

## Sistemas Radiantes para DTV

- *Sistemas de Televisão Avançada*

Revolucionária concepção para a geração, produção, transmissão e recepção de conteúdo multimídia com qualidade vídeo  $\equiv$  película 35mm e áudio  $\equiv$  surround CD.

Emprego de técnicas de processamento digital em todas as etapas.

Requer a adequação / substituição de várias partes do sistema em funcionamento até hoje.

*O que muda na etapa de transmissão ?*

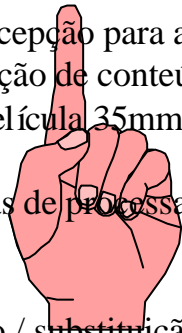


Figura 98 – Sistemas de Televisão Avançada

Televisão Avançada (ou ATV) constitui uma definição ampla em torno das tecnologias utilizadas em busca da melhoria da qualidade técnica do conteúdo e do sistema associado para a transmissão de sinais de televisão, de onde derivam e particularizam-se os conceitos de SDTV (Standard Definition Television) e HDTV (High Definition Television) que são os sistemas de Transmissão Digital de Televisão (ou DTV) que representam nos dias de hoje a ênfase do planejamento e do investimento estratégico para o negócio de radiodifusão.

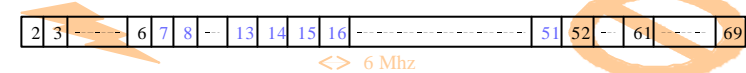
Na minha e não só particular opinião, ATV representa a redenção da mídia TV para a sua sobrevivência e manutenção como veículo de entretenimento de massa durante as próximas décadas, pois este serviço encontra-se perigosamente afetado pela concorrência das mídias e pela demanda de qualidade, facilidades e diversidade de acesso à informação requeridas pela sociedade moderna.

Desde o surgimento da televisão a cores no final da década de 50, a indústria de TV não experimentava uma mudança tão maciça e tão revolucionária nos seus conceitos como serviço bem como nos seus conceitos enquanto tecnologia. A base desta mudança foi a digitalização (processo de transformação da informação representada no domínio analógico para o domínio digital) que possibilitou a integração harmoniosa de sistemas de processamento da informação, telecomunicações e informática.

Embora o processamento de sinais em banda base dentro de uma emissora de TV já há muito tempo agregue funções digitais, somente a partir dos últimos anos é que foram consolidados os padrões para a transmissão digital de sinais de TV. A implementação da “Emissora Digital” requer portanto a revisão e a adequação de todas as etapas de processamento de sinais, o que estaremos preocupados em analisar neste texto é o que muda na etapa de transmissão de uma estação de TV, mais especificamente com relação à antena de transmissão ou Sistema Radiante.

- *O Sinal de RF em sistemas ATV*

“Quase - Manutenção” da canalização (NTSC)



Espectro de potência

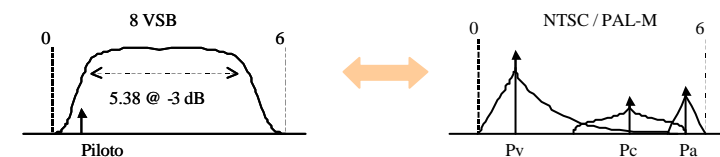


Figura 99 – Sinal de RF em ATV

A estratégia de implantação de ATV nos EUA cumpre uma agenda ambiciosa onde pretende-se desligar definitivamente o atual sistema analógico NTSC até 2006 (ou antes caso o serviço DTV esteja disponível em pelo menos 85% dos domicílios atendidos pelo atual sistema), para atingir este objetivo foi estabelecida uma nova canalização

de RF tendo-se como premissas:

- A manutenção da largura de faixa de 6 Mhz para o sinal de RF digital ;
- A reutilização do espectro radioelétrico num intervalo de canais [2,51] (“core channels”) com exclusão do intervalo [52,69], menor portanto do que aquele atualmente utilizado [2,69] ;
- A duplicação da atual área de cobertura do canal analógico pelo novo canal digital sem prejuízo da qualidade de ambos os serviços (i.e. controle dos níveis de interferência);

de forma que para cada estação atualmente em operação foi alocado um segundo canal digital para a exploração simultânea do serviço DTV (“simulcast”) durante o período de transição e de coexistência entre os dois sistemas.

Existe muito interesse em alterar-se a canalização de RF para o serviço DTV (principalmente pela agência do governo visando a geração de receita com leilões) mas em contrapartida existe também muito interesse em preservá-la intacta (principalmente por quem já ocupa esta fatia do espaço). A faixa de freqüências associada à banda III de VHF irá permanecer intacta, porém a faixa ocupada pelos canais baixos de VHF é muito questionada para a transmissão de DTV devendo ser extinta para este serviço, bem como as faixas de freqüências compreendidas entre os canais 52 e 59 e entre os canais 60 e 69 (este último intervalo atualmente utilizado para links de repetição) devem ser extintas em detrimento da alocação destas faixas do espectro para novos serviços.

Uma característica relevante em sistemas de transmissão DTV refere-se ao espectro de potência de RF de um sinal de Televisão Digital, o qual apresenta distribuição uniforme de energia em praticamente toda a faixa de 6 MHz, diferentemente do espectro de potência de RF do sinal de TV analógico NTSC / PAL-M que apresenta maior concentração de energia somente ao redor das portadoras de vídeo, de cor e de áudio, como ilustradas na Fig. 99.

Uma das principais características associadas à transmissão de um sinal de Televisão Digital refere-se à técnica empregada para a modulação digital da portadora de RF onde os valores de amplitude e de fase desta portadora assumem valores discretos de acordo com a informação que se deseja transmitir, informação que está representada digitalmente e que refere-se ao conteúdo de vídeo, áudio e de dados

agrupados num mesmo formato digital (também chamado de “bitstream”).

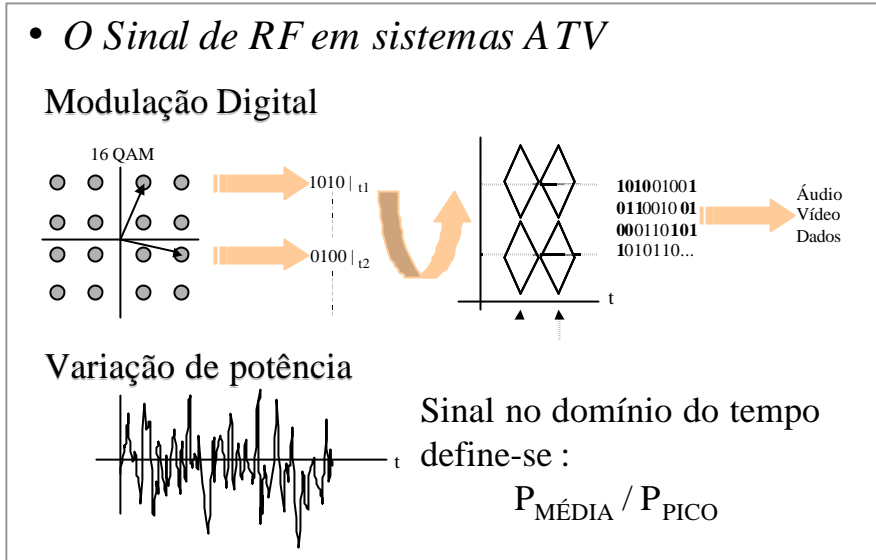


Figura 100 – Sinal de RF em ATV

A modulação digital da portadora de RF dá origem ao que se chama de constelação, que nada mais é do que a representação gráfica dos possíveis estados de amplitude e de fase do sinal de RF dentro de um conjunto de valores pré-determinados.

A Fig. 100 exemplifica a constelação resultante da modulação 16QAM aonde para cada estado da portadora representado graficamente pelo lugar geométrico do fasor de RF (pontos da constelação) pode-se associar uma dentre 16 possibilidades de valores de amplitude e de fase distintas. No caso da modulação 16QAM cada ponto da constelação (ou como também chamado de símbolo ) carrega a informação associada à 4 dígitos binários ou bits, pois  $2^4 = 16$ .

Na recepção a decodificação do “bitstream” transportado pela portadora de RF modulada digitalmente consiste em se recuperar precisamente a referência de freqüência e de fase da portadora e proceder à amostragem da mesma em intervalos discretos de tempo  $t_n$  sincronizados com a transmissão, de maneira a permitir o mapeamento dos valores detetados de amplitude e de fase da portadora de RF na sua

correspondente palavra binária.

Durante o processo de decodificação do “bitstream” na recepção tem-se ainda origem do chamado “diagrama de olho”, que nada mais é do que a sobreposição dos possíveis valores de amplitude da portadora de RF tomados sobre um mesmo intervalo de tempo que é igual à duração do símbolo gerado pelo sistema de modulação digital utilizado. Quanto mais aberto o “diagrama de olho” na recepção ( provocado por menores níveis de ruído e/ou interferência ao redor do instante de amostragem da portadora ) menor será o erro resultante da amostragem (i.e. menor taxa de erro) e vice-versa.

A natureza aleatória do “bitstream” e a aplicação da modulação digital sobre a portadora de RF faz com que o sinal DTV no tempo mais se assemelhe ao ruído, apresentando picos de amplitude que correspondem aos estados mais externos da constelação e que são codificados para que ocorram com menor frequência. Ao contrário do sinal de TV analógica onde define-se a potência de pico de sincronismo, para o caso de um sinal DTV torna-se mais razoável definir-se uma relação entre a potência de pico e a potência média do sinal digital.

Para sistemas DTV o que se deseja é que esta relação seja a menor possível a fim de se poder trabalhar com transmissores mais eficientes, para o caso do padrão ATSC tem-se  $P_{pico}/P_{média} < 7,5 \text{ dB}$  em 99,99% do tempo ao passo que para o padrão DVB-T este valor é da ordem de 10 dB.

Por último deve-se observar que a potência de pico demandada pelo sinal de RF irá determinar o tamanho do TX (spec de potência máxima) e o limite de potência que os estágios de saída e a antena devem operar, ao passo que a potência média é quem irá determinar a cobertura e o gasto de energia elétrica.

Em sistemas de transmissão de TV analógica como os utilizados atualmente, à medida que a intensidade do sinal de RF vai reduzindo e/ou o nível de ruído aumentando na recepção a relação sinal/ruído (S/N) de vídeo demodulado vai consequentemente deteriorando-se e tornando a qualidade da imagem subjetivamente pior para o telespectador. A presença de “chuviscos” ou pontos brancos sobrepostos à imagem em determinadas condições de recepção caracterizam esta degradação da relação S/N de vídeo demodulado mas possibilitam ao telespectador, ainda que sob condições desconfortáveis,

## • O Sinal de RF em sistemas ATV

### Efeito “Cliff”

A redução da relação portadora ruído não altera a qualidade do sinal demodulado, até um limiar onde o sistema congela a imagem e inibe o áudio → “frezze-out”.

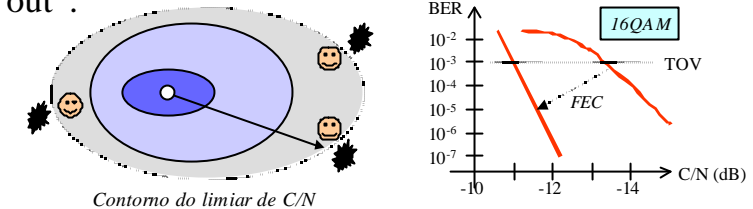


Figura 101 – Sinal de RF em ATV

ter acesso ao serviço.

No caso da transmissão do sinal de Televisão Digital, o emprego da modulação digital da portadora de RF irá estabelecer um compromisso de manutenção plena da qualidade do serviço independentemente da intensidade do sinal de RF e do nível de ruído na recepção, este comportamento de manutenção da relação S/N de vídeo demodulado com a redução da relação portadora/ruído (C/N) do sinal de RF representa uma das grandes vantagens dos sistemas DTV porém esta característica é preservada somente até um determinado limiar de recepção, abaixo do qual o sistema começa a apresentar falhas que podem comprometer o acesso ao serviço.

O efeito “cliff” como é chamado este comportamento universal de qualquer sistema de transmissão digital decorre portanto da impossibilidade destes sistemas continuarem em operação a partir do momento em que a capacidade de recuperação da informação digital no receptor é inferior aos erros introduzidos pelo canal de transmissão; nestas circunstâncias a decodificação do “bitstream” cessa e não há mais sinal de vídeo demodulado que permita ao telespectador sequer ter uma recepção ainda que marginal, como ocorre no sistema analógico.

A ilustração inferior esquerda da Fig. 101 mostra esta situação,

os contornos de cobertura em sistemas DTV passam a ter um significado mais amplo e abrangente confundindo-se com a própria disponibilização do serviço para situações de recepção aonde não estejam garantidos valores mínimos para a relação C/N, à partir do contorno do limiar de C/N (como indicado pela seta) não se pode mais garantir a própria cobertura !

No receptor DTV são empregadas técnicas de processamento de sinais projetadas para tratar e corrigir as imperfeições do canal de transmissão, estas técnicas são implementadas no equalizador adaptativo (combate erros introduzidos pelas distorções lineares e por multipercurso) e no decodificador do código corretor de erros (combate erros introduzidos basicamente por ruído). A ilustração inferior direita da Fig. 101 mostra a relação entre taxa de erro (BER) vs. C/N para o esquema de modulação 16QAM com e sem código corretor de erros (FEC), verifica-se que para uma mesma relação C/N a curva com FEC proporciona níveis de taxa de erro menores do que a curva do mesmo sistema sem FEC.

O valor do parâmetro relação S/N de vídeo demodulado utilizado em TV analógica para se garantir uma determinada qualidade de imagem subjetivamente aceitável tem a sua contrapartida no domínio digital (i.e. para o caso de sistemas DTV) à medida que também define-se um valor para a máxima taxa de erro (BER) associada à um limiar de visibilidade (TOV) subjetivo de degradação da qualidade de imagem. Para o padrão ATSC o valor de C/N mínimo para se garantir uma taxa de erro inferior à  $10^{-3}$  definindo um limiar TOV equivalente ao grau 3 (vide Fig. 80 anterior) é de 15,2 dB.

Em sistemas de transmissão analógica de TV a intensidade de sinal (ou potência ERP) representa um dos principais parâmetros de projeto que se deve manipular a fim de garantir a cobertura e conseqüente qualidade do sinal de vídeo demodulado na recepção. Os conceitos de city grade, grade A e grade B (vide Fig. 65 anterior) perdem o significado em sistemas DTV porque ao contrário do sistema de TV analógico, a qualidade do serviço DTV é determinada por uma combinação de vários outros fatores além da intensidade de campo como, por exemplo, aqueles relacionados na Fig. 102.

Visto que o sinal DTV é um sinal de faixa larga (vide Fig. 99 anterior), qualquer deterioração do sistema de TX ou erro introduzido

### • *Contorno de cobertura em sistemas ATV*

Ao contrário do NTSC / PAL-M, a intensidade de campo do sinal de RF não determina unicamente a qualidade do serviço DTV.

- ◆ Multipercurso (Ecos)
- ◆ Interferência co-canal
- ◆ Interferência de canal adjacente
- ◆ Interferência canal taboo
- ◆ Distorções da etapa de TX



Figura 102 – Contorno de Cobertura

pelo canal de transmissão pode se converter em perda do serviço ao invés de uma simples degradação de qualidade como ocorre com os sistemas analógicos. Efeitos de propagação, presença de multipercursos, distorções e interferências do sinal de RF devem ser quantificadas ao longo de todo o espectro ocupado pelo canal DTV e não apenas sobre a portadora de vídeo como habitualmente se procede com os sistemas analógicos, pois devido ao efeito cliff qualquer deterioração do sinal de RF pode resultar em perda ou penalidade de cobertura.

As fotos à direita da Fig. 102 ilustram uma situação de perda de cobertura que pode ocorrer no limiar da área de cobertura ou “fringe area” provocado por uma redução de apenas 1 dB na relação C/N !

A análise de cobertura (ou perda de cobertura) em sistemas DTV consiste em quantificar a deterioração da relação C/N como apresentado na Fig. 103 a fim de verificar-se a margem de operação do sistema com relação ao valor de C/N mínimo aceitável (vide Fig. 101 anterior).

A idéia central consiste em determinar-se os níveis de penalidade denominados como P1 e P2, onde P1 traduz a perda de

potência do sinal de transmissão primário decorrente da combinação no receptor deste sinal com os ecos (multipercurso) gerados no ambiente de propagação e P2 traduz o aumento da potência de ruído na banda passante do sistema provocado pela ação do equalizador adaptativo do receptor na tentativa de compensar as distorções de amplitude e de fase gerados no ambiente de propagação.

- *Perda de Cobertura*  $\Leftrightarrow$  *redução de C/N*

**P1 - perda de potência do sinal primário**- Para cada radial, o sinal de RF presente na entrada do receptor é a somatória do sinal primário com os ecos - *reduz C*

**P2 - distorção na banda passante** - O ganho do equalizador do RX aumenta nas regiões de notch no espectro em sua entrada, inserindo ruído - *crece N*

Figura 103 – Perda de Cobertura

P1 reflete a influência do ambiente de propagação sobre o numerador da relação C/N (ou relação portadora – ruído) fazendo com que C reduza, ao passo que P2 reflete a influência do ambiente de propagação sobre o denominador da relação C/N fazendo com que N aumente.

Deve-se portanto caracterizar o valor das penalidades P1 e P2 para cada uma das radiais de cobertura bem como ao longo da faixa de frequência de operação do sistema como apresentado na ilustração do modelo de análise da Fig. 103.

A Fig. 104 apresenta na parte superior os espectros de potência tomados na transmissão e na parte inferior tomados na recepção para os sistemas digital ATSC (HDTV) e analógico NTSC, onde pode-se ter

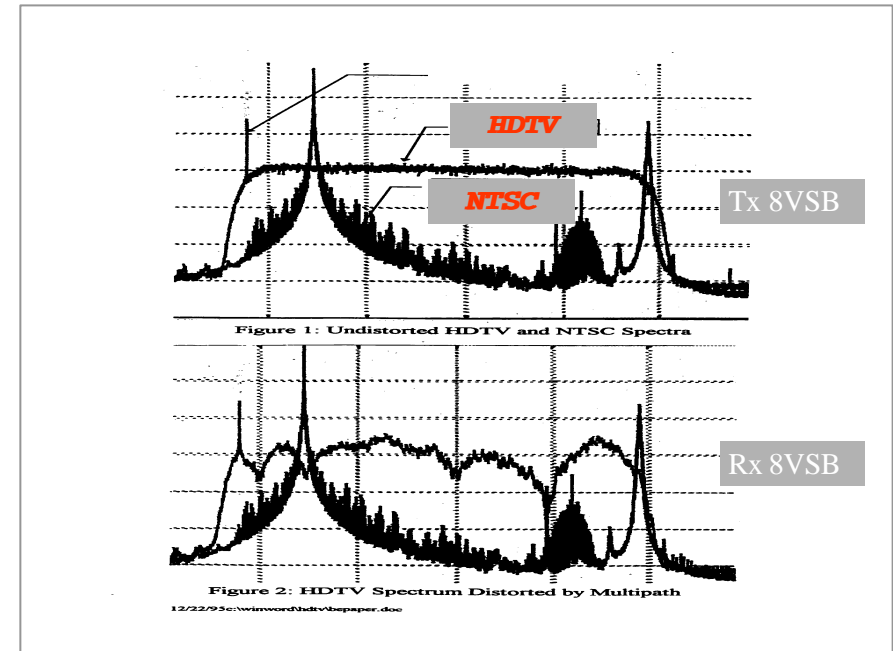


Figura 104 – Perda de Cobertura

- *Planta de Transmissão*

A tecnologia atual de antenas, cabos, acessórios de conexão e transmissores é “boa” o suficiente para a transmissão de ATV



- ✓ Linearidade de Amplitude / Fase
- ✓ Potência refletida
- ✓ Controle dos diagramas de radiação das antenas “como instalado”

Figura 105 – Planta de Transmissão



flutuação de nível da ordem de até 20 dB provocados por multipercurso.

Uma vez conhecidas as características do sinal de RF e dos compromissos do sistema de transmissão para se garantir cobertura, é possível determinar-se os requisitos da planta de transmissão digital e, mais especificamente, os requisitos das antenas de transmissão a fim de estejam garantidas as condições para transmissão de sinais DTV.

Tomando-se como referência a constelação resultante de um modulador “ideal”, qualquer distorção sobre o sinal de RF modulado digitalmente será transformado em um desvio dos pontos da constelação resultante na recepção ao redor do seu lugar geométrico ideal (este erro é denominado de EVM – Error Vector Magnitude) provocando fechamento do olho no lado da recepção e aumento da taxa de erro que, sob certas circunstâncias, pode implicar em perda de cobertura.

A linearidade de amplitude e de fase dos transmissores DTV, do sistema de antena bem como da linha de transmissão entre o TX e a antena, são fatores determinantes para que a constelação não sofra degradação como indicado na Fig. 105. Estes requisitos podem ser facilmente compreendidos se pensarmos que cada ponto da constelação tem que preservar o seu “lugar geométrico” (amplitude-fase) na recepção para correta demodulação.

Analisando-se os efeitos dos ecos provocados por descasamento de impedância na entrada da antena de transmissão (vide Fig. 79 anterior), a potência refletida que até então se manifestava como fantasma ou como calor em uma carga dissipativa nos sistemas analógicos, irá manifestar-se nos sistemas DTV como ruído para o demodulador digital e, dependendo dos níveis de descasamento, pode comprometer a cobertura no contorno limiar de C/N (vide Fig. 101 anterior).

O controle dos diagramas de radiação horizontal e vertical das antenas DTV passarão a representar cada vez mais um fator determinante da qualidade e da garantia de cobertura (principalmente no contorno limiar de C/N) pois na grande maioria das novas instalações as antenas DTV estarão partilhando espaço em torre, isto é estarão obstruídas por estruturas adjacentes em sua região de campo próximo e sujeitas às distorções dos seus diagramas de espaço livre.

Recorrendo ao modelo da Fig. 103, a penalidade P1 é

determinada por multipercursos provocados pelo ambiente de propagação porem influências de estruturas interferentes tais como torres próximas ou outras antenas adjacentes podem contribuir para o aumento desta penalidade e redução da relação C/N com conseqüente comprometimento da cobertura.

Em resumo, a planta de transmissão deve preservar a faixa de correção do equalizador do RX digital para que o mesmo tenha que compensar apenas os efeitos de propagação, interferência e ruído inerentes do ambiente de RF, qualquer distorção introduzida pelos elementos da planta quer seja pelo transmissor, antena ou linha de transmissão irá requerer capacidade de correção adicional do equalizador desnecessariamente que irá manifestar-se em última análise como perda de cobertura ou, na melhor das hipóteses, redução da margem de cobertura (confiabilidade) do sistema DTV.

- *Características desejadas para antenas ATV*

- ◆ Baixa variação de impedância
  - ◆ Baixa variação de ganho
  - ◆ Baixa variação do Beam-tilt
  - ◆ Baixa variação do Null-fill
- } dentro da faixa de 6 Mhz



Requerem técnicas construtivas e de projeto onde seja minimizado as distorções lineares (fase e amplitude) do conjunto { antena + sistema de distribuição de potência }

Figura 106 – Características Antenas para ATV

Particularizando-se a análise para os sistemas radiantes, deve-se ter em mente que as antenas de transmissão requerem técnicas construtivas e de projeto onde estejam minimizadas as distorções lineares do elemento radiante e do branch de RF pois qualquer degradação introduzida dentro da faixa de operação irá comprometer o desempenho do sistema, visto ter o sinal DTV um espectro praticamente plano dentro da faixa do canal.

Como relacionado na Fig. 106, antenas para DTV devem possuir as seguintes características dentro do seu canal de operação:

- Largura de faixa de impedância
- Largura de faixa de diagrama

A variação do ganho da antena deve ser menor do que 1 dB ao longo do canal de operação, bem como a variação da inclinação elétrica (também chamado de “beam steering” ou “beam sway”) e do preenchimento de nulo ao longo do canal são tanto mais críticas quanto maior for o ganho vertical da antena requerendo técnicas especiais de projeto do branch de RF.

Técnicas de redução de VSWR do conjunto antena + branch RF tais como montagem com deslocamento mecânico ou off-set (vide Fig. 53 anterior), ou estrutura de alimentação de arranjos do tipo “branch-fed” e do tipo “center-fed” para slots são necessárias a fim de se atingir as especificações do sistema radiante para aplicação em DTV.

superior da Fig. 107, onde nota-se que ao redor da portadora de vídeo o máximo do diagrama de elevação está apontando na direção 0 graus (=horizonte) como indicado pela curva em vermelho. À medida que a frequência de operação da antena desloca-se para o extremo superior da faixa (F+6) o máximo do diagrama de elevação desloca-se para cima da linha do horizonte como indicado pela curva em azul.

Para o caso dos sistemas de TV analógicos o efeito é, a rigor, uma alteração de cobertura para as portadoras de vídeo, de croma e de áudio que na prática não causam maiores problemas de qualidade do sinal demodulado, entretanto em sistemas DTV esta variação pode comprometer a recepção do sinal nas proximidades da região de contorno do limiar de C/N. Este efeito é mais dramático para antenas de alto ganho vertical, onde o desvio de p. ex. 1 grau do lóbulo vertical principal em torno do horizonte pode determinar a perda de uma significativa região de cobertura distante.

Para se evitar este efeito deve-se trabalhar com o conceito de alimentação “center fed”, como mostrado na parte inferior da Fig. 107. Neste caso a distribuição de potência se dá do centro em direção aos elementos das extremidades do arranjo evitando-se o “beam steering”.

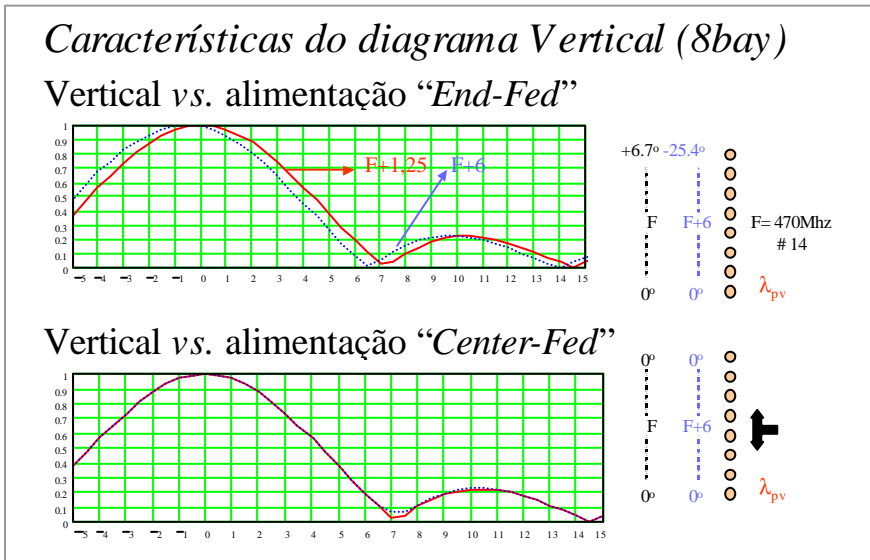
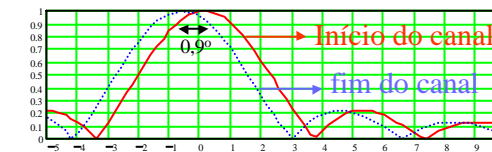


Figura 107 – Diagrama Vertical (8bay)

O efeito de “beam steering” ou seja, variação da inclinação elétrica do diagrama de elevação da antena ao longo da faixa de operação ocorre tipicamente em antenas do tipo slot alimentadas na configuração “end fed” isto é, à partir do extremo inferior ou da primeira fenda em direção à última fenda do arranjo como ilustrado na parte

### Características do diagrama Vertical (16bay)

Vertical vs. alimentação “End-Fed”



Vertical vs. alimentação “Center-Fed”

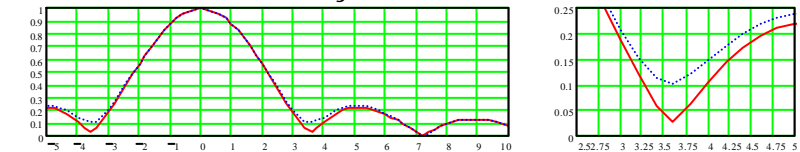


Figura 108 – Diagrama Vertical ( 16bay)

Em antenas com elevado ganho vertical a técnica de alimentação “center fed” embora resolva o problema do “beam steering” provoca outro efeito: a variação do nível do preenchimento de nulos dentro da faixa de operação da antena.

A Fig. 108 ilustra a situação de um arranjo de 16x bay para as situações de alimentação estudadas na Fig. 107 anterior onde tem-se na parte superior os diagramas de elevação resultantes no início e no fim do canal apresentando inclinação de 0,9 graus empregando-se a técnica de alimentação “end fed”. A mesma antena alimentada na técnica “center fed” não apresenta mais “beam steering” porem passa a apresentar preenchimento de nulo variável dentro do canal da ordem de 7% (neste exemplo) como ilustrado na parte inferior da Fig. 108.

A variação do preenchimento de nulo ou “null fill” pode levar ao comprometimento de cobertura local provocada pela intensidade de campo variável da antena nas proximidades dos seus nulos, podendo até dar origem ao surgimento de regiões de sombra.

A técnica de alimentação mais poderosa para evitar estes efeitos é a técnica de “branch-fed”, onde empregam-se divisões sucessivas da potência de entrada do sistema em ramificações tipo 1:2:4:8:16. Esta técnica é a mais indicada e utilizada em arranjos de antenas painel para uso em DTV, embora o compromisso de emprego de antenas painel já seja o sabido aspecto de se ter ondulações ou “scallop” no diagrama de radiação de azimute, como veremos a seguir.

A operação em DTV onde o canal digital e o canal analógico ocupem ambos a faixa de UHF e operem multiplexados numa mesma antena, ou mesmo uma antena “broadband” recebendo canais multiplexados num sistema compartilhado entre várias emissoras irá exibir o comportamento mostrado na Fig. 109, particularizado para o caso de painéis UHF faixa larga.

Dado que a menor dimensão da torre estará limitada ao menor canal de UHF (maior comprimento de onda associado ao canal #14) e a mesma é fixa, o diagrama de radiação de azimute ao longo da faixa de UHF implementado por intermédio de um arranjo de painéis poderá exibir variações de até 4 dB como apresentado no diagrama polar da Fig. 109, o que não é recomendado em vista do comprometimento da cobertura nestas radiais.

### • Características do diagrama Horizontal

#### Horizontal vs. Canal de operação

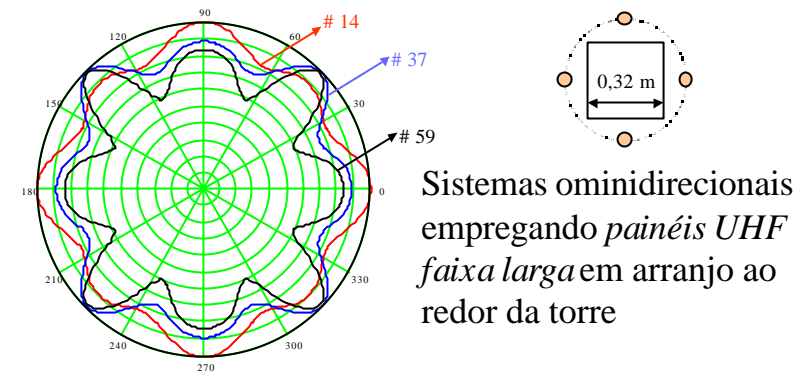


Figura 109 – Diagrama Horizontal

O emprego de arranjos horizontais em sistemas radiantes de DTV é portanto crítico e no caso de sistemas omnidirecionais sempre que possível deve-se optar por uma antena desobstruída da torre e em montagem de topo, com o menor afastamento  $r$  possível entre elementos opostos (vide Fig. 52 anterior).

Já para o caso de antenas montadas na lateral de torres e/ou estruturas de sustentação é imperativo o emprego de técnicas de análise para determinar a interação com as estruturas adjacentes e o impacto da deformação do diagrama “como instalado” na área de cobertura pretendida.



- *Diretrizes de especificação*

- ✓ Diagrama nativo
- ✓ Baixo Ganho
- ✓ Alimentação “ Branch/Center-Fed ”
- ✓ Resposta em freq. plana @6 Mhz
- ✓ Montagem de topo “ stacked ”
- ✓ Baixa carga de vento “windsway”
- ✓ Análise de Eco

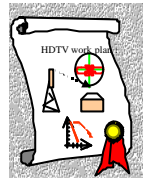


Figura 110 – Diretrizes de Especificação

A Fig. 110 sintetiza as diretrizes necessárias para a especificação eficiente de antenas de transmissão para aplicação em TV Digital, a solução particularizada que cada caso irá exigir deverá sempre observar a maior quantidade possível dos seguintes quesitos, quais sejam :

- Selecionar antenas com um diagrama nativo que se melhor se adapte ao projeto de cobertura é uma solução melhor do que trabalhar com arranjos;
- Baixo ganho é desejável à fim de reduzir as distorções de diagrama vertical, ganho alto também é indesejável à medida que impõe requisitos de carga para a estrutura de sustentação;
- Aplicação de “hull fill” é interessante para garantir a qualidade de imagem próxima à torre em antenas onde se requer ganho vertical elevado;
- Alimentação “center fed” é recomendável pois visa eliminar efeitos de “tilt elétrico” variável dentro da faixa de operação, particularmente mais crítico com antenas de alto ganho; Resposta em frequência plana é o requisito para a manutenção da constelação do sinal de RF, portanto o projeto elétrico da antena deve preservar linearidade de amplitude e de fase;
- Montagem de topo ou empilhamento “stacked” visa isolar a

antena de estruturas adjacentes e minimizar distorção de diagramas;

- requisito de baixa carga de vento / peso é desejável, visto ser a antena DTV uma antena que na maior parte dos casos durante o período simulcast estará sendo montada na lateral de torres, o que pode comprometer a estrutura e ter de forçar o investimento em reforço estrutural;
- Análise de eco é importante e recomendável em qualquer caso, principalmente em condições de instalação da antena em montagem lateral.