
2 TRANSMISSOR E RECEPTOR DE TV DIGITAL

Neste capítulo serão apresentadas, de forma genérica, as estruturas do transmissor e do receptor de TV Digital, visto que de um modo geral os transmissores e os receptores de todos os padrões de TV Digital têm estruturas semelhantes, variando apenas em alguns detalhes.

2.1 Transmissor de TV digital

Os circuitos do transmissor têm a função de converter a informação que se deseja levar da emissora até os telespectadores em sinais de características possíveis de usar o espaço livre como meio de transporte. Para isso, o conteúdo da informação é convertido em um sinal que se possa propagar pelo ar sem dificuldade. Decidi-se enquadrar a transmissão de sinais de TV Digital nas mesmas condições já existentes para TV analógica, ou seja, a largura de banda de cada canal é 6MHz e os canais são os mesmos já mostrados na Tabela 1 do Capítulo 1. Embora não existam diferenças fundamentais entre os transmissores para TV analógicos e digitais, a maior mudança está no processo de modulação e demodulação.

Os sinais de TV se propagando no espaço livre estão sujeitos a várias formas de degradação motivadas por interferências, tais como o ruído impulsivo gerado por motores elétricos, e ruído de ignição de automóveis, por sinais provenientes de multi-percurso devido a reflexões em obstáculos, por interferência de canais adjacentes ou até mesmo frequências de TV cocanais, problemas esses que se podem notar nos televisores analógicos como imagens fantasmas ou faixas horizontais no meio da tela. Nos televisores digitais esses efeitos são percebidos como artefatos (minúsculos quadrados) que se espalham na tela. No desenvolvimento da TV Digital se procurou minimizar esses efeitos com o uso de modulação mais robusta com aplicação de recursos como distribuição aleatória dos bits, corretor de erros, embaralhamento do conteúdo dos dados etc. Os detalhes desses recursos serão vistos no Capítulo 4.

Na Figura 17 está mostrada a estrutura básica de um transmissor de TV Digital.

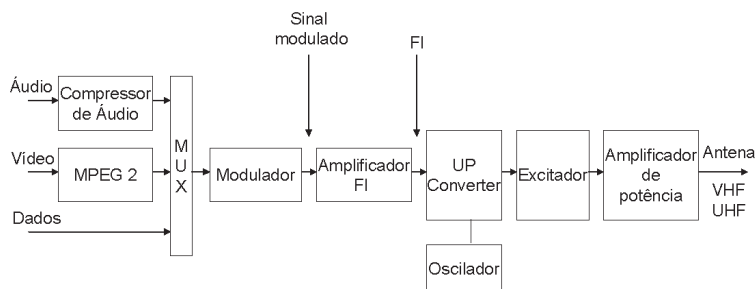


Figura 17 Diagrama do transmissor

Como foi visto no item 1.5.3, o sinal de vídeo de alta definição (HDTV) digitalizado tem uma taxa de bits muito elevada, da ordem de 1Gbit/s, incompatível com o meio de transmissão via ar para o qual está reservada a limitada largura de banda de 6MHz. Assim sendo esse sinal passa por um processo de compressão usando métodos tais como o MPEG2 (Moving Picture Expert Group). O som também é digitalizado e comprimido por algoritmo próprio. Esse assunto será visto em detalhes no Capítulo 3.

Todos esses sinais já comprimidos (vídeo, som e dados) são multiplexados pelo circuito multiplexador como pode ser visto na Figura 17. A taxa de bits na saída do multiplexador depende das características de cada sistema. Assim o sinal de modulação 8VSB (8 Vestigial Side Band) empregado no sistema ATSC usa a taxa fixa de 19,39Mbits/s enquanto os sistemas que usam a modulação COFDM têm taxas variáveis conforme a configuração de transmissão escolhida.

Os sinais digitais são muito mais sensíveis aos problemas de distorção não linear comparados com os sinais analógicos, de forma que os filtros e os amplificadores devem operar na região linear, longe do ponto de saturação.

Como foi dito antes, cada padrão de TV Digital trata os problemas de degradação provocada por ruídos e interferências de maneira diferente, e isso é conseguido principalmente com diferentes métodos de processamento do sinal no circuito modulador. O Capítulo 4 descreve em detalhe a estrutura de modulação de cada padrão de TV Digital.

O amplificador de FI, na frequência de 44 MHz, conectado à saída do modulador é dotado de um filtro passa faixa de 6 MHz de largura de banda, cujo objetivo é eliminar as frequências indesejáveis geradas no processo de modulação. O amplificador possui também um controle automático de ganho para garantir um nível estável na entrada do circuito misturador.

O circuito *Up converter* mostrado na Figura 18 tem a função de transladar a frequência de FI (41-47MHz) para frequência final de transmissão por meio de conversão de frequência. Geralmente é constituído de um misturador com um diodo de

alto grau de não-linearidade, o qual recebe o sinal de FI w_i e frequência do oscilador local w_o , e gera como principais produtos os componentes da Equação 7:

$$x(t)\cos w_i t \cdot \cos w_o t = 1/2 x(t) \cos(w_o + w_i)t + 1/2 x(t) \cos(w_o - w_i) t \quad (7)$$

onde w_i = frequência intermediária e w_o = frequência do oscilador

Esse produto contém as componentes soma $[w_o + w_i]$ e diferença $[w_o - w_i]$, cada uma modulada por $x(t)$. Essa multiplicação provoca a translação do espectro original para o entorno de duas novas portadoras diferentes: (f_i+f_o) e (f_o-f_i) . Usando uma filtragem adequada, o sinal é convertido à portadora superior ou à portadora inferior. A Figura 18 ilustra essa conversão.

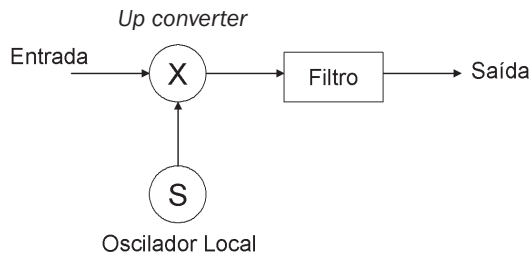


Figura 18 Up converter

O oscilador local que irá gerar a frequência de RF é deslocado da frequência para baixo ou para cima com um valor igual ao da frequência central de FI (44MHz).

Na TV Digital o filtro deve ter largura de banda de 6MHz e ser o mais linear possível para evitar introduzir distorção no sinal gerado.

O circuito excitador pré-amplifica o sinal de radiofrequência a um nível adequado para alimentar o amplificador de potência. Normalmente é dotado de filtro de RF para evitar enviar ao estágio final os produtos indesejáveis gerados no circuito anterior.

O estágio de potência tem a finalidade de elevar o sinal ao nível necessário para o transmissor ter potência capaz de cobrir determinada área desejada. Pode variar desde a potência de 100W até dezenas de KW. Pela tecnologia atual de semicondutor, é possível obter potência de até 10KW em estado sólido utilizando o processo de combinação de vários circuitos em paralelo. Para potências maiores, ainda são usadas válvulas de emissão iônica.

A linearidade desse último circuito é também muito importante para garantir a qualidade do sinal transmitido. Cuidados especiais são necessários com relação a perfeito casamento de impedância entre este estágio e a antena, pois a reflexão pode causar degradação por distorção de fase e amplitude do sinal transmitido.

2.2 Receptor de TV Digital

Os receptores exercem a função inversa do transmissor, portanto os seus circuitos executam o processo exatamente inverso do que ocorre no transmissor. O grande desafio que os projetistas de receptores enfrentam é conseguir desenvolver um equipamento que atenda às características técnicas para uma boa recepção e, ao mesmo tempo, ser um produto de baixo custo. Isso porque, enquanto na transmissão é necessário um só aparelho por estação, portanto o custo é um parâmetro menos importante, do lado da recepção são necessários milhares de unidades e ainda ser acessível à grande maioria da população. Grande ajuda nesse sentido está sendo proporcionada pela grande evolução tecnológica na área de semicondutores, principalmente no desenvolvimento de *chips* o qual possibilita executar tarefas complexas em um único dispositivo. A Figura 19 ilustra os principais componentes de um receptor.

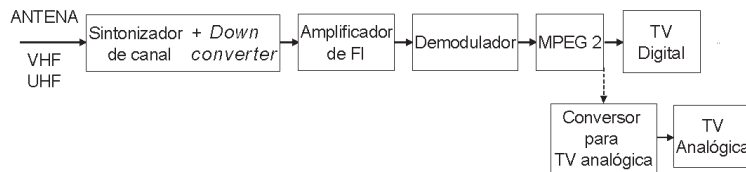


Figura 19 Diagrama do receptor de TV Digital

Como o nível de sinal recebido pela antena é extremamente baixo, da ordem de $30\mu\text{V}$, é necessário submetê-lo a um estágio de amplificação com baixo ruído térmico. Então, numa primeira etapa, o sinal depois de ser amplificado, da ordem de 30dB, vai para o circuito sintonizador de canal que seleciona o canal de interesse. A seguir o sinal passa por um circuito *Down converter* e por um filtro que tem a finalidade de efetuar a translação para a frequência mais baixa, passando pelo processo inverso ao que foi efetuado no circuito *Up converter* da transmissão. A frequência de FI assim obtida vai para os estágios de filtragem de canal, amplificação e demodulação. O demodulador executa as funções exatamente inversas às que ocorreram no modulador. Como o sinal recebido pela antena, dependendo da distância, frequência e condições de propagação, pode variar desde alguns μV até vários mV, esse circuito tem embutido um dispositivo de controle automático de ganho (CAG) com faixa dinâmica da ordem de 50dB, o que possibilita a entrega ao circuito demodulador de um nível de sinal estável e constante independentemente do sinal de entrada. A seleção do canal desejado depende unicamente da frequência do oscilador local do *Down converter*. Essa mudança de frequência do oscilador é conseguida alterando-se a tensão de controle do diodo varicap existente dentro do circuito. No Capítulo 4 está descrito mais detalhes a respeito desse tópico.

O sinal demodulado, antes de ir para o display passa pelo processo de decompressão do sinal MPEG2.