

SISTEMAS DE TV

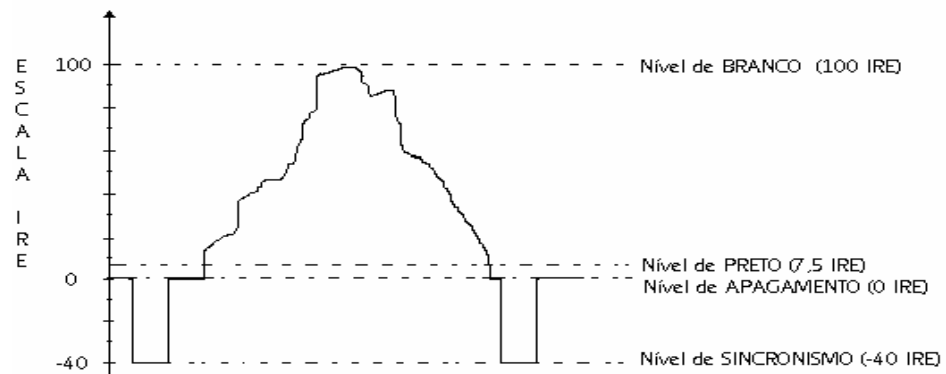
Unidade 2

Os sistemas analógicos de TV

2009

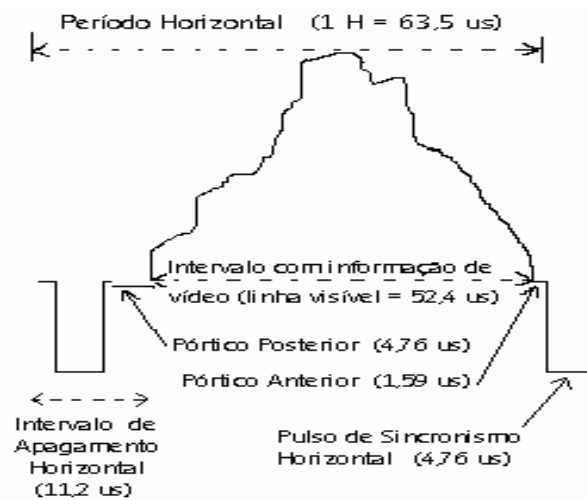
O sinal composto de vídeo (SCV)

- Linha: níveis característicos



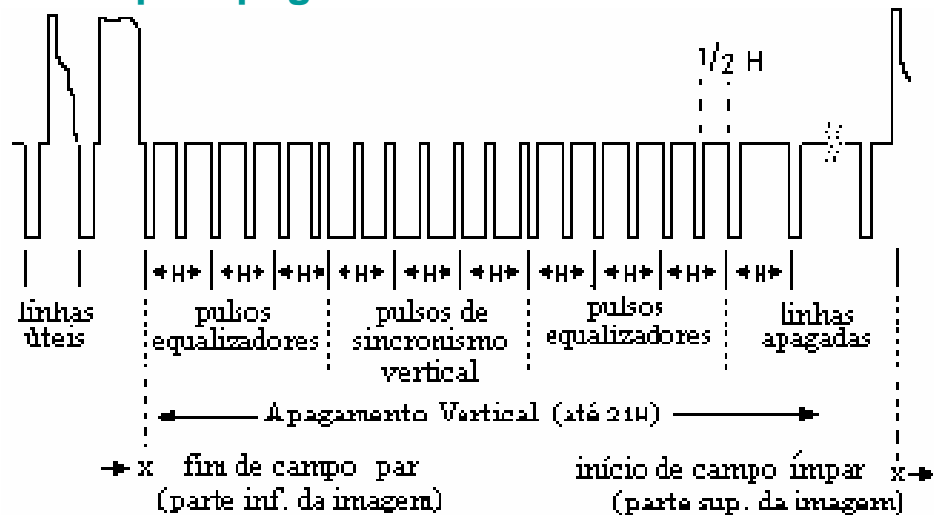
O sinal composto de vídeo (SCV)

- Linha: intervalos e pulsos característicos



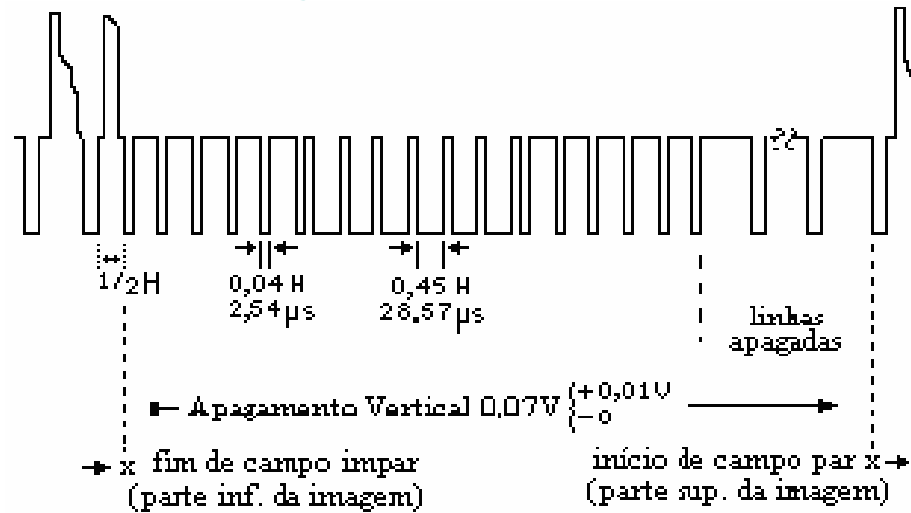
O sinal composto de vídeo (SCV)

- Campo: apagamento vertical

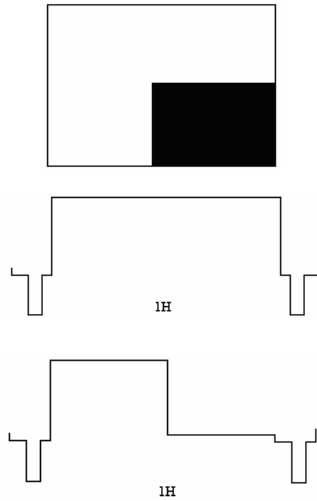


O sinal composto de vídeo (SCV)

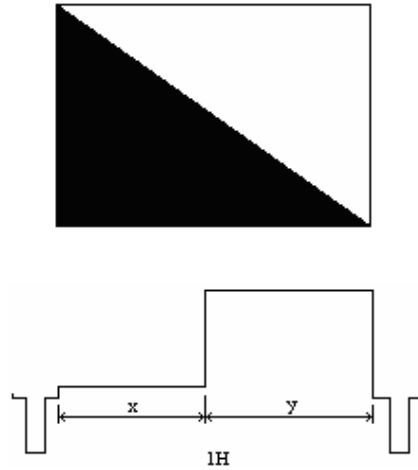
• Campo: apagamento vertical



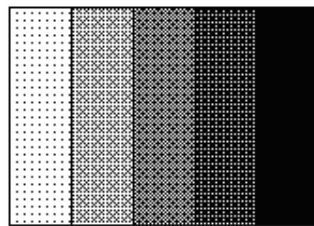
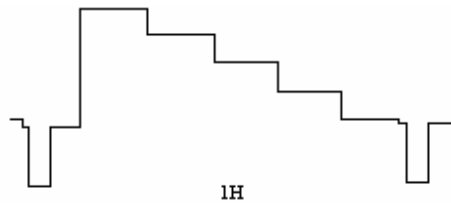
Relação entre imagem e SCV



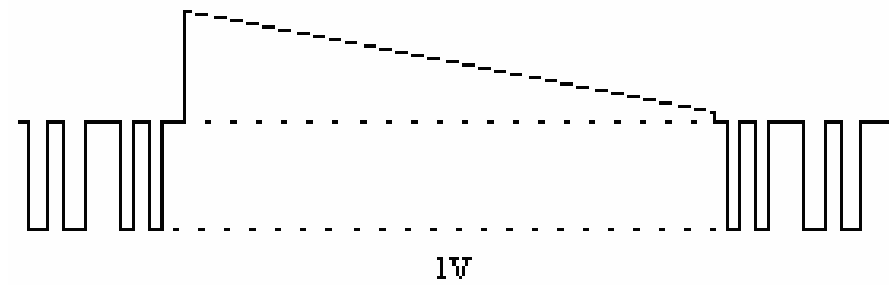
Relação entre imagem e SCV



Relação entre imagem e SCV

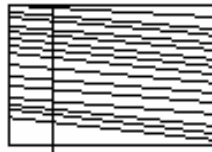


Relação entre imagem e SCV



Resolução da imagem

- **Resolução vertical**



O traço
vertical
corta as
linhas
visíveis

Nº de linhas do quadro $\rightarrow 525$

Nº de linhas perdidas por quadro $\rightarrow 2 \times 21 = 42$

[cada apagamento vertical dura $1333 \mu\text{s}$, o que equivale a 21H ($1333 \mu\text{s} \div 63,5 \mu\text{s} = 21$)]

Nº de linhas visíveis por quadro $\rightarrow 525 - 42 = 483$

Nº de linhas úteis por quadro $\rightarrow 483 \times 0,67 \cong 320$

[corresponde ao nº médio de detalhes na direção vertical]

®

Resolução vertical = 320 linhas

Resolução da imagem

- **Resolução horizontal**

Considerando que o elemento de imagem é circular, ele tem as mesmas dimensões nas duas direções.

Como na direção horizontal a extensão é de 4/3 da vertical, há $320 \times 4/3 \cong 426$ elementos de imagem.

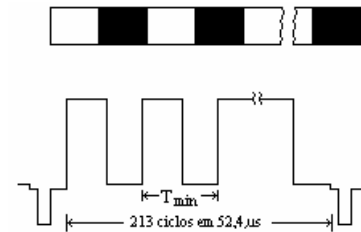
® **Resolução horizontal = 426 elementos**

- **Resolução total**

É o produto da resolução vertical pela horizontal.

® **Resolução total = 137.000 elementos (pixels)**

Máxima frequência de luminância



Considerando cada dois elementos como um ciclo do sinal de luminância de frequência máxima, esta pode ser calculada:

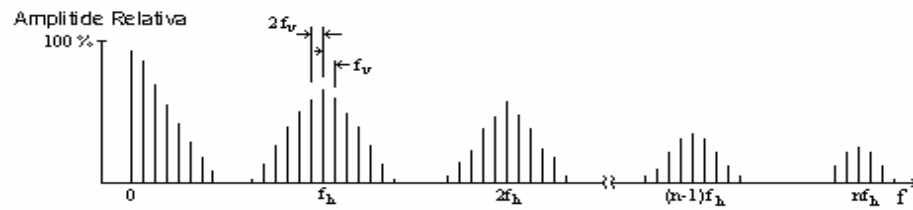
$$T_{\min} = \frac{52,4 \mu s}{213} \cong 0,25 \mu s$$

$$f = 1/T \rightarrow F_{\max} = 1/T_{\min}$$

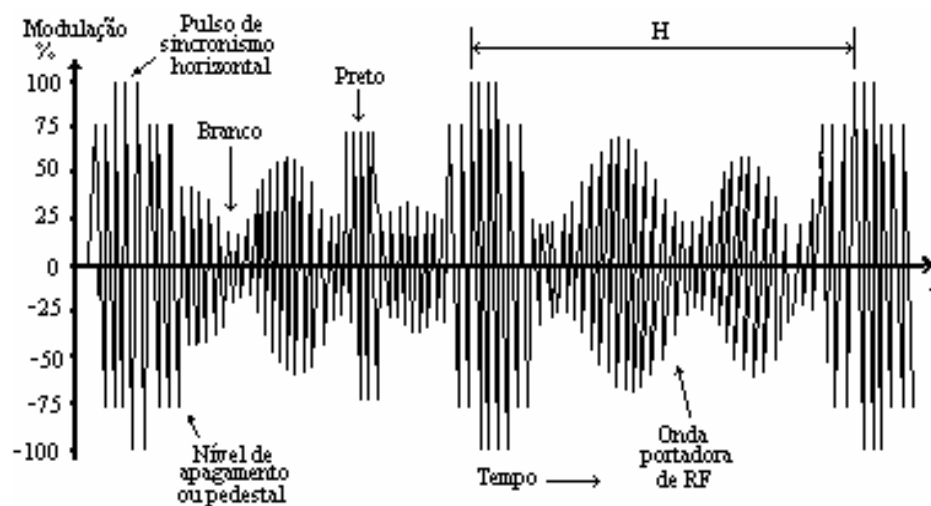
®

$$\underline{\underline{F_{\max} = 4 \text{ MHz}}}$$

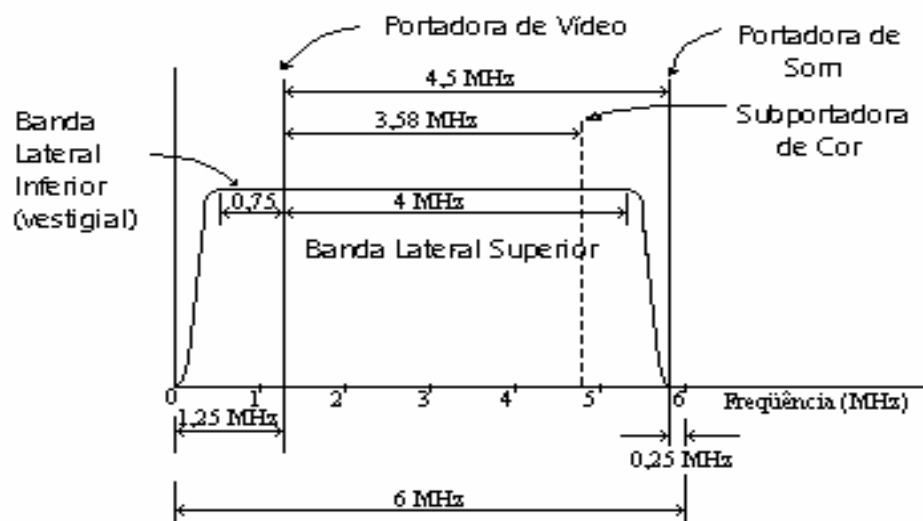
Espectro do sinal de luminância



Sinal de vídeo modulado (AM)



O canal de TV básico (espectro)



Distribuição dos canais de TV

VHF	Número do canal	Faixa de frequência (MHz)
	1	-
B	2	54-60
A	3	60-66
I	4	66-72
X	5	76-82
O	6	82-88
S	7	174-180
A	8	180-186
L	9	186-192
T	10	192-198
O	11	198-204
	12	204-210
S	13	210-216

Distribuição dos canais de TV

UHF

14	470-476
15	476-482
16	482-488
17	488-494
18	494-500
19	500-506
20	506-512
21	512-518
22	518-524
23	524-530
24	530-536
25	536-542
26	542-548
27	548-554
28	554-560
29	560-566

30	566-572
31	572-578
32	578-584
33	584-590
34	590-596
35	596-602
36	602-608
37	608-614
38	614-620
39	620-626
40	626-632
41	632-638

42	638-644
43	644-650
44	650-656
45	656-662
46	662-668

Distribuição dos canais de TV

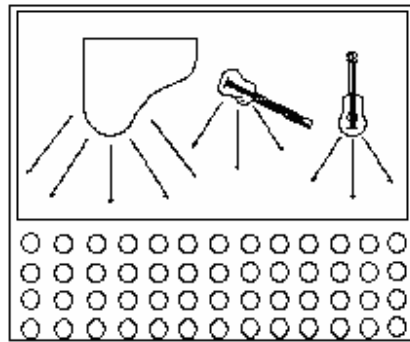
UHF

47	668-674
48	674-680
49	680-686
50	686-692
51	692-698
52	698-704
53	704-710
54	710-716
55	716-722
56	722-728
57	728-734
58	734-740
59	740-746
60	746-752

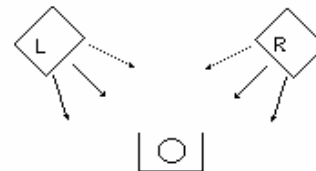
61	752-758
62	758-764
63	764-770
64	770-776
65	776-782
66	782-788
67	788-794
68	794-800
69	800-806

Som estéreo em TV

Sala de Espetáculos

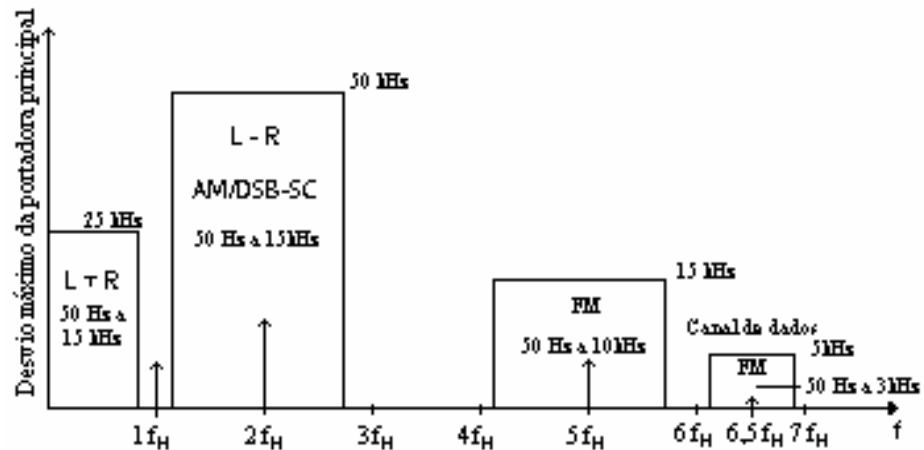


Sala de Audição



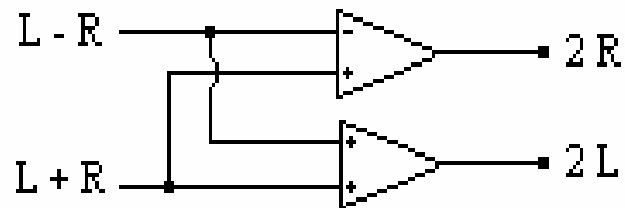
Som estéreo em TV

Espectro do sinal de áudio estereofônico modulado segundo a Norma BTSC



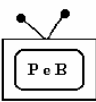
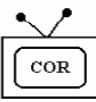



Som estéreo em TV

Decodificação do som estereofônico após a demodulação



TV a cores e compatibilidade

Condições para a compatibilidade entre o sistema de TV a cores e o padrão monocromático existente

	RECEBE	REPRODUZ	MODIFICAÇÃO
	Programas monocromáticos	em P & B	nenhuma
	Programas cromáticos	em P & B	nenhuma
	Programas monocromáticos	em P & B	nenhuma
	Programas cromáticos	a cores	nenhuma
	mantém todas as componentes anteriores e recebe novos sinais superpostos		
	mesma largura mesmas portadoras nova subportadora		
	Não deve sofrer modificações		

Os sinais de TV a cores

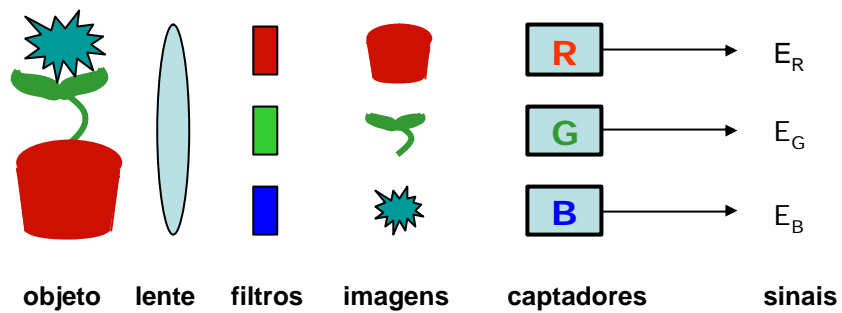
CAPTAÇÃO

Sinais:

R **G** **B**

Transportam:

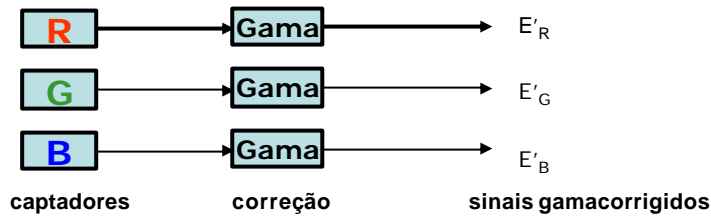
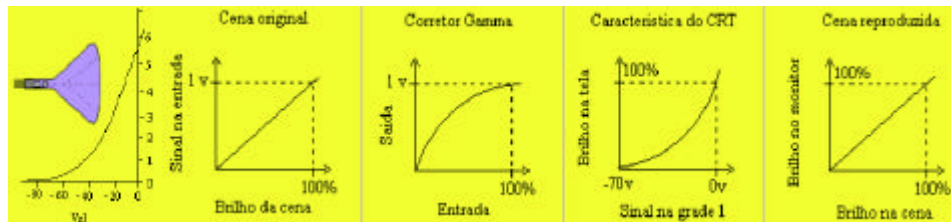
- Luminância (brilho)
- Cromaticidade (matiz e saturação)



Os sinais de TV a cores

CORREÇÃO GAMA

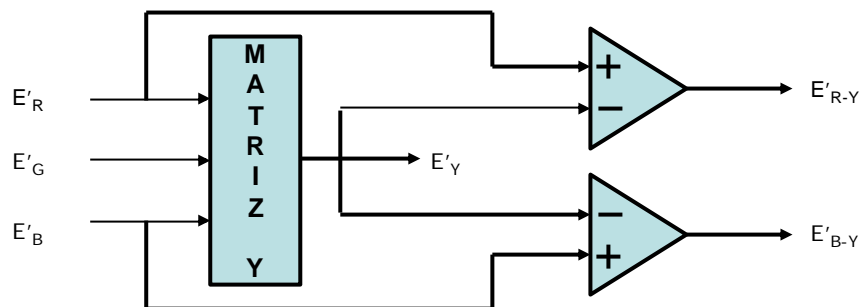
Faz a correção dos níveis de brilho, para compensar a distorção do TRC.



Os sinais de TV a cores

CODIFICAÇÃO

- Sinal **Y** transporta **luminância** (brilho)
 $Y = 0,3 R + 0,59 G + 0,11 B$
- Sinais **R-Y** e **B-Y** transportam **cromaticidade** (matiz e saturação)



Os sinais de TV a cores

RESOLUÇÃO DOS SINAIS DIFERENÇA DE COR



Detalhes grandes



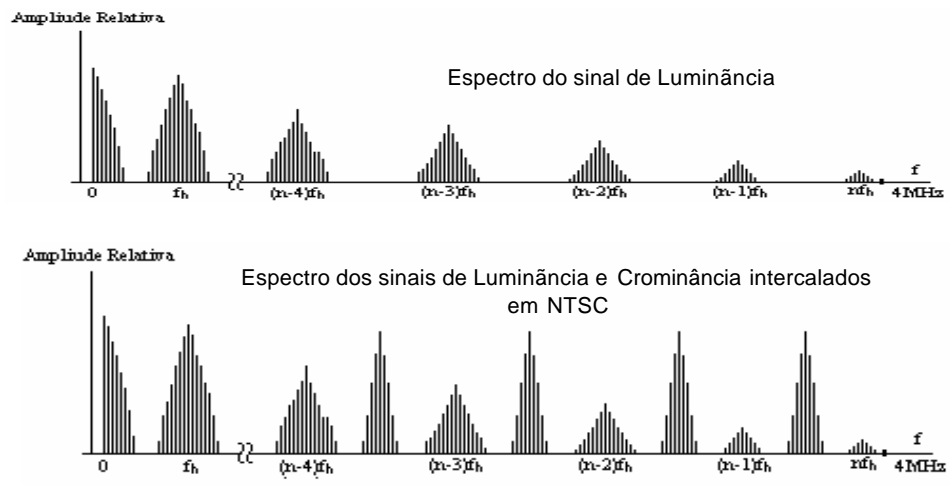
Detalhes pequenos
(1/70 da linha) não
são vistos com cor

$$T_{\text{linha visível}} = \frac{52,4 \mu\text{s}}{70} \cong 0,75 \mu\text{s}$$

$$\Rightarrow f_{\text{max cor}} @ 1,3 \text{ MHz}$$

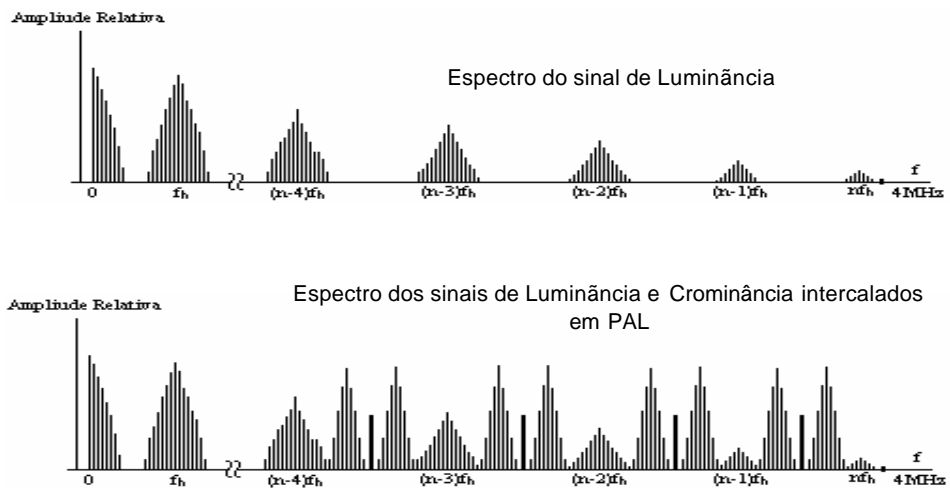
Os sinais de TV a cores

INTERCALAMENTO ESPECTRAL DOS SINAIS DIFERENÇA DE COR COM O DE LUMINÂNCIA



Os sinais de TV a cores

INTERCALAMENTO ESPECTRAL DOS SINAIS DIFERENÇA DE COR COM O DE LUMINÂNCIA



Os sinais de TV a cores

ESCOLHA DA SUBPORTADORA DE COR (f_{sc})

Condição para o intercalamento → harmônico ímpar de $f_h/2$ (NTSC)
ou de $f_h/4$ (PAL)

Condição para baixa visibilidade da interferência → harmônico de
ordem elevada

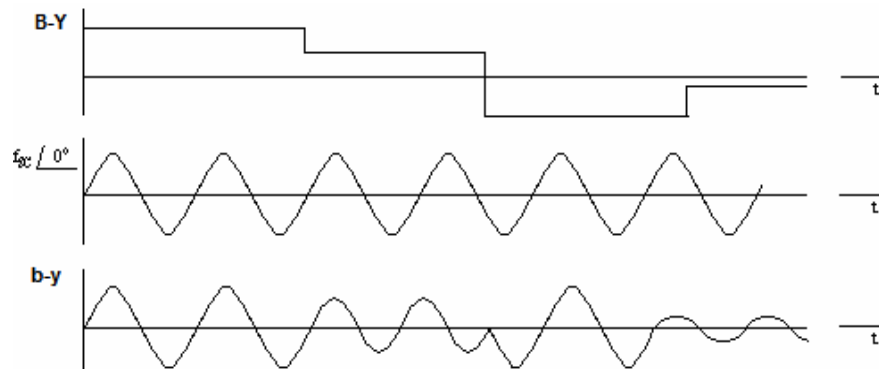
Em NTSC → $f_{sc} = 455 f_h/2$ → **$f_{sc} = 3,579545 \text{ MHz}$**

Em PAL-M → $f_{sc} = 909 f_h/4$ → **$f_{sc} = 3,57561149 \text{ MHz}$**

Obs: $f_h = 15.734,264 \text{ Hz}$ $f_v = 59,94 \text{ Hz}$

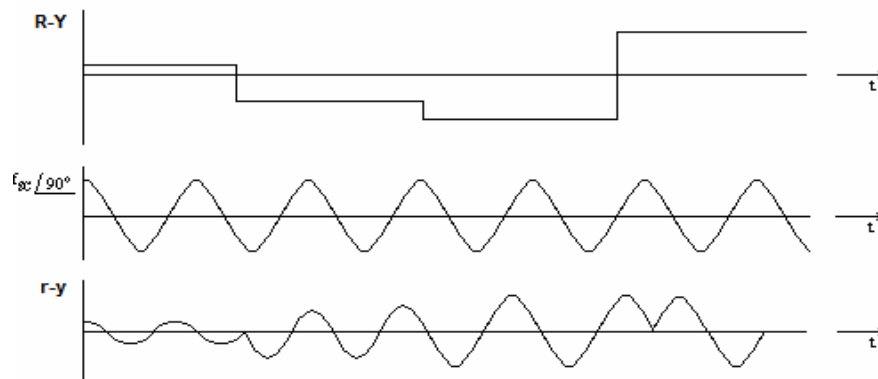
Os sinais de TV a cores

MODULAÇÃO NA SUBPORTADORA DE COR (f_{sc}) EM NTSC



Os sinais de TV a cores

MODULAÇÃO NA SUBPORTADORA DE COR (f_{sc}) EM NTSC



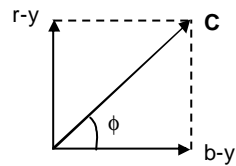
Os sinais de TV a cores

MODULAÇÃO DOS SINAIS DE CROMA NA SUBPORTADORA (fsc)

® QAM – VSB / SC

(dois sinais modulados em AM em portadoras ortogonais, depois suprimidas, com uma banda lateral vestigial e outra inteira)

REPRESENTAÇÃO FASORIAL



r-y → sinal R-Y modulado

b-y → sinal B-Y modulado

C → sinal de cromaticidade (resultante)

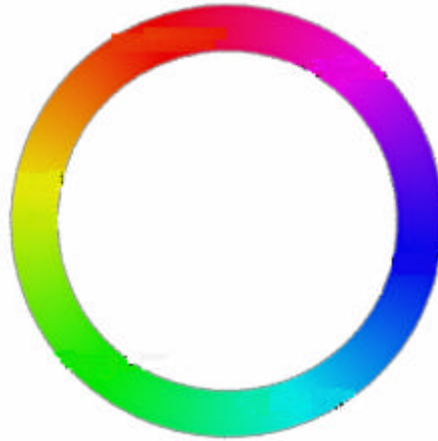
Módulo de C → saturação

Fase de C (ϕ) → matiz

Os sinais de TV a cores

REPRESENTAÇÃO FASORIAL

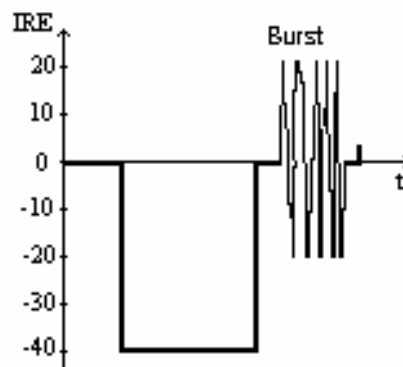
Localização dos matizes



Os sinais de TV a cores

SINAL DE SINCRONISMO DE COR ® BURST

Oito a dez ciclos da subportadora, enviados no pódio posterior do apagamento horizontal, com 40 IRE p-p.



Os sinais de TV a cores

SISTEMA NTSC

- **Sinais de cromaticidade:** I e Q (r-y e b-y deslocados de 33°)

A largura de faixa de I é de 1,3 MHz, com banda lateral vestigial e fase de 123°. $I = 0,6R - 0,28G - 0,32B$ ou $I = 0,74(R-Y) - 0,27(B-Y)$

A largura de faixa de Q é de 0,5 MHz, com banda lateral dupla e fase de 33°. $Q = 0,21R - 0,52G + 0,31B$ ou $Q = 0,48(R-Y) + 0,41(B-Y)$

- **Sinal de luminância:** $Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B$

- **Subportadora de cor:** 3,579545 MHz

- **Burst:** fase de 180°

Os sinais de TV a cores

SISTEMA NTSC

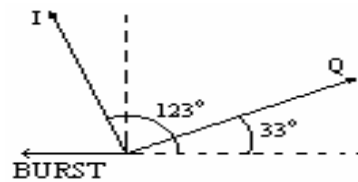
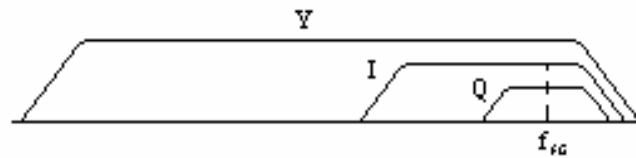


Diagrama fasorial da croma



Espectro dos sinais de croma e luminância

Os sinais de TV a cores

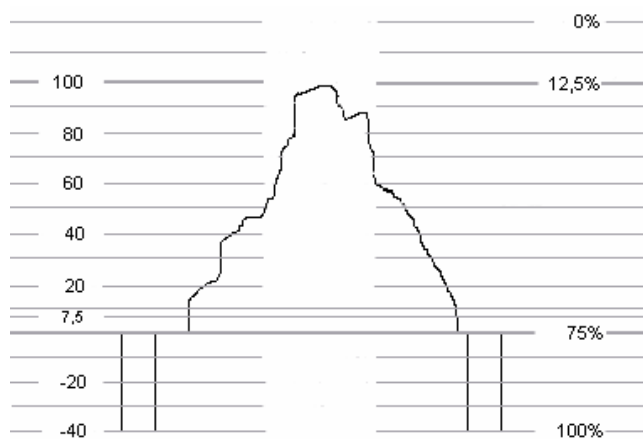
A IMAGEM DE OITO BARRAS NO SISTEMA NTSC



Os sinais de TV a cores

Waveform Monitor

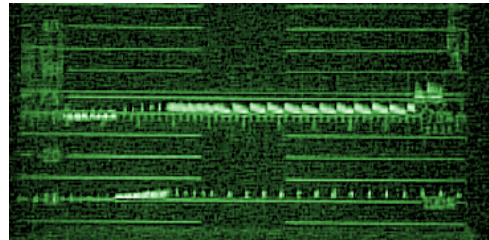
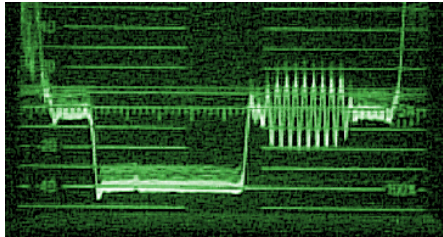
Tela graduada em unidades IRE e em percentual de modulação



Os sinais de TV a cores

Waveform Monitor

Detalhes dos apagamentos horizontal e vertical



Os sinais de TV a cores

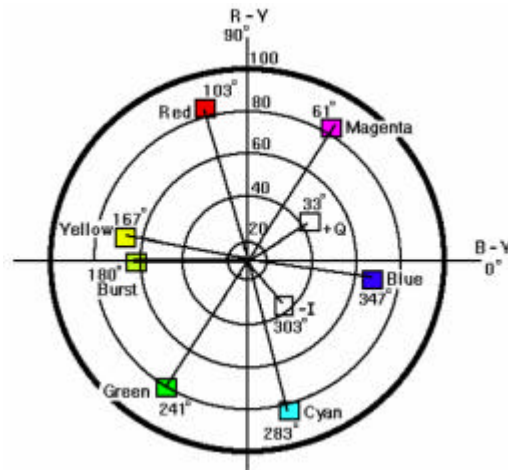
Waveform Monitor Aparência



Os sinais de TV a cores

A IMAGEM DE OITO BARRAS NO SISTEMA NTSC

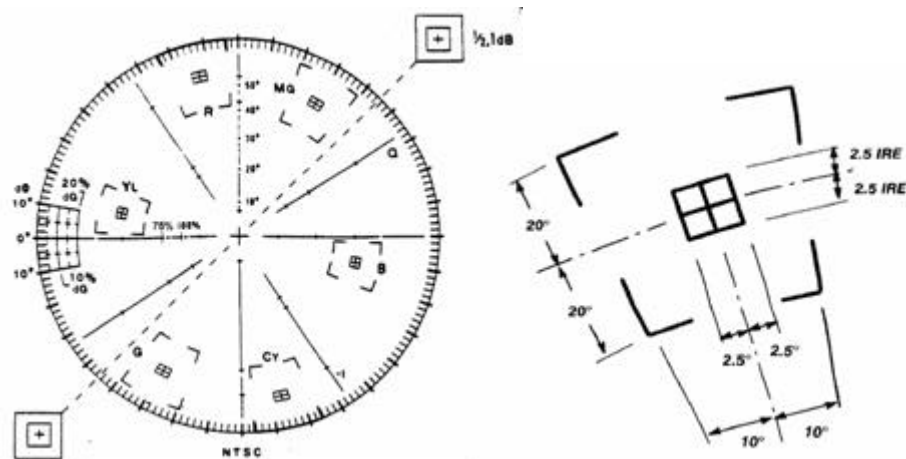
Fasores de crominância → Vectorscope



Os sinais de TV a cores

Vectorscope

Tela e detalhe da tela



Os sinais de TV a cores

A IMAGEM DE OITO BARRAS NO SISTEMA NTSC

Exercício: preencha a tabela para branco em 100 IRE e 100% de saturação

Barra	R	G	B	Y	R - Y	B - Y	I	Q	$\frac{1}{2}C$	f
Branca	1	1	1	1	0	0	0	0	0	-
Amarela	1	1	0	0,89	0,11	-0,89				
Turquesa										
Verde										
Magenta										
Vermelha										
Azul										
Preta										

Formulário

$$Y = 0,30 R + 0,59 G + 0,11 B$$

$$I = 0,74(R-Y) - 0,27(B-Y)$$

$$Q = 0,48(R-Y) + 0,41(B-Y)$$

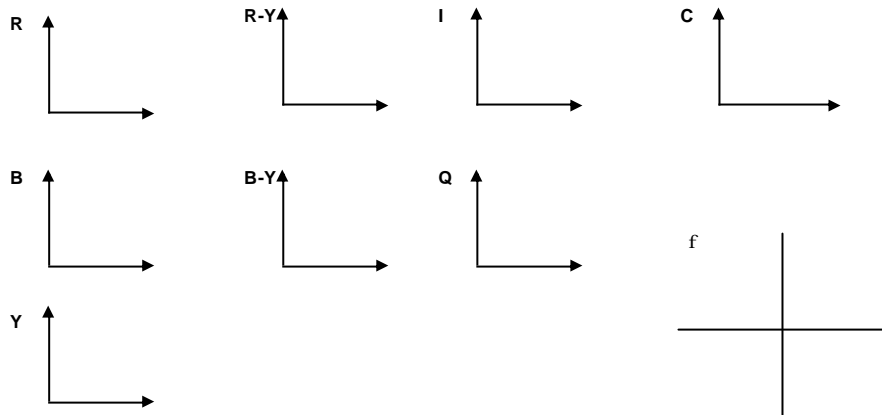
$$C^2 = I^2 + Q^2$$

φ $\left\{ \begin{array}{l} 1^\circ \text{ quadrante} \rightarrow \varphi = \tan^{-1} \frac{Q}{I} \\ 2^\circ \text{ quadrante} \rightarrow \varphi = 180^\circ - \tan^{-1} \frac{Q}{I} \\ 3^\circ \text{ quadrante} \rightarrow \varphi = 180^\circ + \tan^{-1} \frac{Q}{I} \\ 4^\circ \text{ quadrante} \rightarrow \varphi = 360^\circ - \tan^{-1} \frac{Q}{I} \end{array} \right.$

Os sinais de TV a cores

A IMAGEM DE OITO BARRAS NO SISTEMA NTSC

Exercício: esboce as formas de onda indicadas



O sistema PAL

CARACTERÍSTICAS DO PAL-M

- **Sinais de cromaticidade:** v e u (R-Y e B-Y reduzidos e modulados)

$$v = V \angle \pm 90^\circ \quad u = U \angle 0^\circ \quad V = 0,877 (R-Y) \quad U = 0,493 (B-Y)$$

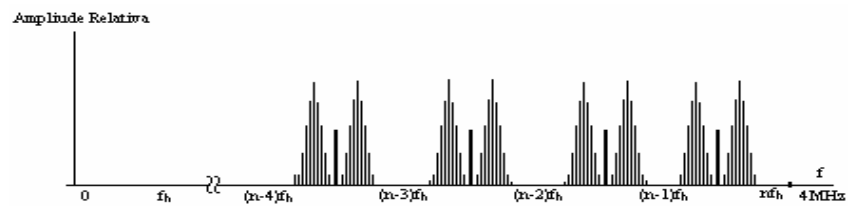
A largura de faixa é de 1,3 MHz, com banda lateral vestigial e quadratura de fase.

- **Sinal de luminância:** $Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B$
- **Subportadora de cor:** 3,57561149 MHz ($f_{sc} = 909 f_h/4$)
- **Burst:** fase de 135° (linhas “normais”) e 225° (linhas invertidas)

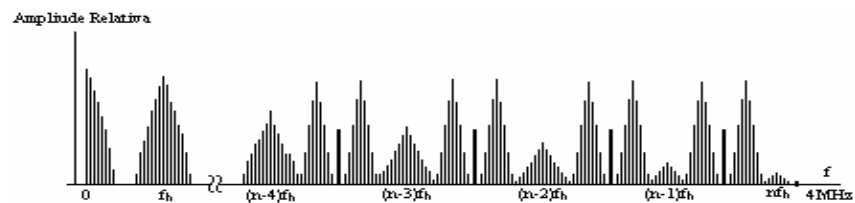
O sistema PAL

ESPECTRO DOS SINAIS DE CROMA E LUMA NO SISTEMA PAL

a) Crominância

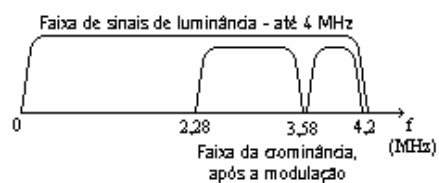


b) Luminância + Crominância



O sistema PAL

BANDA DOS SINAIS DE CROMA E LUMA NO SISTEMA PAL-M

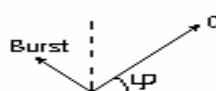


O CANAL DE TV NO SISTEMA PAL-M



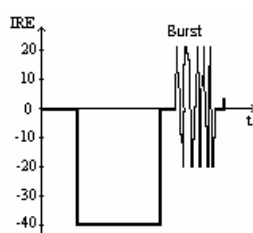
O sistema PAL

SINAL DE CROMA NO SISTEMA PAL



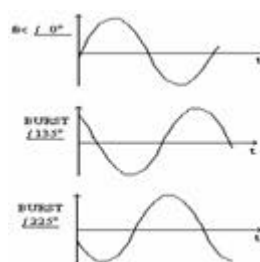
AMPLITUDE (módulo de C) → SATURAÇÃO

FASE (ϕ) → MATIZ



Localização

O BURST



Fase

O sistema PAL

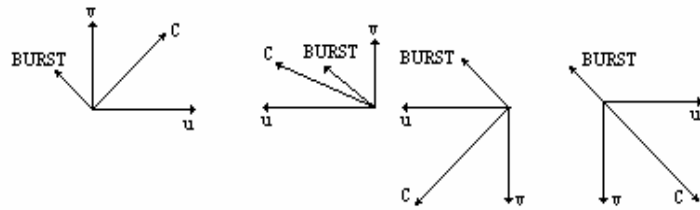
SINAL DE CROMA NO SISTEMA PAL

$$C = U(t) \cdot \sin(2\pi f_{SC} \cdot t) + V(t) \cdot \cos(2\pi f_{SC} \cdot t)$$

$$C^* = U(t) \cdot \sin(2\pi f_{SC} \cdot t) - V(t) \cdot \cos(2\pi f_{SC} \cdot t)$$

REPRESENTAÇÃO FASORIAL

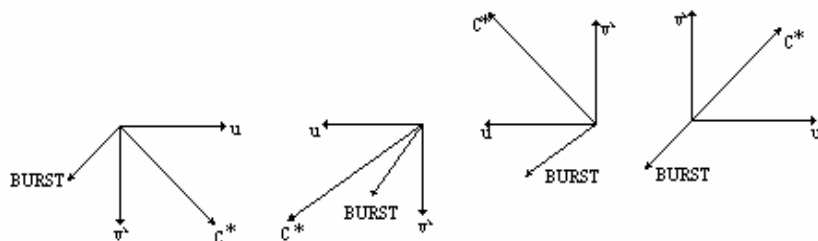
a) Linhas sem inversão de fase ('normais' ou "NTSC")



O sistema PAL

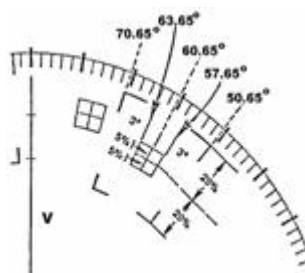
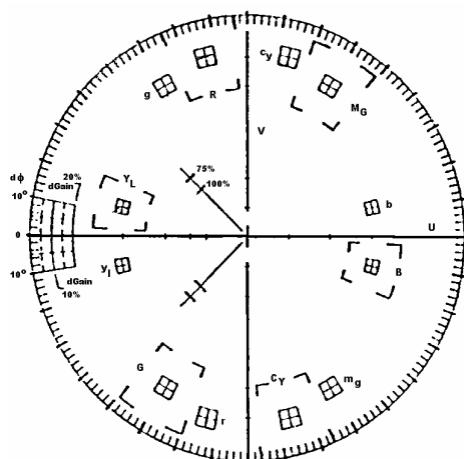
REPRESENTAÇÃO FASORIAL

b) Linhas com inversão de fase (linhas invertidas ou PAL)



O sistema PAL

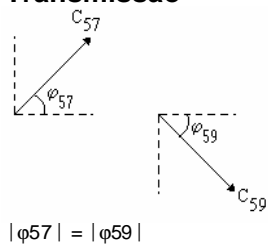
GRATÍCULA DO VECTORSCOPE PARA O SISTEMA PAL-M



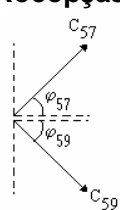
O sistema PAL

CORREÇÃO DOS ERROS DE MATIZ NO SISTEMA PAL

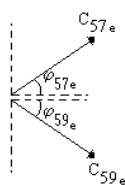
Transmissão



Recepção

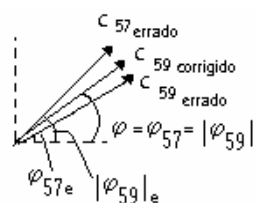
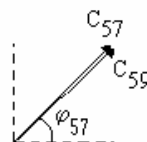


Sem erro



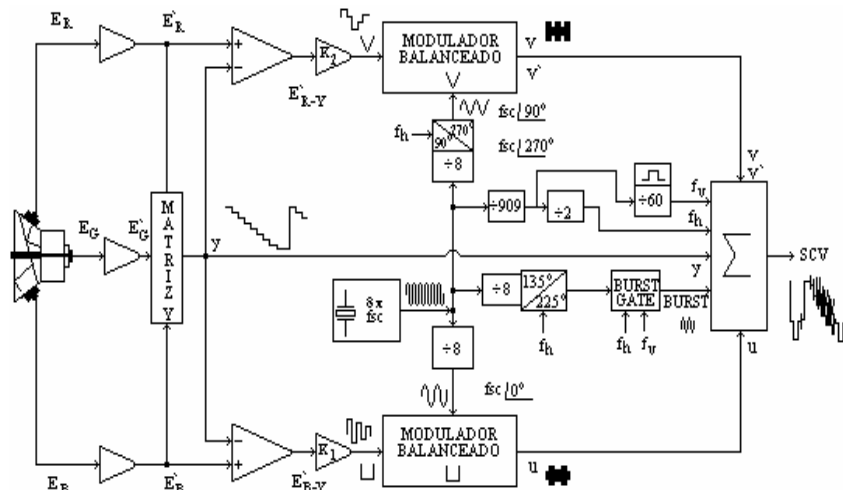
Com erro

Reprodução



O sistema PAL

CODIFICADOR PAL-M BÁSICO



O sistema PAL

QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO PADRÃO M

FREQUÊNCIA HORIZONTAL: 15,75 kHz (Período horizontal: 63,5 ms = 1H)

Linhas por quadro: 525

Quadros por segundo: 30

Linhas por segundo: 15.750

FREQUÊNCIA VERTICAL: 60 Hz

(Período vertical: 16,67 ms = 1V)

Varredura entrelaçada

Campos por quadro: 2

Campos por segundo: 60

PERÍODOS DE APAGAMENTO

Horizontal: 0,16 H = 10,2 ms

Vertical: 0,05 V a 0,08 V (típico de 21 H)

RELAÇÃO DE ASPECTO: 4 : 3

FATOR DE KELL: 0,67

PARA TRANSMISSÃO

Modulação de vídeo: AM - VSB, negativa

Modulação de som: FM

Separação interportadoras: 4,5 MHz

Largura do canal: 6 MHz

O sistema SECAM

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SISTEMA SECAM III-B

- SINAIS DE CROMATICIDADE (modulados em FM)

$D_R = -1,9$ R-Y subportadora $f_{oR} = 282$ fh, desvio $\Delta f_R = 280$ kHz.

$D_B = 1,5$ B-Y, subportadora $f_{oB} = 272$ fh, desvio $\Delta f_B = 230$ kHz

- BANDAS DE LUMINÂNCIA E CROMINÂNCIA

