

1. Publicação nº <i>INPE-2478-PRE/164</i>	2. Versão	3. Data <i>Julho, 1982</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DTL</i>	Programa <i>ESTER2</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>RECEPTOR TELEVISÃO SATÉLITE</i>			
7. C.D.U.: <i>621.391</i>			
8. Título <i>RECEPTOR DE TV FM EM 4 GHz.</i>		10. Páginas: <i>25</i>	
		11. Última página: <i>18</i>	
		12. Revisada por <i>Lucio B. T. Cividanes</i>	
9. Autoria <i>Jânio Kono Carlos Eduardo Santana Aydano Barreto Carleial</i>		13. Autorizada por <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
Assinatura responsável <i>Jânio Kono</i>			
14. Resumo/Notas  <i>Descreve-se, a nível de diagrama de blocos, um receptor de sinais de TV transmitidos por satélite na faixa de 4 GHz. Apresenta-se uma avaliação subjetiva do desempenho do receptor sob diversas condições de nível de sinal.</i>			
15. Observações <i>Submetido para apresentação na 34a. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, de 6-14 de julho de 1982, Campinas, SP.</i>			

ABSTRACT

*This report describes, at block-diagram level, a receiver for TV signals transmitted by satellite in the 4 GHz band. A subjective assessment of the receiver's performance under various signal level conditions is presented.*



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	v
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2 - <u>CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO RECEPTOR</u> .....	1
3 - <u>DIAGRAMA DE BLOCOS E CONFIGURAÇÃO MECÂNICA</u> .....	3
4 - <u>ANÁLISE DO DESEMPENHO</u> .....	5
5 - <u>AVALIAÇÃO SUBJETIVA DO DESEMPENHO</u> .....	6



## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1 - O receptor de TV .....	3
2 - Diagrama de blocos do receptor de TV .....	4
3 - Qualidade subjetiva da imagem da TV em função da EIRP do satélite e do diâmetro da antena da estação terrena receptora.	7
4 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 9 dB .....	9
5 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 8 dB .....	9
6 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 7 dB .....	10
7 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 6 dB .....	10
8 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 5 dB .....	11
9 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 4 dB .....	11
10 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 3 dB .....	12
11 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 2 dB .....	12
12 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 1 dB .....	13
13 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 0 dB .....	13
14 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 9 dB .....	14
15 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 8 dB .....	14
16 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 7 dB .....	15
17 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 6 dB .....	15
18 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 5 dB .....	16
19 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 4 dB .....	16

	<u>Pág.</u>
20 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 3 dB .....	17
21 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 2 dB .....	17
22 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 1 dB .....	18
23 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 0 dB .....	18

## 1 - INTRODUÇÃO

Descreve-se, neste relatório, um receptor de sinais de televisão transmitidos em FM na faixa 3700-4200 MHz. O receptor presta-se à recepção direta, individual ou comunitária, de satélites de telecomunicações. O protótipo de laboratório do receptor foi construído pela Divisão de Telecomunicações do Departamento de Tecnologia Espacial do INPE, que utilizou tecnologia própria, desenvolvida para o Programa Estações Terrenas. O protótipo encontra-se na fase de testes que precede sua produção industrial.

O protótipo foi construído para receber transmissões de TV FM via satélite, com os padrões atualmente usados pela EMBRATEL para comunicações dentro do Brasil, utilizando "transponders" alugados do sistema INTELSAT. As modificações eventualmente necessárias para adaptá-lo a um outro padrão de TV FM, entretanto, não apresentam dificuldade. Em particular, o equipamento será capaz de receber, a um custo bastante baixo, as transmissões de TV do satélite doméstico de telecomunicações que está sendo adquirido pelo Brasil e que deverá operar a partir de 1985. Essa forma de recepção deverá se tornar muito interessante para pequenas comunidades do interior, e mesmo para indivíduos, pois poderá ser feita através de uma antena refletora de três metros de diâmetro, ou até por uma antena menor, dependendo da qualidade de imagem exigida pelo usuário.

## 2 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO RECEPTOR

O sinal recebido e demodulado pelo receptor é constituído de vídeo e áudio, transmitidos por modulação de frequência (TV FM). Antes da modulação, o sinal composto de vídeo ocupa faixa limitada de 4,2 MHz, enquanto a subportadora de som (modulada em frequência pelo áudio) está em 5,8 MHz. Estes dois sinais são combinados com uma onda triangular de 30 Hz para dispersão de energia, a qual é eliminada no receptor após a demodulação.



A portadora FM, transmitida pelo satélite na faixa de 4 GHz, é captada pela antena da estação terrena e entregue ao receptor em nível de potência bastante baixo (da ordem de -100 dBm). O amplificador de baixo ruído do receptor, que cobre toda a faixa 3,7-4,2 GHz, amplifica o sinal em 50 dB e tem uma temperatura de ruído de menos de 120 K (fator de ruído de 1,5 dB). O sinal é convertido de 4 GHz para 70 MHz por um único batimento, sendo feita a rejeição da frequência imagem por um filtro pré-seletor sintonizável, cuja faixa de passagem é de aproximadamente 100 MHz. A escolha da frequência central de operação do receptor,  $f_0$ , é determinada pela sintonia do filtro pré-seletor e pelo ajuste da frequência do oscilador local em  $f_0 - 70$  MHz. Um parafuso de sintonia faz variar a frequência do oscilador local; em qualquer ponto de operação, sua estabilidade é melhor do que 20 ppm, suficiente para a recepção de TV FM.

A seção de FI do receptor eleva o sinal de 70 MHz ao nível necessário para demodulação, além de fornecer indicação relativa de seu nível e fazer a conformação final da faixa de frequências do sinal recebido. O demodulador PLL opera diretamente em 70 MHz, demodulando o vídeo e o áudio, restaura suas características originais e fornece saídas independentes para vídeo e áudio. Uma versão alternativa deste circuito fornece vídeo e áudio em uma única saída de VHF, combinados da forma convencionalmente usada em radiodifusão terrestre de TV, modulando uma portadora em amplitude (esta versão pode ser ligada diretamente à entrada de VHF de um televisor comum).

O amplificador de baixo ruído, que deve ser montado junto ao flange do alimentador da antena receptora, é ligado ao conversor por um cabo coaxial de baixa perda em microondas. O conjunto de todos os circuitos do receptor ocupa uma volume total de menos de 10 litros (Figura 1).

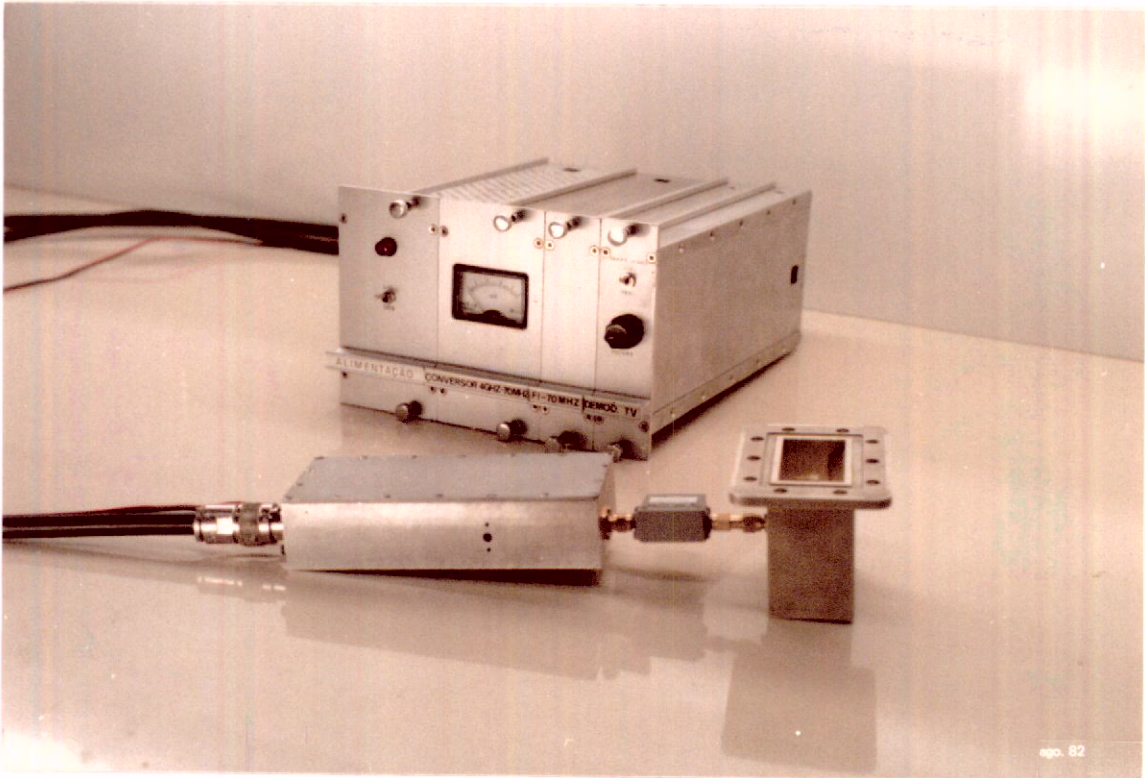


Fig. 1 - O receptor de TV.

### 3 - DIAGRAMA DE BLOCOS E CONFIGURAÇÃO MECÂNICA

A Figura 2 apresenta um diagrama de blocos simplificado do receptor de TV. O sinal recebido pela antena da estação terrena passa pelo amplificador de baixo ruído, localizado junto à antena, e é levado por um cabo coaxial ao conversor. Os componentes do conversor são:

- filtro pré-seletor, com faixa de 100 MHz;
- oscilador local (estabilizado por ressoador dielétrico);
- misturador;
- amplificador de 70 MHz.

Segue-se a seção de FI, onde o sinal é amplificado e filtrado em 70 MHz. O ganho desta seção pode ser variado pela inserção de atenuadores no trajeto do sinal, por chaveamento, de modo a ajustar o nível de sinal de acordo com o comprimento dos cabos de RF utilizados. Ainda na seção de FI há um detetor de nível de sinal, cuja saída é mostrada no painel frontal, e que serve de auxílio para retocar o apontamento da antena.

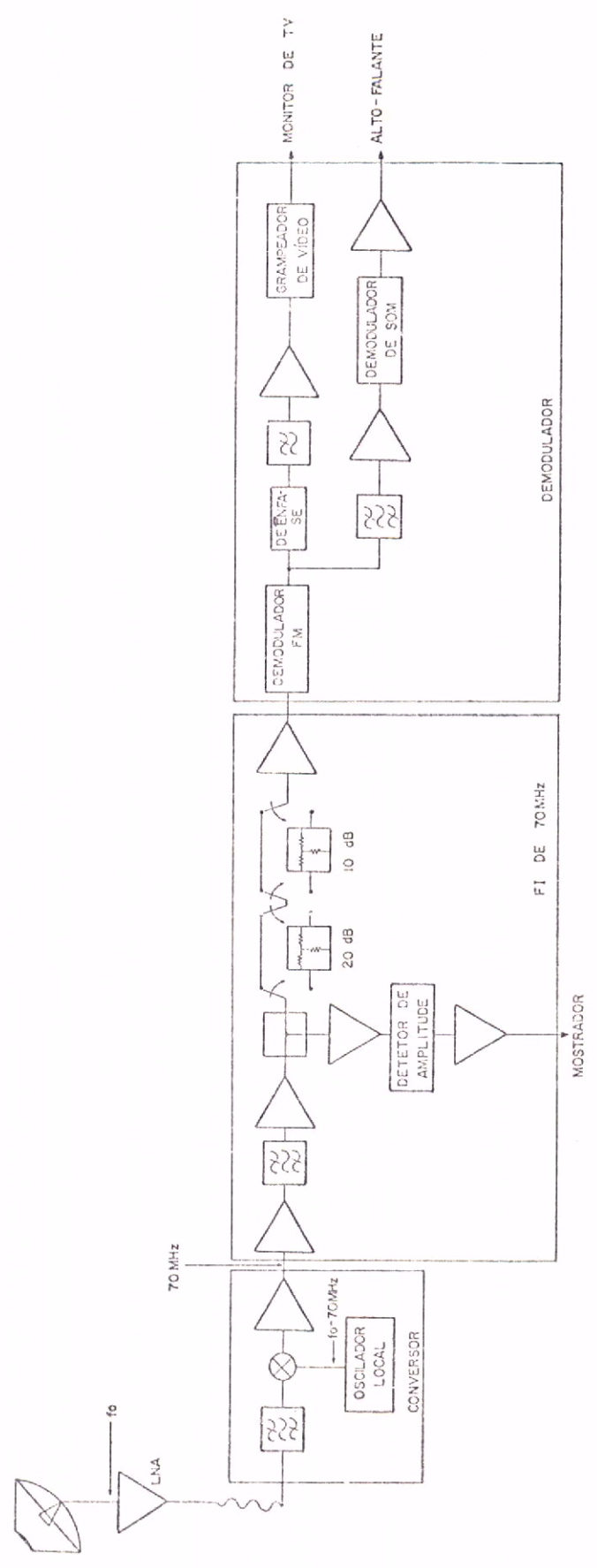


Fig. 2 - Diagrama de blocos do receptor de TV.

O sinal amplificado pela seção de FI é entregue ao demodulador PLL. Após a demodulação da portadora FM, o sinal passa por um circuito de deênfase, por um filtro passa-baixas, por um amplificador de vídeo e por um circuito grampeador de vídeo ("video clamp"), que elimina a onda triangular de dispersão de energia. A saída do circuito grampeador deve ser ligada, pelo usuário, à entrada de vídeo composto de um monitor de TV. A subportadora de som, por sua vez, é separada à saída do demodulador de 70 MHz por um filtro e, depois, amplificada e demodulada por um PLL em 5,8 MHz. Da saída deste demodulador o som da TV passa a um amplificador de áudio, cuja saída deve ser ligada, pelo usuário, a um alto-falante (que pode ser o do monitor de TV). O ganho do amplificador de áudio é controlado por um potenciômetro de painel frontal.

O protótipo do receptor, com exceção do amplificador de baixo ruído, está montado em uma gaveta de um "rack" de 19 polegadas, que segue o padrão do International Modular System (IMS), ocupando apenas a metade da gaveta, que tem 3 unidades padronizadas de altura (13 cm). O protótipo é constituído de cinco seções (módulos mecânica e eletricamente separáveis):

- amplificador de baixo ruído;
- conversor;
- seção de FI;
- demodulador;
- fonte de alimentação.

O espaço restante da gaveta pode ser ocupado por mais um conjunto de conversor, FI e demodulador, o que permite a recepção simultânea de dois canais.

#### 4 - ANÁLISE DO DESEMPENHO

A Figura 3 mostra, para diversos valores de potência equivalente isotropicamente irradiada (EIRP) da portadora de TV transmitida

pelo satélite, a relação portadora/ruído (C/N) recebida pela estação terrena em função do diâmetro da sua antena. Foram consideradas no cálculo as seguintes hipóteses:

- distância satélite-estação terrena 37500 km,
- perda total no trajeto de descida 1,0 dB,
- temperatura de ruído total na recepção 145 K,
- rendimento da antena da estação terrena 0,55,
- faixa de ruído do filtro de FI 20 MHz.

Na Figura 3 indica-se também a qualidade estimada para o sinal de vídeo, com uma modulação FM com desvio de pico de vídeo de 8 MHz. Considera-se "excelente" a qualidade, quando o sinal de vídeo tem relação entre amplitude pico-a-pico do sinal de luminância/ruído rms ponderado (S/N) maior que 47 dB; e "boa", quando o sinal de vídeo tem (S/N)<sub>v</sub> maior que 40 dB.

## 5 - AVALIAÇÃO SUBJETIVA DO DESEMPENHO

Nesta seção, os resultados dos testes de avaliação de desempenho do receptor de TV são apresentados para diversos valores de relação portadora/ruído (C/N). Os testes foram realizados com o próprio sinal do satélite INTELSAT-IV-A, utilizando-se na recepção uma antena parabólica de 8,5 m de diâmetro e um receptor de baixo ruído com temperatura de 100 K. A variação da relação portadora/ruído na entrada do receptor foi conseguida através de ajuste do apontamento da antena receptora. Por este método, foram obtidos valores de C/N entre 0 e 9 dB.

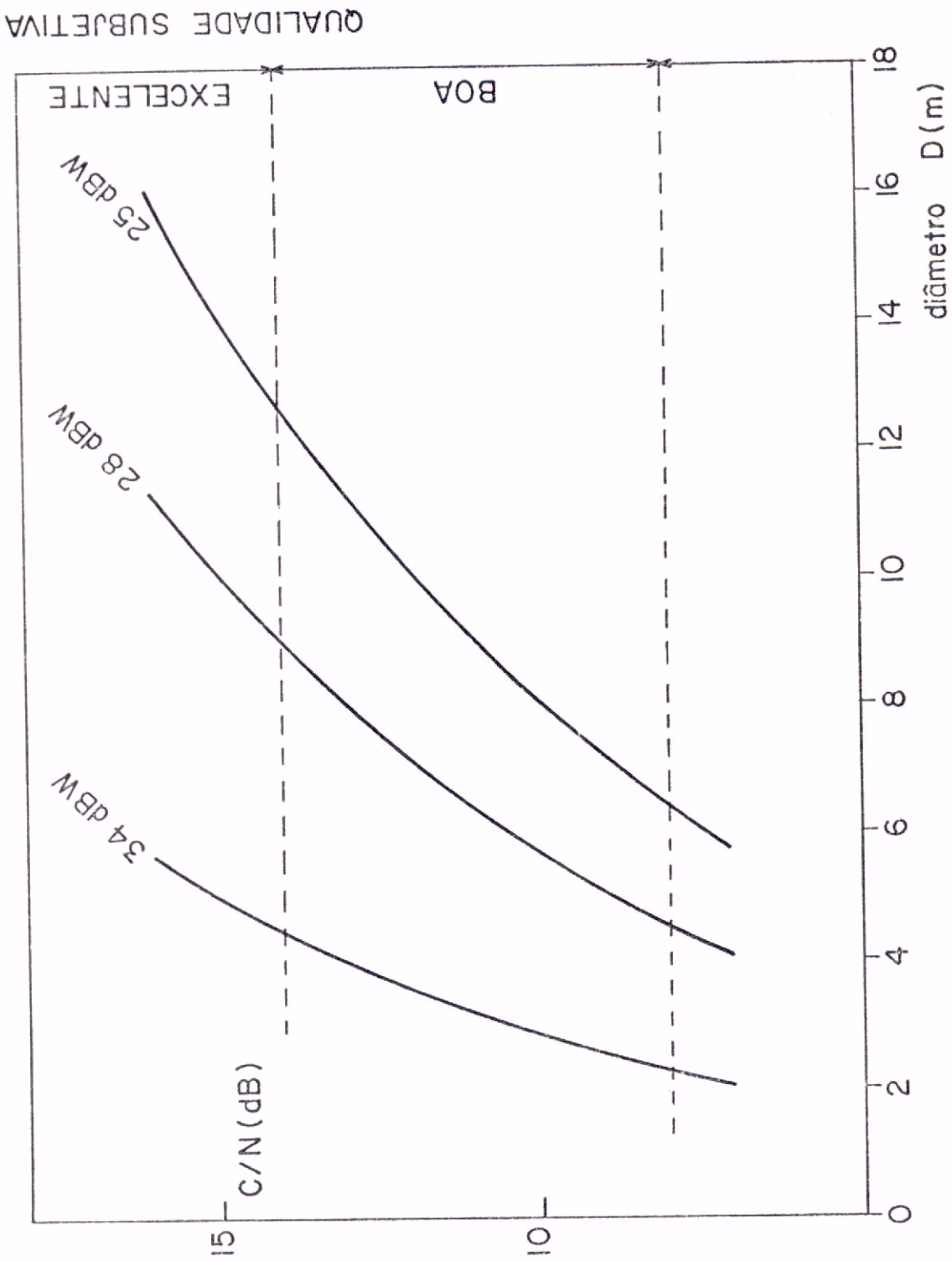


Fig. 3 - Qualidade subjetiva da imagem da TV em função da EIRP do satélite e do diâmetro da antena da estação terrena receptora.

As Figuras 4 a 13 são fotografias tiradas do monitor de TV para relações C/N nesse intervalo, decrescentes de 1 em 1 dB. Para comparação, apresentam-se também nas Figuras 14 a 23 imagens obtidas com os valores de C/N, substituindo-se o demodulador PLL de vídeo por um demodulador mais simples, sem extensão de limiar (este último demodulador, do tipo "linha de atraso", faz parte de um receptor de TV de baixo custo, de fabricação estrangeira). A barra clara inclinada que aparece em diversas fotos do monitor de TV resulta de uma deficiência do mêtodo fotográfico empregado e não deve ser considerada na avaliação, pois esta barra não é vista por quem observa a imagem no monitor de TV.

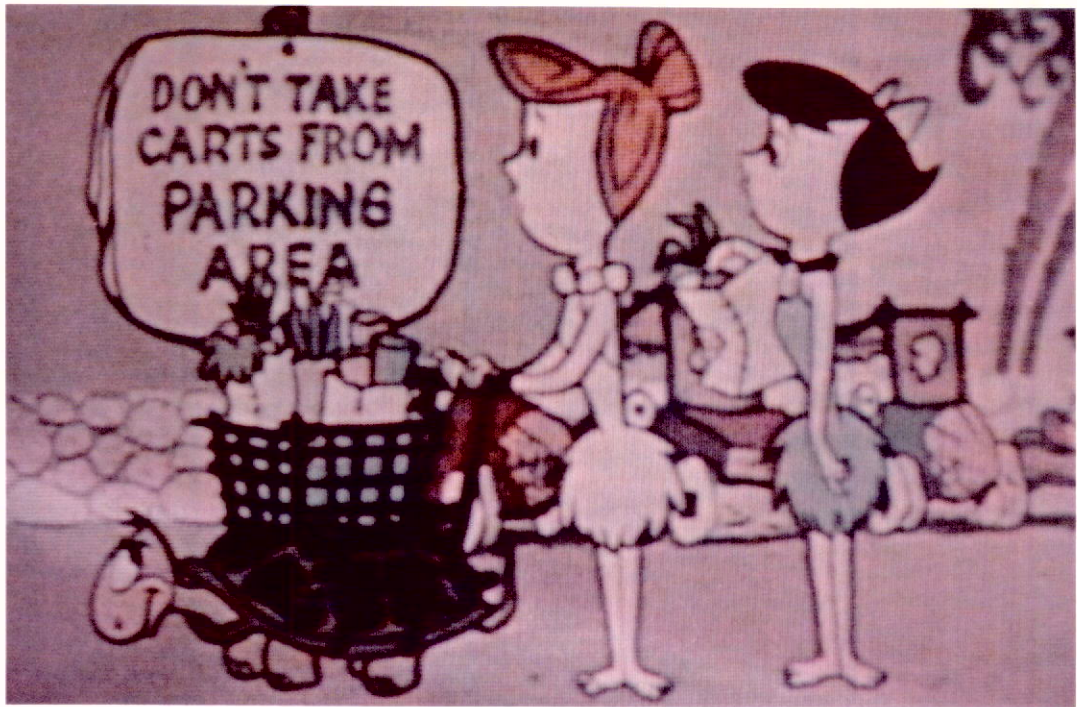


Fig. 4 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 9 dB.



Fig. 5 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 8 dB.





Fig. 6 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 7 dB.



Fig. 7 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 6 dB.



Fig. 8 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 5 dB.



Fig. 9 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 4 dB.



Fig. 10 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 3 dB.



Fig. 11 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 2 dB.

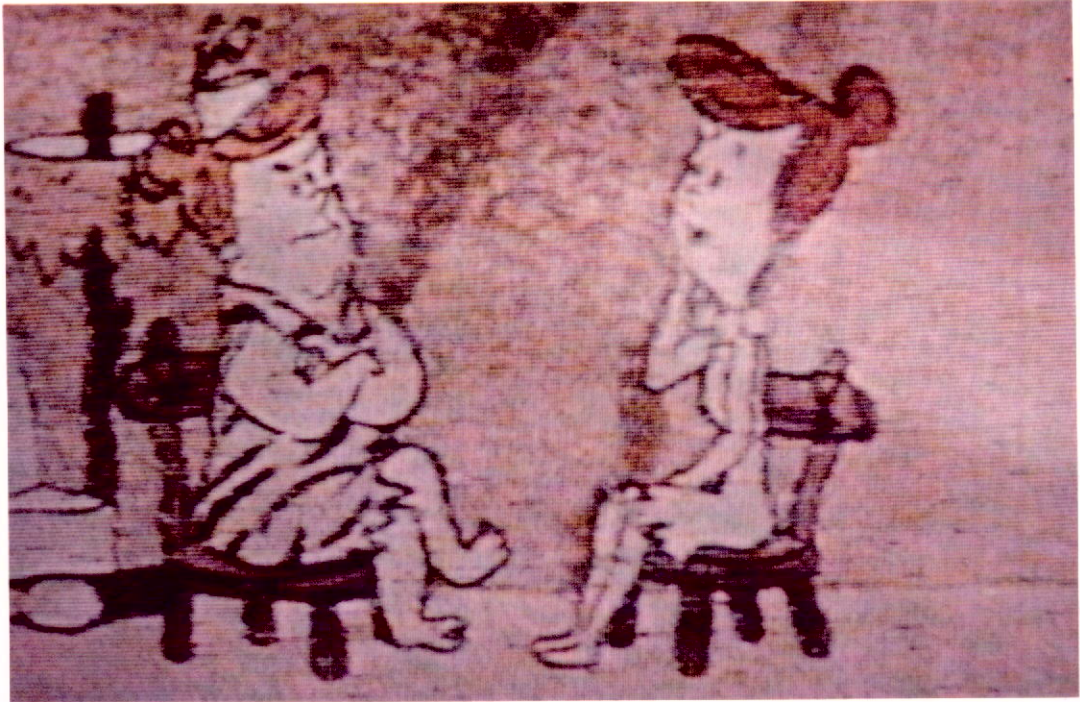


Fig. 12 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 1 dB.



Fig. 13 - Imagem de TV obtida através do demodulador PLL, com a relação C/N de 0 dB.



Fig. 14 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 9 dB.



Fig. 15 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 8 dB.

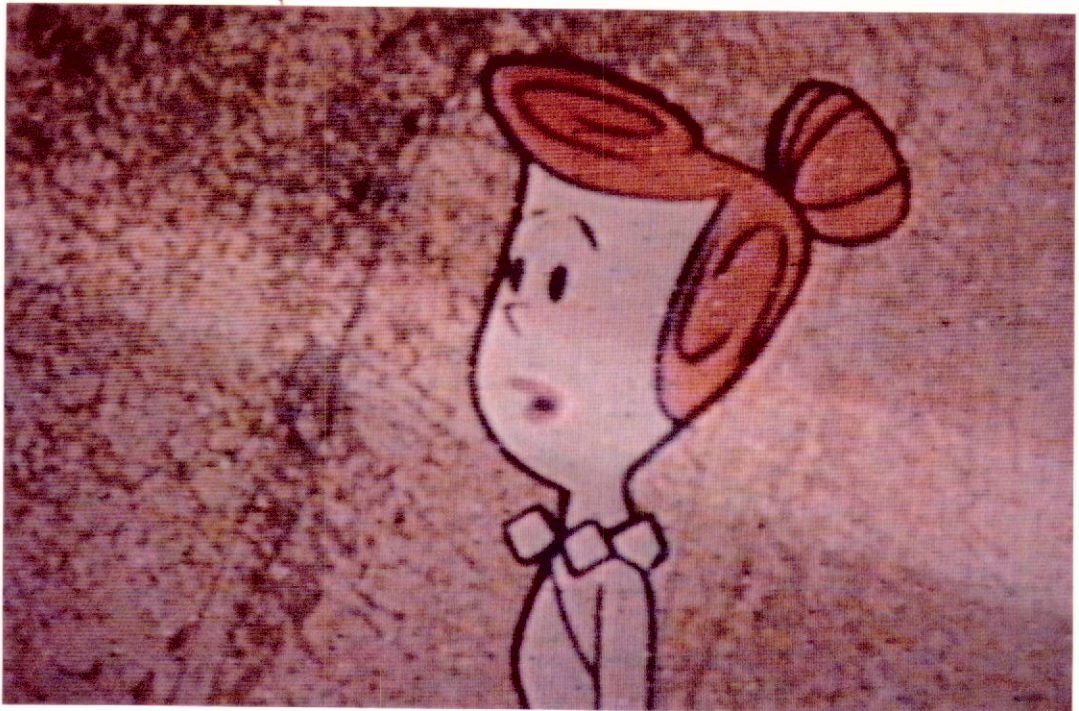


Fig. 16 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 7 dB.

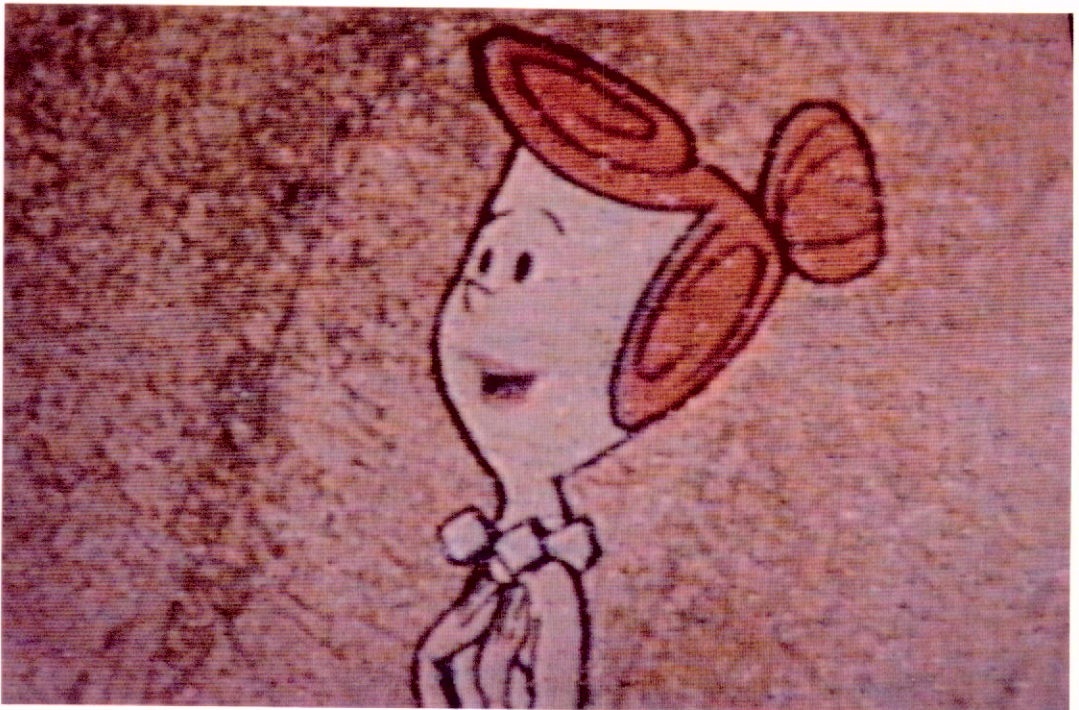


Fig. 17 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 6 dB.



Fig. 18 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 5 dB.



Fig. 19 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 4 dB.



Fig. 20 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 3 dB.



Fig. 21 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 2 dB.





Fig. 22 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 1 dB.



Fig. 23 - Imagem de TV obtida através de um demodulador sem extensão de limiar, com relação C/N de 0 dB.