

TV Digital – Teoria básica

- TV analógica – Formação da imagem – Exploração da tela.
- O canal padrão de TV.
- Sistemas de cor
- Canais de TV.
- Canais de UHF em SP.
- Antenas.
- Transmissores de TV.
- Conversão A/D e D/A.
- TV Digital.
- Digitalização dos sinais de tv analógica.
- Processos de compressão - MPG2.
- Modulação.
- TX e RX de TV Digital.
- Set Top Box.
- TX digital via satélite.
- DTH

Apendices:

- Produtos de consumo.
- Cálculos em RF.
- Conversão de níveis.

Agradecimentos a Deus.

Agradecimentos também a:

Ivon Luiz Pinto Júnior
Derli Bernardes de Souza
Tulio Amaral

Não importa nem o cargo nem a graduação deles, o que importa é que são excelentes pessoas e sacam tudo de eletrônica... e sabem compartilhar.

O autor:

O autor, Luiz Bertini, é um maluquinho que trabalha com desenvolvimento, manutenção, elaboração de livros e apostilas e ministra aulas e cursos desde 1900 e bolinha.

Bibliografia:

MPEG-2 Digital Broadcast – Pocket Guide – Acterna.

CFTV – Luiz Bertini - Editora Eltec.

Entenda a TV Digital – ABERT.

Sistema de TV Digital – Livro abaixado free do site do Mackenzie.

Um monte de cursos feitos na e pela TV Cultura entre os anos de 1990 e 2004.

Um monte de manuais de equipamentos semi traduzidos e o uso constante destes mesmos equipamentos.

Apostila sobre TV analógica do Guaracy Silveira – Luiz Bertini.

Televisão – Alberto Paduan.

Antes de falarmos sobre TV Digital, vamos relembrar alguns conceitos de TV analógica. No final vamos conhecer algumas coisas sobre RF. Também vamos ver a aplicação via satélite de transmissão digital, pois isto já é uma coisa comum, e ver como funciona este sistema.

TV Analógica – Formação da imagem – Exploração da tela

Uma tela de TV convencional é formada por aproximadamente por 144 mil pontos. Estes pontos recebem o nome de Pixel. Hoje em dia existem tubos, seja qual for a forma que forem construídos, com muitos pontos a mais, isto é necessário para se aumentar a resolução.

Quando o feixe de elétrons incide sobre um destes pontos, ele emite luz.

Podemos perceber então, que uma tela de TV é revestida internamente com uma camada de fósforo que emitirá luz ao receber uma incidência de elétrons.

O número de pontos de uma tela será o mesmo independente do tamanho da tela.

A imagem de TV é transmitida linha após linha, num total de 525 linhas para o padrão adotado no Brasil.

O conjunto destas 525 linhas se chama “Quadro” e corresponde a uma imagem completa, algo parecido com um negativo de filme (destas linhas apenas 483 são usadas para a visualização da imagem, o resto é “perdida” no apagamento vertical).

Embora uma linha seja impressa após a outra e em tempos diferentes, temos uma imagem perfeita devido à persistência luminosa do fósforo da tela e de nossa própria retina.

As linhas não impressas todas de uma vez, mas sim separadas em dois conjuntos de 262,5 linhas. Cada conjunto deste recebe o nome de “Campo”.

Temos dois campos, o 1º ou ímpar e o 2º ou par. Primeiro é impresso o campo ímpar e depois o par.

As linhas do campo ímpar estão intercaladas com as linhas do campo par ou vice-versa.

A impressão é feita desta forma para evitar um efeito de “piscamento” da imagem chamado de tremulação.

A frequência em que são impressas os campos é de aproximadamente de 60 hz (59,94 Hz) na realidade) e a frequência que são escritas às linhas é aproximadamente de 15750 hz (15734 hz na realidade).

As linhas são escritas apenas em um sentido (olhando a TV de frente, da esquerda para direita) e de cima para baixo.

A impressão das linhas parece com o modo de se escrever sobre um papel, por exemplo.

O período em que alinha está sendo impressa chama-se “Traço” e tem a duração de aproximadamente de 53,3us.

O período em que alinha volta chama-se “Retraço” e dura aproximadamente 10ms.

O tempo total de uma linha é igual 63,5us. O inverso deste tempo dá a frequência de impressão das linhas ou frequência Horizontal (Também conhecida por H).

$$F = 1 / T = 1 / 63,5us$$

Após 262,5 linhas o feixe de exploração estará embaixo da tela, terá terminado um traço vertical e começará o retraço vertical.

O traço vertical tem a duração de aproximadamente 15,34ms e retraço vertical de aproximadamente 1,34ms.

O tempo total é de 16,68ms, o que dá uma frequência próxima de 60 hz ($F=1/16,68ms$).

No fim do retraço vertical, após o 1º campo, o feixe de elétrons estará novamente no alto da tela para iniciar o 2º campo, e assim sucessivamente.

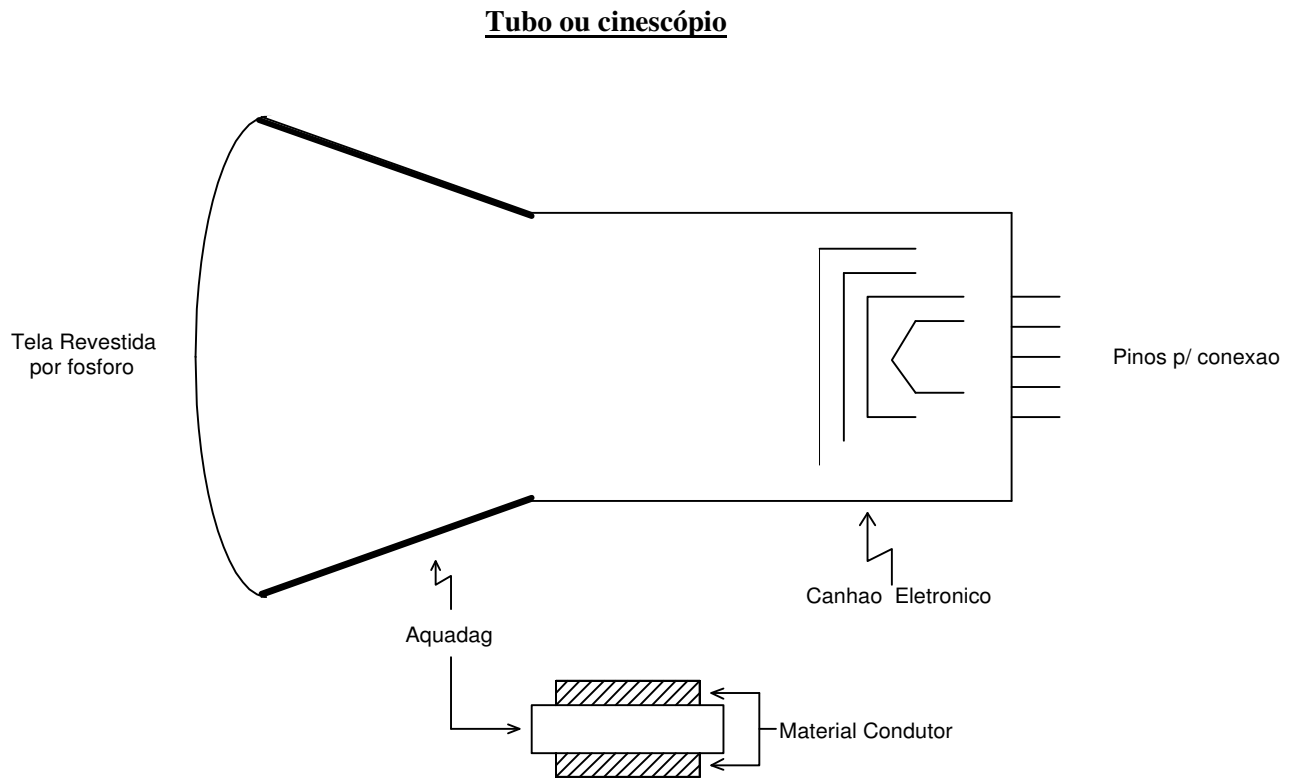
As informações apenas são impressas na tela durante o período de traço. No retraço o feixe de elétrons é impedido eletricamente de chegar até a camada de fósforo da tela.

O responsável pela emissão ou não dos elétrons é o canhão eletrônico, que fica dentro do tubo de imagem ou cinescópio.

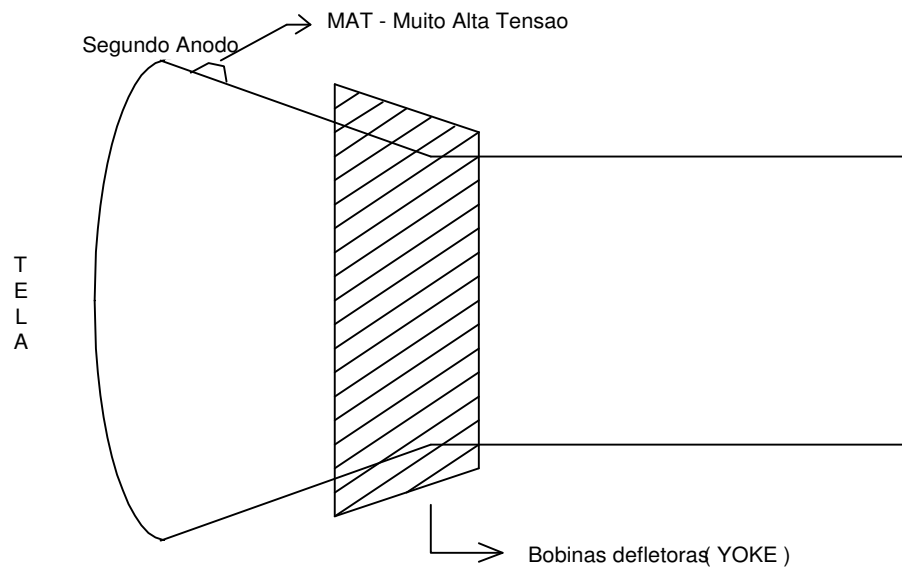
O responsável pela movimentação do feixe de um lado para o outro (varredura horizontal) e de cima para baixo (varredura vertical) é um conjunto de bobinas, chamado de bobinas defletoras ou Yoke e que ficam do lado de fora do tubo.

Os elétrons são atraídos para a tela do tubo devido a uma Alta Tensão Positiva que é aplicada em uma camada condutora que reveste os lados do tubo.

O nome desta camada é Aquadag e a alta tensão tem valores entre (9 a 15) KV para TVs Preto e Branco e (18 a 24,5) KV para TVs Coloridas



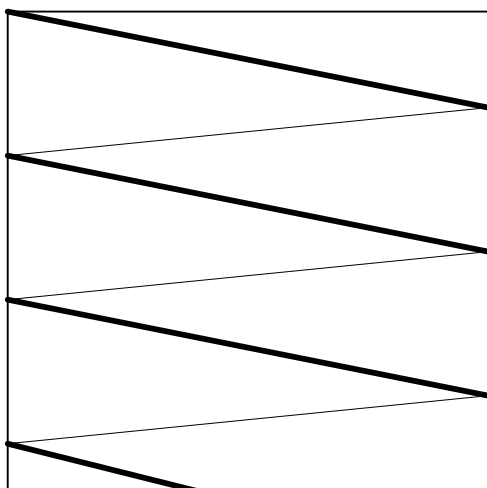
A “camada” chamada Aquadag tem a função de um capacitor (2KpF) e filtra a Alta Tensão.



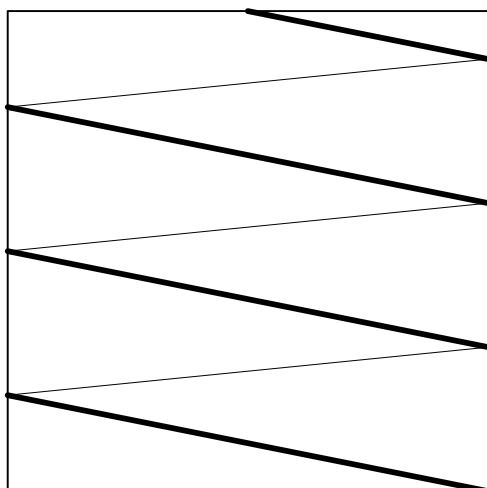
Sabemos que a tela é formada por pontos. Cada ponto se acenderá por inteiro ao receber o feixe de elétrons.

Quanto maior o número de pontos melhor a resolução da imagem.

A tela de uma TV é explorada, como já sabemos, por dois campos.



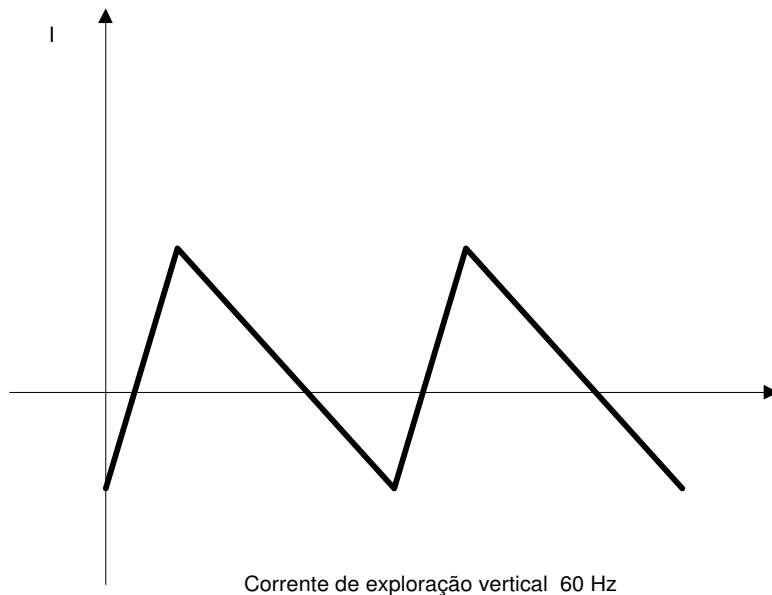
Primeiro Campo, Linhas Ímpares
(262,5 Linhas)



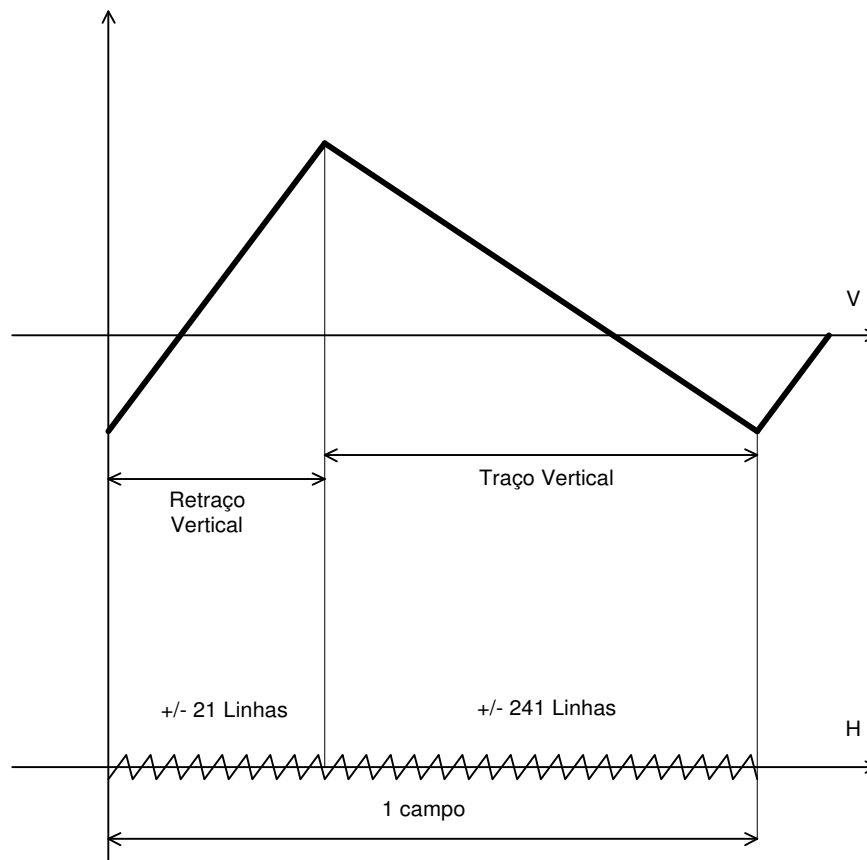
Segundo Campo, Linhas Pares
(262,5 linhas)

As linhas pares e ímpares são entrelaçadas, ou seja, colocadas em espaços equidistantes umas das outras.

Sabemos que o feixe é deflexionado por um conjunto de bobinas (Yoke). As correntes que circulam por estas bobinas, têm o seguinte formato:



A Frequência Horizontal é muito maior que a vertical, sendo assim podemos fazer a seguinte representação:



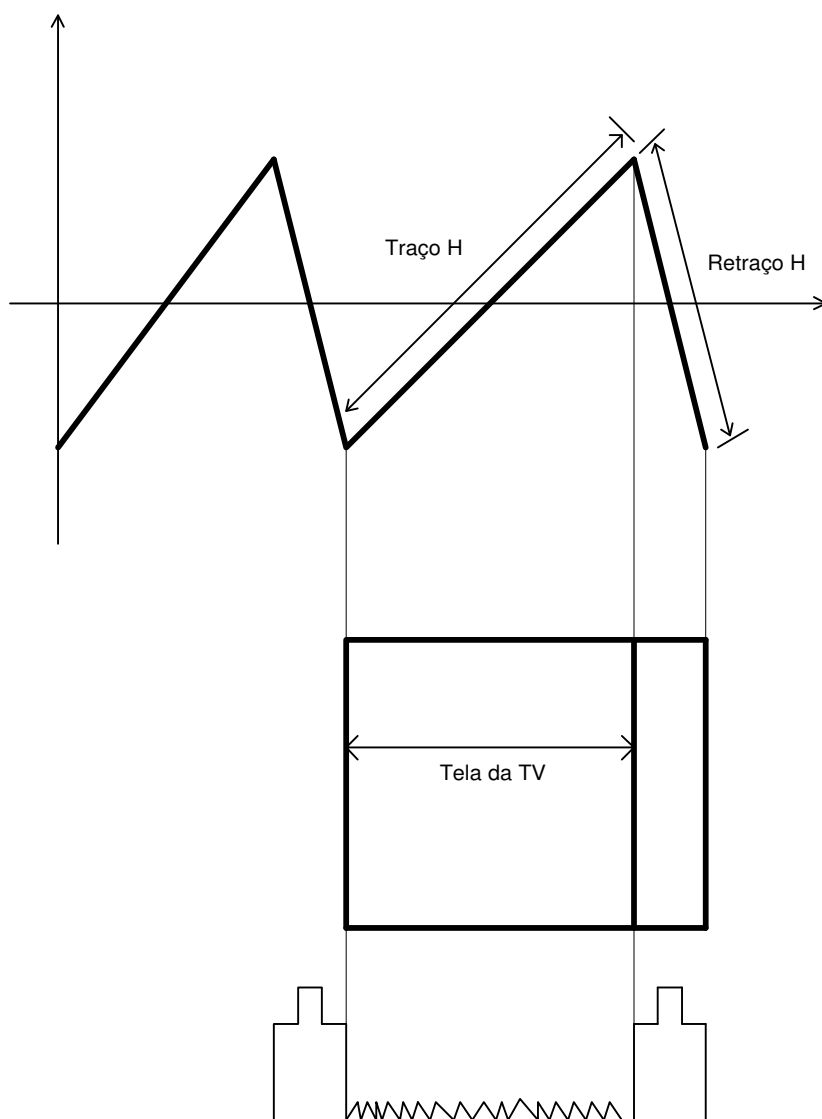
Percebemos então que durante o traço e retraço Vertical temos 262,5 linhas ou ciclos do Horizontal.

Podemos também perceber que aproximadamente 21 linhas de cada campo durante o retraço vertical.

Desta forma cada campo é formado na realidade por +/- 241,5 linhas e uma imagem completa ou quadro por +/- 483 linhas.

O período do traço Horizontal sempre corresponderá aproximadamente ao tamanho da tela.

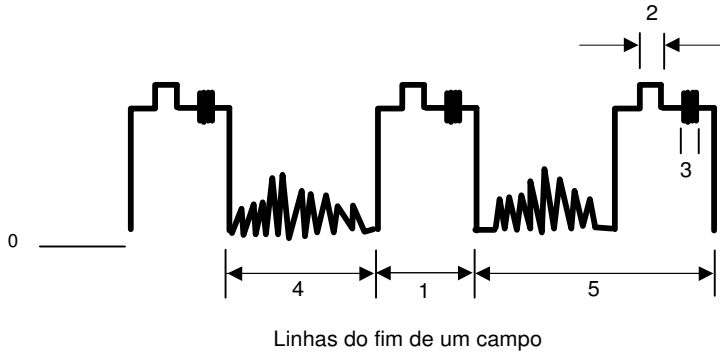
Vejamos então:



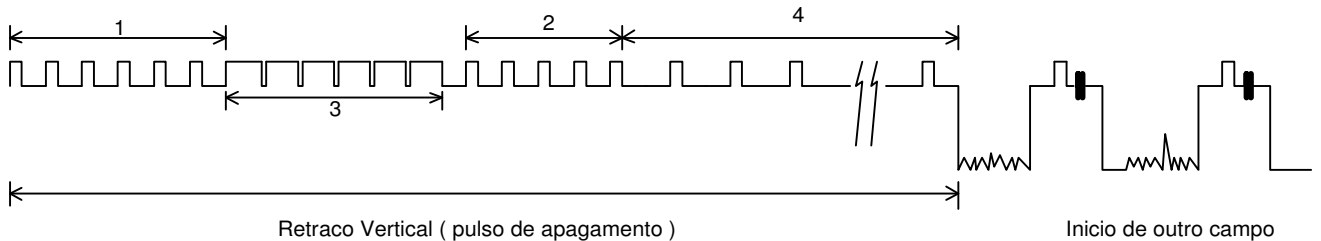
O ponto onde a corrente é zero corresponde ao centro da tela.

Sinal de vídeo composto

É um sinal emitido por uma emissora ou geradora (VCR, DVD, Videogame, etc).
que contém informações para o perfeito funcionamento do receptor.



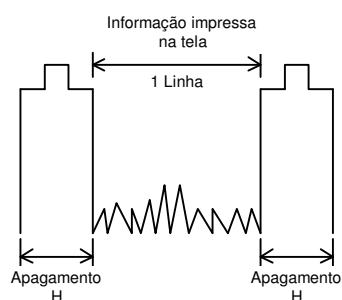
- 1 – Apagamento Horizontal;
- 2 – Sincronismo Horizontal;
- 3 – Burst (Sincronismo de cor);
- 4 – Informação de vídeo que será impressa na tela;
- 5 – Período de uma linha H com traço e retraço.



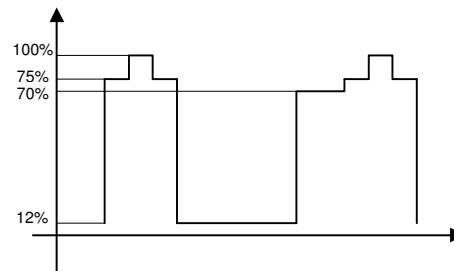
- 1 – Pulsos equalizadores;
2 – Pulsos equalizadores;
3 – Sincronismo Vertical;
4 – Linhas necessárias para o término do retraço vertical.

Podemos perceber que no final de um campo chega o retraço vertical com os pulsos necessários e que depois começa outro campo.

A informação de uma linha que será impressa na tela e ajudará a formar a imagem e a presente entre um pulso de apagamento horizontal e outro.



O sinal de vídeo possui determinados padrões:



Supondo um sinal com 100% igual a 1Vpp (padrão) teríamos o seguinte:

100% - (1Vpp): Nível máximo do sincronismo (tanto Horizontal com Vertical);

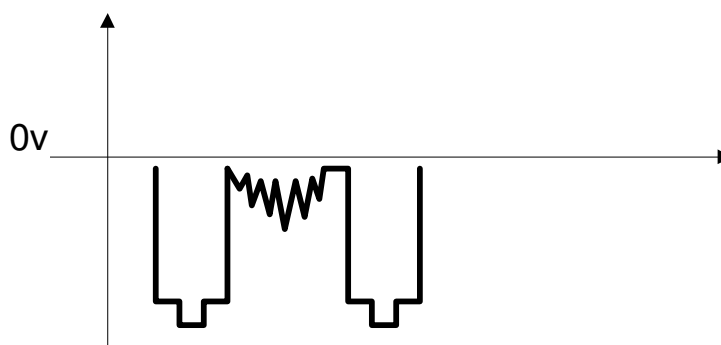
75% - 750 mVpp: Nível de Apagamento ou blanking (tanto H ou V);

70% - 700mVpp: Nível máximo de preto de uma imagem.

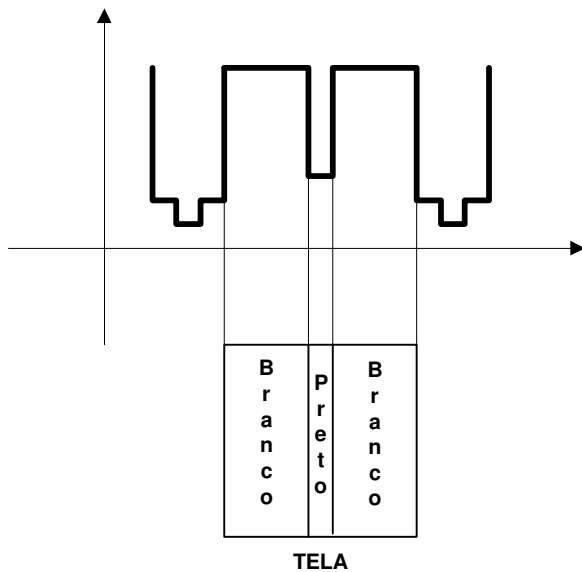
12% - 120mVpp: Nível mínimo corresponde ao branco de uma imagem.

O sinal de vídeo será sempre invertido e com este nível e estas proporções em equipamentos com saídas e ou entradas de vídeo.

O sinal de vídeo sempre será invertido e com este nível e estas proporções em equipamentos com saídas e ou entradas de vídeo.



Sabemos que o período entre um pulso de apagamento Horizontal e outro corresponde a uma linha impressa na tela, desta forma podemos ter o seguinte raciocínio:



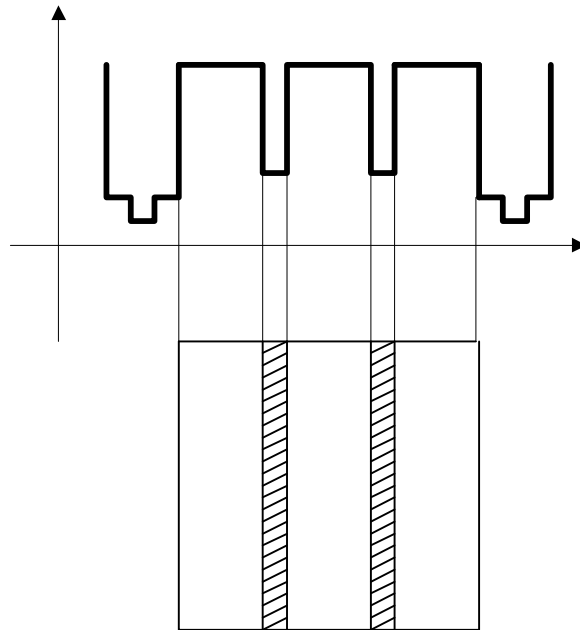
Cada linha da tela será impressa sempre pelo mesmo sinal. E sabendo que o período da linha corresponde ao tamanho da tela, podemos perceber que a imagem da mesma será igual à figura.

Formação da imagem a partir do VBS

Com o sinal de vídeo, que corresponde a todas as linhas da tela, formar a imagem.

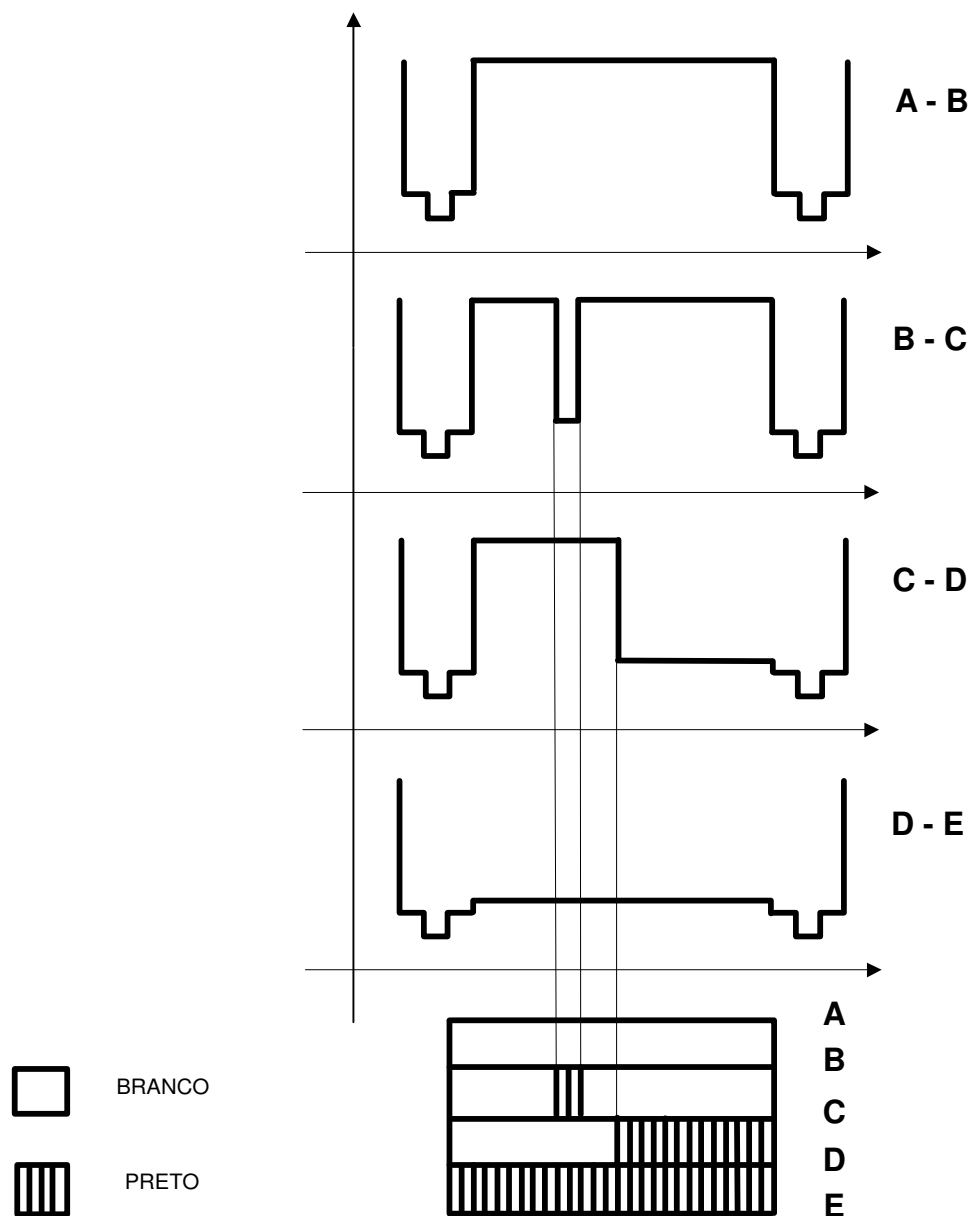
Procedimento:

Desenhar a tela no espaço que corresponde ao período de uma linha, traçar retas perpendiculares.
ao eixo horizontal da tela. Formar a imagem.

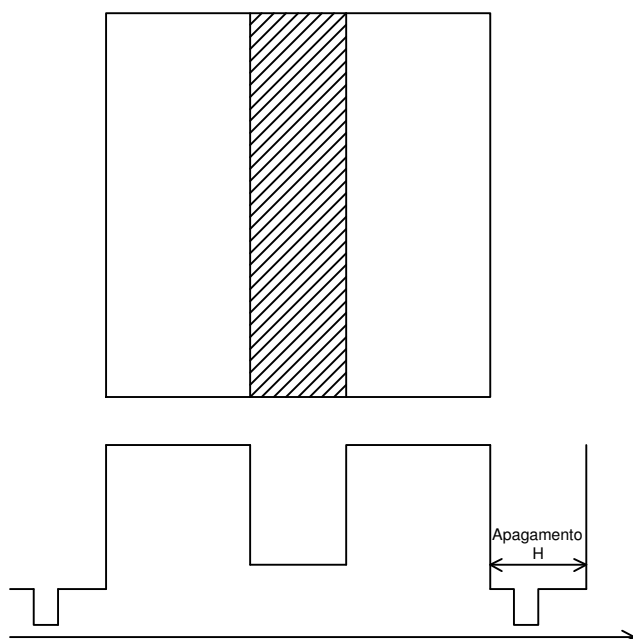


□ Branco
▨ Preto

Podemos também termos diferentes sinais de vídeo e dividir a tela em várias partes. Basta para sabermos qual a imagem, desenharmos em cada parte o sinal de vídeo correspondente.



Podemos também, a partir da imagem, formar o sinal de vídeo.
O procedimento é praticamente o mesmo e pode ser observado vendo o exemplo abaixo:



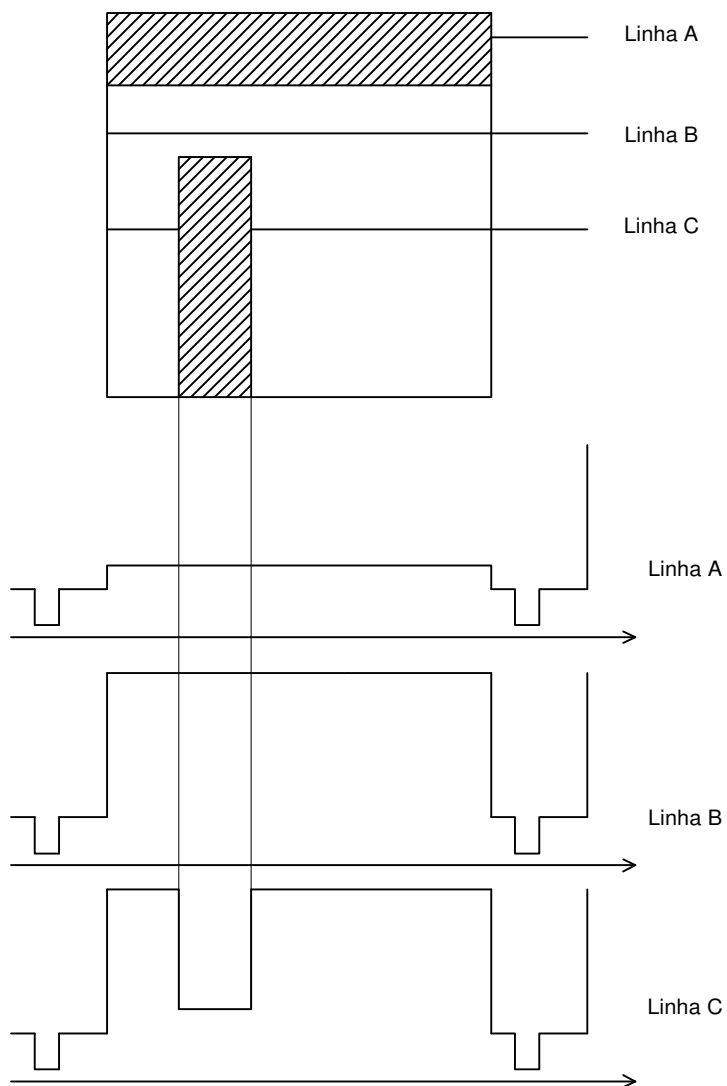
Quando a Tela inteira é igual, teremos apenas um tipo de linha.

Desenha-se a linha de acordo com as cores na tela.

Para facilitar isto, podemos traçar retas pontilhadas, perpendiculares ao eixo do apagamento “H”.

Quando temos mais de uma figura na tela, devemos escolher a linha da qual desejamos saber o sinal. No exemplo abaixo, escolhemos três linhas.

Vejamos os sinais correspondentes.



Entre o branco e o preto teremos uma infinidade de tons de cinza.

Veja um sinal de vídeo:

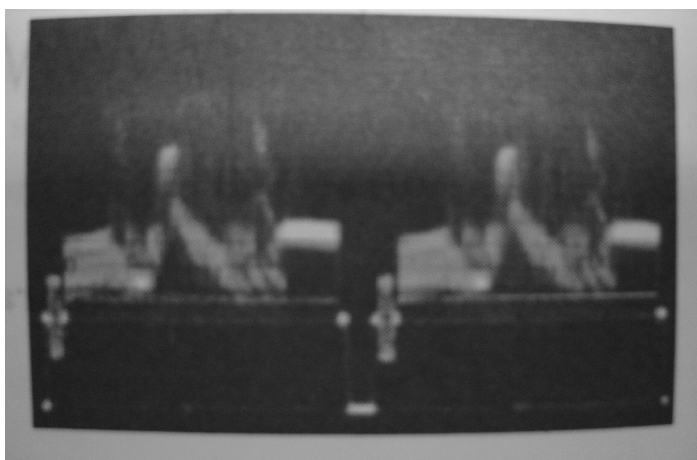
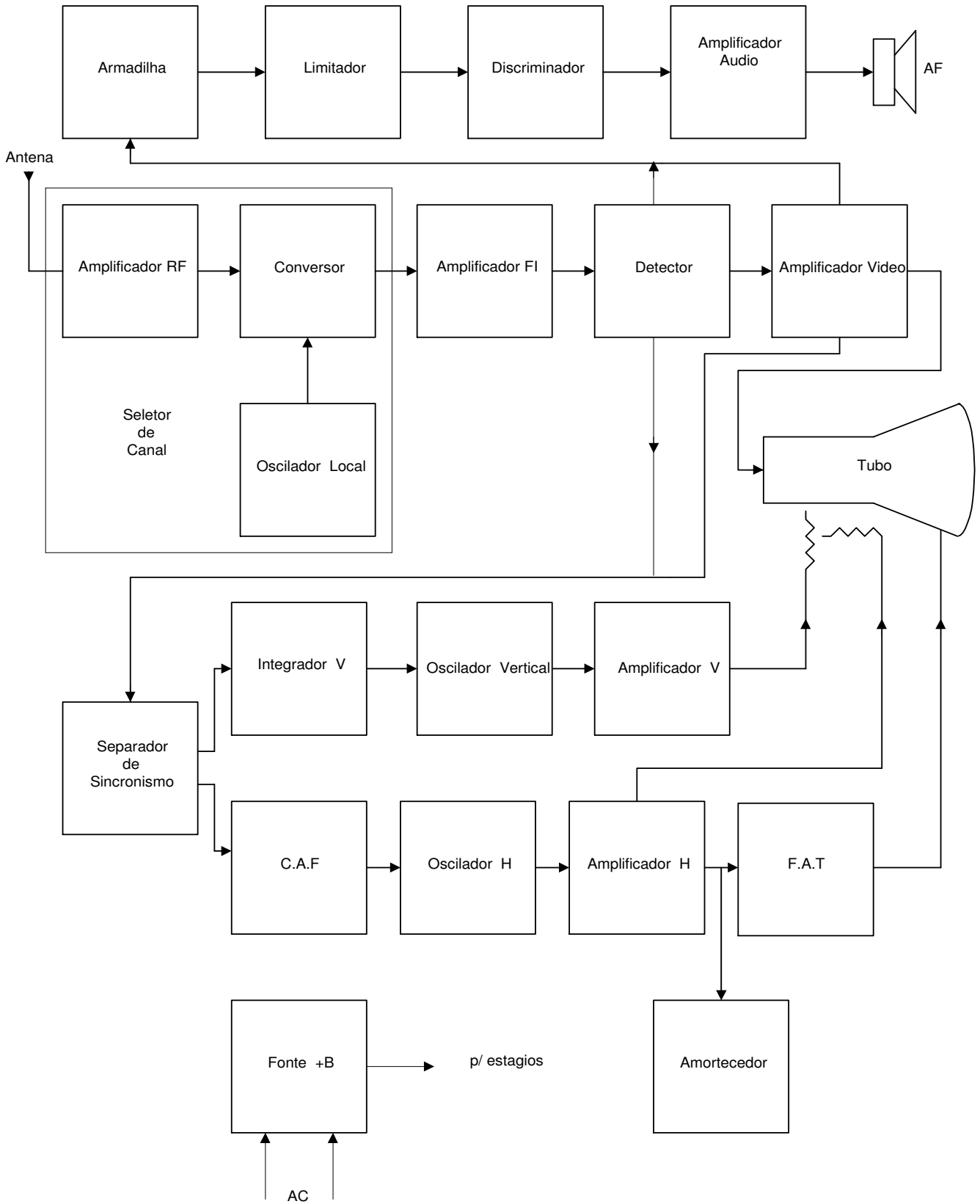


Diagrama de Blocos de uma TV Preto e Branco

Podemos separar uma TV em blocos. Fazemos isto visando facilitar o entendimento e a manutenção da mesma.



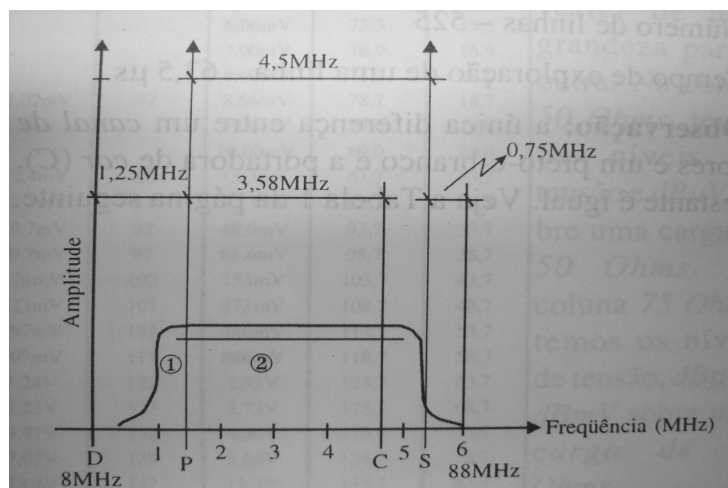
Apresentamos este diagrama apenas para relembrar ao leitor como é um diagrama básico de uma TV P&B. Tudo isto vai mudar.

O canal padrão de TV

Chamamos de canal padrão de TV o espaço que o mesmo ocupa dentro do espectro das frequências, juntamente com todos os seus sinais característicos. Como exemplo podemos citar: as portadoras e suas faixas laterais, etc...

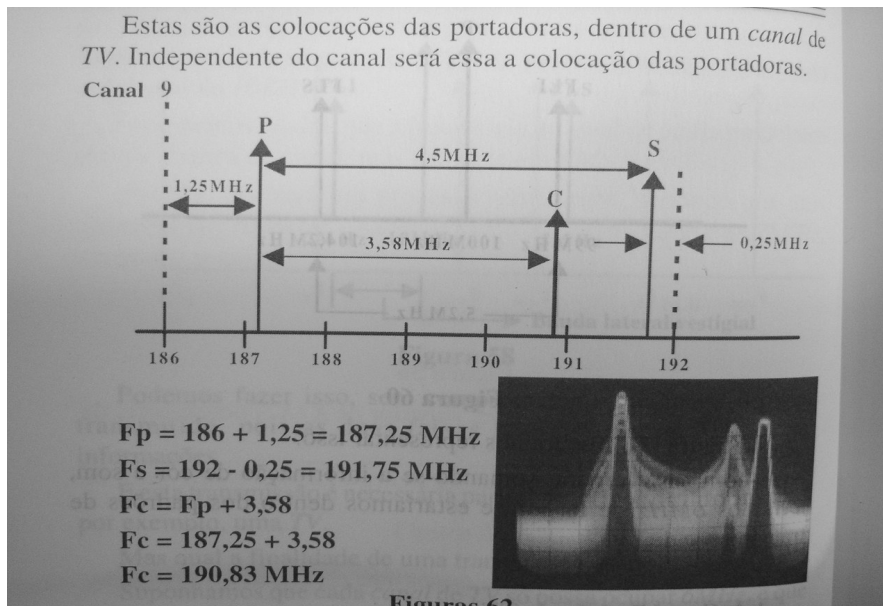
O canal padrão de TV ocupa uma faixa de 6 MHz. A título de esclarecimento podemos dizer que um canal que comece em 82 MHz acabará em 88 MHz.

Abaixo está representado um canal padrão:

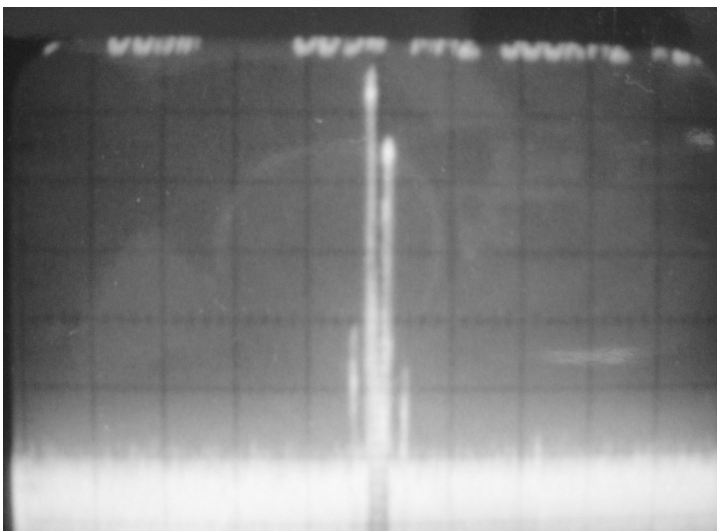
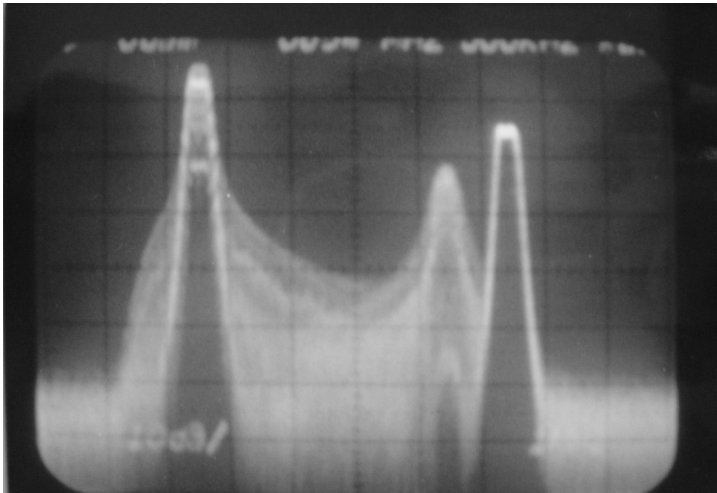


- 1 – 0,75 MHz – frequências laterais inferiores
- 2 – 4 MHz – frequências laterais superiores
- P – portadora de imagem
- S – portadora de som
- C – suportadora de cor

Mais informações sobre um canal padrão na próxima figura:



Abaixo vemos a foto de um canal padrão de TV analógica:



Obs.: por portadora queremos chamar o meio através do qual as informações de cor (C), vídeo (P) e áudio (S) chegam ao receptor. Apenas um esclarecimento, podemos fazer uma analogia, como um cano de água. Suponhamos que o cano leve a água desde um reservatório distante até sua casa. Desta forma, o reservatório seria a estação de TV, o cano a portadora, a água as informações de cor, som e vídeo e a sua caixa de água o aparelho televisior. O sistema de cores adotado no Brasil é o PAL-M.

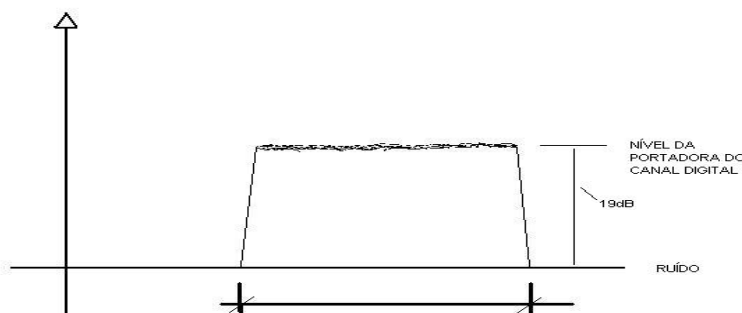
PAL – Phase Alternating Line – Linhas Alternadas em Fase
M – padrão adotado no Brasil

As características do padrão M são as seguintes:

- Largura de faixa de canal – 6 MHz
- Banda lateral principal – 4,20 MHz
- Banda lateral vertical – 0,75 MHz
- Separação entre as portadoras – 4,50 MHz
- Freqüência de varredura horizontal – 15,75 MHz
- Freqüência de varredura vertical – 60 MHz
- Número de linhas – 525
- Tempo de exploração de uma linha – 63,5 μ s.

Obs.: a única diferença entre um canal de TV em cores e um de branco e preto é a portadora de cor (C). Todo o resto é igual.

Veja um canal digital:



A relação C/N (Carrier/Noise ou Portadora /Ruído) deve ficar acima de 19dB. Mas o que é dB?

Vamos tentar explicar da forma mais simples: O dB é utilizado para se fazer uma relação entre dois valores de uma mesma grandeza. Quando falamos em potência, por exemplo, (watts) a cada acréscimo de 3 dB dobramos a potência.

Considerações básicas sobre transmissão a cores.

Para transmitir cores em TV é necessário o uso de uma sub-portadora que leve esta informação do transmissor até o receptor. Esta sub-portadora está situada entre a portadora de áudio e a de vídeo. Por padronização ela deve ficar 3,58 Mhz acima da frequência da portadora de vídeo e seu nível deve estar 18 dB abaixo desta mesma portadora. Dentro de um canal de TV, que tem a largura de 6 Mhz, ela fica ao lado da portadora de áudio.

Por sub-portadora entendemos um sinal modulado em amplitude que tem a portadora suprimida e onde só são transmitidas as bandas laterais.

Para que este sinal, sub-portadora, possa ser aproveitado e ter suas informações utilizadas na elaboração das cores é necessário a inserção da portadora neste sinal novamente. O oscilador que cria esta portadora fica dentro do próprio receptor, seja ele uma TV ou um videocassete.

Todas estas características e padronizações são necessárias e adotadas para que seja possível a melhor imagem possível.

As características da informação de cor e do canal dão origem aos diversos sistemas de TV, como exemplo podemos citar alguns deles:

- pal-m.
- ntsc.
- pal-g.
- secam.
- pal-n entre outros.

Características da transmissão em PAL-M.

- linhas por quadro - 525.
- quadros por segundo - 60.
- frequência de campo - 60 Hz.
- frequência de quadro - 30 Hz.
- largura da faixa de vídeo - 4,2 Mhz.
- largura do canal - 6 Mhz.
- sinal de som - FM.
- sistema de cor - PAL-M.
- sub-portadora de cor - 3,575611 Mhz.

Características da transmissão em NTSC.

- linhas por quadro - 525.
- quadros por segundo - 30.
- frequência de campo - 60 Hz.
- frequência de quadro - 30 Hz.
- largura da faixa de vídeo - 4,2 Mhz.
- largura do canal - 6 Mhz.
- sinal de som - FM.
- sistema de cor - ntsc.
- sub-portadora de cor - 3,574595 Mhz.

Características gerais dos dois sistemas:

- a informação de cor é transmitida em uma sub-portadora (para se criar uma sub-portadora é necessário se modular em amplitude uma portadora e suprimi-la após isto, desta forma só ficarão as bandas laterais).
- o canal possui as mesmas características de largura, frequência de campo e quadro e frequência horizontal.

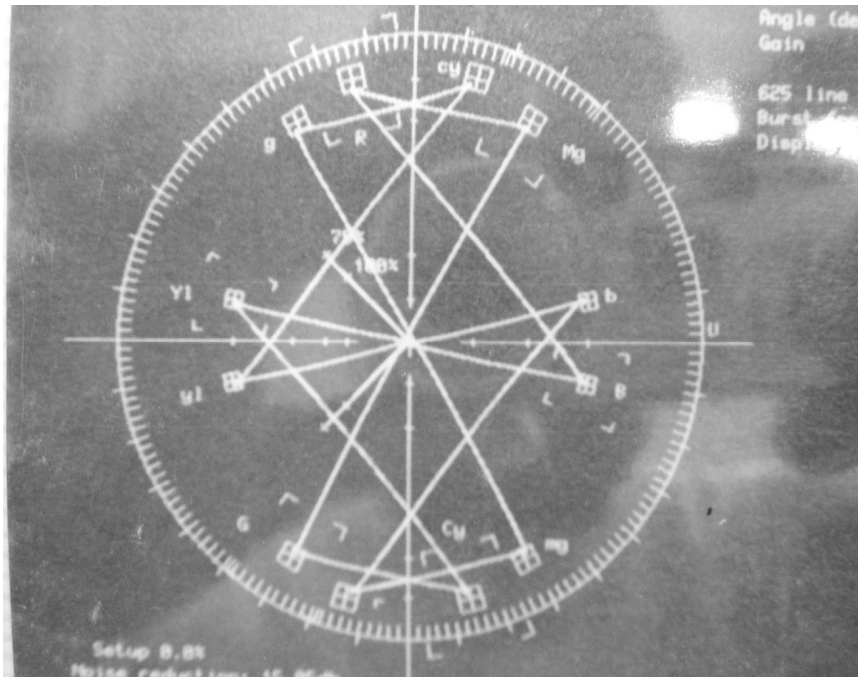
Diferenças:

- a frequência da croma ou cor, no padrão ntsc é de 3,574595 Mhz e no pal-m é de 3,575611 Mhz.
- as informação de cor é defasada em 90 graus entre uma linha e outra no pal-m, e no ntsc não. este deslocamento visa eliminar alterações de cor que ocorrem no ntsc em transmissões muito distantes.
- em receptores de TV ntsc teremos um ajuste chamado de tint, este ajuste visa ajustar o matiz da cor. Este ajuste não existe em televisores pal-m.

Informações gerais:

- é possível a conversão de um sistema para o outro (este processo recebe o nome de transcodificação), facilmente, devido as semelhanças entre os sistemas.

No sistema de cores analógico a portadora é suprimida ou retirada, na transmissão e deve ser recriada na recepção e é para isto que temos no circuito da TV um cristal que irá criar a frequência de cor ou croma. Podemos perceber que temos apenas um cristal, mas então como temos as diversas cores? Isto é conseguido se variando a fase da portadora de cor. Imaginado um círculo com 360° dependendo da posição em que a portadora de cor se colocar, ela terá um valor angular diferente e, portanto uma fase diferente e é esta diferença de fase que define a cor que aparece na tela. Um instrumento que permite ver a fase das cores e analisá-las é o vectoroscópio. Abaixo temos uma imagem da tela de um vectoroscópio.



O sinal mostrado acima corresponde há um padrão de sete barras e como sabemos cada barra tem uma cor diferente. Cada quadradinho onde a linha muda de angulo, corresponde a uma cor diferente. Ao analisarmos um sinal de cor se tivermos os pontos dentro destes quadradinhos teremos um sinal coreto, caso eles estejam fora à fase da cor estará errada e daí? Daí que estaremos enxergando uma cor alaranjada onde devia ser vermelho, por exemplo. Para deixar bem claro a influencia da correta fase da cores em uma transmissão ou gravação de sinal de vídeo vamos nos lembrar daqueles primeiros Vcrs importados que eram transcodificados da forma mais simples possível, dependendo da velocidade da gravação tínhamos as cores totalmente alteradas, para confirmar isto bastava chegar próximo a tela da TV e veríamos linhas de cores diferentes. E tudo mundo achava uma beleza....

Canais de TV

2	54-60
3	60-66
4	66-72
5	76-82
6	82-88
7	174-180
8	180-186
9	186-192
10	192-198
11	198-204
12	204-210
13	210-216
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
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
70	806-812
71	812-818
72	818-824
73	824-830
74	830-836
75	836-842
76	842-848
77	848-854
78	854-860
79	860-866
80	866-872
81	872-878
82	878-884
83	884-890

A primeira coluna desta tabela traz o número do canal à segunda coluna a frequência do mesmo em MHz.

Para sabermos qual a frequência das portadoras é só fazer o seguinte:

Portadora de vídeo = frequência do início do canal + 1, 25Mhz.

Portadora de croma = frequência do início do canal + 4, 83Mhz.

Portadora de áudio = frequência do início do canal + 5, 75Mhz.

Os canais do 2 ao 6 são chamados de canais de VHF baixo.

Os canais do 7 ao 13 são chamados de canais de VHF alto.

Os canais do 14 ao 83 são chamados de canais de UHF.

Os canais do 2 ao 59 são usados para retransmissão de sinais.

Os canais do 60 ao 83 são utilizados para repetição de sinais.

O canal 37 é usado para radioastronomia.

Atualmente a faixa entre os canais 69 a 83 é utilizada pelo serviço celular e não é mais utilizada por emissoras de TV.

È necessário mostrar estes canais, pois será necessário um estudo para realocamento dos canais digitais dentro da faixa dos canais que já existem, sem que estes atrapalhem os canais já em funcionamento.

Abaixo temos uma tabela com canais em operação, levando em consideração a cidade de São Paulo no ano de 2002.

Canais de UHF na Cidade de São Paulo

<u>Canal</u>	Emissora	Programa ção	Frequência	Direção	Nível
14	Cablelink	Globo	470-476	Mogi das Cruzes	-66dBm
16	CBI	Shoptour	482-488	Paulista	- 43dBm
17	Imagem da MTV / Acontece um batimento entre o canal 32 e o oscilador local da TV para sintonizar o canal 17 o que gera um canal com imagem e sons ruins pois as portadoras estão deslocadas.		488-494	Sumaré	Só aparece na TV
21	Canal 21	Canal 21	512-518	Paulista	- 26dBm
22	Imagem do 21 / A imagem pode aparecer mas com problemas pois ocorre um batimento dentro da TV e as portadoras ficam deslocadas.		518-524	Paulista	Só aparece na TV
24	TVA	TVA	530-536	Sumaré	- 21dBm
26	Grande SP		542-548	Diadema	- 47dBm
27	Imagem do 42 /		548-554	Paulista	Só aparece na TV

	Acontece um batimento entre o canal 42 e o oscilador local da TV para sintonizar o canal 27 gerando um sinal de canal mas com a frequência deslocada.				
29	TVA / Codificado	TVA	560-566	Sumaré	- 24 dBm
32	MTV	MTV	578-584	Sumaré	- 27dBm
37	Radioastronomia		608-614		
40	Rede Vida	Rede Vida	626-632	Paulista	- 40dBm
42	Rede Mulher	Rede Mulher	638-644	Paulista	- 24dBm
46	ShopTour / Osasco	ShopTour	662-668	Paulista	- 23 dBm
48	UniTV	UniTV	674-680	Paulista	- 45dBm
50	Pirasom TV		686-692	Paulista	- 27dBm
52	CBS	CBS	698-704	Paulista	- 39dBm
53	TV Trindade / Renascer	Igreja Renascer	704-710	Paulista	- 40dBm
56	TVG-SP		722-728	Barueri	- 54dBm
58	TV Metropolitana.		734-740	Guarulhos	- 66dBm
59	TV Canção Nova		740-746	Paulista	- 29dBm
62	TV Cultura	TV Cultura	758-764	Jaraguá	- 59dBm

Os canais que realmente existem em funcionamento estão em negrito.

Imagem de canal é um efeito ou batimento que acontece dentro da TV, entre a frequência de um determinado canal e o oscilador desta TV para sintonizar outro canal. Geralmente podemos perceber alguma imagem e som só que com qualidade ruim. Esta qualidade ruim se deve ao fato das portadoras de vídeo e áudio estarem deslocadas dentro do canal. Normalmente estes sinais são percebidos pela TV, pois o resultado deste batimento cria sinais que tem suas frequências dentro da faixa de FI da TV, que vai de 41 a 47 MHz.

Os níveis medidos são relativos, pois correspondem a uma região de São Paulo. Outras regiões terão outros níveis. Níveis acima de – 48dBm ou 1mV, em 75 ohms, garantem uma boa qualidade de sinal.

Canais acima do 59 só são usados para repetição de sinal.

Alguns destes canais podem ter seu nome mudado ou alterado. Também pode ter acontecido um acréscimo de canal. A finalidade desta tabela é apenas demonstrar que já existem muito canais em UHF em São Paulo.

Antenas

Muitos são os tipos de antenas transmissoras e estes vários tipos se dividem em dois grupos:

- Direcionais
- Isotrópicas

Chamamos de antena direcional a antena que transmite para apenas uma direção. Como por exemplo, podemos citar uma antena parabólica.

Antenas isotrópicas são, ao contrário das direcionais, antenas que transmitem para todos os lados.

Uma antena transmissora cria no espaço dois campos, um magnético e o outro elétrico. Estes campos deslocam-se no espaço e ao encontrarem condutores elétricos, produzem neles, por indução eletromagnética diferença de potencial (ddp) e, desta forma, origina nestes mesmos condutores, correntes elétricas.

Caso o condutor induzido seja uma antena, teremos como utilizar esta informação presente nela.

Uma antena receptora será um receptor para todas as frequências presentes no espaço. Desta forma, teremos numa antena diversas ddps e correntes criadas, ou melhor, induzidas por estas várias frequências.

Embora existam várias correntes e tensões elas não se misturam, isto devido ao fato de que cada uma possui uma frequência própria.

A melhor recepção será conseguida pelo sinal que mais se aproximar do comprimento da antena.

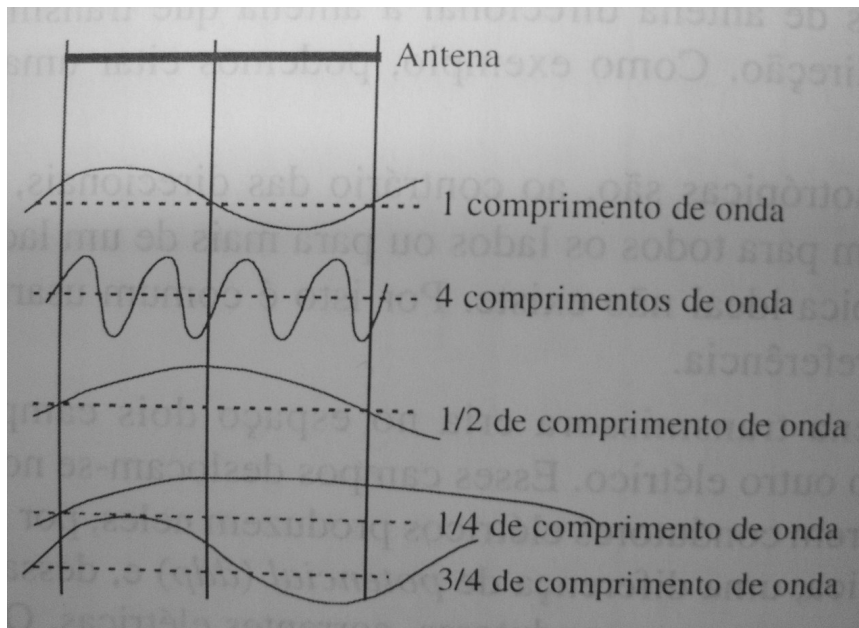
Quanto uma antena possui um ou mais comprimentos de onda do sinal recebido, dizemos que ela está em ressonância com o campo e em ressonância com a ddp e a corrente.

Quando a antena está em ressonância possuímos a máxima recepção.

É bom observar que a condução de ressonância pode ocorrer em outros casos.

Veja abaixo:

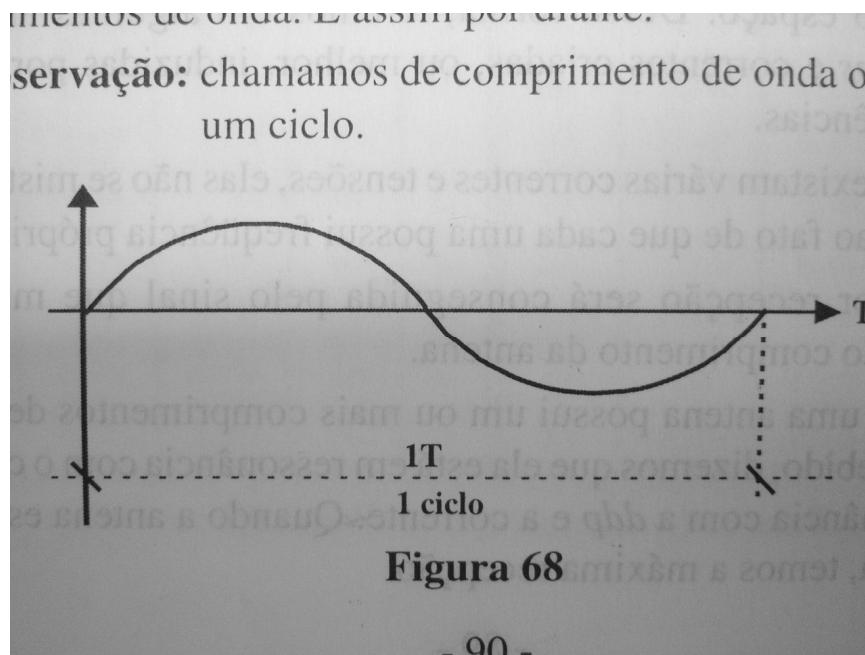
- Um ou mais comprimentos de onda
- $\frac{3}{4}$ de onda
- $\frac{1}{2}$ onda
- $\frac{1}{5}$ de onda



Como podemos perceber pela figura passada, quando a antena possui o mesmo comprimento de um ciclo de onda dizemos que ela está em ressonância com um comprimento de onda.

Quando é igual a 4 ciclos está em ressonância com comprimentos de onda. E assim por diante.

Obs.: chamamos de comprimento de onda o espaço pelo período de um ciclo.



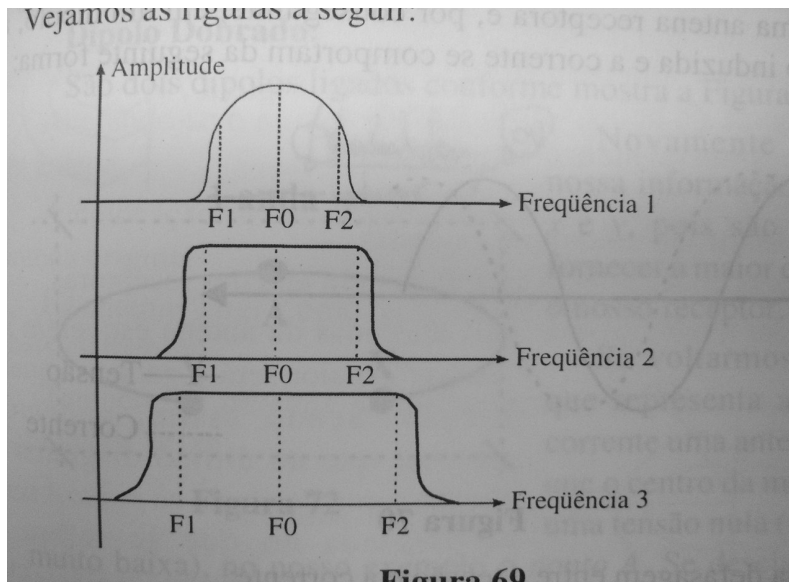
Uma antena apresenta perdas, estas perdas se devem ao fato de se existir diversas resistências na mesma.

A resistência é mínima quando a antena está em ressonância, ou seja, o sinal que está em ressonância com a antena ficará submetida a uma menor resistência. Essa resistência recebe o nome de impedância, características da antena.

A impedância de uma antena é dada em ohms (Ω). As antenas receptoras para TV, geralmente, possuem uma impedância de 75 a 300 Ω .

As antenas possuem uma certa seletividade, ou seja, uma antena projetada para ressonar em uma determinada frequência irá ter um ganho maior para esta frequência e para as frequências próximas a ela. A esse conjunto da frequência ressonante mais as frequências próximas damos o nome de banda passante ou faixa passante.

Vejamos as figuras a seguir:



A figura 1 representa o ganho, definido, como amplitude de uma antena de faixa passante estreita.

A figura 2 representa uma antena de faixa passante média.

A figura 3 representa uma antena de faixa passante larga.

F0 – frequência de ressonância

F1 – frequência mínima admissível

F2 – frequência máxima permitida

Em TV, a antena receptora deve apresentar uma faixa passante larga, visto que o canal possui 6 MHz de largura.

Novamente nos referimos as 3 figuras, podemos dizer que a primeira é mais seletiva que a segunda e que a segunda é mais seletiva que a terceira.

Com seletividade queremos dizer a capacidade que a antena tem de separar uma frequência ou faixa de frequência das outras.

Quanto menor esta faixa maior a seletividade.

Para a recepção de TV digital é importante, tanto para antena transmissora como para a antena receptora, que ela seja o mais plana possível, ou seja, tenha a resposta em frequência o mais plana possível e consiga receber e/ou transmitir todo o canal da mesma forma.

Antena Dipolo

A antena dipolo é a antena receptora mais simples. Chamamo-la de dipolo por possuir apenas duas (di) partes.

Numa antena receptora e, conseqüentemente, num dipolo, a tensão induzida e a corrente se comportam da seguinte forma:

A antena dipolo é a antena receptora mais simples. Nós a chamamos de dipolo por possuir apenas *duas* (*di*) partes. Em uma antena receptora e, por conseguinte, em um dipolo, a tensão induzida e a corrente se comportam da seguinte forma:

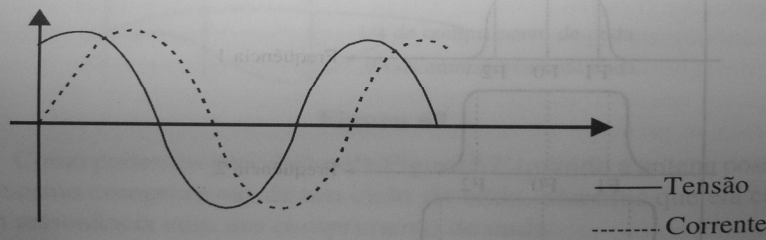


Figura 70

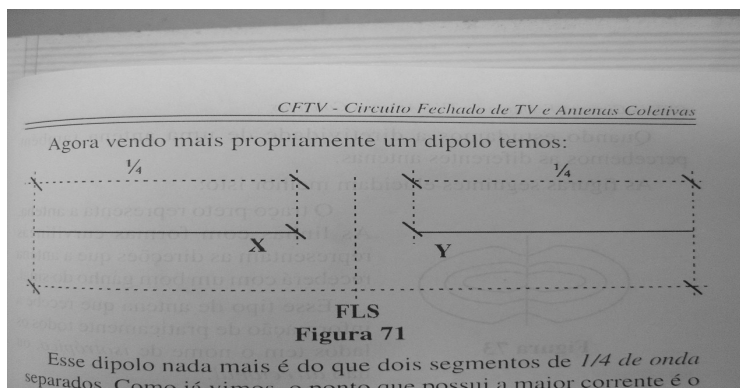
• há uma defasagem entre a tensão e a corrente:

Supondo que o espaço entre as partes A e B seja a barra ou um cano de material condutor que formam a antena, podemos ver o seguinte:

- há uma defasagem entre a tensão e a corrente.
- no meio da antena a tensão é nula.
- nos extremos da antena a corrente é nula.
- no meio da antena a corrente é máxima.
- quando um extremo da antena possui um potencial positivo o outro possui negativo e vice-versa.

Obs.: a antena citada é de meia onda.

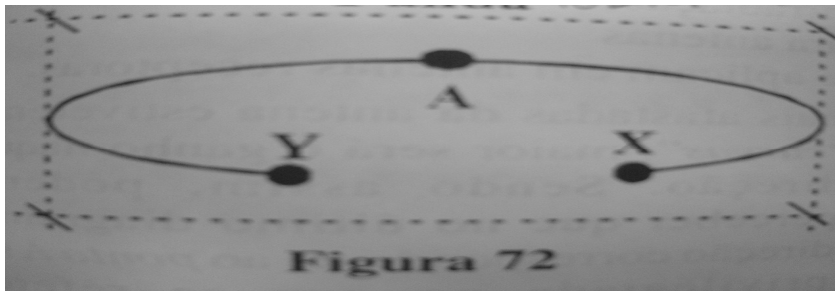
Agora vendo mais propriamente um dipolo temos:



Este dipolo nada mais é do que dois segmentos de $\frac{1}{4}$ de onda separados. Como já vimos o ponto que possui a maior corrente é o centro, será, portanto dos pontos x e y que puxaremos o fio até o aparelho receptor.

Dipolo dobrado

São dois dipolos ligados conforme a figura abaixo:



Novamente retiramos nossa informação dos pontos x e y, pois são eles os capazes de fornecer a maior corrente para o nosso receptor.

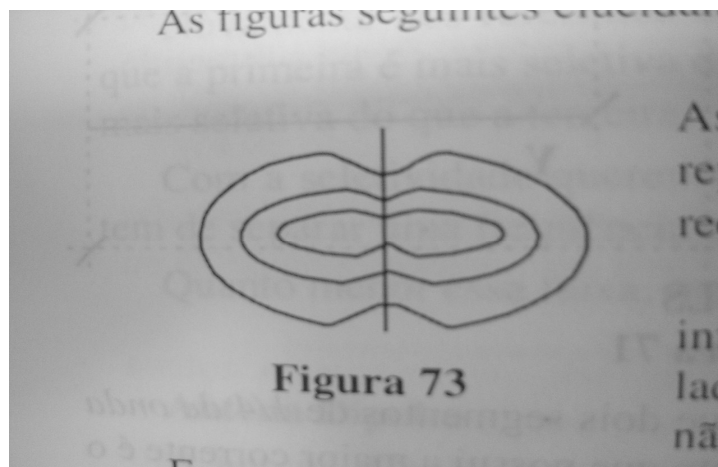
Se voltarmos ao gráfico que representa a tensão e a corrente numa antena veremos que o centro da mesma possui tensão nula no nosso exemplo o ponto A, caso desejamos fixar este dipolo dobrado será este o ponto ideal pois não possuindo tensão, não terá afetado seu potencial por um cabo que o fixe, por exemplo, o dipolo dobrado por aí o mesmo manterá todas as suas características.

Obs.: a impedância característica de um dipolo simples é de 75Ω e de um dipolo dobrado é de 300Ω .

Toda antena possui lados, no que se refere a capacidade das mesmas de captarem o sinal desejado. Ou seja, podemos dizer que uma antena captará melhor os sinais que incidem sobre um seu determinado lado. A isto damos o nome de diretividade da antena.

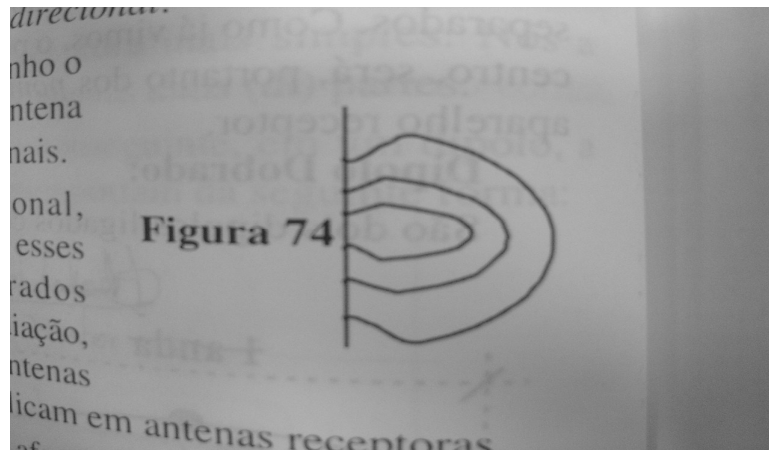
Quando estudamos a diretividade de uma antena também percebemos as diferentes antenas.

As figuras seguintes elucidam melhor isto:

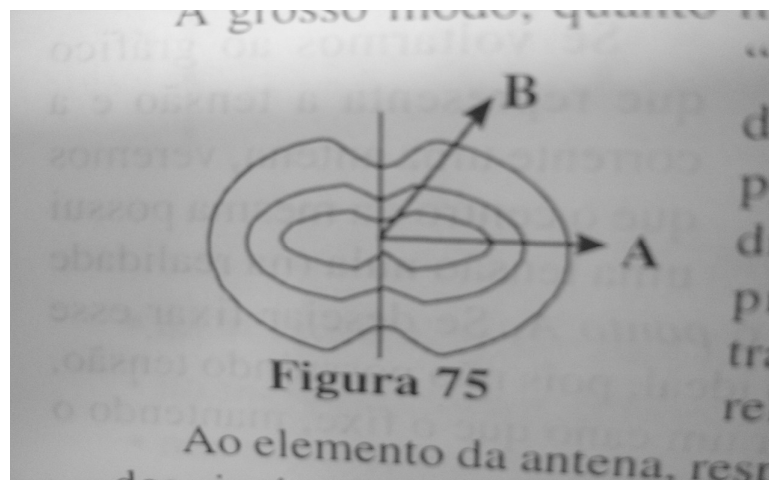


O traço negro representa a antena. As linhas com forma curvilínea representam as direções em que a antena receberá com bom ganho o sinal.

Este tipo de antena que recebe a informação de praticamente todos os lados recebe o nome de isotrópica ou não direcional.



Esta antena que recebe com ganho o sinal apenas de um lado é uma antena direcional do grupo das unidirecionais.

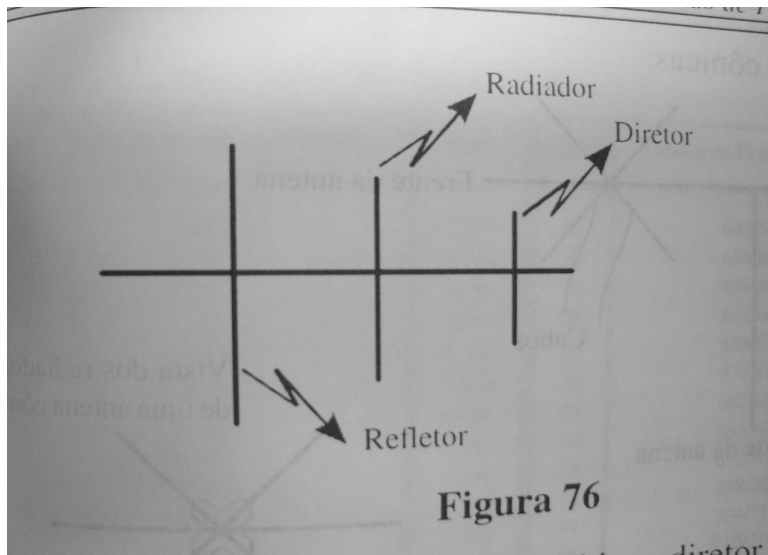


Esta antena, também direcional, recebe o nome de bidirecional. A esses desenhos acima damos o nome de diagramas de irradiação, pois os mesmos são usados para antenas transmissoras.

A grosso modo, quanto mais afastada da antena estiver a “curva”, maior será o ganho naquela direção. Sendo assim, podemos perceber que no último diagrama a direção correspondente ao ponto A será privilegiada no que se refere a transmissão ou recepção de sinal, em relação ao ponto B.

Ao elemento da antena, responsável pela irradiação ou recepção dos sinais, damos o nome de radiador.

Mas, geralmente, uma antena não se consiste de um elemento apenas. Como exemplo citaremos uma antena básica com 3 elementos:



A função do radiador já nos é conhecida, o diretor tem por função direcionar mais o ganho da antena, ou seja, estreitar mais ainda o diagrama de irradiação.

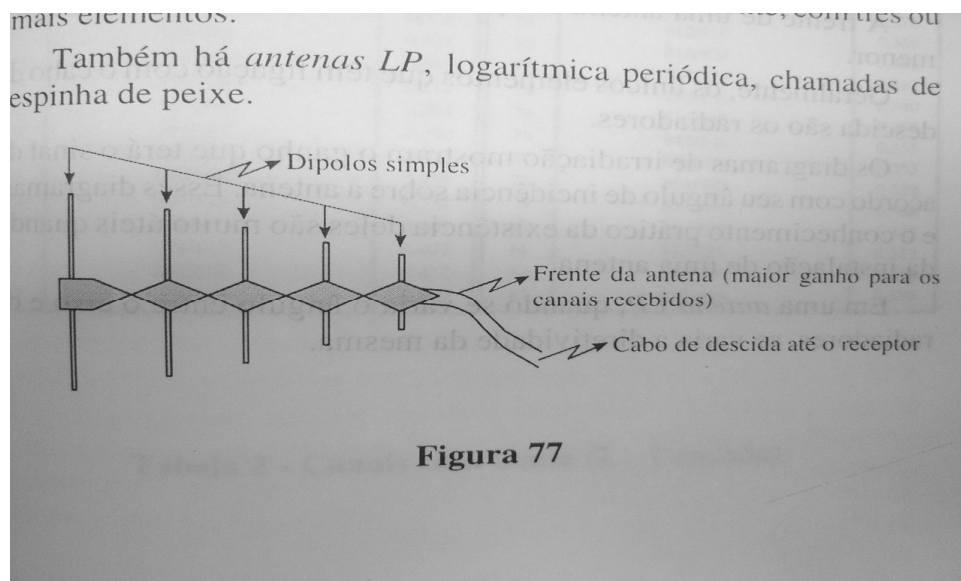
A função do refletor é tornar esta antena uma antena bidirecional, além de aumentar o ganho da antena.

Alterando-se o número de diretores se aumenta a diretividade da antena.

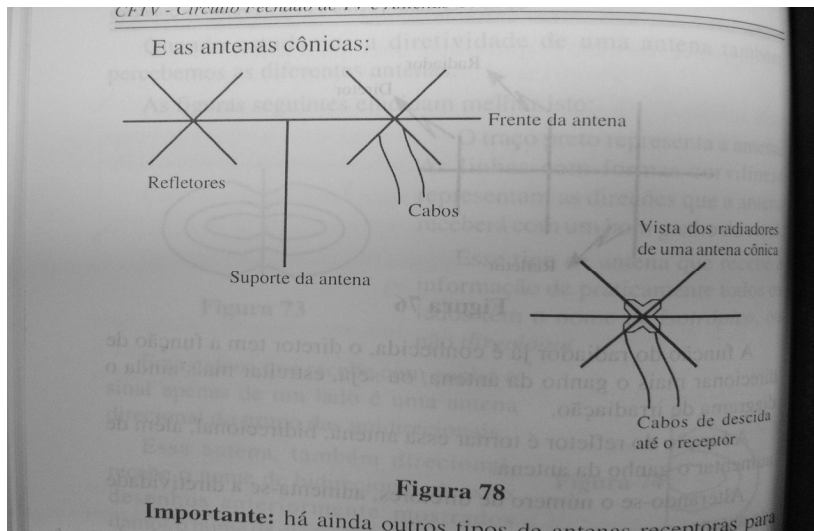
A colocação de diretores e refletores altera a impedância da antena original.

Existem antenas yagi, como representada agora a pouco, com 3 ou mais elementos.

Também existem as antenas LP, logarítmica periódica, vulgo espinha de peixe.



E as antenas cônicas:



Importante: existem ainda outros tipos de antenas receptoras para AM, FM e UHF.

A frente de uma antena yagi sempre é o lado que possui o elemento menor.

Os únicos elementos que tem ligação com o cabo de descida são os radiadores.

Os diagramas de irradiação mostram o ganho que terá o sinal de acordo com seu ângulo de incidência sobre a antena. Estes diagramas são muito úteis quando da instalação de uma antena.

Numa antena LP, quando se varia o ângulo entre o eixo e os radiadores, varia a diretividade da mesma.

Com a implantação da TV digital, cada emissora terá direito a outro canal digital, isto fará com que a tabela que nos mostra os canais em São Paulo seja importante, pois os outros canais devem “caber” lá dentro.

Existem fabricantes de antenas que desenvolveram antenas que podem transmitir ao mesmo tempo canais de VHF e UHF, sendo assim uma emissora que tenha um canal em VHF analógico poderá usar a mesma antena para transmitir um canal digital em UHF.

Transmissor e ou retransmissor de TV

Um transmissor de TV se divide em diversos blocos, cada um com uma função específica, vamos primeiro falar sobre cada um destes blocos observando a figura anexa.

Booster – é utilizado quando o transmissor é usado para retransmitir ou repetir um determinado canal. O booster recebe este canal através de uma antena, converte a frequência deste canal para FI, que corresponde a uma faixa de frequência entre 41 a 47 MHz, amplifica este sinal e o entrega ao transmissor na entrada do amplificador de FI. Quando usamos um booster sempre estaremos recebendo um outro canal e transformando em FI para entregar para o transmissor. Normalmente o booster fica na torre, próxima a torre, mas isto não é uma regra. Seus estágios principais são: amplificador de entrada, mixer, oscilador e multiplicador e amplificador de FI. A alimentação para o booster vai até ele pelo mesmo cabo que leva o sinal de FI para o transmissor (TX). O TX recebe a FI e envia tensão contínua para alimentar o booster.

Modulador de FI – é utilizado quando desejamos entrar com áudio e vídeo no transmissor. Como o transmissor não tem estas entradas usamos o modulador. Este modulador cria um canal na frequência de FI e modula as portadoras com áudio e vídeo. A portadora de vídeo é modulada em amplitude e a portadora de áudio é modulada em frequência, também teremos em

sua saída uma sub-portadora, como em um todo canal de TV, modulada em AM – DSB – SC que carregará com ela a informação da cor.

As principais partes de um modulador são: amplificador de FI, modulador de vídeo, modulador de 4,5 MHz, amplificador e pré-ênfase de áudio, filtro corretor de fase de vídeo.

Vamos agora estudar o transmissor propriamente dito:

Amplificador de FI – este bloco, geralmente é formado por 2 ou 3 estágios e tem a função de amplificar a FI linearmente e permitir que o seu nível seja o suficiente para excitar o mixer. É no amplificador de FI que fica o ajuste de potência do transmissor. O amplificador de FI deve, além de amplificar, filtrar a FI de forma a termos um sinal limpo (apenas as portadoras do canal) em sua saída. Alguns amplificadores de FI usam como filtro um componente chamado de filtro SAW (filtro de ondas de superfície). Embora este filtro tenha uma grande perda de inserção (ele filtra muito bem, mas atenua bastante o próprio sinal de FI) sua qualidade de filtragem justifica o seu uso. Outros moduladores usam filtros LC ou RLC, baseados em capacitores, bobinas resistores e trimmers. Geralmente o filtro está na entrada do amplificador de FI ou em seu estágio central. Muitos equipamentos têm como nível padrão de saída do amplificador de FI, um nível de 0dBm que corresponde a 1mW ou, aproximadamente, 224mVolts sobre uma carga de 50 ohms. O nível de saída é controlado, geralmente, através da polarização de diodos tipo PIN. Estes diodos facilitam ou dificultam a passagem de RF por eles de acordo com a sua polarização e estão ligados diretamente como CAG.

CAG – o controle automático de ganho é utilizado para manter a saída do amplificador de FI em um nível pré-definido, independente do nível de entrada deste mesmo amplificador. Para termos uma idéia de como seria isto vamos supor o seguinte: a saída do amplificador de FI deve ser de 0dBm e na sua entrada o nível varia entre -20 dBm a - 50 dBm, o ganho do amplificador será variado, pelo CAG, para que a saída sempre se mantenha em 0dBm. É comum encontramos amplificadores operacionais no estágio de CAG.

Mixer – mistura ou faz o batimento, da frequência de FI com a frequência proveniente do oscilador local, deste batimento resultam 4 sinais diferentes:

- Canal de FI de 41 a 47 MHz.
- Frequência do oscilador
- canal de FI somada com a frequência do oscilador
- canal de FI subtraída da frequência do oscilador

O sinal que nos interessa é o resultado da subtração da FI com a frequência do oscilador.

Veja um exemplo:

FI = 41 a 47 MHz

OL = 101 MHz

A subtração resultará na frequência do canal 2 que é de 54 a 60 MHz.

Podemos perceber que no batimento ocorre a inversão do canal de FI. A portadora de vídeo que tinha a frequência de 45,75 MHz agora tem a frequência de:

$$101 - 45,75 = 55,25 \text{ MHz.}$$

A portadora de áudio que tinha a frequência de 41,25 MHz agora tem a frequência igual a:

$$101 - 41,15 = 59,75 \text{ MHz.}$$

Antes era assim: Pa = 41.25 MHz e Pv = 45.75 MHz primeiro o áudio, depois o vídeo.

Agora, depois do batimento, ficou assim: $P_v = 55,25$ MHz e $P_a = 59,75$ MHz e primeiro o vídeo e depois o áudio.

P_v = portadora de vídeo.

P_a = portadora de áudio.

Dúvidas, veja os valores das frequências...

Filtro de canal – a função do filtro de canal é deixar passar apenas a frequência do canal que queremos transmitir, eliminando os outros produtos provenientes do batimento no mixer. Normalmente este filtro é formado por linhas e indutores e tem um aspecto bem “mecânico”.

Amplificadores de RF – a quantidade de amplificadores de RF que teremos dependerá da potência final do transmissor. Normalmente encontramos transmissores de 1 watt de potência, 10 watts, 50 Watts, 100 watts, 1 KW de potência, 10 KW, 15 KW e de até mais. Antigamente a maioria dos transmissores de mais de 20 Watts eram todos valvulados, ou seja, o estágio final que fornecia a potência nominal de saída (100W, 1KW, etc) era construído utilizando-se válvulas. Para se alimentar estas válvulas era preciso uma tensão, relativamente alta (entre 1800 a 15000 volts). Para isto que existe a fonte de alta tensão indicada na figura anexa.

Hoje em dia já é possível se encontrar transmissores de 10KW, por exemplo, totalmente transistorizados. Para isto podem ser utilizados transistores bipolares ou mosfets de potência. Geralmente a tensão que alimenta estes estágios é de 25 ou 50 volts contínuos. A impedância de saída do TX é de 50 ohms e a antena, tanto quanto o cabo que interligam os dois, devem também ter esta impedância, pois só assim conseguiremos a máxima transferência de potência e a menor refletida possível. Quando falamos em refletida estamos no referindo ao sinal que vai até a antena mas não é transmitido e volta para a saída do TX. Se esta porcentagem da potência for muito alta poderá danificar os estágios amplificadores, principalmente se forem transistorizados. Alguns estágios amplificadores possuem em sua saída um filtro para evitar que qualquer outro sinal, além do canal, seja transmitido evitando assim interferências em terceiros.

Oscilador local e multiplicador – o oscilador local é o estágio que gera a frequência que, entrando em batimento no mixer, irá criar o canal desejado. Variando-se a frequência deste estágio variaremos o canal que estamos transmitindo. Este bloco pode ser formado por diversos estágios: oscilador, segundo oscilador, multiplicador, multiplicador paramétrico, PLL, filtro. Geralmente a frequência é criada através de um oscilador a cristal e tem que ser multiplicada até chegarem um valor correto para o batimento. Antigamente esta multiplicação era feita amplificando-se os harmônicos da frequência fundamental, ou própria, do cristal. Estes amplificadores ou, mais corretamente, multiplicadores, eram formados por transistores polarizados em classe C, ou seja, caso não houvesse sinal em suas bases não haveria consumo nenhum de corrente. Este tipo de polarização é utilizado pois facilita o aparecimento de harmônicos. O filtro paramétrico é um filtro que separa o harmônico desejado e que tem com elementos principais, linhas, indutores, trimmers e um diodo varactor que permite, ao ser polarizado com uma frequência, o surgimento de outros harmônicos. Na saída do filtro paramétrico devemos ter apenas a frequência que é a correta para o batimento e a criação do canal. Mas porque não se usa cristais de valor mais alto ao invés de se ficar multiplicando ou amplificando os harmônicos? Por que a construção de cristais com frequência de oscilação acima de 100MHz é um processo crítico e fica mais fácil se usar cristais de valores abaixo de 70 MHz e se multiplicar a sua frequência fundamental de oscilação. Hoje em dia através de circuitos com PLL é fácil de se fazer um oscilador de uma forma diferente e com bastante precisão. Para isto é construído um oscilador livre (sem cristal) na frequência final da saída do oscilador. Este oscilador livre pode ter sua frequência ajustada através de uma tensão contínua (VCO), e é o PLL quem compara a frequência de um oscilador a cristal, que é muito preciso,

com a frequência do oscilador livre e gera uma tensão contínua para controlar e estabilizar a frequência do oscilador livre no valor correto.

Fonte – fornece uma tensão estabilizada para todos os módulos, geralmente os módulos de potência são alimentados por 25 ou 50 volts. Podemos ter também outras tensões como +12 Vcc, -12Vcc, etc. Esta fonte pode ser linear ou chaveada.

Fonte de alta tensão – esta fonte é utilizada quando temos um equipamento que utiliza uma ou mais válvulas em seus estágios amplificadores de saída. Esta tensão normalmente é elevada através de um transformador, retificada por diodos que suportem alta tensão reversa, às vezes é necessário se colocar muitos diodos em série para suportar esta tensão, dividindo-a entre eles. Depois de retificada ela é filtrada por um banco de capacitores. Estes capacitores também são dispostos de forma a suportarem esta tensão elevada. A corrente que uma fonte desta fornece para, por exemplo, um equipamento de 100W de UHF, está entre 250 a 300mA. Esta tensão, normalmente não é regulada ou estabilizada. Em um equipamento de 100W de UHF o valor desta tensão é próximo a 1800 volts.

Toda vez que temos uma válvula teremos um filamento dentro dela que deverá ser aquecido, para isto temos uma fonte de filamento que irá fornecer uma tensão entre 4 a 6 volts, mas com capacidade de fornecer uma corrente que pode chegar a dezenas de amperes.

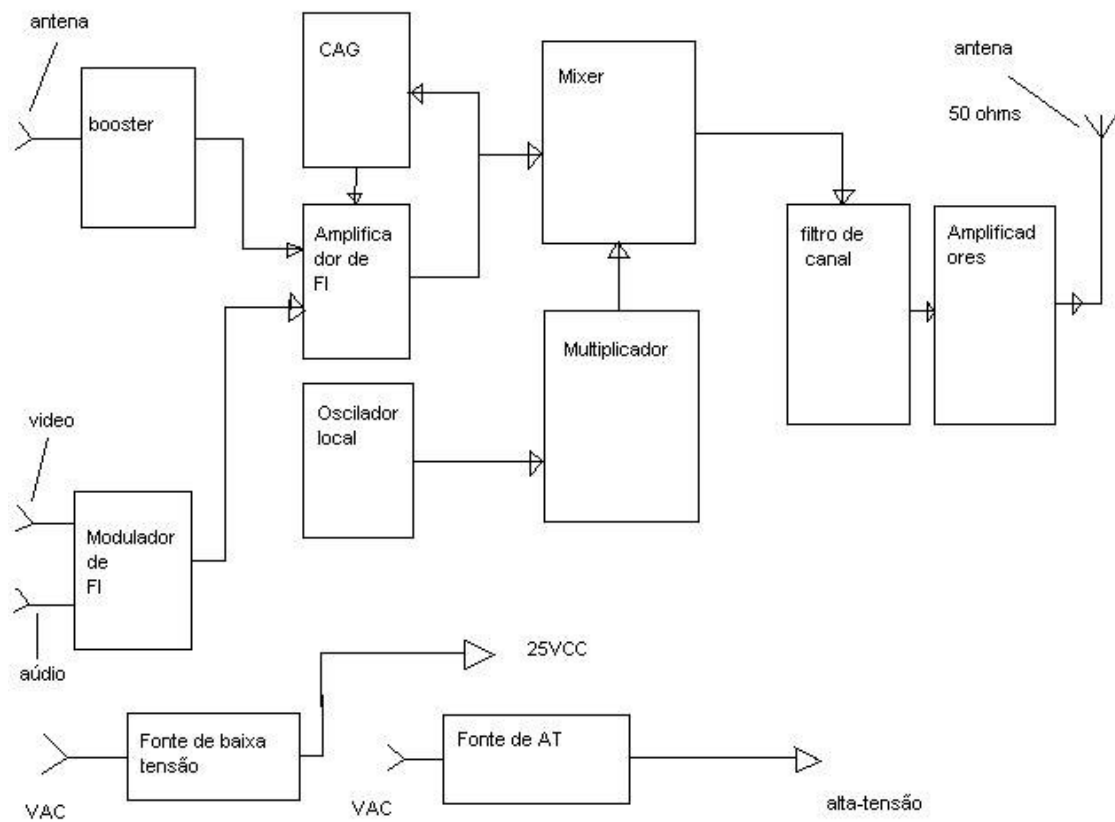
Observação:

Existem transmissores que possuem embutidos dentro deles um modulador específico para o canal que será transmitido. Desta forma na saída do modulador teremos a frequência do canal e não a FI. Este sinal será então, amplificado, filtrado e transmitido.

Um transmissor pode fazer diversas funções:

- quando ele transmite informações de uma emissora da própria cidade falamos que ele pertence a uma estação geradora.
- quando ele recebe um sinal de um canal, através de um booster e converte este canal para outro canal e o retransmite para uma cidade nas circunvizinhanças, falamos que ele tem a função de retransmissor.
- quando ele recebe um canal via booster e só repete esta informação, mas em outra frequência para outra estação, o chamamos de repetidor.
- um transmissor pode englobar todas estas funções.

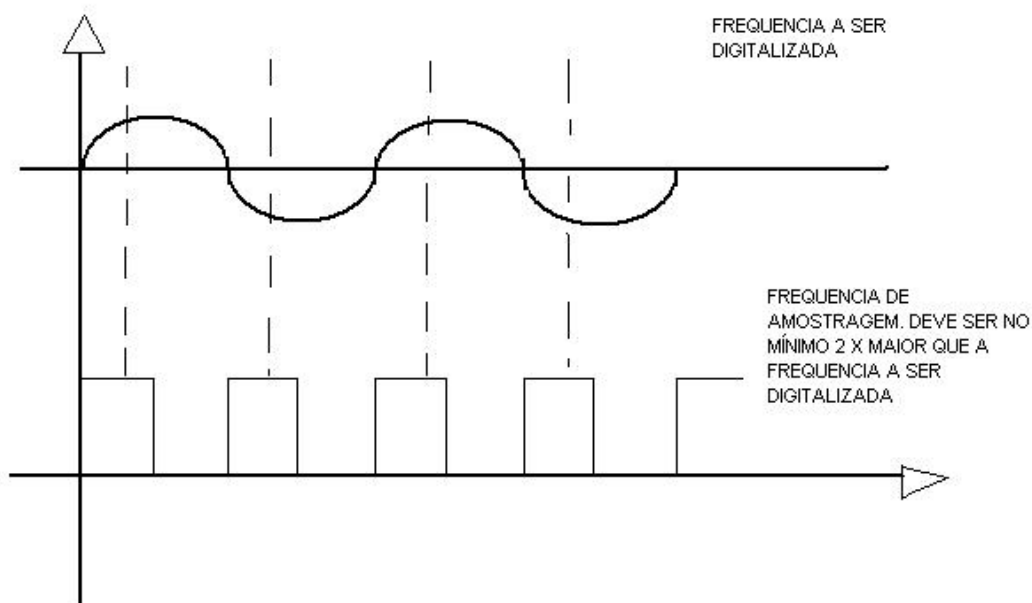
Um transmissor para TV Digital terá diversos destes blocos, mas uma característica que deverá ser muito importante no mesmo será a linearidade do mesmo, ou seja, ele deverá ter uma resposta plana para todo o canal de 6Mhz. Isto é mais importante do que em uma TX analógico pois um canal digital é praticamente plano e tem informações importantes em toda a sua largura de 6Mhz. Além disto, ele deve gerar o mínimo de ruído possível em todos os seus circuitos.



Conversão A/D e D/A

Antes de entrarmos no digital, propriamente dito, vamos falar um pouco sobre taxa de amostragem, número de bits em um conversor (sua resolução) e a conversão A/D e D/A.

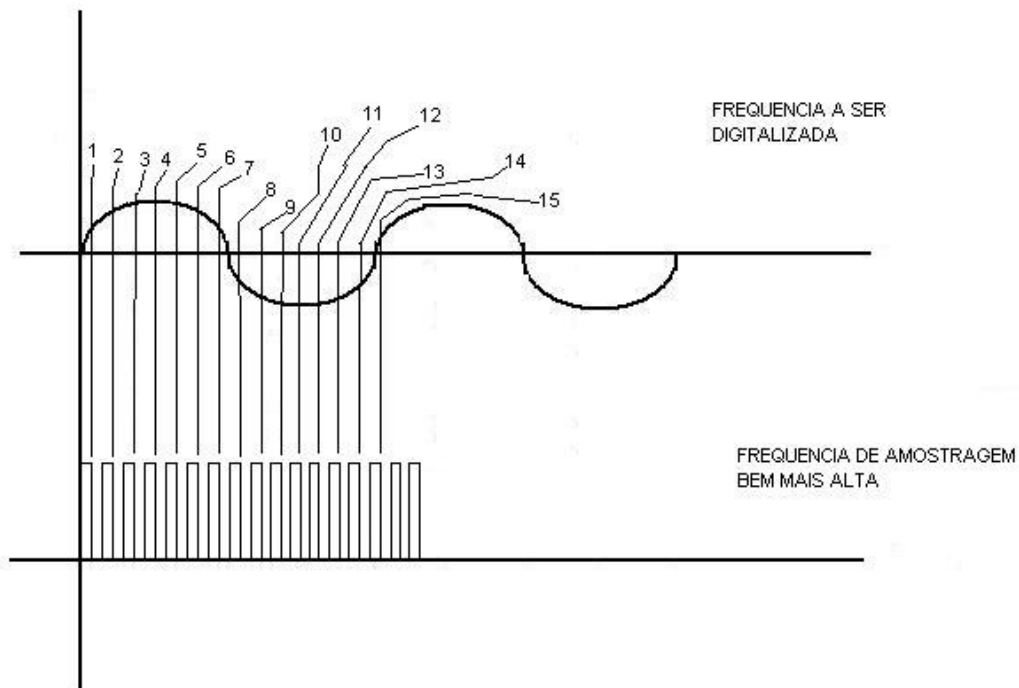
Veja o gráfico abaixo:



Para digitalizarmos um sinal devemos fazer uma amostragem do mesmo que nada mais é que fazer uma leitura em períodos de tempo deste sinal. Para fazer esta leitura devemos usar uma frequência, no mínimo, duas vezes superior à frequência que queremos digitalizar. O gráfico acima dá um exemplo disto. Outra coisa importante será a quantidade de bits que usaremos para representar o valor lido na amostragem. Se usarmos um conversor de 8 bits quer dizer que caso a leitura seja igual há 1 volt representaremos isto com 8 bits (0 e 1). O número de bits define a resolução do conversor de analógico para digital (conversor A/D). Quanto maior a resolução, ou seja, maior o número de bits que usarmos (10 bits ou 16 bits) mais próximo do original ficará o sinal depois que ele for convertido novamente de digital para analógico por um conversor D/A (digital para analógico).

Você já deve ter visto algumas destas informações em aparelhos reprodutores de CD ou mesmo DVD players.

No exemplo seguinte estamos usando uma frequência de amostragem bem mais alta que a frequência a ser digitalizada e vamos ver os valores nos tempo de 1 a 15. cada número destes corresponde a uma amostragem ou leitura do sinal a ser digitalizado, depois vamos colocar isto em um conversor de 8 bits e ver o que dá....



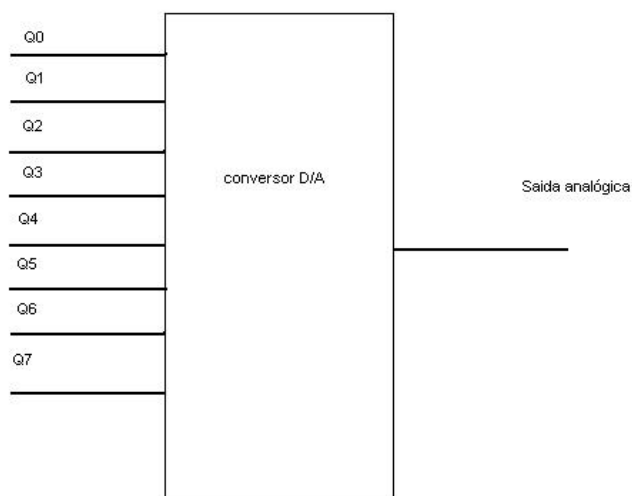
Supondo que a tensão de pico seja de 1 volt vamos ver o resultado em níveis de tensão:

$T1 = 0,5 \text{ v}$
 $T2 = 0,8 \text{ v}$
 $T3 = 0,9 \text{ v}$
 $T4 = 1 \text{ V}$
 $T5 = 0,6 \text{ V}$
 $T7 = 0,3 \text{ V}$
 $T8 = - 0,3 \text{ V}$
 $T9 = - 0,6 \text{ V}$
 $T10 = - 0,8 \text{ V}$
 $T11 = - 1 \text{ V}$
 $T12 = - 0,9 \text{ V}$
 $T13 = - 0,8 \text{ V}$
 $T14 = -0,6 \text{ V}$
 $T15 = 0 \text{ V}$

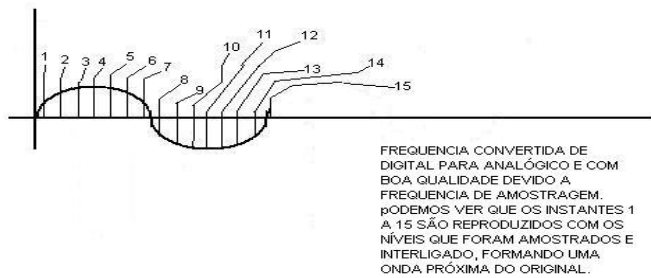
A amostragem definiu um valor para cada leitura e este valores serão transformados em bits de acordo com uma tabela com um código binário inventado agora. Para cada nível de tensão teremos um número em binário.

Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0	V	Tempo
0	0	0	0	0	1	0	1	0,5	T1
0	0	0	0	1	0	0	0	0,8	T2
0	0	0	0	1	0	0	1	0,9	T3
0	0	0	0	1	0	1	0	1,0	T4
0	0	0	0	0	1	1	1	0,7	T5
0	0	0	0	0	1	1	0	0,6	T6
0	0	0	0	0	0	1	1	0,3	T7
1	1	0	0	0	0	0	0	-0,3	T8
0	1	1	0	0	0	0	0	-0,6	T9
0	0	0	1	0	0	0	0	-0,8	T10
0	1	0	1	0	0	0	0	-1,0	T11
1	0	0	1	0	0	0	0	-0,9	T12
0	0	0	1	0	0	0	0	-0,8	T13
0	1	1	0	0	0	0	0	-0,6	T14
0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	T15

Estes bits poderão ser transmitidos serialmente ou em paralelo ou então gravados em um CD ou DVD e depois de recebidos ou lidos podem ser convertidos novamente para analógico, o circuito que faz isto é o conversor D/A. Vamos imaginar estes dados, entrando em paralelo, no conversor D/A e ver o resultado na saída.



Se na amostragem T1 correspondia ao valor de 0,5 volts e que transformamos no número binário igual a 00000101 ao colocarmos este número na entrada do D/A teremos 0,5 volts na saída do mesmo, o mesmo acontecerá com T1, com T2 até T15 e assim recuperaremos o sinal analógico na saída.



Esta amostragem e esta resolução geram uma transmissão de bits, a esta transmissão damos o nome de taxa. Para calcularmos a taxa de transmissão de bits basta, de uma forma simples, multiplicarmos a frequência de amostragem pelo número de bits do conversor.

Taxa = Frequência de amostragem X resolução do conversor (numero de bits)

Exemplo:

Se tivermos um sinal para digitalizar cuja frequência máxima alcance 4 kHz e usarmos um conversor de 8 bits, qual a taxa de transferência de bits?

Se a frequência a ser digitalizada tem seu maior valor igual a 4 kHz, devemos ter uma amostragem de 8Khz.

Vejam os:

Taxa = 8 KHz x 8 bits = 64Kbits/s

Podemos perceber que teremos uma taxa de transferência de bits de 64 Kbits/s (a sua banda larga mínima da internet é de 150Kbits/s).

Também podemos perceber que quanto maior a frequência a ser digitalizada maior a frequência de amostragem e maior será a taxa de transferência de bits (alguns chamam de bitstream). O mesmo vale para a resolução, quanto maior a resolução maior a taxa. É importante lembrar que se a resolução for muito baixa a reprodução do sinal no D/A será prejudicada em relação ao sinal original. Também é importante lembrar que é importante que a resolução do A/D seja igual ao do D/A.

Falando um pouco sobre TV Digital – Básico

HDTV – TV Digital de alta resolução, tela com relação de aspecto 16 x 9.

Todo o espaço de 6 MHz, normalmente é ocupado por um canal.

SDTV – TV Digital com relação de aspecto de 4 x 3 onde teremos uma resolução menor e poderemos transmitir mais de um canal em 6 MHz.

É importante notarmos que existem três tipos mais conhecidos de transmissão ou padrões para transmissão digital. Vamos ver estes padrões:

Padrões de transmissão:

ATSC - padrão desenvolvido e adotado nos EUA para transmissão digital de broadcasting. Tem limitações e não é recomendado se é desejada a recepção móvel.

DVB-T - utilizado para transmissão terrestre (broadcasting).

ISDB – T - padrão japonês, considerado o mais avançado e capaz de englobar diversas mudanças ou serviços, porém ainda não adotado por nenhum país. Tudo o que se sabe sobre ele foi levantado através de testes e medições, inclusive testes feitos no Brasil. Nestes testes foram comparados os diversos sistemas e tecnicamente este padrão apresentou a melhor performance, pode ser usado para recepção móvel, pode englobar serviços de TV para celulares, notebooks, etc.

Tipos de modulação:

QPSK – o sinal modulante varia apenas a fase da portadora. Este processo de modulação é mais robusto, porém tem baixa eficiência.

QAM – Modulação em quadratura de amplitude. O sinal modulante varia a fase e a amplitude da portadora, podemos ter 16 QAM, 64 QAM, etc. O número antes do qam representa a quantidade de posições em que pode estar a portadora, a representação destas diversas portadoras chamamos de constelação. Quanto maior o nível de QAM maior a eficiência, ou maior a quantidade de informação transmitida, porém, devemos ter uma melhor linearidade dos equipamentos, tanto nos transmissores como nos receptores.

COFDM – sistema de modulação digital que utiliza diversas portadoras para a transmissão.

8VSB – sistema de modulação que utiliza uma única portadora para a transmissão digital. Este tipo de modulação possui 8 níveis discretos de amplitude.

16VSB – sistema similar ao anterior.

Tipos de compressão:

MPEG-2 - usado em todos estes três tipos de TV digital.

MPEG-4 – sendo testado para transmissão digital

Para terminar queria deixar claro aqui algumas considerações:

São processos de transmissão:

ASTC - sistema americano para transmissão terrestre.

DVB-S - sistema europeu para satélite (praticamente um padrão mundial).

DVB-T - sistema europeu para transmissões terrestres.
DVB-C - sistema europeu para transmissão via cabo.
ISDB - T sistema japonês para transmissão terrestre.

São processos de compressão:

MPEG.
MPEG-2 - Sistema de compressão digital padrão de vídeo e áudio. Adotado como padrão para qualquer digitalização em diversos formatos de transmissão.
MPEG-4
MPEG-7.
MPEG-21.

São processos de modulação:

QPSK-utilizado em transmissões via satélite com o sistema DVB-S
4FSK – também utilizado em transmissões via satélite no sistema DVB – S.
QAM - utilizado em transmissões a cabo.
16QAM – utilizado em transmissões a cabo.
64QAM
COFDM - utilizado no padrão ISDB – T e DVB –T.
8VSB - utilizado em transmissões terrestres com o sistema ATSC.

TV digital

A TV digital apresenta uma qualidade de imagem e som semelhante a do cinema.
(Ela poderá operar com canais de HDTV (TV de alta definição) com uma relação de aspecto de 16x9), que é o tamanho da tela, semelhante ao cinema ou as TVs de tela larga ou WIDE SCREEN ou no padrão de SDTV (padrão com relação de aspecto 4x3).
O sistema de som poderá ter até 5.1 canais trazendo uma qualidade de som encontrada em DVDs com DTS. Qualidade semelhante a um CD de áudio, porém com mais canais, daí o nome de 5.1.
Permitirá a transmissão de mais de um programa diferente, no mesmo canal.
Poderão exibir uma grande flexibilidade e ser acessada por diversos equipamentos, como celulares, palm-tops, etc.
Poderá permitir a recepção móvel com qualidade (dependendo do sistema).
Oferece a eliminação de fantasmas e ruídos.
Poderá ser completa (FULL) ou Hierárquica, isto quer dizer que poderá transmitir apenas um canal se for full ou um canal mais outras informações (outro canal, internet, celular, etc) se for hierárquica.

Porém se com a TV analógica conseguimos imagens com diversas qualidades a TV digital não demonstrará imagem caso o nível ou a relação de ruído entre a portadora e interferências for pequena.

Em áreas de sombra será possível repetir o sinal com o uso de um amplificador que esteja sincronizado com o transmissor principal.

Existe a possibilidade do canal original e repetidoras serem sincronizadas por GPS para evitar batimento e/ou qualquer tipo de problema.

Muitas emissoras já processam de forma digital todos os sinais e tem uma degradação dos mesmos ao transmiti-los de forma analógica, com a implantação do digital terão uma qualidade muito melhor. Poderão também oferecer diversos serviços e gerar mais capital.

Com o equipamento de recepção correto será possível o acesso a informações adicionais, comprar mercadorias pela TV, acessar a internet, etc. Estas características dependerão, é óbvio, de um caminho de retorno para a emissora, caminho este que poderá ser uma linha telefônica, um transmissor, etc.

A área de cobertura da TV digital para uma mesma potência do transmissor, é maior do que para uma TV analógica.

Mas para que tudo isto aconteça será necessário uma transição gradual entre a TV analógica e a TV Digital, sem comprometimento dos telespectadores e das emissoras. No início a forma mais barata de se receber a TV digital será através de um conversor chamado de SET TOP BOX ou SET BOX, que receberá o sinal digital e o transformará em analógico permitindo assim o uso de uma TV normal. Já existem estes conversores em testes e placas de captura, para micros, que permitem isto também.

O período de transição deverá demorar entre 8 a 15 anos e será disponibilizado para cada emissora um canal. Algumas condições, porém são importantes de serem seguidas e mantidas, como por exemplo: manter a mesma disposição dos canais no espectro, manterem a largura de banda de um canal em 6 MHz (lembra da TV analógica?), manter a FI entre 41 a 47 MHz, permitir o uso de canais adjacentes, para poder aumentar o número de canais, manterem o mesmo princípio de transmissão de cores devido à padronização. O órgão responsável por verificar tudo isto é a ANATEL.

Digitalização do sinal de vídeo

Antes de entrarmos mais a fundo no assunto vamos resumidamente mostrar o que acontece na prática, na medida em que o papel permite isto....

Digitalização:

Um sistema de gravação ou transmissão digital deve ser capaz de transformar um sinal analógico, como o sinal de vídeo e áudio, em um sinal digital. Enquanto um sinal analógico traz as suas informações em infinitas variações de seu nível de amplitude e frequência, um sinal digital deve trazer toda esta informação usando apenas dois dígitos, que são o 0 e o 1. Que na prática, geralmente, correspondem a zero volt e a cinco volts.

A idéia básica é usar conversores para transformar um tipo de sinal em outro.

Estes conversores são chamados de conversores A/D, ou seja, conversores de Analógico para Digital. Usa-se uma tecnologia chamada de DSP, quer dizer, processamento digital de sinais. Normalmente se chamam de DSP circuitos integrados com funções específicas para processamento digital de sinais. Estes CIs devem ser programados e podemos perceber que, para digitalizarmos um sinal de vídeo, além da parte do hardware (equipamentos e componentes), precisamos do software, que irá indicar como este hardware deverá funcionar. Depois de digitalizado o vídeo deve ser compactado, por meio de um processo de compressão, de forma a ocupar menos espaço ou ser mais facilmente transmitido.

Agora vamos à pura teoria....

Para falarmos da digitalização do sinal de vídeo primeiro vamos relembrar um pouco de teoria de cores em TVs e aplicar isto no desenvolvimento do estudo.

Sabemos que o olho humano tem uma melhor percepção da cores primárias, que são três:

Azul = B (Blue)

Verde = G (Green)

Vermelho = (Red)

A soma aditiva destas três cores resulta em todas as outras cores, sendo assim temos que:

O branco é igual à soma de $R + G + B$ (não vá tentar conseguir o branco misturando tintas destas cores... misturas de pigmentos são subtrativas e não uma combinação de “cores de luz”).

O amarelo é igual ao $R + G$ e por aí adiante....

Um tubo de TV se baseia nestas três cores para gerar todas as outras (para os menos avisados os três feixes são de elétrons, o fósforo que eles atingem é que acendem em cores diferentes). Isto é o famoso RGB que quem conserta TV colorida ou monitor de micro já se cansou de ver e consertar...

No início as transmissões de TV eram P&B e quando começaram as transmissões coloridas foi necessário se manter certos padrões para não se ter que alterar o que já existia, desta forma um canal de TV colorido podia ser recebido em uma TV P&B sem problemas. Este mesmo conceito de compatibilidade deve ser agora aplicado na implantação da TV digital:

O receptor analógico deve poder receber um canal digital com o uso de um conversor (set top box) devido a isto algumas coisas ficam “amarradas” com o padrão analógico e uma delas é o processamento da cor ou croma.

Sabemos (se não sabemos aprenderemos) que:

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

Ou seja, o branco ou luminância (Y) corresponde a soma de porcentagens diferentes de vermelho, verde e azul.

Sabemos também que estes três sinais são transformados no sinal de Luminância (Y) mais os sinais de diferença de cor:

$B - Y$ e $R - Y$

Um receptor analógico recebe os sinais U e V para reproduzir as cores, estes sinais podem ser encontrados representados em qualquer esquema de TV analógica.

O sinal U é igual a: $U = 0,493(B - Y)$

O sinal V é igual a: $V = 0,877(R - Y)$

A banda que estes sinais ocupam é de, aproximadamente 1,3MHz e eles modulam uma portadora de cor em 3,58MHz. Esta portadora gera bandas laterais e depois sua frequência fundamental, que é 3,575611 no caso do Pal-M e suprimida, dando origem ao nome de sub-portadora de cor.

O processo total recebe o nome de modulação por amplitude com banda lateral vestigial e portadora suprimida o conhecido AM – VSB /SC.

Já sabemos que um canal de TV tem 6 MHz de largura e que devemos transmitir nele a informação de luminância (Y), a cor (C) e o áudio (A).

Na teoria, a informação de luminância ocupa um espaço de 4,2 MHz (lembre-se do canal padrão), na prática muitas vezes a luminância termina em 3,2 MHz para evitar intermodulação e interferências na imagem.

Mas vamos falar de teoria...

Agora chegou a digitalização....

Já se digitaliza vídeo em emissoras de TV há muitos anos....

Já sabemos que é necessário, no mínimo, uma frequência de amostragem igual ao dobro da máxima frequência que queremos digitalizar para se conseguir um bom resultado, sendo assim se quiséssemos digitalizar um sinal de 1 MHz precisaríamos de uma frequência de amostragem de 2 MHz, no mínimo. Também sabemos que quanto maior for o número de bits por amostragem mais próximo do real será nosso sinal digitalizado. Normalmente se usam em TV digital conversores A/D de 8 ou 10 bits.

Para que as amplitudes dos sinais de luminância e diferença de cor ficassem iguais foram criados os sinais Pb e Pr onde:

$$Pb = 0,564(B - Y)$$

$$Pr = 0,713 (R - Y)$$

E eles possuem largura de banda de 1,3 MHz.

A frequência de amostragem tem o valor de 3,375MHz e é um valor adotado por norma.

Temos então:

Frequência de amostragem = FA = 3,375MHz.

Padrões de digitalização:

Formato 4:4:4 - formato de altíssima qualidade onde os sinais RGB ou Y, Pr e Pb sofrem amostragens de 4 FA = 13.5Mhz. Cada sinal é amostrado com esta frequência.

Formato 4:2:2 – formato de alta qualidade onde Y é amostrado com 4FA e Pb e Pr com 2FA = 6,75Mhz.

Formato 4:1:1 – Y amostrado com 4FA e Pb e Pr com 1FA = 3,375Mhz.

Formato 4:2:0 – Usado para diminuir a taxa de bits. Uma linha é amostrada com o formato 4:2:2 e a outra linha com o formato 4:0:0 que, acredito que já tenham percebido é sem a informação de cor. A vista humana compensa esta deficiência...

Só por curiosidade vamos agora calcular a taxa de bits do formato 4:2:2

se usando 10 bits no A/D

$$\text{Taxa} = [(Y = 4FA) + (Pr = 2FA) + (Pb = 2FA)] \times 10 \text{ bits}$$

$$\text{Taxa} = [(4 \times 3,375) + (2 \times 3,375) + (2 \times 3,375)] \times 10 \text{ bits}$$

$$\text{Taxa} = [13,5\text{MHz} + 6,75 \text{ MHz} + 6,75 \text{ MHz}] \times 10 \text{ bits}$$

$$\text{Taxa} = 270\text{Mbits/s}$$

Isto não cabe dentro de um canal de 6Mhz agora então é que vem a compressão....

A taxa de bits é de 270 Mega bits por segundo (sua banda larga começa em 150 K bits por segundo....).

Compressão de vídeo

Antes de complicarmos vamos ver uma explicação simples, porém é importante lembrar que: o sistema de compressão usado pelos sistemas:

ATSC – sistema Americano de TV digital.

DVB-T – sistema european de TV digital.

ISDB- T – sistema japonés de TV digital.

é o MPEG2.

MPEG-2 – sistema de compressão de sinais digitais, também utilizado em computadores, que permite que uma maior quantidade de informações sejam transmitidas ao mesmo tempo. Para isto ele utiliza dois tipos de codificação, uma chamada de espacial (spatial encoding) e outra chamada de temporal (temporal encoding).

A codificação espacial resume-se no seguinte: o sistema percebe que toda uma área de uma mesma imagem tem uma mesma informação e ao invés de transmiti-la inteira ele informa que toda aquela área é igual, exemplo:

Vamos supor que você deseje transmitir a seguinte seqüência de bits:

000

Ao invés de se transmitir 50 bits de 0 é mais econômico se informar que a próxima linha terá 50 zeros, vejamos isto:

Próxima linha =

00

ou:

próxima linha = $50 - 0$

deu para perceber a economia de bits.

Resumindo, neste tipo de codificação a compressão elimina a redundância existente entre pixels do mesmo frame ou pontos do mesmo quadro. Bem, é mais ou menos isto.

A codificação temporal faz o seguinte: imagine uma cena onde exista uma tela inteira onde só um ponto no centro muda constantemente de forma, ao invés do sistema mandar sempre a mesma informação que a tela é igual e que o ponto está mudando ele informa que é para deixar a tela sempre igual e só mudar o ponto central. A informação total só deverá ser transmitida de novo quando a cena mudar.

Resumindo, neste tipo de codificação a compressão elimina a redundância existente entre vários frames ou quadros.

É mais ou menos isto.

Existem alguns métodos de compressão para vídeo, vamos lá:

JPEG – super comum, usado para comprimir imagens estáticas ou paradas, também conhecidas como fotografias digitalizadas.... A sigla significa: Joint Photograph Expert Group.

MPEG-1 ou MPEG – usado para comprimir áudio e vídeo que serão gravados em mídias como CD-ROM e depois visualizadas, já é bem antigo, em 1993 já tinha gente usando isto. A sigla MPEG significa: Moving Picture Expert Group.

MPEG-2 – sistema super usado atualmente, se você não acredita é por que você não acredita no DVD. Toda a informação de um filme em DVD é comprimida pelo famoso MPEG2. Este sistema é utilizado pelos 3 principais sistemas de transmissão de TV digital, o ATSC, o DVB – T e o ISDB – T.

MPEG-4 – possui maior capacidade de compressão e engloba o MPEG2. Esta em estudo para ser usado como compressor para sinais de vídeo e áudio que serão transmitidos via satélite, é também estudado pelo Brasil para ser aplicado no SBTVD (sistema brasileiro de televisão digital) e para aplicações em DVB – T.

H264 – semelhante ao MPEG4.

MPEG-7 – usado para procura, filtragem, seleção e manuseamento de informações digitais de áudio e vídeo. Permite o manuseio de todos os tipos de multimídia, sejam elas provenientes de bibliotecas digitais, serviços de broadcast, etc.

MPEG-21 – Método de compressão e manuseio de informações digitais super poderoso e que engloba todas as versões do MPEG. Permite a edição, seleção, montagem de informações com áudio e vídeo digitalizados. Usado como ponto de pesquisa para futuras aplicações.

Agora vamos nos concentrar no MPEG-2:

Como já disse é utilizado nos três principais sistemas de transmissão de TV digital (broadcasting).

Suporta imagens entrelaçadas ou progressivas. Só para lembrar a imagem de uma TV comum é entrelaçada, primeiro as linhas ímpares e depois as linhas pares.

Suporta resoluções até 1920 x 1080.

Depois que o vídeo é digitalizado ele tem uma taxa de 270Mbps/s, nesta hora ele passa por um processo de compressão temporal e sua taxa diminui para, aproximadamente, 120Mbps/s. Este processo, que já vimos de uma forma simples, consiste em mandar uma informação falando como está a tela (mesmo que esta tela tenha muito detalhes) e outra informação falando o que mudou na tela ao invés de falar toda hora todos os detalhes da tela toda. Se a imagem da tela esta parada e só um carro se move, você informa que a tela esta parada e qual a posição do carro. Na tela seguinte só o carro mudou de posição, depois também, depois também... Digamos que você está se baseando que as imagens seguintes serão semelhantes (e muitas vezes o são) mas para se assegurar de ter o mínimo de erros o MPEG2 usa uma sequência de quadros. Estes quadros se chamam I, B e P.

Os quadros I (intra frame) tem a informação completa e são enviados no início da sequência de quadros.

Os quadros B (bidirectional frame) trazem a informação da diferença do quadro atual, anterior e posterior (difícil? Isto é o mundo digital, onde você pode armazenar as informações e só reproduzi-las quando estiverem corretas e fazer tudo parecer tempo real).

Os quadros P (predicted frame) são baseados no quadro anterior.

Esta sequência de quadros se completa e fica armazenada em um buffer se necessário.

A compressão temporal analisa a sequência de quadros e faz a compressão se baseando na mudança de um quadro para o outro. No nosso caso no movimento do carro, no que ele

cobriu e no que ele deixou aparecer na imagem. Ela leva em consideração as variações da imagem no tempo.

Depois disto ele passa por uma compressão espacial e a taxa diminui mais ainda. Um exemplo para a compressão espacial seria se imaginar uma tela toda de uma cor só, sem nenhum detalhe, e apenas um ponto no centro que muda de cor. A única informação que deve ser sempre enviada é o ponto que muda de cor. Pois todo o resto é igual.

A compressão espacial leva em conta as variações no espaço (poderíamos dizer no espaço físico da tela) e se todo, ou quase todo o espaço, é sempre igual ela manda uma informação para falar que quase tudo está igual e outra para avisar que só o ponto mudou de cor.

Para que tudo isto aconteça existe um processo chamado DCT que elimina frequências mais altas que contém informações imperceptíveis para o olho humano.

Aí chega o RLC (Run Length Code) que basicamente consiste em dar um nome pequeno há uma sequência grande e repetitiva de dados. É como, ao invés de eu chamar, toda hora, alguém de José da Silva Sauro Batman Robin da Mata Quadrado pelo nome completo eu chama-se de Zé. Sacou????!!

Agora vem o VLC (Variable Length Code) que faz o seguinte atribui valores binários pequenos para informações mais frequentes e vice versa.

É bom lembrar que o DCT com o RLC como o VLC fazem parte da compressão, ou como chamam alguns da redundância espacial.

Depois de tudo isto vem o BUFFER que é quem controla a taxa, ou fluxo ou bitstream do MPEG-2, ou seja, ele faz com que na saída do encoder de MPEG-2 a taxa seja sempre igual para isto ele armazena informação quando a que chega a sua entrada é muita e manda informação para fora quando é preciso aumentar a taxa para mantê-la fixa. Para isto ele conta com o controle de fluxo de dados que lê o buffer e faz com que a compressão fique sempre o mais próximo do valor correto possível.

O encoder MPEG-2 chega a comprimir em uma proporção de 50:1.

Na saída do encoder nos teremos uma taxa de bits constante, dependendo do encoder podemos ajustar esta taxa para o valor que quisermos dentro de limites é claro.

Com o áudio junto, esta taxa quem que ficar em 20Mbits/s, dá-lhe compressão.

A compressão de áudio no MPEG-2 leva em consideração a resposta em frequência do ouvido humano (que vai de 20 Hz até, no máximo a 20 kHz), a amostragem que é feita é semelhante a aparelhos de CD e o seu valor é de 44 KHz. O conversor A/D trabalha com 16 bits o que dá um valor de 704 Kbits/s e caso o sinal seja estéreo fica em 1.408Mbits/s. Caso a transmissão seja em áudio 5.1 teremos: 4.225Mbits/s. Para comprimir isto o MPEG-2 aplica alguns conceitos: Um deles é que dois sons de frequência próxima e baixa tocadas com amplitudes muito diferentes resultam em um só, pois o ouvido humano só conseguiria ouvir um só mesmo. É como estar conversando e passar o carro vendendo pamonha, pamonha, pamonha de piracicaba aos berros, você só ouve a propaganda da pamonha. O MPEG-2 também divide em diversas sub-bandas as frequências do áudio e estas divisões são trabalhadas “independentemente” de forma a separar e comprimir o que o ouvido humano é mais capaz de ouvir.

Depois de tudo comprimido o MPEG-2 cria um Transport Stream ou um bitstream ou uma taxa de bits que transportará toda esta informação.

Durante o processo de compressão todas as informações são separadas em pacotes e serão necessários dados adicionais para que o receptor consiga montar tudo em ordem, você não tem o vídeo comprimido linearmente (o vídeo não tem uma pista separada para gravação como em um vídeo cassete, por exemplo), ele, junto com o áudio, junto com bits de controle e dados são montados em pacotes e transmitidos no bitstream. Esta informação recebe o nome de pacote é em seu começo tem um cabeçalho de sincronismo, mais um espaço para bits de informação e assim sucessivamente. Este pacote engloba outros pacotes menores que contém diversas informações para uma correta reprodução.

Só por curiosidade o DVD faz este processo, parcialmente, ao contrário, só que não tem uma taxa de bits fixa, ela varia de acordo com a quantidade de detalhes ou do tamanho do filme.

Modulação

Podemos modular uma portadora, da forma digital, e alterar os seguintes parâmetros:

Amplitude
Frequência
Fase
Amplitude e Fase

Vamos agora estudar alguns tipos de modulação:

ASK – neste tipo de modulação variamos a amplitude da portadora. Como exemplo podemos dizer que estaremos modulando uma portadora com dois bits, ou 0 ou 1. Desta forma nossa portadora, que terá a frequência e fase fixa, terá dois níveis de amplitude. Um correspondendo ao nível 1 e o outro correspondendo ao nível 0.

FSK – neste tipo de modulação variamos a frequência da portadora. Esta modulação para o FM, mas como a portadora é modulada por informações digitais (0 e 1) as variações acontecem de forma mais abrupta ou repentina.

Para cada conjunto de dígitos teremos uma frequência da portadora.

A banda ocupada dependerá da taxa de bits, quanto maior a taxa maior a banda.

4FSK – Neste tipo de modulação teremos o quatro números representados por 0 e 1 que definirão 4 frequências diferentes da nossa portadora. Este tipo de modulação é uma das utilizadas nas transmissões via satélite digital.

Podemos chamar cada conjunto de números de símbolos:

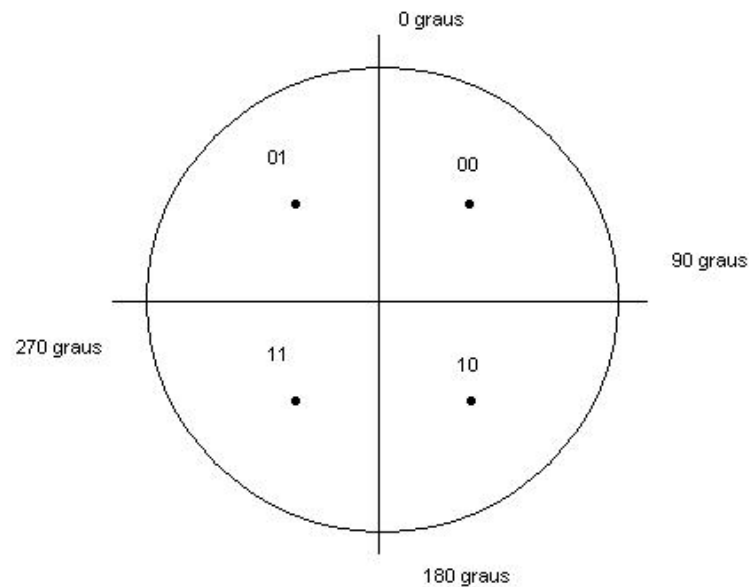
Símbolo 1 = 00
Símbolo 2 = 01
Símbolo 3 = 11
Símbolo 4 = 10

Cada conjunto de números binários ou símbolos será transmitido por uma frequência diferente, isto faz com que tenhamos uma banda ocupada mais larga, porém ganhamos com a robustez e imunidade a ruído.

PSK – nesta modulação variamos a fase da portadora de acordo com o sinal digital modulador.

Q-PSK – neste tipo de modulação estaremos modulando a portadora com 4 símbolos diferentes o que fará com que a fase da portadora cada instante esteja em um quadrante diferente. Para facilitar nossa compreensão vamos nos lembrar das cores e da tela do vectoroscópio.

A forma mais fácil de analisar este sinal é com o diagrama de constelação.

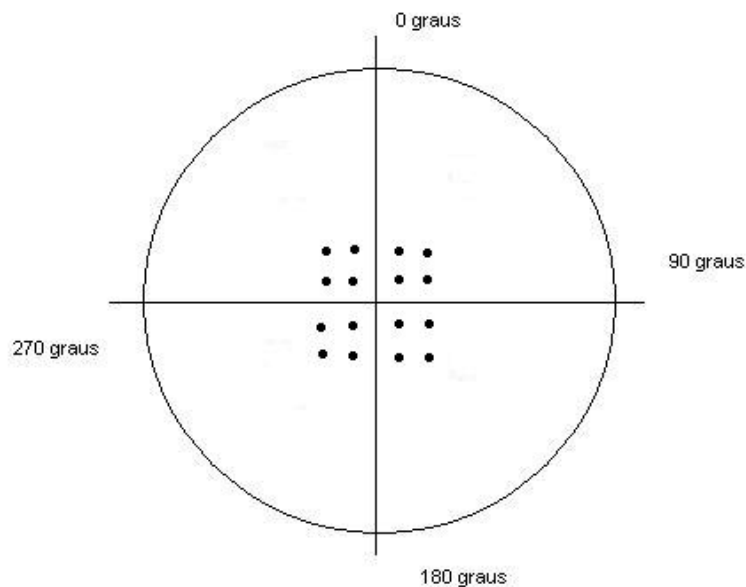


Cada símbolo fará com que a fase da portadora ocupe uma posição, como podemos ver na figura acima. Apenas a fase varia a amplitude será sempre a mesma. Esta modulação também é usada na transmissão via satélite com o padrão DVB – S.

Na modulação 8 – PSK teremos oito posições diferentes dentro do diagrama de constelação. Podemos perceber que quanto mais posição tiver maior será a quantidade de bits e informação que transmitiremos.

QAM – neste tipo de modulação tanto a fase como a amplitude da portadora serão variadas fazendo com que consigamos transmitir muitos bits, ter uma taxa elevada e um diagrama de constelação cheio de pontos que indicam a fase e amplitude da portadora.

Veja abaixo a figura do diagrama de constelação do 16QAM:



Teremos 16 posições com amplitude e fases diferentes. Cada posição é indicada por uma combinação de números em binário. O processo de modulação QAM faz parte do sistema utilizado na Europa que é o DVB – T. Ele pode ser modulado em QPSK, 16QAM ou 64QAM.

8VSB – este tipo de modulação é o utilizado no padrão americano de transmissão terrestre, que é o ATSC – T. Neste tipo de transmissão teremos uma única portadora com oito níveis de amplitude.

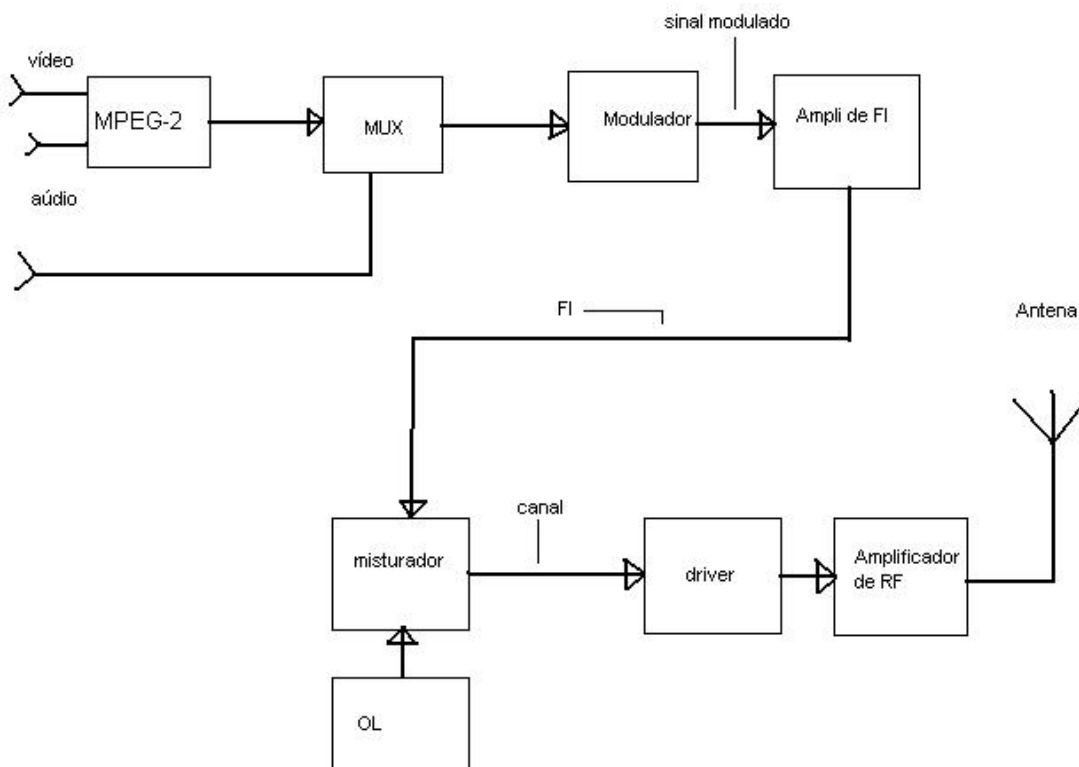
COFDM – neste tipo de modulação que temos um conjunto de subportadoras que serão moduladas em QPSK, 16QAM ou 64QAM. Este sistema não sofre com multi-percursos (fantasmas) e é mais imune a ruídos. Este padrão é o adotado no sistema japonês, que é o ISDB-T e no sistema europeu que é o DVB-T.

Transmissor de TV digital

Um transmissor de TV digital deve manter a mesma largura de FI, que vai de 41 a 47 Mhz, ou seja, tem 6Mhz de largura. Devem operar linearmente, ou seja, não podem conter circuitos que não apliquem o mesmo ganho ou atenuação em toda a faixa de 6Mhz, que é a largura do canal. Deverá evitar frequências espúrias que poderão atrapalhar ou não viabilizar o uso de canais adjacentes. Ter um controle automático de ganho para sempre manter o nível de FI fixo na entrada do misturador ou mixer. Possuir um oscilador local com precisão absoluta (normalmente PLL). Possuir um filtro após a conversão para a frequência do canal e este filtro não pode atenuar de forma não linear nem atrasar ou adiantar determinadas componentes do canal. Ter estágios de potencia lineares o que se consegue, normalmente trabalhando com transistores com tecnologia MOS (LDMOS, etc). Ter um casamento de impedância com a antena perfeito para evitar ondas estacionárias e distorções no sinal.

Diagrama de blocos básico de um TX digital:

O encoder MPEG-2 se encarrega de comprimir o vídeo e o áudio como já vimos, no MUX é inserido outras informações, como dados, etc. O modulador pegará a informação comprimida e modulará em uma portadora, o processo de modulação dependerá do sistema de transmissão adotado. Caso seja o sistema Japonês a modulação será COFDM. O amplificador de FI dá um ganho correto ao sinal para manter um padrão para todos os canais. O Misturado faz o batimento do sinal senoidal do oscilado local com a FI para gerar o canal que depois é pré-amplificado no driver e amplificado nos amplificadores e irradiado via antena.



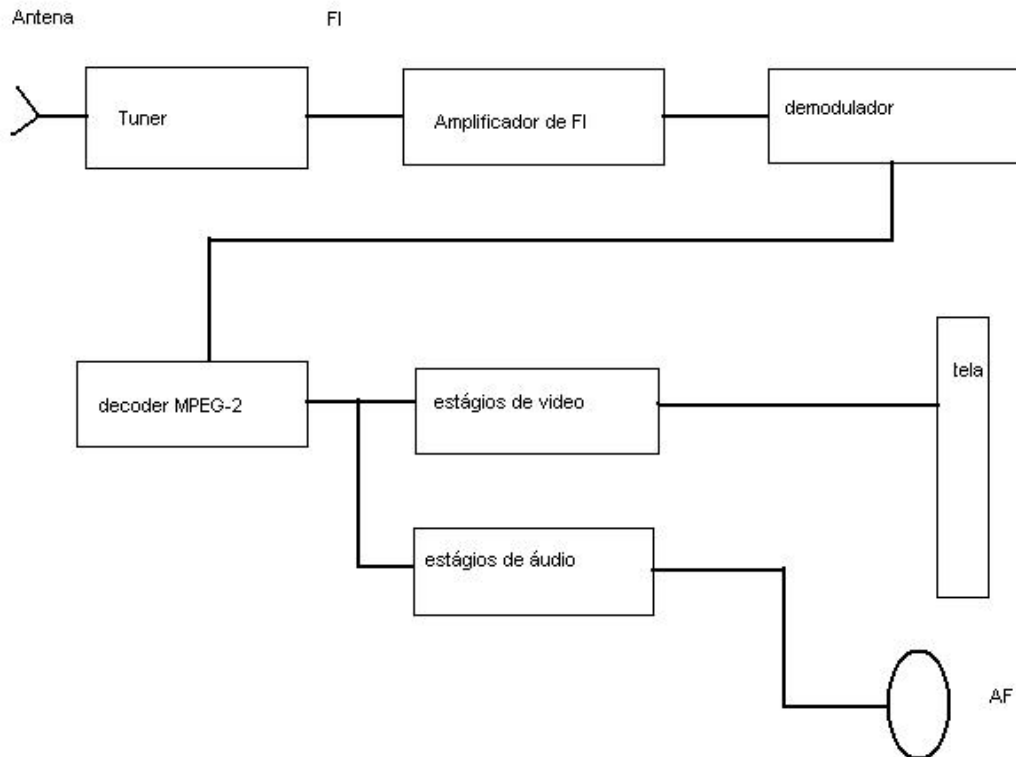
Receptor de TV digital

Um receptor de TV digital tem como grande obstáculo o preço final do produto. Como é uma tecnologia de ponta o custo ainda é elevado, mas já existem fabricantes trabalhando para colocarem, praticamente todos os circuitos dentro de um chip. Parte destes chips serão DSPs para processar toda a informação digital. Ela precisa ter um tuner para recepção dos canais, mais um amplificador de FI, mais o demodulador o decoder de MPEG-2, toda a parte de exploração, deflexão ou matrizagem (dependendo do tipo de tela), circuitos para amplificação dos sinais de forma a excitar convenientemente a tela e as saídas de áudio.

Diagrama de blocos básico de uma TV digital:

O tuner sintoniza os canais desejados que serão convertidos para a frequência de FI que deve ter sua frequência central de 44Mhz. O amplificador de FI amplifica linearmente estes sinais e dá o ganho necessário para uma boa recepção (ou recepção). O demodulador transforma a FI no bistream do MPEG-2. O decoder ou decodificador de MPEG-2 separa as informações

forneendo os dados necessários para os circuitos de vídeo, áudio, sincronismo, exploração, matrizagem, etc. Temos também a saída para os estágios de áudio. É importante lembrar que tudo isto deve ser alimentado for uma fonte de alimentação.

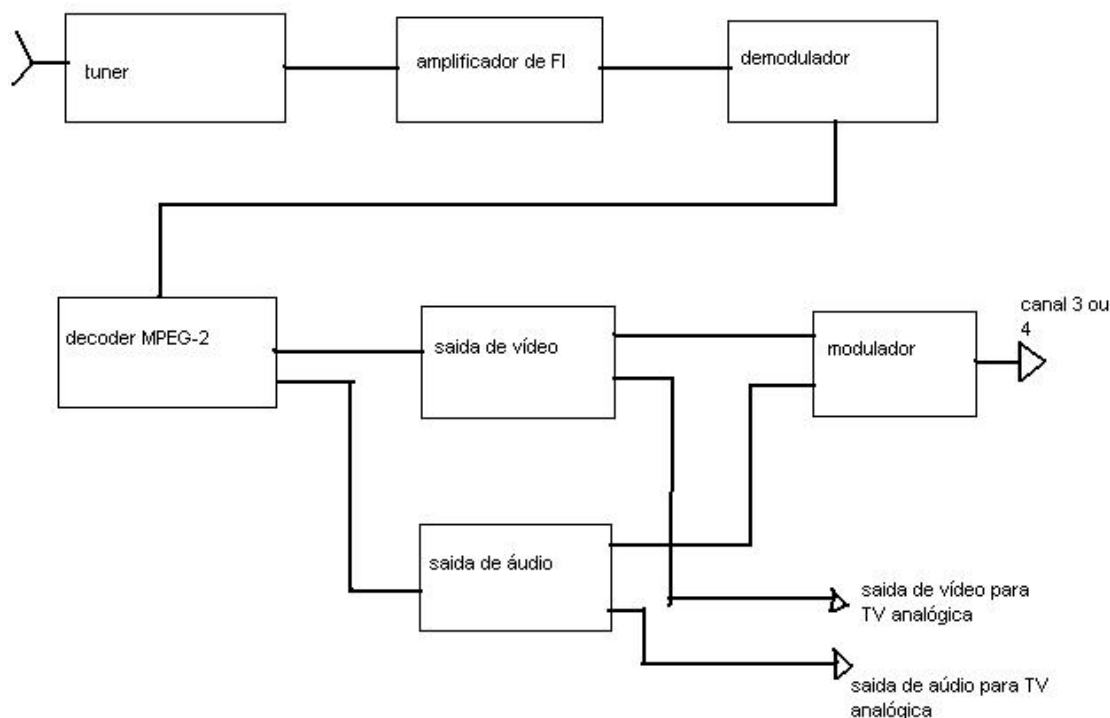


Set Top Box

A função do set top box será permitir que usuários de TV analógica consigam captar canais digitais, ele nada mais é que um conversor. Este conversor receberá os canais em digital e os transformará em analógico permitindo que qualquer um veja TV Digital com um custo muito inferior a de uma TV digital. Já existem protótipos de set top box em teste e funcionamento. Existe, também, a possibilidade de placas de captura para microcomputadores que recebam o sinal digital e apresentem a imagem na tela do monitor.

Diagrama em blocos básico de um set top box:

O tuner recebe os canais. O amplificador de FI amplifica e dá o ganho necessário. O demodulador retira a portadora e entrega o bistream para o decoder. O decoder MPEG-2 fornece em sua saída o vídeo e o áudio. O vídeo será trabalhado de forma a poder ser ligado em uma TV analógica e o áudio também. Existe um modulador que poderá transformar este vídeo e áudio para o canal 3 ou 4 para uso em televisores analógicos sem entrada de áudio e vídeo. O tamanho físico de um equipamento destes se assemelha a um receptor de satélite ou DVD e ficaria instalado próximo a TV analógica.



Informações básicas sobre um link de subida digital para satélite

Antes de mais nada é interessante informar que um link de subida normalmente recebe o nome de Up-Link. Também seria interessante citar que, como hoje muitos links de subida são digitais, é deles que estaremos falando.

Antes de começarmos, vamos falar de um procedimento padrão para instalação dos Up-Links.

- Caso o link seja fixo é necessário uma série de testes, designados pela Embratel (que é quem comercializa o uso dos satélites brasileiros, B1, B2, B3 e B4) e que devem ser feitos.

- Um destes testes verifica se no ponto onde a antena será instalada não há ocorrência de interferência na faixa de frequência de subida (5925 a 6425MHz) ou de descida (3700MHz a 4200MHz) para o satélite. Frequências para a banda C.

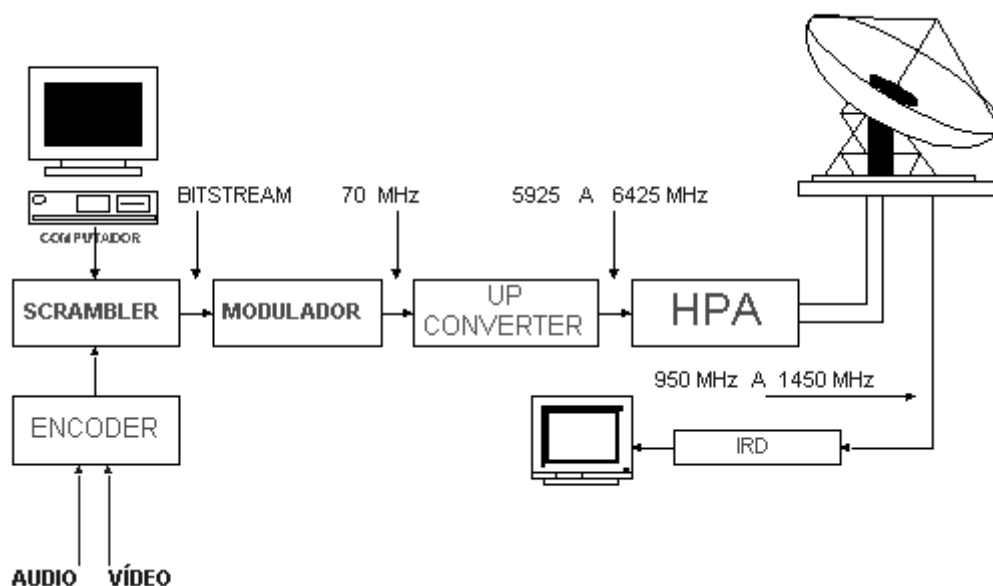
- Depois deste teste ter um resultado positivo e instalada a antena fixa é necessário que sejam feitos os testes mandatórios. Nestes testes, através da transmissão de uma portadora a operadora traça o lóbulo de irradiação da antena parabólica de subida. Caso estes lóbulos estejam dentro do padrão, a emissora ou dona do Up-Link já pode começar a operar.

- No caso de Up-Links, temporários, normalmente a operadora já tem homologado os equipamentos para a subida e conhece as suas características.

- A operadora em qualquer um dos casos é quem definirá a potencia de subida.

Podemos perceber que em qualquer um dos casos os testes são feitos com comunicação direta, via telefone normalmente, com a operadora.

Diagrama Básico de um Up-Link Digital Fixo



Função de cada bloco:

1- Antena transmissora e receptora:

Tem a função de transmitir o sinal recebido do HPA e enviá-lo até o satélite. A potência de subida, que já vi na prática, pode ser entre 15W a 2000W, dependendo da frequência, condições climáticas, distância do satélite. No caso dos satélites brasileiros esta potência não passa de 400W para a banda C, esta banda cobre a faixa de frequências entre 5925MHz a 6425MHz. Como já sabemos esta antena também recebe o sinal que foi transmitido para o satélite e retornou em uma faixa de frequência entre 3700MHz a 4200MHz. Esta recepção é necessária devido ao fato da necessidade de monitoração. Normalmente uma emissora usa uma banda no espectro de frequências de 17MHz (half-transponder) ou 36MHz (full-transponder). A frequência de subida é normalmente chamada de 6GHz e a de descida de 4GHz. Na antena existe um circuito, chamado de LNB (Low Noise Block Converter) que converte a frequência de descida de 3700MHz a 4200MHz na banda L que vai de 950 a 1450MHz (uma parte da faixa da banda L). É importante salientar que o sinal da monitoração foi até o satélite e voltou, para este sinal percorrer este espaço (aproximadamente 36000 km de subida com mais 36000 km de descida aproximadamente) ele leva algum tempo, aproximadamente 240ms. Se você monitorar o sinal de subida e o de descida, poderá perceber que há um atraso (ou delay) entre um e outro. Isto devido a estes 240ms.

2- HPA:

É um amplificador de faixa larga, normalmente pode transmitir qualquer canal que esteja na faixa da Banda C de subida (5925 a 6425MHz). Este amplificador de alta potência (High Potency Amplifier) pode ser valvulado ou transistorizado. Quando ele é valvulado ele utiliza uma válvula conhecida por TWT (travelling waves tube). Normalmente estes equipamentos, valvulados ou transistorizados, chegam a fornecer potência de até 400W. É bom lembrar que um equipamento deste tem um elevado ganho, ou seja, um pequeno sinal na entrada será muito amplificado, de forma a se conseguir centenas de watts na saída. Este nível de potência e esta faixa de frequência podem causar danos físicos, como queimaduras ou cegueira. O sinal amplificado vai, do HPA até a antena, através de guias de onda, que são normalmente pressurizados.

3 - Up-converter:

Recebe o sinal de FI (70MHz) e o transforma, através de um fenômeno chamado batimento, na frequência de subida, como exemplo podemos citar um valor dentro da banda C, vejamos, 5941MHz ou 5,941GHz.

4 - Modulador de FI:

Modula uma portadora de 70MHz com o sinal digital que já vem do encoder. Esta modulação é a 4FSK **ou** QPSK, onde conjuntos de bits são responsáveis pela mudança da frequência **ou** fase da portadora durante o tempo.

Normalmente este modulador junto com o scrambler e o encoder ficam, ou podem ficar distantes,

do Up-converter, do HPA e da antena. O fato de a FI ser de uma frequência baixa (70MHz) permite que este sinal trafegue por cabos longos sem muita perda ou atenuação do sinal.

5 - Scrambler:

Scrambler ou embaralhador é o nome dado ao equipamento que, através do envio de códigos, permite habilitar ou não canais e/ou receptores à distância.

Vamos supor que um Up-Link esteja trafegando 4 canais e que estão sendo recebidos por 4 receptores diferentes em 4 cidades diferentes. Se for necessário o scrambler pode selecionar, normalmente via microcomputador, que apenas uma cidade receba os 4 canais e as demais recebam apenas 1, 2 ou 3 canais.

6 - Encoder MPEG2-DVB:

É o equipamento responsável por transformar os sinais analógicos de vídeo e áudio, mais alguns sinais de controle (analógicos ou digitais) em um único “feixe” de informação digital. Ou seja, na saída do encoder teremos todos os sinais de sua entrada digitalizados e comprimidos no padrão MPEG2. Este “feixe digital” recebe o nome de bitstream e é composto por diversos pacotes com informações de vídeo, áudio, controle. Estas informações digitalizadas também recebem nome de ASI e, normalmente a saída do encoder tem este nome.

7 - Microcomputador:

Programa o scrambler para que este habilite ou não determinado receptor.

8 - Receptor para monitoração (IRD):

Sintoniza o canal transmitido e recebido e monitora a qualidade ou a relação C/N (Carrier/Noise = Portadora/ruído) da recepção. Deve estar ajustado de acordo com os parâmetros da transmissão.

9 - Monitor de vídeo:

Apresenta o sinal de vídeo ou a imagem em uma tela, de forma a visualizarmos a mesma.

10 - Monitor de áudio:

Recebe os canais de áudio e amplifica os sinais presentes nele para que o áudio possa ser ouvido.

Ajustes mais comuns

Antena:

Azimute ou posição horizontal

Elevação ou posição vertical

HPA:

Ajuste de potência

Ajuste de comutação para reserva (caso exista um)

Ajuste de atenuação na entrada

Up-converter:

Ajuste de frequência do canal desejado

Ajuste de atenuação do sinal de entrada (FI/70MHz)

Ajuste de atenuação do sinal de saída (Banda C/6GHz)

Modulador de FI:

Ajuste de nível de saída

Ajuste da largura do canal

Scrambler + Micro:

Permite a habilitação ou não de receptores

Encoder:

Ajuste da largura de faixa

Parâmetros da transmissão (no caso de satélite)

Receptor:

Ajuste de frequência

Parâmetros da recepção

Monitor de Vídeo:

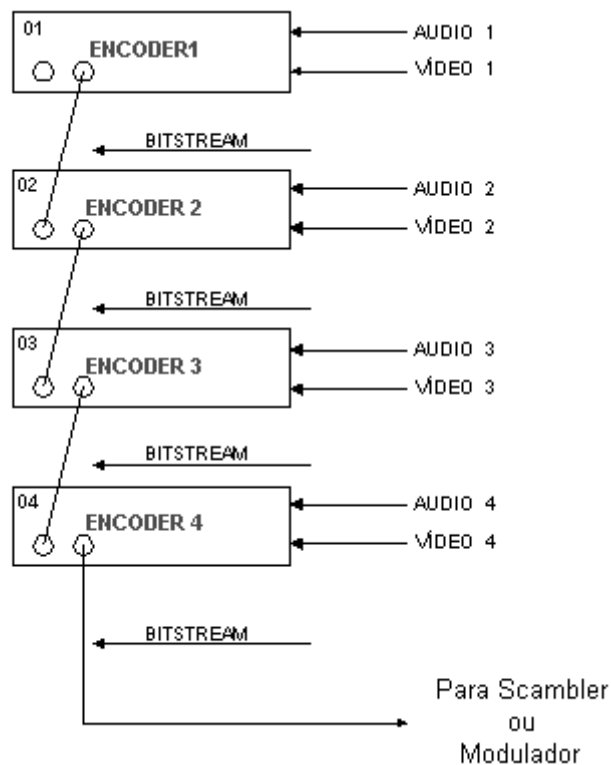
Ajuste de brilho, cor, etc.

Monitor de Áudio:

Ajuste do nível de áudio, etc.

Observações

A frequência de subida é mais alta do que a de descida devido ao fato de ser mais direcional e mais capaz de atravessar a ionosfera. Embora ela possa ser mais atenuada pela chuva é mais fácil aumentar a potência na terra do que no satélite que não dispõe de muita energia. Temos dois tipos de transmissão via Up-Link digital: Um deles recebe o nome de MCPC e trafega vários canais em uma única portadora (na prática até 4 canais para cada 17 MHz de banda) que modularão uma portadora que irá ocupar um espaço no espectro de frequências de aproximadamente 17MHz. Neste caso teremos um encoder para cada canal e eles estarão ligados em cascata. Veja a figura a seguir:

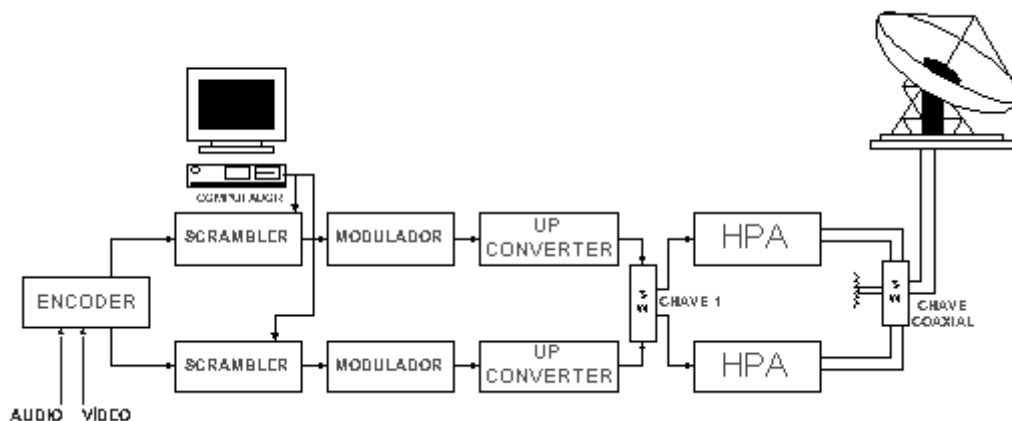


Neste caso a saída de um encoder fica ligada com a entrada do outro e o último (4) pode estar ligado no scrambler ou direto no modulador. Nem sempre o scrambler é utilizado, às vezes não é necessário ou desejado se desabilitar ninguém. Em um sistema MCPC a largura total de faixa para transmissão deve ficar dividida entre os receptores. No nosso caso, com 4 receptores, teríamos 4,25MHz de banda para ser ocupada por cada encoder, que define cada canal. Bandas menores do que 3MHz já começam a apresentar problemas de perda de qualidade. Neste sistema se aumentamos a banda ou taxa de um devemos diminuir de outro receptor de forma a nunca passarmos do valor máximo. Valor este (aproximadamente 17,5MHz) que também é definido pela Embratel e que corresponderia a 1/2 transponder no sistema analógico. Existe também o sistema SCPC onde cada encoder modula uma portadora e depois de agrupadas elas são transmitidas pelo HPA. Este sistema oferece maior facilidade de manuseio e uso. Outros tipos de configurações com reserva. Podemos ter mais de um sistema operando, aí um servirá de reserva para o outro. Normalmente os dois sistemas ficam ligados e enquanto a potência de um HPA é jogada na antena, o reserva é jogado em uma carga, que consome a potência e/ou a transforma em calor. Neste tipo de sistema podemos operar automaticamente ou manualmente. Em automático um sistema apresentou defeito o outro assume o lugar sozinho. Em manual é necessário um operador para fazer a comutação.

Exemplo de um sistema com sistema reserva

Neste sistema se os Up-converter ou os HPA apresentarem algum problema eles serão comutados. As saídas do HPA pela chave coaxial que é controlada automaticamente pela chave 1.

Os Up-converter também serão controlados pela chave 1.



Abaixo algumas informações úteis ao se usar um receptor digital ou IRD

QPSK – Modulação por chaveamento de quadratura de fase, basicamente falando um trem de bits irá variar a fase da portadora em quatro posições distintas. Posições estas separadas entre elas em noventa graus. A modulação QPSK oferece algumas vantagens como: é imune a ruídos, não requer alta linearidade, não requer baixo ruído de fase do oscilador local, não requer equalização no receptor, porém tem uma desvantagem que é a baixa eficiência.

Lembrem-se da tela do vectoroscópio...

FEC – é um fator de correção de erros, algo similar ao bit de paridade utilizado em sistemas digitais para transmissões de dados, como sistemas de multiplexação e demultiplexação. Estes bits são somados ao bitstream antes da modulação e permitem que eventuais erros sejam corrigidos durante a decodificação. Normalmente o FEC é dado em frações $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, etc.

PID - Pacote identificador. Não é nada mais do que um número, que representa alguns bits, que servem para identificar dentro de um feixe de bits (transport stream) quais bits correspondem ao vídeo, ao áudio, a dados, etc. Teremos um PID para identificar o vídeo, outro para o áudio, outro para o PCR. Em alguns receptores estes valores devem ser configurados manualmente. Estes valores podem ser dados em decimal ou hexadecimal.

PCR – Program clock reference. É uma informação para sincronizar o clock do decodificador com o clock do codificador. Também são bits e são transmitidos a cada 100ms.

Symbol Rate – É a taxa de transmissão dos bits (por isto também é chamado de taxa), seu valor é dado em bits/s ou Kbits/s ou, no caso de TV, Mbits/s. Para termos uma noção de como este sinal é transferido e o que vem a ser ou como se chega a um determinado valor de symbol rate vamos ver um exemplo:

Suponha um canal de voz que vai até 4 KHz. Para digitalizarmos este canal precisaremos, no mínimo, de uma frequência de amostragem cujo valor seja o dobro da máxima frequência

transmitida. Como a máxima frequência transmitida é de 4 kHz a nossa frequência de amostragem será de 8 KHz. Vamos supor agora que a digitalização será feita com um conversor A/D de 8 bits. Teremos assim 8 kHz x 8bits o que resultará numa taxa ou symbol rate de 64Kbits/s. Por amostragem entenda a leitura que será feita 8 mil vezes a cada segundo em um sinal analógico, este valor lido será convertido para um número em binário com oito algarismos ou 8 bits.

É lógico que demonstramos com simplicidade como chegar a um valor de taxa de transmissão, pois na realidade devemos acrescentar muitas outras informações a estes valores, informações estas que definirão as características do nosso sistema. Mas deu para ter uma idéia.

O symbol rate está vinculado ao FEC e a outra grandeza chamada DATA RATE. Conhecendo o valor do FEC e do symbol rate podemos calcular o data rate através da equação:

$$\text{DATA RATE} = \text{FEC} \times \text{TAXA (ou symbol rate)} \times (94/51).$$

DATA RATE – É uma grandeza que engloba valores do symbol rate e do FEC, além de outras variantes do sistema digital. Normalmente um receptor de satélite precisa de um destes dois valores ou do data rate ou do symbol rate para poder abrir o canal. Além de outros padrões definidos pelo fabricante.

C/N – Relação portadora /ruído. Normalmente é dada em dB, porém, alguns receptores domésticos, usam apenas uma escala graduada para definir o seu valor, quanto maior o nível na escala melhor será esta relação. Na prática uma relação carrier/noise menor do que 9dB, medida em um analisador de espectro, começa a prejudicar a recepção do sinal.

STRENGTH – Medida de nível de sinal na entrada do receptor, normalmente indicado por uma escala e, como a relação c/n, quanto maior o valor na escala maior a intensidade de sinal recebido.

AFC – Controle automático de frequência. Esta leitura esta diretamente ligada há um circuito que corrige as variações de frequência do oscilador local do LNB de forma a não termos interrupções na imagem e som. Sabemos que LNBS comuns (sem osciladores mais estáveis), podem variar +ou- 1,5 MHz da frequência central de seu oscilador local (5150 MHz). Na prática, porém, esta variação, devido principalmente ao calor, pode exceder muito este valor. O AFC faz a correção para sintonizar corretamente à frequência (que corresponde a um canal em banda L) que poderá estar deslocada para mais ou menos. Por exemplo, um canal na frequência de 4120 MHz na banda C, depois de convertido (5150 - 4120) corresponderá a frequência de 1030 MHz na banda L. E o receptor estará ajustado para isto. Caso a frequência do LNB varie para 5154 a frequência na entrada do receptor seria de: 5154 - 4120 = 1034 MHz, ou seja, o AFC deveria corrigir 4 MHz para poder continuar sintonizando este canal.

SCPC – sistema digital de retransmissão via satélite onde uma única portadora “carrega” diversos serviços. Cada serviço deste é um canal diferente que podem ser definidos ou separados através dos seus PIDs de áudio e vídeo. Embora o custo deste sistema seja menor, pois com um único HPA podemos ter vários canais, temos a desvantagem de não poder usar uma unidade móvel de externa, pois não podemos inserir uma outra portadora.

MCPC – sistema digital de transmissão via satélite onde temos uma portadora diferente para cada canal. Este sistema permite que uma ou várias das portadoras subam de locais diferentes, permitindo assim uma maior versatilidade em externas ou prestação de serviços. Este sistema, porém é mais caro, pois precisaremos de HPAs na mesma quantidade de portadoras desejadas. Caso todos os HPAs fiquem em um mesmo local, antes das portadoras serem aplicadas na antena, elas devem ser ajuntadas em um somador.

HPA – High Power Amplifier. Amplificador de alta potência que dá o ganho necessário para a portadora. Estes amplificadores podem ser valvulados ou transistorizados. Os transistorizados, geralmente são só usados em banda C e tem uma potência máxima de 150 Watts. Os valvulados podem ser de dois tipos diferentes: os que usam válvulas TWT e os que usam válvulas Klystron. Para a banda C normalmente se usam válvulas TWT, e para faixas de frequências superiores se usam válvulas Klystron. Só por curiosidade: estas válvulas são evoluções da magnetron que hoje em dia se usa em fornos de microondas, entre outras funções.

LNBF - Tipo de LNB onde a polarização dos canais sintonizados é definida pela tensão de alimentação. Com 14 volts receberemos os canais verticais e com 18 volts os canais horizontais. Este tipo de LNB deve ser utilizado sempre com receptores digitais que são construídos de forma a fornecer diferentes tensões para sintonizar as diferentes polarizações com os seus respectivos canais. Existem LNBF mono ponto (para um receptor apenas) e multiponto, para mais de um receptor. Nos LNBF multiponto os canais horizontais são deslocados, em frequência, para uma faixa superior de frequência. Desta forma o receptor deve ser capaz de sintonizar esta faixa, esta é mais uma razão para se usar receptores digitais.

Agora que já falamos bastante de satélites e algumas das suas grandezas em transmissões digitais, vamos ver um pouco outras grandezas relacionadas com digital.

DTH-Direct to home

Você já teve ter escutado alguém falar sobre sistemas ou recepção DTH, mas o que vem a ser isto.

A sigla DTH significa Direct To Home (diretamente para a casa) e está ligada a um tipo de recepção via satélite, na banda KU, feita com antenas parabólicas tipo off-set que usam receptores digitais e LNBF.

Mas o que é tudo isto, talvez você pergunte.

Vamos, então, as explicações:

Banda KU – é uma faixa de frequência entre, aproximadamente 10,9 a 36 GHz (normalmente os satélites usam a banda entre 10,9 a 15 GHz).

Antenas tipo off-set – são antenas que tem o ponto de foco deslocado de sua posição central. Neste tipo de antena o satélite recebido está acima de uma reta imaginária, que esteja perpendicular ao plano da antena.

Estas antenas, para receber a banda KU, têm, normalmente, um diâmetro entre 45 a 90 cm e são feitas de metal. Esta antena pode ter um tamanho menor do que as parabólicas mais comuns, as de banda C, normalmente feitas de tela, pois a frequência de recepção é muito maior e quando maior a frequência menor o tamanho da antena.

DTH – nome genérico que é dado para recepções em banda KU com antenas off-set.

LNBF – tipo de LNB (amplificador conversor de baixo ruído) que é capaz de selecionar a polarização dos canais recebidos através de uma variação na sua tensão de alimentação, desta forma não é mais preciso o uso de um pólo-rotor (que causava muitos problemas).

Pelo que eu sei com 14 volts de alimentação sintonizaremos os canais de polarização vertical e com 18 volts sintonizaremos os canais de polarização horizontal. Existem LNBF mono-ponto e multiponto. Os mono-ponto funcionam como indicado acima e só podem estar ligado com um receptor. Os multipontos podem estar ligados com mais de um receptor, para isto é necessário que o sinal que vai para os receptores sejam divididos por um divisor que cubra a faixa de frequências entre 950 a 2050Mhz. A entrada do receptor também deve ser capaz de receber toda esta faixa de frequências. Em um LNBF multiponto os canais de uma polarização são deslocados, através de um batimento com um oscilador local, para uma faixa mais alta. Sendo assim de 950 MHz a 1450 MHz o receptor receberá os canais de uma polarização e de 1550 a 2050 MHz ele receberá os canais de outra polarização. Como teremos todos os canais, simultaneamente no cabo, podemos ligar mais de um receptor. Este processo substitui, com eficiência, as chaves coaxiais que são muito utilizadas em banda C que ainda trabalham com LNBs. Quando desejávamos ligar uma mesma antena com dois receptores e assistir em qualquer um deles canais de qualquer polarização, precisávamos de dois LNBs e uma chave coaxial, além de uma corneta corrugada que permiti-se a instalação dos dois LNBs.

Polarização – quando falamos em polarização de canais estamos nos referindo em como o campo elétrico deste canal se propaga pelo espaço. Se ele se propagar na horizontal dizemos que a polarização é horizontal. Se ele se propagar na vertical dizemos que ele tem a polarização vertical. A polarização corresponde a posição física da antena, desta forma, se tivermos uma antena com os seus elementos na horizontal a propagação do campo elétrico será horizontal e a polarização da onda será horizontal. Com os elementos da antena na vertical a polarização será vertical. Existe uma grande isolamento entre canais verticais e horizontais (para antenas parabólicas + ou – 20dB, o que corresponde a uma relação de níveis de 100 vezes entre um sinal e o outro), graças a isto é possível compartilhar uma mesma frequência, se preciso, só usando polarizações diferentes.

Receptores – os receptores utilizados neste tipo de transmissão devem estar aptos a receber o sinal digital. Para tanto devemos usar receptores digitais para a banda KU que estejam dentro do padrão DVB – MPEG-2.

Como já dissemos a transmissão neste tipo de sistema é digital, desta forma o receptor deve ser capaz de entender sinais digitais e transformá-los em analógicos para que possam ser vistos em uma TV convencional. O Padrão de digitalização é o DVB – S e este sinal digitalizado sofre uma compressão chamada de MPEG-2. Este sinal digitalizado e comprimido modula uma portadora em QPSK. Na modulação QPSK a portadora tem sua fase variada de acordo com os bits que formam o sinal digital, sinal este também conhecido como bitstream. É importante salientar que o padrão DVB-S se refere a transmissão digital via satélite, o S indica isto. Podemos ter DVB-C para transmissão digital via cabo e DVB-T para transmissão digital terrestre ou broadcasting.

Observações – Também existem transmissões analógicas em banda KU, mas no caso de DTH, normalmente são digitais. A vantagem de uma transmissão digital é uma melhor qualidade de vídeo ou imagem e de áudio ou som além de, em uma mesma faixa de frequência, conseguirmos colocar muito mais canais digitais do que analógicos.

Também existem transmissões digitais na Banda C, esta transmissão também usa os mesmos padrões, as únicas coisas que mudam são o tamanho da antena, a frequência do LNB e o receptor. Podemos perceber então que: com um sistema para receber transmissões via satélite em banda C não é possível se receber transmissões em banda KU e vice-versa. Seja esta transmissão digital ou analógica.

No Brasil existem diversas firmas que trabalham com a comercialização deste tipo de serviço. Através de um sistema DTH você pode receber canais de filmes, seriados, notícias, rádios, etc.

Apêndices

TV Digital e os produtos eletrônicos de consumo

A criação de produtos com uma nova tecnologia que visa facilitar a transferência de informações entre uns e outros, aumentar a portabilidade e a facilidade de uso dos mesmos. Também fica claro que com estas novas tecnologias muitos serviços e ou equipamentos, hoje separados, sofrerão um processo de integração. Poderemos ver TV em um celular, acessar a Internet com um televisor, etc. Poderemos também transmitir informações entre diferentes equipamentos, como exemplo, entre um GPS e um computador de bordo de um carro, tudo isto sem a necessidade de nenhuma conexão física, mas através da aproximação dos equipamentos, tecnologia esta chamada de blue tooth. É lógico que tudo isto deve seguir uma demanda de mercado.

Alguns dos produtos novos já estão à venda no mercado internacional como o Airboard, da Sony, que além de permitir que você leve a tela para qualquer lugar, possibilitando assim ver e ouvir informações longe da base, engloba funções de acesso a páginas na Internet, leitura de e-mails, uso como sintonizador de TV, etc. Também podemos citar TVs com telas de plasma e equipamentos multifunções que conseguirão integrar as mais diversas formas de mídia. No mercado brasileiro já encontramos receptores de TV wide screen com relação de aspecto de 16:9. É importante ressaltar que uma TV de tela larga (wide screen) não é necessariamente uma TV digital. Existem TVs com esta relação de aspecto tanto analógicas como digitais.

Com o início das transmissões digitais teremos um período de transição entre as duas tecnologias, provavelmente neste período o set box ou set top box será o equipamento necessário, com melhor custo benefício, para converter uma transmissão digital para um receptor analógico, isto devido à diferença de preço entre um equipamento deste e um televisor digital.

Foram feitas demonstrações de alguns equipamentos e demonstradas tecnologias que permitirão, no futuro, termos telas com a espessura de uma folha de papel e que podem ser enroladas e guardadas. Equipamentos que reconhecem comandos de voz, diferentes do que já existem hoje em dia, pois serão capazes de reconhecer as palavras independentemente da pessoa que as pronuncie e não apenas a forma ou tom como são pronunciadas.

Todas estas novas tecnologias inovarão o mercado e substituirão com vantagens muitos dos serviços hoje prestados e equipamentos hoje utilizados, um exemplo disto esta na qualidade da imagem de uma TV digital com tela wide screen. Outro exemplo, já conhecido por muitos, é o DVD que substitui com muita qualidade a reprodução doméstica de filmes, feita anteriormente, somente por VCRs.

Pequenas considerações para cálculos em RF.

Vamos ver algumas fórmulas e simples explicações a respeito.

Cálculo de uma impedância de uma linha bifilar:

Mas o que é uma linha bifilar? É uma linha formada por dois condutores, isolados ou não, que mantém sempre a mesma distância entre eles.

Onde se usa isto? Este tipo de linha é utilizado até hoje para conectar uma antena externa com uma TV, por exemplo. É aquela fita chata, com um fio em cada lado. Ela também é usada para a conexão de transmissores com suas antenas, principalmente em transmissores de ondas médias e curtas, mas nestes casos são construídas de acordo com a impedância e potência desejada.

Aqui está a fórmula:

$$Z_0 = 276 / \sqrt{E \times \log 2D/d}$$

onde: Z_0 = impedância da linha

E = constante dielétrica ($\epsilon_r = 1$, polietileno = 2,3).

D = espaçamento entre os condutores

d = diâmetro dos condutores.

Este mesmo tipo de cálculo se aplica em cabos coaxiais. Geralmente encontramos cabos coaxiais com impedância de 75 Ohms (mais usados em recepção) e 50 Ohms (mais usados em transmissão).

Para calcularmos a impedância destes cabos utilizamos a expressão:

$$Z_0 = 138 / \sqrt{E \times \log D/d}$$

Onde: Z_0 = impedância do cabo.

E = constante, a mesma anterior.

D = diâmetro interno do condutor externo, geralmente uma malha trançada.

d = diâmetro externo do condutor interno (em cabos de 75 Ohms é um fio rígido e em cabos de 50 Ohms são fios trançados).

Observações:

- Existem muitos tipos de cabos coaxiais, para diversas aplicações e que podem ter características mecânicas relativamente diferentes.
- Hoje em dia a fita chata já está quase totalmente substituída por cabos coaxiais de 75 Ohms na ligação entre antenas externas e TVs.

Cálculo de atenuação no espaço livre:

Mas o que vem a ser isto? É que sempre que um sinal de RF é transmitido ele sofre atenuações. Duas características importantes a quanto de atenuação este sinal sofrerá são relativas a frequência dos mesmos e a distância que ele irá percorrer. Este cálculo não leva em consideração obstáculos.

Veja a fórmula:

$$A_0 = 28,1 + 20 \log d \text{ (Km)} + 20 \log f \text{ (Mhz)} - \text{Em relação à dBd.}$$

ou

$A_o = 32,4 + 20\log d \text{ (Km)} + 20\log f \text{ (Mhz)}$ - Em relação à dBi.

Onde: A_o = atenuação no espaço livre.

d = distância que deve ser colocada em Km.

f = frequência que deve ser colocada em Mhz.

Mas o que é dBd e dBi?

São padrões adotados para facilitar o cálculo. Dissemos que dBd é o ganho de uma antena (a capacidade que ela tem de concentrar um sinal) em relação a uma antena dipolo. E dBi é o ganho de uma antena em relação a uma antena isotrópica, ou seja, uma antena que fosse capaz de transmitir igualmente para todos os lados (este tipo de antena não existe na prática, mas este termo dBi é usado para cálculos).

Mas o que é uma antena dipolo? Uma antena dipolo é o tipo mais simples de antena. São duas hastes com o comprimento de $\frac{1}{4}$ de onda ligados uma ao lado da outra (veja figura abaixo) no centro das duas hastes (ponto X) é que é ligado o cabo que irá levar o sinal captado até o receptor ou entregará o sinal proveniente do transmissor.



Este tipo de antena transmite ou recebe dos dois lados, o lado que você está vendo e o outro, e não transmite para as extremidades.

Já uma antena isotrópica seria como um ponto que transmitiria para todos os lados.

Às vezes quando compramos uma antena no manual está escrito o ganho dela expresso em dBi ou dBd, para convertermos um em outro é só aplicar a equação:

$$dBi = 2,15 + dBd.$$

EIRP, o que é Eirp?

EIRP significa potência isotrópica efetivamente irradiada. Muito bonito né.

Quando ligamos um transmissor a uma antena para sabermos qual a real potência que está antena esta transmitindo devemos calcular a EIRP.

Mas porque potência real? Por que parte da potência se perde nos cabos além do restante da potência sofrer a atuação do ganho da antena (já dissemos que ganho de uma antena é a capacidade que ela tem de concentrar os sinais, sejam eles transmitidos ou recebidos). Uma antena não amplifica sinais, pois ela é um componente passivo. Mas para deixar isto mais fácil vamos contar uma história:

Imagine uma lâmpada de 100 Watts iluminando uma sala. A luz que incide em cada parede terá um certo valor, amplitude e brilho, correto? Agora pegue esta mesma lâmpada de 100 Watts e monte uma engenhoca com espelhos e lentes que faça com que toda a luz que saia da lâmpada vá para uma única direção, por exemplo, um círculo de 50 cm de diâmetro. A luz agora, dentro deste círculo ficará muito mais forte do que antes, não ficará? Mas como aconteceu esta proeza? (Apenas concentramos a luz, o mesmo faz a antena e este fator de concentração é chamado de ganho).

Agora que já sabemos disto vamos para a fórmula:

$$EIRP = P_t + G_t - p$$

onde: EIRP = potência isotrópica efetivamente irradiada.

Pt = potência do transmissor.
p = perdas nos cabos.
Gt = ganho da antena.

Mas para calcular isto devemos pegar as potências, que estamos acostumados a trabalhar em Watts e transformar em dBm.

Mas para que? Por incrível que pareça para facilitar os cálculos.

Como se transforma potência em dBm?

$$\text{dBm} = 10 \log P/1\text{mW} \quad (1\text{mW} = 0,001\text{W})$$

colocamos o valor de P em watts e achamos em dBm, e para o contrário:

$$P = 1\text{mW}(10^{\text{dBm}/10})$$

Vamos ver um exemplo:

Suponha um transmissor de 10 W de potência, ele está ligado com uma antena com 10 dB de ganho (o ganho em antenas e a perda em cabos é expressa em dB) através de um cabo que perde 1 db. Qual a potência realmente transmitida?

Primeiro convertamos as potências em dBm:

$$10 \text{ watts} = 40 \text{ dBm} \quad (\text{use a formula}).$$

Agora aplicamos a formula:

$$\text{EIRP} = 40 \text{ dBm} + 10\text{dB} - 1\text{dB} \quad (\text{podemos somar ou subtrair dBm e dB sem problemas}).$$

EIRP = 49 dBm (porque o resultado é em dBm? Quando falamos em potência transmitida ou recebida a unidade sempre será dBm, mas quando falamos de ganho ou perda a unidade sempre será dB).

Transformamos agora isto em potência e temos:

$$49 \text{ dBm} = 79 \text{ Watts}$$

é isto mesmo a potência que a antena direciona para um certo lado corresponde a 79 watts.

Dá para ter uma tabela para facilitar isto tudo?

Dá para tentar, veja:

Quando somamos 1dB a um sinal significa multiplicá-lo por 1,25. E por aí vai, veja abaixo:

Ganho

$$1\text{dB} = P \times 1,25$$

$$3 \text{ dB} = P \times 2$$

$$10 \text{ dB} = P \times 10$$

ou seja, se temos um transmissor de 4 Watts e ele for ligado a uma antena de 10 dB de ganho a EIRP (desprezando as perdas) será de:

$$4 \text{ W} \times 10 = 40 \text{ Watts}$$

o mesmo se aplica as perdas:

Perda

$$1 \text{ dB} = P/1,25$$

$$3 \text{ dB} = P/2$$

$$10 \text{ dB} = P/10$$

Ou seja, um sinal de 10 watts que sofre uma perda, ou atenuação, de 3 dB será de:

$$10 \text{ Watts} / 2 = 5 \text{ Watts.}$$

Com estas simples tabelas podemos fazer uma infinidade de cálculos, veja:

Qual a potência que será transmitida por uma antena com 25dB de ganho quando é aplicado nela uma potência de 1 watt?

Primeiro pegamos 25dB e dividimos nas unidades que temos na tabela (1dB, 3dB, 10 dB)

$$25\text{dB} = 10\text{dB} + 10\text{dB} + 3\text{dB} + 1\text{dB} + 1\text{dB} \text{ portanto:}$$

$$1\text{watt} \times 10 = 10 \text{ watts,}$$

$$10 \text{ watts} \times 10 = 100 \text{ watts,}$$

$$100 \text{ watts} \times 2 = 200 \text{ watts,}$$

$$200 \text{ watts} \times 1,25 = 250 \text{ watts,}$$

$$250 \text{ watts} \times 1,25 = 312,5 \text{ watts.}$$

Portanto 1 watt mais um ganho de 25dB, da antena, é igual a 312,5 watts.

Observações: Estas tabelas e, portanto os cálculos, são aproximados, mas estão bem perto do valor real.

Quanto maior o ganho de uma antena mais direcional ela será, portanto só transmitirá ou receberá de uma pequena área.

Mais uma tabela. Só por curiosidade.

$$0\text{dBm} = 1\text{mW}$$

$$10\text{dBm} = 10\text{mW}$$

$$20\text{dBm} = 100\text{mW}$$

$$30\text{dBm} = 1\text{W}$$

$$40\text{dBm} = 10\text{W}$$

$$50\text{dBm} = 100\text{W}$$

$$60\text{dBm} = 1000\text{W} \text{ ou } 1\text{KW}$$

$$70\text{dbm} = 10000\text{W} \text{ ou } 10\text{KW}$$

Perda em cabos:

Quando temos um cabo podemos calcular a perda do mesmo, em dB, mas para isto é necessário que saibamos a potência na entrada e na saída do mesmo.

Para medirmos esta potência será necessário um wattímetro para RF.

$$\text{dB} = 10 \log P_{\text{saída}}/P_{\text{entrada}}.$$

O resultado negativo indica que está havendo uma perda no cabo.

Como calculamos o comprimento de uma onda?

Para calcularmos o comprimento de uma onda basta dividirmos a velocidade da luz pela sua frequência, veja:

$$\lambda = c / f_0$$

onde: λ = comprimento de onda.

f_0 = frequência.

c = velocidade da luz.

O comprimento de onda será o mesmo em qualquer meio? Não, por mais estranho que pareça. Mas se o comprimento muda não muda a frequência? Não se a velocidade de propagação da onda mudar também. E é isto o que acontece em cabos coaxiais.

Vamos explicar:

Suponha que uma onda X tenha um comprimento de 1m no ar e que para percorrer este metro ela demore 10us.

Esta mesma onda X em um cabo coaxial terá uma redução em sua velocidade e em 10us ela percorrerá apenas 0,66m.

Como a frequência é igual ao inverso do período podemos perceber que a frequência da onda não mudou, observe:

$$F = 1 / T \quad \text{onde: } F = \text{frequência.} \\ T = \text{período.}$$

Para 1m o período é de 10us, portanto $F = 1 / T = 1 / 10\text{us} = 1\text{Mhz}$.

Para 0,66 m o período também é de 10us, portanto $F = 1 / T = 1 / 10\text{us} = 1\text{Mhz}$.

Só a velocidade da onda foi alterada e não a frequência.

A esta diminuição de velocidade de propagação podemos chamar de fator de encurtamento. O fator de encurtamento de um cabo coaxial é de 66% aproximadamente. Por isto quando calculamos o comprimento de um cabo para que ele seja do tamanho do comprimento da onda devemos lembrar disto.

Exemplo:

Qual o comprimento de um cabo coaxial para um determinado λ na frequência de 200Mhz?

$$\lambda = c / f_0$$

$$\lambda = 300.000.000 / 200.000.000 = 1,5 \text{ m.}$$

$$\text{comprimento do cabo} = \lambda \times 66 / 100 = 1,5 \times 66 / 100$$

$$\text{comprimento do cabo} = 99 / 100 = 0,99 \text{ m.}$$

ou seja, o cabo deve ter 0,99m ou 99cm.

Mas quando isto é útil? Quando desejamos ligar um transmissor a uma antena sendo que o cabo tenha o comprimento ou um múltiplo do comprimento.

Mas para que ter um comprimento que seja múltiplo do λ ? Para termos o melhor casamento de impedâncias e menor refletida, principalmente quando trabalhamos com frequências de VHF para baixo.

Os radioamadores (PX, PY, e alguns técnicos de retransmissores de TV também) vivem fazendo isto.

Por falar em radioamadores o que é potência refletida ou simplesmente refletida?

São termos que tem o mesmo significado e indicam a parte da potência que sai do TX e não está sendo irradiada, mas sim voltando para o próprio TX. Isto acontece devido a descasamentos de impedâncias entre TX e antena, geralmente. Esta refletida pode ser medida através de um wattímetro para RF ou através de um medidor de onda estacionária. Se esta refletida for muito alta pode queimar a saída do TX. Qualquer transmissor seja de radioamador, TV ou FM está sujeito a isto. Mas isto já é uma outra história.

Curiosidades:

- Você sabia que se chegarmos perto de uma antena de ondas-curtas, ondas-médias ou mesmo FM, com uma lâmpada fluorescente a mesma se acenderá? É verdade, eu mesmo já fiz isto. Nos casos de modulação em amplitude o brilho da lâmpada chega a variar de acordo com a voz ou som que faz a modulação.

- É comum, para se ajustar transmissores de AM caseiros, o uso de uma lâmpada incandescente de pequena potência (alguns volts e corrente de algumas dezenas de miliamperes) ligada com uma bobina feita com algumas espiras em núcleo de ar. Ao se aproximar a lâmpada da saída do rádio é induzida uma tensão na bobina e a lâmpada se acende.

- Em algumas estações de FM, perdidas no meio do mato, às vezes se amarram lâmpadas fluorescentes na torre? Para que? Para se saber, caso as lâmpadas estejam acesas, que o transmissor está no ar.

- Uma antena que irradia uma certa potência (acima de 100Watts eu já percebi) ao ser tocada causa uma queimadura.

- Que o que parece ser a torre em uma estação de Ondas Médias (AM) na realidade já é a antena do transmissor? Como o comprimento de onda é muito grande seria difícil se construir uma antena, propriamente dito, por isto a torre já faz o papel de antena. Olhe uma torre destas e veja como os estirantes são isolados por castanhas.

- Tudo isto faz parte do mundo maravilhoso da RF (Rádio-Frequência).

Tabela para conversão de níveis

Esta tabela pode ser utilizada para se converter níveis entre dBm, potência, tensão e dBuV.

Ela é útil na medição de sinais em recepção e transmissão de TV e FM.

Em recepção é comum medirmos o nível em dBuV e na transmissão é comum medirmos os níveis em dBm ou Watts. Com esta tabela podemos, facilmente, converter de uma grandeza para a outra. Na coluna 50 ohms temos os níveis de tensão e dBuV sobre uma carga de 50 ohms. Na coluna 75 ohms temos os níveis de tensão e dBuV sobre uma carga de 75 Ohms.

		50 OHMS		75 OHMS	
dBm	WATTS	tensão	dBuV	tensão	dBuV
-70	100pW	70,7uV	37	86uV	38,7
-65	316pW	124uV	42	153uV	43,7
-60	1nW	223uV	47	273uV	48,7
-55	3,16nW	397uV	52	486uV	53,7
-50	10nW	707uV	57	866uV	58,7
-45	31.6nW	1,24mV	62	1,53mV	63,7
-40	100nW	2,23mV	67	2,73mV	68,7
-35	316nW	3,97mV	72	4,86mV	73,7
-30	1uW	7,07mV	77	8,66mV	78,7
-25	3,16uW	12,4mV	82	15,3mV	83,7
-20	10uW	22,3mV	87	27,3mV	88,7
-15	31,6uW	39,7mV	92	48,6mV	93,7
-10	100uW	70,7mV	97	86,6mV	98,7
-5	316uW	124mV	102	153mV	103,7
0	1mW	223mV	107	273mV	108,7
+5	3,16mW	397mV	112	486mV	113,7
+10	10mW	707mV	117	866mV	118,7
+15	31,6mW	1,24V	122	1,53V	123,7
+20	100mW	2,23V	127	2,73V	128,7
+25	316mW	3,97V	132	4,86V	133,7
+30	1W	7,07V	137	8,66V	138,7
+35	3,16W	12,4V	142	15,3V	143,7
+40	10W	22,3V	147	27,3V	148,7
+45	31,6W	39,7V	152	48,6V	153,7
+50	100W	70,7V	157	86,6V	158,7
+55	316W	124V	162	153V	163,7
+60	1000W	223V	167	273V	168,7
+65	3160W	397V	172	486V	173,7
+70	10000W	707V	177	866V	178,7

The End

Sanctify Yourself

Luiz Bertini

|