

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE DADOS DIGITAIS EM VÍDEO CASSETE PARA
MICROS PADRÃO IBM-PC E SEUS COMPATÍVEIS

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA
ELÉTRICA

ANTONIO LUIZ FERNANDES

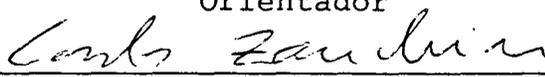
FLORIANÓPOLIS, OUTUBRO DE 1991

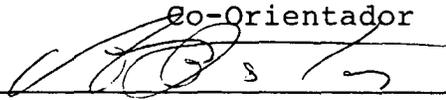
SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE DADOS DIGITAIS EM VIDEO CASSETE
PARA MICROS PADRÃO IBM-PC E SEUS COMPATÍVEIS

ANTÔNIO LUIS FERNANDES

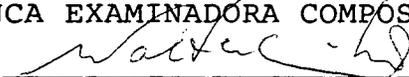
ESSA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA, ESPECIALIDADE ENGENHARIA ELÉTRICA E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO.

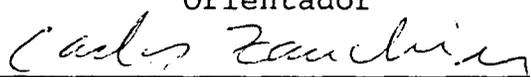

Prof. Walter Celso de Lima, Sc.D., LD
Orientador


Prof. Carlos Inácio Zanchin, M. Sc.
Co-Orientador


Prof. João Pedro Assumpção Bastos, Dr. d'Etat
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica

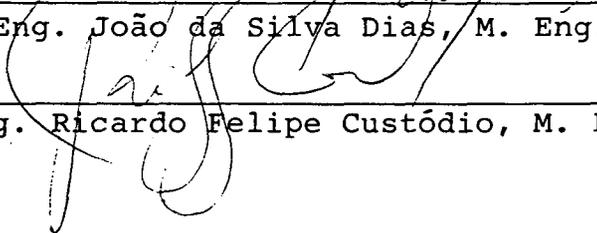
APRESENTADA PERANTE A BANCA EXAMINADORA COMPOSTA DOS MEMBROS:


Prof. Walter Celso de Lima, Sc.D., LD
Orientador


Prof. Carlos Inácio Zanchin, M.Sc.
Co-Orientador


Prof. José Abel Róyo dos Santos, D. Sc.


Eng. João da Silva Dias, M. Eng.


Eng. Ricardo Felipe Custódio, M. Eng.

Aos meus pais

AGRADECIMENTOS

Aos professores Walter Celso de Lima e Carlos Inacio Zanchim pela amizade, e inestimável ajuda prestada ao longo deste trabalho.

Aos professores, colegas e funcionários do Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica e do departamento de Pós-Graduação que, de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus pais e familiares pelo apoio e incentivo recebidos.

À Thelma Solange Piazza minha futura esposa pelo apoio, compreensão e amor.

À Universidade Federal de Santa Catarina pelo apoio técnico e ao CNPq pelo apoio financeiro.

RESUMO

Uma das necessidades da área de informática é o armazenamento de grandes volumes de informação, onde o custo deste armazenamento é um fator muito relevante. O sistema descrito visa preencher estes dois requisitos, baixo custo e alto rendimento, oferecendo ainda um alto grau de confiabilidade quanto à fidelidade da informação gravada. Este processo usa um sinal de vídeo como portador da informação e um gravador de vídeo comercial como meio de armazenamento. Este sinal composto é gerado e recuperado por uma interface para micros da linha IBM-PC ou compatíveis, com taxas de gravação na ordem de 20K bytes por segundo. A combinação resultou em um sistema que substitui as atuais fitas "streamers" com a vantagem do baixo custo de manutenção e aquisição dos gravadores de vídeo. O sistema atinge os objetivos acima, sem que haja necessidade de alterações internas no VCR. A conexão é realizada apenas através das entradas e saídas de sinal de vídeo, e as funções do VCR não são modificadas. A capacidade do sistema é variável conforme o grau de proteção requerido. Para um grau de proteção compatível ao provido pelas "streamers", a capacidade de armazenamento situa-se, para as fitas de vídeo T-120, na ordem de 108 MBytes.

ABSTRACT

One of the needs of the informatics area is the storage of large amounts of information, where the price of this storage is a relevant factor. The system proposed here is to fulfill these two requirements, low cost and high performance, also offering a large degree of reliability with respect to the information storage fidelity. This process uses a video signal as the carrier of the information and a home video recorder as the storage medium. This mixed signal is generated and recovered by an interface to micros IBM-PC and compatibles, with recording rates in the order of 20K bytes per second. The combination results in a system that replaces the present streamers with the advantage of low maintenance and acquisition cost of the home video recorders. The system fulfills the objectives above, without requiring internal changes in the VCRs. The connection is made only with the inputs and outputs of the video signal, and the functions of the VCRs are not changed. The capacity of the system is variable with the degree of protection required. For a protection degree as the one provided for streamers, the storage capacity for the video tapes T-120, is in the order of 108 MBytes.

SIMBOLOGIA

BIOS	"Basic Input Output System"
BITSL	Número de bits por linha
CCIR	Comitê Consultivo Internacional de Radiodifusão
CCE	Código Corretor de Erros
CMF	Capacidade máxima da fita em bytes
CPU	"Center Processor Unit"
CRC	"Cicle Redundance Clock"
DOS	"Disk Operation System"
DPLL	"Digital Phase Locked Loop"
DMA	"Direct memory access"
DMS	Distância Máxima entre Duas Cópias de um Mesmo Setor
ECMP	Erro percentual por campo
FIFO	"First to Input - First to Output"
FH	Frequência de exploração horizontal [Hz]
FC	Frequência de campo vertical [Hz]
FCS	"Frame Check Sequence"
fm	Máxima frequência de gravação digital
FreqMax	Frequência máxima de operação
H	Duração de uma linha horizontal de vídeo
IBM	"International Bussiness Machine"
I/O	Barramento de entrada e saída
LU	Tempo útil de uma linha horizontal
LP	"Long Play" (Velocidade da fita do VCR padrão VHS) [mm/seg]
MTTS	Máxima taxa de transmissão serial

N	Número de pulsos em uma linha horizontal
NRZI	"No Return to Zero Inverted"
NRZ	"No Return to Zero"
NTSC	"National Television Systems Committee" (Sistema de televisão a cores Norte-Americano)
PAL-M	"Phase Alternation Line - type M" (Sistema de televisão a cores Brasileiro)
PB	Probabilidade de estar N vezes consecutivas no estado Bad, estando em BAD
PBG	Probabilidade de Transição BAD → GOOD
PE(N)	Probabilidade de ocorrer um erro usando-se N cópias de um setor
PGB	Probabilidade de Transição GOOD → BAD
PC	"Personal Computer"
PWM	"Pulse Width Modulation"
SDLC	"Synchronous Data Link Control"
SH	Pulso de sincronismo horizontal
SP	"Standard Play" (Velocidade da fita do VCR padrão VHS) [mm/seg]
SLP	"Super Long Play" (Velocidade da fita do VCR padrão VHS) [mm/seg]
SV	Período do sincronismo vertical
Tarq	Tempo para transmitir um arquivo
TAA	Tabela de alocação de arquivos
TBST	Total de bytes a transmitir
TC	Período de campo vertical [seg]
Tgap1	Tempo para abrir um arquivo
Tgap2	Tempo para ler e preparar um setor
Tgap2-a	Tempo para consultar a TAA e ler um Arquivo

Tgap2-b	Tempo para preparar um setor para a transmissão
Tset	Tempo para transmitir um setor
TTCV	Taxa de transmissão computador-vídeo
TTL LS	Transistor-Transistor Logic Low-Power Schotky
Vd	Sequência de dados
V _{DH}	Tensão de dados em nível lógico alto [volts]
V _{DL}	Tensão de dados em nível lógico baixo [volts]
Vn	Sequência de bits de paridade
Vr	Sequência de dados iniciais
V _{SH}	Tensão de sincronismo em nível lógico alto [volts]
V _{SL}	Tensão de sincronismo em nível lógico baixo [volts]
V _h	Tensão de saída de vídeo em nível de branco [volts]
V _i	Tensão de saída de vídeo em nível de preto [volts]
V _o	Tensão de saída de vídeo em nível de sincronismo [volts]
V(k)	Probabilidade de ter K certos seguidos e finalmente um erro, dado que inicialmente existiu um erro.
VCR	"Vídeo Cassete Recorder"
VHS	"Vídeo Home System"
U(k)	Probabilidade de ter K certos seguidos dado que inicialmente existiu um erro
Xn	Gerador das sequências de setores corretos
Zn	Gerador das sequências de setores errados
W(k)	Probabilidade de ter K certos seguidos e finalmente um erro
Yn	Sequência de setores gerados pelo canal

SUMÁRIO

Resumo	i
Abstract	ii
Simbologia	iii
1. INTRODUÇÃO	
1.1 - Justificativa	1
1.2 - Antecedentes	2
1.3 - Proposição	4
2. O SINAL DE VÍDEO E O VÍDEO CASSETE.....	6
2.1 - Introdução	6
2.2 - Definição de um Sinal de Vídeo.....	6
2.3 - Características	6
2.4 - O Video Cassete	10
2.4.1 - Método de Gravação do VCR	10
2.4.2 - Chaveamento das Cabeças de Vídeo	11
2.4.3 - Capacidade de Armazenamento Digital do VCR	12
2.4.4 - Características de Erro	14
2.5 - Conclusão.....	17
3. METODOLOGIA DE GRAVAÇÃO E REPRODUÇÃO DE SINAIS DIGITAIS EM VCR	18
3.1 - Introdução	18
3.2 - Sistema de Transmissão	20
3.2.1 - Conversor Paralelo/Serial	20
3.2.2 - Comunicação entre o PC e a Placa Transmissora	20
3.2.3 - Protocolo de Comunicação Serial	22

3.2.4 - Técnica de Inserção de Zeros	24
3.2.5 - Codificação dos Dados Seriais	24
3.2.6 - DPLL "Digital Phase Locked Loop" Transmissor	26
3.2.7 - Conversor Digital/Vídeo	29
3.3 - Sistema de Recepção	29
3.3.1 - Conversor Seial/Paralelo.....	30
3.3.2 - DPLL "Digital Phase Locked Loop" Receptor.....	31
3.3.3 - Conversor Vídeo/Digital	33
3.4 - Conclusão.....	34
4. MÉTODO DE ORGANIZAÇÃO DOS DADOS NA FITA E NO SINAL DE VÍDEO.....	36
4.1 - Introdução	36
4.2 - Tempos de Leitura e Distribuição dos Setores	36
4.2.1 - Leitura dos Setores do Disco	37
4.2.2 - Definindo um Bloco	41
4.3 - Distribuição do Setores no Sinal de Sincronismo	42
4.4 - Organização dos Setores na Fita	52
4.5 - Metodologia de Leitura da Fita e Gravação em Disco	52
4.5.1 - Análise de Tgap2 para a Recepção	52
4.5.2 - Análise de Tgap1 para a Recepção	54
4.6 - Conclusão.....	57
5. SETORES DEFEITUOSOS E ANÁLISE DE ERROS.....	58
5.1 - Introdução	58
5.2 - Setores Defeituosos	58
5.3 - Método de Proteção contra Setores Defeituosos	63
5.3.1 - Repetição Simples de Setores	66
5.3.2 - Repetição Entrelaçada de Setores	66
5.4 - Definição de um Modelo Matemático para os Erros do VCR ..	73

5.4.1 - Calculo de "PBG" (Prob. da transição Bad → Good)	74
5.4.2 - Calculo de "PGB" (Prob. da transição Good → Bad)	76
5.4.3 - Calculo de "H"	77
5.5 - Prob. de Ocorrer uma Determinada Sequência de Erros.	77
5.6 - Cálculo da Probabilidade de Erro	79
5.7 - Cálculo de Prob. de Erro para Diferentes Entrelaçamentos	82
5.8 - Parâmetros para a Definição do Entrelaçamento	87
5.9 - Parâmetros para a Seleção das Fitas	91
5.10 - Conclusão sobre a Probabilidade de Erros	93
5.11 - Conclusão.	95
6. O PROGRAMA DE CONTROLE PARA A GRAVAÇÃO EM VÍDEO.	96
6.1 - Introdução.	96
6.2 - Método de Seleção dos Arquivos	97
6.2.1 - Seleção do Disco	99
6.2.2 - Seleção da Fita para Leitura	100
6.2.3 - Seleção de Arquivos por Grupos	101
6.2.3.1 - Seleção por Diretórios	103
6.2.3.2 - Seleção por Nome	103
6.2.3.3 - Seleção por Extensão	104
6.2.3.4 - Seleção por Atributo "A" (archive)	105
6.2.3.5 - Seleção por Datas	105
6.2.4 - Seleção Manual	105
6.3 - Processo de Gravação e Leitura	106
6.4 - Conclusão	109
7. CONCLUSÃO	110
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - Justificativa

O crescente aumento da capacidade de processamento dos atuais sistemas de computação tipo PC, principalmente na criação e gerenciamento de bancos de dados, obrigou o aparecimento de novos sistemas de gravação para a proteção de dados. Atualmente o sistema mais utilizado para efetuar-se cópias de segurança de discos rígidos é o das fitas "streamer". Tais sistemas, entretanto, possuem alto custo de implantação e manutenção, que não se justificam em sistemas de pequeno porte do tipo IBM-PC ou compatíveis.

A utilização de um VCR doméstico como meio de gravação semelhante as "streamers", evita o desenvolvimento de mecânica fina, diminui o custo de aquisição, considerando que o VCR geralmente já se encontra disponível, além de ser de mais fácil manutenção em relação aos outros equipamentos. A fita de vídeo, por ser amplamente utilizada é facilmente encontrada no mercado e com preços relativamente baixos, e graças a sua robustez proporciona segurança e proteção aos dados. Além destas vantagens, o VCR ainda pode ser utilizado dentro da sua finalidade básica, ou seja, a gravação e reprodução de fitas normais de vídeo.

O desenvolvimento deste sistema surgiu da necessidade que o Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina, tem de obter um meio de armazenamento de dados com custo reduzido, com o qual pudesse armazenar bancos de dados biomédicos, cujo volume de

informações cresce rapidamente e inviabiliza o uso dos micros, devido a superlotação dos discos rígidos. Com este sistema, as informações (dados) já processadas podem ser armazenadas em fita, só retornando ao micro quando for necessário para um novo processamento.

Outra utilização prática do sistema está na realização de cópias de proteção para discos rígidos ("backup"). Tais cópias são fundamentais em áreas onde o risco e prejuízo com a perda de informações é grande (laboratórios, fábricas, escritórios, etc). No caso de haver mais de um micro, um mesmo gravador de vídeo pode ser compartilhado por todos, que podem formar com VCR uma rede de gravação, reprodução e transferência de dados.

1.2 - Antecedentes

Durante as fases de pesquisa bibliográfica e desenvolvimento do sistema, foram encontradas poucas referências técnicas e científicas sobre sistemas que utilizam VCRs ou similares na gravação de dados computacionais. Entretanto, há várias referências sobre a utilização de VCRs em sistemas de gravação analógica/digital. Nestes sistemas, um ou mais canais analógicos são convertidos em sinais digitais (PCM) e mesclados, através de uma interface, a um sinal de vídeo padrão, o qual é posteriormente gravado por um VCR. Destas referências pode-se citar os seguintes trabalhos:

Smith, 1979 - Gravador analógico de 8 canais com o VCR profissional da JVC modelo CR6060. O gravador sofreu alterações internas para ser corretamente utilizado;

Bernstein, 1979 - Gravador analógico monocanal para unidades ecocardiográficas utilizando o VCR. Não há referências sobre alterações internas no VCR;

Resende, 1987 - Gravador analógico multicanal de armazenamento

digital (12 bits) de sinais eletrofisiológicos com VCRs comerciais. Não há referências sobre alterações no VCR;

Estas e outras referências foram úteis, pois descreveram o modo de operação dos VCRs e apresentaram vários métodos para a introdução de pulsos digitais ao sinal de vídeo. Entretanto, apesar de possuírem uma lógica semelhante, os problemas envolvidos em uma gravação digital para computadores, são muito diferentes e requerem características muito rígidas de operação.

Das referências que descrevem sistemas similares de gravação podem-se citar:

Warren, 1980 - Sistema de "backup" para computadores utilizando VCRs, O sistema é descrito como lento, mas apresentando alta capacidade de armazenamento, e uma característica de erros igual ou melhor a dos discos rígidos (Winchersters). Há pouca descrição sobre o formato de gravação ou o método utilizado. O sistema é exposto através de diagramas de bloco e não há referências sobre alterações no VCR;

Proper, 1983 - Sistema similar ao descrito por John Proper, 1983. Nenhuma informação técnica adicional;

Rabba, 1986 - Descreve e estuda vários métodos para a utilização de códigos corretores de erros (ECC) na gravação em VCRs. Não faz nenhuma menção a um sistema de comunicação com micros, mas propõe um método para a inserção dos dados digitais junto ao sinal de vídeo.

Rodrigues, 1989 - Descreve um sistema de gravação para 4 canais analógicos utilizando VCR. O gravador é estudado em todas as suas características, e no sistema apresentado o VCR não sofre nenhuma modificação interna.

Além destas referências, apenas foram encontradas propagandas em revistas especializadas sobre sistemas similares ou derivados, os quais na maioria dos casos, apenas fazem uso das fitas de vídeo, necessitando um

sistema de gravação/reprodução, que é adquirido junto com a placa e o "software" de controle. A maioria dos sistemas anuncia taxas estatísticas de erro iguais ou melhores que as das fitas "streammer", e capacidades superiores a 100 MBytes por fita.

Algumas publicações recentes fazem menção a sistemas de gravação em VCR, comparando-os a sistemas que usam a nova tecnologia das fitas digitais (DAT). Entretanto, tais sistemas apenas fazem uso dos princípios e tecnologias desenvolvidas para a gravação DAT, fornecendo equipamentos totalmente dedicados ao processo de gravação de dados, resultando em um sistema com excelentes características, mas com um alto custo de aquisição.

1.3 - Proposição

O propósito deste trabalho é apresentar uma sistema de gravação digital para computadores IBM-PC ou compatíveis, utilizando como meio de registro VCRs comerciais de qualquer formato (VHS, Beta, etc), bastando que os mesmos sejam capazes de gravar sinais no padrão NTSC de vídeo.

O sistema será desenvolvido dentro de objetivos básicos que são: custo reduzido, alta capacidade de armazenamento, compatibilidade entre micros, baixas taxas de erro (na mesma ordem dos sistemas equivalentes) e nenhuma alteração nos gravadores de vídeo.

No capítulo II são apresentadas as características do sinal de vídeo padrão NTSC, tais como composição, temporização e níveis de amplitude. A característica de operação do VCRs comerciais, em particular as do tipo VHS, também são estudadas visando a adaptação do sistema as suas limitações.

No capítulo III é apresentado o método de gravação e reprodução, onde é dada uma visão geral sobre o método de inserção dos dados junto ao sinal de vídeo, assim como do protocolo utilizados para a correta transmissão

e recuperação dos dados.

No capítulo IV é estudada a organização dos dados na fita e no sinal de vídeo, e sua relação com as taxas de transmissão do sistema. Também são estudadas as características impostas pela estrutura de "hardware" e "software" dos computadores IBM-PC ou compatíveis.

No capítulo V analisa-se o resultado da operação global do sistema, e faz-se uma análise matemática da característica de erros encontrada, propondo e analisando os resultados de vários métodos de proteção contra erros. Finalmente é apresentada a probabilidade de erros para o sistema e as condições para a obtenção desta probabilidade.

O Capítulo VI descreve um primeiro programa de controle para o sistema, apresentando suas características de operação e como este faz uso das características do "hardware" e "software" do computador e da placa de comunicação.

Finalmente no capítulo VII são apresentados alguns resultados e feitas as conclusões finais sobre o desempenho do sistema.

CAPÍTULO II

O SINAL DE VÍDEO E O VÍDEO CASSETE

2.1 - Introdução

Neste capítulo se abordará as principais características do Sinal de Vídeo e do Vídeo Cassete, objetivando esclarecer os principais conceitos envolvidos em uma transmissão, recepção e gravação de imagens.

2.2 - Definição de um Sinal de Vídeo

O sinal de vídeo convencional é um sinal elétrico complexo que contém uma representação codificada da imagem a ser transmitida. A formação desse sinal é efetuada pela decomposição da imagem em um determinado número de linhas. O sensor (câmera) pode ser visto com uma matriz de sensores óticos distribuídos adequadamente sobre uma cópia da imagem a ser codificada. Cada sensor captura a informação de um ponto da imagem. A varredura regular destes sensores permite a formação do sinal de vídeo. O método utilizado para a leitura destes sensores e a forma pela qual a sua informação é transmitida, define o padrão de transmissão, entre os quais pode-se citar o NTSC, PAL-M e SECAM.

2.3 - Características

Um sinal de vídeo convencional é dividido em três componentes básicos: sinal de câmera, sinal de sincronismo e sinal de apagamento. Um sinal de vídeo com estas três informações é também conhecido como Sinal de Vídeo Composto.

O sinal de câmera contém a informação necessária à geração da imagem e é dividido em duas partes:

Sinal de Luminância - que contém a informação de brilho do sinal;

Sinal de Crominância - que contém a informação de cor do sinal;

O sinal de sincronismo é responsável pela sincronização das imagens entre o transmissor e o receptor, e divide-se em duas partes distintas, que são:

Sincronismo Horizontal - Indica o final de uma linha ou o início de uma próxima, como mostra a figura 2.1. O processo se repete até o início do sincronismo vertical [Grob, 1979].

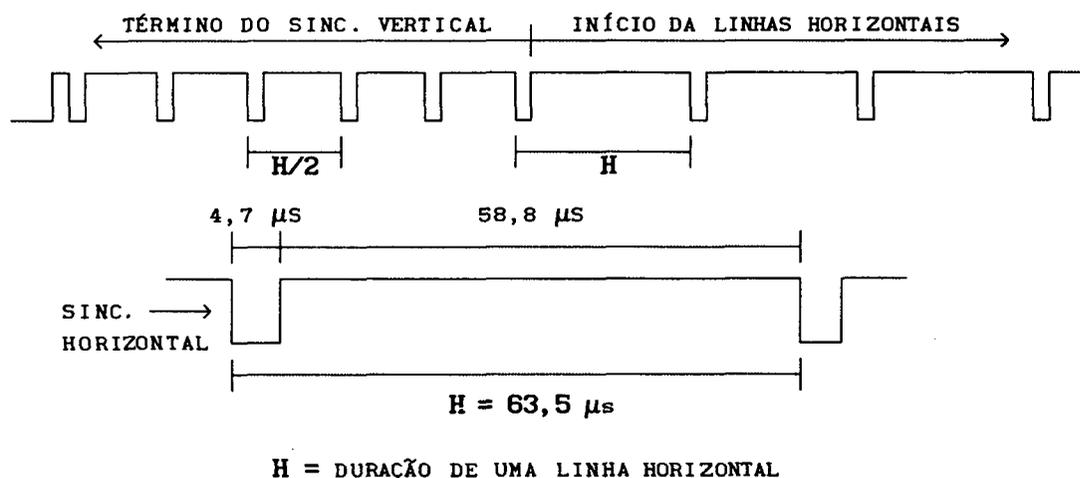


Figura 2.1 - Sincronismo Horizontal para NTSC / PAL-M, 525 Linhas, 60Hz

Sincronismo Vertical - No final da varredura das linhas horizontais, existe uma sequência complexa de pulsos, responsável pelo retraço vertical, constituindo-se no sincronismo vertical. Este retraço posiciona o canhão na primeira linha da imagem, na parte superior da tela de TV, para que a varredura de uma nova imagem tenha início. Na figura 2.2 e 2.3 tem-se uma representação dos pulsos de sincronismo vertical.

O movimento do feixe eletrônico, da esquerda para a direita e de cima para baixo, realiza a construção da imagem [Grob, 1979].

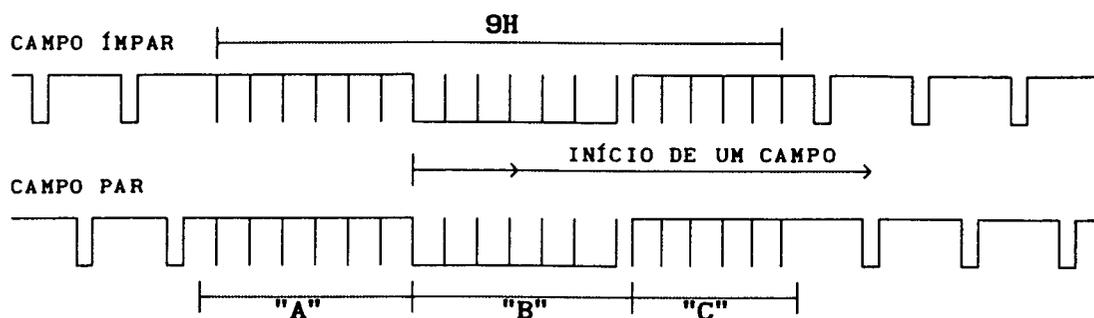


Figura 2.2 - Sincronismo Vertical, campos Par e ímpar, NTSC/PAL-M, 60Hz

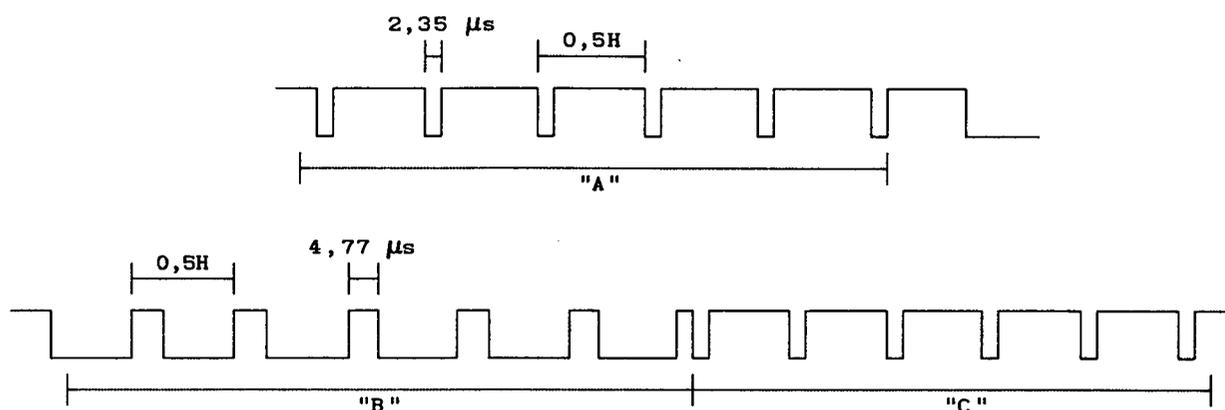


Figura 2.3 - Divisão dos pulsos de sincronismo vertical da figura 2.2

O Sinal de Vídeo também possui duas seqüências diferentes para os pulsos de sincronismo, que são definidas como: **campo par** e **campo ímpar** (Figura 2.2 e 2.3). No sistema de transmissão entrelaçada, cada um dos campos gera metade da imagem e a combinação desses produz a imagem completa. Como a formação das imagens é mais rápida que a capacidade do olho humano em observá-las, estas parecerão contínuas a um observador humano.

As características dos sinais padrões NTSC/PAL-M que serão utilizados no desenvolvimento deste trabalho são as seguintes: sistema entrelaçado 2:1, com um total de 525 linhas por quadro de imagem (um quadro é formado pela combinação de um campo par e outro ímpar), e uma freqüência de 60Hz na apresentação dos campos. A freqüência de varredura horizontal é de

15750Hz, o que dá uma duração aproximada de $63,5\mu\text{s}$ para cada linha horizontal, incluído os pulsos de sincronismo horizontal.

Pode-se calcular o tempo útil de uma linha horizontal com segue:

$F_H = 15750 \text{ Hz}$	Frequência horizontal;
$H = 63,5\mu\text{s}$	Duração de uma linha horizontal;
$SH = 4,7\mu\text{s}$	Duração de um sincronismo horizontal;

Então:

$$LU = H - SH = 58,8\mu\text{s} \quad \text{Tempo útil de uma linha horizontal;}$$

E em relação a varredura vertical, tem-se:

$FC = 60\text{Hz}$	Frequência de campos (imagens);
$TC = 16,6\text{ms}$	Duração de um campo;
$SV = 9H = 571,5\mu\text{s}$	Duração do Sincronismo Vertical;

A divisão do sinal de vídeo composto (imagem + sincronismo) pode ser vista na figura 2.4. Os padrões NTSC/PAL-M especificam que 25% do sinal correspondera aos pulsos de sincronismo e os 75% restantes serão destinados ao sinal de câmera (luminância + crominância), conforme representado na figura 2.4.

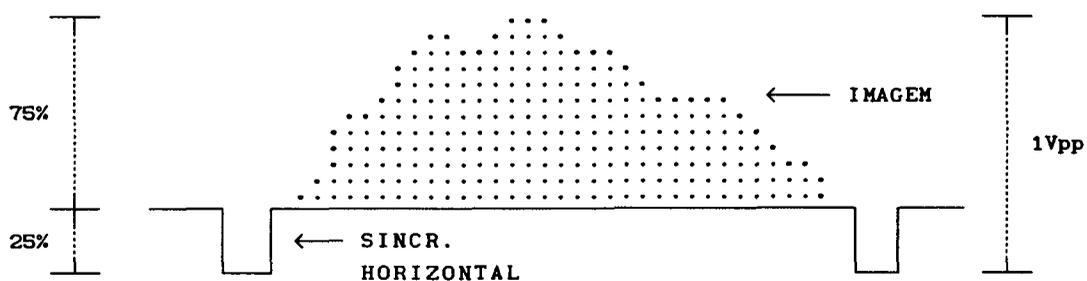


Figura 2.4 - Divisão do Sinal de Vídeo Composto

Os sinais de apagamento são usados na eliminação do sinal de câmera durante o retraço horizontal e vertical. Durante o apagamento nenhuma imagem é gerada sobre o vídeo. Na figura 2.4 não estão presentes os pulsos de

apagamento, dado que os mesmos não são transmitidos, mas sim gerados e inseridos pelos aparelhos de TV antes do sinal de vídeo ser utilizado.

2.4 - O Vídeo Cassete

O Vídeo Cassete (VCR, "Video Cassete Recorder") é um gravador de sinais analógicos, que devido as suas características pode gravar e reproduzir corretamente os sinais de vídeo composto.

2.4.1 - Método de Gravação do VCR

O sistema de gravação dos VCRs, baseia-se em uma fita magnética sobreposta em um tambor rotativo, com duas cabeças de gravação/leitura separadas de um ângulo de 180° e dispostas sobre a sua superfície. A fita de vídeo é guiada em ângulo, em torno do tambor giratório, resultando que as cabeças cruzam a fita, em um ângulo suave. O caminho seguido pelas cabeças corta a fita num sentido diagonal, e a este sistema dá-se o nome de gravação helicoidal.



- 1- Cada linha diagonal na área de vídeo representa um campo de imagem;
- 2- A trilha de controle sincroniza a varredura das cabeças com as trilhas;

Figura 2.5 - Representação de uma gravação helicoidal

Nos vídeos do tipo VHS, a velocidade das cabeças é ajustada para que a varredura seja feita numa frequência de $1/30s$. Desta forma, a cada meia

volta do tambor, uma cabeça é capaz de gravar metade de um quadro, ou seja, um campo completo de imagem [McGinty, 1984].

Nos vídeos que possuem várias velocidades de gravação, a frequência de rotação do tambor não se altera. Nestes casos o aumento do tempo de gravação é obtido pela redução da velocidade de deslocamento da fita, reduzindo os espaços na fita entre dois campos adjacentes da mesma, chamados banda de proteção. A redução da banda de proteção aumenta o efeito degenerativo sobre a imagem, pois sem ela os campos interferem mais entre si.

2.4.2 - Chaveamento das Cabeças de Vídeo

Durante a gravação existe um período de superposição, no qual, a mesma informação que está sendo gravada por uma cabeça, esta sendo gravada também pela outra, que inicia a sua passagem pela fita. Durante o processo de reprodução, um sistema providencia para que as cabeças sejam chaveadas, produzindo um sinal de vídeo composto contínuo, conforme mostra a figura 2.6.

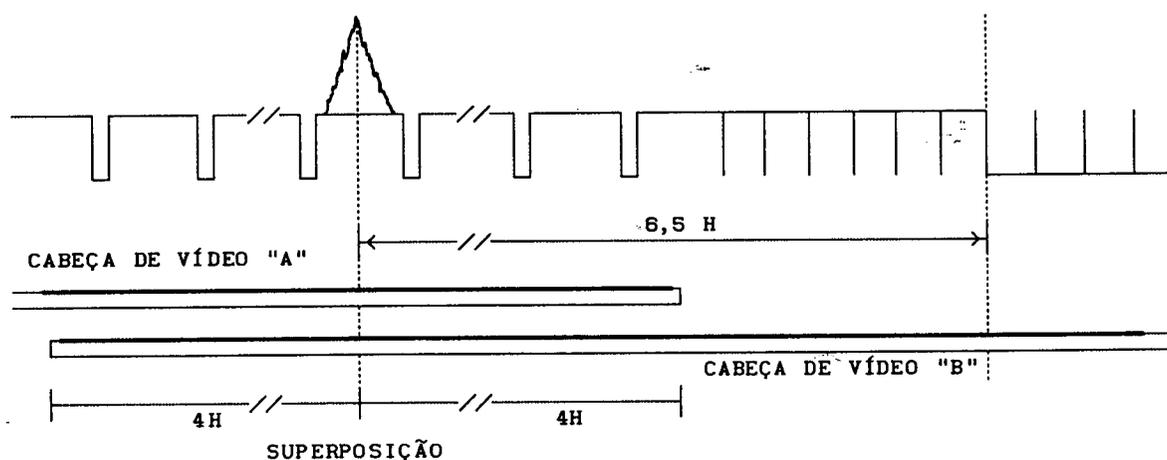


Figura 2.6 - Superposição e comutação das cabeças de vídeo na reprodução

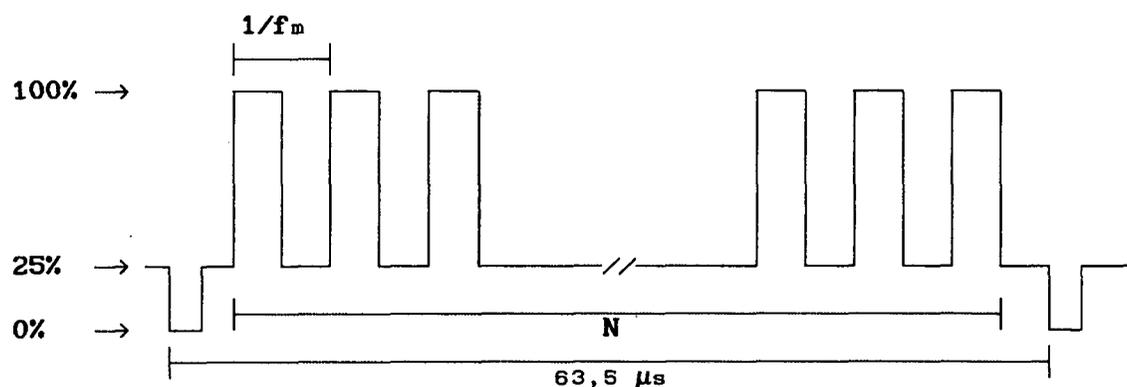
Por mais perfeito que seja o chaveamento das cabeças, é gerado um pequeno sinal de ruído. Para evitar que este ruído prejudique a imagem, a varredura das cabeças é ajustada para que essa ocorra entre a 4ª e 8ª linhas,

antes do sincronismo vertical. Como estas linhas estão fora da área visível de imagem, não se notará nenhum efeito sobre a tela do televisor.

2.4.3 - Capacidade de Armazenamento Digital do VCR

A capacidade de armazenamento de dados de um VCR, depende da quantidade de símbolos que se pode gravar durante uma linha horizontal. Esta quantidade é limitada pela banda passante do sinal de Vídeo dos VCR's. Os VCR's possuem uma banda passante um pouco menor que a faixa normalmente usada na transmissão de sinais de vídeo.

Supondo uma gravação, como apresentada na figura 2.7, onde a ausência ou presença de pulsos de mesma duração representa um símbolo, pode-se determinar qual será a máxima frequência que se pode gravar, sem que haja uma deterioração irrecuperável do sinal.



N = Número de bits em uma linha horizontal

f_m = Frequência máxima de gravação digital

Figura 2.7 - Sinal de Vídeo e representação dos bits em uma linha

Para os VCR's, o número máximo de símbolos por linha foi determinado como sendo 200 [Yoshinobu, 1978], para o padrão VHS com banda de 0 à 4 MHz. Com este valor pode-se calcular a máxima frequência de onda quadrada que um vídeo cassete pode suportar como mostrado a seguir:

$N = \text{Número de Símbolos por linha (Bits)}$

$$N = LU \times 2 \times f_m \quad (2.1)$$

$$f_m = N / 117,6 \mu s \quad (2.2)$$

$$f_m = 1.700.680,27 \text{ Hz} \quad (2.3)$$

Considerando que cada símbolo representa um bit, calcula-se qual será a máxima taxa de transmissão serial. Para o cálculo desta taxa deve-se considerar, que do total de 525 linhas por quadro, nem todas são úteis para a gravação de dados. Deve-se desprezar o seguinte número de linhas em cada campo:

- 9 linhas, correspondentes ao sincronismo vertical;
- 8 linhas, para evitar o chaveamento das cabeças;

Descontando os valores anteriores, tem-se aproximadamente 490 linhas úteis por quadro. Pode-se então calcular a máxima taxa de transmissão serial (MTTS) como segue:

$$MTTS = 200(\text{BITS/LINHA}) * 490(\text{LINHAS ÚTEIS}) * 30\text{Hz}(\text{FREQ. DE QUADRO}) \quad (2.4)$$

$$MTTS = 2.940.000 \text{ Bits/Segundo} \quad (2.5)$$

Numa fita do tipo T-120, pode-se gravar até duas horas de informação na velocidade SP (Tabela 2.1) [McGinty, 1984]. Com isso tem-se uma capacidade máxima da fita em bytes (CMF) de:

$$CMF = MTTS * 3600(\text{SEGUNDOS/HORA}) * 2 (\text{HORAS}) / 8 (\text{BITS/BYTE}) \quad (2.6)$$

$$CMF \cong 2.523 \text{ MBytes/Fita} \quad (2.7)$$

Repetindo este processo para os diferentes tipos de fita e velocidades de gravação obteve-se a tabela 2.2.

MODO	T-120	T-160	VELOCIDADE DA FITA (mm/seg)
SP	120 min	160 min	33,3
LP	240 min	320 min	16,7
SLP	960 min	480 min	11,1

Tabela 2.1 - Formatos possíveis de gravação para o VHS

	SP G BYTES	LP G BYTES	SLP G BYTES
T120	2,646	5,292	7,938
T160	3,528	7,056	10,584

Tabela 2.2 - Capacidade máxima de gravação

2.4.4 - Características de erro

Em condições normais de operação, o principal defeito que uma fita possui, e que reduz a sua capacidade de armazenamento, são os defeitos conhecidos como "dropouts" [Maurício, 1986]. Estes defeitos são causados por falhas no recobrimento magnético da fita ou por partículas de pó depositadas sobre a mesma. Estes defeitos tendem a se agravar com o uso da fita.

Do ponto de vista do armazenamento de dados, os "dropouts" representam seqüências de dados errados que ocupam um certo comprimento da fita. Na reprodução normal da fita são notados pelo surgimento de faixas brancas sobre a imagem. As principais características de um "dropout" conforme ilustra a figura 2.8 são as seguintes:

a) **Profundidade** - Intensidade da atenuação do sinal da portadora, uma atenuação na ordem de 20db provoca a perda do sinal.

b) **Duração** - Tempo de atenuação da portadora.

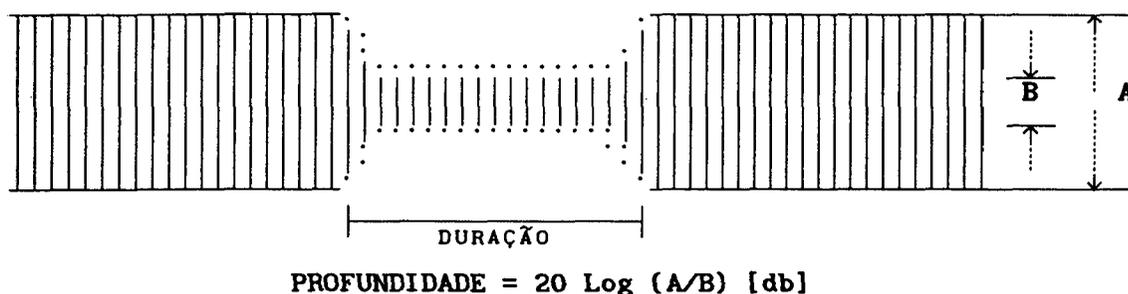


Figura 2.8 - Esquema temporal de um "dropout"

A duração dos "dropouts" é uma variável aleatória. Toshitada [1978] obteve com base no comportamento de várias fitas de vídeo, uma tabela relacionando os "dropouts" com o tempo de duração de uma linha horizontal, a qual pode ser vista na tabela 2.3.

É interessante observar que a maior parte dos erros estão situados na faixa de duração de 0 a 3 linhas horizontais de comprimento. Com base na tabela 2.3 pode-se calcular qual seria a probabilidade da ocorrência de um erro em um campo qualquer de imagem.

DURAÇÃO DO "DROPOUT"	NÚMERO TOTAL DE "DROPOUTS" (1 HORA x 6 FITAS)	FREQUÊNCIA RELATIVA
- 1/3H	29750	0.64295
1/3 - 2/3H	13748	0.29714
2/3 - 1H	1913	0.04134
1 - 1.1/3H	532	0.01150
1.1/3 - 1.2/3H	147	0.00318
1.2/3 - 2H	59	0.00128
2 - 2.1/3H	31	0.00067
2.1/3 - 2.2/3H	22	0.00048
2.1/3 - 3H	15	0.00032
3 - 3.1/3H	11	0.00024
3.1/3 - 3.2/3H	9	0.00019
3.2/3 - 4H	3	0.00006
4 - 4.1/3H	7	0.00015
4.1/3 - 4.2/3H	7	0.00015
4.2/3 - 5H	3	0.00006
5 - 5.1/3H	1	0.00002
5.1/3 - 5.2/3H	2	0.00004
5.2/3 - 6H	4	0.00009
6 - 6.1/3H	3	0.00006
6.1/3 - 6.2/3H	-	----
6.2/3 - 7H	-	----
7 - 7.1/3H	-	----
7.1/3 - 7.2/3H	1	0.00002
7.2/3 - 8H	1	0.00002
8 - 8.1/3H	-	----
8.1/3 - 8.2/3H	-	----
8.2/3 - 9H	-	----
9 - 9.1/3H	1	0.00002
9.1/3 - 9.2/3H	-	----
9.2/3 - 10H	-	----
TOTAL	46271	1.00000

H = 63,5 μ s, NTSC / PAL, 60Hz

Tabela 2.3 - Duração dos "dropouts" em função do comprimento de uma linha (H) (Toshitada, 1978)

Da tabela 2.3, sabe-se que existem em média 46271 "dropouts" no período de uma hora, em seis fitas. Isto resulta em um total de 7712 erros de fita por hora. Com isto pode-se calcular a probabilidade como segue:

Durante o período de uma hora tem-se:

TC = Total de campos em uma hora

TC = 3600(SEGUNDO/HORA) * 30(CAMPOS/SEGUNDO)

TC = 216000(CAMPOS/HORA)

Então:

ECMP = Erro percentual por Campo

$ECMP = (7712(ERROS/HORA) / TC(CAMPOS/HORA)) * 100$

ECMP = 3,57% (ERROS/CAMPO)

2.5 - Conclusão

Das características apresentadas para o sinal de vídeo e o vídeo cassete, três são muito importantes e irão definir a operação da placa de comunicação. A primeira delas é a banda de passagem limitada do vídeo cassete e do sinal de vídeo, a qual impõem o limite máximo para a capacidade de armazenamento da fita, ou seja, define a máxima taxa de transmissão serial. A segunda é a existência do ruído de chaveamento das cabeças, o qual impõe a existência de circuitos que limitem a gravação neste período. A terceira e principal característica é a existência dos "dropouts" ou falhas na fita de vídeo, estes ruídos impõem a necessidade de um sistema capaz de evita que estas falhas provoquem a perda de dados. A capacidade do sistema em lidar com estas características, em particular com os "dropouts", definirá o desempenho do VCR como gravador digital de dados.

Detalhes mais específicos sobre a operação dos VCRs e das características do sinal de vídeo podem ser encontrados nas referências a seguir: Grob-1979, McGinty-1984, Risnick, Mauricio-1986, Toshitada-1978, Yoshinobu-1978.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE GRAVAÇÃO E REPRODUÇÃO
DE SINAIS DIGITAIS EM VCR

3.1 Introdução

Para o desenvolvimento do primeiro protótipo foram definidos alguns objetivos básicos. Dentre estes objetivos o mais importante é o de que o VCR deve interpretar o computador como uma fonte de sinais de câmera (vídeo composto), e o computador deve interpretar o VCR como um meio de gravação digital. Deste modo o VCR não sofrera alterações físicas de nenhuma ordem, isto é, a única conexão entre o VCR e o computador será através dos cabos de vídeo "IN" e vídeo "OUT" do próprio VCR. A vantagem deste tipo de conexão é que qualquer VCR pode ser usado na gravação dos dados, eliminando a dependência do sistema sobre um aparelho específico de VCR, além de facilitar a manutenção e troca do equipamento por sistemas de gravação de última geração. Na figura 3.1 vê-se o diagrama geral do fluxo dos dados entre os três sistemas envolvidos.

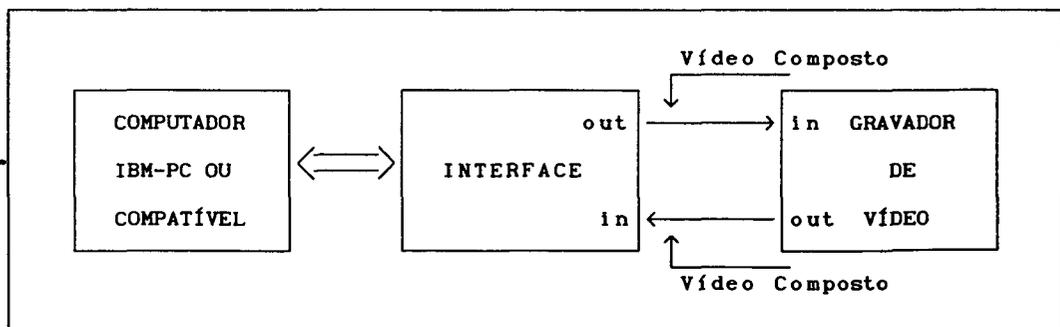


FIGURA 3.1 - Diagrama Geral do Sistema

Além dos objetivos já mencionados, o sistema deve ainda preencher os seguintes:

- 1) **Baixo Custo.** Em comparação com os atuais sistemas de armazenamento de dados, visando tornar o sistema comercialmente competitivo.
- 2) **Alta Capacidade de Armazenamento.** Para viabilizar o uso do sistema com os atuais necessidades de armazenameto de dados.
- 3) **Compatibilidade de "hardware".** Que permita ao sistema ser instalado em qualquer micro da linha IBM-PC ou compatível (PC, PC-XT, PC-AT);
- 4) **Baixa probabilidade de erros.** Os dados gravados devem possuir uma probabilidade de erros, que possibilite a recuperação dos mesmos, na maioria das situações em que ocorrer uma falha. A probabilidade mínima deve ser igual ou menor às das fitas "streamers", ou seja, menor que 10^{-10} .

Para obter as características anteriores optou-se pelas seguintes soluções:

- Baixo custo, obtido através da minimização do "hardware", e a transferência do maior número de funções para o "software" de controle da interface;
- Alta capacidade de armazenamento, obtida pelo uso do máximo desempenho do vídeo cassete e do microcomputador;
- Compatibilidade, obtida através das recomendações de projeto sugeridas pela IBM aos computadores tipo PC de sua fabricação [Lewis, 1983];
- Baixa probabilidade de erro, obtida com uso de métodos de proteção e gravação, testados e confiáveis, que possam recuperar os dados dentro da probabilidade de erros exigida.

3.2 Sistema de Transmissão

O diagrama em blocos do transmissor é apresentado na figura 3.2. A operação do sistema pode ser descrita da seguinte forma: os dados, após terem sido lidos e preparados pelo microcomputador, são transferidos para conversor paralelo/serial (P/S), que em conjunto com o DPLL "Digital Phase Locked Loop" insere na transmissão dos dados os pulsos de sincronismo. Os dados seriais assim obtidos são convertidos em um sinal de vídeo composto, através do conversor Digital/Vídeo (D/V).

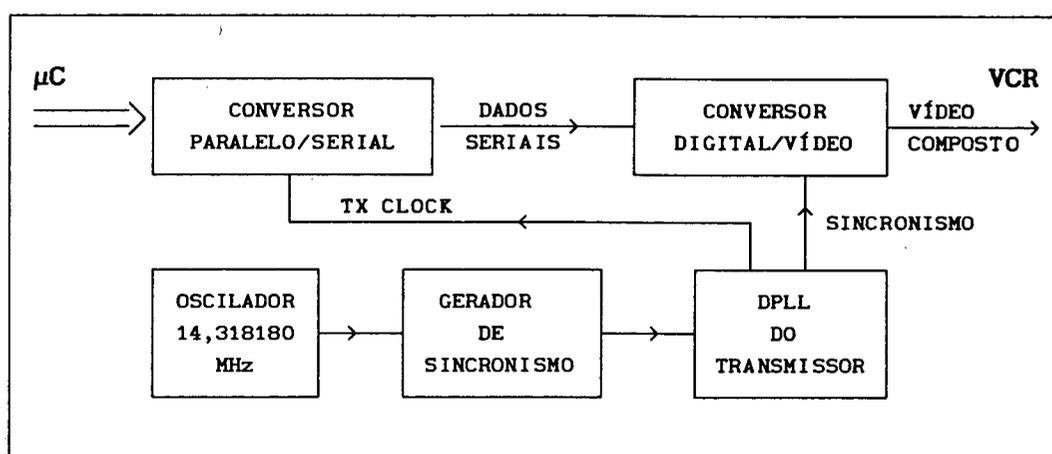


Figura 3.2 - Diagrama em blocos do transmissor

3.2.1 - Conversor Paralelo/Seria

O conversor P/S é o principal elemento do transmissor. Além de realizar a conversão paralelo/serial, este circuito é responsável pela comunicação entre a placa e o PC, realizando a interpretação dos comandos e o gerenciamento do fluxo de informação entre os dois sistemas.

3.2.2 - Comunicação entre o PC e a placa transmissora

A fim de realizar a leitura dos dados do computador, o conversor P/S faz uso de um dos canais de DMA "Direct-Memory-Access" do PC. O uso da

DMA possibilita ao transmissor operar com as seguintes características [Lewis, 1983]:

Rapidez - Como o circuito de DMA realiza a transferência de dados via "hardware", diretamente da memória para os periféricos, sem a interferência da CPU, é possível obter-se altas taxas de transmissão (na ordem de 3808 KBits por segundo, muito superior a máxima taxa de transmissão serial do VCR de 2940 KBits por segundo), assegurando a pronta resposta do computador às necessidades do conversor;

Compatibilidade - Uma vez que a transmissão via DMA independe da velocidade de operação da CPU, o processo não será afetado pela mudança dos processadores ou pela mudança do clock de operação;

Liberdade de Operação - Uma vez que a velocidade de transmissão é definida pelo sinal de vídeo, que é um sinal contínuo e não pode ser interrompido, é importante que o conversor possa requisitar os dados de forma independente, evitando a atuação da CPU no controle do fluxo de dados.

Dos canais de DMA disponíveis no PC (4 canais), optou-se pelo uso dos canais 1 ou 2, apesar deste último já ser utilizado pela unidade de disco flexível. Este uso compartilhado do canal 2 não originou nenhuma dificuldade, visto que a unidade de disco flexível pode ser facilmente desativada via "software" [Lewis, 1983];

Apesar da velocidade de operação do DMA, o circuito conversor conta ainda com uma FIFO "First Input, First Output" de 4 bytes, que opera como um "buffer" de emergência para o circuito de DMA. O circuito de controle do DMA é programado para manter a FIFO sempre cheia. Se por algum motivo o DMA não executar uma transferência dentro do prazo previsto, a FIFO suprirá o conversor com os seus dados. Para que não haja um erro de falta de dados no transmissor, basta que a DMA volte a operar antes que a FIFO fique vazia.

Para a transmissão dos comandos e dados de controle, foram usados algumas endereços livres do barramento de I/O do PC e destinados a este tipo

de tarrafa [Lewis, 1983].

3.2.3 - Protocolo de Comunicação Serial

Para que os dados oriundos do conversor P/S possam ser corretamente lidos e interpretados, estes devem obedecer a um formato ou protocolo de transmissão serial. Pode-se definir um protocolo de transmissão serial como sendo um conjunto de regras ou convenções, capaz de controlar a transferência de dados entre dois sistemas isolados [Intel 1982]. Um bom protocolo deve conter ainda uma informação precisa sobre os dados, possibilitando a sua classificação e interpretação.

Para a escolha do protocolo de transmissão serial foram utilizados os seguintes critérios:

- a) Simplicidade;
- b) Eficiência;
- c) Segurança;
- d) Semelhança com os formatos de disco;
- e) Padronização.

Após um estudo detalhado dos vários protocolos de comunicação serial, optou-se pelo protocolo de transmissão SDLC "Synchronous Data Link Control". O SDLC é um padrão IBM para a comunicação de dados, que foi originalmente desenvolvido para providenciar uma comunicação simples, eficiente e segura entre terminais e computadores [Intel, 1982].

OPENING FLAG 01111110	ADDRESS FIELD 8 BITS	CONTROL FIELD 8 BITS	DATA FIELD (VARIABLE LENGTH)	FRAME CHECK SEQUENCE FCS 16 BITS	CLOSING FLAG 01111110
-----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------------	--	-----------------------------

Figura 3.3 - Formato para um campo de dados SDLC

Um campo de dados SDLC é dividido em cinco áreas, conforme ilustrado na Figura 3.3, "Flags", "Address Field", "Control Field", "Data Field" e "Frame Check Sequence". Os "flags" são utilizados para delimitar o início e o fim de um campo; o "Address Field" é utilizado para a leitura seletiva de dados; o "Control Field" identifica e classifica o conteúdo dos dados, e o FCS é um poderoso método de detecção de erros que usa um CRC "Cicle Redundancy Code" de 16 Bits para validar o conteúdo dos dados transmitidos. O diagrama em blocos do circuito de controle para o SDLC pode ser visto na figura 3.4

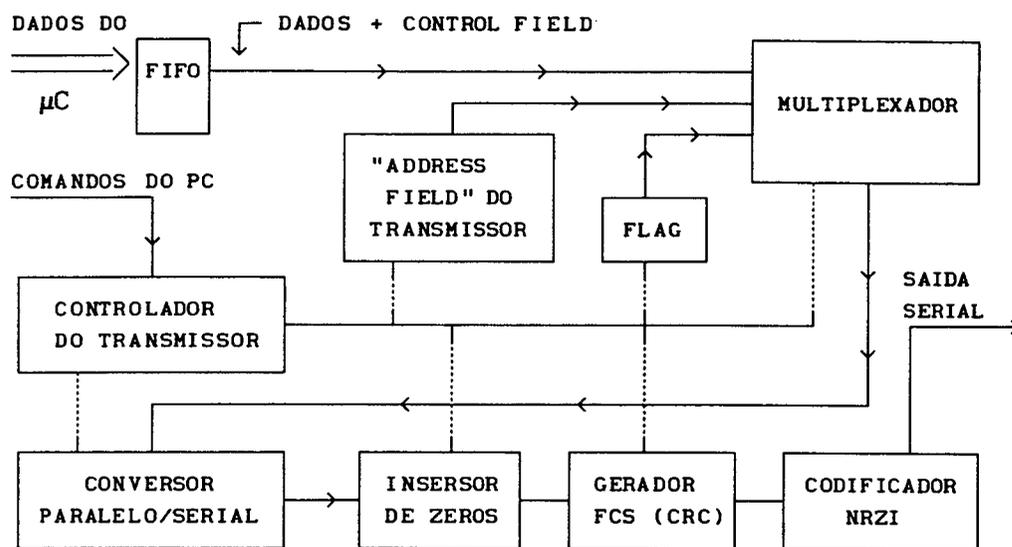


Figura 3.4 - Diagrama em blocos do Conversor Paralelo/Serial para o SDLC

O protocolo SDLC satisfaz plenamente os requisitos levantados: é simples, pois apenas um byte delimita o início e o fim de um campo de dados; é eficiente, pois as áreas de identificação são curtas e bem definidas; é seguro, graças ao cálculo do CRC que valida os dados recebidos e é semelhante ao protocolo utilizado na gravação de dados nos discos rígidos, uma vez que se pode usar os campos de endereçamento e controle para classificar e

identificar cada grupo ou setor de dados [Intel, 1982].

Devido as características da gravação em vídeo e visando possibilitar um controle melhor da informação gravada, a área "Control Field" foi alterada a fim de conter um grupo maior de bytes, conforme mostra a figura 3.5.

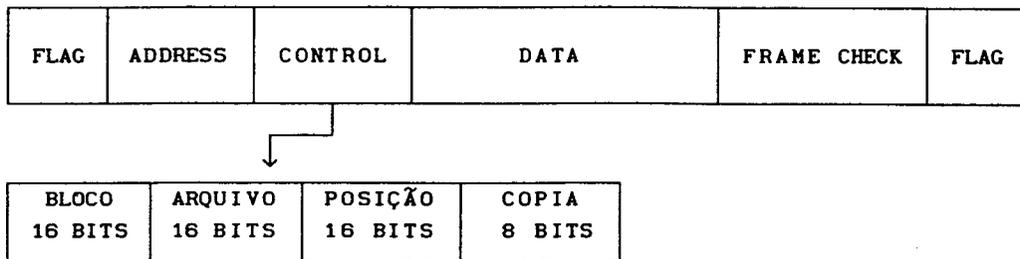


Figura 3.5 - Protocolo SDLC modificado

3.2.4 - Técnica de Inserção de Zeros

Para possibilitar o uso de um byte de mesmo valor que o flag dentro do campo, o protocolo SDLC faz uso de uma técnica chamada "Zero Bit Insertion". Esta técnica faz a inserção de um bit '0' após a ocorrência de uma sequência de cinco bits '1' consecutivos.

Com esta técnica o conversor assegura que nenhum "flag" será gerado e torna o SDLC transparente ao conteúdo da área de dados, isto é, o programa de controle não precisa controlar o conteúdo dos dados, que pode formar qualquer sequência de bits.

3.2.5 - Codificação dos Dados Seriais

Um fator importante na transmissão serial, em particular na gravação em vídeo, é a escolha de um bom método de codificação para os bits

serials. No caso do vídeo cassete, a codificação tem por objetivo evitar que a saída serial permaneça em níveis fixos por longos períodos de tempo. Isso ocorreria todas as vezes em que os dados fossem formados por grandes sequências de "0s" ou "1s". Esta longa permanência em "0" ou "1" provoca grandes variações DC no sinal analógico. Estas variações são prejudiciais ao bom funcionamento dos circuitos conversores Vídeo/Digital da etapa de recepção, os quais operam em médias temporais.

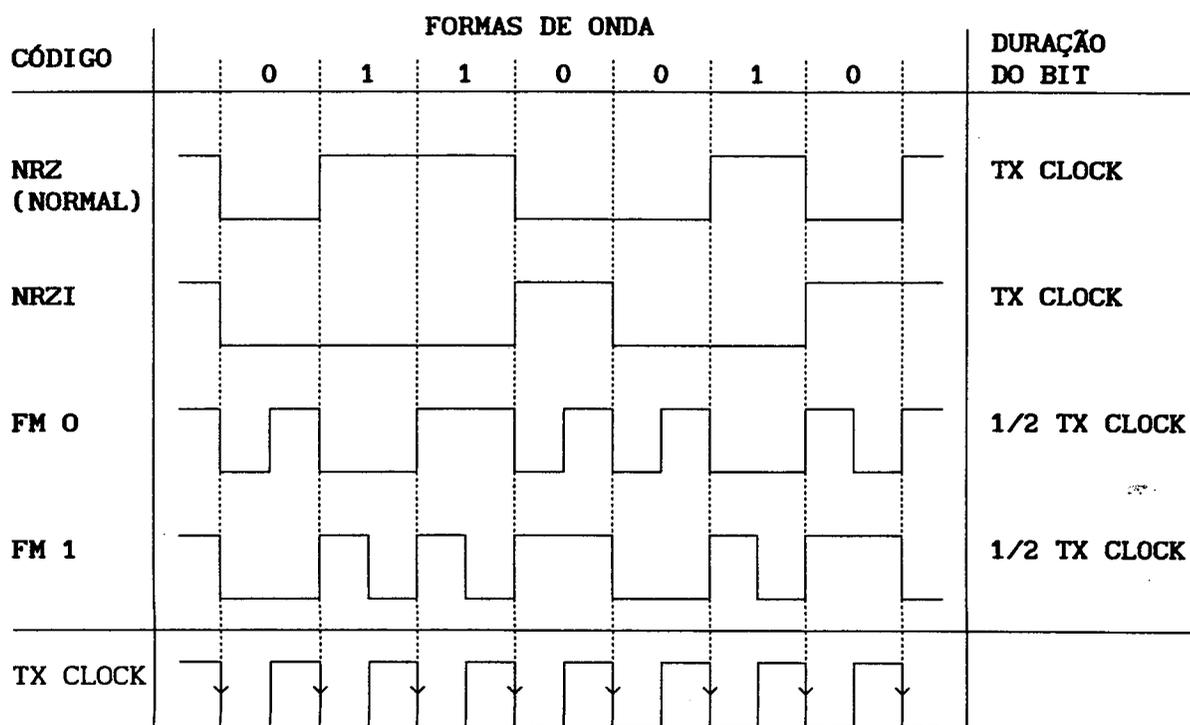


Figura 3.6 - Alguns códigos de transmissão serial

A figura 3.6 mostra alguns exemplos possíveis de codificação. Em testes de laboratório o método NRZI mostrou ser o mais apropriado, pois apresenta as seguintes vantagens:

- a) Baixa frequência de transmissão;
- b) Simplicidade de codificação e decodificação;
- c) Pequena variação entre a máxima e a mínima frequência de sinal;

A codificação NRZI especifica que o estado da saída não se altera caso um "1" seja transmitido, enquanto um "0" sempre causará a mudança do estado da saída. Para o caso do SDLC, o NRZI garante uma transição a cada 5 bits, no mínimo.

3.2.6 - DPLL "Digital Phase Locked Loop" transmissor.

O DPLL é responsável pela sincronização dos dados dentro de uma linha horizontal, assim como pelo controle da utilização das 245 linhas úteis de um campo (490 por quadro).

Este circuito providencia a geração dos pulsos de transmissão usados pelo conversor serial, bloqueando a transmissão de dados durante o sincronismo vertical e horizontal e a área de chaveamento das cabeças do VCR. A figura 3.7 mostra um diagrama em blocos do DPLL, empregado no transmissor.

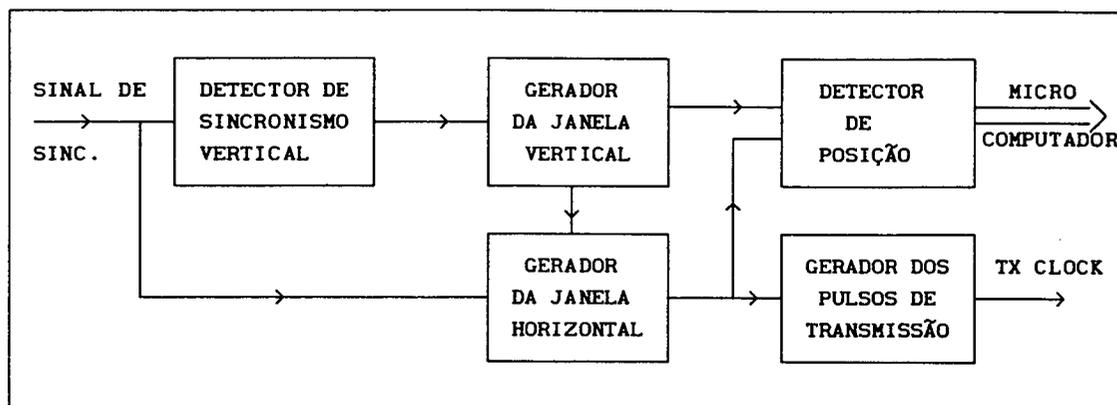


Figura 3.7 - Diagrama do Geral do DPLL

Devido a complexidade dos pulsos de sincronismo vertical, uma gravação nesta área é difícil e não resulta em um aumento significativo do número de bits gravados. Para evitar a gravação durante este período, o detector vertical produz um sinal, que é usado para liberar a geração dos pulsos de transmissão após o término do sincronismo vertical, como pode ser visto na figura 3.8.

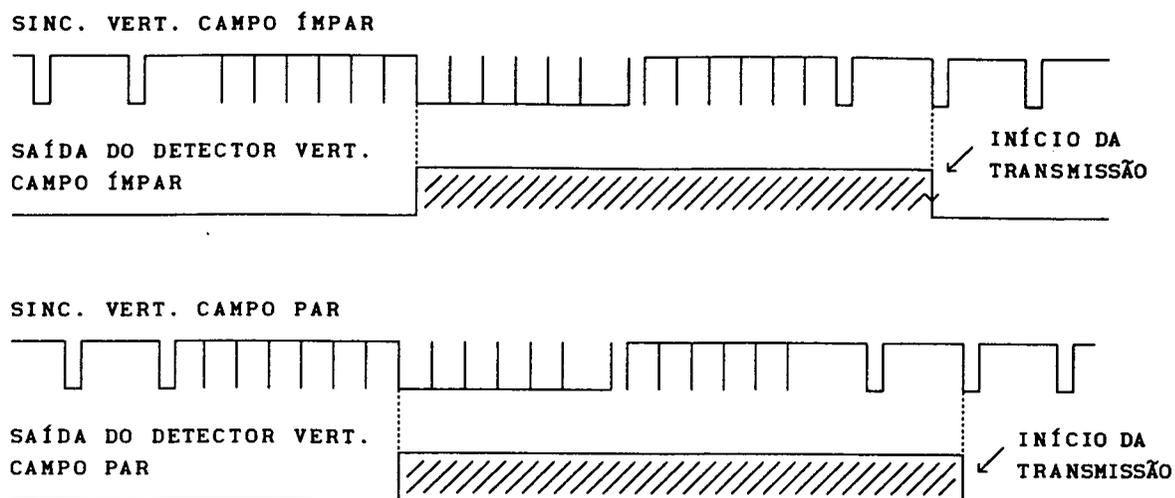


Figura 3.8 - Pulsos de detecção vertical

A borda negativa do pulso de detecção vertical ativa o gerador de janela vertical. Este circuito produz outro pulso de liberação que atua durante as 245 linhas úteis de um campo, conforme mostrado na figura 3.9.

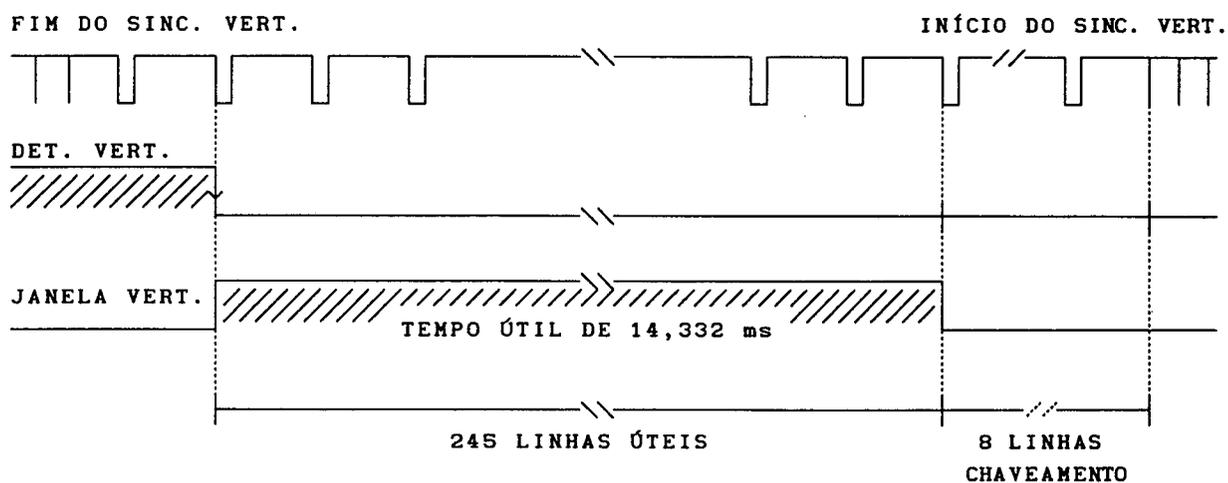


Figura 3.9 - Geração da janela vertical

Para evitar a gravação de dados sobre a área de chaveamento das cabeças, a janela vertical é desativada na oitava linha antes do início do sincronismo vertical, conforme ilustrado na figura 3.9.

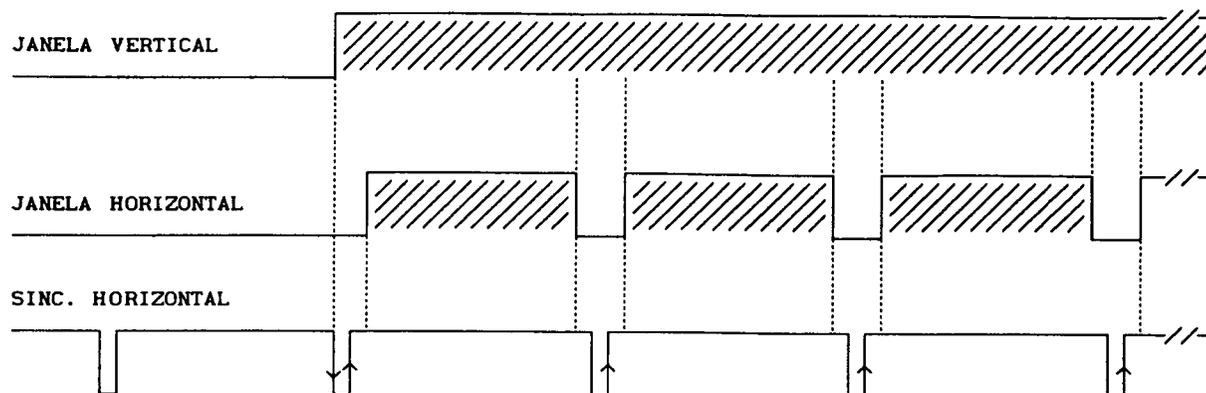


Figura 3.10 - Pulsos da janela horizontal

Uma vez obtida a liberação da janela vertical, o gerador de janelas horizontais inicia a sua operação habilitando o Gerador de Pulsos de Transmissão a cada linha útil do campo, conforme ilustrado nas figuras 3.10 e 3.11.

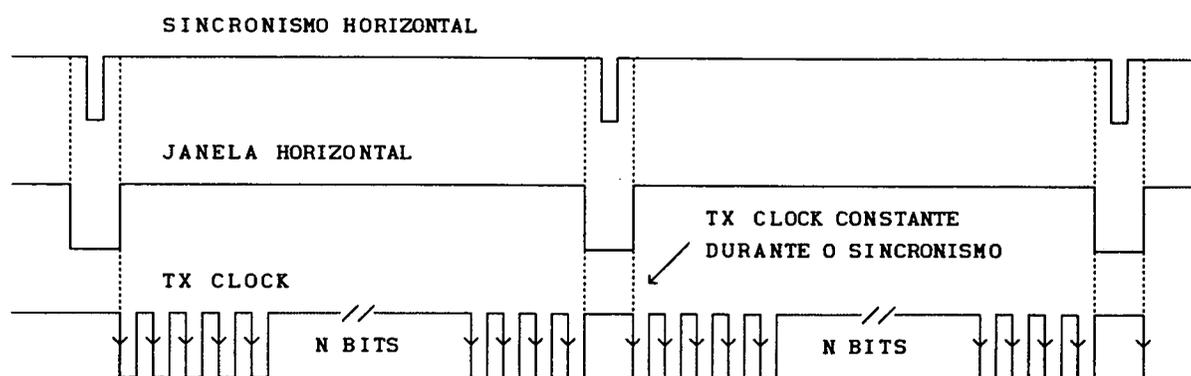


Figura 3.11 - Pulsos de saída do DPLL

Os pulsos de transmissão gerados pelo DPLL possuem a característica de manterem-se inalterados durante as fases de desabilitação (sinc. vertical, sinc. horizontal). Como os bits são trocados somente na transição negativa de cada pulso, a linha de dados também não mudará durante estes períodos.

3.2.7 - Conversor Digital/Vídeo

Este circuito realiza duas operações simultâneas: soma dos sinais de sincronismo e dados; e a conversão destes pulsos para os níveis de entrada do VCR, ou seja, 1 Vpp sobre carga de 75Ω.

3.3 - Sistema de Recepção

O receptor, mostrado em diagrama de blocos na figura 3.12, possui as mesmas propriedades do circuito transmissor, assim como as mesmas características, tal como o uso da DMA para transferência de dados e etc.

Pode-se descrever a operação do diagrama da figura 3.12 da seguinte forma: o sinal de vídeo composto, oriundo do VCR, é separado pelo conversor vídeo/digital em duas partes: sinal de sincronismo e sinal de dados. Através do DPLL e do conversor serial/paralelo, os dados são lidos, interpretados e transmitidos ao computador.

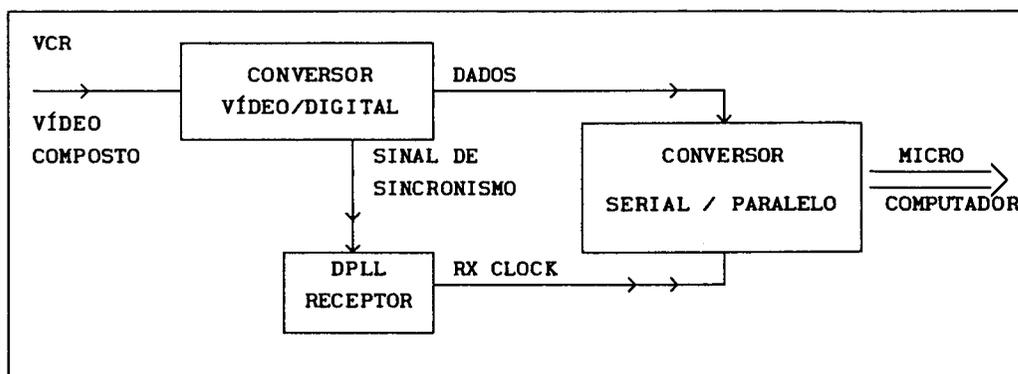


Figura 3.12 - Diagrama em blocos do receptor

3.3.1 - Conversor Serial/Paralelo

Este circuito opera de modo similar ao conversor paralelo/serial do transmissor, mas realizando a operação inversa. O circuito S/P uma vez ativado, inicia a busca dos "flags" de início de campo (01111110). Uma vez detectado o "flag" de início, o receptor automaticamente obtém o "Address Field", localizado após o "flag". Este endereço é comparado com aquele armazenado no buffer do receptor. Caso sejam iguais, o campo de dados será aceito.

A sequência de dados estará terminada quando um "flag" de fim de campo for detectado, ou quando for alcançado o número de bytes pré-definidos no DMA. Esta dupla dependência para a determinação do fim de um setor se deve ao fato que o "flag" de fim de campo pode ser perdido, desincronizando o receptor de dados.

Uma vez terminada a recepção, os bytes de CRC gravados junto com os dados são comparados àqueles que foram calculados pelo receptor. Se os valores forem diferentes, o receptor despreza estes campos, iniciando a busca de um novo "flag".

Como mostra a figura 3.13, este circuito realiza também a decodificação do sinal NRZI, assim como a eliminação dos zeros inseridos durante o processo de transmissão.

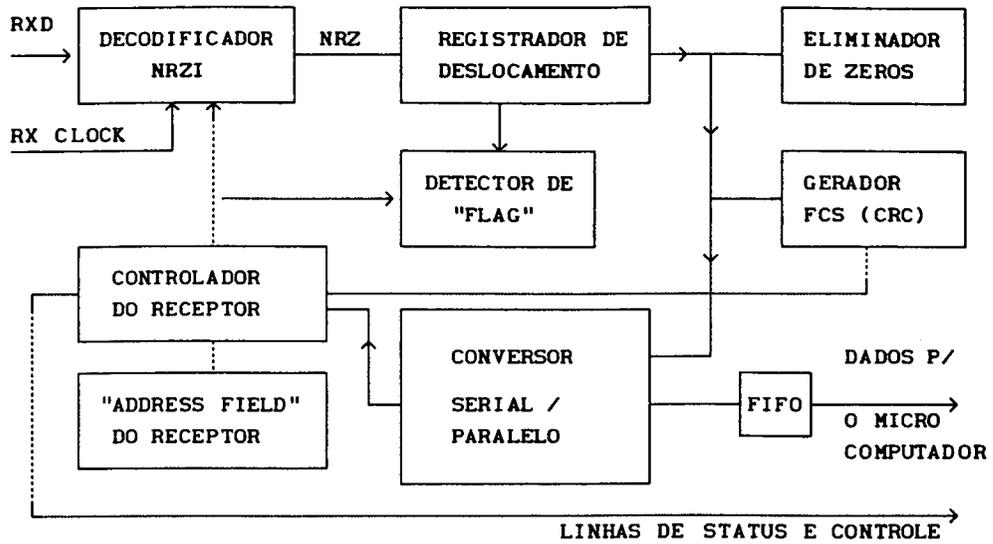


Figura 3.13 - Diagrama em blocos do Conversor Serial/Paralelo

3.3.2 DPLL (Digital Phase Locked Loop) do Receptor

O DPLL (Digital Phase Locked Loop), mostrado na figura 3.14 realiza quase as mesmas funções descritas para o seu equivalente da transmissão, mas operando com os pulsos de sincronismo recuperados da fita.

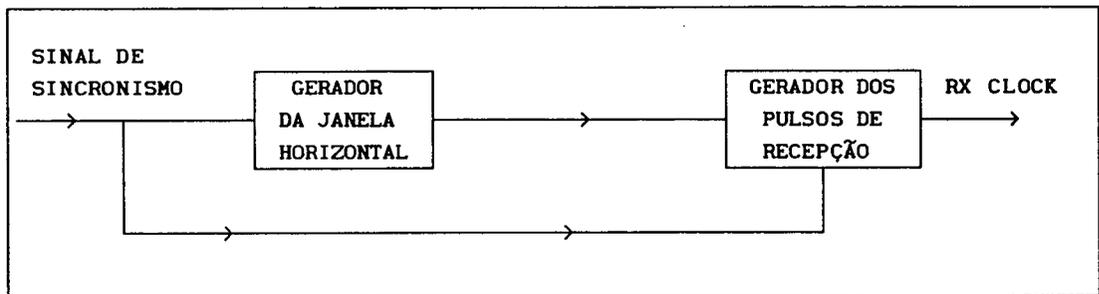


Figura 3.14 - Diagrama em blocos do DPLL do receptor

Comparando os diagramas do DPLL do receptor e do transmissor, observa-se que, no caso do receptor, não há circuitos de limitação vertical para os pulsos de amostragem. Estes circuitos limitadores não são

necessários, pois o receptor despreza toda a informação lida durante este período, pois estes dados não fazem parte de um campo SDLC e não são reconhecidos pelo receptor, conforme ilustrado na figura 3.15.

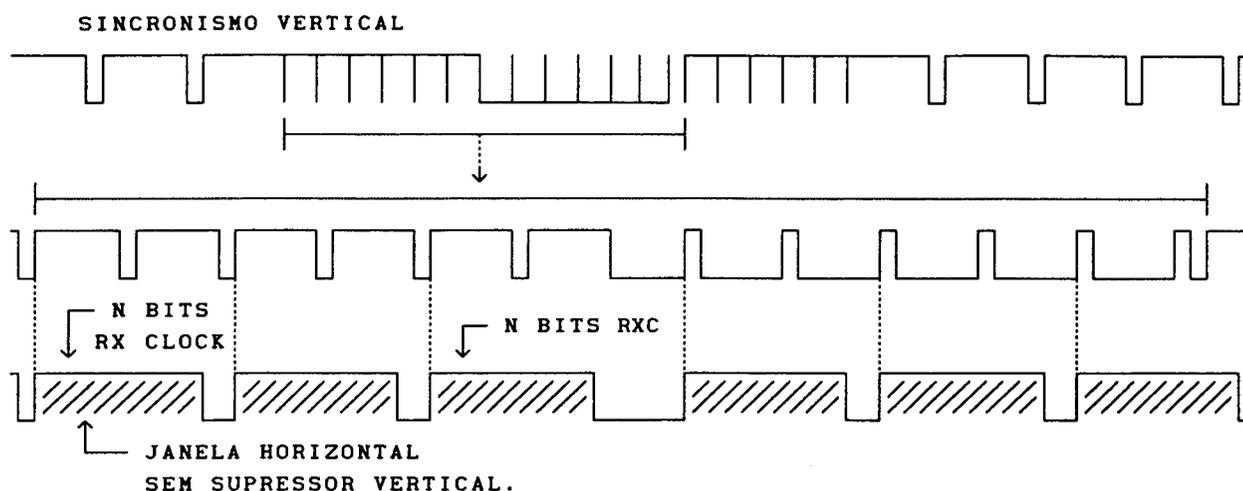


Figura 3.15 - Saída do Gerador Horizontal durante o sincronismo vertical para o Receptor.

Os pulsos de amostragem gerados pelo gerador de pulsos de recepção têm as mesmas características daqueles gerados durante a transmissão, a exceção de que os dados são amostrados durante a transição positiva dos pulsos de recepção, conforme ilustrado na figura 3.16.

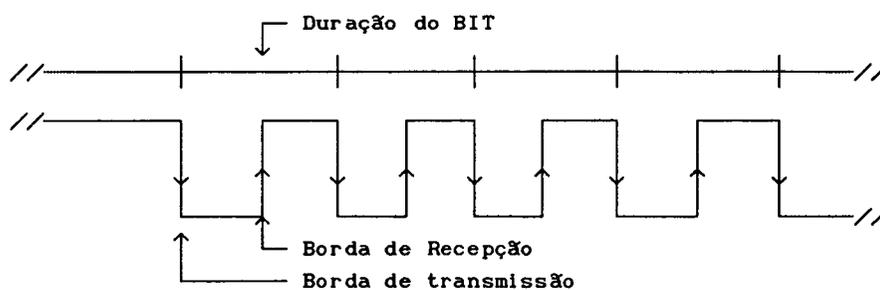


Figura 3.16 - Sinal de serialização do transmissor e receptor

Esta característica permite a utilização compartilhada do mesmo circuito gerador de pulsos, para a transmissão e recepção dos dados.

3.3.3 Conversor Vídeo/Digital

O Conversor Vídeo/Digital, mostrado na figura 3.17, contrariamente ao seu similar da etapa transmissora é muito mais complexo, principalmente pelo uso de componentes analógicos, responsáveis pela amplificação e conversão do sinal de vídeo composto.

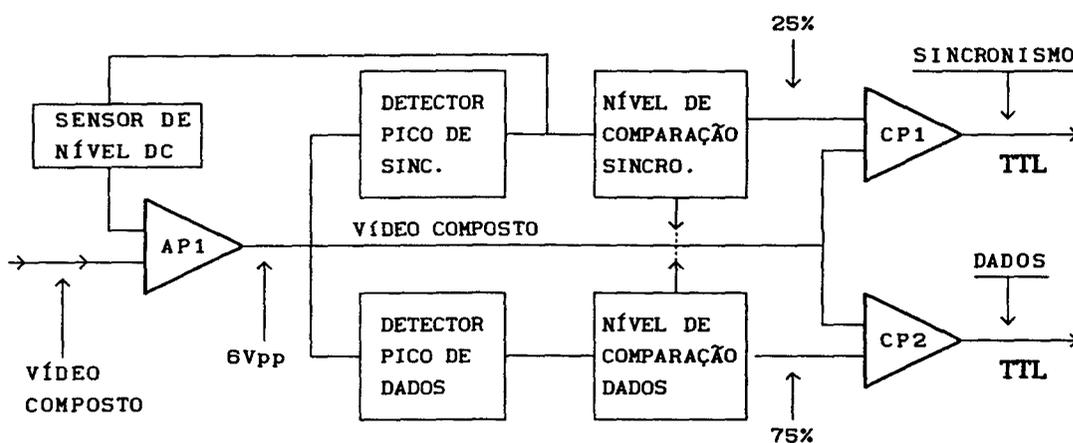


Figura 3.17 - Diagrama do conversor Vídeo/Digital

Este circuito opera do seguinte modo: primeiro o sinal de vídeo é amplificado e filtrado pelo amplificador AP1, sendo então levado a dois comparadores e dois detectores de nível. Os níveis de pico de sincronismo e dados são obtidos dos detectores e combinados de tal forma a produzirem dois sinais de comparação, situados entre 25% e 75% da tensão de pico-a-pico do sinal de entrada, conforme mostrado na figura 3.18.

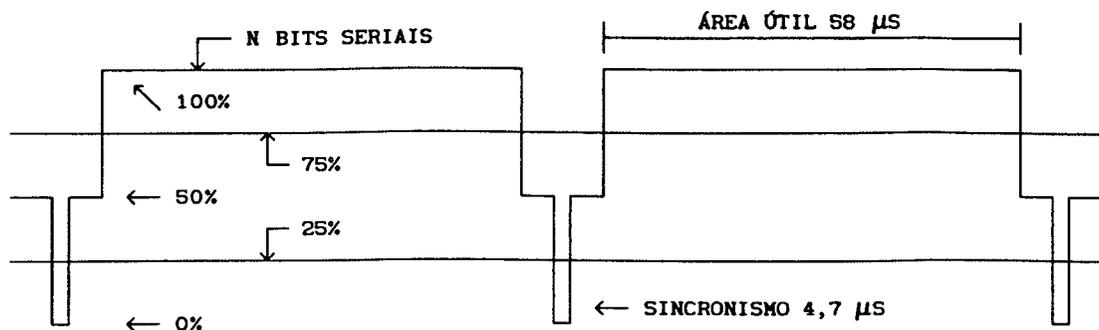


Figura 3.18 - Níveis de comparação

Com estes dois níveis de comparação, os pulsos de dados e sincronismo podem ser separados e convertidos para os níveis TTL de operação. Conforme já mencionado, grandes variações DC do sinal de entrada podem prejudicar a atuação dos detectores de pico, ocasionando com isto erros de comparação nas linhas de dados e sincronismo. Para evitar estas variações de nível DC (além do já proposto pela codificação dos sinais seriais) é introduzido nesta fase um circuito compensador. Este circuito compensador opera fixando a tensão de pico dos pulsos de sincronismo, de tal forma a ter o sinal de vídeo corretamente dividido em torno do zero DC.

3.4 Conclusão

Os métodos propostos para a operação dos circuitos de transmissão e recepção, foram desenvolvidos visando evitar algumas das limitações do sinal de vídeo e do VCR. Estas limitações são: o chaveamento das cabeças e a banda limite do VCR. Como visto, o ruído do chaveamento das cabeças é evitado graças aos circuitos de geração de pulsos de transmissão, os quais são controlados pelos pulsos de sincronismo vertical e horizontal. Com respeito a banda passante, o circuito gerador de pulsos de transmissão pode ser projetado para gerar qualquer número de pulsos por linha horizontal, ficando

este valor limitado às condições finais de operação do sistema.

Procurou-se ainda, limitar ao máximo as funções atribuídas ao "hardware", que basicamente somente produz os pulsos de transmissão e recepção serial, ficando ao encargo do "firmware" do circuito de transmissão, o controle sobre a posição e a quantidade da área disponível que será utilizada para a gravação dos dados. De modo geral, obteve-se um circuito barato, simples, e compatível com o "hardware" do PC.

CAPÍTULO IV

MÉTODO DE ORGANIZAÇÃO DOS DADOS NA FITA E NO SINAL DE VÍDEO

4.1 - Introdução

Aborda-se a forma de distribuição dos dados e sua relação com os tempos de leitura e gravação da fita. Realiza-se um estudo para a definição do tamanho dos setores de dados e sua localização dentro da área útil de um campo de imagem. Será visto como os arquivos são organizados na fita e como são recuperados desta para o micro computador.

4.2 - Tempos de Leitura e Distribuição dos Setores

Um setor é o menor pacote de dados transmitidos para o VCR. Na figura 4.1 pode-se rever a estrutura de um setor e o número de bytes usados em cada área:

FLAG 1 BYTE	ENDEREÇO 2 BYTES	CONTROLE 7 BYTES	DADOS 'N' BYTES	CRC 2 BYTES	FLAG 1 BYTE
----------------	---------------------	---------------------	--------------------	----------------	----------------

TOTAL DE BYTES EM UM SETOR = 13 Bytes + área de DADOS

Figura 4.1 - Distribuição dos bytes de um setor

Antes de discutir sobre quando e de que forma os setores podem ser gravados no VCR (sinal de vídeo) é importante definir qual é a melhor forma de ler os dados dos arquivos em disco rígido e como esta ação afeta a distribuição dos tempos.

4.2.1 - Leitura dos setores do disco

O método mais simples de se ler um conjunto de arquivos de um disco e transmiti-los para a fita pode ser resumido nos seguintes passos:

- 1º Passo - Abrir um arquivo para a leitura;
- 2º Passo - Ler um setor do arquivo;
- 3º Passo - Preparar e gravar o setor no VCR;
- 4º Passo - Repetir os passo 2 e 3 até o fim do arquivo;
- 5º Passo - Repetir os passos de 1 a 4 até o fim dos arquivos.

Neste ponto é importante saber que o tempo gasto pelo Sistema Operacional do Microcomputador (DOS) para a leitura do disco envolve duas transferências de memória, além dos tempos de acesso mecânicos do disco. Primeiramente o DOS lê os dados do disco e os aloca numa posição de memória, transferindo-os somente ao final de todo o processo de leitura. Na figura 4.2 mostra-se a via percorrida pelos dados.

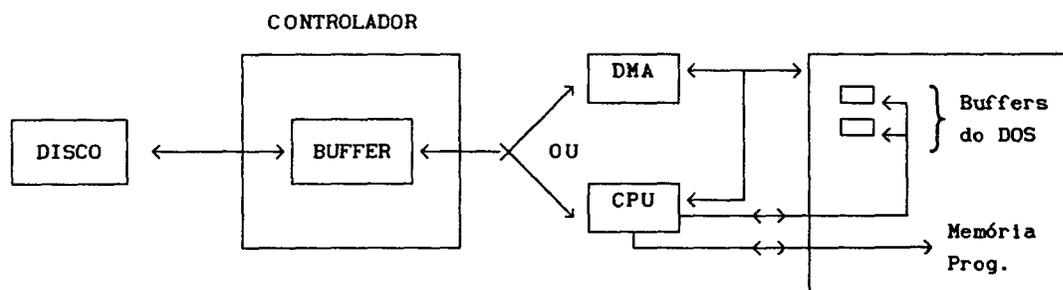


Figura 4.2 - Via percorrida pelos dados no PC

Como resultado dos passos anteriores tem-se uma distribuição de tempos na transmissão, conforme mostrado na figura 4.3.

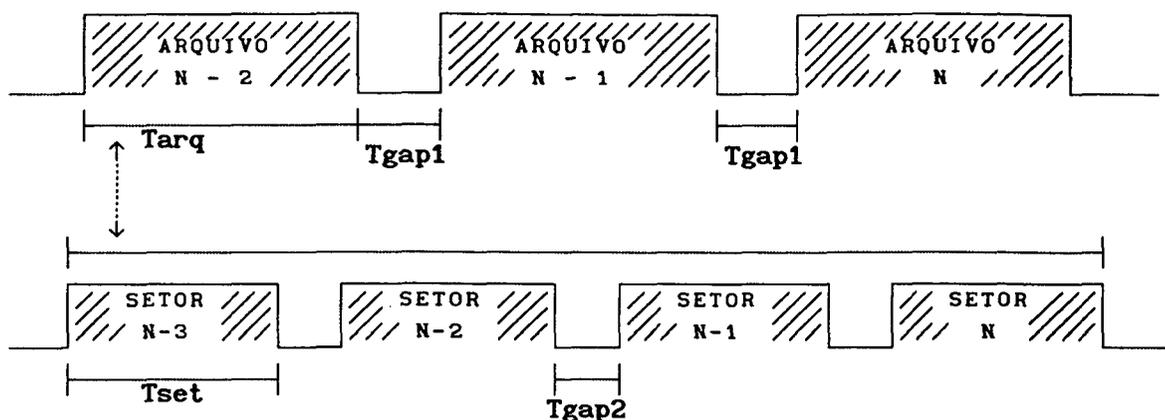


Figura 4.3 - Distribuição de tempo entre setores e arquivos

Pode-se dividir os tempos apresentados na figura 4.3 em três classes distintas: (1) os que dependem da velocidade do PC, (2) os que dependem da placa de transmissão e (3) os que dependem da placa e do PC conjuntamente. O tempo T_{gap1} (tempo para abrir um arquivo) e T_{gap2} (tempo para ler e preparar um setor) são dependentes do PC e de seu disco rígido. Já T_{set} (Tempo de duração de um setor) depende da velocidade de transmissão da placa de comunicação, e T_{arq} (tempo para a transmissão de um arquivo) que é função de todos os tempos envolvidos.

Para obter o máximo desempenho do PC e do VCR, deve-se pesquisar métodos e soluções que levem à redução de todos os tempos envolvidos. No caso atual, e para manter a independência de hardware, não é possível reduzir T_{gap1} , pois a redução de T_{gap1} implica no desenvolvimento de rotinas de acesso direto ao disco, eliminando a ação do DOS. O não uso das rotinas DOS é desaconselhável, pois pode tornar o sistema incompatível com os diversos

computadores e discos existentes. Resta, então, reduzir **Tgap2**.

Como se verá a seguir, as limitações de tempo que envolvem o PC estão mais relacionadas à velocidade do disco rígido do que a velocidade de operação do micro.

Para uma melhor clareza do tempo gasto na leitura do disco rígido, divide-se **Tgap2** em dois tempos distintos, como mostrado na figura 4.4: **Tgap2-a** é o tempo usado pelo DOS para consultar a tabela de alocação e transferir o próximo setor do arquivo; **Tgap2-b** é usado pelo programa de controle para preparar o setor de dados para a transmissão, i.e., o setor é catalogado e classificado como pertencente a um arquivo. Em **Tgap2-b** também estão incluídos os tempos de programação e verificação do estado do transmissor.

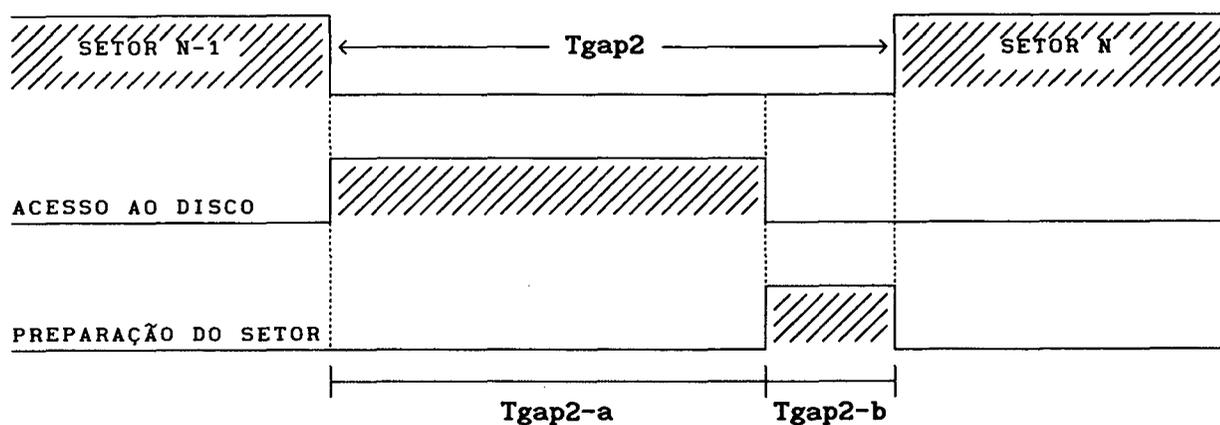


Figura 4.4 - Divisão de **Tgap2** em **Tgap2-a** e **Tgap2-b**

Supondo que **Tgap2-b** tenha sido otimizado ao máximo pelo programa de controle, resta saber como reduzir **Tgap2-a**. Na bibliografia consultada sobre o desempenho dos discos rígidos e das operações do DOS, a recomendação é realizar a maior transferência de dados a cada chamada das rotinas do DOS [Norton 2, 1989].

Para confirmar esta recomendação, foi construído um pequeno programa. Este realiza a leitura de um arquivo de 64 Kbytes, usando um número crescente de setores a cada leitura. Os tempos obtidos não foram otimizados para o máximo desempenho, mas sim para verificar as diferenças de tempo entre os vários métodos de leitura. Estes resultados podem ser vistos na tabela 4.1.

NÚMERO DE SETORES	NÚMERO DE BYTES	TEMPO GASTO [s]
1	512	5,33
2	1024	3,35
4	2048	2,36
8	4096	1,87
16	8192	1,59
32	16384	1,48
64	32768	1,43
128	65535	1,42

Figura 4.1 - Tempo de leitura de um arquivo de 64KBytes

O DOS não realiza transferências de mais de 128 setores por vez, implicando que o tempo gasto em transferências superiores a 64KBytes será proporcional a $128*N + X$, onde N é o número de blocos inteiros de 64 Kbytes do arquivo e X é a fração que falta para completar a quantidade de bytes a transferir.

Como se pode observar na Tabela 4.1, há um ganho expressivo de tempo quando se realiza a leitura do maior número de setores possível. O resultado deste método de leitura sobre a distribuição de tempos é a soma de todos os tempos T_{gap2-a} de cada setor com T_{gap1} . Isto resulta em uma

redistribuição de tempos na fita, conforme mostrado na figura 4.5.

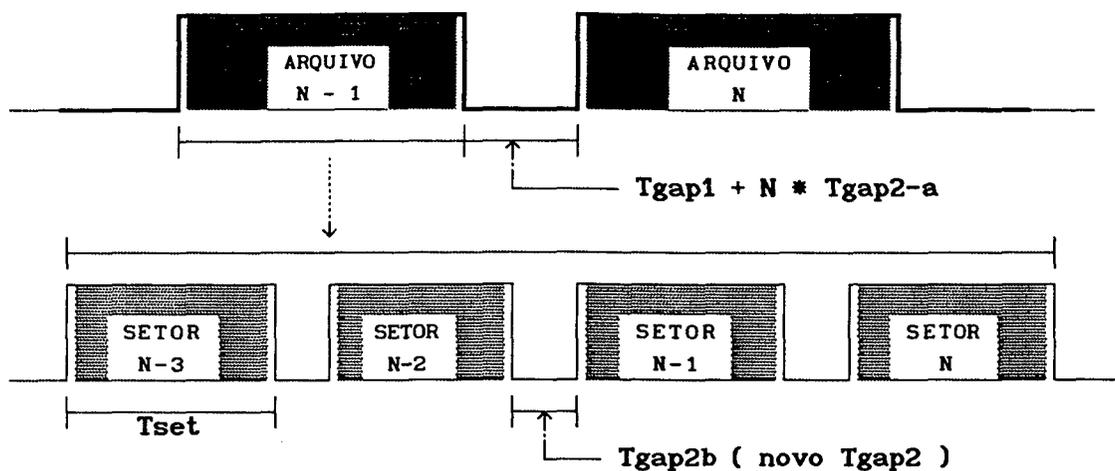


Figura 4.5 - Redistribuição de tempos para a leitura e transmissão de dados.

A vantagem deste método está em que o tempo resultante de $N * T_{gap2-a}$ é muito inferior ao que seria obtido, se o disco fosse lido setor a setor.

4.2.2 - Definindo um Bloco

Do método de leitura anterior, pode-se definir uma nova entidade chamada bloco que será usada na gravação dos dados. Um bloco é definido como o conjunto dos N setores lidos para a memória e transmitidos para o VCR. Um bloco pode conter um ou mais arquivos, ou partes de um arquivo.

Utilizando o conceito de bloco, pode-se redistribuir os dados na fita conforme o exemplo da figura 4.6.

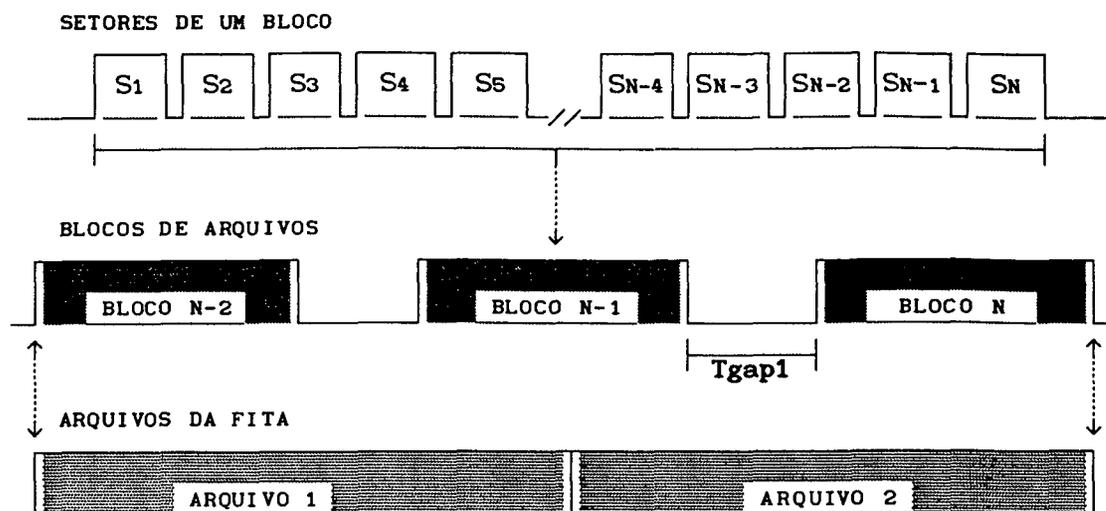


Figura 4.6 - Distribuição dos blocos em uma fita

4.3 - Distribuição dos Setores no Sinal de Sincronismo

A partir do conhecimento obtido sobre os tempos envolvidos na leitura dos setores, pode-se calcular, qual é a melhor forma de distribuí-los dentro dos pulsos de sincronismo. O primeiro passo é obter o valor de T_{gap2} . Em testes de laboratório, o valor de T_{gap2} , para um PC-XT trabalhando na frequência de 4,77 MHz, ficou na ordem de 900 μ s ou aproximadamente 15 linhas horizontais. O segundo passo é definir quantos setores devem ser colocados dentro de um campo de imagem e, a partir deste valor, calcular qual é o número de bits por linha que satisfaz esta condição.

Considerando que o pior caso para a distribuição de um setor seja um por campo, pode-se usar os períodos de sincronismo vertical e chaveamento das cabeças como área livre para T_{gap2} . Com isto, economiza-se área útil, já que estes períodos não são utilizados para a gravação de dados. O resultado visual desta distribuição pode ser visto na figura 4.7.

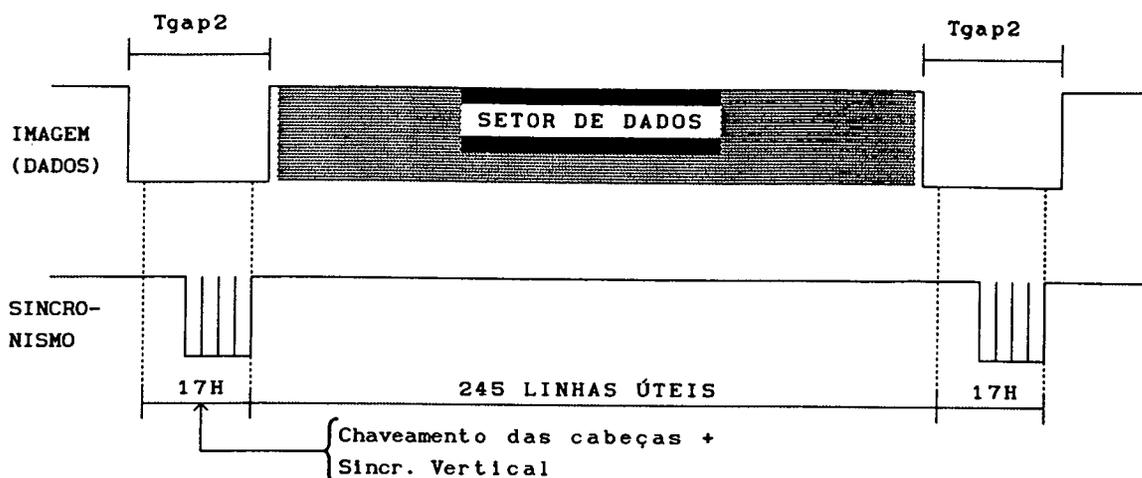


Figura 4.7 - Distribuição de "um" setor em "um" campo de vídeo

Para realizar esta distribuição deve-se calcular qual é o número de bits/linha que permite ao setor ocupar as 245 linhas úteis de um campo. Para simplificar a análise, apresenta-se a seguir apenas os cálculos de distribuição para setores de 512 bytes. Os valores obtidos para setores maiores serão apresentados posteriormente.

Sabendo que um setor possui 525 bytes (512 bytes de dados e 13 bytes usados pelo SDLC), calcula-se o número total de bits a transmitir (TBST) como segue:

$$TBST = (\text{TOTAL DE BYTES A TRANSMITIR}) * (\text{NÚMERO DE BITS/BYTE}) \quad (4.1)$$

$$TBST = 4200 \text{ (BITS / SETOR)} \quad (4.2)$$

Como se deseja ocupar as 245 linhas úteis de um campo, divide-se este valor (TBST) pelo número de linhas úteis de um campo, resultando o número de Bits/Linha (BITSL):

$$BITSL = 4200 / 245 \quad (4.3)$$

$$BITSL = 17,14 \text{ (BITS / LINHA)} \quad (4.4)$$

Como não se pode transmitir um número fracionário de bits por linha, arredonda-se este número para cima, então:

$$\text{BITS/L} = 18 \text{ bits/linha} \quad (4.5)$$

Usando a equação 2.3 para o pior caso, isto é, uma transmissão de "0s" e "1s" alternados, obteve-se a frequência máxima de operação como sendo:

$$\text{FreqMax} = 1 / (2 * (\text{Duração de um Bit})) \quad (4.6)$$

$$\text{FreqMax} = 1 / (2 * (58.5\mu\text{s} / 18)) \quad (4.7)$$

$$\text{FreqMax} = 153.846,15 \text{ Hz} \quad (4.8)$$

Esta frequência é ainda muito inferior à máxima permitida para o VCR, (200 bits/linha ou 1.700.608,0 Hz) e a opção seria aumentar o número de setores por campo.

Desejando um campo com dois setores ou mais, deve-se considerar a perda das 15 linhas entre setores necessárias para T_{gap2} . A seguir, um exemplo para o cálculo de BITS/L com dois setores por campo.

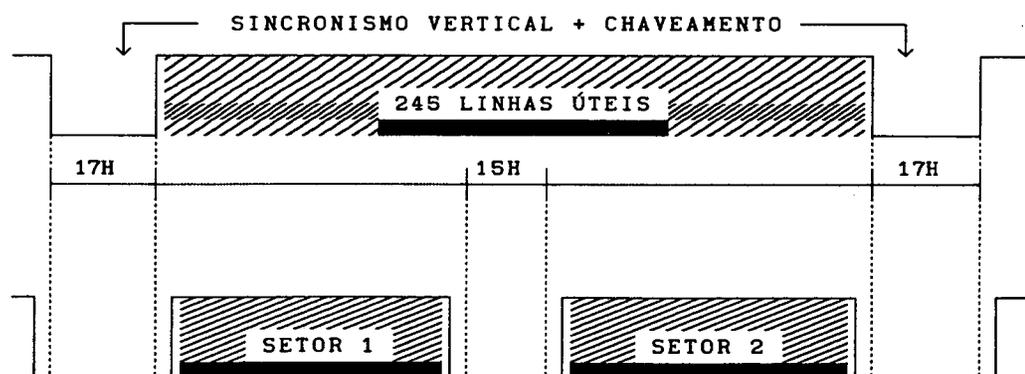


Figura 4.8 - Distribuição de dois setores em um Campo

Como pode ser visto na figura 4.8, a colocação de mais de um setor por campo impõe a perda de 15 linhas entre os setores. Com isto o total é de 230 linhas úteis e 8400 bits a transmitir, relativos aos dois setores. Isto resulta em um BITSL de:

$$\text{BITSL} = 8400 \text{ (bits/campo)} / 230 \text{ (linhas \u00fasteis/campo)} \quad (4.9)$$

$$\text{BITSL} = 36,5 \text{ bits/linha} \quad (4.10)$$

Ou arredondando:

$$\text{BITSL} = 37 \text{ bits/linha} \quad (4.11)$$

Ainda assim, tem-se uma taxa inferior \u00e0 m\u00e1xima permitida. Seguindo o procedimento anterior, pode-se calcular BITSL, at\u00e9 o m\u00e1ximo desempenho do VCR. A tabela 4.2 mostra os resultados de BITSL para todas as distribui\u00e7\u00f5es poss\u00edveis.

SETORES POR CAMPO	LINHAS \u00fasTEIS	TOTAL DE BITS/CAMPO	BITSL Bits/Linha
1	245	4200	18
2	230	8400	37
3	215	12600	60
4	200	16800	84
5	185	21000	114
6	170	25200	148
7	155	29400	190

Tabela 4.2 - C\u00e1lculo de BITSL (bits/linha) para N setores de 512 Bytes

A tabela 4.2 está teoricamente correta, mas deve-se ainda considerar o processo de "Zero Insertion Bit" usado pelo transmissor paralelo/serial. Este processo provoca um aumento no número de bits a transmitir, que pode ocasionar erros de distribuição dos setores.

Para evitar a ocorrência de erros, quando um setor ultrapassa a área definida para a sua localização, o próximo setor a ser transmitido salta um espaço de área utilizável. Exemplificando, suponha que as áreas 1,2 e 3 são usadas na transmissão dos setores e que o setor da área 1 se sobrepôs na área 2. Finda a transmissão do setor 1, o programa de controle detecta a sobreposição, desprezando o resto da área 2 e iniciando a gravação do novo setor sobre a área 3. A figura 4.9 exemplifica esta situação.

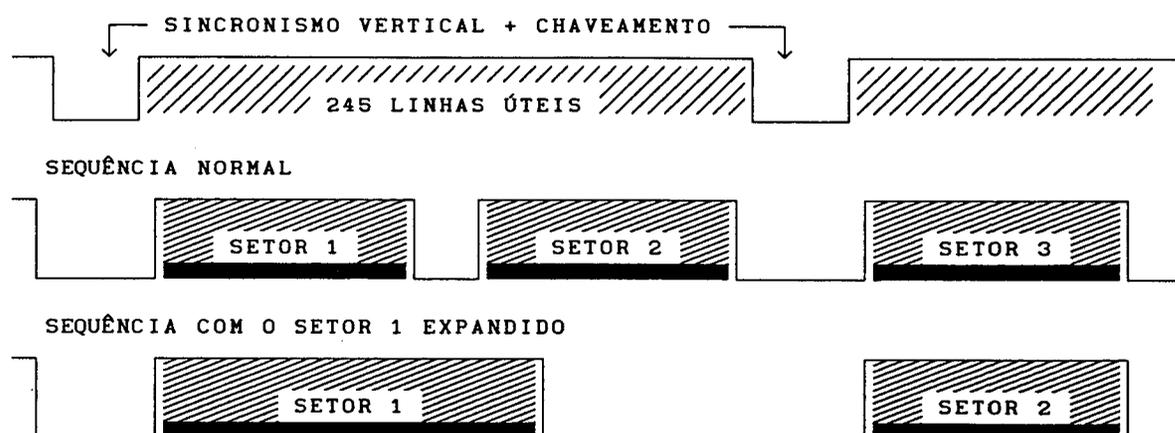


Figura 4.9 - Influência da inserção de zeros sobre a distribuição dos setores

Este processo de salto de áreas mantém os setores sincronizados com os pulsos de sincronismo vertical, isto é, todo o setor que inicia em um campo deve estar completamente contido dentro deste campo. Isto é necessário porque o transmissor é desabilitado durante os períodos de sincronismo vertical e chaveamento das cabeças. Um setor que ficasse dividido pelo sincronismo vertical impõe ao receptor a necessidade de gerar pulsos de

amostragem que terminem e iniciem exatamente nas mesmas posições usadas pelo transmissor (primeira e última linha de um campo). É possível usar a mesma estrutura de controle do transmissor para o receptor, mas um ruído durante o sincronismo vertical, poderia provocar um erro de leitura. Outro fator importante é que as áreas de chaveamento das cabeças e sincronismo vertical são sempre utilizadas como tempo para Tgap2 e isto economiza áreas úteis de gravação.

Para evitar que ocorram muitas sobreposições e, com isso, a perda de áreas úteis, deve-se considerar um aumento no número de BITSL. Na prática, o pior caso para o aumento de um setor é de 20%, caso todo ele fosse constituído de "1s" (um "0" é inserido a cada cinco "1" consecutivos). Como uma ocorrência deste tipo é muito rara, optou-se por uma proteção de apenas 10% para os setores mais longos.

Aplicando um aumento de 10% sobre os bits transmitidos, os resultados para BITSL ficam alterados conforme os valores da tabela 4.3.

SETORES POR CAMPO	BITSL 10% (Bits/Linha)	DURAÇÃO DO BIT (ns)	ÁREA OCUPADA POR Tgap2 %
1	20	2925	0
2	41	1427	5,71
3	66	886	11,42
4	93	629	17,14
5	126	464	22,86
6	163	359	28,57
7	209	280	34,28

Tabela 4.3 - Número de bits/linha corrigidos de 10% para setores de 512 Bytes

Repetindo-se as operações anteriores para blocos maiores de dados, obtém-se os valores da tabela 4.4. Os valores escolhidos para cada tamanho de setor representam a soma de 128 bytes a cada valor anterior, partindo de um setor mínimo de 512 bytes. O uso de 128 bytes como constante de acréscimo é interessante pois este valor representa 1/4 de um setor no disco, ou seja, 512 dividido por 4. Valores gerados nesta base de acréscimo facilitam o processo de gerenciamento do disco e aumentam o desempenho das rotinas de gravação [Norton 2, 1989].

Na Tabela 4.4 não estão incluídos os valores para arranjos superiores a 4 setores por campo. Estes valores foram excluídos com base no cálculo da área ocupada por Tgap2, conforme mostrado na Tabela 4.3. Os arranjos com mais de 4 setores por campo apresentam uma perda de mais de 20% da área útil com Tgap2 e, neste caso, é preferível aumentar o número de bytes por setor e diminuir o número de setores por campo.

SETORES POR CAMPO	BYTES POR SETOR				
	512	640	768	896	1024
1	20 ↓	24 ↓	29 ↓	33 ↓	38 ↓
2	41	50	60	70	80 ↑
3	66	81 ↑	96 ↑	112 ↑	128 ↑
4	93 ↑	115 ↑	138 ↑	160 ↑	183 ↑

Tabela 4.4 - Número de Bits/Linha para diferentes valores de distribuição

Nem todos os valores da Tabela 4.4 podem ser usados na prática, ou por motivos lógicos ou por motivos ligados à eletrônica do projeto. Das combinações anteriores pode-se eliminar as seguintes combinações:

1x1024 e 1x896 - Estes setores são muito longos e, portanto, mais sujeitos a erros de fita. É possível gravar-se a mesma quantidade de bytes através de combinações com mais setores por campo;

1x512, 1x640 e 1x768 - Além de ocuparem grandes áreas como as combinações anteriores, estas também possuem um baixo desempenho, aquém das capacidades do VCR;

Os setores anteriores foram marcados com o sinal (↓) na Tabela 4.4. Dos valores restantes nenhum ultrapassa o limite máximo de 200 símbolos por linha, mas, como pode-se ver a seguir, o limite imposto pelo "hardware" está abaixo deste valor. Os parâmetros de "hardware" que definem a máxima taxa de símbolos por linha, são os seguinte:

a) Deslocamento do bit serial - O tempo gasto pelo transmissor para alterar os bits após o recebimento de um pulso de TX-Clock gera uma defasagem de tempo entre os pulsos de transmissão e os dados seriais. Este deslocamento varia conforme as condições de temperatura e do clock de operação. A Figura 4.10 mostra este deslocamento, sendo que o máximo valor esperado é de 300 ns;

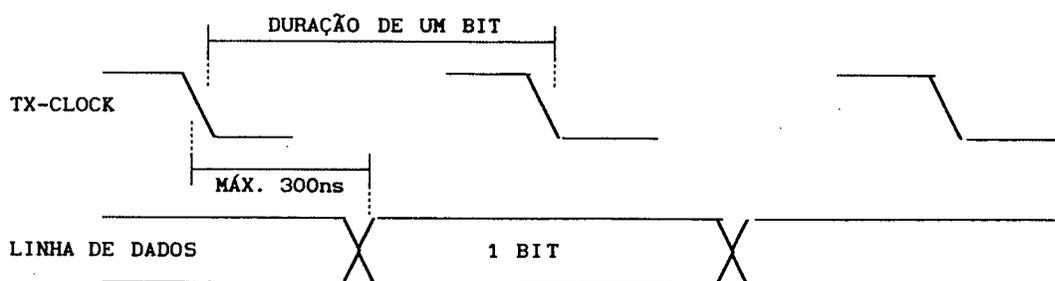


Figura 4.10 - Deslocamento da linha de dados em relação aos pulsos de transmissão.

b) Defasagem entre TX clock e RX clock - Os pulsos de clock de transmissão e recepção são derivados de uma mesma frequência de 14,318180

MHz. Na transmissão, TX-Clock está síncrono com os pulsos de sincronismo, uma vez que é gerado a partir do mesmo clock. Isto não ocorre com RX-Clock durante a recepção, pois os pulsos de sincronismo são extraídos do VCR e possuem um leve "jitter" com relação ao clock da interface. O desvio máximo esperado é de 70ns, que corresponde a um período do clock de operação da "interface";

c) Tempos de "Hold" e "Set-Up" para os pulsos de recepção- O conversor serial/paralelo especifica que um bit de dado deve permanecer estável 50ns antes e após os pulso de recepção, para que estes possam ser corretamente lidos, ou seja, 100ns de estabilidade garantida;

d) Variações do nível de comparação - Conforme já visto no Capítulo III, existem dois níveis de comparação para o sinal de vídeo composto, um para o sincronismo e outro para os dados. Devido a alterações no ponto de comparação, provocados por: falta de precisão dos componentes, ajuste dos comparadores, deterioração do sinal e variações bruscas do nível DC, podem ocorrer alterações de duração, forma e distância entre os pulsos de sincronismo e dados conforme ilustra a Figura 4.11. O tempo esperado para este desvio foi calculado como sendo de 250ns.

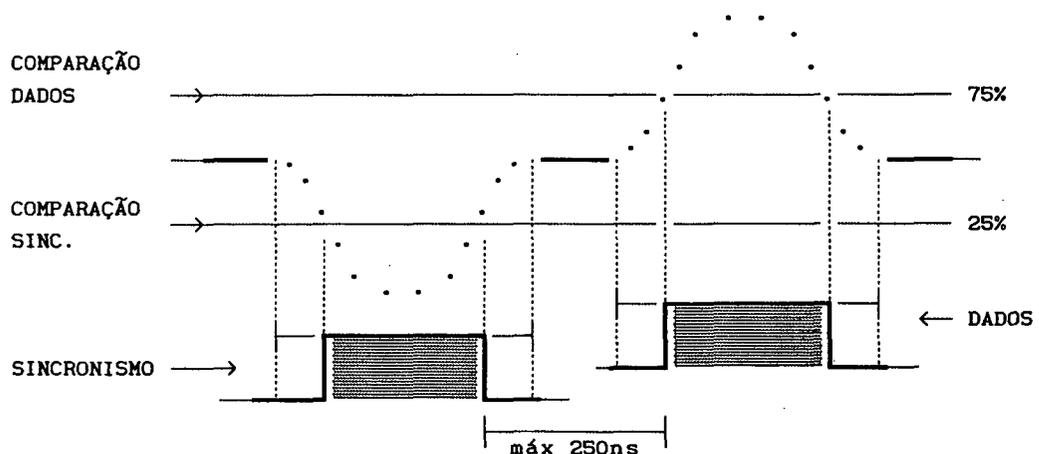


Figura 4.11 - Desvio Sincronismo / Dados adicionado pelo Conv. Vídeo/Digital

Considerando-se o pior caso, ou seja, a soma positiva ou negativa de todos os desvios, tem-se então um total de 720ns. Este valor corresponde a uma taxa de 82 símbolos por linha, o que elimina todas as combinações da Tabela 4.4 que ultrapassem ou fiquem muito próximas a esse valor, este valores foram marcados com o sinal "↑" na Tabela 4.4.

Das opções restantes, a escolhida foi a de dois setores por campo, pois esta taxa possibilita uma folga para as variações do sinal e simplifica a programação, pois 512 bytes correspondem ao tamanho padrão dos setores no disco rígido. A figura 4.12 mostra a comparação entre os tempos desta opção e o tempo mínimo requerido para a duração de um bit.

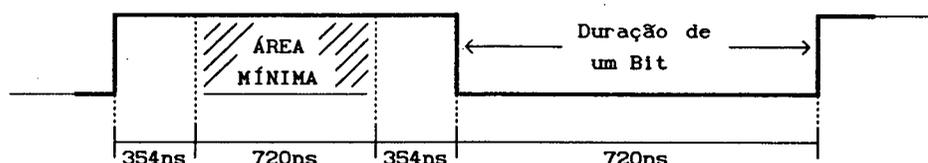


Figura 4.12 - Bandas de proteção para dois setores de 512 bytes

Uma vez definido o número de setores por campo, pode-se calcular qual é a máxima taxa efetiva de transmissão entre o computador e o VCR (TTCV), em bytes por segundo.

$$\text{TTCV} = (\text{bytes por campo}) * (\text{frequência de campo}) \quad (4.12)$$

$$\text{TTCV} = 2*512 (\text{dois setores}) * 60 (\text{campos por segundo}) \quad (4.13)$$

$$\text{TTCV} = 1024 * 60 = 61440 \text{ bytes por segundo} \quad (4.14)$$

4.4 - Organização dos Setores na Fita

Como visto, a leitura dos arquivos processa-se com a criação de blocos de memória com N setores. Para facilitar o processo de leitura da fita, os setores e blocos transmitidos são catalogados como fazendo parte de um único arquivo em fita. No fim da transmissão, a posição relativa de cada arquivo na fita é registrada em um arquivo desta (diretório da fita).

Com a gravação em um arquivo único na fita, pode-se prever tanto a posição quanto o tempo necessário para a leitura dos arquivos individuais, podendo-se realizar um processo rápido de localização destes.

4.5 - Método de Leitura da Fita e Gravação em Disco

Os tempos estudados até o presente momento (T_{gap1} , T_{gap2} , etc..) foram todos otimizados para o processo de gravação dos setores, sem preocupação sobre o efeito destes sobre o processo de leitura da fita. A seguir serão vistas as implicações destes tempos sobre o processo de leitura e, como estes afetam a gravação no disco e vice-versa.

4.5.1 - Análise de T_{gap2} para a recepção

Supondo uma gravação de setores como apresentada na figura 4.13, com a leitura da fita se processando da esquerda para a direita, pode-se tirar as seguintes conclusões:

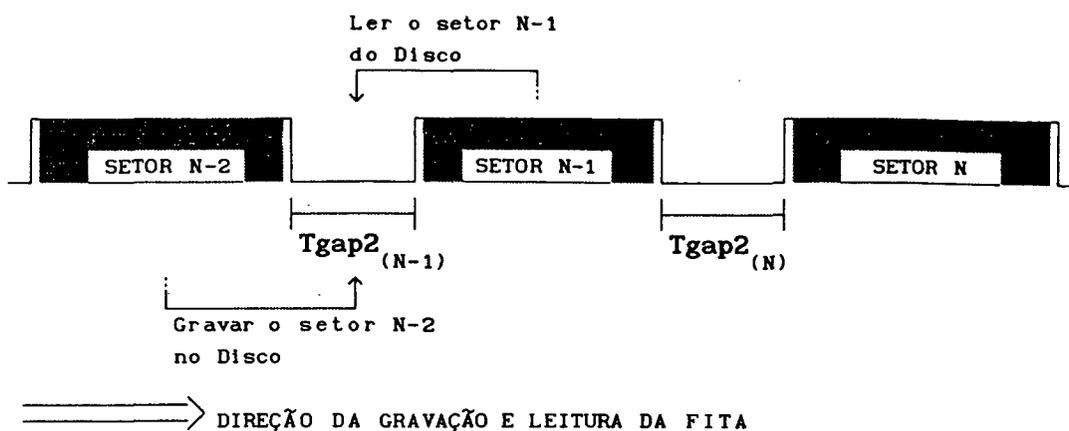


Figura 4.13 - Relação entre T_{gap2} e os processos de leitura e gravação

Durante a gravação, T_{gap2} representa o tempo gasto pelo sistema para preparar um setor para a transmissão, mas durante a leitura este é o tempo disponível para registrar e salvar o conteúdo do setor anteriormente gravado, conforme ilustra a figura 4.13.

Como o transmissor é quem fixa o tamanho de T_{gap2} , os dados não sofrem nenhum dano durante a gravação, pois uma variação para mais ou para menos de T_{gap2} somente diminui ou aumenta o tempo de gravação ou ainda a capacidade de armazenamento da fita.

Para o receptor a situação em relação a T_{gap2} é crítica. Tendo-se um tempo muito pequeno para T_{gap2} , o receptor poderá não estar pronto para iniciar a leitura do próximo setor antes do término do registro do setor anterior. Nesta situação todos os dados do próximo setor seriam perdidos.

Para evitar esta falha durante a leitura dos setores, o tempo para T_{gap2} , anteriormente definido como sendo de 15H, também foi fixado como sendo um tempo mínimo, ou seja, mesmo que o transmissor possa iniciar a gravação com menos tempo, este não o fará, forçando sempre um espaço mínimo de 15H entre os setores. Com esta medida se resolve o problema originado por T_{gap2} . É importante lembrar que os setores lidos somente são gravados em disco

quando completam um bloco de N setores na memória.

4.5.2 - Análise de T_{gap1} para a Recepção

A análise de T_{gap1} é bem mais complexa que a realizada sobre T_{gap2} , apesar das limitações serem as mesmas, isto é, o tempo T_{gap1} usado na gravação de um bloco corresponde ao tempo de leitura do bloco seguinte, conforme é ilustrado na figura 4.14. Para evitar a ocorrência de erros semelhantes aos de T_{gap2} , fixa-se um valor mínimo para T_{gap1} . Como este valor é fixado a partir do pior tempo de gravação, deve-se analisar métodos que possibilitem a obtenção dos menores tempos possíveis para T_{gap1} .

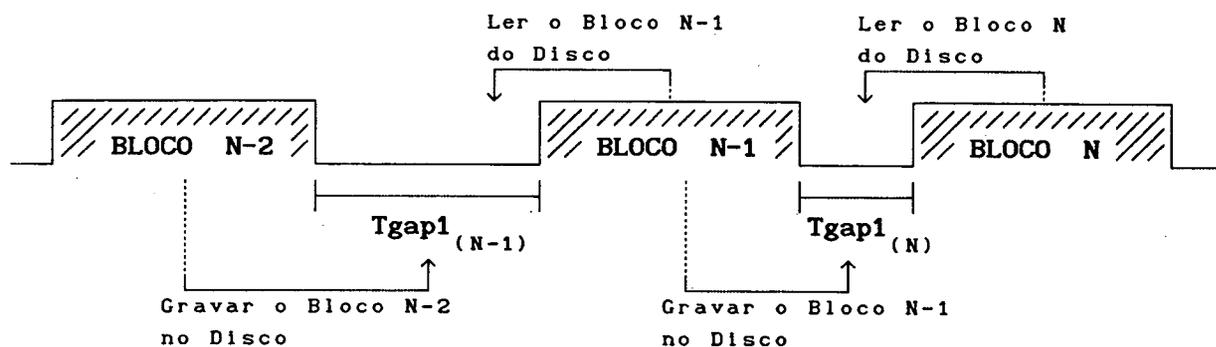


Figura 4.14 - Relação entre os tempos de leitura e gravação de um bloco

A idéia inicial seria utilizar o mesmo método já usado na leitura dos setores. Este método simples possui sérias limitações práticas: voltando à figura 4.15, suponha que o Bloco N-1 seja composto de 10 arquivos individuais e que o Bloco N contenha apenas um. Como se vê, tem-se um tempo $T_{gap1(N-1)}$ bem maior que o tempo $T_{gap1(N)}$, já que esse último corresponde ao tempo de leitura de apenas um arquivo. Para realizar a gravação do bloco N-1, o receptor dispõe apenas do tempo de $T_{gap1(N)}$ que, por ser menor que $T_{gap1(N-1)}$ fará com que o receptor não termine a gravação antes do início do bloco N.

Para se obter um valor mínimo confiável para T_{gap1} , tem-se de ajustá-lo para o pior caso, onde cada setor de um bloco seria considerado um arquivo individual. A dificuldade está na impossibilidade de fixar um tempo razoável para T_{gap1} , mesmo nestas condições. Por exemplo, um bloco que possuísse 10 arquivos espalhados em diversas áreas do disco, teria um tempo de leitura inferior àquele em que todos os arquivos estivessem em uma mesma área do disco.

Uma solução alternativa é fixar o tempo mínimo para T_{gap1} baseado no tempo de leitura do setor anterior, ou seja:

$$T_{gap1}_{(N)} \geq T_{gap1}_{(N-1)} + T_g$$

Onde T_g varia de 0 ao tempo necessário para tornar verdadeira a expressão. O tempo usado na equação para o cálculo do valor mínimo sempre se baseia apenas no tempo de leitura do bloco anterior e não no tempo mínimo do T_{gap1} anterior.

Apesar destas considerações, o total de variáveis que podem influenciar a leitura e gravação do disco são tais que uma previsão para T_{gap1} tem que ser superestimada, o que provoca uma grande redução no tempo útil de gravação [Norton 2, 1989]. Em testes práticos, o valor de T_{gap1} chegou a ultrapassar em mais de 50% os valores médios esperados.

A solução encontrada para ter um valor para T_{gap1} , que mesmo superestimado fosse pequeno e ainda possuísse uma pequena variação em torno de um valor médio, foi a gravação dos arquivos em apenas um arquivo no disco. Para entender os ganhos deste método basta analisar dois aspectos desta forma de gravação:

- 1) O arquivo único é aberto apenas uma vez e, antes de iniciar a leitura da fita, isto é, o DOS não necessita realizar N buscas no(s) diretório(s) para realizar a gravação dos N arquivos de um bloco. O único acesso do DOS sobre o disco, fora para gravação dos dados, é feito sobre a

tabela de alocação dos setores, na qual as áreas livres do disco são identificadas e marcadas como ocupadas após a gravação;

2) A velocidade de gravação de um bloco é praticamente independente do número de arquivos deste bloco, ou seja, o tempo para gravar um ou dez arquivos varia muito pouco;

Para se ter uma idéia comparativa entre os dois métodos basta observar os valores apresentados na tabela 4.5, que apresenta o tempo gasto pelo DOS para abrir e gravar um certo número de arquivos, em comparação com o tempo gasto para gravar o mesmo número de bytes em um arquivo único. Nota-se que o tempo para os arquivos individuais praticamente dobra, a cada vez que se duplica o número de arquivos enquanto que, para o arquivo único, este tempo cresce de forma menos expressiva, além de possuir um tempo total muito inferior.

ARQUIVOS	VÁRIOS	ÚNICO (*)
1	0,4396s	0,0504s
2	0,8242s	0,0549s
4	1,0440s	0,0549s
8	1,7582s	0,0549s
16	2,6923s	0,1099s
32	4,6703s	0,2198s
64	8,7363s	0,3297s
128	17,5824s	0,7692s

(*) - Para o arquivo único não foi incluído o tempo de abertura do mesmo, uma vez que esta se faz antes do processo de leitura se iniciar.

Tabela 4.5 - Comparação entre tempos de gravação para um arquivo único e vários arquivos. O total de bytes gravados é sempre o mesmo.

Finda a operação de leitura, o programa de controle realiza a divisão do arquivo único, onde os arquivos individuais são criados e separados. Este processo possibilita a re-seleção dos arquivos, mesmo após estes já terem sido lidos da fita, eliminando arquivos indesejados.

4.6 - CONCLUSÃO

Na versão atual do programa de controle, as rotinas de separação dos arquivos usam as facilidades do DOS. Em um desenvolvimento futuro, o uso de rotinas de alocação direta deverá melhorar em muito a velocidade de operação do sistema. O uso destas rotinas fará com que não haja movimentação de dados no disco, sendo as alterações realizadas apenas sobre a tabela de alocação e a estrutura dos diretórios.

Todas as situações e considerações apresentadas neste capítulo foram exaustivamente testadas em laboratório. As soluções apresentadas, foram aquelas que tiveram melhor desempenho em situações reais de utilização.

CAPÍTULO V

SETORES DEFEITUOSOS E ANÁLISE DOS ERROS

5.1 - Introdução

Uma das principais características de qualquer meio de gravação é a sua probabilidade de ocorrência de erros. A seguir é abordado o VCR como meio de gravação analógica e digital em termos da ocorrência de erros, bem como os métodos utilizados para medir, identificar e proteger o sistema contra estes erros.

5.2 - Setores Defeituosos

Sabe-se que a principal fonte de ruídos do VCR é oriunda da fita de vídeo, que contém os defeitos chamados "dropouts". Observando o exemplo da figura 5.1 pode-se visualizar o efeito produzido por uma falha na fita sobre os setores gravados.

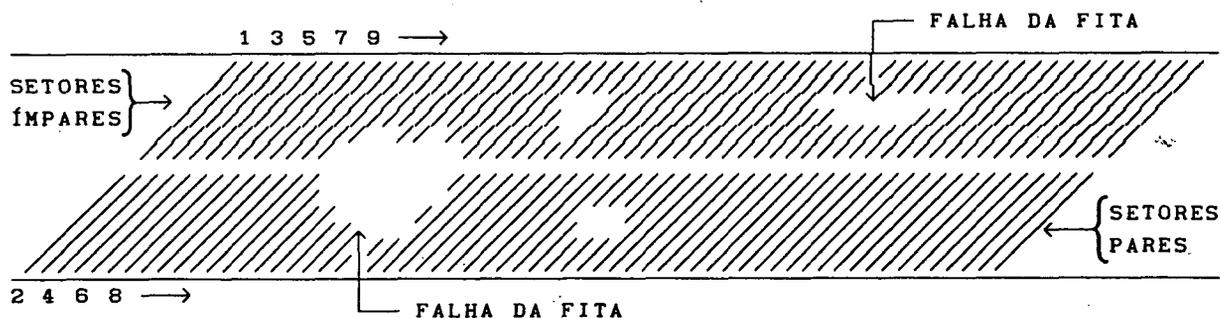


Figura 5.1 - Representação da atuação dos erros de fita sobre os setores

Após a gravação e leitura de 10 fitas, obteve-se uma média de 1083,2 setores errados por hora de gravação. Na tabela 5.1 são apresentados os valores obtidos para cada fita.

FITA NÚMERO	SETORES CERTOS	SETORES ERRADOS	% DE ERROS	TIPO DE FITA	ESTADO DA FITA
1	431.358	642	0,1486	CR.SHG	NOVA
2	431.318	682	0,1579	CR.EQ	NOVA
3	431.618	382	0,0884	CR.SHG	NOVA
4	431.250	750	0,1736	CR.EQ	NOVA
5	430.571	1.429	0,3308	CR.SHG	NOVA
6	430.486	1.514	0,3517	CR.SHG	NOVA
7	431.406	594	0,1377	CR.SHG	NOVA
8	430.689	1.311	0,3044	CR.EQ	NOVA
9	430.041	1.959	0,4555	CR.EQ	NOVA
10	430.431	1.569	0,3632	CR.EHG	NOVA
TOTAL	4.309.168	10.832	0,2507	-----	-----

Tabela 5.1 - Resultado da leitura de 432000 setores (1Hora) em 10 fitas

Outra medida importante realizada sobre os erros foi a das seqüências de erros, isto é, por quantos setores errados e consecutivos ocorre uma falha na fita, conforme ilustra a tabela 5.2.

SEQ. ERROS	FITAS TESTADAS										TOTAL %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	345	284	178	416	1318	323	277	698	1037	906	66,3228
2	113	153	71	283	770	92	114	222	319	257	27,4604
3	13	29	15	75	129	33	25	41	67	36	5,3109
4	3	0	3	5	10	2	1	4	15	5	0,5506
5	0	1	1	1	1	4	2	6	1	1	0,2065
6	1	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0,0688
7	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0,0574
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,0115
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,0115

Total de "Dropouts" = 8718

Tabela 5.2 - Sequência de setores errados

Todos os valores da tabela 5.2 foram obtidos da análise das seqüências "pares" e "ímpares" de setores, ou seja, se os setores 2, 4 e 6 ou

11, 13 e 15 estão errados, então tem-se duas seqüências de três setores errados. Esta consideração é importante pois é mais comum que um erro prejudique os setores adjacentes dentro de uma mesma seqüência "par" ou "ímpar".

É interessante observar que as seqüências de erros estão concentradas entre "um" e "nove" setores errados, sendo esta característica já esperada, uma vez que a maioria dos "dropouts" também estão em uma faixa pequena de tamanhos, entre 0 e 3H.

O segundo programa de testes objetivou medir a largura dos "dropouts", de modo semelhante ao apresentado pela tabela 2.3, a qual foi obtida por Toshitada Doi (1978). Para obter-se uma tabela equivalente, usando a estrutura de "hardware" já existente, procedeu-se da seguinte forma:

1º - Foi realizada a gravação de 432000 setores (1 Hora) em cada fita de teste, usando-se da codificação NRZ. A mudança para o NRZ teve como objetivo evitar que um bit errado propagasse seu erro para outros bits, i.e., no formato NRZ cada bit representa seu valor real ("0" ou "1") independente do estado do bit anterior;

2º - O conteúdo do setor foi fixado em uma seqüência constante de bits. Esta seqüência foi escolhida de forma a permitir a maior permanência em "1", sem que ocorresse a inserção de zeros pelo transmissor;

3º - As fitas foram lidas e todos os seus setores defeituosos foram gravados em disco. Um programa especial leu o conteúdo destes setores, verificando a comprimento dos erros pela comparação com as seqüências esperadas de bits;

4º - As seqüências de bits errados em um setor foram agrupadas de dois em dois bytes. Este tipo de agrupamento surge da relação existente entre a área ocupada por dois bytes e a distância de $1/3$ de H usada na tabela 2.3, i.e., um terço de H corresponde a aproximadamente $21,17\mu s$. Considerando-se a duração de um bit da tabela 4.3, e multiplicando este valor por 8

(bits/byte), tem-se aproximadamente $11,41\mu s$, que é praticamente a metade de $1/3$ de H. Obteve-se como resultado deste programa a tabela 5.3, que representa a duração dos "dropouts" em número de bytes errados.

←→ BYTES	FITAS TESTADAS										FREQ. RELATIVA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1→2	792	1100	426	1124	3653	787	761	3126	2720	1734	83,4388
3→4	81	159	62	180	589	100	115	365	368	141	11,1094
5→6	24	41	22	99	220	41	37	174	192	39	4,57234
7→8	3	5	4	4	42	15	6	5	9	3	0,49375
9→10	1	4	0	4	14	2	2	6	5	5	0,22116
11→12	0	1	0	2	7	1	2	2	1	0	0,08229
13→14	0	1	0	1	6	4	0	0	0	0	0,06686
15→16	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0,01543

Tabela 5.3 - Comprimento dos "dropouts" em bytes (41 bits/linha)

Para uma análise comparativa entre os valores das tabelas 5.3 e 2.3, foi traçado o gráfico da fig. 5.4. A curva tracejada apresenta os pontos obtidos por Toshitada Doi (1978) e a curva contínua os pontos da tabela 5.3.

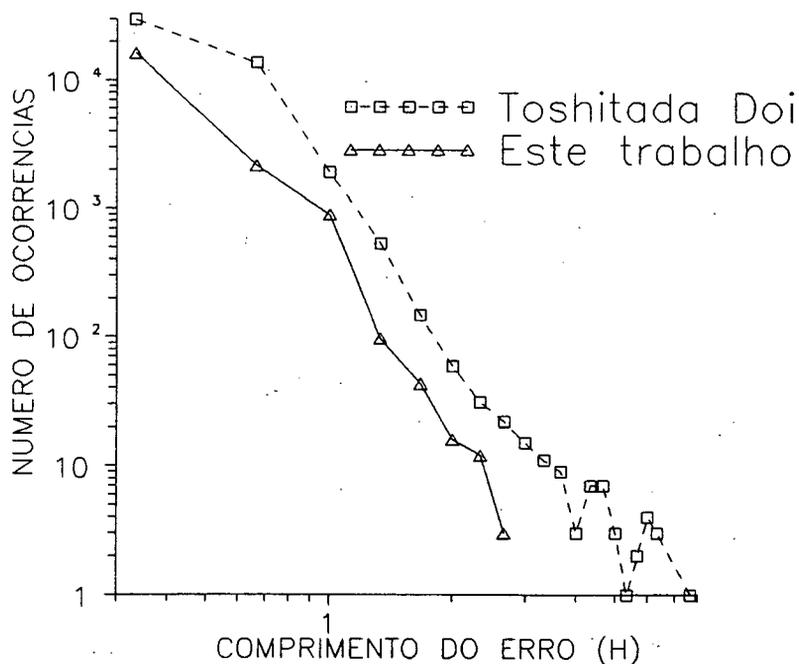


Figura 5.4 - Gráfico para a comparação entre os valores das tabelas 5.3 e 2.3

Apesar da tabela 5.3 ter sido obtida para um total de 10 fitas (6 fitas para a tabela 2.3), nota-se que os valores desta ficam abaixo dos de Toshitada Doi (1978). Esta diferença pode ser atribuída a vários fatores:

- 1º - O método usado para obter a Tabela 5.3 não é tão preciso quanto o usado por Toshitada Doi (1978);
- 2º - No caso da Tabela 5.3 apenas 80% (aproximadamente) da área útil foi testada na busca dos erros (área ocupada pelos setores);
- 3º - As fitas utilizadas podem ser melhores que as utilizadas por Toshitada Doi.

A observação mais importante sobre valores apresentados no gráfico 5.4 é a manutenção da característica de declínio dos erros, ou seja, apesar de representarem situações diferentes, as duas curvas possuem a mesma taxa de declínio dos erros em função do comprimento destes.

Conclui-se, dos gráficos e tabelas apresentados, que o sistema está operando dentro do esperado.

5.3 - Método de Proteção contra Setores Defeituosos

Do material apresentado no item anterior, surge a questão de como proteger o sistema contra as falhas da fita. Nos sistemas atuais de disco rígido e flexível o método utilizado é a pré-formatação do meio de gravação. Nestes casos o meio de gravação é previamente dividido, gravado e verificado. Como esta divisão é permanente, o DOS providencia para que as áreas marcadas como defeituosas, jamais sejam utilizadas para a gravação. Com o uso da pré-formatação, um meio de gravação fica sujeito apenas aos novos erros que

venham a ocorrer.

A pré-formatação, apesar de ser um meio excelente de proteção, não pode ser utilizada nos sistemas de vídeo cassete, visto que o VCR não fornece informações sobre qual parte da fita está gravando e também não permite que os dados sejam verificados imediatamente após serem gravados.

Além destes fatores, o surgimento de novos erros é muito comum em uma fita de vídeo, dada as condições do meio de gravação (a fita é puxada, tracionada e guiada por várias partes do VCR e sofre ainda a ação das cabeças rotativas).

Excluindo a pré-formatação, restam basicamente dois métodos eficazes de proteção contra os erros de fita, que são: [Rabba (1986), Proper (1983), Tan & Verneulen (1989)].

1º) Implementação de um código corretor de erros (CCE) - De forma semelhante ao processo já usado na geração do CRC, a criação de um CCE baseia-se em operações matemáticas com os dados. Um código de CCE produz, a partir de uma seqüência V_r de bits, outra seqüência V_n de bits de paridade que somados produzem a seqüência V_d de dados. Semelhante aos bytes de CRC, os bytes de CCE são incluídos e gravados junto aos dados, formando assim um novo vetor de dados [Rabba (1986)].

Durante a recepção, os V_n bits de paridade são capazes de recuperar a maior parte dos erros encontrados em uma gravação digital, sendo que a capacidade de recuperação de um CCE é proporcional ao número de bits de V_n e ao tipo de operações usadas na criação do mesmo. Normalmente quanto maior V_n , maior a capacidade de recuperação do código.

Esta forma de proteção é muito usada nos discos rígidos de última geração, onde um CCE de 32 Bits é capaz de corrigir erros de até 8 Bits, contínuos ou não, em setores de 512 bytes [Westen Digital (1990)]. Estes erros estatisticamente representam a maioria dos defeitos encontrados em um

disco rígido após a pré-formatação.

Observando os valores da tabela 5.3, vê-se que a maioria dos erros estão situados na faixa de 1 a 2 bytes de largura. Usando-se um código de 64 ou mais bits, poder-se-ia recuperar a grande maioria dos erros.

A dificuldade de implementar um CCE para os VCRs, reside no fato de que não há "chips" comerciais com a capacidade de proteção requerida e adaptados a operação em vídeo cassete, e o desenvolvimento de uma estrutura com componentes discretos representa um custo e complexidade além das expectativas do projeto, mesmo considerando o ganho obtido com a redução dos erros.

2º Repetição dos dados - A repetição dos setores, diferente do CCE, é fácil de ser implementada e não representa nenhum custo adicional ao "hardware". O princípio deste método é garantir que, pelo menos uma, de N cópias de um setor esteja probabilisticamente correta na fita. A figura 5.5 representa uma gravação com esta técnica.

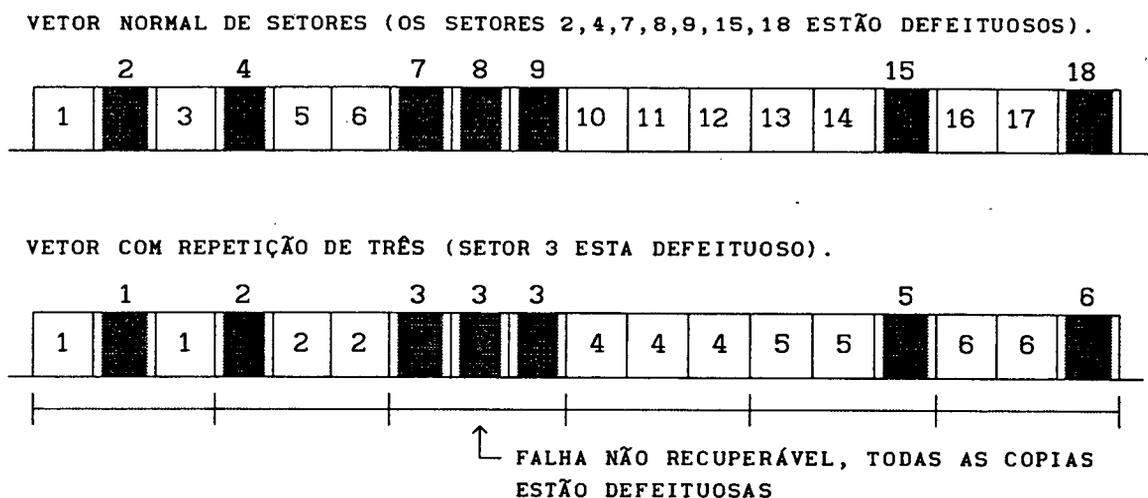


Figura 5.5 - Proteção por repetição de setores

O grande inconveniente deste método está na redução da capacidade de armazenamento da fita. Enquanto o método de CCE tem um rendimento na ordem de 80% ou mais [Rabba (1986), Jayanta (1983)], um fator de repetição de dois

(duas cópias por setor) reduz a capacidade da fita em 50%. Usando-se um fator de três tem-se apenas 33% desta capacidade.

A seguir serão abordadas várias técnicas de gravação baseadas neste processo e os métodos utilizados para reduzir o número de cópias necessárias.

5.3.1 - Repetição simples de setores

Uma forma de garantir que uma das cópias de um setor esteja correta é realizar uma gravação na qual o número de setores repetidos, seja maior que a maior seqüência de setores errados. Considerando os valores obtidos na tabela 5.2, para as seqüências de erro, pode-se concluir que este processo tornaria inviável a utilização da grande maioria das fitas, já que são comuns seqüências entre 4 e 10 setores errados.

Mesmo sacrificando a capacidade de armazenamento com o uso de várias cópias (10 ou mais), e desprezando todas as fitas com mais de 10 erros seguidos, o sistema ainda ficaria sensível ao aparecimento de novos defeitos, pois erros provocados por sujeira, dobra, risco ou mesmo o aumento das áreas já defeituosas, podem ocorrer e normalmente representam grandes falhas.

É fácil compreender a pouca proteção dada por este método. Basta considerar que 5 campos de vídeo (10 setores) ocupam um espaço de apenas 0,29mm do comprimento da fita, ou ainda, 0,083 segundos de gravação (5 vezes a largura das cabeça de vídeo mais as bandas de proteção, 0,058mm na velocidade SP [McGinty (1984)]).

5.3.2 - Repetição entrelaçada de Setores

Para tentar evitar que todas as cópias de um setor sejam prejudicadas por uma falha, pode-se espaçar os setores adjacentes de uma mesma cópia, garantindo que pelo menos uma das cópias esteja fora da área afetada. A figura 5.6 mostra uma gravação usando este método.

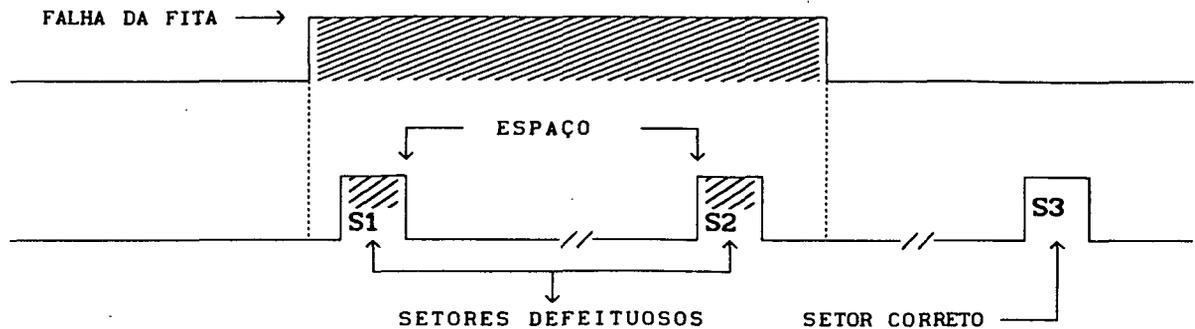


Figura 5.6 - Separação das N cópias de um setor na fita

Observando a figura 5.6 vê-se que as cópias de S1 e S2 estão perdidas, pois se encontram dentro da área defeituosa. Mas a cópia S3 está correta, pois ficou fora desta. Disto conclui-se que para garantir que uma das cópias esteja correta, é necessário que a distancia entre S1 e S_{N-1} seja maior que a maior seqüência de setores errados.

Na figura 5.6, nota-se que uma distribuição de setores na forma apresentada reduziria em muito a capacidade de gravação. Para uma melhor ocupação da fita, pode-se organizá-la como uma matriz M por N, de setores, onde cada coluna da matriz é gravada seqüencialmente na fita (S1.1, S2.1, S3.1 ... SM.1, S1.2, S2.2, S3.2, ...), conforme o exemplo da figura 5.7.

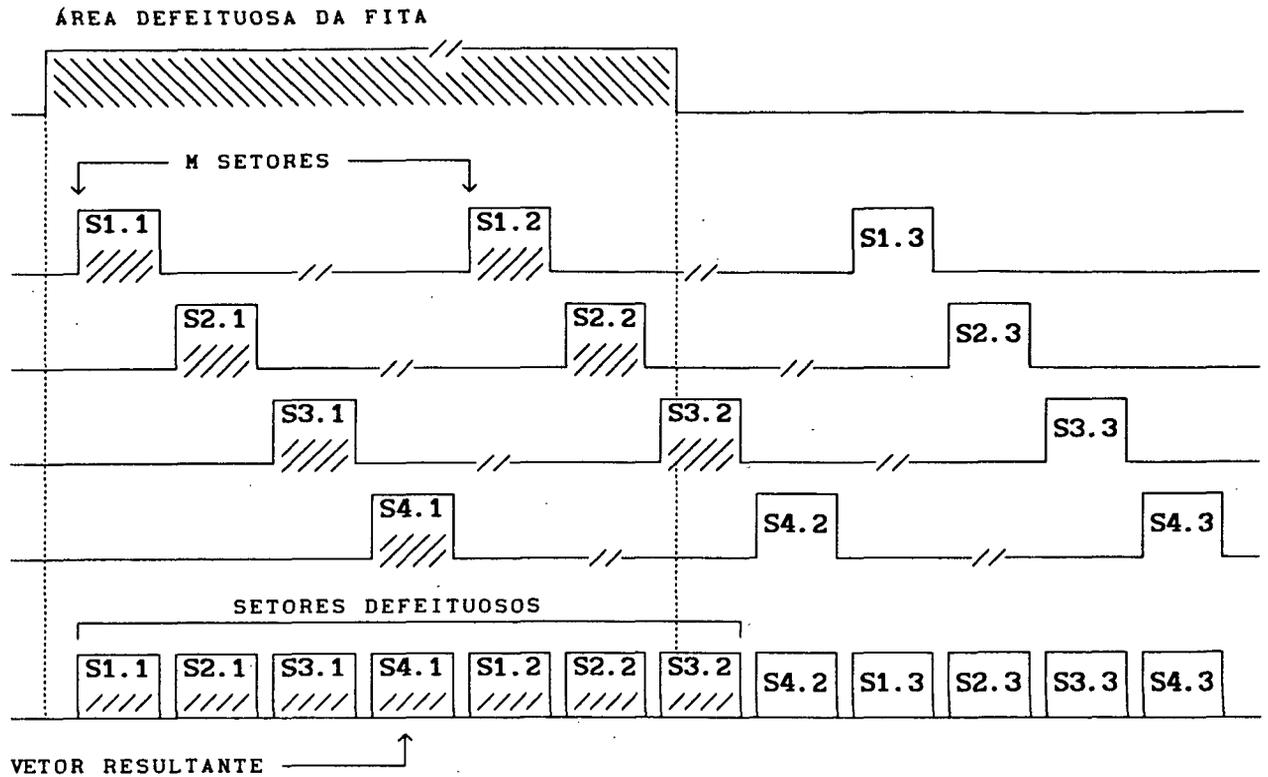


Figura 5.7 - Divisão da fita em uma matriz bi-dimensional $S(M,N)$

Este tipo de organização garante a máxima ocupação da fita e mantém um espaçamento entre os setores adjacentes de duas colunas da matriz. Este espaçamento é dependente do número de linhas da matriz ($M = \text{Entrelaçamento}$), ou seja, tendo $M=10$ tem-se um espaçamento de 10 setores entre duas cópias de um setor, desde que estas sejam feitas sobre duas colunas diferentes e adjacentes da matriz. Como cada linha da matriz é tratada como um vetor único, tem-se o vetor resultante como a soma das M linhas da matriz, conforme o exemplo da figura 5.8.

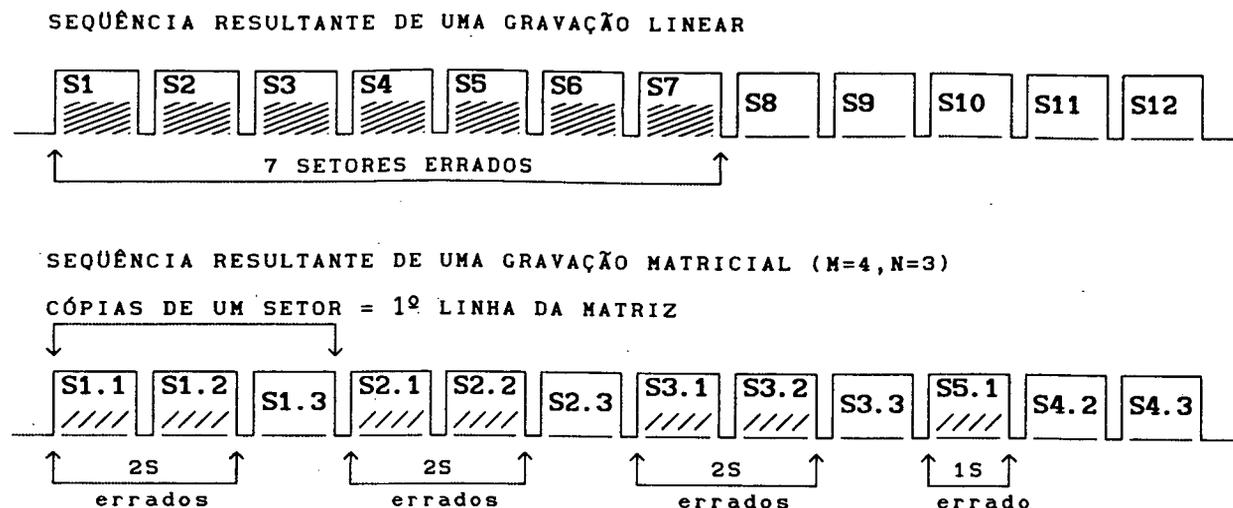


Figura 5.8 - Comparação entre as gravações Normal e Entrelaçada (matricial)

Comparando o vetor resultante da figura 5.7 com o da 5.8, nota-se que o vetor resultante da figura 5.7 representa a ordem física de gravação dos setores, enquanto que o vetor da figura 5.8 representa uma re-organização lógica destes setores.

Como resultado da gravação matricial (entrelaçada) há uma diminuição lógica no comprimento dos "dropouts" em detrimento do número total de erros, isto é, troca-se grandes seqüências de erros por várias seqüências menores distribuídas ao longo da fita.

A associação das linhas e colunas da matriz com a estrutura de blocos e repetições é muito simples. Cada setor de um bloco é gravado em uma linha diferente da matriz, sobre a mesma coluna. Portanto o número de setores de um bloco define também o número de linhas da matriz e, com isso, o valor do entrelaçamento. Como cada coluna da matriz é gravada seqüencialmente na fita, basta repetir um bloco nas N colunas da matriz, para se ter várias cópias de cada setor (afastada M setores da sua cópia anterior).

Como resultado desta gravação, pode-se calcular a distância máxima entre a primeira e a última cópia de qualquer setor (DMS), como sendo o produto do número de linhas e colunas, menos o número de linhas da matriz:

DMS = Distância máxima entre duas cópias de um mesmo setor

$$\text{DMS} = M \cdot N - M \quad (5.1)$$

Para um bloco mínimo de 128 setores e 10 cópias por setor, teria-se um DMS de:

$$\text{DMS} = 128 * 10 - 128$$

$$\text{DMS} = 1152 \text{ SETORES}$$

Este valor representa 9,6 segundos de gravação (120 setores por segundo) ou 33,40mm de espaçamento entre duas cópias, distância muito superior a 0,29mm da gravação simples de setores.

Na gravação em fita este método gerou uma nova entidade chamada GRUPO, cada GRUPO é formado pela repetição N vezes do mesmo bloco de M setores. O conjunto dos setores de um grupo é delimitado por setores especiais chamados PADS. Os PADS são usados para identificar o início e o fim de um grupo, assim como os "flags" são usados para delimitar um setor. Na figura 5.9 vê-se a representação de um Grupo.

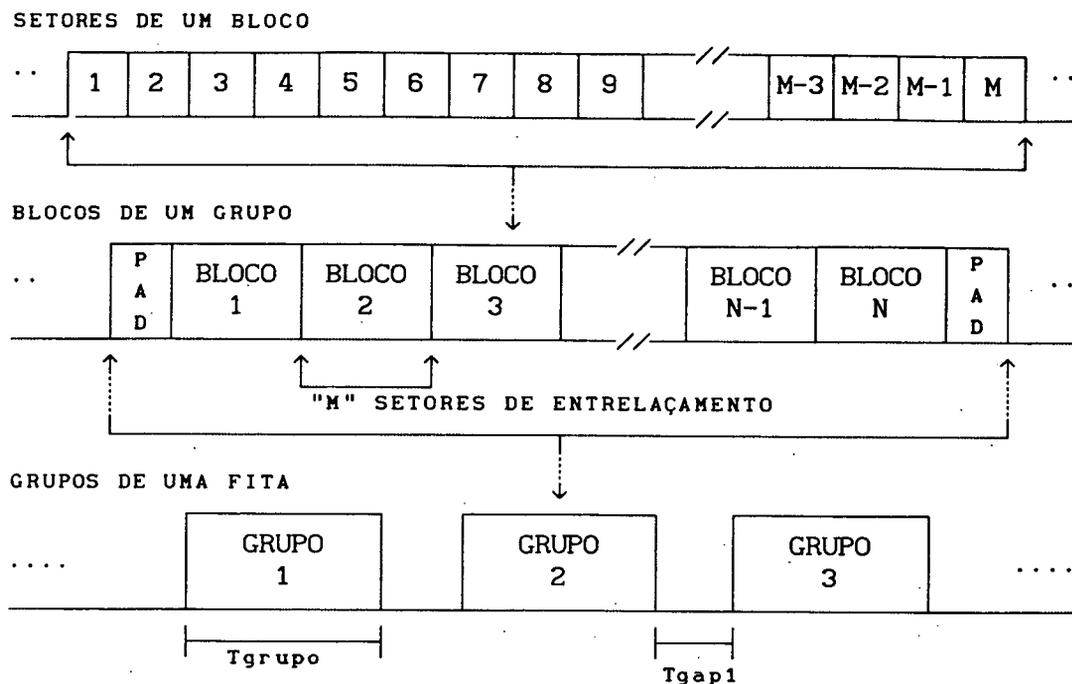


Figura 5.9 - Divisão da fita em blocos e grupos

Durante o processo de leitura o receptor procura retirar de um grupo o conjunto dos M setores que formam um bloco. Os setores repetidos dentro de um grupo são desprezados e somente utilizados caso algum setor do bloco(s) anterior(es) esteja defeituoso, conforme ilustra a figura 5.10. Se apesar das N cópias, um setor do bloco continuar defeituoso, o receptor identificará o arquivo deste setor e avisará ao operador sobre a falha ocorrida.

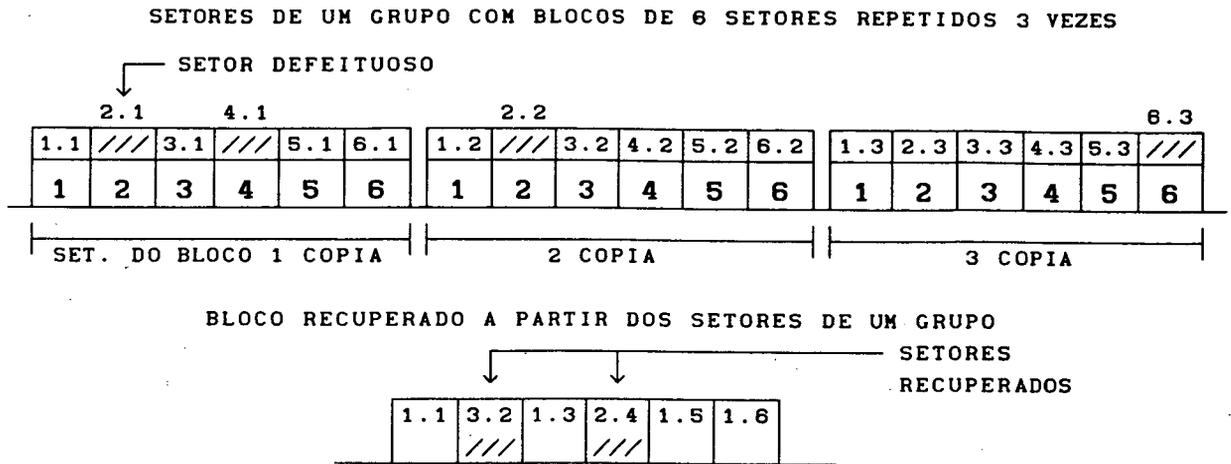


Figura 5.10 - Sistema de recuperação de um bloco

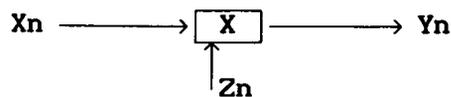
Esta forma de organização em grupos facilita o processo de utilização da memória, ou seja, quando um grupo é detectado o sistema inicia o preenchimento da memória com os setores de um bloco. Ao detectar que todos os setores de um bloco foram lidos ou que um PAD de fim de grupo foi detectado, o programa descarrega o conteúdo do bloco, passando os dados para o disco.

Esta lógica evita que a cada setor lido, tenha que realizar-se uma gravação em disco, obtendo assim um baixo desempenho do mesmo, semelhante ao caso estudado para a leitura dos setores.

Uma limitação importante, é que um grupo gravado com blocos de M setores, só pode ser recuperado se houver a mesma disponibilidade de M setores na memória. Esta limitação é imposta porque não há tempo disponível para gravações parciais de setores em T_{grupo} (tempo para gravar um grupo de setores). Como o VCR não pára de rodar a fita, várias cópias ou até mesmo blocos inteiros podem ser perdidos e isto pode ser fatal em alguns casos.

5.4 - Definição de um Modelo Matemático para os Erros do VCR

Para calcular a probabilidade de erro de cada método de gravação é necessário criar um modelo matemático para o VCR. Considerando a representação dos setores conforme o exemplo da figura 5.3, pode-se associar às seqüências de "zeros" e "uns", um vetor Y_n , sendo este vetor formado pelo produto de dois outros vetores X_n e Z_n , conforme o diagrama a seguir:



Onde:

X_n = Gerador das seqüências de uns "1";

Z_n = Gerador das seqüências de zeros "0".

Se a estrutura das seqüências de erros gerada por Z_n for do tipo rajada ("burst"), pode-se utilizar o modelo descrito por Gilbert, 1960. Este modelo baseia-se em uma cadeia de Markov de dois estados, G ("good") e B ("bad"), com probabilidade de transição $P_{GB} = \text{Prob.}(\text{Good} \longrightarrow \text{Bad})$ e $P_{BG} = \text{Prob.}(\text{Bad} \longrightarrow \text{Good})$.

Se o canal se encontra no estado "G", $Z_n = "1"$, não existe erro. Se o canal se encontra em estado "B", existe um probabilidade "h" de ter $Z_n = "1"$ (não erro) e portanto uma probabilidade "1-h" de ter $Z_n = "0"$ (existe erro).

Para cada novo Z_n (setor da fita) deve-se calcular a probabilidade de continuar no estado atual (certo ou errado) ou mudar de estado.

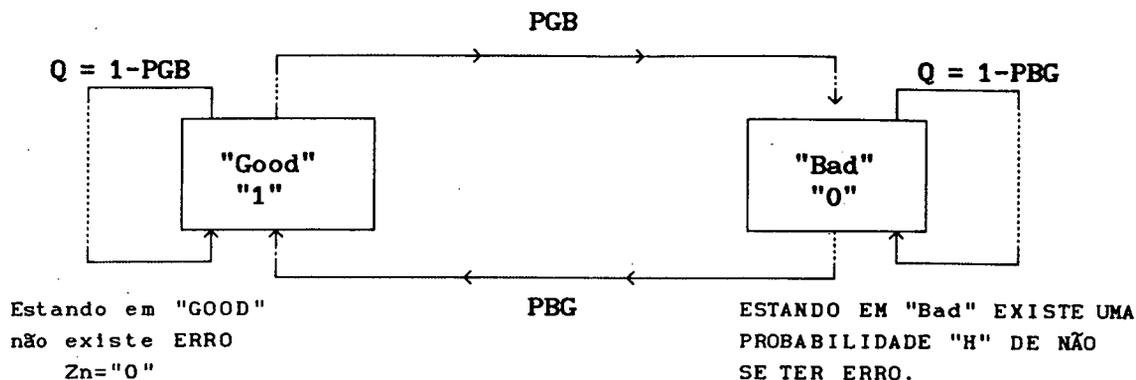


Figura 5.11 - Cadeia de Markov com estados "Good" e "Bad"

Se as probabilidades "PGB" e "PBG" forem corretamente determinadas pode-se simular a geração de seqüências de erros, durante as quais, através da probabilidade "h", pode-se permitir a existência de setores corretos.

5.4.1 - Cálculo de "PBG" (Probabilidade de transição: Bad \rightarrow Good)

Para o cálculo de PBG deve-se analisar algumas relações que envolvem a teoria de Markov e a duração dos erros gerados pelo canal (VCR). A probabilidade a ser analisada, e que permite o cálculo de PBG é PB(N), sendo que esta é definida como:

PB(N) = Probabilidade de estar N vezes consecutivas no estado BAD, dado que se está em BAD. N é uma variável aleatória discreta que indica a largura do estado BAD (em intervalos de amostra (setores))

$$PB(N) = PBG (1 - PBG)^{N-1}, N \geq 1, \in \mathbb{N} \quad (5.2)$$

Para N igual a 1 temos:

$$N=1, PB(1) = PBG = \text{Dado que se está em "Bad" voltar a "Good"};$$

Ou para N=3:

$$N=3, PB(3) = PBG(1 - PBG)^2 = \text{Dado que se está em "Bad", seguir-se duas vezes em "Bad" e ir a "Good"};$$

Esta função de probabilidade corresponde a uma distribuição do tipo geométrica. Considerando que os valores da tabela 5.2, para o tamanho das seqüências de erros, são representativos da maioria das fitas, pode-se considerar a freqüência relativa de cada tamanho, como sendo a probabilidade da ocorrência desta seqüência sobre todas as outras, ou seja, se a freqüência relativa de apenas "um" setor errado é de 0,60, pode-se dizer que existe 60% de probabilidade de que se houver um erro, este seja do tamanho de apenas um setor errado.

É importante lembrar que a probabilidade dada por PB(N) está relacionada à distribuição dos erros, independente da quantidade de erros gerada pelo canal. Pode-se então, associar a cada linha da tabela 5.2 uma correspondente probabilidade PB(N), conforme o exemplo da tabela 5.4.

SEQUÊNCIA ERROS	FREQUÊNCIA RELATIVA	PB(N)
1	0,663226	PB(1)
2	0,274604	PB(2)
3	0,053109	PB(3)
4	0,005506	PB(4)
5	0,002065	PB(5)
6	0,000688	PB(6)
7	0,000574	PB(7)
8	0,000115	PB(8)
9	0,000115	PB(9)

Tabela 5.4 - Associação entre PB() e os valores da Tabela 5.2

Para obter o valor de PBG escolhe-se aquele que produz o menor erro quadrático entre todos os pontos da tabela 5.4. A execução dos passos anteriores resultou em um valor de PBG de 0,741 e o gráfico da figura 5.12.

Era esperado o desvio mais acentuado em relação aos pontos de menor probabilidade, uma vez que estes são representados por poucos pontos e, portanto, possuem um erro estatístico muito grande. Como o método de cálculo da melhor reta pondera a importancia relativa dos pontos, estas variações não afetam significativamente o cálculo de PBG.

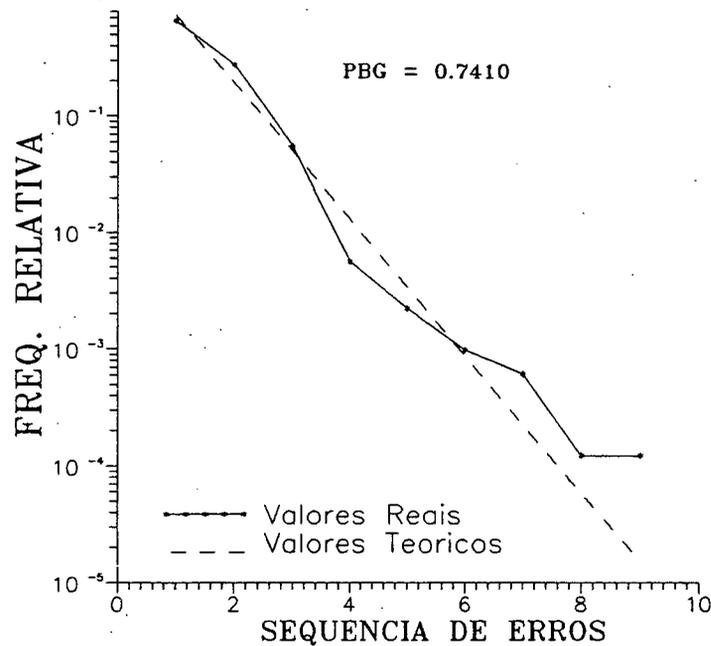


Figura 5.12 - Gráfico comparativo entre os valores teóricos e práticos da tabela 5.4.

5.4.2 - Cálculo de "PBG" (Probabilidade de transição: Good → Bad)

Dos valores da tabela 5.2, vê-se que em uma hora de gravação (dez fitas) ocorreram 8718 erros, resultando em um total de $8718 / 10 = 871,8$

erros por hora de gravação e por fita, ou ainda, o mesmo número de transições do estado "Good" para o estado "Bad".

Sabe-se que em uma hora de gravação existem, no máximo, 432000 setores, ou probabilidade de haver a transição $G \rightarrow B$, portanto, pode-se calcular, com uma mínima margem de erro, que a probabilidade PGB é igual a:

$$PGB \approx \frac{\text{Total de Erros}}{\text{Total de Setores}} \approx \frac{871,8}{432000} \approx 0,002018056 \quad (5.3)$$

5.4.3 - Cálculo de "h"

A probabilidade "h" foi introduzida por Gilbert, 1960 para considerar situações onde, apesar de um bit ser recebido correto (o modelo de Gilbert foi inicialmente desenvolvido para analisar os erros em uma seqüência de bits transmitidos), este sofreu a ação de um ruído. Ou seja, se um bit "0" foi transmitido, e a ação do ruído provocou o recebimento deste mesmo valor, então não houve a contagem de um erro, apesar deste ter ocorrido.

Na aplicação do modelo para a análise dos setores errados, "h" deve ser considerado igual a zero, pois é pouco provável que um setor que esteja sobre uma falha seja recebido corretamente, portanto de agora em diante tem-se:

$$h = 0 \quad (5.4)$$

5.5 - Probabilidade de Ocorrer uma Determinada Seqüência de Erros

Baseado no modelo de Gilbert (1960), foi desenvolvido por Elliot (1965), uma função que indica a probabilidade de se enviar uma

seqüência X_n através do canal e receber outra seqüência Y_n . A função desenvolvida é a seguinte:

$$Z_n = X_n - Y_n \quad (5.5)$$

$$P(X_n \longrightarrow Y_n) = P(Z_n) = W(a) \left\{ \prod V(b_i) \right\} U(c) \quad (5.6)$$

Onde:

- a : Número de certos que precedem o primeiro erro da seqüência;
- b_i : Número de certos entre errados consecutivos;
- c : Número de certos após o último erro de uma seqüência.

Por exemplo:

$$Z_n = \begin{array}{cccccccccccccccccccc} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \quad N=22$$

$$\begin{array}{cccccccccccccccc} \downarrow & & \downarrow \\ a=3 & & b=0 & & b=3 & & b=2 & & b=0 & & b=1 & & b=0 & & b=0 & & & & & & & & c=4 \end{array}$$

Sendo as equações $W(k)$, $V(k)$ e $U(k)$ definidas como:

$W(k) = P(1^k 0)$: Probabilidade de ter K certos seguidos e finalmente um erro.

$V(k) = P(1^k 0/1)$: Probabilidade de ter K certos seguidos e finalmente um erro, dado que inicialmente existiu um erro.

$U(k) = P(1^k/1)$: Probabilidade de ter K certos seguidos dado que inicialmente existiu um erro.

Estas funções podem ser obtidas das seguintes equações recorrentes:

$$W(k) = P(B) * (1-h) * U(k) \quad (5.7)$$

$$V(k) = U(k) - U(k-1) \quad (5.8)$$

$$U(k) = ((Q + h*q)*U(k-1)) - (h*(Q - PGB)*U(k-2)) \quad (5.9)$$

Com:

$$P(B) = \frac{PGB}{(PGB + PBG)} \quad (5.10)$$

$$Q = (1 - PGB) \quad (5.11)$$

$$q = (1 - PBG) \quad (5.12)$$

$$U(0) = 1 \quad (5.13)$$

$$U(1) = PBG + (h * q) \quad (5.14)$$

Todo o desenvolvimento destas equações pode ser visto em Elliot (1965).

5.6 - Cálculo da Probabilidade de Erro

Para o cálculo da probabilidade de erro (em uma gravação com repetição de setores), deve-se considerar os seguintes fatores:

- 1º - A tabela 5.2 representa as seqüências de erros que são encontradas em uma gravação com entrelaçamento de 2, ou seja, cada cópia de um setor é feita após a gravação de um setor intermediário. Isto significa que todas as cópias de um setor ou

estão localizadas nos setores "pares" ou nos "ímpares" de uma fita (cada grupo é formado por dois setores, $M=2$).

2º - A justificativa para o uso da tabela 5.2 como ponto de referência é que esta representa melhor o efeito de um erro sobre os setores.

Com estas considerações pode-se continuar o cálculo da probabilidade de erro. O primeiro passo é definir qual será a seqüência de erros que vai ser usada para calcular a probabilidade de erro. Como o método de gravação a ser usado é o de repetição dos setores, pode-se considerar que a probabilidade de erro, para uma gravação com N cópias, é igual a probabilidade de ocorrer uma mesma seqüência de N setores errados, vezes a probabilidade de que todas as cópias do setor estejam sobre a seqüência de erros, sendo assim:

$PE(N)$ = Probabilidade de ocorrer um erro usando-se N cópias de um setor.

$$PE(N) = P(Z_n) * (1/N)$$

Onde:

$P(Z_n) = P(N = 10^N)$ = Probabilidade de ocorrer a seqüência de erros;

$1/N$ = Probabilidade de todas as cópias do setor estarem sobre a falha;

Usando-se a equação 5.7 para calcular a probabilidade erro, tem-se como resultado para um Z_n igual a:

$$Z_n = 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ \dots \ 0 \ 0 \ 1$$

\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \downarrow
 $a=1$ $(N-1) \cdot (b=0)$ $c=4$

A equação:

$$PE(N) = W(1) * V(0)^N * U(1) / N \quad (5.15)$$

Aplicando-se os valores anteriores de PBG e PGB na equação 5.15 tem-se como resultado o gráfico da figura 5.13.

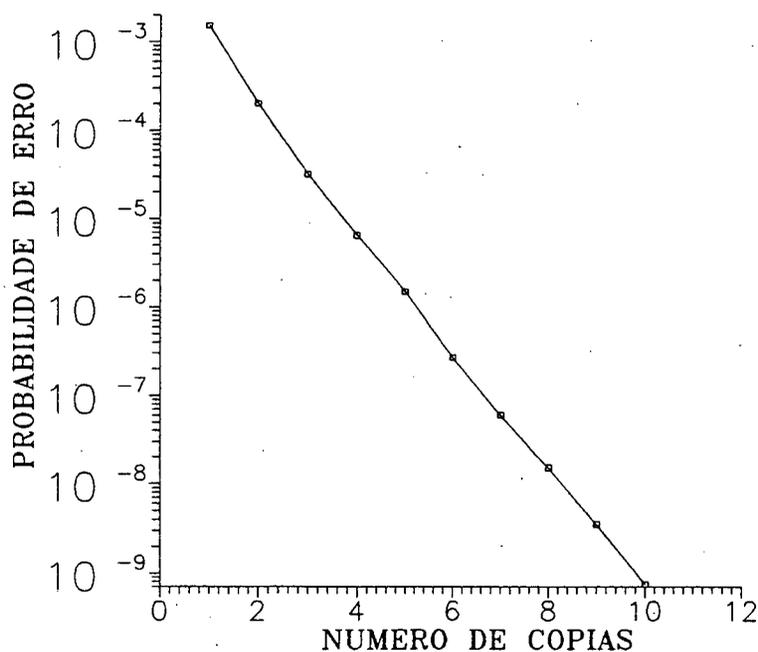


Figura 5.13 - Gráfico da probabilidade de erro para um entrelaçamento de dois setores.

Considerando que uma gravação com mais de 6 cópias por setor reduz em muito a capacidade de armazenamento e a velocidade de gravação, pode-se considerar este valor como sendo o limite superior para o número de cópias. Como duas cópias sempre vão representar uma probabilidade de erros muito alta, então três cópias devem ser consideradas o limite inferior de cópias.

Considerando o limite superior tem-se uma probabilidade de erros na ordem de 10^{-6} , valor muito aquém dos 10^{-10} requeridos para que o sistema tenha uma probabilidade de erro na ordem das fitas "reel-to-reel", "streamer" e "cartridge".

5.7 - Cálculo da Prob. de Erro para Diferentes Entrelaçamentos

Como visto anteriormente no ítem 5.3.3, o entrelaçamento tem como característica a capacidade de dividir os grandes erros, provocando uma distribuição destes ao longo da fita. Baseado no modelo de Gilbert (1960), Elliot (1965) provou que num sistema com as características deste modelo, cuja transmissão de dados fosse feita com o uso do entrelaçamento, o canal resultante manteria as mesmas características do canal original, mas só que com novos valores de PBG e PGB, que podem ser estimados através das equações abaixo:

$$PGB' = \frac{PGB}{(PGB + PBG)} * (1 - (Q - PBG)^M) \quad (5.16)$$

$$PBG' = \frac{PBG}{(PGB + PBG)} * (1 - (Q - PBG)^M) \quad (5.17)$$

Com:

$$Q = (1 - PGB) \quad (5.18)$$

e:

$$M = \text{Entrelaçamento } (1, 2, 3, \dots \infty)$$

Partindo dos valores de PBG e PGB obtidos para vários valores de entrelaçamento diretamente dos arquivos de teste, procurou-se achar a melhor

curva dada pelas equações anteriores, que minimiza o erro quadrático e melhor se enquadra os valores teóricos aos dados práticos. Os resultados teóricos e os valores reais podem ser vistos no gráfico da figura 5.14.

Do comportamento dos gráficos da figura 5.14, pode-se observar a primeira limitação da teoria de Markov aplicada as fitas de vídeo. Nestes gráficos observa-se uma estabilização dos valores de PGB e PBG em um patamar fixo independente do entrelaçamento, mas no caso das fitas reais a estabilização de PGB ocorre em patamares inferiores àqueles encontrados para o modelo matemático.

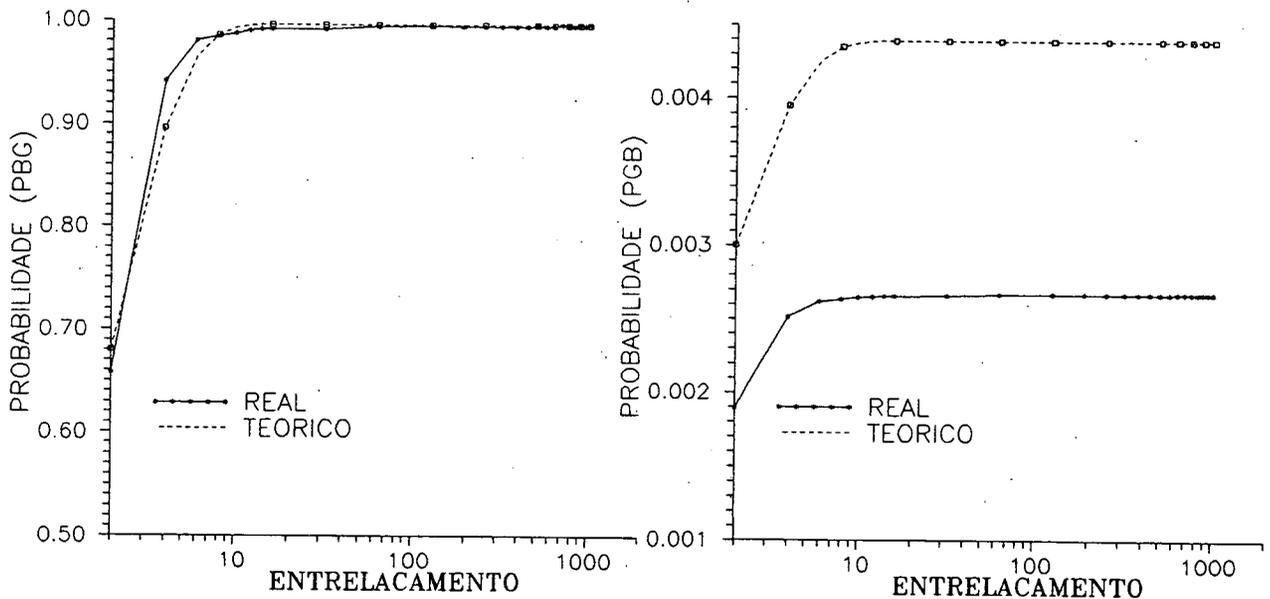


Figura 5.14 - Gráficos de comparação entre os valores teóricos e reais da atuação do entrelaçamento sobre os valores de PGB e PBG.

Os motivos que provocam esta diferença entre os valores de PGB, mas que produzem o melhor equilíbrio entre os valores reais e teóricos da probabilidade de erro são os seguintes:

1º - As fitas de VCR, apesar de apresentarem uma distribuição dos

erros ao longo do tempo muito boa, possuem áreas onde o número de erros por milímetro de fita aumenta ou diminui de forma significativa. Esta variação da característica de erros pode ser exemplificada pelo gráfico da figura 5.15. Esta variação pode ser interpretada imaginando-se a fita como a soma de vários segmentos, os quais possuem diferentes probabilidades de erro, ou seja, uma fita apresenta pontos ou áreas onde o valor de PBG e PGB muda para valores maiores ou menores que a média.

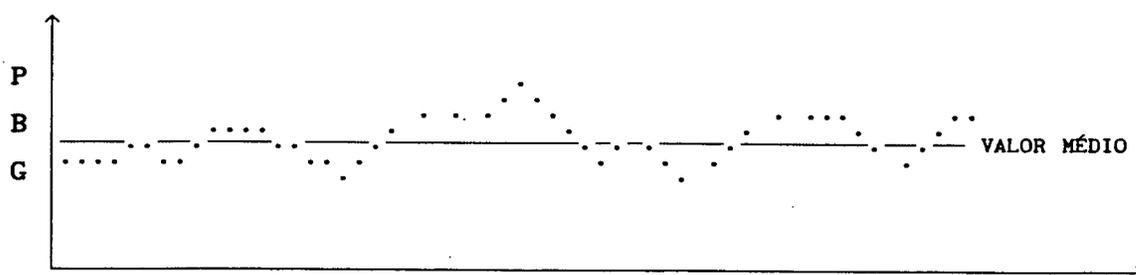


Figura 5.15 - Possível comportamento do valor de PBG ao longo da fita.

2º - Como o entrelaçamento provoca uma redistribuição dos erros ao longo da fita (sejam eles grandes ou pequenos), quanto maior for o seu valor, mais próxima do comportamento ideal (Markov) estará a fita. Uma característica inerente ao processo de obtenção de PBG é que este sempre reflete a média da variação deste, sendo assim, para valores de entrelaçamento pequenos, esta característica rejeita a existência de grandes áreas ruidosas (grandes seqüências), mas quanto maior o entrelaçamento mais estas falhas rejeitadas afetam o valor do PBG, produzindo valores muito abaixo do que seria esperado pela projeção dos entrelaçamentos iniciais;

3º - Simplificando a equação 5.15 que permite o cálculo da probabilidade de erro, obtem-se como resultado a seguinte equação:

$$PE(N) = \frac{W(1) * V(0)^N * U(1)}{N}$$

Substituindo os valores de W, V, U tem-se:

$$PE(N) = P(B) * PBG^2 * (1 - PBG)^N \quad (5.19)$$

Ou ainda:

$$PE(N) = \frac{PGB * PBG^2 * (1 - PBG)^N}{(PGB + PBG)} \quad (5.20)$$

Na equação 5.20 nota-se que a probabilidade de erro depende basicamente de PBG, principalmente porque os termos dependentes destes valores estão elevados a uma potência. Para que os resultados apresentados pela equação 5.20 sejam corretos, é necessário que os valores de PBG estejam o mais próximos da realidade (PGB influencia muito pouco no valor final da probabilidade).

Retornando as equações 5.16 e 5.17, nota-se que há uma interdependência entre os valores de PGB e PBG, ou seja, o ajuste de um provoca variações no ajuste do outro. Para simplificar o processo de ajuste porcedeu-se da seguinte forma: primeiramente procurou-se a melhor curva entre os pontos de PBG com o valor de PGB fixo no valor inicial calculado pela equação 5.4. No passo seguinte fixou-se PBG e com variações de PGB procurou-se o ajuste mais fino entre os valores de PBG.

Como resultado deste processo teve-se um perfeito ajuste de PBG, mas uma grande variação do PGB. Em todas as tentativas de ajustar as duas curvas produziu-se valores de PBG mais ajustados com os pontos de entrelaçamentos menores e com pouco desvio em relação os pontos de maior entrelaçamento. Mas ao se calcular a probabilidade de erros através da equação 5.20 tinha-se resultados extremamente discrepantes para os valores de entrelaçamento grandes (>128) e cópias acima de 4 setores, ou seja, se os valores de PBG para entrelaçamentos pequenos fossem considerados corretos, produzia-se um modelo matemático muito melhor do que aquele realmente observado para entrelaçamentos superiores a 128 setores. Dos resultados desta

análise, conclui-se que as variações de PGB e PBG ao longo da fita, produzem uma fita teórica que para ter os mesmos valores de PBG para entrelaçamentos maiores que 128 setores, deve possuir uma característica inicial e de variação de PGB muito superior àquela encontrada nas medidas práticas iniciais.

A fim de verificar, não só o comportamento do erro, mas a exatidão do modelo matemático, gerou-se a partir da equação 5.20 os gráficos de equação 5.16 que representam a probabilidade de erro em função do número de cópias e entrelaçamento.

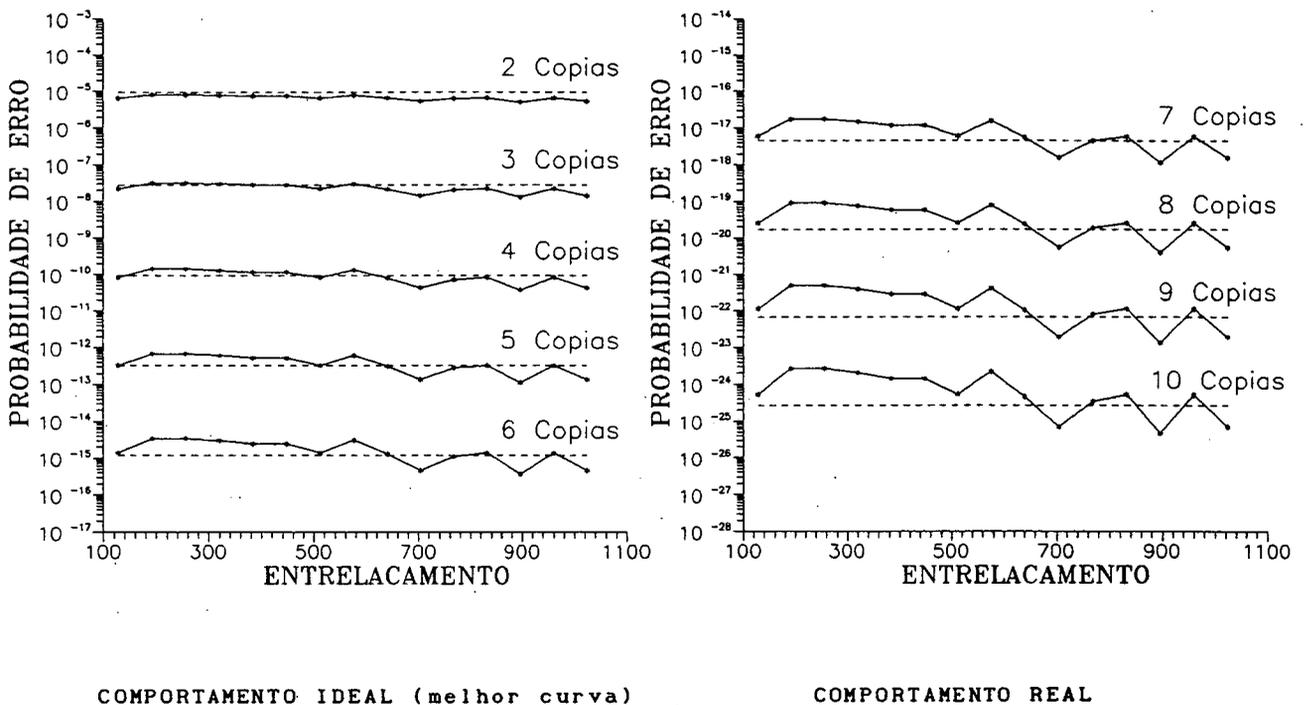


Figura 5.16 - Evolução da probabilidade de erro em função do entrelaçamento e número de cópias

Da observação dos gráficos da figura 5.16 pode-se concluir:

1ª - Todas as curvas de probabilidade possuem um ponto de estabilização que inicia-se acima de 128 setores de entrelaçamento;

2º - Mesmo com a diferença entre os valores de PGB, as curvas teóricas estão bem ajustadas ao comportamento dos valores reais, comprovando a exatidão dos valores teóricos encontrados e da aproximação feita;

2º - Para valores de entrelaçamento superiores a 128 setores, a variação das curvas reais de probabilidade faz-se no sentido de uma valor abaixo do valor teórico encontrado.

Antes de realizar uma conclusão sobre os valores da probabilidade de erro, é importante o conhecimento de conceitos que envolvem a escolha tanto do entrelaçamento quanto das fitas de vídeo.

5.8 - Parâmetros para a Definição do Entrelaçamento

Uma vez que o entrelaçamento é obrigatório para que se obtenha baixas taxas de erro, é importante definir as regras pelas quais este valor possa ser escolhido. Teoricamente pode-se trabalhar com qualquer valor inteiro, mas na prática este número é limitado pelos seguintes fatores:

- 1º - Velocidade de leitura do disco rígido;
- 2º - Tamanho da memória disponível no computador;
- 3º - Valor da maior seqüência ou probabilidade de erro esperada;

Como a leitura do disco deve ser feita com um mínimo de 128 setores este valor deve também ser considerado o menor valor permitido; já o maior dependerá da memória disponível no PC. Em um computador com 640K bytes de memória, o número de setores úteis ficou em 780 (399360 bytes), mesmo descontando uma folga de 64K bytes, deixada a fim de prever possíveis variações na memória do sistema (em micros PC-AT este valor pode ficar muito acima de 1500 setores, dependendo apenas da memória estendida disponível).

Como o uso do entrelaçamento não afeta a capacidade de armazenamento da fita, e quanto maior seu valor menor as seqüências de erros, então a escolha deve recair sobre o maior valor disponível.

Voltando ao modelo de Gilbert (1960), Elliot (1965) e as curvas do gráfico da figura 5.16, pode-se afirmar que um entrelaçamento maior do que 128 setores não afeta significativamente a probabilidade de erro. A fim de mostrar a importância do entrelaçamento, principalmente em casos extremos, tais como: fitas danificadas ou falhas não detectadas, foram trocadas três das fitas anteriores por outras que possuíam comprovadamente grandes falhas e uma característica Markoviana extremamente ruim (variações do PGB e PBG muito acentuadas). A característica de erros e seqüências de erros destas fitas podem ser vistas nas tabelas 5.5 e 5.6.

FITA NUMERO	CERTOS	ERRADOS	% DE ERROS	TIPO DA FITA	ESTADO DA FITA
11	425.123	6.877	1,5919	CROMO	USADA
12	428.183	3.817	0,8836	CROMO	USADA
13	425.869	6.131	1,4192	CROMO	USADA

Tabela 5.5 - Característica de erros para três fitas ruins

SEQ. ERROS	FITAS		
	11	12	13
1	3002	1948	1782
2	1314	630	1044
3	281	106	304
4	50	9	60
5	20	8	31
6	6	7	10
7	4	2	9
8	2	1	2
9	2	0	5
10	1	0	1
13	0	0	1
14	0	0	2

CONTINUA AO LADO →

SEQ. ERROS	FITAS		
	11	12	13
15	0	0	1
17	0	0	1
18	0	0	1
19	0	1	0
20	0	0	2
46	0	0	1
51	0	0	1
62	0	0	1
65	0	1	1
69	0	1	1
185	0	0	1
207	0	0	1

Tabela 5.6 - Sequência de setores errados fitas ruins

As fitas anteriores apresentam as seguintes características

indesejáveis e negativas:

Fita Nº 11 - Elevado número de erros, 635% a mais do que a média obtida para as fitas boas. A maior parte dos erros estão concentrados em pequenas áreas da fita;

Fita Nº 12 - Grande número de erros (353% a mais) e também grandes falhas (19, 65 e até 69 setores errados);

Fita Nº 13 - Apresenta a soma de todas as características das fitas 11 e 12;

É certo que as fitas anteriores não podem ser admitidas para a gravação de dados (processo de seleção de fitas), mas a questão a ser analisada é o efeito do entrelaçamento caso uma fita em bom estado venha a sofrer um dano semelhante aos anteriores. O gráfico da figura 5.17 é um exemplo objetivo e real da atuação do entrelaçamento sobre o tamanho e distribuição dos erros.

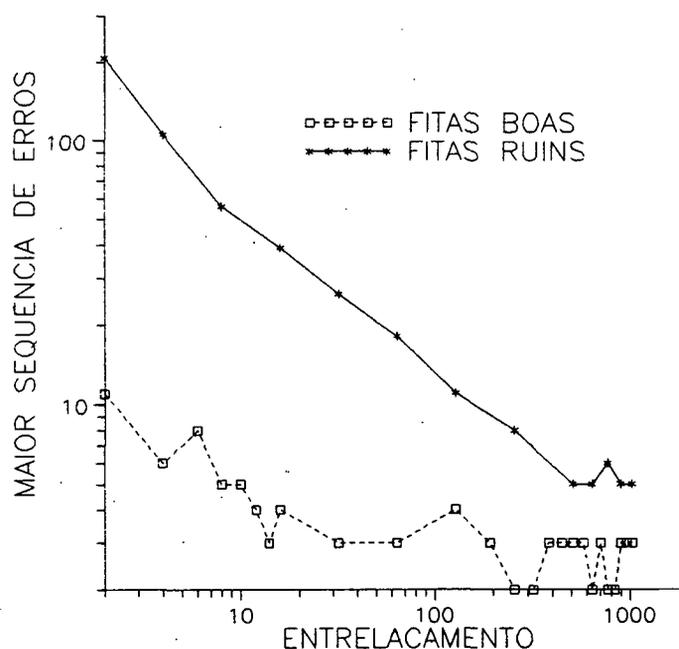


Figura 5.17 - Efeito do entrelaçamento sobre as grandes seqüências de erros

Observando o gráfico da figura 5.17 vê-se como o entrelaçamento atua de forma logarítmica sobre o tamanho das seqüências de erros. Como era

esperado, houve uma estabilização da maior seqüência de erros em um patamar superior aquele encontrado para as fitas boas (PBG muito inferior). Refazendo o gráfico da figura 5.16 para os novos valores de PBG e PGB teve-se como resultado o gráfico da figura 5.18.

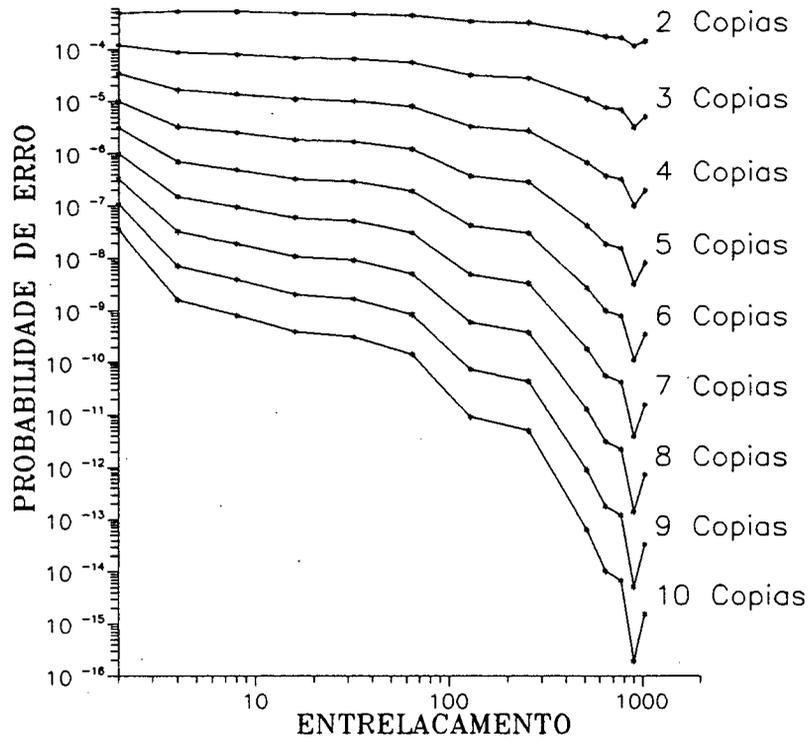


Figura 5.18 -Evolução da probabilidade de erro em função do entrelaçamento e número de cópias com três fitas defeituosas.

Para fins de análise probabilística, as curvas anteriores não podem ser consideradas como um valor representativo. Uma tentativa de prever a probabilidade de erros para situações como as anteriores é infrutífera e inviável, pois não se pode prever como uma fita vai ser danificada nem como este dano vai afetar os setores gravados, é o mesmo que estimar a probabilidade de erros para um disco rígido danificado.

A principal observação prática do gráfico anterior está no comportamento da probabilidade de erro versus o entrelaçamento. Nota-se que

para valores de entrelaçamento superiores a 400 setores a probabilidade de erros cai acentuadamente, mesmo sendo muito superior a das fitas boas, ou seja, um entrelaçamento grande pode não evitar um erro, mas pode reduzir em muito a sensibilidade do sistema a estas falhas.

Outros fatores que tornam desnecessárias as tentativas de calcular o comportamento dos erros para fitas defeituosas são os seguintes:

1º - Uma fita testada possui uma vida útil muito grande. Em testes práticos verificou-se que o erro evolui pouco, mesmo quando uma fita é usada em mais de 100 operações de gravação e leitura;

2º - Em cada processo de leitura da fita, o programa de controle verifica o estado desta, dando um alerta assim que a mesma ultrapassar o limite seguro de operação;

Com base em todas estas considerações, se o valor do entrelaçamento não for especificado o sistema sempre usará o maior valor disponível, sendo que é possível limitá-lo caso tenha de adequar-se à necessidade de usar uma outra máquina com menos memória para a recuperação dos dados.

5.9 - Parâmetros para a Seleção das Fitas

O entrelaçamento só produz efeitos satisfatórios caso as fitas sejam selecionadas previamente. Isto evita que sejam utilizadas fitas com defeitos ou fora dos padrões. A escolha de uma fita depende das seguintes variáveis:

1º - Fator de entrelaçamento;

2º - Probabilidade de erros requerida;

3º - Tempo e capacidade de armazenamento requeridos;

Um entrelaçamento pequeno elimina todas as fitas que possuam alguma seqüência de erros grande e/ou áreas ruidosas extensas. Se apesar do

entrelaçamento ainda houver grandes seqüências de erros (6 ou mais setores) pode-se recorrer a uma gravação com muitas cópias, reduzindo com isso capacidade da fita e aumentando o tempo de gravação.

O primeiro passo na seleção de uma fita é verificar o número global de erros. Uma fita muito ruidosa deve ser desprezada, mesmo com pequenas seqüências de erros, pois é de se esperar que novos erros surjam com grande facilidade, aumentando a probabilidade efetiva de ocorrer um erro. O entrelaçamento somente produz efeitos satisfatórios se a fita possuir grandes áreas boas. O entrelaçamento não evita que uma cópia mesmo distante não esteja errada ou possa ficar errada com facilidade.

Proper (1983), definiu que uma fita com mais de 1% de erros é considerada não utilizável, e outra que possua 0,3%, ou menos, é considerada ótima para uso. Voltando a tabela 5.1 vê-se que todas as fitas novas satisfazem a condição de mínimo erro e que algumas podem ser consideradas ótimas para o uso. Este tipo de limitação produz dois efeitos:

1º - Uma fita com poucos erros possui também poucas áreas ruidosas, ou seja, as variações de PBG e PGB são muito pequenas;

2º - Mesmo que os erros se concentrem, estes são cercados por vastas áreas boas o que possibilita uma grande atuação do entrelaçamento.

Atualmente, a escolha de uma fita é feita a partir da análise dos valores apresentados pelos programas de teste de seqüências de erros. Num trabalho futuro este processo pode ser automatizado através de um programa especial de verificação das fitas. Neste programa se poderá impor limites de aceitação para as fitas, tais como probabilidade de erro, velocidade de gravação e/ou capacidade de armazenamento, ou então, sacrificando estes valores, usar o número de cópias e entrelaçamento sugeridos pelo programa. Em todos os casos, a palavra final sobre a utilização de uma fita será a do operador do sistema.

5.10 - Conclusão sobre a Probabilidade de Erros

Para que a probabilidade de erro dada pelo modelo de Gilbert, (1960) & Elliot, (1965) possa ser convenientemente usada para as fitas de vídeo devem ser observadas algumas premissas:

1º - É importante, mas não obrigatório, que as fitas sejam previamente verificadas. Isto evita que fitas não Markovianas ou com defeitos de fabricação sejam utilizadas.

2º - O entrelaçamento deve ser sempre superior a 128 setores, sendo que o ideal é a utilização do máximo disponível, ou seja, 768 setores (em micros computadores com memória estendida este valor pode superar a 1536 setores);

3º - O usuário deve respeitar os avisos de alerta sobre o estado da fita, e somente usar o número de cópias e entrelaçamentos recomendados.

Se os itens anteriores forem observados, pode-se afirmar que a probabilidade de erros de uma fita é satisfatoriamente representada pelo modelo descrito. Com algumas considerações de ordem prática pode-se estimar dos gráficos da figura 5.16 o valor da probabilidade de erro para cada situação, ou seja, escolhe-se os valores de probabilidade, com base em uma margem de erro.

Considerando que para entrelaçamentos superiores a 128 setores a probabilidade de erro somente tende a diminuir, pode-se considerar a probabilidade deste ponto como a pior probabilidade para aquele número de cópias. O valor retirado será o da década superior ao ponto de estabilização da curva ideal. Os valores encontrados podem ser vistos na Tabela 5.7.

COPIAS	PROBABILIDADE		PROBABILIDADE
1		6	1e-14
2	1e-5	7	1e-17
3	1e-7	8	1e-19
4	1e-10	9	1e-22
5	1e-12	10	1e-24

Tabela 5.7 - Estimativa da probabilidade de erro para entrelaçamentos superiores a 128 setores.

Da tabela 5.7 conclui-se que:

1º - Com 3 cópias tem-se uma probabilidade de erros na ordem das conseguidas com os disquetes;

2º - Com 4 cópias esta probabilidade fica na ordem dos atuais meios de "backup", tais como fitas "Stremmers", "Rell-to-Rell" e "cartridge" (um erro a cada 10^{10} bytes transmitidos);

3º - Com 5 cópias ou mais, o erro é muito pequeno, ressaltando as situações onde ocorrem danos físicos na fita ou no aparelho de vídeo.

O sistema satisfaz o objetivo de mínimo erro com apenas 4 cópias por setor, e sabendo que em uma hora existem 432000 setores, pode-se calcular a capacidade máxima da fita como sendo:

$$CMF = 432000 * 2(\text{HORAS}) * 512 (\text{BYTES SETOR}) / 4 (\text{CÓPIAS})$$

$$CMF = 110592000 \cong 108 \text{ Mega Bytes}$$

Esta capacidade excede aos 40 Mbytes exigidos como o mínimo aceitável e repetindo-se estas operações para os outros valores tem-se finalmente a tabela geral do desempenho do sistema (tabela 5.8).

CÓPIAS	PROBABILIDADE DE ERRO	CAPACIDADE DA FITA EM 2 HORAS DE GRAVAÇÃO (SP)
2	1e-5	216 M Bytes
3	1e-7	144 M Bytes
4	1e-10	108 M Bytes
5	1e-12	86,4 M Bytes
6	1e-14	72 M Bytes
7	1e-17	61 M Bytes
8	1e-19	54 M Bytes
9	1e-22	48 M Bytes
10	1e-24	43 M Bytes

Tabela 5.8 - Resultado final da probabilidade de erro em função do número de cópias e capacidade da fita.

5.11 Conclusão

Com base no estudo matemático dos erros e sua aplicação sobre os diferentes métodos de proteção aos dados, chegou-se a um processo que satisfaz as condições de mínimo erro, sem impor uma perda excessiva à capacidade e a velocidade de armazenamento do VCR. É ainda possível, que esta probabilidade seja facilmente controlada a fim de se ter um valor inferior ou superior ao limite mínimo. Os testes realizados comprovaram a eficácia do método de proteção em várias situações de operação, com diversos micros e VCRs.

CAPITULO VI

O PROGRAMA DE CONTROLE PARA A GRAVAÇÃO EM VÍDEO

6.1 - Introdução

Basicamente existem 5 métodos diferentes de realizar uma cópia ou "backup" de dados. Normalmente um bom programa para armazenamento ou "backup" fornece ao usuário a possibilidade de executar qualquer um destes métodos, de forma simples e rápida. A seguir se fará uma breve explanação sobre cada um destes métodos de cópia ou proteção de arquivos [Norton, 1988]:

a) - "Backup" Global. Neste caso toda a informação contida no disco é gravada, incluindo toda a estrutura dos diretórios e arquivos de sistema. Em geral este tipo de backup é realizado de forma menos freqüente, e visa principalmente armazenar a estrutura do disco e todo o processo de configuração do sistema e programas aplicativos. Quando se realiza a gravação apenas dos arquivos de dados, a recuperação de um disco pode levar dias ou até meses. A reconfiguração de todo software ou da estrutura de um disco pode ser a parte mais demorada e complicada de todo o processo.

b) "Backup" Parcial. Em backups deste tipo, apenas parte da informação contida num disco é gravada. Neste caso a intenção é proteger apenas os dados de um projeto ou um tema em particular. O "backup" parcial é a maneira ideal de transferir ou atualizar o trabalho entre máquinas

diferentes.

c) **"Backup" Incremental.** Num "backup" incremental apenas são gravados os arquivos alterados desde o último "backup". Sendo um backup mínimo, tem certas limitações, e não deve ser o único backup a ser feito. Para que backups incrementais sejam seguros é necessário que seja realizado pelo menos um backup global ou parcial.

d) **"Backup" Simultâneos.** Um sistema especial de imagem-espelho providencia para que todos os dados alterados num disco sejam automática e simultaneamente gravados num outro disco ou meio de proteção paralelo. Como não se deve considerar "seguros" os dados armazenados na mesma máquina. Este tipo de backup, apesar de simples, não oferece uma proteção ideal.

E) **"Backup" Temporário.** Esta forma de backup matém uma cópia dos arquivos em uso dentro do mesmo diretório ou disco. Este processo não oferece muita segurança e visa apenas a proteção contra pequenas falhas ou alterações indesejadas dos dados.

Das formas de backup apresentadas, apenas as três primeiras podem ser aplicadas ao sistema de gravação em vídeo, os outros métodos ou requerem muito tempo ou são inviáveis dado a estrutura do "hardware" desenvolvido. Como ver-se-á a seguir, o software de controle foi desenvolvido para permitir a realização destas três formas de backup: global, parcial e incremental.

6.2 - Método de Seleção dos Arquivos

Antes de iniciar-se a demonstração das características do programa de controle, é importante realçar que esta não é uma versão comercial e visa basicamente ao teste da interface e rotinas para uso futuro. Nesta primeira versão do programa de controle procurou-se criar um sistema que permite ao

usuário um acesso rápido e seguro aos arquivos do disco ou fita. Procurou-se também criar métodos de seleção simples, mas poderosos, evitando a interferência do usuário.

Data: 17/07/1991	Vídeo Backup System	Hora: 10:36:47						
Drive: C:\	Menu Principal	Versão 0.1						
<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">DISCO</td> <td style="text-align: center;">FITA</td> </tr> <tr> <td> <input checked="" type="checkbox"/> Seleção do Disco Seleção por Grupos Seleção Manual Iniciar a Gravação </td> <td> Seleção da Fita Seleção por Grupos Seleção Manual Iniciar a Leitura </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Configuração</td> </tr> </table>			DISCO	FITA	<input checked="" type="checkbox"/> Seleção do Disco Seleção por Grupos Seleção Manual Iniciar a Gravação	Seleção da Fita Seleção por Grupos Seleção Manual Iniciar a Leitura	Configuração	
DISCO	FITA							
<input checked="" type="checkbox"/> Seleção do Disco Seleção por Grupos Seleção Manual Iniciar a Gravação	Seleção da Fita Seleção por Grupos Seleção Manual Iniciar a Leitura							
Configuração								
Informações Gerais								
Origem : C: Bytes : 31782K Livres : 20864K Tempo : 00:00:00 Seleção : Todo o Disco	Arquivos : 0 Sel. Arq. : 0 Sel. Bytes : 0 Erros : 0	Tempo : 0.00s Copias : 4 Ultima : 0 Maior : 0						
ENTER - Executa função ESC - Voltar ao DOS ↑ ← ↓								

Figura 6.1 - Tela inicial da versão 0.1 do programa de backup

Na figura 6.1 vê-se a tela principal do programa de controle. O uso de menus e janelas é padrão para todo o programa e facilita a comunicação com o usuário, que pode percorrer os menus com uma barra de seleção e acionar as opções, sem a necessidade de nenhum comando.

As três primeiras linhas do menu principal são dedicadas à seleção e verificação dos arquivos. A seguir se apresentará os diferentes tipos de seleção e como estes se aplicam aos métodos de backup já apresentados.

6.2.1 - Seleção do Disco

Devido a uma característica comum dos PC atuais, que podem possuir mais de uma partição ou disco rígido, o usuário deve escolher entre os discos existentes qual será utilizado pelo programa de controle.

Data: 17/01/1990	Vídeo Backup System	Hora: 10:36:47																
Drive: C:\	Menu Principal	Versão 1.0																
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Disco</td> <td colspan="2">Fita</td> </tr> <tr> <td>Seleção do Disco</td> <td>Seleção da Fita</td> <td>Seleção por Grupos</td> <td>Seleção por Grupos</td> </tr> <tr> <td>Seleção Manual</td> <td>Seleção Manual</td> <td>Iniciar a Gravação</td> <td>Iniciar a Leitura</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Configuração</td> </tr> </table>			Disco		Fita		Seleção do Disco	Seleção da Fita	Seleção por Grupos	Seleção por Grupos	Seleção Manual	Seleção Manual	Iniciar a Gravação	Iniciar a Leitura	Configuração			
Disco		Fita																
Seleção do Disco	Seleção da Fita	Seleção por Grupos	Seleção por Grupos															
Seleção Manual	Seleção Manual	Iniciar a Gravação	Iniciar a Leitura															
Configuração																		
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Discos</td> </tr> <tr> <td>C:</td> <td>D:</td> <td>E:</td> </tr> </table>			Discos			C:	D:	E:										
Discos																		
C:	D:	E:																
Origem : C: Bytes : 31782K Livres : 20864K Tempo : 00:00:00 Seleção : Todo o Disco	Sel.Bytes : 0 Erros : 0	Tempo : 0.00s Cópias : Última : Maior :																
Entre com a letra do drive escolhido																		

Figura 6.2 - Seleção da unidade de disco "Winchester"

Observando o exemplo da figura 6.2 vê-se que as letras correspondentes aos drives A e B não estão presentes, pois não há sentido em realizar "backups" de discos flexíveis, e além disto, o "hardware" da placa exige que as unidades sejam desativadas via "software".

Escolhido o disco, o programa de controle verifica se este possui um formato compatível com sua estrutura. Caso contrário aborta o processo e avisa ao usuário sobre o problema encontrado.

6.2.2 - Seleção da Fita para Leitura

Acionando este comando, o usuário terá acesso ao conteúdo do diretório de uma fita, podendo escolher entre duas opções de leitura: ler o conteúdo do diretório gravado na fita ou de um arquivo em disco. Quando uma fita é gravada a informação sobre o seu conteúdo (diretório) é armazenada tanto no início desta quanto num arquivo em disco. Isto facilita o processo de seleção e busca de um arquivo ou fita, caso haja um numero elevado destas. Com este sistema pode-se consultar o conteúdo de várias fitas sem se recorrer a leitura destas, o que economiza muito tempo.

Data: 17/01/1990	Vídeo Backup System	Horá: 10:36:47												
Drive: C:\	Menu Principal	Versão 1.0												
<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Disco</td> <td style="text-align: center;">Fita</td> </tr> <tr> <td>Seleção do Drive</td> <td>Seleção da Fita</td> </tr> <tr> <td>Seleção por Grupos</td> <td>Seleção por Grupos</td> </tr> <tr> <td>Seleção Manual</td> <td>Seleção Manual</td> </tr> <tr> <td>Iniciar a Gravação</td> <td>Iniciar a Leitura</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Configuração</td> </tr> </table>			Disco	Fita	Seleção do Drive	Seleção da Fita	Seleção por Grupos	Seleção por Grupos	Seleção Manual	Seleção Manual	Iniciar a Gravação	Iniciar a Leitura	Configuração	
Disco	Fita													
Seleção do Drive	Seleção da Fita													
Seleção por Grupos	Seleção por Grupos													
Seleção Manual	Seleção Manual													
Iniciar a Gravação	Iniciar a Leitura													
Configuração														
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> O diretório deve ser lido do Disco/Fita [F/D] </div>														
Origem Bytes Livres Tempo : 00:00:00 Seleção : Todo o Disco	Erros : 0	0.00s Maior :												
ENTER - Executa função ESC - Voltar ao DOS ↑ ← ↓←														

Figura 6.3 - Seleção da Fita de Backup

Os arquivos que contém os diretórios de cada fita são numerados conforme solicitação e podem ser associados com o número da fita de "backup". Uma vez realizada a operação de leitura do diretório, a fita será tratada de

forma semelhante a um disco rígido, ou seja, o conteúdo desta é visto através de uma estrutura de diretórios e arquivos.

6.2.3 - Seleção de Arquivos por Grupos

Uma vez realizada a seleção do disco ou da fita, pode-se iniciar a seleção dos arquivos. A forma de seleção mais comum é aquela realizada sobre grupos de arquivos. Normalmente estes grupos estão associados entre si através de algumas chaves, tais como: diretório, nome, extensão, atributo e data. Ao ativar a seleção de arquivos se recebe a mensagem apresentada na figura 6.4.

Data: 17/01/1990	Vídeo Backup System	Hora: 10:36:47												
Drive: C:\	Menu Principal	Versão 1.0												
<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Disco</td> <td style="text-align: center;">Fita</td> </tr> <tr> <td>Seleção do Drive</td> <td>Seleção da Fita</td> </tr> <tr> <td>Seleção por Grupos</td> <td>Seleção por Grupos</td> </tr> <tr> <td>Seleção Manual</td> <td>Seleção Manual</td> </tr> <tr> <td>Iniciar a Gravação</td> <td>Iniciar a Leitura</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Configuração</td> </tr> </table>			Disco	Fita	Seleção do Drive	Seleção da Fita	Seleção por Grupos	Seleção por Grupos	Seleção Manual	Seleção Manual	Iniciar a Gravação	Iniciar a Leitura	Configuração	
Disco	Fita													
Seleção do Drive	Seleção da Fita													
Seleção por Grupos	Seleção por Grupos													
Seleção Manual	Seleção Manual													
Iniciar a Gravação	Iniciar a Leitura													
Configuração														
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Copiar todo o disco [S/Não]</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Copiar toda a fita [S/Não]</td> </tr> </table>			Copiar todo o disco [S/Não]		Copiar toda a fita [S/Não]									
Copiar todo o disco [S/Não]														
Copiar toda a fita [S/Não]														
Origem : C: Bytes : 31782K Livres : 20864K Tempo : 00:00:00 Seleção : Todo o Disco	Sel.Bytes : 0 Erros : 0	Tempo : 0.00s Cópias : Última : Maior :												
ENTER - Executa função ESC - Voltar ao DOS ↑ ← ↓↵														

Figura 6.4 - Mensagem que permite a realização de um "backup" Global

Se a resposta for afirmativa, o programa considera que um backup global está sendo requisitado pelo usuário, e toda a informação contida no disco ou na fita será gravada ou recuperada. Caso a resposta seja negativa, o operador terá as seguintes opções para um backup parcial ou incremental:

Data: 17/01/1990	Video Backup System	Hora: 10:36:47																					
Drive: C:\	Menu de Seleção	Versão 1.0																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Seleção por Grupos</td> </tr> <tr> <td>▷ Diretórios</td> <td>></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Nome</td> <td>></td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>▷ Extensão</td> <td>></td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>Atributo</td> <td>></td> <td>+A</td> </tr> <tr> <td>Data Sup</td> <td>></td> <td>01/01/1900</td> </tr> <tr> <td>Data Inf</td> <td>></td> <td>01/01/2000</td> </tr> </table>			Seleção por Grupos			▷ Diretórios	>	0	Nome	>	*	▷ Extensão	>	*	Atributo	>	+A	Data Sup	>	01/01/1900	Data Inf	>	01/01/2000
Seleção por Grupos																							
▷ Diretórios	>	0																					
Nome	>	*																					
▷ Extensão	>	*																					
Atributo	>	+A																					
Data Sup	>	01/01/1900																					
Data Inf	>	01/01/2000																					
Informações Gerais																							
Origem : C:	Arquivos : 0	Tempo : 0.00s																					
Bytes : 31782K	Sel. Arq. : 0	Cópias :																					
Livres : 20864K	Sel. Bytes : 0	Última :																					
Tempo : 00:00:00	Erros : 0	Maior :																					
Seleção : Todo o Disco																							
ENTER - Executa função ESC - Voltar ao DOS ↑ ← ↓↵																							

Figura 6.5 - Janela para a seleção de arquivos em grupo

Todas as operações de seleção são interativas entre si, mas com ordem decrescente de prioridade. Uma seleção por diretório tem prioridade sobre uma de nome de arquivo, e esta sobre a de extensão. Se for usada uma seleção por nome e diretório, então somente os arquivos do(s) diretório(s) selecionado(s) e que tenham um nome dentro das especificações serão relacionados para a gravação ou leitura. A seguir descreve-se cada um dos métodos de seleção por grupo.

6.2.3.1 - Seleção por Diretórios

Uma vez ativada esta opção, pode-se através de uma janela, que contém a representação em árvore dos diretórios, selecionar aqueles que se quer ler ou gravar.

Data: 17/01/1990	Vídeo Backup System	Hora: 10:36:47
Drive: C:\	Seleção de Diretórios	Versão 1.0
<p>Origem : C: Bytes : 31782 Livres : 20864 Tempo : 00:00 Seleção : Todo</p>	<pre> C:\ ├── »DOS33« ← DIRETÓRIO SELECIONADO ├── PCI ├── »FIRST« │ └── LIXO ├── »TP« │ ├── »TP_OOP« │ ├── »TP_EXE« │ ├── »TP_DOC« │ └── ANTOL │ ├── P56 │ ├── OLD │ └── FITA4 </pre> <p>Arq: 7 Bytes: 78K SBytes: 54K</p>	<p>mpo : 0.00s pias : tima : ior :</p>
INS - Selecionar diretório DEL - Limpar seleções ESC - Sair ↑↓		

Figura 6.6 - Árvore de diretórios para a Seleção

6.2.3.2 - Seleção por Nome

Na escolha do nome pode-se utilizar os caracteres coringas "*" e "?". O caracter "*" colocado em uma posição "N" do nome, fará o programa desprezar as letras a partir desta posição. Sendo assim, um nome com a forma "A*" seleciona todos os arquivos que tenham o seu nome iniciado pela letra "A". Já o caracter "?" desativa a comparação para a posição em que for colocado. Um nome do tipo AN? seleciona todos os arquivos com três letras

iniciados com "AN". Veja-se alguns exemplos:

Qualquer arquivo iniciado com a letra "A"

A*	==>	ACESSO.PAS	ABERTUR.DOC	ANTOL.PAS
		ALTURA.PAS	ARTIGO.TXT	AT.SYS

Qualquer arquivo iniciado com a letra "N" e com três letras

N??	==>	NCD.EXE	NDD.EXE
		NAO. \$\$\$	NBC.VHS
		NCA.DOC	NHS.DOC

6.2.3.3 - Seleção por Extensão

Semelhante a seleção por nome, a seleção por extensão também pode fazer uso dos caracteres coringas. A seleção por extensão em conjunto com a seleção por nome é particularmente útil na realização de cópias parciais, pois pode realizar a seleção dos arquivos e programas a partir de um tema específico, Ex:

*.PAS	——>	Todos os arquivos fonte da linguagem PASCAL;
*.C	——>	Todos os arquivos fonte da linguagem C;
*.DWG	——>	Arquivos de desenho do AUTOCAD;
*.DOC	——>	Arquivos de documentação;
.C	——>	Todos os arquivos contendo "C" na primeira letra da extensão;
A*.PAS	——>	Todos os arquivos PASCAL que tenham o nome iniciado pela letra "A";

6.3.3.4 - Seleção por Atributo "A" (arquivo)

Todos os arquivos criados pelo DOS possuem quatro bits de status que são: "R" read-only, "A" archive, "H" hidden, "S" system. O status "A" foi desenvolvido para ser usado em operações de backup incremental. Sempre que um arquivo é alterado pelo DOS este bit é automaticamente ativado, com isto o DOS quer informar a um programa de backup que o arquivo em questão foi alterado e necessita ser protegido. Outra vantagem deste processo de seleção é que vários utilitários do DOS são capazes de alterar o estado deste status, tais como XTREE, NU, PCTOOLS, etc. Com isto pode-se fazer uso destes programas para realizar a seleção dos arquivos.

6.2.3.5 - Seleção por Datas

Esta forma de seleção é muito comum, onde a data de operação do sistema é permanentemente corrigida. Durante a criação ou atualização de um arquivo, o DOS sempre corrige a data do arquivo para a data atual do sistema. Com isso é possível especificar datas superiores e/ou inferiores para a seleção dos arquivos.

6.2.4 - Seleção Manual

Antes ou após a seleção por grupos, pode-se verificar e/ou selecionar manualmente os arquivos, eliminando e/ou acrescentando. Para a seleção manual é gerada uma nova janela, contendo a estrutura dos diretórios e os arquivos de cada diretório. Nesta janela pode-se percorrer os arquivos de um diretório e através de teclas especiais selecionar manualmente os

arquivos.

<pre> C:\ ├──»DOS33« ← DIR. SELECIONADO ├──PCI ├──»FIRST« │ └──LIXO ├──»TP« │ ├──»TP_OOP« │ ├──»TP_EXE« │ ├──»TP_DOC« │ ├──ANTOL │ │ ├──P56 │ │ ├──OLD │ │ ├──FITA4 │ │ └──FITA2 │ ├──TP_UTILS │ ├──TP_JOR │ ├──TESTE │ └──VCR └── </pre>	<pre> »IBMBIO .COM« 22100 rash 18-03-87 »IBMDOS .COM« 30159 rash 17-03-87 »TREEINF .NCD« 459 .a.. 04-01-90 COMMAND .COM 25307 17-03-87 AUTOEXEC.BAT 118 .a.. 21-11-90 »SDDOC .INI« 2497 .a.. 17-01-90 »CONFIG .SYS« 28 .a.. 16-10-90 </pre> <p style="text-align: center;">↑ ARQUIVO SELECIONADO</p>
<p>Arq: 7 Bytes: 78K SBytes: 54K</p>	
<p>INS - Inclui / Exclui ESC - Retornar ENTE - Arquivos ↑↓</p>	

Figura 6.7 - Janela para a Seleção Manual de Arquivos

6.3 - Processo de Gravação e Leitura

Iniciada a leitura ou gravação, o programa se comunica através da janela de informações situada logo abaixo do menu principal. Nesta janela, pode-se obter várias informações tais como: disco de origem e/ou destino dos dados, número de arquivos do disco ou fita, número de arquivos selecionados, número de erros, e também o nome do arquivo atualmente em leitura ou gravação, etc. Ao término de uma gravação o usuário receberá a seguinte mensagem:

Data: 17/01/1990	Vídeo Backup System	Hora: 10:36:47										
Drive: C:\	Menu Principal	Versão 1.0										
<table border="1"> <tr> <td>Seleção do Drive</td> <td>Seleção da Fita</td> </tr> <tr> <td>Seleção por Grupos</td> <td>Seleção por Grupos</td> </tr> <tr> <td>Seleção Manual</td> <td>Seleção Manual</td> </tr> <tr> <td>Iniciar a Gravação</td> <td>Iniciar a Leitura</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Configuração</td> </tr> </table>			Seleção do Drive	Seleção da Fita	Seleção por Grupos	Seleção por Grupos	Seleção Manual	Seleção Manual	Iniciar a Gravação	Iniciar a Leitura	Configuração	
Seleção do Drive	Seleção da Fita											
Seleção por Grupos	Seleção por Grupos											
Seleção Manual	Seleção Manual											
Iniciar a Gravação	Iniciar a Leitura											
Configuração												
<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Grava diretório na Fita [S/Não]</td> </tr> </table>			Grava diretório na Fita [S/Não]									
Grava diretório na Fita [S/Não]												
Origem : C: Bytes : 31782 Livres : 20864 Tempo : 00:00:00 Seleção : Todo o Disco	Erros : 0	Tempo : 0.00s Erros : Tempo : Maior :										
ENTER - Executa função ESC - Voltar ao DOS ↑ ← ↓←												

Figura 6.8 - Seleção da Fita de Backup

Como comentado, o diretório da fita sempre é gravado em disco, mas a opção pela gravação em fita é opcional.

Ao término do processo de leitura são geradas informações especiais. Algumas destas são apenas demonstrativas, tais como o número de arquivos recuperados e o número de arquivos errados. Outras são de importância crucial, sendo que duas destas já foram discutidas no capítulo V e são: o número total de erros e o número e comprimento das sequências de erro encontradas.

Caso o número de setores errados esteja muito alto (maior que 3%) e/ou as sequências de erros estejam muito próximas de ultrapassar o limite de cópias existentes, isto é, para uma gravação com N cópias deve-se ter no máximo N-2 cópias defeituosas, recebe-se uma mensagem informando que a fita em questão está fora dos limites de segurança, e se propõe uma nova gravação

6.4 - Conclusão

Apesar de ser um programa experimental, o seu desempenho foi satisfatório, mesmo quando operado por pessoas inexperientes. Em várias operações com computadores diferentes, não foi observada nenhuma anomalia, assim como erros de gravação e recuperação oriundos do programa. Sendo uma primeira versão, existem ainda muitos pontos que podem ser melhorados, principalmente na "interface" visual com o usuário. Faltam ainda as rotinas para a verificação e seleção das fitas de vídeo, as quais devem ser incluídas em uma nova versão, conforme se sugere para a sequência deste trabalho.

CAPÍTULO VII

CONCLUSÕES

O sistema desenvolvido permite que um vídeo-cassete comercial padrão VHS ou similar, que grave sinais de vídeo padrão NTSC, seja utilizado como gravador/reprodutor de dados para computadores IBM-PC ou compatível.

O uso do VCR como meio de gravação resultou em um sistema com as seguintes características:

- 1º - Elevada capacidade de registro. Superior a 432 MBytes no modo "Standard Play" com fitas de vídeo T-120 (capacidade não formatada, sem proteção contra erros);
- 2º - Baixo custo de instalação do sistema. Principalmente em comparação com os atuais meios de gravação. O VCR normalmente está disponível, não sendo necessária a sua aquisição. Uma estimativa inicial do custo do sistema esta na ordem de uma fita "streammer" de mesma capacidade.
- 3º - Fácil manutenção. Encontrada a nível nacional e normalmente com baixo custo, a troca das cabeças de vídeo, que é a peça mais cara do vídeo cassete, custa na ordem de US\$ 80,00;

- 5º - A conexão ao VCR é feita através dos terminais de entrada e saída de vídeo em faixa básica (vídeo In e vídeo Out). O uso de cabos coaxiais permite grandes distâncias entre o gravador e o computador;
- 6º - Simplicidade de operação, principalmente porque o VCR não sofre modificações internas, e as suas funções básicas não são alteradas. O mesmo pode ainda funcionar como gravador de sinais de TV provenientes das estações de radiodifusão;
- 7º - Baixa probabilidade de erros. Esta probabilidade pode ser menor, igual ou superior as das atuais fitas "streammer" (1 erro a cada 10^{10} bytes gravados), podendo ainda ser menor do que a encontrada para os discos rígidos (1 erro a cada 10^{16} bytes gravados);
- 8º - Conexão ao micro feita através de placa de expansão para o barramento ISA, conforme as normas especificadas pela IBM. A placa pode ser introduzida em qualquer um dos "slots" disponíveis, sendo compatível com qualquer compatível IBM-PC que respeite os padrões IBM.

Comparando estas características com os objetivos definidos no início do projeto, ou seja, custo reduzido, alta capacidade de armazenamento, compatibilidade entre micros, baixas taxas de erro e nenhuma alteração nos gravadores de vídeo, observa-se que todos estes requisitos foram cumpridos, concluindo-se que os objetivos foram alcançados.

Como sugestões para futuros trabalhos, no sentido de aumentar a versatilidade e capacidade do sistema, pode-se propor:

- 1º - Adaptação do sistema para operar com outros padrões de radiodifusão comercial (SECAM, PAL-L, PAL-N, etc.), ou ainda com os novos sistemas tais como o Super VHS que permite o dobro da capacidade de gravação e maior confiabilidade para os dados;
- 2º - Aumento da confiabilidade dos dados gravados através da introdução de códigos corretores de erros (CCE). Um código corretor de erros em conjunto com a repetição de dados e o entrelaçamento, pode aumentar a capacidade de armazenamento e também a taxa de transferência de dados para a fita;
- 3º - Utilização do canal de áudio do VCR para a introdução de comentários orais sobre a gravação, usando um microfone;
- 4º - Aumento do desempenho do programa de controle através da simplificação e introdução de novos processos de transmissão e recepção. Assim como a troca do Pascal pelo C++ como linguagem de programação, a fim de aumentar a capacidade de processamento do sistema.
- 5º - Melhoria da qualidade dos dispositivos analógicos de conversão Vídeo/Digital com a introdução de novos processos de amostragem, possibilitando que o número de dados em uma linha possa ser aumentado em mais de 50% da sua capacidade atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] BERNSTEIN, Alan D. Analog Storage of M-Mode Echocardiograph Signals using Video Tape. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, BME V.27, n.8, p.448-451, Ago, 1980.
- [02] BORLAND International. *Turbo Pascal User's Guide Ver 5.0*. Green Hills Road: Borland International, 1988. 2.V.
- [03] CUOCOLO, Raimondo. *Periféricos Magnéticos para Computadores*. 1.ed. São Paulo: Érica, 1987. 196p.
- [04] EGGBRECHT, Lenk. C. *Interfacing to the IBM Personal Computer*. 1.ed. Indianapolis: Horward W.Sams & Co., 1983. 1V.
- [05] ELLIOTT, E. O. Estimates of Error Rates for Codes on Burst-Noise Channels. *The Bell System Technical Journal*, V.42, p.1977, set, 1977.
- [06] ELLIOTT, E. O. A Model of the Switched Telephone Network for Data Communications. *The Bell System Technical Journal*, V.44, p.89-109, jan, 1965.
- [07] GILBERT, E. N. Capacity of a Burst-Noise Channel. *The Bell System Technical Journal*, V.39, p.1253, jan, 1960.

- [08] GROB, Bernard. **Basic Television Principles and Servicing.** 1.ed. New York: McGraw-Hill, 1979. 1V.
- [09] HOWARD, R. A. **Dynamic Probabilistic Systems: Markov Models.** 1.ed. New York: John Wiley & Sons, 1971. 2.V.
- [10] JAYANTA, M. S. & George, E. M. **Interface Software Development for a Digital Cartridge Tape Drive.** *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, V.32, Jun, 1983.
- [11] LEE, T. D. & Papin, P. A. **Analysis of Dropouts in Video Tape.** *IEEE Transactions on Magnetics*, n.6, Nov, 1983.
- [12] LENK, J. **Videocassete Recorder.** 1.ed. New York: Prentice Hall, 1983.
- [13] LONGHI, Jairo Tadeu. **Manual do Videocassete.** 1.ed. São Paulo: Summus, 1981. 123p.
- [14] MALVINO, Albert. P. **Microcomputadores e Microprocessadores.** 1.ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985. 578p.
- [15] MILLER, Arlem R. **Assembly IBM-PC: Técnicas de programação.** 1.ed. São Paulo: EBRAS, 1987.
- [16] MCGINTY, Gerald P. **Sistemas de Videocassete.** 1.ed. São Paulo: Editora Campus, 1984. 289p.

- [17] NATIONAL Semiconductor. **Linear DataBook.** Santa Clara: National Semiconductor, 1980. 2V.
- [18] NORTON, Peter. & Jourdain, Robert. **O Manual do Disco Rígido.** 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1989. 308p.
- [19] NORTON, Peter. **Guia do Programador para IBM-PC.** 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1989. 400p.
- [20] NORTON, Peter. **Linguagem Assembly para IBM-PC.** 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1988. 304p.
- [21] PALACIOS, Hugo. **Apuntes sobre la Teoria de la Informacion y Codigos.** USM, 1982.
- [22] PROPER, John. **Video Cassete Recorder for Disk Backup. Mini-Micro System,** p. 179-182, Abr, 1983.
- [23] PEHLERT, W. K. Jr. **Analysis of a Burst-Trapping Error Corretion Procedure.** *The Bell System Technical Journal*, p. 493-519, abr, 1970.
- [24] RABBA, Mauricio C. **Um Esquema de Optimizacion de Memoria de Respaldo em Base a Codigos Correctores de Error.** Universidad Tecnica Federico Santa Maria, Falcudad de Ingenieria, Departamento de Electronica, jul, 1986.

- [25] RESENDE, P. Registrador Multicanal de Senões Electrofisiológicas. III Simp. Internac. Ing. Biomed, Madrid, Anais, p. 279-283, Out, 1987.
- [26] RODRIGUES, C.A. & Zanchin, C.I. & Lima, W.C. Gravação Digital de Sinais Analógicos utilizando VCR. I Encontro Regional de Automação e Instrumentação - SBA, Vitória, Anais v.2, 1989.
- [27] RODRIGUES, C. A. & Zanchin, C. I. & Lima, W. C. Gravador Digital de Instrumentação para Sinais Biológicos. XII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica - SBEB, Ribeirão Preto, Anais v. 7, 1989.
- [28] ROGER, Wood. Magnetic Megabits. IEEE Spectrum, v.27, n.5, p. 32-38, Mai, 1990.
- [29] RISNICK, David Marco. Videocassete Recorder VHS/PAL-M. 1.ed. São Paulo: Occidental Schools, 144p.
- [30] SIDORENKO, V. & Johannesson, Rolf & Zigangirov, K. SH. On Sequential Decoding for the Gilbert Channel. IEEE Transactions on Information Theory, v.34, n.5, p. 1058-1061, set, 1988.
- [31] SMITH, D. & Propst, R. Analog Recording with a Video Cassete Recorder. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, v.26, n.3, p.166-168, Mar, 1979.
- [32] SIGNETICS. TTL DataBook. Sunnyvale: Signetics, 1986. v.1.

- [33] TAN, Eng T. & Vermeulen, Bert. Digital Audio Tape for Data Storage. **IEEE Spectrum**, v.26, n.10, p. 34-38, Oct, 1989.
- [34] TUGAN, D. & Tugal, O. **Data Transmission**, 1.ed. New York: McGraw Hill, 1982. 1V.
- [35] DOI, Toshitada. On Several Standards for converting PCM Signals into Video Signals. **Journal of the Audio Engineering Society**, v.26, n.9, p. 641-649, Sep, 1978.
- [36] WARREN, Call. Commercial Video-Disk-Tape Technologies Spark Computer: Storage Applications. **EDN**, Mar, 1980.
- [37] YAMADA, Osamu. Development of an Error-Correction Method for Data Packet Multiplexed with TV Signals. **IEEE Transactions on Communications**, v.35, n.1, p. 21-31, Jan, 1987.
- [38] YUMA, Shiraishi. VCR Signal Dropout Counter. **IEEE Transaction on Consumers Electronics**, n.3, Ago, 1980.