
* pointer to a string of ASCII-encoded bytes terminated by a NULL (0).
* Characters are 8 pixels wide and 16 pixels high.
*
* This function is designed to be called from a GSP-C program.
*
* -----
* At entry:
* x in A0, y in A2, s in A1.
*
* At exit:
* The contents of the CONVSP register are altered. Also, the
* contents of A0, A1 and A2 are changed. All other registers are
* unaltered.
*
* -----
* Revision history:
* 5/17/86...Original version written.....Mike Denio
* 11/10/86...Added header and copyright notice.....Jerry Van Aken
*
* -----
        .title      'monospaced text'
        .file        'monotext.s.asm'
*
* -----
        DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
*
        .globl      _TEXT
*
        DECLARE POINTER TO TEXT FONT
*
        .globl      _chr_xxx
*
        DEFINE CONSTANTS
        --Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
        .nolist
        .copy gspregs.hdr
        .list
*

```

```

;
; ENTRY POINT
;
_TEXT:
        mmta    SP,B0,B1,B2,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        movk    8,SPTCH ; set up source pitch registers
        lmo     SPTCH,B0
        setf    16,0,0
        move    B0,8CONVSP,0
        movi    >100008,DYDX ; characters are 16 high by 8 wide
        sll     16,A2
        movy    A2,A0 ; A0 = y::x (DADDR)
        movi    _chxx_xx,A6 ; base address of text font
loop:
        movb    *A1,A2 ; get next character to print
        jrz     text_done ; if null char, end of string
        subk    >20,A2 ; strip off ASCII value
        sll     7,A2 ; multiply by character size
        add     A8,A2 ; add base address of text font
        move    A2,SADDR ; source address = character shape
        move    A0,DADDR ; dest'n address = screen position
        PIXBLT  B,XY ; draw character
        addk    8,A0 ; update screen position
        addk    8,A1 ; point to next character
        jruc    loop ; print next character
text_done:
        mmta    SP,B0,B1,B2,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        rets    0
        .end

```

Exemplo 1 - Sistema com 16 C6res

```

*****
* 1990 - 25 de janeiro - GRUPO DE INSTRUMENTACAO ELETRONICA E COMPUTACAO *
* PROGRAMA PARA MOVER A CRUZ COM O MOUSE *
*
* Sistema Grafico TMS34010 - LIE ,com palette e 8251
* Caracteristicas do mouse= transmissao assincrona, 1200 Baud, 8 bits, sem
*                               paridade
* Interrupcao usada: LINT1 Finalizado em :31- 01-90
* Reset do 8251, por hardware ( 15- Jan- 90)
*****
* Revisoes
*
* LIE 31/01/90 .....versao original por .....Maria Stela W. de Paiva

```

```

        .title   "MOVE CRUZ COM O MOUSE"
        .file     "SERIAL_4.ASM"

        .globl   _SERIAL, _sdb340

*****
* PARAMETROS DA INTERFACE SERIAL
*****

* ENDEREÇOS DA SERIAL
*
RDADO      .SET    02200000CH
RSTAT      .SET    02201000CH
WDADO      .SET    02000000CH
WCONT      .SET    02001000CH
RES_ON     .SET    04000000CH ; endereço p/ ativar reset
RES_OF     .SET    04001000CH ; endereço p/ desativar reset

*INTERRUPCAO DO TMS34010
*
VECTOR     .SET    0FFFFFF0CH ;vetor da interrupcao
HABIL      .SET    0C000011 0H ; regist. p/ habilitar interrup.
INTS       .SET    0C000012 0H ;status da interrupcao do 34010
*
MASCH      .SET    0002H ; mascara p/ habilitar int. errup.
9DMASCH    .SET    0FFFFH ; "desabilita" interrupcao
*
* PROGRAMACAO DA 8251
*
MODO       .SET    4EH ;16X
CONTX      .SET    25H ;ativa Tx, Rx e RTS
CONRX      .SET    24H ;ativa Rx e RTS
CONRES     .SET    40H ;ativa reset interno
CONTX1     .SET    20H ;ativa RTS
CONTX2     .SET    21H ;ativa Tx e RTS
ZERO       .SET    00H ;

* STATUS DA 8251
RXIMPT     .SET    02H ; recepcao

*****
* PARAMETROS DO PROGRAMA DA CRUZ
*****
* Definicao dos parametros globais

```

Anexo 1.8 - Programa para Controle do "Mouse"

```

*
* Registradores de I/O
*
CONTROL .SET      0C00000B0H
CONVSP .SET      0C0000130H
CONVDP .SET      0C0000140H
PSIZE .SET      0C0000150H
PMASK .SET      0C0000160H
*
* Registradores do arquivo B
*
SADR .SET      B0
SPTCH .SET      B1
DADDR .SET      B2
DPTCH .SET      B3
OFFSET .SET      B4
WSTART .SET      B5
WEND .SET      B6
DYDX .SET      B7
COLOR0 .SET      B8
COLOR1 .SET      B9
*
*****
sdb340 .set      1
npixel .set      16 ; n.o de pixels do bloco a ser transferido
pitch .set      0800H ; 1000H para a placa sdb340
conv .set      0014H ; 0013H : valor referente ao pitch = 1000h
*
      .IF      sdb340
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA O PROGRAMA PRINCIPAL
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vpsize .SET      4 ; 8 para a placa sdb340
vpmask .SET      0000
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
vofset .SET      0800H ; 1000h para a placa SDB340
vcor11 .SET      0AAAAAAAAH
vcor12 .SET      11111111H ; 0101010101h para a placa sdb340
vcor0 .SET      00000000
VX .SET      1
VY .SET      10000H
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA SALVA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont1 .SET      0000H
vconv1 .SET      conv
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
vspt1 .SET      pitch
dpix1 .SET      npixel ; n.o de pixels de 8 bits
      ; pitch = 80
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA DESENHA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont2 .SET      0020H
vconv2 .SET      conv
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
vcont3 .SET      0000H

```

```

spix2 .SET      npixel
vdpt2 .SET      pitch
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA RECUPERA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont3 .SET      0000H
vconv3 .SET      conv
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
spix3 .SET      npixel
vdpt3 .SET      pitch
*****
      .ELSE
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA O PROGRAMA PRINCIPAL
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vpsize .SET      8
vpmask .SET      0000
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
vofset .SET      0000
vcor11 .SET      0FFFFFFFH
vcor12 .SET      01010101H
vcor0 .SET      00000000
VX .SET      1
VY .SET      10000H
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA SALVA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont1 .SET      0000H
vconv1 .SET      conv
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
vspt1 .SET      pitch
dpix1 .SET      npixel
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA DESENHA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont2 .SET      0020H
vconv2 .SET      conv
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
spix2 .SET      npixel ; n.o de pixels de 1 bit
vdpt2 .SET      pitch
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA RECUPERA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont3 .SET      0000H

```



```

vconvd3 .SET conv
*
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
spix3 .SET npixel ;
vdpt3 .SET pitch
*
.ENDIF

*****
* Definicao de outros parametros do programa principal
*****

ADRXY .SET A1 ;contem novo endereco p/ a cruz

*** Definicao do macro DESLOC: funcao de deslocamento
* do cursor
DESLOC MACRO ADRXY, SADR, DADDR, V4, DESVIO

    MOVE :ADRXY:, :SADR:
    CALLR SALVA
    MOVE :ADRXY:, :DADDR:
    CALLR DESENHA
    MOVE :ADRXY:, :DADDR:
    MOVI :V4:, AO
    MOVE AO, @DESVIO:
    RETS
$END

*Fim do macro

*****
* PROGRAMA PRINCIPAL*
*****

SERIAL:
*****
** Definindo os parametros da cruz*
*****
MMTM SP, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9
MMTM SP, A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10
SETT 16, 0, 0
SETT 32, 0, 1

* Registradores de I/O
*
MOVK vpsize, AO
MOVE AO, @PSIZE
MOVI vpmask, AO
MOVE AO, @PMASK

* Registradores de B
*
MOVI vofset, OFFSET
MOVI (9*VY+16*VX), DYDX
MOVI vcor0, COLOR0

* N.o de zeros (ou rotacoes), correspondente ao pixel

MOVK vpsize, AO
LMO AO, A7
ORI OFFFFFF0E, A7
NOT A7 ; A7 contem o n.o de rotacoes correspondente a PSIZE

*****
* Posicionamento do cursor no centro da tela*
*****

MOVI vcor11, COLOR1
MOVI [128, 256], ADRXY
MOVE ADRXY, SADR
CALLR SALVA

```

```

MOVE ADRXY, DADDR
CALLR DESENHA
MOVE ADRXY, DADDR

*****
** Programando a interface serial*
*****

SETT 8, 0, 0
MOVE KXENET, A4 ; status p/ recepcao
MOVI ARMAL, A8, L ; A8 contem ender. inicial a partir
* do qual os dados transmitidos pelo mouse serao armazenados.
MOVI ZERO, AO, W
MOVB AO, @RES_ON ; faz reset por hardware.
MOVI OFH, AO, W ; loop p/ estabelecer a duracao
RES: DSJS AO, RES ; cmo reset.
MOVI ZERO, AO, W
MOVB AO, @RES_OFF ; desabilita reset
MOVI MODO, AO, W
MOVB AO, @SWCONT ; carrega modo
MOVI COMRX, AO, W
MOVB AO, @SWCONT ; carrega controle
MOVI S12, A6 ; n.o max. de bytes do buffer

*****
** Programando a interrupcao LINT1*
*****

* Armazena o endereco de desvio de interrupcao
SETT 16, 0, 0
SETT 32, 0, 1
MOVI INTERR, AO, L
MOVE AO, @VECTOR, 1

* Habilita a mascara da interrupcao LINT1
MOVI MASCH, AO
MOVE AO, @HABIL

*****
* Salva na memoria, registradores que serao usados pelas*
* rotinas de interrupcao.
*****
MOVE ADRXY, @AGMA, 1
MOVI ARMAL, AO, L
MOVI ARMALB, B5, L
MMTM AO, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10
MMTM B5, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14
MOVE AO, @SPA, 1
MOVE B5, @SPB, 1

* recupera registradores da pilha
MMTM SP, A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10
MMTM SP, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9

*****
* habilita o atendimento da interrupcao*
*****
EINT
RETS

*****
* ROTINAS DE INTERRUPCAO
* INTERR: identifica se o dado do mouse e codigo de controle
* XY: movimento o cursor, verificando a direcao e sentido
*****

INTERR:
MMTM SP, A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10
MMTM SP, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9
; SETT 16, 0, 0
; MOVE @HABIL, AO
; ANDI DMASCH, AO
; MOVI DMASCH, AO
; MOVE AO, @HABIL
; EINT
; SETT 8, 0, 0
; SETT 32, 0, 1
; MOVE @SPA, AO, 1

```

```

MMTM      A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
MOVE      @RDADO,A9 ; LE O DADO.
MOVE      A9,*A8+ ; armazena na memoria.
MOVE      A9,A10 ; salva em outro registrador.
DEC       A6 ; decrementa o contador de dados do buffer.
JRNZ      SALTA ; se buffer cheio,
MOVI      ARMAZ,A8,L ; posiciona ponteiro no inicio.
MOVI      512,A6 ; n.o max. de bytes do buffer
ANDI      00F0H,A9 ; aplica mascara no dado e
CMPI      80H,A9,W ; verifica se e dado de controle.
JRNZ      RETOR1 ; se nao for aguarda novo dado;
MOVE      04,A3 ; A3 contem o n.o de dados que devem
*          ocorrer para movimentacao do cursor.
MOVE      A10,A9 ;
NOT       A9 ;
ANDI      0007H,A9 ; se for, identifica a dado,
SLI      5,A9 ; e desvia para o endereco
ADDI      JMTBL,A9 ; correspondente ao mesmo.
MOVE      *A9,A10,1
JUMP      A10 ;

*****
S87:      MOVI      XY,A9,L ; carrega vetor de interrupcao com o
MOVE      A9,$VECTOR,1 ; endereco da rotina para movimentacao
do cursor.
* Armazena registradores A1 e B1 na pilha
* Armazena registradores A1 e B1 na pilha
MOVI      ARMAZ,A0,L
MMTM      A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Recupera registradores A1 e B1, armazenados na pilha
MMTM      SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
MMTM      SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Habilita a ocorrencia da interrupcao LINT1
SETF      16,0,0
MOVI      MASCH,A0
MOVE      A0,$HABIL
EINT
RETI

*****
S86:      SETF      16,0,0
MOVI      0004H,A0 ; armazena codigo da tecla 3
MOVE      A0,$TECLA3
JRU      S87

TECLA3:   .WORD      0

*****
S85:      SETF      16,0,0
MOVI      0002H,A0 ; armazena codigo da tecla 2
MOVE      A0,$TECLA2
JRU      S87

TECLA2:   .WORD      0

*****
S83:      SETF      16,0,0
MOVI      0001H,A0
MOVE      A0,$TECLA1 ; armazena codigo da tecla 1
JRU      S87

TECLA1:   .WORD      0

*****
* Enderecos de desvio para os dados de controle
JMTBL:    .long      S87 ; S87: nenhuma tecla acionada
.long      S86 ; S86 : 1.a tecla, da direita, acionada
.long      S85 ; S85: 2.a tecla, do centro, acionada
.long      S87 ; S84: nao existe
.long      S83 ; S83: 3.a tecla, da esquerda, acionada

```

```

.long      S87 ; S82: nao existe
.long      S87 ; S81: nao existe
.long      S87 ; S80: nao existe

* espaco para armazenar os dados lidos do mouse
ARMAZ:     .SPACE     256*16

* espaco para armazenar os registradores Ai
ARMAZ1:    .SPACE     22*16
ARMAZ2:    .WORD      0
* espaco para armazenar os registradores Bi
ARMAZ2:    .SPACE     30*16
ARMAZB:    .WORD      0
*
SPA:       .long      0 ; posicao para armazenar ponteiro dos Ai
SPB:       .long      0 ; posicao para armazenar ponteiro dos Bi
AGMA:      .long      0 ; endereco da posicao do cursor na tela

*****
* XY: Rotina de interrupcao para movimentacao do cursor
*****

XY:
* Armazena registradores Ai e Bi na pilha
MMTM      SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
MMTM      SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
*
SETF      16,0,0
*
MOVE      $HABIL,A0
*
ANDI      DMASCH,A0
*
MOVI      DMASCH,A0
*
MOVE      A0,$HABIL
*
EINT
SETF      8,0,0
SETF      32,0,1
MOVE      $SPA,A0,1
MOVE      $SPB,B5,1
* Recupera da memoria, os registradores Ai e Bi
MMTM      A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
MMTM      B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
* A2 aponta para o endereco da subrotina para movimentacao do cursor
MOVE      $DESPIO,A2,1
MOVE      @RDADO,A9 ; le dado da porta serial
MOVE      A9,*A8+ ; armazena dado no buffer
ANDI      000000FFH,A9 ;
MOVE      A9,A10
DEC       A6 ; decrementa n.o de bytes do buffer
JRNZ      SALTAL ; se buffer cheio,
MOVI      ARMAZ,A8,L ; posiciona ponteiro no inicio.
MOVI      512,A6 ; n.o max. de bytes do buffer
CMPI      80H,A9 ; verifica se dado lido e positivo
POSIT
JRC       A9 ; se negativo, complementa o dado
NOT       A9
ANDI      000000FFH,A9
ADDI      20H,A2 ; A2 aponta para o endereco da subrotina seguinte
* A2,A10,1
MOVE      A2,A10,1
SETF      16,0,0
CALL      A10 ; chama subrotina para movimentacao do cursor
DEC       A3 ; verifica se os 4 bytes do mouse ja foram lidos
JRNZ      RETOR2 ;
MOVI      INTERR,A0,L ; se sim, executa na proxima interrupcao
MOVE      A0,$VECTOR,1 ; a rotina INTERR

RETOR2:    MOVE      ADDRXY,$AGMA,1
MOVI      ARMAZ,A0,L
MOVI      ARMAZB,B5,L
* Armazena na memoria os Ai e Bi usados no programa
MMTM      B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
MMTM      A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Recupera os Ai e Bi da pilha
MMTM      SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
MMTM      SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Habilita a interrupcao LINT1
MOVI      MASCH,A0
MOVE      A0,$HABIL

```

```

EINT
RETI

* Endereco das subrotinas para movimentacao
* do cursor
X:      .long   XDIR
        .long   XESQ
Y:      .long   YCIMA
        .long   YBAIXO

DESVIO: .long   X

*****
* SUBROTINAS PARA MOVIMENTACAO DO CURSOR
*****
* Faz a cruz deslocar-se de baixo para cima
YCIMA:
        CALLR   RECUPERA
        MOVI    vcor11,COLOR1
        SLL     16,A9
        SUBKY   A9,ADRY
        ANDI    00FF01FFH,ADRY
        DESLOC  ADRY,SADR,DADDR,X,DESVIO

* Faz a cruz deslocar-se da direita para a esquerda
XESQ:
        CALLR   RECUPERA
        MOVI    vcor11,COLOR1
        SUBKY   A9,ADRY
        ANDI    00FF01FFH,ADRY
        DESLOC  ADRY,SADR,DADDR,Y,DESVIO

* Faz a cruz deslocar-se de cima para baixo
YBAIXO:
        CALLR   RECUPERA
        MOVI    vcor11,COLOR1
        SLL     16,A9
        ADDKY   A9,ADRY
        ANDI    00FF01FFH,ADRY
        DESLOC  ADRY,SADR,DADDR,X,DESVIO

* Faz a cruz deslocar-se da esquerda para a direita
XDIR:
        CALLR   RECUPERA
        MOVI    vcor11,COLOR1
        ADDKY   A9,ADRY
        ANDI    00FF01FFH,ADRY
        DESLOC  ADRY,SADR,DADDR,Y,DESVIO

*****
* Subrotinas para desenhar o cursor
*****
* Subrotina SALVA: salva o bloco da memoria de *
* imagem onde sera desenhada a cruz.
*****

SALVA:
*
* SADR definido no programa principal
        MOVI    vspt1,SPTCH
        MOVI    IMAG,DADDR,L
        MOVI    dpix1,A5
        RL      A7,A5 /
        MOVE    A5,DPTCH

* Registradores de I/O
*
        LMO     A5,A0
        MOVE    A0,&CONVDP
        MOVI    vconv1,A0

```

```

        MOVE    A0,&CONVSP
        MOVI    vcont1,A0
        MOVE    A0,&CONTROL

* Registradores de B
*
* Transferencia de bloco
*
        FIXBLT  XY,L
        RETS    0

* Reservando uma area para armazenar o trecho da imagem
* que contera a cruz.
IMAG:      .SPACE  72*16

*****
*
* Subrotina DESENHA: desenha a cruz na memoria de imagem.*
*****
*
DESENHA:
*
* Registradores de I/O
*
        MOVI    spix2,A5
        LMO     A5,A0
        MOVE    A0,&CONVSP
        MOVI    vconvd2,A0
        MOVE    A0,&CONVDP
        MOVI    vcont2,A0
        MOVE    A0,&CONTROL

* Registradores de B
*
        MOVI    L1,SADR
        MOVI    spix2,SPTCH
        MOVI    DADDR,A0
* OBS:DADDR vem da subrotina de interrupcao
        MOVI    vdpt2,DPTCH

* Transferencia de bloco
*
        FIXBLT  B,XY
        MOVI    L2,SADR
        MOVE    A0,DADDR
        MOVI    vcor12,COLOR1
        FIXBLT  B,XY
        RETS    0

* Definindo a cruz
* Cruz com cor vcor11
*
L1:
        .WORD   0000H
        .WORD   0100H
        .WORD   0100H
        .WORD   0100H
        .WORD   0100H
        .WORD   0100H
        .WORD   0100H
        .WORD   0100H
        .WORD   0100H
        .WORD   0000H

* Cruz com cor vcor12
*
L2:
        .WORD   0380H
        .WORD   0280H

```



```

RETOR1:
* Armazena registradores A1 na pilha endereçada por A0
  MOVI    ARMAZA,A0,L
  MMTM    A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Recupera registradores A1 e B1, armazenados na pilha
  MMTM    SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
  MMTM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Habilita a ocorrência da interrupção LINT1
  SETF    16,0,0
  MOVI    MASCH,A0
  MOVE    A0,$HABIL
  EINT
  RETI

*****
S86:
  SETF    16,0,0
  MOVI    0004H,A0 ; armazena código da tecla 3
  MOVE    A0,$TECLA3
  JROC    S87

TECLA3: .WORD    0

*****
S85:
  SETF    16,0,0
  MOVI    0002H,A0 ; armazena código da tecla 2
  MOVE    A0,$TECLA2
  JROC    S87

TECLA2: .WORD    0

*****
S83:
  SETF    16,0,0
  MOVI    0001H,A0
  MOVE    A0,$TECLA1 ; armazena código da tecla 1
  JROC    S87

TECLA1: .WORD    0

*****
* Endereços de desvio para os dados de controle
JMPTBL:
  .long    S87 ; S87: nenhuma tecla acionada
  .long    S86 ; S86 : 1.a tecla, da direita, acionada
  .long    S85 ; S85: 2.a tecla, do centro, acionada
  .long    S87 ; S84: não existe
  .long    S83 ; S83: 3.a tecla, da esquerda, acionada
  .long    S87 ; S82: não existe
  .long    S87 ; S81: não existe
  .long    S87 ; S80: não existe

* espaço para armazenar os dados lidos do mouse
ARMA1: .SPACE    256*16

* espaço para armazenar os registradores A1
ARMA11: .SPACE    22*16
ARMAZA: .WORD    0
* espaço para armazenar os registradores B1
ARMA12: .SPACE    30*16
ARMAZB: .WORD    0
*
SPA: .long    0 ; posição para armazenar ponteiro dos A1
SPB: .long    0 ; posição para armazenar ponteiro dos B1
AGNA: .long    0 ; endereço da posição do cursor na tela

*****
* XY: Rotina de interrupção para movimentação do cursor*
*****
XY:

```

```

* Armazena registradores A1 e B1 na pilha
  MMTM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
  MMTM    SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
  SETF    16,0,0
  MOVI    DMASCH,A0
  MOVE    A0,$HABIL
  EINT
  SETF    8,0,0
  SETF    32,0,1
  MOVE    $SPA,A0,1
  MOVE    $SPB,B5,1

* Recupera da memória, os registradores A1 e B1
  MMTM    A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
  MMTM    B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
* A2 aponta para o endereço da subrotina para movimentação do cursor
  MOVE    $DESVIO,A2,1
  MOVE    $RDADO,A9 ; 1º dado da porta serial
  MOVE    A9,*A8+ ; armazena dado no buffer
  ANDI    000000FFH,A9 ;
  MOVE    A9,A10
  DEC     A6 ; decrementa n.º de bytes do buffer
  JRNZ    SALTAL ; se buffer cheio,
  MOVI    ARMAZ,A8,L ; posição ponteiro no início.
  MOVI    512,A6 ; n.º max. de bytes do buffer
  SALTAL: CMPI    80H,A9 ; verifica se dado lido é positivo
  POSIT
  NOT     A9 ; se negativo, complementa o dado
  ANDI    000000FFH,A9
  ADDI    20H,A2 ; A2 aponta para o endereço da subrotina seguinte
  POSIT:  MOVE    *A2,A10,1
  SETF    16,0,0
  CALL    A10 ; chama subrotina para movimentação do cursor
  DEC     A3 ; verifica se os 4 bytes do mouse já foram lidos
  JRNZ    RETOR2 ;
  MOVI    INTERR,A0,L ; se sim, executa na próxima interrupção
  MOVE    A0,$VECTOR,1 ; a rotina INTERR

RETOR2:
  MOVE    ADRXY,$AGNA,1
  MOVI    ARMAZA,A0,L
  MOVI    ARMAZB,B5,L

* Armazena na memória os A1 e B1 usados no programa
  MMTM    B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
  MMTM    A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Recupera os A1 e B1 da pilha
  MMTM    SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
  MMTM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Habilita a interrupção LINT1
  MOVI    MASCH,A0
  MOVE    A0,$HABIL
  EINT
  RETI

* Endereços das subrotinas para movimentação
* do cursor
X: .long    XDIR
  .long    XESQ
Y: .long    YCIMA
  .long    YBAIXO

DESVIO: .long    X

*****
* SUBROTINAS PARA MOVIMENTAÇÃO DO CURSOR
*****
* Faz a cruz deslocar-se de baixo para cima
YCIMA:
  CALLR    RECUPERA
  MOVI    vcor11,COLOR1
  SLL     16,A9
  SUBXY    A9,ADRXY
  ANDI    00FF01FFH,ADRXY
  DESLOC    ADRXY,SADR,DADDR,X,DESVIO

* Faz a cruz deslocar-se da direita para a esquerda

```

```

XESQ:      CALLR      RECUPERA
          MOVI        vcor11,COLOR1
          SUBXY       A9,ADRX
          ANDI        00FF01FFH,ADRX
          DESLOC      ADRX,SADR,DADDR,Y,DESVIO

```

* Faz a cruz deslocar-se de cima para baixo
YBAIXO:

```

          CALLR      RECUPERA
          MOVI        vcor11,COLOR1
          SLL         16,A9
          ADDXY       A9,ADRX
          ANDI        00FF01FFH,ADRX
          DESLOC      ADRX,SADR,DADDR,X,DESVIO

```

* Faz a cruz deslocar-se da esquerda para a direita
XDIR:

```

          CALLR      RECUPERA
          MOVI        vcor11,COLOR1
          ADDXY       A9,ADRX
          ANDI        00FF01FFH,ADRX
          DESLOC      ADRX,SADR,DADDR,Y,DESVIO

```

* Subrotinas para desenhar o cursor

* Subrotina SALVA: salva o bloco da memoria de *
* imagem onde sera desenhada a cruz. *

SALVA:

* SADR definido no programa principal

```

          MOVI        vspt1,SPTCH
          MOVI        IMAG,DADDR,L
          MOVI        dpix1,A5
          RL          A7,A5
          MOVE        A5,DPTCH

```

* Registradores de I/O

```

          LMO         A5,A0
          MOVE        A0,%CONVP
          MOVI        vconv1,A0
          MOVE        A0,%CONVP
          MOVI        vcont1,A0
          MOVE        A0,%CONTROL

```

* Registradores de B

* Transferencia de bloco

```

          FIXBLT      XY,L
          RETS        0

```

* Reservando uma area para armazenar o trecho da imagem
* que contera a cruz.

IMAG: .SPACE 72*16

* Subrotina DESENHA: desenha a cruz na memoria de imagem.*

*

DESENHA:

* Registradores de I/O

```

          MOVI        spix2,A5
          LMO         A5,A0
          MOVE        A0,%CONVP
          MOVI        vconv2,A0
          MOVE        A0,%CONVP
          MOVI        vcont2,A0
          MOVE        A0,%CONTROL

```

* Registradores de B

```

          MOVI        L1,SADR
          MOVI        spix2,SPTCH
          MOVE        DADDR,A0
          MOVI        vdpt2,DPTCH

```

* OBS:DADDR vem da subrotina de interrupcao .

* Transferencia de bloco

```

          FIXBLT      B,XY
          MOVI        L2,SADR
          MOVE        A0,DADDR
          MOVI        vcor12,COLOR1
          FIXBLT      B,XY
          RETS        0

```

* Definindo a cruz

* Cruz com cor vcor11

L1:

```

          .WORD       0000H
          .WORD       0100H
          .WORD       0100H
          .WORD       0100H
          .WORD       0100H
          .WORD       0100H
          .WORD       0100H
          .WORD       0100H
          .WORD       0000H

```

* Cruz com cor vcor12

L2:

```

          .WORD       0380H
          .WORD       0280H
          .WORD       0280H
          .WORD       1EFOH
          .WORD       1010H
          .WORD       1EFOH
          .WORD       0280H
          .WORD       0280H
          .WORD       0380H

```

* Subrotina RECUPERA:transfere o bloco da memoria de *
* imagem salvo temporariamente na memoria de sistema, *
* para a memoria de imagem. *

*

RECUPERA:

* Registradores de B

```

          MOVI        IMAG,SADR
          MOVI        vdpt3,DPTCH
          MOVI        spix3,A5
          RL          A7,A5

```

```

* OBS: DADDR vem do programa principal
* Registradores de I/O
*
LMO      AS, AO
MOVE     AO, &CONVSP
MOVE     VCONV3, AO
MOVE     AO, &CONVDP
MOVE     VCONT3, AO
MOVE     AO, &CONTROL

* Transferência de bloco
FIXBLT   L, XY
RITS     0
*****
.END

```

Anexo 1.9 - Programa para Configurar o Vídeo para o Modo Entrelaçado

```

        .width 132

* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - Programa FILT.ASM

*
*
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/8 bits por "pixel"
*
* Revisões
* nov./1989....rotinas modificadas por .....Maria Stela v. de Paiva
* .....
*
        .file 'filt.asm'
;
; DECLARE GLOBAL ENTRY POINT
;
        .globl _c_int00
;
; DECLARE EXTERNAL GLOBALS
;
        .globl _DSPFIL, _INIT, _TEXT, _FIL4, _L2, _APAGA
        .globl _PAL, _PADRAO, _INIT2, _TROCA
;
;
; DEFINE CONSTANTS AND MACROS
; ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
;
; CONTR .set 0C00000B0H
; VCONT .set 00C0H
; VCONT2 .set 0000
;
; ENTRY POINT
;
_c_int00:
        MOV     >FFFFFFF0, SP      ;set up system stack/ LIE 22-11-88
        SET     32, 0, 0
        MOV     DSPFIL, A14
        CLR     A9                  ;get pointer to display list
                                   ;enderaco do l.o banco de memoria
                                   ; 01-NOV-88
DSPLOOP:
        SET     32, 0, 1
        SET     16, 1, 0
        MOV     *A14+, A13, 0
        SLL     5, A13
        ADD     JMPTBL, A13
        MOV     *A13, A13, 1
        CALL    A13
        JRUC    DSPLOOP

```

```

JMPTBL:
        .long  CMD0
        .long  CMD1
        .long  CMD2
        .long  CMD3
        .long  CMD4
        .long  CMD5
        .long  CMD6
        .long  CMD7
        .long  CMD8
        .long  CMD9
        .long  CMD10
        .long  CMD11
        .long  CMD12

;code for end of list
;code to initialize GSP
;code to set transparency
;code for change color0
;code for change color1
;code for text draw
;code for FILL function demonstr.
;code for initializing palette
;zera memoria
;padrao de cores
;atraso
;inicializa parametros p/ CMD5
;troca banco

* End of list command received.
CMD0:
        JRUC    CMD0
        SET     16, 0, 0
        MOV     8000H, A0
        MOV     A0, >C0000100, 0
        MOV     L2, A14
        RETS    0
        ;And this is the way
        ; the code ends
        ;codigo p/ halt
        ;enderaco do HSTCLL
        ;reinicia em L2 ( 01-11-88)
        ;And this is the way
        ; the code ends
        ;Not with a bang,
        ; but with an endless loop

* Command to initialize GSP received.
CMD1:
        MOV     INIT, B14
        JUMP    B14

* Command to set transparency bit received.
CMD2:
        MOV     *A14, A0, 0
        SET     1, 0, 0
        MOV     A0, &CONTROL+5, 0
        SET     16, 0, 0
        RETS    0
        ;read transparency value
        ;load transparency bit

*comando para estabelecer a cor de fundo
CMD8:
        MOV     APAGA, B14
        JUMP    B14

*
*
* Command to change color0 received.
CMD3:
        MOV     *A14+, A0, 1
        MOV     A0, B8
        RETS    0
        ;get 32-bit color value
        ;load color0 register

* Command to change color1 received.
CMD4:
        MOV     *A14+, A0, 1
        MOV     A0, B9
        RETS    0
        ;get 32-bit color value
        ;load color1 register

* Text draw command received.
CMD5:
        MOV     *A14+, A0, 0
        MOV     *A14+, A2, 0
        MOV     *A14+, A1, 1
        MOV     TEXT, B14
        JUMP    B14
        ;get starting x coordinate
        ;get starting y coordinate
        ;get address of char string

* Function fill - desenha o LIE .
CMD6:
        MOV     _FIL4, B14
        JUMP    B14
        ;programa com a funcao FILL L para
        ;desenhar LIE. 20-10-88

* Initialize Palette command received.
;This command is not used in the demo

```



```

CMD7:      MOV    _PAL,B14      ;routine for the simulator because it
      JUMP     B14             ;is hardware dependent, and the
                                ;simulator has no palette.
                                ;See the README.1ST file for details

CMD9:      MOV    PADRAO,B14    ;programa para o desenho do padrao
      JUMP     B14             ;de cores que esta armazenado na
                                ;PAL.

CMD10:     MOV    0A000008,A9   ;loop de atraso para a visualizacao
;
;
P2:        MOV    0000FFFF,A0,L
      DEC     A0
      JRNZ    P2
      RETS     0

;comando para inicializar parametros graficos da rotina TEXT
CMD11:     MOV    INIT2,B14
      JUMP     B14             ; 01-nov-88

;comando para trocar o banco de memoria
CMD12:     MOV    TROCA,B14
      JUMP     B14

      .end

```

```

      .width 132

*****
*          DSPFIL.ASM
*****

      .title 'display list'
      .file  'dspfil.asm'

;
;
;  DECLARE GLOBAL LABEL
;
      .globl  _DSPFIL,_L2

;
;  DECLARE COMMAND CODE CONSTANTS
;
      EOLIST .set 0      ;end of display list
      INIT   .set 1      ;initialize GSP
      LOADT   .set 2      ;load transparency bit
      LOADCO .set 3      ;load color0
      LOADC1 .set 4      ;load color1
      TEXT    .set 5      ;draw text string
      FIL4    .set 6      ;desenha o LIE, com a
      funcao fill
      PAL     .set 7      ;initialize palette. This routine is

```

```

;
;
;  not used in the demo routine for the
;  simulator. See README.1ST for an
;  explanation.
;
      APAGA .set 8      ;preenche a memoria com uma cor
;
;  de fundo.
      PADRAO .set 9      ;mostra cores da pallette
      PAL1   .set 10     ;atraso para visualizacao da
;
;  imagem.
      INIT2  .set 11     ;inicializa os parametros graficos
;
;  para a rotina TEXT
      TROCA  .set 12     ;troca banco de memoria

;
;  DISPLAY LIST
;
;  _DSPFIL:
;  .word  INIT      ;initialize GSP
;  .word  APAGA     ; LIE 9-10-88
;  .word  LOADC1,>FFFF,>FFFF
;  .word  TEXT,20,7
;  .long  STRING1
;  .word  FIL4      ;teste da funcao FILL L
;  .word  PAL1      ;atraso
;  .word  EOLIST    ;this must be at end of list!

;
;  STRING1:
;  .string "Fill Function Example:" ;
;  .word  0
;  .end

```

```

      .width 132

*****
*          INIT.ASM
*****

      .file  'init.asm'

;
;  DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
      .globl  _INIT

;
;  DEFINE CONSTANTS
;  --Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
;  .nolist
;  .copy gspregs.hdr
;  .list

;
;  ENTRY POINT
;
;  _INIT:
;
;  * Initialize I/O registers.
;
      SETI    16,0,0
      MOVI    IOREGS1,B0      ;point to I/O values
      MOVI    RESYNC,B1      ;I/O register base address
      MOVK    12,B2          ;load loop count

      LOOP1:  MOVE    *B0+,*B1+,0
      DSJS    B2,LOOP1

;
;
      MOVI    IOREGS2,B0      ;point to I/O values
      MOVI    INTENB,B1      ;I/O register base address
      MOVK    7,B2          ;load loop count

      LOOP2:  MOVE    *B0+,*B1+,0

```



```

*****
***** FIL4.ASM *****
*****

.file 'fil4.asm'

;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
.globl _FIL4
;
;DEFINE CONSTANTS
;
; --Copy gregs.hdr, but don't list it here
.nolist
.copy gregs.hdr
.list
;
;
*valores dos registradores de i/o
vpmask .set 0000
vpsize .set 16
vcont .set 0000
vtap .set 0000h
*
* endereco dos registradores de i/o
control .set 0c00000b0h
psize .set 0c00000150h
pmask .set 0c00000160h
dpytap .set 0c000001b0h
*
*valores das funcoes do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
vdpt .set 1000h
vcorl .set 000000000h
*
* funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
DYDX .set B7
colorl .set B9
*
* secao de dados para o fundo
*
vcor2 .set 0ddddd000h
vdad2 .set 0B3500h
vcont2 .set 1800h
ny .set 104

_FIL4:
.text
;
* DEFINICAO DOS MACROS
* MACRO SOMALIN : soma o numero de linhas especificadas
* em "nl", ao valor do endereco armazenado num registrador A1
*
SOMALIN $MACRO NL,VE
MOVE dptch,A1 ; VALOR DO PITCH em A1
MOVE :NL,A0 ; numero de linhas em A0
MFYU A0,A1
ADD :VE,A1 ; soma endereco inicial ao resultado
MOVE A1,daddr
$END
*
* MACRO SOMAPIX: soma o numero de pixels especificado em NP
* ao valor do endereco armazenado anteriormente em A1.
*RESULTADO em A0
*
SOMAPIX $MACRO NP,EI
MOVE :NP,A0 ; numero de pixels em A0
RL A6,A0 ; desloca pelo tamanho do pixel
ADD :EI,A0 ; soma ao endereco inicial
MOVE A0,daddr
$END

```

```

*
* inicio do programa
* .text

INICIO: MRCM SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
MRCM SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
SETI 16,0,0
SETI 32,0,1
MOVE vpsize,A0 ; tamanho do pixel
MOVE A0,psize
LMO A0,A6 ; determinando o numero de rotacoes
ORI 0FFFFFFF0h,A6 ; correspondente ao
NOT A6 ; tamanho do pixel.
MOVE vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
MOVE A0,psmask
MOVE vcont,A0
MOVE A0,scontrol
MOVE vtap,A0
MOVE A0,dpvtap

* estabelece valores para registros de b
MOVE vcorl,colorl,L
MOVE vdpt,dptch,W
MOVE vdad2,A2
OR A9,A2 ; A9 p/ trocar memoria
; de video . 01-NOV 88

SOMALIN 0A8,A2
SOMAPIX 0CH,A1
MOVE daddr,A4 ; salva endereco inicial de L (vdad)

*
*
MOVE (2*vy+11*vx),DYDX ; COMENDO A LETRA L
FILL L
MOVE (70*vy+2*vx),DYDX
FILL L
MOVE (1*vy+54*vx),DYDX
FILL L
MOVE (13*vy+2*vx),DYDX
FILL L
MOVE A4,daddr
MOVE (82*vy+2*vx),DYDX
FILL L
MOVE (2*vy+65*vx),DYDX
FILL L
SOMALIN 148,A4 ; INICIANDO A LETRA I
MOVE A0,A5
MOVE (10*vy+10*vx),DYDX
FILL L
SOMALIN 148,A5
MOVE (45*vy+10*vx),DYDX
FILL L
SOMALIN 288,A4 ; INICIANDO A LETRA E
MOVE (10*vy+24*vx),DYDX
FILL L
MOVE A0,A5
SOMALIN 0A8,A5
MOVE (56*vy+10*vx),DYDX
FILL L
SOMALIN 28,A5
MOVE (10*vy+24*vx),DYDX
FILL L
SOMALIN 56,A5
MOVE (10*vy+24*vx),DYDX
FILL L

* DEFININDO O FUNDO
MOVE vcont2,A0 ; DEFININDO A FUNCAO DE CONTROLE
MOVE A0,scontrol
MOVE vdad2,A2 ; calculando o endereco final
SOMALIN ny,A2
MOVE A1,A3 ; salva endereco final em A3
vdad2,A1 ; p/ trocar a memoria
OR A9,A1 ; de video. 01-nov-88
MOVE A1,daddr ; ENDE RECO INICIAL DO FUNDO
MOVE vcor2,colorl ; COR INICIAL

```

```

R1:  MOV     (104*vy+88*vx),DYDX ; DESENHA UMA LINHA DO
      FILL L ; FUNDO.
      SUBI   01010101H,color1,L ; MUDA A COR
      MOVE   daddr,A0
      CMP     A3,A0 ; VERIFICA SE O ENDEREÇO FINAL FOI
      JNZ     R1 ; ALCANÇADO.
      MOVE   vcont,A0
      MOVE   A0,&control
      MMFM    SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
      MMFM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
      RETS    0
      .end

```

```

*****
*                                     *
*                               LC.COMD *
*****

```

```

DSPFIL.OBJ
INIT.OBJ
FIL4.OBJ
C:\TEXAS\TEXT.OBJ
C:\TEXAS\CHARSET.OBJ
C:\TEXAS\PAL.OBJ
C:\TEXAS\PAL1.OBJ
C:\TEXAS\PADRAO.OBJ
C:\TEXAS\INIT2.OBJ
C:\TEXAS\TROCA.OBJ
APAGA.OBJ

```

```

MEMORY
(
  program: origin = 0xFFFF0000  length = 0x00100000
)

```

```

*****
*                               LC.BAT *
*****

```

```

C:\TEXAS\gsplak -o %1.out %1.obj lc.cmd

```

```

*****

```

Anexo 1.10 - Programa para Trocar Alternadamente os Bancos de Memória

```

.width 132

```

```

* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS340 10 - Programa FILT.ASM

```

```

* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/8 bits por "pixel"

```

```

* Revisão

```

```

* dez/1989..... alterações por.....Maria Stela V. de Paiva

```

```

; .file      'filt.asm'
;
; DECLARE GLOBAL ENTRY POINT
;
; .globl     _c_int00
;
; DECLARE EXTERNAL GLOBALS
;
; .globl     _DSPFIL,_INIT,_TEXT,_FIL4,_PAL,_PADRAO,_L2,_INIT2,_TROCA,_APAGA

```

```

;
; DEFINE CONSTANTS AND MACROS
; ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
; .nolist
; .copy      gspregs.hdr
; .list

```

```

; CONTR      .set      0C00000B0H
; VCONT      .set      00C0H
; VCONT2     .set      0000

```

```

; ENTRY POINT
;
_c_int00:
    MOV     >FFFFFF0,SP      ;set up system stack/ LIE 22-11-88
    SET     32,0,0           ;
    MOV     DSPFIL,A14       ;get pointer to display list
    CLR     A9               ;endereço do l.o banco de memoria
                                ; 01-NOV-88

DSPLOOP:
    SET     32,0,1
    SET     16,1,0           ;
    MOV     *A14+,A13,0      ;read graphics command code
    SLL     5,A13            ;
    ADD     JMP_TBL,A13      ;
    MOV     *A13,A13,1       ;get address from table
    CALL    A13              ;
    JRC     DSPLOOP         ;

JMP_TBL:
    .long   CMD0             ;code for end of list
    .long   CMD1             ;code to initialize GSP
    .long   CMD2             ;code to set transparency
    .long   CMD3             ;code for change color0
    .long   CMD4             ;code for change color1
    .long   CMD5             ;code for text draw
    .long   CMD6             ;code for FILL function demonst.
    .long   CMD7             ;code for initializing palette
    .long   CMD8             ;zera memoria
    .long   CMD9             ;padrao de cores
    .long   CMD10            ;atraso
    .long   CMD11            ;inicializa parametros p/ CMD5
    .long   CMD12            ;troca banco

* End of list command received.
CMD0:
    JRUC    CMD0             ;And this is the way
    SET     16,0,0           ; the code ends
    MOV     8000H,A0         ;codigo p/ halt
    MOV     A0,>C0000100,0    ;endereço do HSTCLL
    MOV     L2,A14           ;reinicia em L2( 01-11-88)
    RETS    0               ;And this is the way
                                ; the code ends
                                ;Not with a bang,
                                ; but with an endless loop

* Command to initialize GSP received.
CMD1:
    MOV     INIT,B14         ;
    JUMP    B14             ;

* Command to set transparency bit received.
CMD2:
    MOV     *A14,A0,0        ;read transparency value
    SET     1,0,0           ;
    MOV     A0,&CONTROL+5,0   ;load transparency bit
    SET     16,0,0          ;
    RETS    0               ;

*comando para estabelecer a cor de fundo
CMD8:
    MOV     APAGA,B14        ;
    JUMP    B14             ;

*
*
* Command to change color0 received.
CMD3:
    MOV     *A14+,A0,1        ;get 32-bit color value
    MOV     A0,B8            ;load color0 register
    RETS    0               ;

* Command to change color1 received.
CMD4:
    MOV     *A14+,A0,1        ;get 32-bit color value
    MOV     A0,B9            ;load color1 register

```

```

RETS    0
;

* Text draw command received.
CMD5:
    MOV     *A14+,A0,0       ;get starting x coordinate
    MOV     *A14+,A2,0       ;get starting y coordinate
    MOV     *A14+,A1,1       ;get address of char string
    MOV     TEXT,B14         ;
    JUMP    B14             ;

* Function fill - desenha o LIE .
CMD6:
    MOV     _FIL4,B14        ;programa com a funcao FILL L para
    JUMP    B14             ;desenhar LIE. 20-10-88

* Initialize Palette command received.
CMD7:
    MOV     PAL,B14          ;This command is not used in the demo
    JUMP    B14             ;routine for the simulator because it
                                ;is hardware dependent, and the
                                ;simulator has no palette.
                                ;See the README.1ST file for details

*CMD9:
*
    MOV     PADRAO,B14       ;programa para o desenho do padrao
    JUMP    B14             ;de cores que esta armazenado na
                                ;PAL
                                ; PADRAO.ASM

CMD9:
    MOV     0800H,A0
    MOV     A0,&CONTROL      ;

CMD10:
    MOV     0A0000H,A9       ;loop de atraso para a visualizacao
    MOV     0001FFFFH,A0,L
P2:
    DEC     A0
    JRNZ    P2
    RETS    0

;comando para inicializar parametros graficos da rotina TEXT
CMD11:
    MOV     INIT2,B14        ;
    JUMP    B14             ; 01-nov-88

;comando para trocar o banco de memoria
CMD12:
    MOV     TROCA,B14        ;
    JUMP    B14             ;

.end

.width 132

*****
* DSPFIL.ASM
*****

```

```

.file 'dspfil.asm'

;
; DECLARE GLOBAL LABEL
;
; .globl _DSPFIL,_L2
;
; DECLARE COMMAND CODE CONSTANTS
;
;
; EOLIST .set 0 ;end of display list
; INIT .set 1 ;initialize GSP
; LOADT .set 2 ;load transparency bit
; LOADCO .set 3 ;load color0
; LOADC1 .set 4 ;load color1
; TEXT .set 5 ;draw text string
; FIL4 .set 6 ;desenha o LIE, com a funcao fill
; PAL .set 7 ;initialize palette. This routine is
; not used in the demo routine for the
; simulator. See README.LST for an
; explanation.
; APAGA .set 8 ;preenche a memoria com uma cor
; de fundo.
; PADRAO .set 9 ;mostra cores da palette
; PAL1 .set 10 ;atraso para visualizacao da
; imagem.
; INIT2 .set 11 ;inicializa os parametros graficos
; para a rotina TEXT
; TROCA .set 12 ;troca banco de memoria
;
; DISPLAY LIST
;
; _DSPFIL:
; .word INIT ;initialize GSP
;
; .word LOADC1,>FFFF,>FFFF ; LIE 9-10-88
; .word APAGA
; .word LOADC1,>FFFF,>FFFF
; .word TEXT,20,7
; .long STRING1
;
; .word FIL4 ;teste da funcao FILL L
; .word APAGA
; .word LOADC1,>FFFF,>FFFF
; .word PADRAO
; .word LOADT
; .word TEXT,50,50
; .long STRING2
; .word TEXT,50,100
; .long STRING3
; .word TEXT,45,150
; .long STRING4
; _L2: .word PAL1 ;atraso
; .word TROCA
; .word EOLIST ;this must be at end of list!
;
; STRING1:
; .string "Fill Function Example:" ;
; .word 0
;
; STRING2:
; .string "LABORATORIO DE"
; .word 0
;
; STRING3:
; .string "INSTRUMENTACAO"
; .word 0
;
; STRING4:
; .string "ELETRONICA - 1990"
; .word 0
;
; .END

```

```

;
; .width 132
;
; *****
; * INIT.ASM
; *****
;
; .file 'init.asm'
;
; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _INIT
;
; DEFINE CONSTANTS
; ---Copy gspregs.hdr, butt don't list it here.
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
;
; ENTRY POINT
;
; _INIT:
;
; * Initialize I/O registers.
; .SETI 16,0,0
; .MOVI IOREGS1,B0 ;point to I/O values
; .MOVI RESYNC,B1 ;I/O register base address
; .MOVX 12,B2 ;load loop count
;
; LOOP1:
; .MOVE *B0+,*B1+,0
; .DSJS B2,LOOP1
;
; .MOVI IOREGS2,B0 ;point to I/O values
; .MOVI INTENB,B1 ;I/O register base address
; .MOVX 7,B2 ;load loop count
;
; LOOP2:
; .MOVE *B0+,*B1+,0
; .DSJS B2,LOOP2
;
; * Initialize B-file registers.
; .MOVI BREGS,B0
; .MOVX B0,SPTCH,DPTCH,OFFSET,WSTART,WEND,COLOR0,COLOR1
;
; * All done. Return.
; .RETS 0
;
; * Define B-file register values.
; BREGS:
; .long >00000000 ;COLOR0 = B8
; .long >00000000 ;COLOR1 = B9
; .long >00FF01FF ;WEND = B6
; .long >00000000 ;WSTART = B5
; .long >0000C000 ;OFFSET = B4
; .long >00001000 ;DPTCH = B3
; .long >00000000 ;DADDR = B2
; .long >00000008 ;SPTCH = B1
;
; * Define I/O register values.
; IOREGS1:
; .word >0005 ;RESYNC = >C0000000
; .word >001a ;REBLNK = >C0000010
; .word >009a ;REBLNK = >C0000020
; .word >009F ;RTOTAL = >C0000030
;
; .word >0007 ;RESYNC = >C0000040
; .word >000a ;VEBLNK = >C0000050
; .word >000c ;VREBLNK = >C0000060
; .word >0105 ;VTOTAL = >C0000070
;
; .word >F010 ;DPYCTL = >C0000080
; .word >FFFC ;DPYSTRT = >C0000090

```

```

        .word    >FFFF          ;DPYINT = >C00000A0
        .word    >00c0          ;CONTROL = >C00000B0

IOREGS2:
        .word    >0000          ;INTENB = >C0000110
        .word    >0000          ;INTPEND = >C0000120
        .word    >001C          ;CONVSP = >C0000130

        .word    >0013          ;CONVDP = >C0000140
        .word    >0008          ;PSIZE = >C0000150
        .word    >0000          ;PMASKL = >C0000160
        .word    >0000          ;PMASKH = >C0000170

        .end

```

```

        .width   132

*-----*
*          APAGA.ASM
*-----*
        .title 'apaga a memoria de video'
        .file 'apaga.asm'

;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
;      .globl   _APAGA
;
;
;valores dos registradores de i/o
vpmask .set    0000
vpsize .set    8
vpsize2 .set   16
vcont .set     0000h
vconv .set     0013h
*
*
* endereco dos registradores de i/o
control .set   0c00000b0h
psize .set    0c0000150h
pmask .set    0c0000160h
convdp .set   0c0000140h
*
*valores das funcoes do arquivo b
vx .set       1
vy .set       10000h
vdpt .set     1000h
vofset .set   001000h
vcor .set     000000000h
*
* funcoes do arquivo b
daddr .set    B2
dptch .set    B3
ofset .set    B4
DYDX .set     B7
color1 .set   B9
*
* funcao de controle anterior
*
vocont2 .set   00c0h

APAGA:
;
* inicio do programa
* .text

INICIO: MSTM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        MSTM    SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14

```

```

        SETP    16,0,0
        SETP    32,0,1
        MOVK    vpsize,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE    AO,&psize
        MOVI    vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
        MOVE    AO,&pmask
        MOVI    vcont,A0
        MOVE    AO,&control
        MOVI    vconv,A0
        MOVE    AO,&convdp
* estabelece valores para registros de b
        MOVI    vdpt,dptch,W
        MOVI    vofset,A0,L
; A9 p/ modificar o endereco inicial da memoria de video
        OR      A9,A0
        MOVE    AO,ofset
        MOVI    (0*vy+0*vx),daddr
        MOVE    daddr,A3
*
* Preenche cada linha com um nivel de cinza-
        MOVI    vcor,color1
LOOP:    MOVI    (1*vy+512*vx),DYDX ;
        FILL    XY
        ADDI    (1*vy),A3,L
        MOVE    A3,daddr
        ADDI    01010101h,color1,L
        CMPI    0FFFFFFFh,color1,L
        JRNZ    LOOP
        MOVI    vcont2,A0
        MOVE    AO,&control
        MOVK    vpsize2,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE    AO,&psize
        MSTM    SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        MSTM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        RETS    0
        .end

```

```

*-----*
*          FIL4.ASM
*-----*
        .file 'fil4.asm'

;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
;      .globl   _FIL4
;
;DEFINE CONSTANTS
;
; --Copy gsregs.hdr, but don't list it here-
        .nolist
        .copy gsregs.hdr
        .list
;
;
;valores dos registradores de i/o
vpmask .set    0000
vpsize .set    16
vcont .set     0000
vtap .set      0000h
*
* endereco dos registradores de i/o
control .set   0c00000b0h
psize .set    0c0000150h
pmask .set    0c0000160h
dpytap .set    0c00001b0h
*
*valores das funcoes do arquivo b
vx .set       1
vy .set       10000h
vdpt .set     1000h
vcor1 .set    000000000h

```

```

*
* funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
DYDX .set B7
color1 .set B9
*
* secao de dados para o fundo
*
vcor2 .set 00000000H
vdad2 .set 23500H
vcont2 .set 1800H
ny .set 104
*
_FIL4:
;
* DEFINICAO DOS MACROS
* MACRO SOMALIN : soma o numero de linhas especificadas
* em "nl", ao valor do endereco armazenado num registrador Al
*
SOMALIN $MACRO NL,VE
    MOVE dptch,A1 ; VALOR DO PITCH em A1
    MOVI :NL,A0 ; numero de linhas em A0
    MPYU A0,A1
    ADD :VE,A1 ; soma endereco inicial ao resultado
    MOVE A1,daddr
$END
*
* MACRO SOMAPIX: soma o numero de pixels especificado em NP
* ao valor do endereco armazenado anteriormente em A1.
* RESULTADO em A0
*
SOMAPIX $MACRO NP,EI
    MOVI :NP,A0 ; numero de pixels em A0
    RL A6,A0 ; desloca pelo tamanho do pixel
    ADD :EI,A0 ; soma ao endereco inicial
    MOVE A0,daddr
$END
*
* inicio do programa
* .text
INICIO: MATH SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        MATH SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        SETF 16,0,0
        SETF 32,0,1
        MOVK vpsize,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE A0,spsize
        LMO A0,A6 ; determinando o numero de rotacoes
        ORI 0FFFFFF0H,A6 ; correspondente ao
        NOT A6 ; tamanho do pixel.
        MOVI vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
        MOVE A0,spmask
        MOVI vcont,A0
        MOVE A0,scontrol
        MOVE vtap,A0
        MOVE A0,dpypap
*
* estabelece valores para registros de b
        MOVI vcor1,color1,L
        MOVI vdpt,dptch,W
        MOVI vdad2,A2
        OR A9,A2 ; A9 p/ trocar memoria
        ; de video. 01-NOV 88
        SOMALIN OAH,A2
        SOMAPIX OCH,A1
        MOVE daddr,A4 ; salva endereco inicial de L (vdad)
*
*
        MOVI (2*vy+11*vx),DYDX ; COMPODO A LETRA L
        FILL L
        MOVI (70*vy+2*vx),DYDX
        FILL L
        MOVI (1*vy+54*vx),DYDX

```

```

        FILL L
        MOVI (13*vy+2*vx),DYDX
        FILL L
        MOVE A4,daddr
        MOVI (82*vy+2*vx),DYDX
        FILL L
        MOVI (2*vy+65*vx),DYDX
        FILL L
        SOMAPIX 14H,A4 ; INICIANDO A LETRA I
        MOVE A0,A5
        MOVI (10*vy+10*vx),DYDX
        FILL L
        SOMALIN 14H,A5
        MOVI (45*vy+10*vx),DYDX
        FILL L
        SOMAPIX 28H,A4 ; INICIANDO A LETRA E
        MOVI (10*vy+24*vx),DYDX
        FILL L
        MOVE A0,A5
        SOMALIN OAH,A5
        MOVI (56*vy+10*vx),DYDX
        FILL L
        SOMALIN 28H,A5
        MOVI (10*vy+24*vx),DYDX
        FILL L
        SOMALIN 56H,A5
        MOVI (10*vy+24*vx),DYDX
        FILL L
* DEFININDO O FUNDO
        MOVI vcont2,A0 ; DEFININDO A FUNCAO DE CONTROLE
        MOVE A0,scontrol
        MOVI vdad2,A2 ; calculando o endereco final
        SOMALIN ny,A2
        MOVI A1,A3 ; salva endereco final em A3
        MOVI vdad2,A1 ; p/ trocar a memoria
        OR A9,A1 ; de video. 01-nov-88
        MOVI A1,daddr ; ENDEREÇO INICIAL DO FUNDO
        MOVI vcor2,color1 ; COR INICIAL
        MOVI (104*vy+88*vx),DYDX ; DESENHA UMA LINHA DO
R1: FILL L ; FUNDO.
        SUBI 01010101H,color1,L ; MUDA A COR
        MOVE daddr,A0
        MOVI 100000H,A9 ; em 1990 para troca dos bancos (64kw cada)
        MATH SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        MATH SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        RETS 0
        .end
*
*
        .width 132
*
*****
* TROCA.ASM
*****
* (c) Copyright 1986, Texas Instruments, Incorporated
*
***** TMS34010 Graphics Function Library *****
*
;
; .title 'troca memoria de video'
; .file 'troca.asm'
;
; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _TROCA

```



```

;
;
;   DEFINE CONSTANTS
;   --Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
;       .nolist
;       .copy gspregs.hdr
;       .list

DPYSTRT .set      0c0000090h
;
;
;   ENTRY POINT
;
;TROCA:

* Initialize I/O register DPYSTRT

        SETT      32,0,0
        SETT      1,0,1
        MOVE      $VAR,A0,0
        MOVE      A0,$DPYSTRT+0CH,1 ; altera bit A12
        NOT       A0
        MOVE      A0,$VAR,0
        ANDI      00080000H,A0
        MOVE      A0,A9
;
;

* All done. Return.
        RETS      0
;

VAR:
        .long      >00000000

        .end

```

```

*-----*
*          LC.CMD
*-----*

```

```

DSPFIL.OBJ
INIT.OBJ
FIL4.OBJ
c:\texas\TEXT.OBJ
c:\texas\CHARSET.OBJ
c:\texas\PAL.OBJ
c:\texas\PAL1.OBJ
PADRAO.OBJ
c:\texas\INIT2.OBJ
TROCA.OBJ
APAGA.OBJ

```

```

MEMORY
{
    program: origin = 0xFFFF0000 length = 0x00100000
}

```

```

*****
LC.BAT

```

```

c:\texas\gsplnk -o %1.out %1.obj lc.cmd

```

```

*****

```

Anexo 1.11 Programa para Dividir a Tela em Duas Partes

```

.width 132

```

```

* IFGSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS3401 0 - Programa FILT.ASM

```

```

* Características do Sistema Gráfico:

```

```

* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/8 bits por "pixel"

```

```

* Revisão:

```

```

* dez/1989.....versão original da rotina HPAN ...Maria Stela V de Paiva
* dez/1989..... alterações.....Maria Stela V. de Paiva

```

```

.file 'filt.asm'

```

```

;
; DECLARE GLOBAL ENTRY POINT
;

```

```

; .globl _c_int00
;

```

```

; DECLARE EXTERNAL GLOBALS
;

```

```

; .globl _DSPFIL, _INIT, _TEXT, _FIL4, _PAL, _PADRAO, _L2, _INIT2, _TROCA, _APAGA
; .globl _HPAN
;

```

```

;
; DEFINE CONSTANTS AND MACROS
; ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list

; CONTR .set 0C00000B0H
; VCONT .set 0000H
; VCONT2 .set 0000
; VOFSET .set 00001000H ;OFFSET = B4

; ENTRY POINT
;
; _c_int00:
; MOVF >FFFFFFB0,SP ;set up system stack/ LIE 22-11-88
; SETF 32,0,0
; MOVF DSPFIL,A14 ;get pointer to display list
; CLR A9 ;endereco do l.o banco de memoria
; ; 01-NOV-88

DSPLOOP:
; SETF 32,0,1
; SETF 16,1,0
; MOVF *A14+,A13,0 ;read graphics command code
; SL 5,A13
; ADDI JMPTBL,A13
; MOVF *A13,A13,1 ;get address from table
; CALL A13
; JRUC DSPLOOP

JMPTBL:
; .long CMD0 ;code for end of list
; .long CMD1 ;code to initialize GSP
; .long CMD2 ;code to set transparency
; .long CMD3 ;code for change color0
; .long CMD4 ;code for change color1
; .long CMD5 ;code for text draw
; .long CMD6 ;code for FILL function demonst.
; .long CMD7 ;code for initializing palette
; .long CMD8 ;zera memoria
; .long CMD9 ;padrao de cores
; .long CMD10 ;atraso
; .long CMD11 ;inicializa parametros p/ CMD5
; .long CMD12 ;troca banco
; .long CMD13 ;FAN HORIZ.

* End of list command received.

CMD0:
; JRUC CMD0 ;And this is the way
; SETF 16,0,0 ; the code ends
; MOVF 8000H,A0 ;codigo p/ halt
; MOVF A0,8>C0000100,0 ;endereco do RSTCLL
; MOVF L2,A14 ;reinicia em L2( 01-11-88)
; RETS 0 ;And this is the way
; ; the code ends
; ; Not with a bang,
; ; but with an endless loop

* Command to initialize GSP received.
CMD1:
; MOVF INIT,B14
; JUMP B14

* Command to set transparency bit received.
CMD2:
; MOVF *A14,A0,0 ;read transparency value
; SETF 1,0,0
; MOVF A0,8>CONTROL+5,0 ;load transparency bit
; SETF 16,0,0
; RETS 0

*comando para estabelecer a cor de fundo
CMD8:

```

```

; MOVF APAGA,B14
; JUMP B14

*
* Command to change color0 received.
CMD3:
; MOVF *A14+,A0,1 ;get 32-bit color value
; MOVF A0,B8 ;load color0 register
; RETS 0

* Command to change color1 received.
CMD4:
; MOVF *A14+,A0,1 ;get 32-bit color value
; MOVF A0,B9 ;load color1 register
; RETS 0

* Text draw command received.
CMD5:
; MOVF *A14+,A0,0 ;get starting x coordinate
; MOVF *A14+,A2,0 ;get starting y coordinate
; MOVF *A14+,A1,1 ;get address of char string
; MOVF TEXT,B14
; JUMP B14

* Function fill - desenha o LIE.
CMD6:
; MOVF _FIL4,B14 ;programa com a funcao FILL L para
; JUMP B14 ;desenhar LIE. 20-10-88

* Initialize Palette command received.
CMD7:
; MOVF PAL,B14
; JUMP B14

*CMD9:
; MOVF PADRAO,B14 ;programa para o desenho do padrao
; JUMP B14 ;de cores que esta armazenado na
; ; PAL

CMD9:
; MOVF 0800H,A0
; MOVF A0,8>CONTROL
; MOVF VOFSET,0>FFSET
; MOVF VOFSET,A9
; RETS 0

CMD10:
; MOVF 0A0000H,A9 ;loop de atraso para a visualizacao
; MOVF 0001FFFF,FE,A0,L
; DEC A0
; JRNZ P2
; RETS 0

; comando para inicializar parametros graficos da rotina TEXT
CMD11:
; MOVF INIT2,B14
; JUMP B14 ; 01-nov-88

; comando para trocar o banco de memoria
CMD12:
; MOVF TROCA,B14
; JUMP B14

CMD13:
; MOVF HPAN,B14
; JUMP B14

; .end

```

```

.width 132
*****
***** DSPFIL.ASM *****
*****
.file 'dspfil.asm'

;
; DECLARE GLOBAL LABEL
;
.globl _DSPFIL,_L2
;
; DECLARE COMMAND CODE CONSTANTS
;
;
EOLIST .set 0 ;end of display list
INIT .set 1 ;initialize GSP
LOADT .set 2 ;load transparency bit
LOADCO .set 3 ;load color0
LOADC1 .set 4 ;load color1
TEXT .set 5 ;draw text string
FIL4 .set 6 ;desenha o LIE, com a
funcao fill
PAL .set 7 ;initialize palette. This routine is
; not used in the demo routine for the
; simulator. See README.1ST for an
; explanation.
APAGA .set 8 ;preenche a memoria com uma cor
; de fundo.
PADRAO .set 9 ;mostra cores da pallette
PAL1 .set 10 ;atraso para visualizacao da
; imagem.
INIT2 .set 11 ;inicializa os parametros graficos
; para a rotina TEXT
TROCA .set 12 ;troca banco de memoria
HPAN .set 13 ; pan horizontal
;
; DISPLAY LIST
;
_DSPFIL:
.word INIT ;initialize GSP
.word PAL ;LIE 5/10/88
.word LOADC1,>FFFF,>FFFF ; LIE 9-10-88
.word APAGA
.word LOADC1,>FFFF,>FFFF
.word TEXT,20,7
.long STRING1 ;
.word FIL4 ;teste da funcao FILL L
.word PADRAO
.word APAGA
.word LOADC1,>FFFF,>FFFF
.word PADRAO
.word LOADT
.word TEXT,50,50
.long STRING2
.word TEXT,50,100
.long STRING3
.word TEXT,45,150
.long STRING4
.word HPAN
.word PAL1 ;atraso
;
_L2:
.word EOLIST ;this must be at end of list!

STRING1:
.string "Fill Function Example:" ;
.word 0

STRING2:
.string "LABORATORIO DE"
.word 0

STRING3:

```

```

.string "INSTRUMENTACAO"
.word 0
STRING4:
.string "ELETRONICA - 1990"
.word 0
.END

```

```

.width 132
*****
***** INIT.ASM *****
*****
***** (c) Copyright 1986, Texas Instruments, Incorporated *****
***** TMS34010 Graphics Function Library *****
;
; _INIT function
;
; Initialize GSP video timing registers, display refresh registers,
; and implied graphics parameters.
; PARA FREQUENCIA HORIZONTAL DE 15750 Hz E
; FREQUENCIA DE PIXEL = 10MHz
;
; At entry:
; No arguments are passed to this routine.
;
; At exit:
; I/O registers and B-file registers have been initialized. No A-file
; registers are altered.
;
; Revision history:
; 11/19/86...Original version written.....Jerry Van Aken
;
;
; .title 'initialize GSP'
; .file 'init.asm'
;
; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _INIT
;
; DEFINE CONSTANTS
; ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
;
; ENTRY POINT
;
; _INIT:
;
; * Initialize I/O registers.
; SETF 16,0,0 ;point to I/O values
; MOVI IOREGS1,B0 ;I/O register base address
; MOVI HESYNC,B1 ;load loop count
; MOVK 12,B2
;
; LOOP1:
; MOVE *B0+,*B1+,0
; DSJS B2,LOOP1
;
;
; MOVI IOREGS2,B0 ;point to I/O values
; MOVI INTENS,B1 ;I/O register base address
; MOVK 7,B2 ;load loop count
;
; LOOP2:
; MOVE *B0+,*B1+,0
; DSJS B2,LOOP2
;
;
; * Initialize B-file registers.

```



```

R1:      MOVI      vdad2,A1 ; p/ trocar a memoria
        OR        A9,A1   ; de video. 01-nov-88
        MOVE      A1,daddr ; ENDEREÇO INICIAL DO FUNDO
        MOVI      vcor2,color1 ; COR INICIAL
        MOVI      (104*vy+88*vx),DYDX ; DESENHA UMA LINHA DO
        FILL L ; FUNDO.
        SUBI      010101018,color1,L ; MODA A COR
        MOVE      daddr,A0
        MOVI      0010000H,A9 ; em 1990, para fazer pan
        MMTM      SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        MMTM      SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        RETS      0
        .end

*****
*****      HPAN.ASM
*****

        .title    "PROGRAMA PARA MOSTRAR 2 TRECHOS DIFERENTES DE IMAGEM"
        .file      "HPAN.ASM"

        .globl    _HPAN

*****
*****      PARAMETROS DO PROGRAMA
*****
* Definicao dos parametros globais
*

*REGISTRADORES DE I/O DO DISPLAY
*
INTENB   .SET      0C0000110H ; regist. p/ habilitar interrup.
INTPEND  .SET      0C0000120H ; status da interrupcao do 34010
DPYINT   .SET      0C00000A0H ; Reg. que contem n.o da linha vertical.
DPYADR   .SET      0C00001E0H ;

* VALOR DO REG DPYADR
VD        .SET      0FFFECH; endereco inicial da outra imagem (complem.)

* Votor de interrupcao
DPYVEC    .SET      0FFFFFFEA0H ;vetor de interrupcao: nao e usado por
*                          nao haver tempo habil p/ atendim/o de int.

*MASCARA DA INTERRUPCAO /LINT1
BDPYM     .SET      0400H ; mascara p/ habilitar interrup.
DMASCH    .SET      0FBFFH ; "desabilita" interrupcao

*REGISTRADORES DE A
* os valores colocados em reg. visam a transferencia mais rapida
* do endereco para DPYADR, ja que esta operacao ocorrera durante
* o retraco horiz.
DADO      .SET      A2 ; contem dado do DPYADR
VL        .SET      128 ; conteudo inicial de A3
END       .SET      A1 ; endereco de DPYADR
VLINE     .SET      A3 ; contador das linhas verticais.
*

*****
* PROGRAMA PRINCIPAL*
*****
*
*HPAN:
*****
** Definindo os parametros dos registradores*
*****
        SETF      16,0,0

```

```

        SETF      32,0,1

* Registradores de B
*
        MOVI      BDPYM,A4 ;mascara p/ habilitar interrup.
        MOVI      VL,VLINE ; camrega DPYINT com o n.o da linha
        MOVE      VLINE,BDPYINT ; vertical a partir da qual sera
*                          desenhada a outra imagem.
*
        MOVI      DPYADR,END ; move o ender. DPYADR para o reg. A1
        MOVI      VD,DADO ; move o dado de DPYADR para o reg A2
*****
** Programando a interrupcao do display DI*
*****

* Armazena o endereco de desvio da interrupcao
;
        MOVI      INTDPY,A0,L
;
        MOVE      A0,BDPYVEC,1

* Habilita a mascara da interrupcao de DI
        MOVI      $INTENB,A0,0
        ORI       BDPYM,A0
        MOVE      A0,$INTENB,0

* Verifica a ocorrencia da interrupcao DI
LER:      MOVI      $INTPEND,A0
        AND       A4,A0
        JNZ       LER

* Transfere o novo endereco para DPYADR
        MOVI      DADO,*END,0
        MOVE      $INTPEND,A0
        ANDI      DMASCH,A0
        MOVE      A0,$INTPEND,0
        JNCR      LER
        RETS

        .END

*****
* LC.COMD
*****
DSPFIL.OBJ
INIT.OBJ
FIL4.OBJ
c:\texas\TEXT.OBJ
c:\texas\CHARSET.OBJ
c:\texas\PAL.OBJ
c:\texas\PAL1.OBJ
PADRAO.OBJ
c:\texas\INIT2.OBJ
TROCA.OBJ
APAGA.OBJ
HPAN.OBJ

MEMORY
{
    program: origin = 0xFFFF0000    length = 0x00100000
}

*****
* LC.BAT
*****
c:\texas\gsplnk -o t1.out t1.obj lc.cmd

*****

```

Anexo 1.12 Programa para Realizar "Pan" na Horizontal

```

        .width 132

* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - PAN HORIZONTAL
*
*
* Características do Sistema Gráfico:
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
*
* Revisão
* jan/1990....versão original HPAN.....Maria Stela V. de Paiva
* jan/1990....modificações.....Maria Stela V. de Paiva
*
        .file 'filt.asm'
;
; DECLARE GLOBAL ENTRY POINT
;
        .globl _c_int00
;
; DECLARE EXTERNAL GLOBALS
;
        .globl _DSPPIL, _INIT, _TEXT, _FIL4, _PAL, _PADRAO, _L2, _INIT2, _TROCA, _APAGA
        .globl _SERIAL, _CRUZ
;
; DEFINE CONSTANTS AND MACROS
; --Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
        .nolist
        .copy gspregs.hdr
        .list
;
; CONTR .set 0C00000B0H
; VCONT .set 00C0H
; VCONT2 .set 0000
; VOFSET .set 00001800H ;OFFSET = B4
;
; ENTRY POINT
;
_c_int00:
        MOVI >FFFFFB0, SP ;set up system stack/ LIE 22-11-88
        SETI 32, 0, 0
        MOVI _DSPPIL, A14 ;get pointer to display list
        CLR A9 ;endereço do 1.º banco de memória ; 01-NOV-88
;
DSPLOOP:
        SETI 32, 0, 1
        SETI 16, 1, 0
        MOVE *A14+, A13, 0 ;read graphics command code
        SLL 5, A13
        ADDI JMPTBL, A13
        MOVE *A13, A13, 1 ;get address from table
        CALL A13
        JRUC DSPLOOP

```

```

JMPTBL:
        .long CMD0 ;code for end of list
        .long CMD1 ;code to initialize GSP
        .long CMD2 ;code to set transparency
        .long CMD3 ;code for change color0
        .long CMD4 ;code for change color1
        .long CMD5 ;code for text draw
        .long CMD6 ;code for FILL function demonstr.
        .long CMD7 ;code for initializing palette
        .long CMD8 ;zera memória
        .long CMD9 ;padrao de cores
        .long CMD10 ;atraso
        .long CMD11 ;inicializa parametros p/ CMD5
        .long CMD12 ;troca banco
        .long CMD13 ;interface serial
        .long CMD14 ;referencia para mouse

* End of list command received.
CMD0:
; JRUC CMD0 ;And this is the way
; SETI 16, 0, 0 ; the code ends
; MOVI 8000H, A0 ;codigo p/ halt
; MOVE A0, >C-0000100, 0 ;endereço do ESTCLL
; MOVI L2, A1 4 ;re-inicia em L2( 01-11-88)
; RETS 0 ;And this is the way
; ; the code ends
; ; Not with a bang,
; ; but with an endless loop

* Command to initialize GSP received.
CMD1:
        MOVI _INIT, B14
        JUMP B14

* Command to set transparency bit received.
CMD2:
        MOVE *A14+, A0, 0 ;read transparency value
        SETI 1, 0, 0
        MOVE A0, >CONTROL+5, 0 ;load transparency bit
        SETI 16, 0, 0
        RETS 0

* comando para estabelecer a cor de fundo
CMD8:
        MOVI _APAGA, B14
        JUMP B14

*
*
* Command to change color0 received.
CMD3:
        MOVE *A14+, A0, 1 ;get 32-bit color value
        MOVE A0, B8 ;load color0 register
        RETS 0

* Command to change color1 received.
CMD4:
        MOVE *A14+, A0, 1 ;get 32-bit color value
        MOVE A0, B9 ;load color1 register
        RETS 0

* Text draw command received.
CMD5:
        MOVE *A14+, A0, 0 ;get starting x coordinate
        MOVE *A14+, A2, 0 ;get starting y coordinate
        MOVE *A14+, A1, 1 ;get address of char string
        MOVI _TEXT, B14
        JUMP B14

* Function fill - desenha o LIE.
CMD6:
        MOVI _FIL4, B14 ;pr-ograma com a função FILL L para
        JUMP B14 ;de senhar LIE. 20-10-88

* Initialize Palette command received. ;This command is not used in the demo

```

```

CMD7:      MOV    PAL,B14      ;routine for the simulator because it
      JUMP    B14      ;is hardware dependent, and the
                        ;simulator has no palette.
                        ;See the README.1ST file for details

*CMD9:
*      MOV    PADRAO,B14      ;programa para o desenho do padrao
*      JUMP    B14      ;de cores que esta armazenado na

CMD9:      MOV    0000H,A0
      MOVE    A0,&CONTROL
      MOV    VOFSET,OFFSET
      MOV    0800H,A9
      RETS    0

                        ;PAL.

CMD10:     ;loop de atraso para a visualizacao
;
;      MOV    080H,A0
;      MOVE    A0,&0C00001B0H
;      MOV    0000FFFFH,A0,L
P2:      DEC    A0
      JRNZ    P2
      RETS    0

;
;comando para inicializar parametros graficos da rotina TEXT
CMD11:     MOV    INIT2,B14
      JUMP    B14      ; 01-nov-88

;comando para trocar o banco de memoria
CMD12:     MOV    TROCA,B14
      JUMP    B14

;comando para teste da interface serial
CMD13:     MOV    SERIAL,B14
      JUMP    B14

;comando para desenhar a cruz de referencia para mouse
CMD14:     MOV    CRUZ,B14
      JUMP    B14

      .end

      .width 132

*****
*
*      DSPFIL.ASM
*
*****
      .file 'dspfil.asm'

;
;
;      DECLARE GLOBAL LABEL
;
;      .globl _DSPFIL,_L2
;
;
;      DECLARE COMMAND CODE CONSTANTS
;
;
;EOLIST      .set    0      ;end of display list
INIT          .set    1      ;initialize GSP
LOADT         .set    2      ;load transparency bit
LOADCO        .set    3      ;load color0
LOADC1        .set    4      ;load color1
TEXT          .set    5      ;draw text string
FIL4          .set    6      ;desenha o LIE, com a
funcao fill
PAL           .set    7      ;initialize palette. This routine is
;                               not used in the demo routine for the

```

```

;
;
;      simulator. See README.1ST for an
;      explanation.
;      ;preenche a memoria com uma cor
;      de fundo.
;      ;most-ra cores da palette
;      ;atraso para visualizacao da
;      imagem.
;      ;inicializa os parametros
;
;      para a rotina TEXT
;      ;troca banco de memoria
;      ;interface serial
;      ;referencia para mouse

;
;      APAGA      .set    8
;
;      PADRAO     .set    9
;      PAL1       .set    10
;
;      INIT2      .set    11
;      graficos
;
;      TROCA      .set    12
;      SERIAL     .set    13
;      CRUZ       .set    14
;
;      ; DISPLAY LIST
;
;      _DSPFIL:
;      .word    INIT      ;initialize GSP
;      .word    PAL       ;LIE 5/10/88
;      .word    LOADC1,>ffff,>ffff
;      .word    APAGA     ; LIE 9-10-88
;      .word    LOADC1,>ffff,>ffff
;      .word    TEXT,20,7
;      .long    STRING1
;      .word    FIL4
;      .word    PADRAO
;      .word    LOADC1,>ffff,>ffff
;      .word    APAGA
;      .word    LOADC1,>7777,>7777
;      .word    PADRAO
;      .word    LOADT
;      .word    TEXT,50,50
;      .long    STRING2
;      .word    TEXT,50,100
;      .long    STRING3
;      .word    TEXT,45,150
;      .long    STRING4
;      .word    SERIAL
;_L2:      .word    PAL1      ;atraso
;      .word    EOLIST      ;this must be at end of list!

STRING1:    .string "Fill Function Example:" ;
;      .word    0
;
STRING2:    .string "LABORATORIO DE"
;      .word    0
;
STRING3:    .string "INSTRUMENTACAO"
;      .word    0
;
STRING4:    .string "ELETRONICA - 1990"
;      .word    0
;
;      .end

      .width 132

*****
*
*      INIT.ASM
*
*****
      .file 'init.asm'

;
;
;      DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
;      .globl _INIT

```



```

;
;
;   DEFINE CONSTANTS
;   ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
;   .nolist
;   .copy gspregs.hdr
;   .list
;
;   ENTRY POINT
;
;_INIT:
* Initialize I/O registers.
    SETT    16,0,0
    MOVI    IOREGS1,B0
    MOVI    HESYNC,B1
    MOVK    12,B2
;point to I/O values
;I/O register base address
;load loop count
LOOP1:
    MOVE    *B0+,*B1+,0
    DSJS    B2,LOOP1
;
    MOVI    IOREGS2,B0
    MOVI    INTENB,B1
    MOVK    7,B2
;point to I/O values
;I/O register base address
;load loop count
LOOP2:
    MOVE    *B0+,*B1+,0
    DSJS    B2,LOOP2
;
* Initialize B-file registers.
    MOVI    BREGS,B0
    MASHM    B0,SPTRCH,DPTCH,OFFSET,WSTART,WEND,COLOR0,COLOR1
;
* All done. Return.
    RETS    0
;
* Define B-file register values.
BREGS:
    .long    >00000000
    .long    >00000000
    .long    >00FF01FF
    .long    >00000000
    .long    >0000C000
    .long    >00001000
    .long    >00000000
    .long    >00000008
;COLOR1 = B9
;COLOR0 = B8
;WEND = B6
;WSTART = B5
;OFFSET = B4
;DPTCH = B3
;DADDR = B2
;SPTRCH = B1
;
* Define I/O register values.
IOREGS1:
    .word    >0005
    .word    >001a
    .word    >009a
    .word    >009a
    .word    >0007
    .word    >000a
    .word    >00fc
    .word    >0105
    .word    >F010
    .word    >FFFC
    .word    >FFFF
    .word    >00c0
;HESYNC = >C0000000
;HBLNK = >C0000010
;HBLKN = >C0000020
;HTOTAL = >C0000030
;VESYNC = >C0000040
;VEBLNK = >C0000050
;VBLNK = >C0000060
;VTOTAL = >C0000070
;DPYCTL = >C0000080
;DPYSTRT = >C0000090
;DPYINT = >C00000A0
;CONTROL = >C00000B0
;
IOREGS2:
    .word    >0000
    .word    >0000
    .word    >001C
    .word    >0013
    .word    >0004
    .word    >0000
    .word    >0000
;INTENB = >C0000110
;INTPEND = >C0000120
;CONVSP = >C0000130
;CONVDP = >C0000140
;PSIZE = >C0000150
;PMASKL = >C0000160
;PMASKH = >C0000170

```

```

.end

.width 132

*****
***** PAL.ASM *****
***** (c) Copyright 1986, Texas Instruments, Incorporated *****
***** TMS34010 Sample Function Library *****
*****
* PAL function
*
*   Initialize TMS34070 color palette used in minimum system design in
*   TMS34010 Graphics Design Kit. This function is hardware
*   dependent and is written to be used with the system described in the
*   above mentioned design kit.
*
*At entry:
*   No arguments passed to this routine.
*
*At exit:
*   Contents of A0-A3 altered.
*
*Revision history:
*   12/04/86.....Original version written.....Trey Rowe
*
;
;   .file 'pal.asm'
;
;   Declare Global Function Name
;
;   .globl _PAL
;
;   Entry Point
;
_PAL:
;
    SETT    16,0,0
    CLR     A2
    OR      A9,A2
    MOVK    16,A3
;LIE- inicio do frame buffer
LOOP1:
    MOVK    16,A0
    MOVI    COLOR,A1
;set up loop count
;point to color table
LOOP:
    MOVE    *A1+,*A2+
    DSJS    A0,LOOP
;load table to frame buffer
;
    DSJS    A3,LOOP1
;Loop para carregar as 256 words
;com uma cor qualquer
    RETS    0
;
COLOR:
    .word    >F0F0
    .word    >0F00
    .word    >FF00
    .word    >0FF0
    .word    >00F0
    .word    >0F00
    .word    >F000
    .word    >FF00
    .word    >0FF0
    .word    >00F0
    .word    >0F00
    .word    >F0F0
    .word    >0F00

```

```

.word >F000      ;
.word >00F0      ;
.word >F000      ;

.end

.width 132

*****
*
* APAGA.ASM
*
*****
* Este programa carrega a memoria com uma cor de fundo.
* LIE 14-NOV-88
* 03 MARCO 90 - MODIFICADO PARA PAN HORIZ.
*
* zera memoria grafica
* .title 'apaga a memoria de video'
* .file 'apaga.asm'

;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _APAGA
;
;
; valores dos registradores de i/o
vpmask .set 0000
vpsize .set 4
vcont .set 0000h
vconv .set 0013h
vpsize2 .set 8
*
* endereco dos registradores de i/o
control .set 0c00000b0h
psize .set 0c0000150h
pmask .set 0c0000160h
convdp .set 0c0000140h
*
* valores das funcoes do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
vdpt .set 1000h
vofset .set 001000h
*
* funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
ofset .set B4
DYDX .set B7
color1 .set B9
*
* funcao de controle anterior
*
vcont2 .set 00c0h

_APAGA:
*
* inicio do programa
* .text

INICIO: MTFM SP, A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A14
MTFM SP, B0, B1, B2, B3, B7, B10, B11, B12, B13, B14
SETF 16, 0, 0
SETF 32, 0, 1
MOVK vpsize, A0 ; tamanho do pixel
MOVE A0, &psize
MOVI vpmask, A0 ; valor da mascara do plano
MOVE A0, &psmask
MOVI vcont, A0

```

```

MOVE A0, &control
MOVI vconv, A0
MOVE A0, &convdp
* estabelece valores para registros de b
MOVI vdpt, dptch, W
MOVI vofset, A0, L
; A9 p/ modificar o endereco inicial da memoria de video
OR A9, A0
MOVE A0, ofset
MOVI (0*vy+0*vx), daddr
*
* Preenche os dois bancos com a cor de funcao escolhida
MOVI (255*vy+512*vx), DYDX ;
FILL XY
MOVE vpsize2, A0 ; tamanho do pixel
MOVE A0, &psize
MOVI vcont2, A0
MOVE A0, &control
MTFM SP, B0, B1, B2, B3, B7, B10, B11, B12, B13, B14
MTFM SP, A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A14
RTS 0
.end

```

```

*****
*
* FIL4.ASM
*
*****
* .file 'fil4.asm'

;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _FIL4
;
; DEFINE CONSTANTS
;
; ---Copy gregs.hdr, but don't list it here
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
;
;
; valores dos registradores de i/o
vpmask .set 0000
vpsize .set 4
vcont .set 0000
vtap .set 0000h
*
* endereco dos registradores de i/o
control .set 0c00000b0h
psize .set 0c0000150h
pmask .set 0c0000160h
dpytap .set 0c00001b0h
*
* valores das funcoes do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
vdpt .set 1000h
vcor1 .set 000000000h
*
* funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
DYDX .set B7
color1 .set B9
*
* secas de dados para o fundo
*
vcor2 .set 0ddddddd
vdad2 .set 4330 0h
vcont2 .set 1800h

```

```

ny                .set      104

FIL4:
;
; .text
* DEFINICAO DOS MACROS
* MACRO SOMALIN : soma o numero de linhas especificadas
* em "nl", ao valor do endereco armazenado num registrador A1
*
SOMALIN $MACRO    NL,VR
    MOVE    dptch,A1 ; VALOR DO PITCH em A1
    MOVE    :NL,A0 ; numero de linhas em A0
    MFYU    A0,A1
    ADD     :VR,A1 ; soma endereco inicial ao resultado
    MOVE    A1,daddr
    SEND

*
* MACRO SOMAPIX: soma o numero de pixels especificado em NP
* ao valor do endereco armazenado anteriormente em A1.
* RESULTADO em A0
*
SOMAPIX $MACRO    NP,EI
    MOVE    :NP,A0 ; numero de pixels em A0
    RL      A6,A0 ; desloca pelo tamanho do pixel
    ADD     :EI,A0 ; soma ao endereco inicial
    MOVE    A0,daddr
    SEND

*
* inicio do programa
* .text

INICIO: MATH      SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        MATH      SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        SETF      16,0,0
        SETF      32,0,1
        MOVE      vpsize,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE      A0,8psize
        LMO       A0,A6 ; determinando o numero de rotacoes
        ORI       0FFFFFFE0H,A6 ; correspondente ao
        NOT       A6 ; tamanho do pixel.
        MOVE      vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
        MOVE      A0,8psmask
        MOVE      vcont,A0
        MOVE      A0,8control
        MOVE      vtap,A0
        MOVE      A0,8dpytap

* estabelece valores para registros de b
        MOVE      vcor1,color1,L
        MOVE      vdpt,dptch,W
        MOVE      vdad2,A2
        OR        A9,A2 ; A9 p/ trocar memoria
                        ; de video. 01-NOV 88

        SOMALIN   0A8,A2
        SOMAPIX   0C8,A1
        MOVE      daddr,A4 ; salva endereco inicial de L (vdad)

*
        MOVE      (2*vy+10*vx),DYDX ; COMENDO A LETRA L
        FILL L
        MOVE      (70*vy+2*vx),DYDX
        FILL L
        MOVE      (1*vy+54*vx),DYDX
        FILL L
        MOVE      (12*vy+2*vx),DYDX
        FILL L
        MOVE      A4,daddr
        MOVE      (82*vy+2*vx),DYDX
        FILL L
        MOVE      (2*vy+64*vx),DYDX
        FILL L
        SOMALIN   148,A4 ; INICIANDO A LETRA E
        MOVE A0,A5
        MOVE      (10*vy+10*vx),DYDX
        FILL L

```

```

SOMALIN 148,A5
MOVE      (45*vy+10*vx),DYDX
FILL L
SOMAPIX 288,A4 ; INICIANDO A LETRA E
MOVE      (10*vy+24*vx),DYDX
FILL L
MOVE      A0,A5
SOMALIN 0A8,A5
MOVE      (56*vy+10*vx),DYDX
FILL L
SOMALIN 28,A5
MOVE      (10*vy+24*vx),DYDX
FILL L
SOMALIN 56,A5
MOVE      (10*vy+24*vx),DYDX
FILL L

* DEFININDO O FUNDO
MOVE      vcont2,A0 ; DEFININDO A FUNCAO DE CONTROLE
MOVE      A0,8control
MOVE      vdad2,A2 ; calculando o endereco final
SOMALIN ny,A2
MOVE      A1,A3 ; salva endereco final em A3
MOVE      vdad2,A1 ; p/ trocar a memoria
OR        A9,A1 ; de video. 01-nov-88
MOVE      A1,daddr ; ENDERECO INICIAL DO FUNDO
MOVE      vcor2,color1 ; COR INICIAL
MOVE      (104*vy+88*vx),DYDX ; DESENHA UMA LINHA DO
R1: FILL L ; FUNDO.
    SUBI    01010101H,color1,L ; MODA A COR
    MOVE    daddr,A0
    MATH    SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
    MATH    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
    RETS    0
    .end

```

```

*****
***** SERIAL.ASM *****
*****
* 1990 - 25 de janeiro - GRUPO DE INSTRUMENTACAO ELETRONICA E COMPUTACAO
* PROGRAMA PARA MOVER A CRUZ COM O MOUSE
*
* Placa TMS34010 - LIE ,com palette e 8251
* Caracteristicas do mouse: transmissao assincrona, 1200 Baud, 8 bits, sem
* paridade
* Interrupcao usada: LINT1 Finalizado em : 31- 01 -90
* Reset do 8251, por hardware ( 15- jan- 90)
*****
* 26/03/90 modificacoes para PAN HORIZONTAL
* Finalizado em:02/04/90
* Registradores usados: A0 ate A11 e B0 ate B9
*****

```

```

.title      "MOVE CRUZ COM O MOUSE"
.file       "SERIAL.asm"

.globl      _SERIAL,sdb340

```

```

*****
***** PARAMETROS DA INTERFACE SERIAL *****
*****
* ENDEREÇOS DA SERIAL
*
RDADO      .SET      02200000H
RSTAT      .SET      02201000H
WDADO      .SET      02000000H
WCONT      .SET      02001000H
RES_ON     .SET      04000000H ; endereco p/ ativar reset
RES_OF     .SET      04001000H ; endereco p/ desativar reset

```

```

*INTERUPCAO DO TMS34010
*
VECTOR .SET 0FFFFFFC0H ;vetor da interrupcao
HABIL .SET 0C0000110H ;regist. p/ habilitar interrup.
INTS .SET 0C0000120H ;status da interrupcao do 34010
*
MASCN .SET 0002H ; mascara p/ habilitar interrup.
*
* PROGRAMACAO DA 8251
*
MODO .SET 4EH ;16X
COMTX .SET 25H ;ativa Tx, Rx e RTS
COMRX .SET 24H ;ativa Rx e RTS
COMRES .SET 40H ;ativa reset interno
COMTX1 .SET 20H ;ativa RTS
COMTX2 .SET 21H ;ativa Tx e RTS
ZERO .SET 00H ;

* STATUS DA 8251
RXEMPT .SET 02H ; recepcao

*****
* PARAMETROS DO PROGRAMA DA CRUZ
*****
* Definicao dos parametros globais
*

* Registradores de I/O
*
CONTROL .SET 0C00000B0H
CONVSP .SET 0C0000130H
CONVDP .SET 0C0000140H
FSIZE .SET 0C0000150H
PMASK .SET 0C0000160H
*
* Registradores do arquivo B
*
SADR .SET B0
SPTCH .SET B1
DADDR .SET B2
DPTCH .SET B3
OFFSET .SET B4
WSTART .SET B5
WEND .SET B6
DYDX .SET B7
COLOR0 .SET B8
COLOR1 .SET B9
*
*****
sdb340 .set 1
npixel .set 16 ; n.o de pixels do bloco a ser transferido
pitch .set 01000H ; PITCH para a memoria de imagem
conv .set 0013H ;0013H : valor referente ao pitch = 1000h
pictela .set 512 ;n.o de pixels da tela

* IF sdb340

* VALORES DOS REGISTRADORES PARA O PROGRAMA PRINCIPAL
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vpsize .SET 4 ; 8 para a placa sdb340
vpmask .SET 0000
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
voffset .SET 01000H ; 1000h p/ a placa SDB340, 800 p/ placa de 4 bits
vcor11 .SET 0EEEEEEH
vcor12 .SET 11111111H ; 0101010101h para a placa sdb340
vcor0 .SET 00000000
VX .SET 1
VY .SET 10000H

```

```

*
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA SALVA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont1 .SET 0000H
vconv1 .SET conv
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
vspt1 .SET pitch
dpix1 .SET npixel ;n.o de pixels de 8 bits
*
* pitch = 80
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA DESENHA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont2 .SET 0020H
vconvd2 .SET conv
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
spix2 .SET npixel
vdpt2 .SET pitch
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA RECUPERA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont3 .SET 0000H
vconvd3 .SET conv
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
spix3 .SET npixel
vdpt3 .SET pitch
*
* ELSE
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA O PROGRAMA PRINCIPAL
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vpsize .SET 8
vpmask .SET 0000
*
* Valores atribuidos aos registradores de B
*
voffset .SET 0000
vcor11 .SET 0FFFFFFFH
vcor12 .SET 01010101H
vcor0 .SET 00000000
VX .SET 1
VY .SET 10000H
*
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA SALVA
*
* Valores atribuidos aos registradores de I/O
*
vcont1 .SET 0000H
vconv1 .SET conv

```



```

*****
* Salva na memoria, registradores que serao usados pelas*
* rotinas de interrupcao.
*****
      MOVE     ADRXY,8AGMA,1
      MOVE     ARMAZA,A0,L
      MOVE     ARMAZB,B5,L
      MMFM     A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11
      MMFM     B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
      MOVE     A0,8SPA,1
      MOVE     B5,8SPB,1
* recupera registradores da pilha
      MMFM     SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11
      MMFM     SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
*****
* habilita o atendimento da interrupcao*
*****
      EINT
      RETS

*****
* ROTINAS DE INTERRUPCAO
*
* INTERR: identifica se o dado do mouse e codigo de controle
*
* XY: movimenta o cursor, verificando a direcao e sentido
*****
INTERR:
      MMFM     SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12
      MMFM     SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
      SETF     8,0,0
      SETF     32,0,1
      MOVE     8SPA,A0,1
      MMFM     A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11
      MOVE     @RDADO,A9 ; LE O DADO.
      MOVE     A9,A10 ; salva em outro registrador.
SALTA:  ANDI     00F0H,A9 ; aplica mascara no dado e
      CMPI     80H,A9,W ; verifica se e dado de controle.
      JRNZ     RETOR1 ; se nao for aguarda novo dado;
      MOVK     04,A3 ; A3 contem o n.o de dados que devam
*          ocorrer para movimentacao do cursor.
      MOVE     A10,A9 ;
      NOT      A9 ;
      ANDI     0007H,A9 ; se for, identifica a dado,
      SLL      5,A9 ; e desvia para o endereco
      ADDI     JMPTBL,A9 ; correspondente ao mesmo.
      MOVE     *A9,A10,1
      JMP      A10 ;

*****
S87:    MOVE     XY,A9,L ; carrega vetor de interrupcao com o
      MOVE     A9,@VECTOR,1 ; endereco da rotina para movimentacao
*          do cursor.
      RETOR1:
* Armazena registradores Ai na pilha enderecada por A0
      MOVE     ARMAZA,A0,L
      MMFM     A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11
* Recupera registradores Ai e Bi, armazenados na pilha
      MMFM     SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
      MMFM     SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12
* Habilita a ocorrencia da interrupcao LINT1
      EINT
      RETI

*****
S86:    SETF     16,0,0
      MOVE     0004H,A0 ; armazena codigo da tecla 3
      MOVE     A0,8TECLA3
      JROC     S87

TECLA3: .WORD     0

*****
S85:    SETF     16,0,0

```

```

      MOVE     0002H,A0 ; armazena codigo da tecla 2
      MOVE     A0,8TECLA2
      JROC     S87

TECLA2: .WORD     0

*****
S83:    SETF     16,0,0
      MOVE     0001H,A0
      MOVE     A0,8TECLA1 ; armazena codigo da tecla 1
      JROC     S87

TECLA1: .WORD     0

*****
* Enderecos de desvio para os dados de controle
JMPTBL:
      .long     S87 ; S87: nenhuma tecla acionada
      .long     S86 ; S86 : 1.a tecla, da direita, acionada
      .long     S85 ; S85: 2.a tecla, do centro, acionada
      .long     S87 ; S84: nao existe
      .long     S83 ; S83: 3.a tecla, da esquerda, acionada
      .long     S87 ; S82: nao existe
      .long     S87 ; S81: nao existe
      .long     S87 ; S80: nao existe

* espaco para armazenar os dados lidos do mouse
ARMAZ:  .SPACE   256*16

* espaco para armazenar os registradores Ai
ARMAZ1: .SPACE   24*16
ARMAZ2: .WORD     0

* espaco para armazenar os registradores Bi
ARMAZB: .SPACE   30*16
ARMAZB: .WORD     0

SPA:    .long     0 ;posicao para armazenar ponteiro dos Ai
SPB:    .long     0 ;posicao para armazenar ponteiro dos Bi
AGMA:   .long     0 ; endereco da posicao do cursor na tela

*****
* XY: Rotina de interrupcao para movimentacao do cursor*
*****
XY:
* Armazena registradores Ai e Bi na pilha
      MMFM     SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12
      MMFM     SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
      SETF     8,0,0
      SETF     32,0,1
      MOVE     8SPA,A0,1
      MOVE     8SPB,B5,1
* Recupera da memoria, os registradores Ai e Bi
      MMFM     A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11
      MMFM     B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
* A2 aponta para o endereco da subrotina para movimentacao do cursor
      MOVE     @DESvio,A2,1
      MOVE     @RDADO,A9 ; le dado da porta serial
      ANDI     000000FFH,A9 ;
      MOVE     A9,A10
SALTA:  CMPI     80H,A9 ; verifica se dado lido e positivo
      JRC      POSIT
      NOT      A9 ; se negativo, complementa o dado
      ANDI     000000FFH,A9
      ADDI     20H,A2 ; A2 aponta para o endereco da subrotina seguinte
POSIT:  MOVE     *A2,A10,1
      SETF     16,0,0
      CALL     A10 ; chama subrotina para movimentacao do cursor
      DEC      A3 ; verifica se os 4 bytes do mouse ja foram lidos
      JRNZ     RETOR2 ;
      MOVK     INTERR,A0,L ; se sim, executa na proxima interrupcao
      MOVE     A0,@VECTOR,1 ; a rotina INTERR

RETOR2:

```

```

MOVE     ADRXY, $AGMA, 1
*****
* trecho do programa para realizar PAN na horizontal
*****
MOVE     ADRXY, A0 ; obtm a posicao do cursor
* OBS: a posicao do cursor esta especificada no modo XY
ANDI     0000FFFFH, A0 ; mascara para obter somente o X
MOVE     AO, A12 ; salva temporariamente em A12
* teste do cursor em relacao ao fim da tela
SUB      FTELA, A0 ; verifica se o cursor esta no fim da tela.
JRC      OUTRO ; Se cursor menor que FTELA, testa em relacao
* ao inicio da tela;
ADD      AO, FTELA ; caso contrario, atualiza o fim da tela
ANDI     000007FFH, FTELA ; verifica se FTELA nao ultrapassou o
CMPI     00000600H, FTELA ; limite equivalente a tres imagens.
JRC      CONTIN ;
SUBI     00000600H, FTELA ; Se ultrapassou, faz a correcao do
ADDI     512, FTELA ; valor de FTELA e do cursor.
MOVE     FTELA, A12 ;
ORI      0FFFF0000H, A12
AND      A12, ADRXY
CONTIN:  ADD      AO, INTELA ; Atualiza inicio da tela.
ANDI     000003FFH, INTELA
ADD      AO, VDPTAP ; Atualiza o registrador que contem o
MOVE     VDPTAP, AO ; endereco para PAN.
SRA      2, AO ; correcao: o registrador de I/O, DPYTAP incrementa em
* words, enquanto o do cursor incrementa em pixels
JRUC     FTEST ; vai para fim do teste do cursor
* teste do cursor em relacao ao inicio da tela
OUTRO:   MOVE     INTELA, A0 ; verifica a posicao do cursor em relacao
SUB      A12, A0 ; ao inicio da tela;
JRC      FTEST1 ;
SUB      AO, FTELA ; atualiza posicao da tela se o cursor
SUB      AO, INTELA ; estiver abaixo do inicio da tela
SUB      AO, VDPTAP ; atualiza registr. que contem o endereco p/
MOVE     VDPTAP, AO ; PAN.
SRA      2, AO
FTEST:   ANDI     000000FFH, AO ; atualiza o registrador de I/O para
MOVE     AO, SDPYTAP ; fazer PAN , DPYTAP.
* Atualizacao da PALLETE
SLL      04, AO ; recarrega a Pallete a partir do endereco DPYTAP
CALLA    HPAL ; HPAL
FTEST1:  MOVI     ARMAZA, AO, L
MOVI     ARMAZB, B5, L
* Armazena na memoria os A1 e B1 usados no programa
MATHM    B5, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14
MATHM    AO, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11
* Recupera os A1 e B1 da pilha
MATHM    SP, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9
MATHM    SP, AO, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12
* Habilita a interrupcao LINT1
LINT
RETI

* Endereco das subrotinas para movimentacao
* do cursor
X:        .long    XDIR
          .long    XESQ
Y:        .long    YCIMA
          .long    YBAIXO

DESVIO:   .long    X

*****
* SUBROTINAS PARA MOVIMENTACAO DO CURSOR
*****
* Faz a cruz deslocar-se de baixo para cima
YCIMA:
CALLR     RECUPERA
MOVI      vcor11, COLOR1
SLL       16, A9
SUBXY     A9, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
DESLOC    ADRXY, SADR, DADDR, Y, DESVIO

```

```

* Faz a cruz deslocar-se da direita para a esquerda
XESQ:
CALLR     RECUPERA
MOVI      vcor11, COLOR1
SUBXY     A9, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
DESLOC    ADRXY, SADR, DADDR, Y, DESVIO

```

```

* Faz a cruz deslocar-se de cima para baixo
YBAIXO:
CALLR     RECUPERA
MOVI      vcor11, COLOR1
SLL       16, A9
ADDXY     A9, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
DESLOC    ADRXY, SADR, DADDR, X, DESVIO

```

```

* Faz a cruz deslocar-se da esquerda para a direita
XDIR:
CALLR     RECUPERA
MOVI      vcor11, COLOR1
ADDXY     A9, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
ANDI      00FF07FFH, ADRXY
DESLOC    ADRXY, SADR, DADDR, Y, DESVIO

```

```

*****
* Subrotinas para desenhar o cursor
*****

```

```

*****
* Subrotina SALVA: salva o bloco da memoria de *
* imagem onde sera desenhada a cruz.
*****

```

SALVA:

```

* SADR definido no programa principal
MOVI      vspt1, SPTCH
MOVI      IMAG, DADDR, L
MOVI      dpix1, A5
RL        A7, A5 ;
MOVE      A5, DPTCH

```

* Registradores de I/O

```

LMO       A5, AO
MOVE      AO, &CONVDP
MOVI      vconvsl, AO
MOVE      AO, &CONVSP
MOVI      vcont1, AO
MOVE      AO, &CONTROL

```

* Registradores de B

* Transferencia de bloco

```

PIXBLT    XY, L
RETS      0

```

* Reservando uma area para armazenar o trecho da imagem
* que contera a cruz.

```

IMAG:      .SPACE    72*16

```

```

*****

```

```

* Subrotina DESENEA: desenha a cruz na memoria de imagem.
*****

```

```

*
DESENHA:
* Registradores de I/O
    MOVI    spix2,A5
    LMO     A5,A0
    MOVE    A0,&CONVSP
    MOVI    vconvd2,A0
    MOVE    A0,&CONVDP
    MOVI    vcont2,A0
    MOVE    A0,&CONTROL

* Registradores de B
    MOVI    L1,SADR
    MOVI    spix2,SPTCH
    MOVE    DADDR,A0
* OBS:DADDR vem da subrotina de interrupcao
    MOVI    vdpt2,DPTCH

* Transferencia de bloco
    PIXBLT  B,XY
    MOVI    L2,SADR
    MOVE    A0,DADDR
    MOVI    vcor12,COLOR1
    PIXBLT  B,XY
    RETS    0

* Definindo a cruz
* Cruz com cor vcor11
L1:
    .WORD   0000H
    .WORD   0180H
    .WORD   0180H
    .WORD   0180H
    .WORD   0180H
    .WORD   0FF0H
    .WORD   0180H
    .WORD   0180H
    .WORD   0180H
    .WORD   0000H

* Cruz com cor vcor12
L2:
    .WORD   03C0H
    .WORD   0240H
    .WORD   0240H
    .WORD   0240H
    .WORD   1E78H
    .WORD   1008H
    .WORD   1E78H
    .WORD   0240H
    .WORD   0240H
    .WORD   03C0H

*****
*
* Subrotina RECUPERA:transfere o bloco da memoria de
* imagem salvo temporariamente na memoria de sistema,
* para a memoria de imagem.
*****
RECUPERA:
* Registradores de B
    MOVI    IMAG,SADR
    MOVI    vdpt3,DPTCH

```

```

    MOVI    spix3,A5
    RL      A7,A5
    MOVE    A5,SPTCH
* OBS: DADDR vem do programa principal
* Registradores de I/O
    LMO     A5,A0
    MOVE    A0,&CONVSP
    MOVI    vconvd3,A0
    MOVE    A0,&CONVDP
    MOVI    vcont3,A0
    MOVE    A0,&CONTROL

* Transferencia de bloco
    PIXBLT  L,XY
    RETS    0

*****
* ROTINA PARA ATUALIZACAO DA PALLETE
HPAL:
;
    SETF    16,0,0
    MOVE    A0,A6
    MOVK    16,A0
    MOVI    COLOR,A12
; set up loop count
; point to color tmbale
LOOP:
    MOVE    *A12+,*A6+
    ANDI    00FF0H,A6
; load table to frame buffer
    DSJS    A0,LOOP
    RETS    0

COLOR:
    .word   >F0F0
    .word   >0F00
    .word   >FF00
    .word   >0FF0
    .word   >00F0
    .word   >F000
    .word   >FFF0
    .word   >0FF0
    .word   >00F0
    .word   >0FF0
    .word   >F0F0
    .word   >0F00
    .word   >F000
    .word   >00F0
    .word   >F000

    .END

*****
LC.BAT
C:\TEXAS\gsplnk -o %1.out %1.obj -lc.cmd
*****
* LC.CMD
*****
DSPFFIL.OBJ
INIT.OBJ
FIL4.OBJ
c:\texas\TEXT.OBJ
c:\texas\CHARSET.OBJ
PAL.OBJ
c:\texas\PADRAO.OBJ
APAGA.OBJ

```



```
SERIAL.OBJ
c:\texas\INIT2.OBJ
c:\texas\TROCA.OBJ
c:\texas\troca\CRUZ.OBJ
```

MEMORY

```
( program: origin = 0xFFFF0000 length = 0x00100000
)
```

Anexo 1.13 Programa para Realizar "Pan" na Vertical

```
.width 132
```

```
* IFQSC - DFCM - Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LIE) - 1989
* Projeto TMS34010 - PAN VERTICAL
*
```

* Características do Sistema Gráfico:

```
* .monitor no modo CGA
* .frequência horizontal: 15750 Hz
* .frequência de "pixel": 10 MHz
* .resolução da tela: 256 linhas/512 "pixels"/4 bits por "pixel"
```

* Revisão

```
* jan/1990....versão original HPAN.....Maria Stela V. de Paiva
* jan/1990....modificações.....Maria Stela V. de Paiva
```

```
* .file 'filt.asm'
```

DECLARE GLOBAL ENTRY POINT

```
* .globl _c_int00
```

DECLARE EXTERNAL GLOBALS

```
* .globl _DSPFIL, _INIT, _TEXT, _FIL4, _PAL, _PADRAO, _L2, _INIT2, _TROCA, _APAGA
* .globl _SERIAL, _CRUZ
```

DEFINE CONSTANTS AND MACROS

```
* ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
```

```
* .nolist
* .copy gspregs.hdr
* .list
```

```
* CONTR .set 0C00000B0H
```

```
* VCONT .set 00C0H
```

```
* VCONT2 .set 0000
```

ENTRY POINT

```
* _c_int00:
```

```
MOVW >FFFFFFF0,SP ;set up system stack/ LIE 22-11-88
SETW 32,0,0 ;
MOVW _DSPFIL,A14 ;get pointer to display list
CLR A9 ;endereço do 1.º banco de memória
```

```
DSPLOOP: ; 01-NOV-88
SETW 32,0,1
SETW 16,1,0 ;
MOVW *A14+,A13,0 ;read graphics command code
SETW 5,A13 ;
ADDW JMPTBL,A13 ;
MOVW *A13,A13,1 ;get address from table
CALL A13 ;
JRUC DSPLOOP ;
```

```
JMPTBL:
.long CMD0 ;code for end of list
.long CMD1 ;code to initialize GSP
.long CMD2 ;code to set transparency
.long CMD3 ;code for change color0
.long CMD4 ;code for change color1
.long CMD5 ;code for text draw
.long CMD6 ;code for FILE function demonst.
.long CMD7 ;code for initializing palette
.long CMD8 ;zera memória
.long CMD9 ;padrao de cores
.long CMD10 ;atraso
.long CMD11 ;inicializa parametros p/ CMD5
.long CMD12 ;troca banco
.long CMD13 ;interface serial
.long CMD14 ;referencia para mouse
```

* End of list command received.

```
CMD0:
JRUC CMD0 ;And this is the way
SETW 16,0,0 ; the code ends
MOVW 8000H,A0 ;codigo p/ halt
MOVW A0,>C0000100,0 ;endereço do HSTCLL
MOVW L2,A14 ;reinicia em L2 ( 01-11-88)
RTS 0 ;And this is the way
; the code ends
; Not with a bang,
; but with an endless loop
```

* Command to initialize GSP received.

```
CMD1:
MOVW _INIT,B14
JUMP B14
```

* Command to set transparency bit received.

```
CMD2:
MOVW *A14,A0,0 ;read transparency value
SETW 1,0,0 ;
MOVW A0,>CONTROL+5,0 ;load transparency bit
SETW 16,0,0 ;
RTS 0 ;
```

* comando para estabelecer a cor de fundo

```
CMD8:
MOVW _APAGA,B14
JUMP B14
```

* Command to change color0 received.

```
CMD3:
MOVW *A14+,A0,1 ;get 32-bit color value
MOVW A0,B8 ;load color0 register
RTS 0 ;
```

* Command to change color1 received.

```
CMD4:
MOVW *A14+,A0,1 ;get 32-bit color value
MOVW A0,B9 ;load color1 register
RTS 0 ;
```

* Text draw command received.

```
CMD5:
MOVW *A14+,A0,0 ;get starting x coordinate
```

```

        MOVE    *A14+,A2,0          ;get starting y coordinate
        MOVE    *A14+,A1,1          ;get address of char string
        MOVI    TEXT,B14
        JUMP    B14
;
* Function fill - desenha o LIE .
CMD6:    MOVI    _FIL4,B14          ;programa com a funcao FILL L para
        JUMP    B14                ;desenhar LIE.      20-10-88

* Initialize Palette command received. ;This command is not used in the demo
CMD7:    MOVI    _PAL,B14          ;routine for the simulator because it
        JUMP    B14                ;is hardware dependent, and the
;simulator has no palette.
;See the README.1ST file for details

CMD9:    MOVI    PADRAO,B14         ;programa para o desenho do padrao
        JUMP    B14                ;de cores que esta armazenado na
;PAL.

CMD10:   MOVI    0000FFFFH,A0,L     ;loop de atraso para a visualizacao
P2:      DEC     A0
        JRNZ    P2
        RETS    0

;comando para inicializar parametros graficos da rotina TEXT
CMD11:   MOVI    INIT2,B14
        JUMP    B14                ; 01-nov-88

;comando para trocar o banco de memoria
CMD12:   MOVI    TROCA,B14
        JUMP    B14

;comando para teste da interface serial
CMD13:   MOVI    SERIAL,B14
        JUMP    B14

;comando para desenhar a cruz de referencia para mouse
CMD14:   MOVI    CRUZ,B14
        JUMP    B14

.end

.width 132

*****
* DSPFIL.ASM
*****
.file 'dspfil.asm'

;
;
; DECLARE GLOBAL LABEL
;
; .globl _DSPFIL,_L2
;
; DECLARE COMMAND CODE CONSTANTS
;
; EOLIST .set 0
; INIT .set 1
;end of display list
;initialize GSP

```

```

LOADT    .set 2
LOADCO .set 3
LOADC1 .set 4
TEXT     .set 5
FIL4     .set 6
PAL      .set 7
;
;
; APAGA .set 8
;
; PADRAO .set 9
; PAL1 .set 10
;
; INIT2 .set 11
;
; TROCA .set 12
; SERIAL .set 13
; CRUZ .set 14
;
; DISPLAY LIST
;
; _DSPFIL:
; .word INIT
; .word LOADC1,>ffff,>ffff ;initialize GSP
; .word APAGA
; .word PAL
; .word LOADC1,>ffff,>ffff ; LIE 9-10-88
; .word TEXT,20,7 ; LIE 5/10/88
; .long STRING1
; .word FIL4
; .word PADRAO ;teste da funcao FILL L
; .word TROCA ;padrao de cores
; .word INIT2
; .word LOADC1,>eeee,>eeee
; .word LOADT
; .word TEXT,50,50
; .long STRING2
; .word TEXT,50,100
; .long STRING3
; .word TEXT,45,150
; .long STRING4
; .word SERIAL
; .word TROCA
; .word PAL1
; .word EOLIST
;
; _L2:
; .word EOLIST ;atraso
; ;this must be at end of list!

STRING1: .string "Fill Function Example:" ;
; .word 0
;
STRING2: .string "LABORATORIO DE"
; .word 0

STRING3: .string "INSTRUMENTACAO"
; .word 0

STRING4: .string "ELETRONICA - 1990"
; .word 0

; .end

;
;
; .width 132

*****
* INIT.ASM
*****

```

```

*****
.file 'init.asm'
;
; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _INIT
;
;
; DEFINE CONSTANTS
; ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
;
;
; ENTRY POINT
;
_INIT:
* Initialize I/O registers.
    SETF 16,0,0
    MOVI IOREGS1,B0 ;point to I/O values
    MOVI HESYNC,B1 ;I/O register base address
    MOVK 12,B2 ;load loop count
LOOP1:
    MOVE *B0+,*B1+0
    DSJS B2,LOOP1
;
    MOVI IOREGS2,B0 ;point to I/O values
    MOVI INTENB,B1 ;I/O register base address
    MOVK 7,B2 ;load loop count
LOOP2:
    MOVE *B0+,*B1+0
    DSJS B2,LOOP2
;
* Initialize B-file registers.
    MOVI BREGS,B0
    MFM B0,SPTCH,DPTCH,OFFSET,WSTART,WEND,COLOR0,COLOR1
;
* All done. Return.
    RETS 0
;
* Define B-file register values.
BREGS:
    .long >00000000 ;COLOR1 = B9
    .long >00000000 ;COLOR0 = B8
    .long >00FF01FF ;WEND = B6
    .long >00000000 ;WSTART = B5
    .long >0000C000 ;OFFSET = B4
    .long >00000800 ;DPTCH = B3
    .long >00000000 ;DADDR = B2
    .long >00000008 ;SPTCH = B1
;
* Define I/O register values.
IOREGS1:
    .word >000d ;HESYNC = >C0000000
    .word >001a ;HEBLNK = >C0000010
    .word >009a ;HSBLNK = >C0000020
    .word >009e ;HTOTAL = >C0000030
;
    .word >0002 ;VESYNC = >C0000040
    .word >000a ;VEBLNK = >C0000050
    .word >00fc ;VSBLNK = >C0000060
    .word >0105 ;VTOTAL = >C0000070
;
    .word >F010 ;DPYCTL = >C0000080
    .word >FFFF ;DPYSTRT = >C0000090
    .word >FFFF ;DPYINT = >C00000A0
    .word >00c0 ;CONTROL = >C00000B0
;
IOREGS2:
    .word >0000 ;INTENB = >C0000110
    .word >0000 ;INTPEND = >C0000120

```

```

.word >001C ;CONVSP = >C0000130
;
.word >0014 ;CONVDP = >C0000140
.word >0008 ;PSIZE = >C0000150
.word >0000 ;PMASKL = >C0000160
.word >0000 ;PMASKH = >C0000170
;
.end

```

.width 132

```

*****
APAGA.ASM
*****
(c) Copyright 1986, Texas Instruments, Incorporated
*****
TMS34010 Graphics Function Library
*****
* Este programa carrega a memoria com uma cor de fundo.
* LIE 14-NOV-88
;
* zera memoria grafica
; .title 'apaga a memoria de video'
; .file 'apaga.asm'
;
; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _APAGA
;
;
;
; *valores dos registradores de i/o
vpmask .set 0000
vpsize .set 4
vcont .set 0000h
vconv .set 0014h
;
;
; * endereco dos registradores de i/o
control .set 0c00000b0h
psize .set 0c0000150h
pmask .set 0c0000160h
convdp .set 0c0000140h
;
; *valores das funcoes do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
vdpt .set 800h
vofset .set 000000h
;
; * funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
ofset .set B4
DYDX .set B7
color1 .set B9
;
; * funcao de controle anterior
;
vcont2 .set 00c0h
;
; APAGA:
;
; inicio do programa
; .text
;
INICIO: MFM SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
MFM SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
SETF 16,0,0
SETF 32,0,1

```

```

        MOVK    vpsize,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE    A0,&psize
        MOVI    vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
        MOVE    A0,&pmask
        MOVI    vcont,A0
        MOVE    A0,&control
        MOVI    vconv,A0
        MOVE    A0,&convdp
* estabeca valores para registros de b
        MOVI    vdpt,dptch,W
        MOVI    vofset,A0,L
; A9 p/ modificar o endereco inicial da memoria de video
        OR      A9,A0
        MOVE    A0,ofset
        MOVI    (0*vy+0*vx),daddr
*
* Preenche os dois bancos com a cor de fundo escolhida
        MOVI    (512*vy+512*vx),DYDX ;
        FILL    XY
        MOVI    vcont2,A0
        MOVE    A0,&control
        MMFM    SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        MMFM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A14
        RETS    0
        .end

```

.width 132

```

*****
* PAL.ASM
*****
;
; .file 'pal.asm'
;
; Declare Global Function Name
;
; .globl _PAL
;
; Entry Point
;
_PAL:
;
        SETF    16,0,0 ;
        CLR     A2 ;LIE- inicio do frame buffer
        OR      A9,A2
        MOVK    16,A3
LOOP1:  MOVK    16,A0 ;set up loop count
        MOVI    COLOR,A1 ;point to color table
LOOP:   MOVE    *A1+,*A2+ ;load table to frame buffer
        DSJS    A0,LOOP ;
        DSJS    A3,LOOP1 ;Loop para carregar as 256 words
        RETS    0 ;com uma cor qualquer

COLOR:
        .word   >FOFO ;
        .word   >OF00 ;
        .word   >FF00 ;
        .word   >OFF0 ;
        .word   >OOFO ;
        .word   >FO00 ;
        .word   >F000 ;
        .word   >FFFO ;
        .word   >OFFO ;
        .word   >OOFO ;
        .word   >OFFO ;
        .word   >FOFO ;

```

```

        .word   >OF00 ;
        .word   >F000 ;
        .word   >OOFO ;
        .word   >FO00 ;
        .end

```

```

*****
* FIL4.ASM
*****
; .file 'fil4.asm'
;
; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _FIL4
;
; DEFINE CONSTANTS
;
; --Copy gsregs.hdr, but don't list it here
; .nolist
; .copy gsregs.hdr
; .list
;
;
*valores dos registradores de i/o
vpmask .set 0000
vpsize .set 8
vcont .set 0000
vtap .set 0000h
*
* endereco dos registradores de i/o
control .set 0c00000b0h
psize .set 0c0000150h
pmask .set 0c0000160h
dpytap .set 0c00001b0h
*
*valores das funcoes do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
vdpt .set 800h
vcorl .set 000000000h
*
* funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
DYDX .set B7
colorl .set B9
*
* secao de dados para o funcio
*
vcor2 .set 0ddddddd8
vdad2 .set 233008
vcont2 .set 18008
ny .set 104
;
_FIL4:
; .text
;
* DEFINICAO DOS MACROS
* MACRO SOMALIN : soma o numero de linhas especificadas
* em "nl", ao valor do endereco armazenado num registrador A1
*
SOMALIN MACRO NL,VE
        MOVE    dptch,A1 ; VALOR DO PITCH em A1
        MOVI    :NL,A0 ; numero de linhas em A0
        MPYU    A0,A1
        ADD     :VE,A1 ; soma endereco inicial ao resultado
        MOVE    A1,daddr
        $END
*
* MACRO SOMAPIX: soma o numero de pixels especificado em NP

```

```

* ao valor do endereço armazenado anteriormente em A1.
* RESULTADO em A0
*
SOMAPIX $MACRO NP, EI
    MOV    NP, EI
    RL     A6, A0 ; desloca pelo tamanho do pixel
    ADD    EI, A0 ; soma ao endereço inicial
    MOVE   A0, daddr
$END

*
* início do programa
* .text

INICIO: MMTM    SP, A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A14
        MMTM    SP, B0, B1, B2, B3, B7, B10, B11, B12, B13, B14
        SETF    16, 0, 0
        SETF    32, 0, 1
        MOVX    vpsize, A0 ; tamanho do pixel
        MOVE    A0, 8psize
        LMO     A0, A6 ; determinando o numero de rotacoes
        ORI     0FFFFFF0H, A6 ; correspondente ao
        NOT     A6 ; tamanho do pixel.
        MOVI    vpmask, A0 ; valor da mascara do plano
        MOVE    A0, 8psmask
        MOVI    vcont, A0
        MOVE    A0, 8scontrol
        MOVI    vtap, A0
        MOVE    A0, 8dpytap

* estabelece valores para registros de b
        MOVI    vcolor, color1, L
        MOVI    vdpt, dptch, W
        MOVI    vdad2, A2
        OR       A9, A2 ; A9 p/ trocar memoria
                        ; de video. 01-NOV 88

        SOMALIN 0AH, A2
        SOMAPIX 0CH, A1
        MOVE    daddr, A4 ; salva endereço inicial de L (vdad)

*
*
        MOVI    (2*vy+10*vx), DYDX ; COMENDO A LETRA L
        FILL    L
        MOVI    (70*vy+2*vx), DYDX
        FILL    L
        MOVI    (1*vy+54*vx), DYDX
        FILL    L
        MOVI    (12*vy+2*vx), DYDX
        FILL    L
        MOVE     A4, daddr
        MOVI    (82*vy+2*vx), DYDX
        FILL    L
        MOVI    (2*vy+64*vx), DYDX
        FILL    L
        SOMAPIX 14H, A4 ; INICIANDO A LETRA I
        MOVE    A0, A5
        MOVI    (10*vy+10*vx), DYDX
        FILL    L
        SOMALIN 14H, A5
        MOVI    (45*vy+10*vx), DYDX
        FILL    L
        SOMAPIX 28H, A4 ; INICIANDO A LETRA E
        MOVI    (10*vy+24*vx), DYDX
        FILL    L
        MOVE     A0, A5
        SOMALIN 0AH, A5
        MOVI    (56*vy+10*vx), DYDX
        FILL    L
        SOMALIN 28H, A5
        MOVI    (10*vy+24*vx), DYDX
        FILL    L
        SOMALIN 56H, A5
        MOVI    (10*vy+24*vx), DYDX
        FILL    L

* DEFININDO O FUNDO

```

```

MOVI    vcont2, A0 ; DEFININDO A FUNCAO DE CONTROLE
MOVE    A0, 8scontrol
MOVI    vdad2, A2 ; calculando o endereço final
SOMALIN ny, A2
MOVE    A1, A3 ; salva endereço final em A3
MOVI    vdad2, A1 ; p/ trocar a memoria
OR       A9, A1 ; de video. 01-NOV-88
MOVE    A1, daddr ; ENDEREÇO INICIAL DO FUNDO
MOVI    vcolor2, color1 ; COR INICIAL
R1:     MOVI    (104*vy+88*vx), DYDX ; DESENHA UMA LINHA DO
        FILL    L ; FUNDO.
        SUBI    01010101H, color1, L ; MUDA A COR
        MOVE    daddr, A0
        MMTM    SP, B0, B1, B2, B3, B7, B10, B11, B12, B13, B14
        MMTM    SP, A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A14
        RETS    0
        .end

```

```

*****
*
* PADRAO.ASM
*****

* Este programa mostra no video o padrao de cores programado na
* palette. LIE 13-OUTUBRO-88
*
        .title 'padrao de cores'
        .file 'padrao.asm'

;DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
;
; .globl _PADRAO
;
; DEFINE CONSTANTS
;
; Copy gspregs.hdr, but don't list it here
;
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list

* valores dos registradores de I/O:
vpmask .set 0000
vpsize .set 4
vcont .set 0000H
vconv .set 0014h

* endereço dos registradores de i/o
control .set 0c0000b0h
psize .set 0c0000150h
pmask .set 0c0000160h
convdp .set 0c0000140h

* valores das funcoes do arquivo b
vx .set 1
vy .set 10000h
vdpt .set 800h
vcolor .set 01111111h
vofox .set 448 ; n.o de pixels do offset ...448
vofoy .set 27 ; n.o de linhas do offset
vws .set 10*vy+0*vx ; 28-11-88
vwe .set 100*vy+500*vx ; 28-11-88

* funcoes do arquivo b
daddr .set B2
dptch .set B3
DYDX .set B7
color1 .set B9
offset .set B4
;wstart .set B5 ; 28-11-88
;wend .set B6 ; 28-11-88
*

```

```

* secao de dados para o fundo
*
_PADRAO:
* DEFINICAO DOS MACROS
* MACRO SOMALIN : soma o numero de linhas especificadas
* em "nl", ao valor do endereco armazenado num registrador A1
*
SOMALIN $MACRO NL,VE
        MOVE    dptch,A1 ; VALOR DO PITCH em A1
        MOVI    :NL:,A0 ; numero de linhas em A0
        MPYU    A0,A1
        ADD     :VE:,A1 ; soma endereco inicial ao resultado
        MOVE    A1,daddr
$END
*
* MACRO SOMAPIX: soma o numero de pixels especificado em NP
* ao valor do endereco armazenado anteriormente em A1.
* RESULTADO em A0
*
SOMAPIX $MACRO NP,EI
        MOVI    :NP:,A0 ; numero de pixels em A0
        RL      A6,A0 ; desloca pelo tamanho do pixel
        ADD     :EI:,A0 ; soma ao endereco inicial
        MOVE    A0,daddr
$END
*
* inicio do programa
*
INICIO: MMTM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6
        MMTM    SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
*Valor para registros de I/O
        MOVE    vpsize,A0 ; tamanho do pixel
        MOVE    A0,psize
        LMO     A0,A6 ; determinando o numero de rotacoes
        ORI     0FFFFFF0H,A6 ; correspondente ao
        NOT     A6 ; tamanho do pixel.
        MOVI    vpmask,A0 ; valor da mascara do plano
        MOVE    A0,psmask
        MOVI    vcont,A0
        MOVE    A0,pscontrol
        MOVI    vconv,A0
        MOVE    A0,psconvdp
* estabelece valores para registros de b
;        MOVI    vws,wstart ;28-11-88
;        MOVI    vws,wend ;28-11-88
        MOVI    vdpt,dptch
        CLR     A2
        SOMALIN vofsy,A2
        SOMAPIX vofsx,A1
        OR      A9,A0 ;A9 p/ mudanca de
        MOVE    A0,offset ;banco. 01-nov-88
        MOVI    vcori,A0
        MOVE    A0,colori
*faz contorno do padrao usando a cor mais intensa
        MOVI    (0*vy+0*vx),daddr
        MOVE    daddr,A3
        MOVI    (2*vy+19*vx),DYDX
        FILL    XY
        MOVE    A3,daddr
        MOVI    (194*vy+2*vx),DYDX
        FILL    XY
        MOVI    (0*vy+17*vx),daddr
        FILL    XY
* preenche cada area do padrao com o valor de
* um registrador da palette.
* a sequencia esta em ordem crescente.
        CLR     A1
        MOVI    (2*vy+2*vx),daddr

```

```

        MOVE    daddr,A3
volta:  MOVE    A1,colori
        MOVI    (10*vy+15*vx),DYDX
        FILL    XY
        MOVE    A0,colori
        ADDI    (10*vy),A3,L
        MOVE    A3,daddr
        MOVI    (2*vy+15*vx),DYDX
        FILL    XY
        ADDI    (2*vy),A3,L
        MOVE    A3,daddr
        ADDI    1111111H,A1,L
        JRNC    volta
        MMTM    SP,B0,B1,B2,B3,B7,B10,B11,B12,B13,B14
        MMTM    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6
        RETS
        0
        .end

```

.width 132

```

*****
* TROCA.ASM
*****
* (c) Copyright 1986, Texas Instruments, Incorporated
*
* TMS34010 Graphics Function Library
*
* _TROCA function
*
* Troca o banco de memoria de video, modificando o registrador
* DPYSTRT e simultaneamente carrega em A9 o endereco inicial do
* banco de memoria atualizado.
* FREQUENCIA HORIZONTAL DE 15750 Hz E
* FREQUENCIA DE PIXEL = 10MHz
*
* At entry:
* No arguments are passed to this routine.
*
* At exit:
* A9 contem o endereco inicial da memoria de video.
* DPYSTRT contem o valor que sera usado pelo TMS para
* estabelecer o endereco inicial de refrescamento da
* memoria de video..
*
* Revision history:
* 11/19/86...Original version written.....Jerry Van Aken
*
;
; .title 'troca memoria de video'
; .file 'troca.asm'
;
; DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
;
; .globl _TROCA
;
; DEFINE CONSTANTS
; ---Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
; .nolist
; .copy gspregs.hdr
; .list
DPYSTRT .set 0c0000090h
;
; ENTRY POINT
;
_TROCA:

```

```
* Initialize I/O register DPYSTRT
```

```
SETF    32,0,0
SETF    1,0,1
MOVE    $VAR,A0,0
MOVE    A0,$DPYSTRT+0BH,1
NOT     A0
MOVE    A0,$VAR,0
ANDI    00080000H,A0
MOVE    A0,A9
```

```
* All done. Return.
RETS    0
```

```
VAR:
.long    >00000000

.end
```

```
.width    132
```

```
*****
***** INIT2.ASM *****
*****
***** (c) Copyright 1986, Texas Instruments, Incorporated *****
*****
***** TMS34010 Graphics Function Library *****
*****
***** _INIT2 function *****
*****
***** Initialize some GSP display refresh registers,
***** and implied graphics parameters.
***** PARA FREQUENCIA HORIZONTAL DE 15750 hz E
***** FREQUENCIA DE PIXEL = 10Mhz
*****
***** At entry:
***** A9 e usado por esta rotina.
*****
***** At exit:
***** I/O registers and B-file registers have been initialized. O offset e
***** atualizado a partir de A9 .
*****
***** Revision history:
***** 11/19/86...Original version written.....Jerry Van Aken
*****
*****
***** .title 'atualiza parametros para TEXT'
***** .file 'init2.asm'
```

```
DECLARE GLOBAL FUNCTION NAME
```

```
.globl _INIT2
```

```
DEFINE CONSTANTS
```

```
—Copy gspregs.hdr, but don't list it here.
.nolist
```

```
.copy gspregs.hdr
.list
```

```

;
; ENTRY POINT
;
; _INIT2:
```

```
* Initialize I/O registers.
```

```
SETF    16,0,0
MOVE    $IOREGS1,$CONTROL ;point to I/O values

MOVE    IOREGS2,B0 ;point to I/O values
MOVE    INTENB,B1 ;I/O register base address
MOVE    7,B2 ;load loop count

LOOP2:
MOVE    *B0+,*B1+,0
DSJS    B2,LOOP2
```

```
* Initialize B-file registers.
```

```
MOVE    BREGS,B0
MFTM    B0,SPTCH,DPTCH,OFFSET,WSTART,WEND,COLOR0,COLOR1
```

```
*
* endereço inicial da memoria de video em A9
*
```

```
*atualiza o OFFSET (B4)
```

```
MOVE    A9,B10
OR      B10,B4
```

```
* All done. Return.
RETS    0
```

```
* Define B-file register values.
BREGS:
```

```
.long    >00000000 ;COLOR1 = B9
.long    >00000000 ;COLOR0 = B8
.long    >00FF01FF ;WEND = B6
.long    >00000000 ;WSTART = B5
.long    >0000C000 ;OFFSET = B4
.long    >00000800 ;DPTCH = B3
.long    >0000000B ;SPTCH = B1
```

```
* Define I/O register values.
```

```
IOREGS1:
.word    >00c0 ;CONTROL = >C00000B0

IOREGS2:
.word    >0000 ;INTENB = >C0000110
.word    >0000 ;INTPEND = >C0000120
.word    >001C ;CONVSP = >C0000130

.word    >0014 ;CONVDP = >C0000140
.word    >0008 ;PSIZE = >C0000150
.word    >0000 ;PMASKL = >C0000160
.word    >0000 ;PMASKH = >C0000170

.end
```

```
*****
***** SERIAL.ASM *****
*****
***** 1990 - 23 de janeiro - GRUPO DE INSTRUMENTACAO ELETRONICA E COMPUTACAO *****
***** PROGRAMA PARA MOVER A CRUZ COM O MOUSE *****
*****
***** Placa TMS34010 - LIE ,com palette e 8251 *****
```

```

* Características do mouse: transmissão assíncrona, 1200 Baud, 8 bits, sem
*                               paridade
* Interrupção usada: LINT1                               Finalizado em :31- 01-90
* Reset do 8251, por hardware ( 15- jan- 90)
*****
        .title      "MOVE CRUZ COM O MOUSE"
        .file       "SMOUSE90.asm"

        .globl      _SERIAL,sdb340

*****
*                               PARAMETROS DA INTERFACE SERIAL
*****

* ENDEREÇOS DA SERIAL
*
RDADO      .SET      02200000H
RSTAT      .SET      02201000H
WDADO      .SET      02000000H
WCONT      .SET      02001000H
RES_ON     .SET      04000000H ; endereço p/ ativar reset
RES_OF     .SET      04001000H ; endereço p/ desativar reset

*INTERRUPÇÃO DO TMS34010
*
VECTOR     .SET      0FFFFFF0H ;vetor da interrupção
HABIL      .SET      0C0000110H ; regist. p/ habilitar interrup.
INTS       .SET      0C0000120H ;status da interrupção do 34010
*
MASCH      .SET      0002H ; mascara p/ habilitar interrup.
DMASCH     .SET      0FFFDH ; "desabilita" interrupção
*
* PROGRAMAÇÃO DA 8251
*
MODO       .SET      4EH      ;16X
COMTX      .SET      25H      ;ativa Tx, Rx e RTS
COMRX      .SET      24H      ;ativa Rx e RTS
COMRES     .SET      40H      ;ativa reset interno
COMTX1     .SET      20H      ;ativa RTS
COMTX2     .SET      21H      ;ativa Tx e RTS
ZERO       .SET      00H      ;

* STATUS DA 8251
RXEMPT     .SET      02H      ; recepção

*****
*                               PARAMETROS DO PROGRAMA DA CRUZ
*****
* Definição dos parâmetros globais
*

* Registradores de I/O
*
CONTROL    .SET      0C00000B0H
CONVSP     .SET      0C0000130H
CONVDP     .SET      0C0000140H
PSIZE      .SET      0C0000150H
PMASK      .SET      0C0000160H
*
* Registradores do arquivo B
*
SADR       .SET      B0
SPTCH      .SET      B1
DADDR      .SET      B2
DPTCH      .SET      B3
OFFSET     .SET      B4
WSTART     .SET      B5
WEND       .SET      B6
DYDA       .SET      B7
COLOR0     .SET      B8
COLOR1     .SET      B9

```

```

*****
sdb340     .set      1
npixel     .set      16 ; n.o de pixels do bloco a ser transferido
pitch      .set      0800H ; 1000H para a placa sdb340
conv       .set      0014H ;0013H : val or referente ao pitch = 1000h

        .IF          sdb340

* VALORES DOS REGISTRADORES PARA O PROGRAMA PRINCIPAL

* Valores atribuídos aos registradores de I/O
*
vpsize     .SET      4 ; 8 para a placa sdb340
vpmask     .SET      0000
*
* Valores atribuídos aos registradores de B
*
ofspan     .SET      0000H ; offset para PAN
vofset     .SET      0800H ; 1000h para a placa SDB340
vcor11     .SET      0AAAAAAAH
vcor12     .SET      11111111H ; 0101010101h para a placa sdb340
vcor0      .SET      00000000H
VX         .SET      1
VY         .SET      10000H
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA SALVA
*
* Valores atribuídos aos registradores de I/O
*
vcont1     .SET      0000H
vconvsl    .SET      conv
*
* Valores atribuídos aos registradores de B
*
vspt1      .SET      pitch
dpix1      .SET      npixel ; n.o de pixels de 8 bits
*
*                               pitch = 80
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA DESENHA
*
* Valores atribuídos aos registradores de I/O
*
vcont2     .SET      0020H
vconvd2    .SET      conv
*
* Valores atribuídos aos registradores de B
*
spix2      .SET      npixel
vdpt2      .SET      pitch
*
*****
* VALORES DOS REGISTRADORES PARA A SUBROTINA RECUPERA
*
* Valores atribuídos aos registradores de I/O
*
vcont3     .SET      0000H
vconvd3    .SET      conv
*
* Valores atribuídos aos registradores de B
*
spix3      .SET      npixel
vdpt3      .SET      pitch
*
*****
        .ELSE
*

```



```

FTELA      .SET      A11
VDPYST     .SET      A6
nlinha     .SET      256
*****

*** Definicao do macro DESLOC: funcao de deslocamento
* do cursor
DESLOC      $MACRO      ADRXY, SADR, DA_DDR, V4, DESVIO

        MOVE          :ADRXY:, : SADR:
        CALLR         SALVA
        MOVE          :ADRXY:, : DADD R:
        CALLR         DESENHA
        MOVE          :ADRXY:, : DADD R:
        MOVI          :V4:, A0
        MOVE          A0, @: DESVIO:
        RETS
        $END

*Fim do macro

*****
* PROGRAMA PRINCIPAL*
*****

SERIAL:
*****
** Definindo os parametros para armazenar a linha da Palleta*
*****
        MMTM          SP, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9
        MMTM          SP, A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10
        SETF          16, 0, 0
        SETF          32, 0, 1

* Registradores de I/O
*
        MOVK          vpsize, A3
        MOVE          A3, @PSIZE
        MOVI          vpmask, A0
        MOVE          A0, @PMASK
        MOVI          vcount1, A6
        MOVE          A6, @CONTROL
        MOVI          conv, A8
        MOVE          A8, @CONVDEP
        MOVE          A8, @CONVSEP
        CLR           A4

* Registradores de B
*
        MOVI          ofspan, OFFSET
        MOVI          pitch, SPTCH
        MOVE          SPTCH, DPTCH
        MOVI          [1, 64], DYDX
        MOVI          ARMZPA, A0, L
        MOVI          ARMZPB, B5, L
        MMTM          A0, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10
        MMTM          B5, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14
        MOVE          A0, @SPAN, L
        MOVE          B5, @SPBN, L

*****
* Inicializando parametros para PAMN *
*****
        CLR           A0
        MOVE          A0, INTELA
        MOVE          A0, VDPYST
        MOVI          00F30000H, FTELA

*****
** PROGRAMACAO DOS DADOS DO CURSOR (CRUZ DE REFERENCIA, P/ MOUSE)*
*****
* Registradores de B
*
        MOVI          vofset, OFF SET
        MOVI          (9*VY+16*VX), D.YDX

```

```

        MOVI        vcor0,COLOR0

* N.o de zeros (ou rotacoes), correspondente ao pixel

        MOVK        vpsize,A0
        LMO         A0,A7
        ORI         0FFFFFF0H,A7
        NOT         A7 ; A7 contem o n.o de rotacoes correspondente a PSIZE

*****
* Posicionamento do cursor no centro da tela*
*****

        MOVI        vcor11,COLOR1
        MOVI        [128,256],ADRX1
        MOVE        ADRX1,SADR
        CALLR       SALVA
        MOVE        ADRX1,DADDR
        CALLR       DESENEA
        MOVE        ADRX1,DADDR

*****
** Programando a interface serial*
*****

        SETF        8,0,0
        MOVI        ZERO,A0,W
        MOVB        A0,&RES_ON ; faz reset por hardware.
        MOVI        0FH,A0,W ; loop p/ estabelecer a duracao
RES:    DSJS        A0,RES ; do reset.
        MOVI        ZERO,A0,W
        MOVB        A0,&RES_OFF ; desabilita reset
        MOVI        MODO,A0,W
        MOVB        A0,&WCONT ; carrega modo
        MOVI        COMRX,A0,W
        MOVB        A0,&WCONT ; carrega controle

*****
** Programando a interrupcao LINT1*
*****

* Armazena o endereco de desvio de interrupcao
        SETF        16,0,0
        SETF        32,0,1
        MOVI        INTERR,A0,L
        MOVE        A0,&VECTOR,1

* Habilita a mascara da interrupcao LINT1
        MOVI        MASCH,A0
        MOVE        A0,&HABIL

*****
* Salva na memoria, registradores que serao usados pelas*
* rotinas de interrupcao.
*****
        MOVE        ADRX1,&AGMA,1
        MOVI        ARMAZA,A0,L
        MOVI        ARMAZB,B5,L
        MMTM        A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
        MMTM        B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
        MOVE        A0,&SPA,1
        MOVE        B5,&SPB,1

* recupera registradores da pilha
        MMTM        SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
        MMTM        SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9

*****
* habilita o atendimento da interrupcao*
*****
        EINT
        RETS

*****
* ROTINAS DE INTERRUPCAO
* INTERR: identifica se o dado do mouse e codigo de controle
* XY: movimenta o cursor, verificando a direcao e sentido

```

```

*****
INTERR:
        MMTM        SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
        MMTM        SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
        SETF        8,0,0
        SETF        32,0,1
        MOVE        &SPA,A0,1
        MMTM        A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
        MOVE        &RDADO,A9 ; LE O DADO.
        MOVE        A9,A10 ; salva em outro registrador.
SALTA:  ANDI        00F0H,A9 ; aplica mascara no dado e
        CMPI        80H,A9,W ; verifica se e dado de controle.
        JRNZ        RETOR1 ; se nao for aguarda novo dado:
        MOVK        04,A3 ; A3 contem o n.o de dados que devem
        *           ocorrer para movimentacao do cursor.
        MOVE        A10,A9 ;
        NOT         A9 ;
        ANDI        0007H,A9 ; se for, identifica o dado,
        SLL         5,A9 ; e desvia para o endereco
        ADDI        JMPTEL,A9 ; correspondente ao mesmo.
        MOVE        *A9,A10,1
        JUMP        A10 ;

*****
S87:    MOVI        XY,A9,L ; carrega vetor de interrupcao com o
        MOVE        A9,&VECTOR,1 ; endereco da rotina para movimentacao
        *           do cursor.
RETOR1:
* Armazena registradores A1 na pilha enderecada por A0
        MOVI        ARMAZA,A0,L
        MMTM        A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Recupera registradores A1 e B1, armazenados na pilha
        MMTM        SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
        MMTM        SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Habilita a ocorrencia da interrupcao LINT1
        SETF        16,0,0
        MOVI        MASCH,A0
        MOVE        A0,&HABIL
        EINT
        RETI

*****
S86:    SETF        16,0,0
        MOVI        0004H,A0 ; armazena codigo da tecla 3
        MOVE        A0,&TECLA3
        JRUC        S87

TECLA3: .WORD      0

*****
S85:    SETF        16,0,0
        MOVI        0002H,A0 ; armazena codigo da tecla 2
        MOVE        A0,&TECLA2
        JRUC        S87

TECLA2: .WORD      0

*****
S83:    SETF        16,0,0
        MOVI        0001H,A0
        MOVE        A0,&TECLA1 ; armazena codigo da tecla 1
        JRUC        S87

TECLA1: .WORD      0

*****
* Enderecos de desvio para os dados de controle
JMPTEL:
        .long       S87 ; S87: nenhuma tecla acionada
        .long       S86 ; S86: 1.a tecla, da direita, acionada
        .long       S85 ; S85: 2.a tecla, do centro, acionada

```

```

        .long    S87 ; S84: nao existe
        .long    S83 ; S83: 3.a tecla, da esquerda, acionada
        .long    S87 ; S82: nao existe
        .long    S87 ; S81: nao existe
        .long    S87 ; S80: nao existe

* espaco para armazenar os dados lidos do mouse
ARMAZ:  .SPACE   256*16

** Armazenando os dados do Cursor
* espaco para armazenar os registradores Ai
ARMAZ1: .SPACE   22*16
ARMAZ2: .WORD    0
* espaco para armazenar os registradores Bi
ARMAZ2: .SPACE   30*16
ARMAZB: .WORD    0
*
SPA:    .long    0 ;posicao para armazenar ponteiro dos Ai
SPB:    .long    0 ;posicao para armazenar ponteiro dos Bi
AGMA:   .long    0 ; endereco da posicao do cursor na tela

*****
* XY: Rotina de interrupcao para movimentacao do cursor*
*****

XY:
* Armazena registradores Ai e Bi na pilha
        MM1M    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
        MM1M    SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
        SETF    8,0,0
        SETF    32,0,1
        MOVE    @SPA,A0,1
        MOVE    @SPB,B5,1
* Recupera da memoria, os registradores Ai e Bi
        MM1M    A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
        MM1M    B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
* A2 aponta para o endereco da subrotina para movimentacao do cursor
        MOVE    @DESVIO,A2,1
        MOVE    @RDADO,A9 ; le dado da porta serial
        ANDI    000000FFH,A9 ;
        MOVE    A9,A10
SALT1:  CMPI    80H,A9 ; verifica se dado lido e positivo
        JRC     POSIT
        NOT     A9 ; se negativo, complementa o dado
        ANDI    000000FFH,A9
        ADDI    20H,A2 ; A2 aponta para o endereco da subrotina seguinte
POSIT:  MOVE    *A2,A10,1
        SETF    16,0,0
        CALL    A10 ; chama subrotina para movimentacao do cursor
        DEC     A3 ; verifica se os 4 bytes do mouse ja foram lidos
        JRNZ    RETOR2 ;
        MOVI    INTERR,A0,L ; se sim, executa na proxima interrupcao
        MOVE    A0,@VECTOR,1 ; a rotina INTERR
RETOR2: MOVE    ADRXY,@AGMA,1
*****
* trecho do programa para realizar PAN na vertical
*****
        MOVE    ADRXY,A0 ; obtem a posicao do cursor
* OBS: a posicao do cursor esta especificada no modo XY
        ANDI    0FFFF0000H,A0 ; mascara para obter somente o y
        MOVE    A0,A12 ; salva temporariamente em A12
* teste do cursor em relacao ao fim da tela
        SUBXY    FTELA,A0 ; verifica se o cursor esta no fim da tela.
        JRC     OUTRO ; Se cursor menor que FTELA, testa em relacao
* ao inicio da tela:
        ADDXY    A0,FTELA ; caso contrario, atualiza o fim da tela
        ANDI    03FF0000H,FTELA ; verifica se FTELA nao ultrapassou o
        CMPI    03000000H,FTELA ; limite equivalente a tres imagens.
        JRC     CONTIN ;
        SUBI    03000000H,FTELA ; Se ultrapassou, faz a correcao do
        ADDI    01000000H,FTELA ; valor de FTELA e do cursor.

```

```

        MOVY     FTELA,ADRXY
CONTIN: ADDXY    A0,INTELA ; Atualiza inicio da tela.
        ANDI     01FF0000H,INTELA
        ADDXY    A0,VDPYST ; Atualiza o registrador que contém o
        MOVE     VDPYST,A0 ; endereco inicial da memoria de video.
        JRC     FTEST ; vai para fim do teste do cursor
* teste do cursor em relacao ao inicio da tela
OUTRO:  MOVE     INTELA,A0 ; verifica a posicao do cursor em relacao
        SUBXY    A12,A0 ; ao inicio da tela;
        JRC     FTEST1 ;
        SUBXY    A0,FTELA ; atualiza posicao da tela se o cursor
        SUBXY    A0,INTELA ; estiver abaixo do inicio da tela
        SUBXY    A0,VDPYST ; atualiza registr. que contém o endereco p/
        MOVE     VDPYST,A0 ; PAN.

* Atualizacao da PALLETE
FTEST:  ANDI     01FE0000H,A0
        MOVE     A0,A12 ; A12 contém o endereco inicial da Pallete
        CALLR    SALVLIN ; rotina para gravar dados da Pallete
        SRL     13,A12 ; endereco inicial para varredura do
        NOT     A12 ; Display
        ANDI     000000FF0H,A12
        ORI     00000000H,A12 ; atualiza o registrador de I/O para
        MOVE     A12,@DPYSTRT ; fazer PAN , DPYSTRT.
FTEST1: MOVI     ARMAZA,A0,L
        MOVI     ARMAZB,B5,L
* Armazena na memoria os Ai e Bi usados no programa
        MM1M    B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
        MM1M    A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Recupera os Ai e Bi da pilha
        MM1M    SP,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
        MM1M    SP,A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
* Habilita a interrupcao LINT1
        MOVI     MASCH,A0
        MOVE     A0,@HABIL
        RETI

* Endereco das subrotinas para movimentacao
* do cursor
X:      .long    XDIR
        .long    XESQ
Y:      .long    YCIMA
        .long    YBAIXO

DESVIO: .long    X

*****
* SUBROTINAS PARA MOVIMENTACAO DO CURSOR
*****
* Faz a cruz deslocar-se de baixo para cima
YCIMA:  CALLR    RECUPERA
        MOVI     vcor11,COLOR1
        SLL     16,A9
        SUBXY    A9,ADRXY
        JRNC     RRI
        ANDI     0000FFFFH,ADRXY
        ANDI     03FF01FFH,ADRXY
        DESLOC    ADRXY, SADR,DADDR,X,DESVIO

* Faz a cruz deslocar-se da direita para a esquerda
XESQ:   CALLR    RECUPERA
        MOVI     vcor11,COLOR1
        SUBXY    A9,ADRXY
        ANDI     03FF01FFH,ADRXY
        DESLOC    ADRXY, SADR,DADDR,Y,DESVIO

* Faz a cruz deslocar-se da cima para baixo
YBAIXO: CALLR    RECUPERA
        MOVI     vcor11,COLOR1
        SLL     16,A9

```

```

ADDXY    A9,ADXY
ANDI     03FF01FFH,ADXY
DESLOC   ADRXY,SADR,DADDR,X,DESVIO

* Faz a cruz deslocar-se da esquerda para a direita
XDIR:

```

```

CALLR    RECUPERA
MOVI     vcor11,COLOR1
ADDXY    A9,ADXY
ANDI     03FF01FFH,ADXY
DESLOC   ADRXY,SADR,DADDR,Y,DESVIO

```

```

*****
*      Subrotinas para desenhar o cursor      *
*****

```

```

*****
* Subrotina SALVA: salva o bloco da memoria de *
* imagem onde sera desenhada a cruz.          *
*****

```

SALVA:

```

*
* SADR definido no programa principal
MOVI     vspt1,SPTCH
MOVI     IMAG,DADDR,L
MOVI     dpix1,A5
RL       A7,A5
MOVE     A5,DPTCH

```

* Registradores de I/O

```

*
LMO      A5,A0
MOVE     A0,@CONVDP
MOVI     vconv1,A0
MOVE     A0,@CONVSP
MOVI     vcont1,A0
MOVE     A0,@CONTROL

```

* Registradores de B

* Transferencia de bloco

```

*
PIXBLT   XY,L
RETS     0

```

```

* Reservando uma area para armazenar o trecho da imagem
* que contera a cruz.

```

```

IMAG:    .SPACE    72*16

```

```

*****
* Subrotina DESENHA: desenha a cruz na memoria de imagem. *
*****

```

```

*
DESENHA:

```

* Registradores de I/O

```

*
MOVI     spix2,A5
LMO      A5,A0
MOVE     A0,@CONVSP
MOVI     vconvd2,A0
MOVE     A0,@CONVDP
MOVI     vcont2,A0
MOVE     A0,@CONTROL

```

* Registradores de B

```

*
MOVI     vcor11,COLOR1
MOVI     L1,SADR
MOVI     spix2,SPTCH
MOVI     DADDR,A0
* OBS:DADDR vem da subrotina de interrupcao
MOVI     vdpt2,DPTCH

```

* Transferencia de bloco

```

*
PIXBLT   B,XY
MOVI     L2,SADR
MOVI     A0,DADDR
MOVI     vcor12,COLOR1
PIXBLT   B,XY
RETS     0

```

* Definindo a cruz

* Cruz com cor vcor11

*
L1:

```

.WORD    0000H
.WORD    0180H
.WORD    0180H
.WORD    0180H
.WORD    0180H
.WORD    0FF0H
.WORD    0180H
.WORD    0180H
.WORD    0180H
.WORD    0000H

```

* Cruz com cor vcor12

*
L2:

```

.WORD    03C0H
.WORD    0240H
.WORD    0240H
.WORD    1E78H
.WORD    1008H
.WORD    1E78H
.WORD    0240H
.WORD    0240H
.WORD    03C0H

```

```

*
*****
* Subrotina RECUPERA:transfere o bloco da memoria de *
* imagem salvo temporariamente na memoria de sistema, *
* para a memoria de imagem.                          *
*****

```

RECUPERA:

* Registradores de B

```

*
MOVI     IMAG,SADR
MOVI     vdpt3,DPTCH
MOVI     spix3,A5
RL       A7,A5
MOVI     A5,SPTCH
* OBS: DADDR vem do programa principal

```

* Registradores de I/O

```

*
LMO      A5,A0
MOVE     A0,@CONVSP
MOVI     vconvd3,A0
MOVE     A0,@CONVDP
MOVI     vcont3,A0
MOVE     A0,@CONTROL

```

```

* Transferencia de bloco
  PIXBLT  L,XY
  RETS    0

*****
* SALVLIN : rotina que devolve a imagem da linha anterior, armazenada a
*          partir de SLIN, em seguida salva a proxima linha a ser mostrada
*          e finalmente grava nesta linha os dados da Pallette.
*****

SALVLIN:
  SETF    16,0,0
  SETF    32,0,1
  MOVI    ARMAZA,A0,L
  MOVI    ARMAZB,B5,L
* Armazena na memoria os A1 e B1 usados no programa do cursor
  MM1M    B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
  MM1M    A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
  MOVE    $SPAN,A0,1
  MOVE    $SPBN,B5,1
* Recupera da memoria, os registradores A1 e B1 do progr. SALVLIN
  MM1M    A0,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
  MM1M    B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
  MOVE    A6,$CONTROL
  MOVE    A8,$CONVDP
  MOVE    A8,$CONVSP
  MOVE    A3,$PSIZE
* grava o trecho de imagem em SLIN, na linha anterior
  MOVI    SLIN,SADR
  MOVE    A4,DADDR
  PIXBLT  L,XY
* salva em SLIN os dados da proxima linha
  MOVE    A12,A4
  MOVE    A4,SADR
  MOVI    SLIN,DADDR
  PIXBLT  XY,L
* grava dados da pallette
  MOVI    SPAL,SADR
  MOVE    A4,DADDR
  PIXBLT  L,XY
  MOVI    ARMZPA,A0,L
  MOVI    ARMZPB,B5,L
* Armazena na memoria os A1 e B1 usados no programa SALVLIN
  MM1M    B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
  MM1M    A0,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
*
  MOVE    $SPA,A0,1
  MOVE    $SPB,B5,1
* Recupera da memoria, os registradores A1 e B1 do cursor
  MM1M    A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10
  MM1M    B5,B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14
  RETS    0

** Armazenando os dados do Pan
* espaco para armazenar os registradores A1,
ARA21P:  .SPACE  22*16
ARMZPA:  .WORD  0
* espaco para armazenar os registradores B1
ARMZ2P:  .SPACE  30*16
ARMZPB:  .WORD  0
*
SPAN:    .long  0 ;posicao para armazenar ponteiro dos A1
SPBN:    .long  0 ;posicao para armazenar ponteiro dos B1

* espaco para armazenar os dados da linha
SLIN:    .WORD  OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8
        .WORD  OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8,OFFF8
* espaco para armazenar os dados da Pallette
SPAL:    .WORD  OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008
        .WORD  OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008,OF008

.END

```

```

*****
*          LC.CMD
*****

DSPFIL.OBJ
INIT.OBJ
FIL4.OBJ
C:\TEXAS\TEXT.OBJ
C:\TEXAS\CHARSET.OBJ
PAL.OBJ
C:\TEXAS\TROCA\PADRAO.OBJ
APAGA.OBJ
SERIAL.OBJ
C:\TEXAS\TROCA\INIT2.OBJ
C:\TEXAS\TROCA\TROCA.OBJ
C:\TEXAS\TROCA\CRUZ.OBJ

MEMORY
{
  program: origin = 0xFFFF0000 length = 0x00100000
}

*****
*          LC.BAT
*****

C:\TEXAS\gsplnk -o %1.out %1.obj lc.cmd

*****

```