

**MÓDULO DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS COLORIDAS**

Paulo Augusto Brienza Pereira  
Pesquisador - Laboratório de Sistemas Integráveis  
Departamento de Engenharia de Eletricidade da  
Escola Politécnica USP  
Av. Luciano Gualberto, 158 - Trav. 3  
CEP 05508 - São Paulo - SP

Michelângelo Vassallo\*  
Pesquisador - Laboratório de Sistemas Integráveis  
Departamento de Engenharia de Eletricidade da  
Escola Politécnica USP  
Av. Luciano Gualberto, 158 - Trav. 3  
CEP 05508 - São Paulo - SP

**OBJETIVOS**

A implementação de um sistema de aquisição de imagens, surgiu do interesse do Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) em desenvolver pesquisas na área de processamento digital de imagens. Procurou-se elaborar um equipamento que atendesse um número razoável de aplicações e que proporcionasse uma ferramenta de trabalho, em especial destaque para os grupos de computação gráfica e de robótica do LSI.

---

\* atualmente no Centro de Computação Eletrônica da USP  
Av. Prof. Almeida Prado, travessa 4 nº 128  
Cidade Universitária  
05508 São Paulo SP

## DESCRIÇÃO GERAL

O Módulo de Aquisição de imagens permite a aquisição de imagens coloridas, em tempo real, com resolução de 512 colunas por 256 linhas. Cada amostra é constituída por três grupos de seis bits resultando num total de 18 bits/amostra. Este módulo aceita fontes de sinal de vídeo comuns, como câmeras ou vídeo-cassetes, desde que, as imagens estejam codificadas segundo os padrões PAL-M ou NTSC. O projeto pode ser dividido didaticamente em duas partes. A primeira, predominantemente analógica trata:

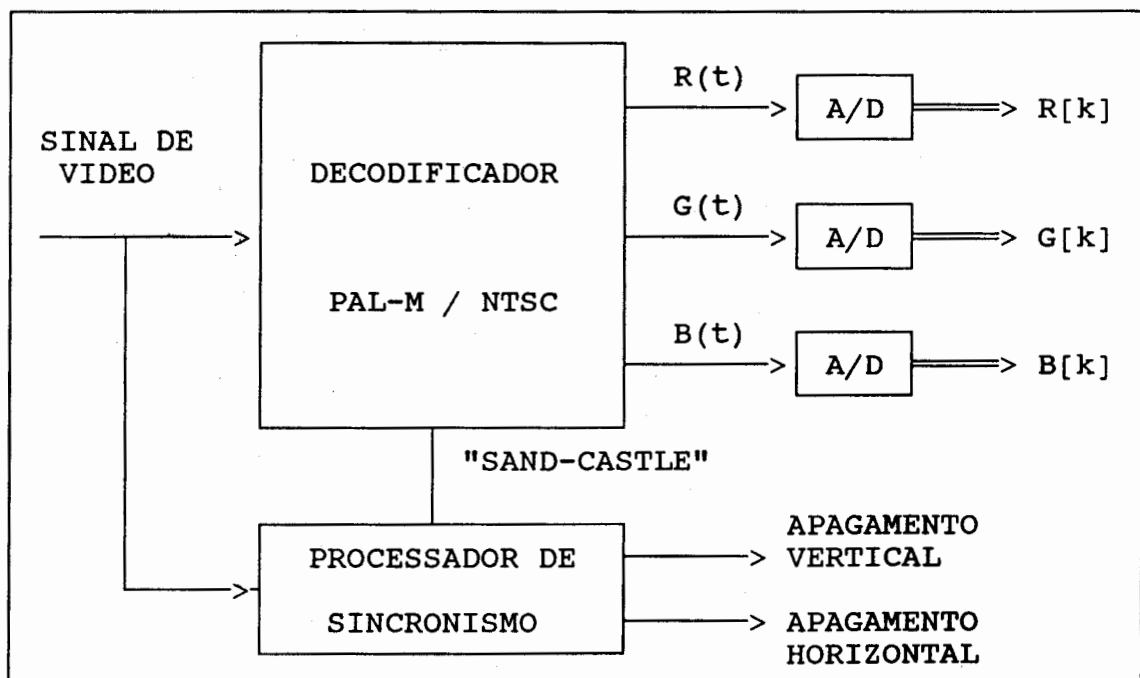
- . da decodificação dos sinal de vídeo em três sinais de cor;
- . da conversão de amostras destes sinais de cor e;
- . da geração de sinais para sincronização do processo de aquisição.

A segunda parte, predominantemente digital trata:

- . do armazenamento conveniente das amostras em memórias;
- . do gerenciamento completo da aquisição e;
- . da disponibilidade das amostras para operações segundo o padrão de interface VME.

## PARTE ANALÓGICA

A parte analógica possui a estrutura em blocos funcionais mostrada na figura abaixo.



O sinal de vídeo alimenta dois blocos de processamento analógico: o decodificador de cor e o separador de sincronismo.

O decodificador gera os sinais básicos de cor  $R(t)$ ,  $G(t)$  e  $B(t)$ . Estes sinais são amostrados e convertidos para a forma digital ( $R[k]$ ,  $G[k]$  e  $B[k]$ ) e posteriormente armazenados pela parte digital. São feitas 512 amostras por linha. As fontes de vídeo convencionais transmitem uma imagem completa (denominada tecnicamente de *quadro*) em duas sequências de linhas (tecnicamente: dois *campos*). O quadro é composto de dois campos com linhas entrelaçadas. A cada pedido de aquisição somente um dos campos será totalmente amostrado e convertido, dessa forma, o número efetivo de linhas é de aproximadamente 240. Cada amostra é um conjunto de 18 bits (6 bits para R, 6 bits para G e 6 para B) resultando na possibilidade de 262 mil cores.

O decodificador foi implementado usando um circuito integrado (PHILIPS). Com esta pastilha é possível decodificar sinais tanto PAL-M como NTSC (o reconhecimento não é automático) e ainda facilitar o ajuste do mínimo (nível de preto ou brilho do sinal) e máxima excursão (nível de branco ou contraste) dos sinais  $R(t)$ ,  $G(t)$  e  $B(t)$  simultaneamente, simplificando a formatação do sinal para a conversão análogo-digital.

O processador de sincronismo gera basicamente três sinais:

- . apagamento vertical (VBLANK);
- . apagamento horizontal (HBLANK);
- . "SAND-CASTLE".

O sinal VBLANK indica os períodos de transição entre campos, mais especificamente, delimita o término de um campo e o início de outro. Quando ocorre um pedido de aquisição ao módulo de digitalização este espera o início de um novo campo transmitido pela fonte de vídeo.

O sinal HBLANK indica os períodos em que os sinais  $R(t)$ ,  $G(t)$  e  $B(t)$  não contêm informação de vídeo. A partir deste sinal é possível sincronizar um oscilador que gera 512 pulsos de amostragem apenas durante o período ativo dos sinais  $R(t)$ ,  $G(t)$  e  $B(t)$  sendo mantido constante a defasagem entre a sequência de pulsos e o início do período ativo da linha.

O sinal "SAND-CASTLE" informa, através de diferentes níveis de tensão, os períodos de apagamento vertical, horizontal e os períodos em que o sinal de vídeo de entrada contém uma amostra da subportadora de cor, a fim de gerar localmente uma subportadora para demodulação síncrona das componentes de crominância do sinal.

O subsistema de sincronismo foi implementado com um circuito

integrado (PHILIPS). Este integrado fornece diretamente o sinal "SAND-CASTLE" e indiretamente os sinais HBLANK E VBLANK. Além disso, possui um mecanismo de rápida captura quando fora de sincronismo, e de estabilidade uma vez sincronizado. Este mecanismo auxilia o processamento de sinais de vídeo provenientes de fontes instáveis (por ex. vídeo-cassetes em modo FREEZE).

O subsistema de conversão análogo-digital é constituído em três conversores A/D rápidos e duas fontes de referência: nível superior e nível inferior. Apenas sinais compreendidos nesta faixa são fielmente convertidos. Para sinais acima do nível superior de referência ocorre transbordamento ("OVERFLOW") sendo o número de bits disponíveis insuficiente para representar a intensidade do sinal. Para sinais abaixo do nível de referência inferior o conversor gera apenas amostras digitais nulas perdendo-se informação. Convem notar que os três sinais analógicos  $R(t)$ ,  $G(t)$  e  $B(t)$  não são independentes, no sentido que assimetrias no processamento destes sinais modificam a característica de matiz das cores (informação vinculada às proporções relativas entre os sinais). Usou-se no projeto três conversores A/D da RCA capazes de operar com taxas de amostragem de até 15 milhões de amostras por segundo. O integrado provê 6 bits como saída digital, que empiricamente observa-se, suficiente para evitar efeitos como falsos contornos em regiões de transição suave, devidos a um número pequeno de níveis de quantização.

### PARTE DIGITAL

A parte digital do projeto é dividida em quatro blocos funcionais:

- . interface de comunicação VME;
- . gerenciador do processo de aquisição;
- . memória local e registradores;
- . oscilador local.

### INTERFACE DE COMUNICAÇÃO VME

Após o final da aquisição, os dados da imagem digitalizada são acessíveis através de um barramento VME, configurado no modo "escravo", de 16 bits de dados, podendo ser estendido para 32 bits.

## GERENCIADOR DO PROCESSO DE AQUISIÇÃO

Esta parte do circuito é responsável por todo o controle do processo de aquisição: reconhecimento do pedido de aquisição, geração de endereços e sinais de controle para as memórias (pulsos de escrita, sinais de seleção de memória, sinal de controle de saída, e outros sinais auxiliares ao processo).

## MEMÓRIA LOCAL E REGISTRADORES INTERNOS

### - registradores

A placa possui dois registradores internos, um deles é somente de leitura e funciona como registrador de estado ("status") da placa, e outro registrador somente de escrita, é um registrador de comandos.

### - memória local

As informações digitalizadas da imagem são armazenadas num total de 384 kbytes de memória RAM estática, constituída por 12 circuitos integrados de 32k x 8. As amostras de cada sinal básico de cor (R[k] ou G[k] ou B[k]) são armazenadas em 128 kbytes. Estes armazenam a máxima resolução de 512x256 pontos, tendo cada amostra no máximo 8 bits de informação (na atual versão tem-se 6 bits por amostra).

## COMPLEMENTO DE "HARDWARE"

O Módulo de aquisição de imagens (MAI), foi inicialmente projetado para ser uma das partes integrantes da estação gráfica EG8801 (desenvolvida pelo LSI), que já possui um sistema de apresentação ("display"). No entanto, desejou-se que o módulo fosse também utilizável em microcomputadores compatíveis com a linha IBM-PC, e para tal, foi necessário implementar uma interface VME/PC e um sistema de apresentação para o microcomputador com as características adequadas (512x256 pontos e 16 milhões de cores simultâneas, ié, 24 bit planes).

## APLICATIVOS (PRELIMINAR)

Para acompanhar o MAI foi desenvolvido um aplicativo formado por funções básicas em processamento de imagens. Implementou-se recursos como: traçado de primitivos gráficos, manipulação geométrica e radiométrica de imagens (mudança de escala, transformação IHS/RGB, filtros), levantamento de histogramas, compactação e uma biblioteca de

rotinas para interface com o sistema físico, que possibilita o usuário desenvolver seus próprios aplicativos.

### RESULTADOS

Atualmente existe um protótipo em funcionamento e se está trabalhando no projeto de novos sistemas para processamento de imagens. Estes sistemas incluirão processadores locais dedicados para aumentar a capacidade computacional e também incluirão características adequadas para cada aplicação de interesse (visão robótica/ computação gráfica).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ 1 ] GONZALEZ, Rafael C.; WINTZ, Paul - Digital Image Processing, Addison Wesley Company - 1987.
- [ 2 ] BALLARD, Dana H.- Computer Vision, MIT Press, 1986.
- [ 3 ] CLARK, D. E. A. - Video Frame Store, Eletrônica & Wireless World, vol. 92 n° 1609, novembro 1986.
- [ 4 ] PHILIPS Data Handbook - Video and Associated Systems - Bipolar. Mos, Integrated Circuits Book IC02b, 1986, pag. 997-1023, 1299-1244.
- [ 5 ] SENATORI, N. O. B.; SUKYS, F. - Introdução a Televisão e ao Sistema PAL-M, Guanabara Dois SA., 1984.
- [ 6 ] RCA Solid State - Linear Integrated Circuits and MOS/FET's - 1982.
- [ 7 ] NATIONAL SEMICONDUCTOR - Linear Databook - 1980.
- [ 8 ] NATIONAL SEMICONDUCTOR - Data Conversion/Acquisition Databook, 1984.
- [ 9 ] WILLIAMS, Tom - Board-level solutions open new territory for image processing, Computer Design, MAY 1987.