



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica - Campus Patos de Minas
Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações

FÁBIO CAMPOS FERREIRA

RESUMO MÓDULO 2

SISTEMAS DE TELEVISÃO

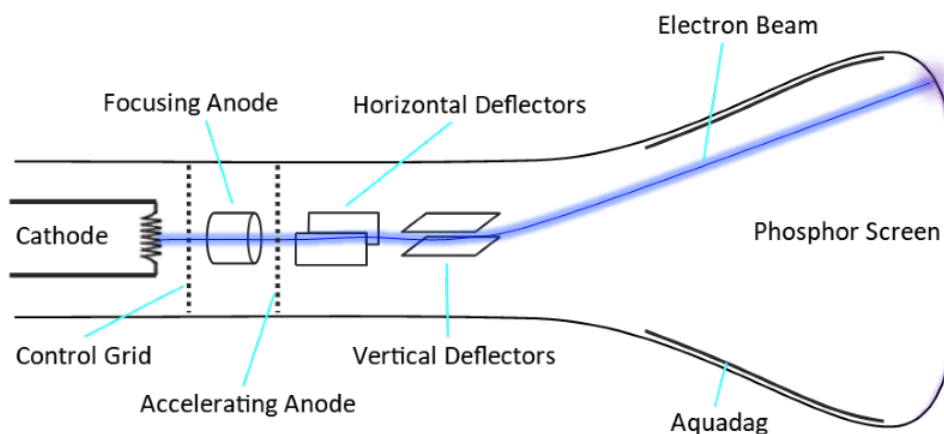
Patos de Minas

2021

A televisão analógica utiliza tubos de raios catódicos (*Cathode Rays Tubes - CRTs*), onde inicialmente construía imagens em preto e branco, e posteriormente a sua tecnologia evoluiu para a apresentação de imagens coloridas em 1953 [1].

Os CRTs eram feitos de uma estrutura de vidro com vácuo em seu interior para os elétrons terem um caminho livre para percorrer. A Figura 1 apresenta a estrutura de um CRT, onde um catodo aquecido gera elétrons por meio de um potencial elétrico (milhares de volts), esses são acelerados através de uma grade de controle. Esta grade apresenta um alto potencial que coleta os elétrons e produz um ponto luminoso na tela. A intensidade luminosa é controlada pela variação do potencial elétrico, onde um baixo potencial produz um brilho baixo, pois menos elétrons são coletados [1].

Figura 1 – Estrutura simples de um tubo de raios catódicos.



Fonte: [1]

O controle da direção do feixes de elétrons é realizado pelas bobinas de deflexão horizontal e vertical, onde a variação de corrente produz campos magnéticos que desviarão os feixes. A imagem continua é percebida devido ao feixe percorre a tela varias vezes por segundo, pela existência da persistência da visão e pelo tempo de decaimento do fosforo da tela [1].

A varredura da tela era feita pela aplicação da duas ondas dentes de serra nas bobinas de deflexão. A bobina horizontal tem onda com alta frequência para varrer a tela em velocidade uniforme da esquerda para a direita, seguido de um rápido retorno para a esquerda (retraço). A bobina vertical apresenta uma onda de baixa frequência para mover o feixe de cima para baixo [1].

Um quadro é uma amostra temporal de uma cena, onde a sequência de

quadros resultantes desta amostragem temporal geram o sinal de vídeo. Um campo é uma amostragem de um quadro. O quadro pode ser dividido em campo par, que apresenta somente as linhas pares do quadro e campo ímpar, apresentando somente as linhas ímpares [2].

O mesmo sinal que carrega a informação de luminância, também transporta os sinais de sincronismo. Este sinal é transmitido por pulsos em 0 Volts, estando abaixo do nível de preto (0,3 V), durante o período de apagamento (retraço horizontal). O sincronismo horizontal está contido nas transições negativas do sincronismo composto e o sincronismo vertical está contido no valor médio do sinal [2].

O sincronismo vertical é detectado por filtros passa-altas e o vertical por passa-baixas. O sincronismo horizontal é isolado no meio de dois trechos de sinal em nível de preto, para evitar a influência do nível de luminosidade da imagem no instante de sua detecção [2].

O sinal de vídeo monocromático é transmitido por modulação AM VSB e o sinal de áudio é transmitido por uma portadora independente modulada em FM. O padrão M utiliza 6 MHz para transmitir a banda total de um canal e a portadora do sinal de áudio é transmitida 4,5 MHz acima da portadora de vídeo que possuía banda base de 4,2 MHz. A Figura 2 apresenta o sinal vídeo em banda base, o modulado com o sinal de áudio e a resposta de um canal na frequência entre outros canais [2].

A banda B_w para um sinal de TV em banda base deve conter a informação de cada linha para cada quadro em um intervalo de um segundo. O tempo de varredura também deve levar em consideração o retraço horizontal, que aumenta a esse tempo em 20%. Para uma televisão de 480 linhas, 60 quadros de varredura e 453 linhas verticais alternadas dentro da largura da imagem, a banda é

$$B_w = \frac{1}{2} \times 453 \times 1,2 \times 1,09 \times 480 \times 60 = 8,5 \text{ [MHz]}$$

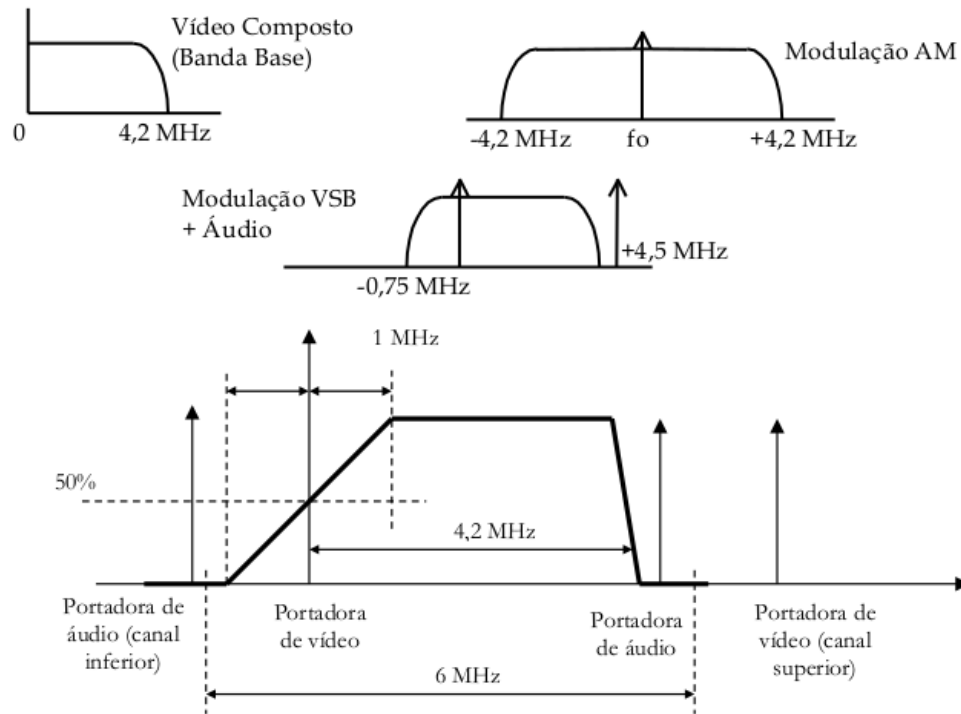
No entanto, este valor era muito alto, para reduzi-lo foi proposto o processo de entrelaçamento, que dividia um quadro em campo ímpar e campo par. Para essa nova configuração a banda se torna

$$B_w = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 453 \times 1,2 \times 1,09 \times 480 \times 60 = 4,2 \text{ [MHz]}$$

A Figura 3 apresenta um sinal de TV em banda base [2].

A relação de aspecto é a proporção da imagem (largura x altura). A relação de aspecto de 4:3 foi definida, pois a tela de 40 x 30 cm para uma distância de 2 metros

Figura 2 – Resposta em Frequência Ideal do Canal de RF de um Receptor de TV.



Fonte: [2]

abrangia um ângulo de visão de cerca de 10 graus na horizontal e 7,5 graus na vertical. Esta dimensão permitia exibir a fisionomia de uma pessoa e a resolução visual de 1 minuto de grau era comprida com cerca de 450 linhas de varredura [2] [3].

As dimensões do quadro são representadas pelo número de linhas. O menor detalhe de imagem (pixel) reproduzido pela televisão é um quadrado de lados com espessura de uma linha horizontal. A resolução vertical R_V pode ser calculada pela Equação 1 e a horizontal R_H pela Equação 2.

$$R_V = (N - N_0) K \quad (1)$$

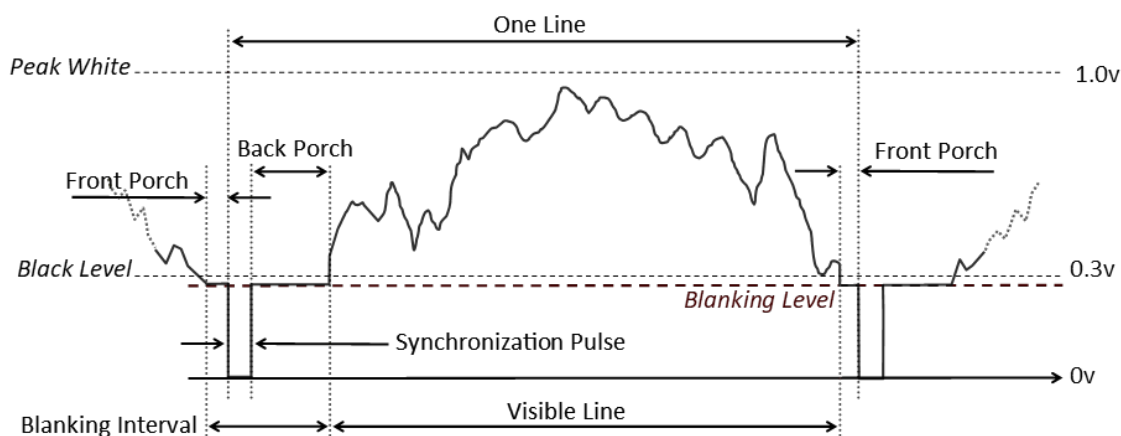
onde:

N é o número de linhas do padrão adotado;

N_0 é o número de linhas do apagadas durante o retorno da varredura vertical; K é o Fator de Kell ($K = 0,7$) [2].

$$R_H = \frac{4}{3} R_V \quad (2)$$

Figura 3 – Sinal de TV em banda base.



Fonte: [1]

O fator de Kell ou fator de utilização ($K = 0,7$), sendo a relação entre o número de linhas na reprodução do detalhe vertical para o número total de linhas visíveis, definido como entre 0,6 e 0,8 por cálculos teóricos e medidas estatísticas. O padrão M apresenta 525 linhas horizontais (N), mas 21 linhas (N_0) por cada campo (42 por quadro) são apagadas para não desenhar o movimento de retorno da varredura vertical sobre a tela. Pela Equação 1 o padrão M apresenta $R_V = 338,1$ linhas [2].

O apagamento vertical é um intervalo de tempo onde o sinal é um trem de impulsos com nível abaixo da cor preta presente no início de cada quadro. Este intervalo permite uma sincronização vertical e também a possibilidade do feixe de elétrons de retornar para a parte superior da tela para desenhar o próximo campo. O tempo de vinte linhas são reservadas para cada apagamento vertical no início de cada campo. O retraço é um apagamento realizado a cada linha para permitir o retorno do feixe para a esquerda para começar a desenhar uma nova linha [1].

O termo *Blacker than black* (mais preto que preto) e *Blanking* (apagamento) é usado para definir o intervalo de tempo onde o sinal está abaixo do nível de tensão que caracteriza a cor preta, nesta tensão o canhão de elétrons deve estar desligado. Este intervalo, para o sistema não perder o sincronismo, é utilizado para transmitir pulsos de sincronismo, que não tem tensão alta o suficiente para ligar o canhão de elétrons [1].

Diversos padrões de TV surgiram pela interferência de fatores técnicos, mercadológicos e políticos. O sistema de 30 quadros/s segundos foi usado no Brasil, América do Norte e outros pela rede elétrica destes países ser distribuída em 60 Hz,

possibilitando uma taxa de 60 campos por segundos, ou 30 quadros por segundo. Já o sistema de 25 quadros por segundo foi usado na Europa devido a sua rede elétrica se distribuída em 50 Hz (50 campos ou 25 por segundo), apresentando uma menor resolução temporal compensada com uma maior resolução espacial (625 linhas de varredura), aumentando a banda do canal para até 8 MHz [2].

O sistema NTSC (*The National Telecommunication System Committee*), definido em 1953, define a imagem da TV com 525 linhas, frequência da onda dente de serra horizontal de 15,75 MHz (63 milionésimos de segundo por linha), onde vertical de somente 60 Hz (60 repinturas por segundo) [1].

O NTCS foi o primeiro compatível com TV a cores, transmitindo as informações de intensidade luminosa e de cromaticidade

O sistema PAL usa 625 linhas, frequência da onda dente de serra horizontal de 15,625 MHz, onde vertical de 50 Hz [1].

O PAL foi desenvolvido para solucionar o problema de instabilidade de cor presente no NTSC

O padrão PAL-M é uma variação do sistema PAL europeu para poder continuar a utilizar o padrão M para as transmissões monocromáticas

REFERÊNCIAS

- [1] DATA GENETICS. *Analog TV*. Disponível em: <<https://datagenetics.com/blog/april12018/index.html>>. Acesso em: 08 abr 2021. Citado 3 vezes nas páginas 1, 4 e 5.
- [2] STOLFI, G. *TV Digital*. 2018. Citado 4 vezes nas páginas 2, 3, 4 e 5.
- [3] NINCE, U. S. *Sistemas de Televisão Digital*. 2009. Citado na página 3.