



C209 – Computação Gráfica e Multimídia
EC215 – Multimídia

Sistema de TV Digital Parte 2: Transmissor e Receptor

Marcelo Vinícius Cysneiros Aragão
marcelovca90@inatel.br

Introdução

- Serão apresentadas, de forma genérica, as **estruturas do transmissor e do receptor** de TV digital, visto que de um modo geral, todos os padrões de TV digital têm estruturas semelhantes, variando apenas em alguns detalhes.



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 com características possíveis de usar o **espaço livre** como meio de transporte.
- Para isso, o conteúdo da informação é convertido em um sinal que possa **propagar pelo ar** sem dificuldade.



Transmissor de TV digital

- Decidiu-se enquadrar a transmissão de sinais de TV digital nas mesmas **condições já existentes** pela TV analógica, ou seja, a largura de banda de cada canal é 6 MHz e os canais são os mesmos mostrados anteriormente.
- Embora não existam diferenças fundamentais entre os transmissores para TV analógicos e digitais, a maior mudança está no processo de **modulação e demodulação**.

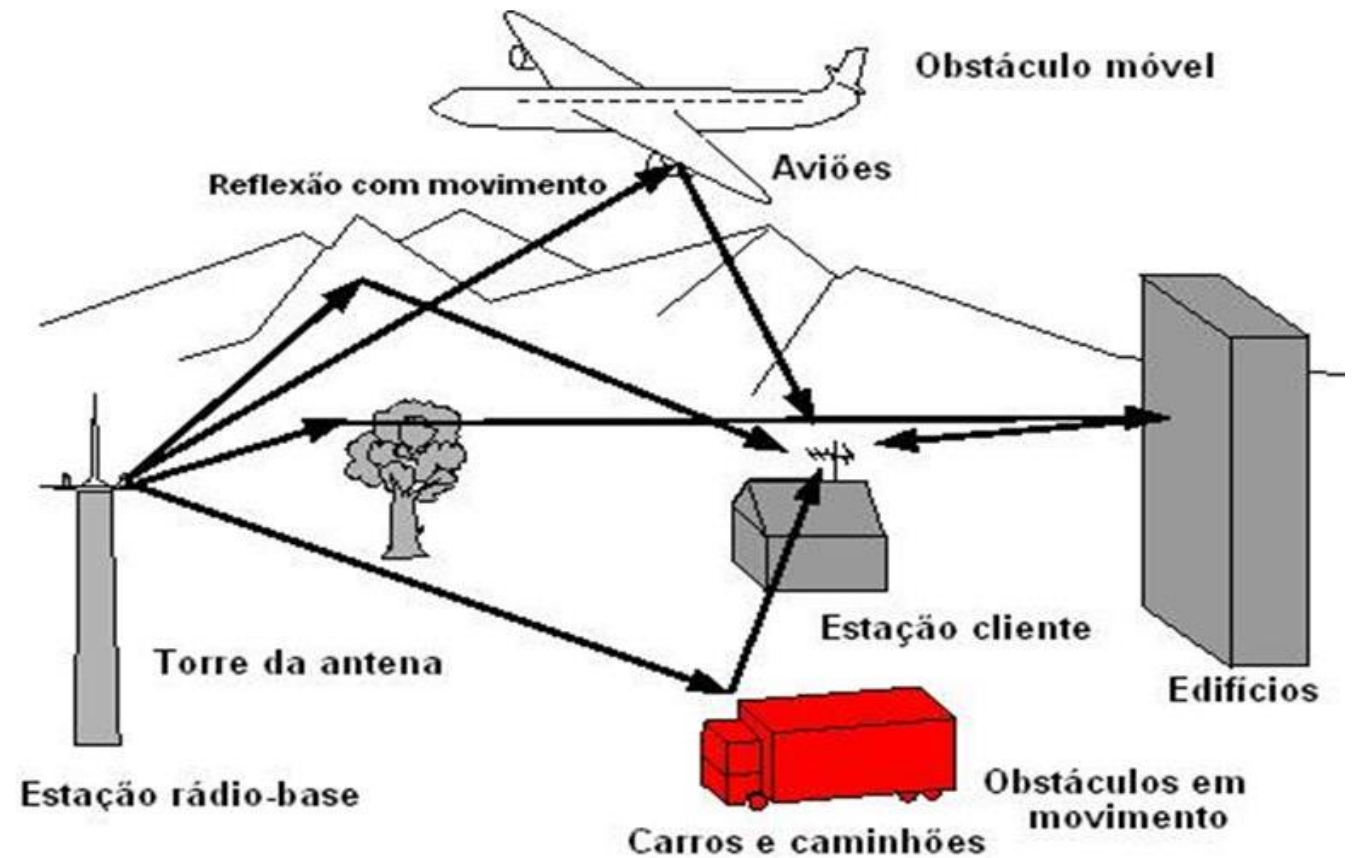
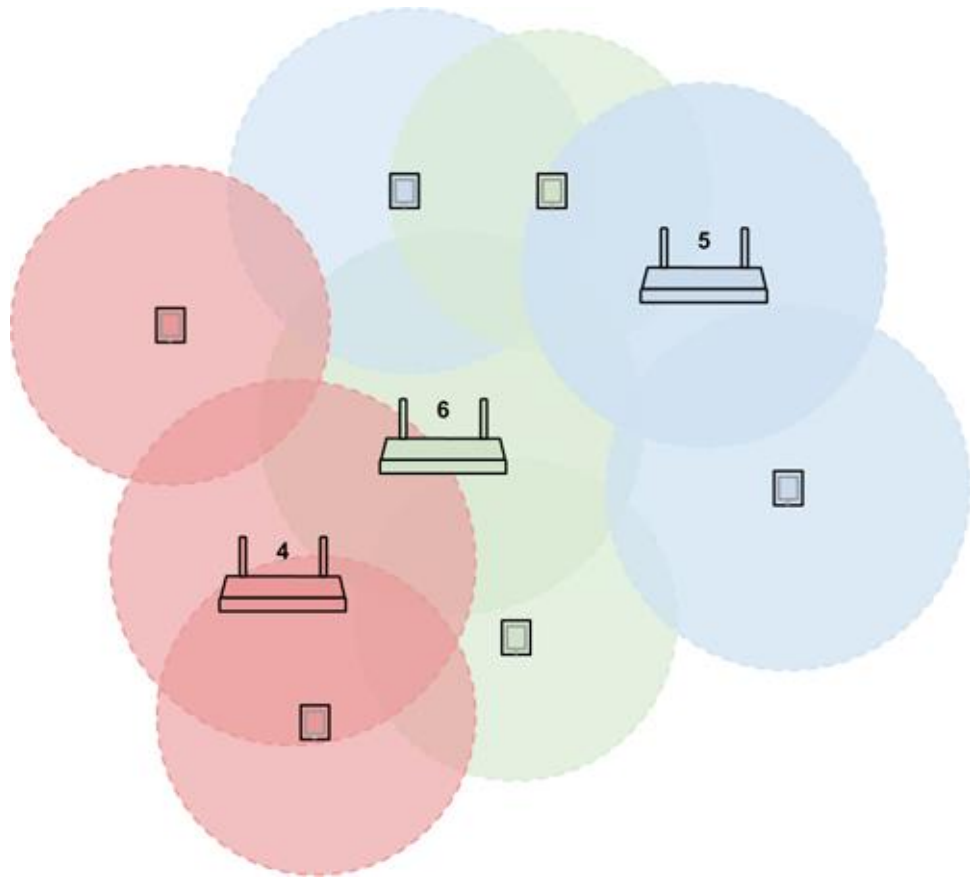


Transmissor de TV digital

- Os sinais de TV se propagando no espaço livre estão sujeitos a várias formas de **degradação** motivadas por interferências, tais como:
 - **ruído impulsivo** gerado por motores elétricos;
 - **ruído de ignição** de automóveis;
 - sinais provenientes de **multipercurso** devido a reflexões em obstáculos;
 - interferências de canais **adjacentes**;
 - 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.

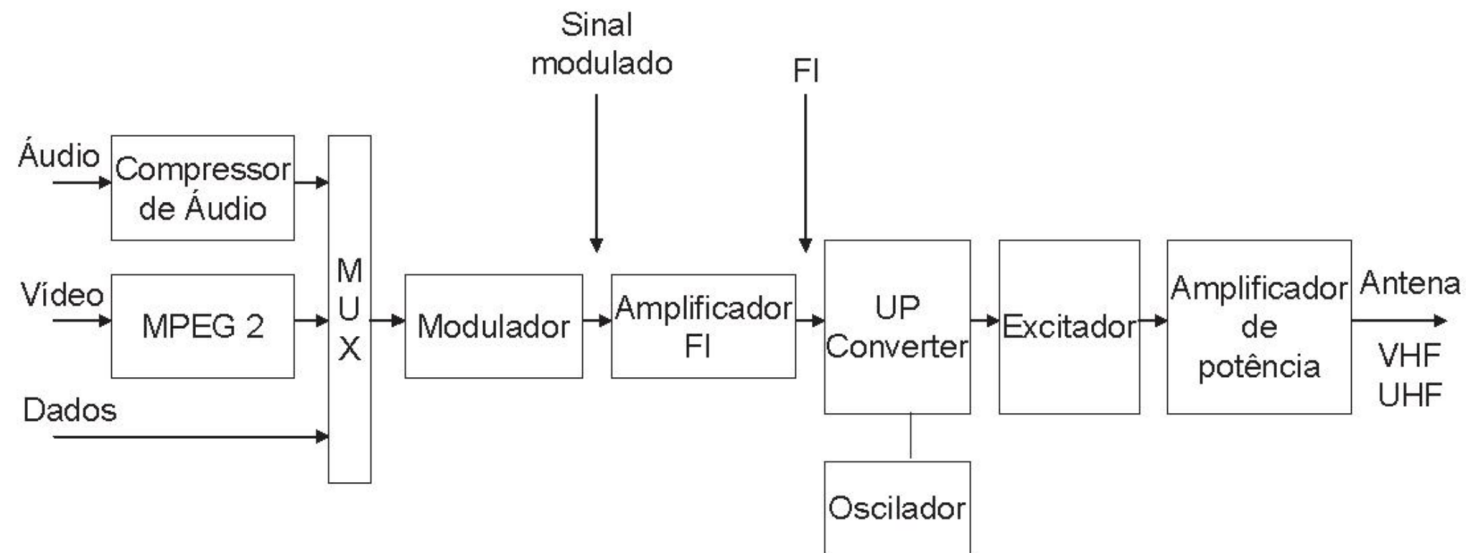


Transmissor de TV digital



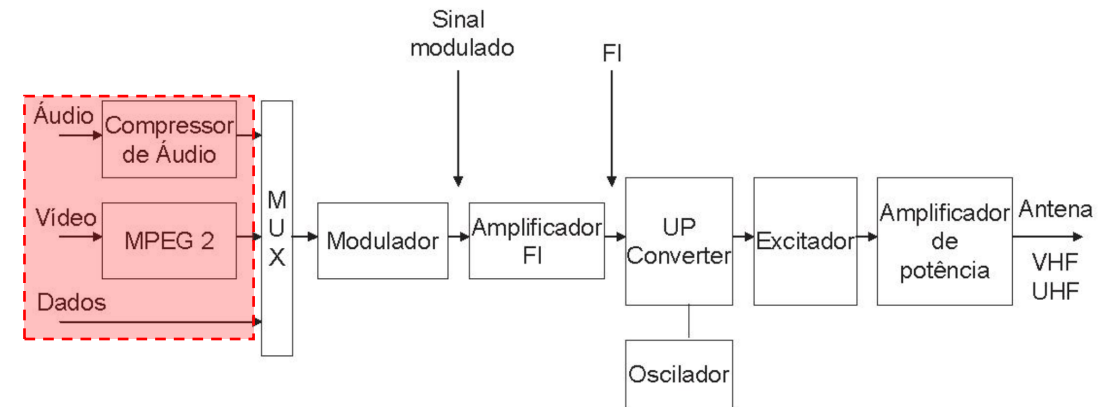
Transmissor de TV digital

- No desenvolvimento da TV digital procurou-se minimizar esses efeitos com o uso de uma **modulação mais robusta** com aplicação de recursos como distribuição aleatória dos bits, correção de erros, embaralhamento do conteúdo dos dados etc.
- A seguir está mostrada a estrutura básica de um transmissor de TV digital.



Transmissor de TV digital

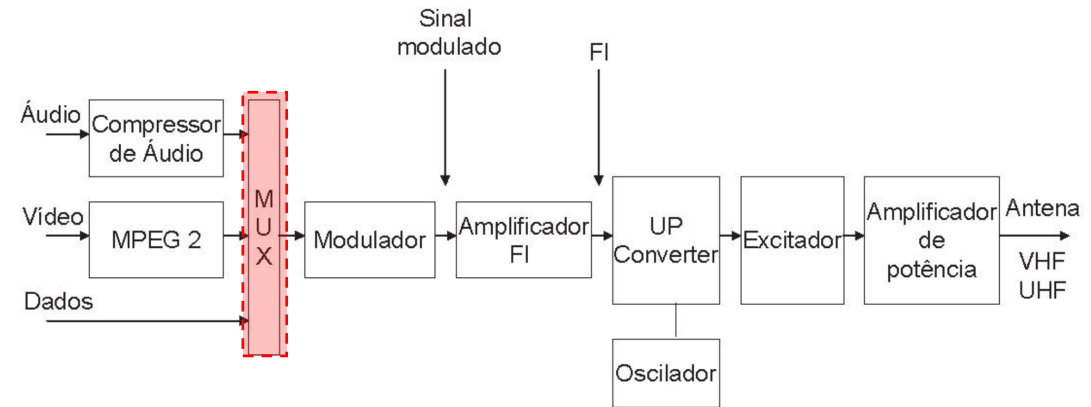
- Como foi visto, o **signal de vídeo** de alta definição (HDTV) digitalizado tem uma taxa de bits muito elevada, da ordem de 1 Gbit/s, incompatível com o meio de transmissão via ar para o qual está reservada a limitada largura de banda de 6 MHz.



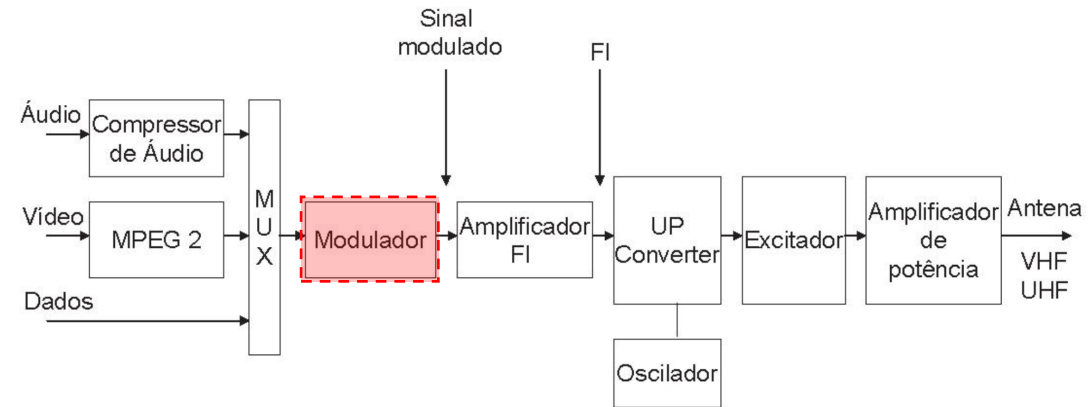
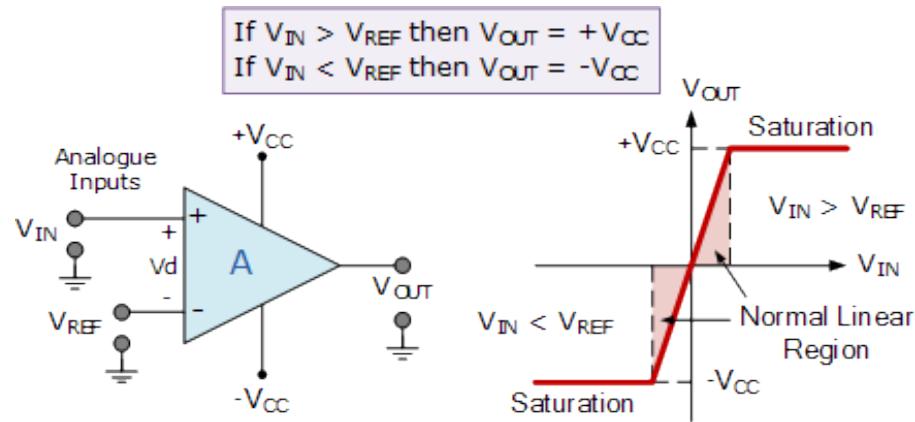
- Assim sendo, esse sinal passa por um processo de **compressão** usando métodos tais como o MPEG2 (Moving Picture Expert Group).
- O **som** também é digitalizado e comprimido por algoritmo próprio, que será visto adiante.

Transmissor de TV digital

- Todos esses sinais já comprimidos (vídeo, som e dados) são multiplexados pelo **circuito multiplexador**.
- A taxa de bits na saída do multiplexador depende das características de cada sistema.
- Ex.: o sinal de modulação 8VSB (8 Vestigial Side Band) empregado no sistema ATSC usa a taxa fixa de 19,39 Mbits/s, enquanto os sistemas com modulação COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) têm taxas variáveis conforme a configuração de transmissão.



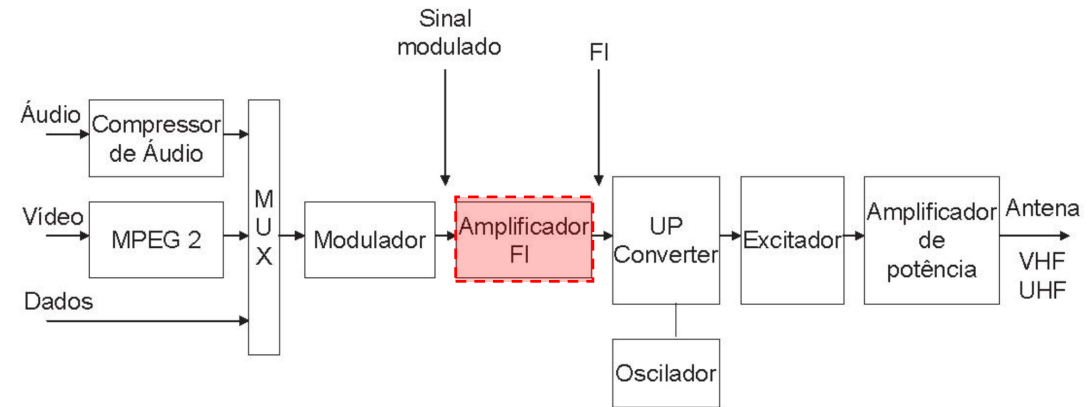
Transmissor de TV digital



- 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**.

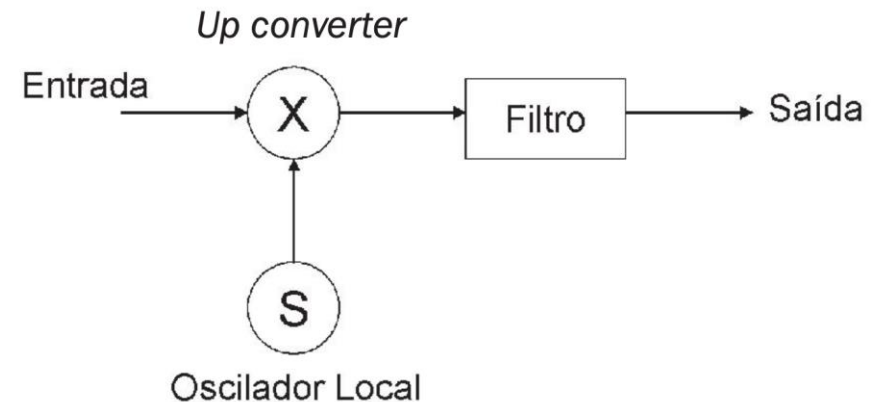
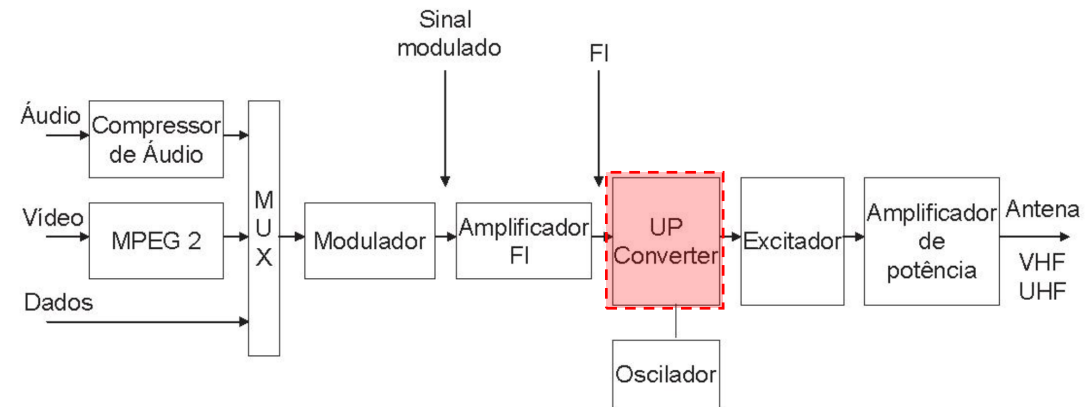
Transmissor de TV digital

- 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.



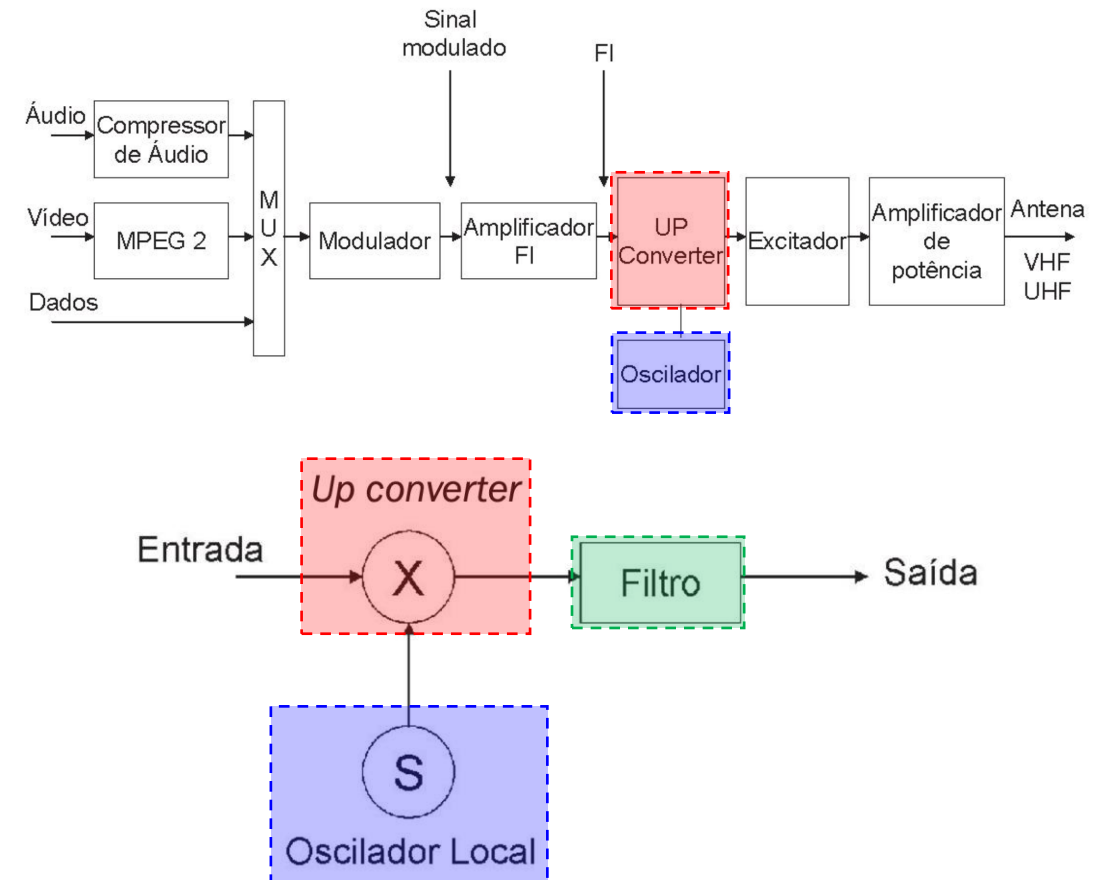
Transmissor de TV digital

- O circuito *Up converter* tem a função de transladar a frequência intermediária (de 41 a 47 MHz) para a 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.
- Ele provoca a *translação* do espectro original para o entorno de duas novas portadoras.



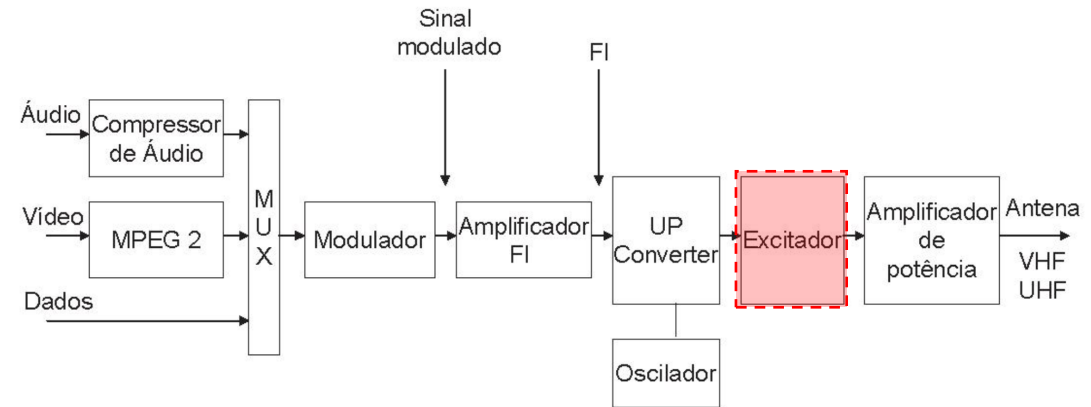
Transmissor de TV digital

- Usando uma filtragem adequada, o sinal é convertido à portadora adequada.
- 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 intermediária (44 MHz).
- Na TV digital o **filtro** deve ter largura de banda de 6 MHz e ser o mais linear possível para evitar introduzir distorção no sinal gerado.



Transmissor de TV digital

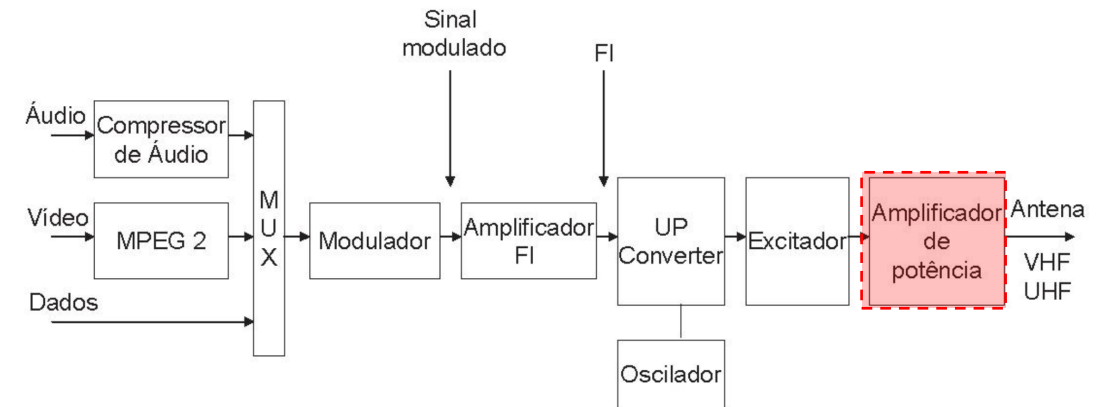
- O **circuito excitador** pré-amplifica o sinal de radiofrequência a um nível adequado para alimentar o amplificador de potência.



- Normalmente é dotado de filtro de RF para evitar enviar ao estágio final os produtos indesejáveis gerados no circuito anterior.

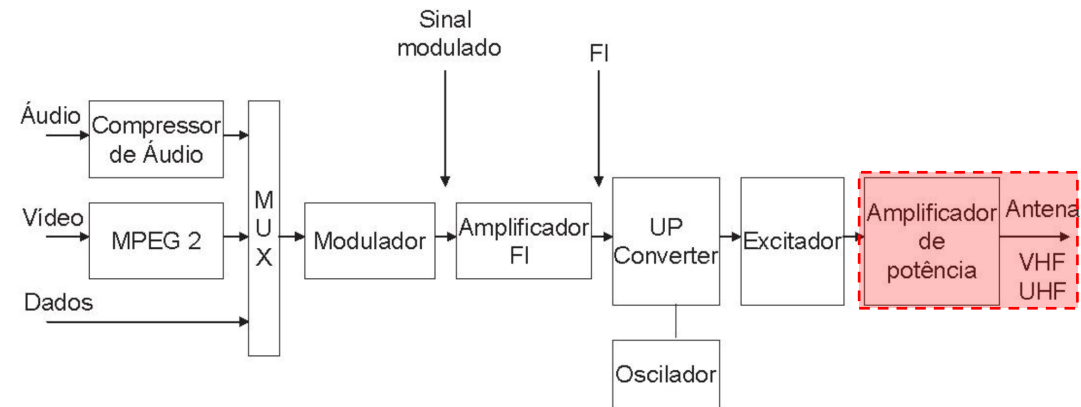
Transmissor de TV digital

- 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 100 W até dezenas de kW.
- É possível obter potência de até 10 kW em estado sólido combinando vários circuitos em paralelo. Para potenciais maiores, podem ser usadas válvulas de emissão iônica.



Transmissor de TV digital

- A linearidade desse último circuito é também muito importante para garantir a qualidade do sinal transmitido.



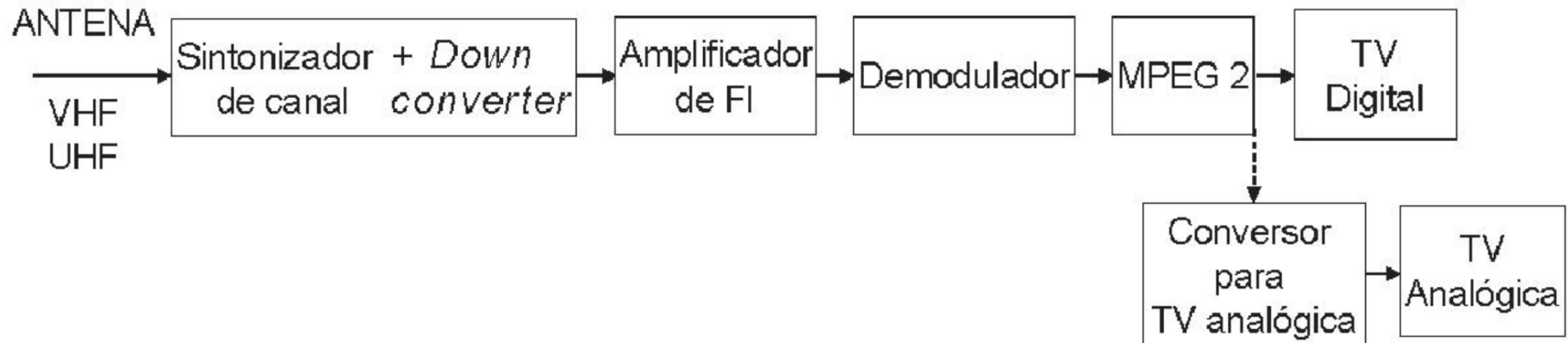
- Cuidados especiais são necessários com a relação a perfeito **casamento de impedância** entre este estágio e a antena, pois a reflexão de potência pode causar **degradação** por distorção de fase e amplitude do sinal transmitido.

Receptor de TV digital

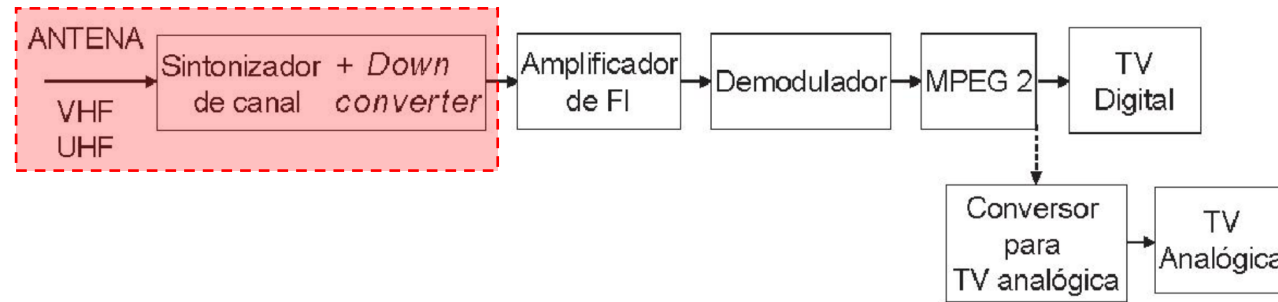
- Os receptores exercem a função inversa do transmissor, portanto os seus circuitos executam o processo exatamente inverso do que ocorre no transmissor.
- O grande desafio que os projetistas de receptores enfrentam é conseguir desenvolver um equipamento que atenda às características técnicas para uma 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 necessárias milhares de unidades e ainda ser acessível à maioria da população.

Receptor de TV digital

- 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 a seguir ilustra os principais componentes de um receptor.

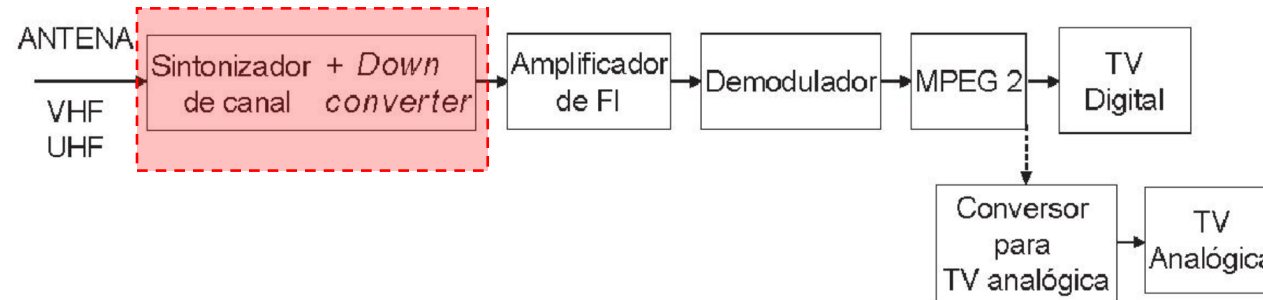


Receptor de TV digital



- 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 30 dB, 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.

Receptor de TV digital

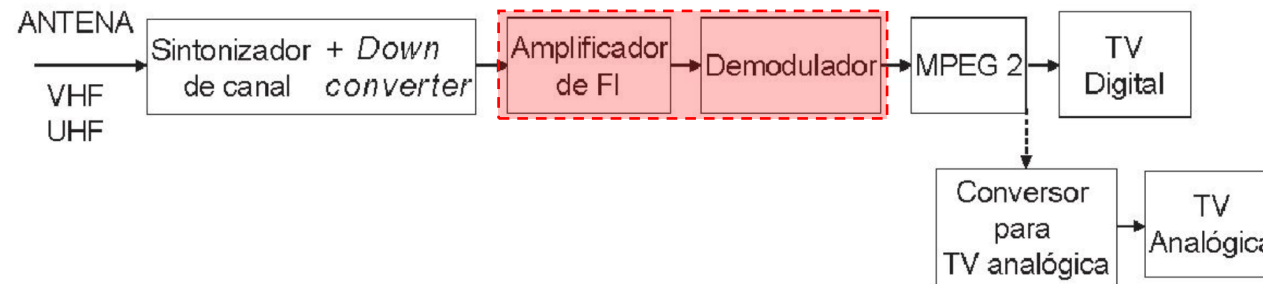


- A seleção do canal desejado depende unicamente da frequência do oscilador local do **Down converter**. Essa mudança de frequência do oscilador é conseguida alterando-se a tensão de controle do diodo varicap existente dentro do circuito.



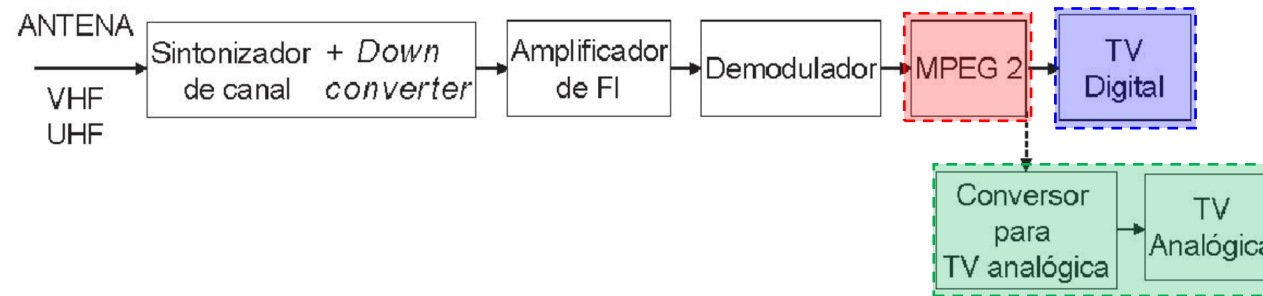
- A frequência obtida vai para os estágios de filtragem de canal, amplificação e demodulação.

Receptor de TV digital



- 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 50 dB, o que possibilita a entrega ao circuito demodulador de um nível de sinal estável e constante independentemente do sinal de entrada.

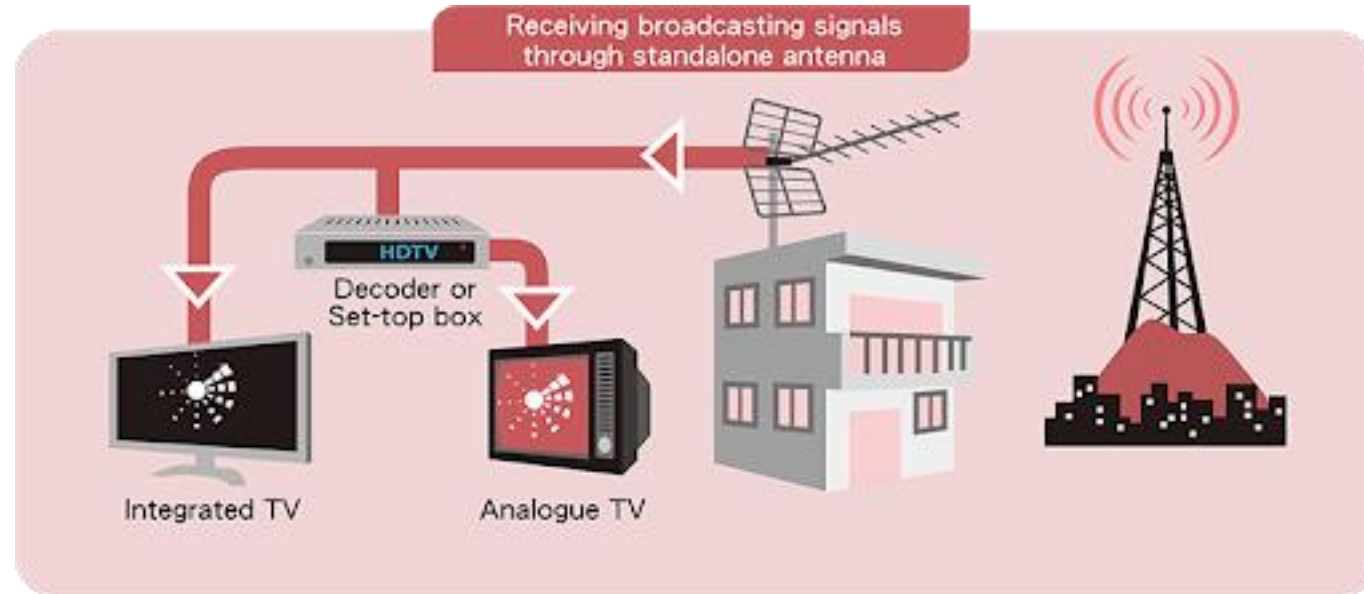
Receptor de TV digital



- O sinal demodulado, antes de ir para a tela, passa pelo processo de descompressão MPEG2.
- Neste ponto existem duas possibilidades:
 - Se o **receptor for do tipo digital**, o sinal de TV digitalizado oriundo do decompressor MPEG2 vai direto para o *display* do aparelho.
 - Se o **receptor for do tipo analógico**, o sinal de saída do decompressor é convertido novamente, sendo modulado para a versão de TV analógica para depois ser enviado para o aparelho de recepção comum. Neste caso, um conjunto Set Top Box pode ser adquirido para ser usado em conjunto com o televisor já existente.

Receptor de TV digital

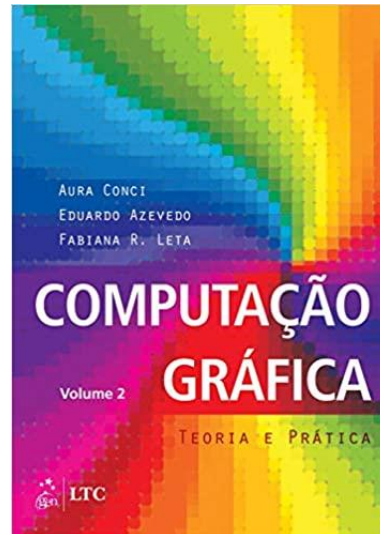
- Alguns receptores podem ainda ser dotados de **recursos adicionais**, como equalizadores, **antenas inteligentes** (que apresentam alto ganho na direção desejada e baixos ganhos nas direções cocanaís não desejadas) ou **combinador de diversidade** que permitem uma melhoria adicional para condições extremas de degradação devido a ruídos e interferências.



Referências & Links Interessantes

- YAMADA, F.; SUKYS, F.; BEDICKS JR., G.; AKAMINE, C.; RAUNHEITTE, L. T. M.;
DANTAS, C. E. Parte I - SISTEMAS DE TV DIGITAL. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, v. 5, n. 5, 17 mar. 2010.

Referências & Links Interessantes



- AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura, Computação gráfica volume 1: geração de imagens. Rio de Janeiro, RJ. Editora Campus, 2003, 353 p. ISBN 85-352-1252-3.
- AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura; LETA, Fabiana R. Computação gráfica volume 2: teoria e prática. Rio de Janeiro, RJ: Editora Elsevier, 2007, 384 p. ISBN 85-352-2329-0.
- PAULA FILHO, Wilson de Pádua, Multimídia: Conceitos e aplicações. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2000, 321 p. ISBN 978-85-216-1222-3.