

PARTE II

**PROCEDIMIENTO
DE MEDIDAS**

1 INTRODUÇÃO

Na primeira parte deste compêndio foi apresentado o aspecto conceitual do sistema de televisão com enfoque maior na TV Digital expondo as informações sobre os conceitos de transmissão e recepção.

Esta “TV Digital – Parte II” foi elaborada com a finalidade de ajudar os profissionais que atuam na área de televisão a realizar medições e avaliações das características dos sistemas de TV Digital de forma objetiva, rápida, eficaz e compatível com as necessidades e condições de contorno envolvendo estas atividades.

Todas as informações contidas neste compêndio estão em conformidade com as principais recomendações, normas, regulamentos nacionais e internacionais pertinentes, bem como são baseadas em experiências de institutos internacionais que desenvolveram os padrões de TV Digital somadas às experiências dos pesquisadores da Universidade Presbiteriana Mackenzie que primeiro desenvolveram os trabalhos de avaliação dos sistemas de TV Digital no Brasil.

Este trabalho foi escrito para preencher uma lacuna que existe em nível de bibliografia nacional e mesmo internacional para orientar de forma objetiva e prática a execução de medidas em sinais complexos como os da TV Digital. Ele foi estruturado para não ser somente um roteiro prático, com características de “receita de bolo”. Ele fornece ao leitor de todos os níveis, incluindo estudantes de Engenharia Eletrônica e Telecomunicação, profissionais iniciantes e mesmo para profissionais com vasta experiência na área de televisão, todo o subsídio técnico necessário para perfeita compreensão dessa nova tecnologia que vem surgindo na área de mídia, bem como o entendimento do processo de avaliação do sistema. O próximo capítulo desta parte comenta sobre as condições gerais e o ambiente de teste de TV Digital.

Os testes de laboratório destinados à avaliação dos sistemas de TV Digital estão agrupados em famílias, caracterizadas pela sua funcionalidade e numeradas nos capítulos 2 a 8. Do Capítulo 9 em diante é descrito o teste de campo.

1.1 Condições gerais e ambiente de teste

Para que os testes tenham validade legal, a sua execução deve preencher alguns requisitos mínimos tais como:

- a) Execução em ambientes controlados em que cada sinal envolvido no processo seja de característica conhecida e perfeitamente controlável.
- b) Os testes devem ter repetibilidade isto é, se o mesmo evento for repetido, o resultado deve se repetir.
- c) Os instrumentos de medida devem estar aferidos e controlados.

- d) Os procedimentos de teste devem estar claramente definidos.
- e) Antes de iniciar os testes, todos os instrumentos de medida devem estar ligados por pelo menos trinta minutos, para se assegurar que já atingiram a estabilidade.
- f) Nenhuma medida deve ser descartada ainda que o resultado seja discrepante. Nesse caso, o experimento deve ser repetido e as causas investigadas.

1.1.1 Ambiente de teste

Para uma boa execução de teste convém que os ambientes de transmissão e recepção estejam afastados um do outro, como mostra a Figura 1, para que o sinal que chega ao receptor seja bem controlado, isto é, um eventual sinal de fuga do transmissor não interfira sobre o receptor em teste.

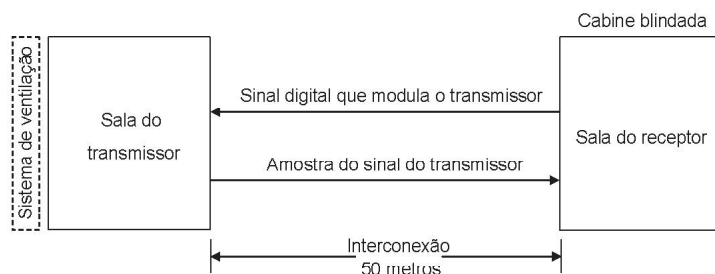


Figura 1 Interconexão entre a sala de transmissão e a de recepção

Por outro lado, o receptor e os instrumentos que compõem o conjunto de medidores necessitam preferivelmente estar confinados em uma cabine blindada (Gaiola de Faraday) para evitar que sinais de outras emissoras presentes no local, bem como os ruídos de ignição, ruído impulsivo ou qualquer outro sinal presente, interfiram nas medidas, uma vez que os níveis de sinais de recepção em jogo são extremamente baixos.

1.1.2 Sala da transmissão

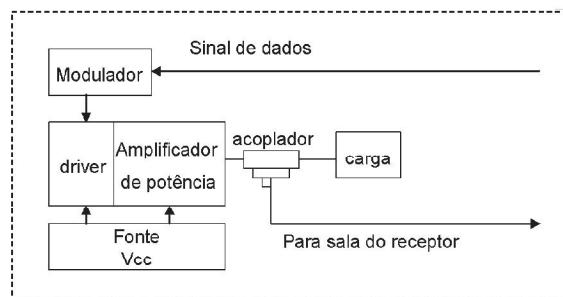


Figura 2 Diagrama em blocos da sala de transmissão

Como o transmissor consome potências elevadas e também gera potências da ordem de KW, há a tendência de aquecimento da sala do transmissor. Em virtude desse fato, uma boa ventilação ou refrigeração é recomendada.

Todos os amplificadores e filtros, inclusive o estágio de potência do transmissor de TV Digital, devem ser bastante lineares em amplitude e fase, pois, caso contrário, podem provocar a degradação do sinal e conseqüente introdução de erros nos dados transmitidos. O sinal do amplificador de potência passa por um acoplador e é dissipado numa carga para que este sinal não vá para o ar. A carga deve ser dimensionada de acordo com a potência máxima do transmissor. Do acoplador é extraída uma amostra do sinal o qual é enviada de volta para a sala de recepção para ser analisada. Para isso é recomendado a utilização de um cabo coaxial de dupla blindagem. A Figura 2 ilustra os componentes da sala de transmissão.

A título de exemplo, sugerem-se os seguintes equipamentos para compor a sala de transmissão (se houver a intenção de fazer testes de convivência co-canal e adjacente com sinal de TV Digital).

Equipamentos: os principais equipamentos ou equivalentes que devem compor a sala do transmissor são:

- a) Geração de sinal de TV analógico PAL-M:
 - a1) Vídeo
 - Programmable Generator TSG1001, Tektronix
 - Digital Variacomb Coder V4238, Vistek
 - Modulador Pulsar, Barco
 - Transmissor de UHF, canal (a ser definido)
 - a2) Som
 - Programmable Generator TSG 95, Tektronix
 - Stereo generator MTS, Leaming Industries
 - BTSC SAP Generator
- b) Geração de sinal digital para HDTV
 - b1) Vídeo
 - Programmable generator TSG1001, Tektronix
 - Encoder MPEG2 e Multiplexer MPEG2
 - Modulador 8VSB, Modulador DVB-T e Modulador ISDB-T
 - Transmissor de HDTV na banda de UHF, equipado com moduladores que possam ser chaveados para 8VSB, DVB-T e ISDB-T
 - Monitor Plasmasync 4200W NEC ou equivalente
 - b2) Som do HDTV
 - Programmable generator TSG95, Tektronix
 - 2 CH AD Converter AD2X Yamaha
 - ZX Resound Audio Encoder (AC3 Dolby), Zapex Encoder MPEG2

1.1.3 Sala de recepção

A Figura 3 mostra a sala de recepção. A principal característica da sala de recepção é ser blindada (Gaiola de Faraday) com o objetivo de abrigar todos os recursos de medição sensíveis a interferências. Isso é necessário porque os sinais envolvidos numa recepção de TV Digital são extremamente baixos (podem chegar a ordem de -90dBm), e qualquer perturbação de campos eletromagnéticos externos pode falsear os resultados da medida.

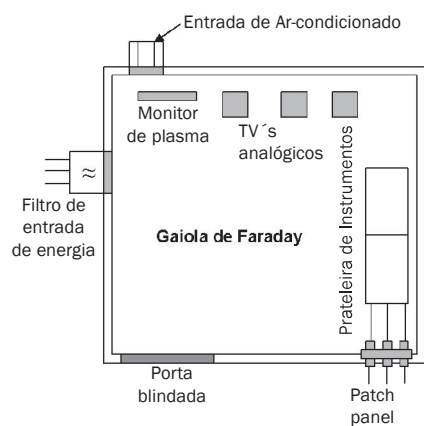


Figura 3 Sala de Recepção

- **Gaiola de Faraday** é um ambiente construído de material bom condutor (cobre) desde o teto, paredes e piso, preferencialmente com parede dupla. Assim a porta deve ter as frestas vedadas com peças de contato com características condutoras tipo “contato elétrico”.
- **Entrada de energia** deve ter filtro de linha para evitar entrada de sinal interferente externo pela linha de alimentação.
- **Entrada de sinal** deve ser por meio de *patch panel* que provê a terminação e passagem de sinais de tráfego pelos cabos coaxiais de interconexão entre a sala de recepção e sala de transmissão. Esse *patch panel* é acoplado à gaiola e permite que os sinais de alta frequência entrem e saiam da gaiola sem prejudicar a isolamento eletromagnética. Ele deve prover a possibilidade de terminar em ambas as faces (face interna e face externa) com conector tipo N para cabo coaxial tipo RG213 e conector tipo BNC para cabo coaxial RG58.
- **Entrada de ar-condicionado** deve isolar a passagem de campo eletromagnético interno e externo por meio de tela de cobre de malha fina.
- **Interconexão de instrumentos.** A lista de instrumentos e as respectivas interconexões para cada tipo de medição serão apresentadas no Capítulo 2 em diante.

1.1.4 Interconexão

A interconexão entre a sala do transmissor e a sala do receptor é realizada por cabos coaxiais tipo RG213 com máximo de 50 metros de comprimento terminados com conectores tipo N em ambos os terminais cuja função é a seguinte:

- **Cabo 1** – Cabo coaxial RG213 com terminação tipo N para transporte de sinal de dados (*Tx data*) constituída por uma seqüência PRBS 2¹⁵-1 (Pseudo Random Binary Sequence). Essa seqüência é gerada pelo circuito gerador de dados de medida de taxa de erro (por exemplo, PB200 da Tektronix) e inserido no cabo coaxial através de um circuito *line drive*. Na extremidade do cabo no lado do transmissor, a seqüência é inserida num conversor série/paralelo, cujos dados paralelizados são convertidos do modo TTL (*Transistor Transistor Logic*) para LVDS (*Low Voltage Differential Signaling*) por uma interface apropriada, antes de serem injetados no modulador (ATSC, DVB-T ou ISDB-T).
- **Cabo 2** – Cabo coaxial RG213 com terminação tipo N para transporte do sinal de *clock* (*Tx clock*) ao qual está sincronizando o *Tx data*. O sinal de *clock* é gerado pelo gerador de dados de medida de taxa de erros (por exemplo, PB200 da Tektronix) e inserido no cabo coaxial através de um circuito *line drive*. Na outra extremidade do cabo coaxial o sinal *Tx clock* é inserido no conversor série/paralelo cuja saída de *clock* paralelizada é convertida no modo TTL para LVDS antes de ser injetado no modulador (ATSC, DVB-T ou ISDB-T).
- **Cabo 3** – Cabo coaxial RG213 com terminação tipo N para transporte do sinal de *Tx synch*. O *Tx synch* é gerado pelo gerador de dados de medida de taxa de erros (por exemplo, PB200 da Tektronix) e tem por função indicar o começo do pacote de transporte pela indicação da posição do byte de sincronismo. Esse sinal é inserido no cabo coaxial através de um circuito *line drive*. Na outra extremidade do cabo coaxial, o sinal de *Tx synch* é inserido no conversor série/paralelo cuja saída de *Tx synch* paralelizado é convertida no modo TTL para LVDS antes de ser injetada no modulador (ATSC, DVB-T ou ISDB-T).
- **Cabo 4** – Cabo coaxial RG213 com terminação tipo N para transporte do sinal de TV Digital proveniente do acoplador localizado na saída do amplificador de potência do transmissor digital. Na outra extremidade do cabo coaxial, o sinal digital é inserido no *patch panel* da Gaiola de Faraday e daí vai para o *set up* de recepção. A banda de frequência de operação deve ser de 54MHz a 800MHz, conforme o canal utilizado no teste.
- **Cabo 5** – Cabo coaxial RG213 com terminação tipo N para transporte do sinal proveniente do acoplador, localizado na saída do amplificador de potência do transmissor analógico PAL-M. Na outra extremidade do cabo coaxial,

o sinal analógico é inserido no *patch panel* da Gaiola de Faraday e daí vai para o *set up* de recepção. A banda de frequência de operação deve ser de 54MHz a 800MHz, conforme o canal utilizado no teste.

Todos os cabos coaxiais deverão ser construídos utilizando-se materiais de melhores procedências e as características de atenuação e perda de retorno medidos em torno da faixa de frequência de utilização.

1.2 Padrões a serem avaliados

Considerando que até o presente momento só existem oficialmente três padrões de modulação para televisão digital terrestre (ATSC, DVB-T e ISDB-T), este compêndio trata com detalhes os testes considerados necessários e suficientes para avaliar o desempenho deles, diante de diversas circunstâncias de propagação e interferências que possam ocorrer nos ambientes em que os sistemas de TV Digital operam.

Assim sendo, os testes referem-se às configurações:

- a) Padrão Americano ATSC, com modulação 8VSB e largura de banda de 6MHz, taxa útil de transmissão 19,38Mbps e FEC 2/3.
- b) Padrão Europeu DVB-T, com modulação COFDM e banda de 6MHz.

Na Tabela 1, são apresentadas as configurações do DVB-T normalmente usadas e portanto passíveis de serem testadas.

TABELA 1

Configurações do DVB-T a serem testadas

Configuração	Taxa de Código	K (*)	Modo	Taxa útil de Bits (Mbps)	Modulação
A	3/4	1/16	8K	19,76	64QAM
B	2/3	1/32	8K	18,1	64QAM
C	3/4	1/8	2K	18,66	64QAM
D	1/2	1/16	8K	8,78	16QAM
E	1/2	1/16	8K	4,39	QPSK

(*) K = razão de intervalo de guarda.

- c) Padrão Japonês ISDB-T com modulação COFDM e largura de banda de 6MHz. Na Tabela 2 são apresentadas as configurações do ISDB-T normalmente usadas e, portanto, passíveis de serem testadas.

TABELA 2

Configurações do ISDB-T a serem testadas

Configuração	Taxa de Código	K (*)	Modo	Time Interliaver	Taxa útil de Bits (Mbps)	Modulação
A	3/4	1/16	8K	430ms	19,33	64QAM
B	2/3	1/32	8K	110ms	17,70	64QAM
C	3/4	1/8	2K	110ms	18,25	64QAM
D	3/4	1/16	4K	110ms	19,33	64QAM
E	3/4	1/32	8K	110ms	19,91	64QAM
F	1/2	1/16	8K	430ms	8,59	16QAM
G	1/2	1/16	8K	430ms	4,30	QPSK

1.2.1 Padrões de imagem, som e seqüências digitais adotados

Os seguintes padrões de imagem poderão ser usados conforme o teste a ser executado:

- Testes que necessitam de imagem de TV Analógica, como por exemplo a interferência do sistema digital no sistema analógico, devem se feitos com padrão de 8 barras coloridas.
- Testes de receptores do sistema digital em que não se têm acesso a dados digitais devem ser feitos com imagem tipo *Zone Plate* (imagem de círculos concêntricos em movimento) como mostra a Figura 4.

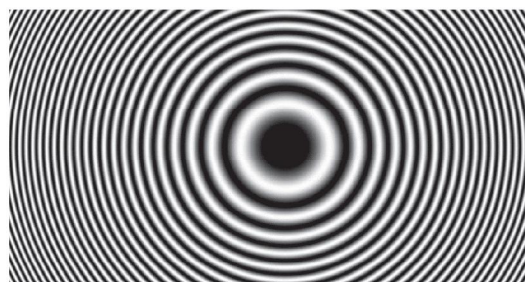


Figura 4 Zone plate usada no critério

O seguinte padrão de geração de som do sistema PAL-M deve ser utilizado:

- Gerador de varredura na frequência de 20Hz a 20KHz ajustado a um nível que provoque na frequência de modulação de 12,5KHz o desvio pico de:
 - Som mono: 25KHz
 - Som estéreo: 50KHz
 - Som estéreo + SAP: 75KHz

Os seguintes padrões de seqüências digitais e de taxa de erro devem ser usados:

- Para a seqüência digital de transmissão, deverá ser utilizada uma seqüência pseudo-aleatória (PRBS) de $(10^{15}-1)$ para os três sistemas de TV Digital.
- Para limiar de taxa de erro, utilizar o valor (3×10^{-6}) na saída de sinal do receptor para todos os três padrões de TV Digital. Esse valor só poderá ser utilizado se o receptor dispuser de acesso aos dados digitais. Caso contrário, deverá ser utilizado o processo do *Zone Plate* e a imagem deverá ser observada até o aparecimento de “artefatos” ou falhas.

1.3 Cuidados necessários com os recursos usados

1.3.1 Aferição de instrumentos em uso

Todos os instrumentos devem estar aferidos e dentro do prazo de validade. Para se ter um valor legal, a aferição dos equipamento de medição deve ser efetuada por um órgão oficial (por exemplo o Inmetro) ou entidades credenciadas. Normalmente, quando o instrumento é aferido, acompanha um documento atestando a aferição com data de validade claramente definida.

1.3.2 Medida de potência do sinal PAL-M

A medida de potência do sinal PAL-M deve ser feita no pico de sincronismo pelo uso de um *Vector Analyser* (por exemplo modelo 89441V da HP) que permite a leitura direta desta potência.

1.3.3 Medida de potência de sinal digital

A medida da potência de sinal digital deve ser feita com um *Vector Analyser* (por exemplo, o modelo 89441V da HP) que mede diretamente a potência média do sinal dentro da largura de banda de 6MHz.

1.3.4 Medida da potência de ruído gaussiano

A medida da potência de ruído gaussiano deve ser feita com um *Vector Analyser* (por exemplo, o modelo 89441V da HP) que mede diretamente a potência média do sinal dentro da banda de 6MHz.

1.3.5 Cuidados com os cabos

Todos os cabos devem ser confeccionados com materiais (cabos e conectores) de boa qualidade e, depois de montados, devem ter as medidas de atenuação e a perda de retorno para assegurar que eles não introduzam erros adicionais.

1.3.6 Estabilização dos instrumentos

Antes do início de cada jornada de medições, todos os instrumentos e equipamentos devem estar ligados por pelo menos 30 minutos para assegurar que atinjam a estabilização.

1.3.7 Medições duvidosas

Nenhuma medição deve ser descartada, por mais discrepante que seja. Em caso de dúvida, a medida deve ser repetida para analisar a causa do problema.

1.3.8 Intocabilidade dos equipamentos em teste

Nenhum equipamento que está sendo avaliado poderá ser modificado, reajustado ou reparado no decurso dos testes sob a pena da perda de validade dos resultados obtidos.

1.3.9 Medida de taxa de erro

Muitos procedimentos têm como referência a medida de taxa de erro para avaliar a qualidade de um sinal de TV Digital. Contudo, muitos receptores de TV Digital, principalmente aqueles vendidos no comércio, não permitem acesso aos dados digitais para medir a taxa de erro inserido nos dados. Nesse caso, o procedimento deve ser alterado, substituindo o medidor da taxa de erro por um gerador de imagem *Zone Plate* (círculos concêntricos móveis) a ser inserido no lado do transmissor e que apareça no vídeo a imagem a ser analisada visualmente. No caso da TV Digital, a taxa de erro de 3×10^{-6} equivale ao aparecimento de pequenos quadrados na tela (artefatos). Nesse caso, é recomendado que a análise seja feita por 3 pessoas treinadas e o valor final deve ser a média dos 3.

1.4 Aferição de instrumentos

Para que uma medição seja confiável e tenha credibilidade, todo instrumento utilizado para essa tarefa deve estar aferido, isto é, ser submetido ao processo de aferição por um órgão oficial (por exemplo o Inmetro) ou entidades credenciadas.

1.4.1 Objetivo

O objetivo deste tópico é fornecer algumas noções sobre controle e critérios de aceitação na calibração, ajuste e manutenção de instrumentos/equipamentos.

1.4.2 Definições/documentos complementares

- VIM – Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia.
- Ajuste (VIM 4.30) – Operação destinada a fazer com que um instrumento de medição tenha desempenho compatível com o seu uso.
- Calibração/Aferição (VIM 6.11) – Conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões.
- Correção (VIM 3.15) – Valor adicionado algebricamente ao resultado não corrigido de uma medição para compensar um erro sistemático.
- Desvio (VIM 3.11) – Valor menos seu valor de referência.
- Erro de medição (VIM 3.10) – Resultado de uma medição menos o valor verdadeiro do mensurando.
- Erro de indicação de um instrumento de medição (VIM 5.20) – Indicação de um instrumento de medição menos um valor verdadeiro da grandeza de entrada.
- Estabilidade (VIM 5.14) – Aptidão de um instrumento de medição em conservar constantes suas características metrológicas ao longo do tempo.
- Incerteza de medição (VIM 3.9) – Parâmetro, associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentalmente atribuídos a um mensurando.
- Rastreabilidade (VIM 6.10) – Propriedade do resultado de uma medição ou do valor de um padrão estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas.
- NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração.
- NBR ISO 10012-1 – Requisitos de garantia da qualidade para equipamento de medição – Sistema de comprovação metrológica para equipamento de medição.

- NBR ISO 10012-2 – Requisitos de garantia da qualidade para equipamento de medição – Diretrizes para o controle de processos de medição.

1.4.3 Procedimento operacional

1.4.3.1 Manutenção

Qualquer instrumento ou equipamento nas condições abaixo deve ser retirado da operação e enviado para manutenção:

- que tenha sofrido algum dano ou mau funcionamento;
- que tenha sido sobrecarregado ou manuseado imprópriamente;
- que apresente algum indício de mau funcionamento;
- que tenha ultrapassado o intervalo de sua faixa de medição;
- cujo funcionamento esteja sujeito a dúvidas.

O instrumento ou equipamento na condição acima não deverá ser utilizado, até que tenha sido realizada a sua devida manutenção.

O instrumento ou equipamento deverá ser enviado ao seu fabricante (assistência técnica), para realização do serviço de manutenção. Na falta do fabricante, enviar para empresas aptas à realização do serviço.

1.4.4 Calibração

A seguir listaremos algumas observações sobre a calibração de instrumentos de medição para TV Digital:

- A calibração deve ser realizada em pelo menos três pontos distribuídos (ex. 10%, 50% e 100% do valor da faixa), em no mínimo uma faixa de cada função a ser calibrada. As faixas restantes, quando existirem, devem ser calibradas em um ou mais pontos situados entre o meio e o final da faixa.
- Instruções declaradas no manual do fabricante podem também ser usadas como guia na escolha dos pontos a serem calibrados, desde que completem os requisitos mínimos do primeiro item. Em geral, é recomendável incluir os pontos de medição sugeridos pelo fabricante do instrumento em seu manual de instruções.
- Os pontos e faixas a serem calibrados devem ser estabelecidos levando-se em conta peculiaridades específicas, tais como as características específicas, as características construtivas do instrumento sob calibração e as necessidades do laboratório (calibração total, parcial, concentrada em certa faixa etc.). Tais particularidades podem implicar exceção aos requisitos previstos no primeiro item.

- O certificado de calibração deve atender (no mínimo) à norma NBR ISO/IEC 17025 “Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração”.
- Todo instrumento de medição deve ser calibrado utilizando-se padrões de medição que sejam rastreáveis aos padrões de medição nacional ou internacional compatíveis com as recomendações da Conferência Geral para Pesos e Medidas (CGPM).

2 ENSAIOS DE COMPORTAMENTO COM INTERFERÊNCIA

Este bloco de ensaios visa a analisar o comportamento dos sistemas de TV Digital ATSC, DVB-T e ISDB-T na presença de sinais de outras emissoras na mesma banda de frequência ou em bandas adjacentes.

2.1 Interferência do sistema digital no sistema PAL-M

2.1.1 Objetivo

Este método de medida tem por objetivo avaliar a degradação produzida em um sinal analógico PAL-M quando interferido por um sinal digital modulado por uma seqüência PRBS15, com a modulação 8VSB utilizada no padrão ATSC, ou modulação COFDM utilizada nos padrões DVB-T e ISDB-T.

Esta interferência é medida pela avaliação do parâmetro denominado “Relação de Proteção” (*protection ratio*) que é a relação, em dB, entre a potência do sinal desejado e a potência do sinal não desejado (interferente):

$$\text{Relação de Proteção} = D/U(\text{dB})$$

Onde:

D = Sinal Desejado (PAL-M)

U = Sinal não desejado

Serão feitos testes tendo como interferentes canais do tipo co-canal, canais adjacentes superior e inferior, canais “taboo” e pequenos deslocamentos.

Todos esses canais interferentes serão obtidos, a partir de sinal gerado pelo transmissor digital, por processo de batimento e filtragem.

2.1.2 Características dos parâmetros básicos

Os parâmetros básicos que serão utilizados na determinação da Relação de Proteção serão os de avaliação subjetiva da imagem, realizada por pessoas colocadas para observar a imagem dos receptores PAL-M. Apesar de ser a imagem o parâmetro escolhido como referencial para obtenção da Relação de Proteção, é necessário também que os observadores anotem o que acontece com o som nos pontos de medição das referidas relações de proteção.

Três serão os métodos de avaliação subjetiva a serem utilizados, a saber:

- Método de Comparação Subjetiva nível 3 do UIT-R (*white noise graded UIT-R, level 3*).
- Método de Comparação Subjetiva nível 4 do UIT-R (*white noise graded UIT-R, level 4*).
- Limite de Perceptibilidade (LOP).

Os valores oriundos dos métodos do UIT-R level 3 e UIT-R level 4 fornecem, aproximadamente, imagens equivalentes aos Graus 3 e 4 de Qualidade.

2.1.3 Valores e características iniciais

Receptores comerciais PAL-M em número de três com menos de cinco anos de uso e com sintonizadores a varactor.

Deslocamento inicial da frequência: 0 (zero) MHz (interferência co-canal).

- Número de observadores treinados: três. Cada observador analisa individualmente o receptor em teste. O resultado final é a média das três análises.
- Sinal de som do sistema PAL-M. O gerador do sinal de vídeo modulado em PAL-M deve ter o canal de som ajustado para transmitir em “estéreo”, empregando tons de 1kHz e desvio de frequência de 50kHz.
- Os sinais interferentes de HDTV, seja no sistema ATSC, DVB-T ou ISDB-T, devem provir de um transmissor de HDTV, através de atenuadores acoplados aos seus estágios de saída.
- O sinal de entrada de referência dos receptores PAL-M deve ser o pico de sincronismo, e o nível inicial deve ser ajustado para valor em torno de -40dBm .
- Sinal de PAL-M deve ser gerado por um transmissor para incorporar todas as características de uma situação real.
- As potências dos sinais de televisão digital e a potência de pico de sincronismo do sinal PAL-M devem ser medidas em dBm sobre uma carga de 50 ohms, com a utilização do Analisador Vetorial de sinal da HP modelo 89441-V ou equivalente.

- A imagem a ser usada no PAL-M como referência para a análise subjetiva de qualidade deverá ser a de barras coloridas.

2.1.4 Descrição geral da medida

A relação de proteção deve ser ajustada pelo observador até que a imagem vista pelo observador apresente um nível de qualidade o mais próximo possível dos níveis definidos pelos métodos UIT-R ou do nível do LOP (*Limit of Perceability*).

2.1.5 Instrumentos utilizados (ou equivalentes)

- (01) Transmissor PAL-M, canal 34
- (02) Atenuador Bird 30dB modelo: 300AFFN30
- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (06) Combinador HP modelo: 0955-0751
- (07) Divisor de sinal HP modelo: 0955-0751
- (09) Analisador de Espectro Advantest modelo: U3641
- (10) Receptor PAL-M 1
- (11) Receptor PAL-M 2
- (12) Receptor PAL-M 3
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB, passo 0,1dB modelo: RSP
- (14) Transmissor Digital, canal 35
- (15) Gerador de RF Rohde & Schwarz modelo: SMY02
- (16) Filtros Telonic 12MHz modelo: TTF600 (2x)
- (17) Mixer Mini-Circuits modelo: ZLW186 (2x)
- (18) Amplificador HP modelo 8347A
- (19) Gerador de RF Rohde & Schwarz modelo: SMH
- (30) Gerador de Ruído da TAS modelo: 420
- (32) Analisador Vetorial HP 89441V
- (33) Chave Coaxial RF 1 pólo 2 posições
- (45) Divisor 1:3 de 75ohm – Thevear

2.1.6 "Set up" dos equipamentos

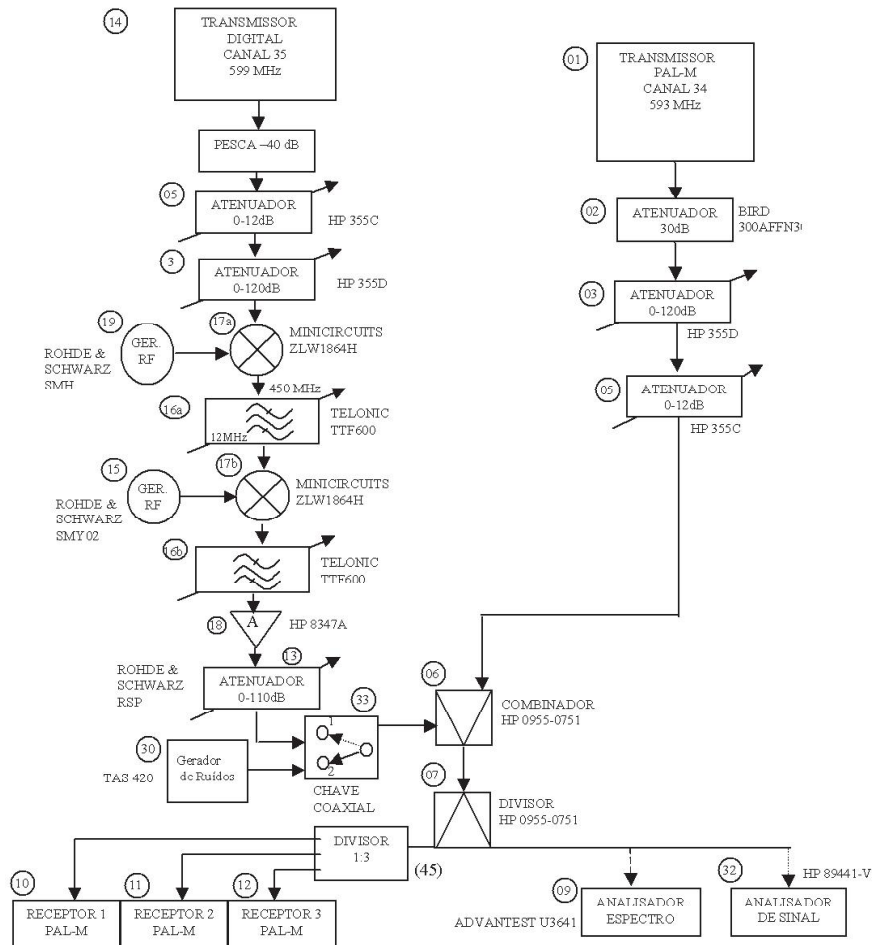


Figura 5 Interferência do sistema digital no PAL-M

2.1.7 Procedimentos de testes

Observações iniciais: Os procedimentos descritos a seguir serão feitos para os seguintes valores de deslocamentos de frequência:

A) Deslocamentos de frequência em torno da frequência do canal

$$\Delta f = -558,04\text{Hz} + n.1674,11\text{Hz} \text{ (n inteiro positivo ou negativo) para o sistema DVB-T}$$

$$\Delta f = (496,03\text{Hz} + n.992,06)\text{Hz} \text{ (n inteiro positivo ou negativo) para o sistema ISDB-T}$$

$$\Delta f = 10\text{kHz}, \text{ para sistema ATSC}$$

- B) Co-canal; $\Delta f = 0\text{kHz}$
- C) Canais adjacentes; 6MHz
- D) Canais em frequências “taboo”: $\pm 7\text{ BW}$, $\pm 8\text{ BW}$, $+14\text{ BW}$, $+15\text{ BW}$, onde $\text{BW} = 6\text{MHz}$.

Os referidos deslocamentos de frequência serão obtidos pela variação da frequência do gerador de RF (15), pelo circuito misturador (17) e pelo filtro passa banda (16).

A frequência do primeiro gerador de RF (19) será sempre de 1049MHz gerando um canal fixo de 450MHz.

A frequência do segundo gerador de RF (15) será de 450MHz mais a frequência do canal interferente desejado.

O primeiro filtro da Telonic (16) deve ser ajustado em 450MHz.

O segundo filtro da Telonic (16) deve ser ajustado na frequência do canal interferente escolhido.

- a) Com a chave coaxial (33) na posição 1 e os atenuadores do sistema digital na posição de máxima atenuação, ajuste os atenuadores do sistema PAL-M até produzir na entrada do receptor 1 (10) e lido por (32) um nível de aproximadamente -40dBm . Tome esse nível como referência e anote-o.
- b) Com a chave coaxial (33) na posição 2 e os atenuadores do sistema PAL-M na posição de máxima atenuação, ajuste o nível do gerador de ruídos (30) para produzir, na entrada do receptor, um nível de ruído lido por (32) na faixa de ruído do receptor PAL-M, de $33,0\text{dB}$ abaixo do nível de referência obtido em a. Volte os atenuadores do sistema PAL à posição anterior determinada em a. Isso produz no receptor 1 PAL-M (10) uma imagem com qualidade correspondente ao nível 3 do UIT-R.
- c) Volte a chave coaxial (33) para a posição 1 e ajuste os atenuadores do sistema digital para que a qualidade da imagem vista no receptor 1 PAL-M (10) seja a mais próxima possível da imagem vista no item b. Esse é um processo convergente cuja convergência deve ser conseguida por sucessivas comparações entre a imagem de referência (chave (33) na posição 2) com a imagem com interferente proveniente do sistema digital (chave (33) na posição 1). Para cada comparação, o operador deve agir sobre os atenuadores do sistema digital até igualar as imagens qualitativamente.
- d) Anote a posição dos atenuadores do sistema PAL-M e logo a seguir ajuste-os para a posição de máxima atenuação. Coloque a chave (33) na posição 1. Leia em (32) a potência em dBm i, do sinal digital interferente.
- e) Calcule a relação de proteção pela seguinte expressão: Relação de Proteção(dB) = (nível de referência lido em a) $-\text{dBm}$ i.

- f) Onde: dB_{mi} = nível do sinal interferente.
- g) Repita os procedimentos de testes descritos em a até f para os receptores 2 (11) e 3 (12), calcule o valor médio da relação de proteção e anote os resultados nas tabelas 3 (ATSC – UIT-R3), 4 (DVB-T – UIT-R3) e 5 (ISDB-T – UIT-R3).
- h) Repita os itens a até e para o Método de Comparação Subjetiva nível 4 do UIT-R com a diferença que, no item b, o nível do gerador de ruídos (30) deve ser ajustado para produzir um nível na entrada do receptor de 37,5dB abaixo do nível de referência obtido em a. Use como referência de avaliação o receptor 1 PAL-M (10).
- i) Repita os procedimentos descritos em g para os receptores 2 (11) e 3 (12), calcule o valor médio da relação de proteção e anote os resultados nas tabelas 3 (ATSC – UIT-R4), 4 (DVB-T –UIT-R4) e 5 (ISDB-T – UIT-R4).
- j) Para a avaliação da interferência pelo método do Limite de Perceptibilidade (LOP) repita o item a.
- k) Com a chave coaxial (33) ainda na posição 1, ajuste os atenuadores do sistema digital até que o observador atinja o limiar da percepção de interferência sobre a imagem e ou o som.
- l) Anote a posição dos atenuadores do sinal PAL-M e, logo a seguir, ajuste-os para a posição de máxima atenuação. Leia em (32) a potência, em dB_{mi} do sinal digital interferente. Calcule a relação de proteção utilizando o método já explicado no item e.
- m) Repita os procedimentos descritos em j para os receptores 2 (11) e 3 (12), calcule o valor médio da relação de proteção e anote os resultados nas tabelas 3 (ASTC – LOP), 4 (DVB-T –LOP) e 5 (ISDB-T – LOP).
NOTA: Todas as medidas subjetivas de avaliação de imagem, descritas acima, deverão ser realizadas por três observadores, e o valor resultante será a média dos três.
- n) Repetir os procedimentos descritos nos itens a até f para os valores de deslocamento de frequência (Δf) referidos no item A) das “observações iniciais” deste procedimento, anotando os resultados nas tabelas 6 (ATSC – UIT-R3) e 7 (DVB-T– UIT-R3) e 2.1.8.6 (ISDB-T – UIT-R3).
- o) Repetir os procedimentos descritos nos itens g e h para os seguintes valores de deslocamento de frequência (Δf) referidos no item A) das “observações iniciais” deste procedimento, anotando os resultados nas tabelas 6 (ATSC – UIT-R4) e 7 (DVB-T UIT-R4) e 2.1.8.6 (ISDB-T – UIT-R4).
- p) Repetir os procedimentos descritos nos itens i até l para os seguintes valores de deslocamento de frequência (Δf) referidos no item A) das “observações iniciais” deste procedimento, anotando os resultados nas tabelas 6 (ASTC – LOP), 7 (DVB-T – LOP) e 8 (ISDB-T – LOP).

2.1.8 Tabelas de resultados

TABELA 3

Nível interferente e relação de proteção para canais digitais adjacentes, co-canal e "taboo" em canal PAL-M, sistema ATSC

Bw	Frequência MHz	VALOR MÉDIO DA RELAÇÃO DE PROTEÇÃO (dB)		
		UIT-R3	UIT-R4	LOP
0	0			
1	+6			
+7	+42			
+8	+48			
+14	+84			
+15	+90			
-1	-6			
-7	-42			
-8	-48			

Nível de Referência: _____ dBm

TABELA 4

Nível interferente e relação de proteção para canais digitais adjacentes, co-canal e "taboo" em canal PAL-M, sistema DVB-T (3/4; 1/16; 2K)

Bw	Frequência MHz	VALOR MÉDIO DA RELAÇÃO DE PROTEÇÃO (dB)		
		UIT-R3	UIT-R4	LOP
0	0			
1	+6			
+7	+42			
+8	+48			
+14	+84			
+15	+90			
-1	-6			
-7	-42			
-8	-48			

Nível de Referência: _____ dBm

TABELA 5

Nível interferente e relação de proteção para canais digitais adjacentes, co-canal e "taboo" em canal PAL-M, sistema ISDB (3/4; 1/16; 4K; 0,1s)

Bw	Frequência MHz	VALOR MÉDIO DA RELAÇÃO DE PROTEÇÃO (dB)		
		UIT-R3	UIT-R4	LOP
0	0			
1	+6			
+7	+42			
+8	+48			
+14	+84			
+15	+90			
-1	-6			
-7	-42			
-8	-48			

Nível de Referência: _____ dBm

TABELA 6

Nível interferente e relação de proteção para deslocamentos de frequência em torno da frequência do canal

± Modulação: Sistema ATSC

Frequência OFF-SET	VALOR MÉDIO DA RELAÇÃO DE PROTEÇÃO (dB)		
	UIT-R3	UIT-R4	LOP
0			
+10KHz			
-10KHz			

Nível de Referência: _____ dBm

TABELA 7

Nível interferente e relação de proteção para deslocamentos de frequência em torno da frequência do canal

± Modulação: Sistema DVB-T (3/4; 1/16; 2K)

Frequência OFF-SET HZ	VALOR MÉDIO DA RELAÇÃO DE PROTEÇÃO (DB)		
	UIT-R 3	UIT-R 4	LOP
0			
1116,07			
2790,18			
4464,29			
6138,40			
-558,04			
-2232,15			
-3906,26			
-5580,37			

Nível de Referência: _____ dBm

TABELA 8

Nível interferente e relação de proteção para deslocamentos de frequência em torno da frequência do canal

Modulação: Sistema ISDB-T (3/4; 1/16; 4K; 0,1s)

Frequência OFF-SET HZ	VALOR MÉDIO DA RELAÇÃO DE PROTEÇÃO (DB)		
	UIT-R 3	UIT-R 4	LOP
0			
+496,03			
+1488,09			
+2480,15			
+3472,21			
+4464,27			
-496,03			
-1488,09			
-2480,15			
-3472,21			
-4464,27			

2.2 Interferência do sistema PAL-M no sistema digital

2.2.1 Objetivo

Este método de medida tem por objetivo avaliar a degradação produzida em um sinal digital modulado nos padrões ATSC, DVB-T ou ISDB-T interferido por um sinal analógico com modulação PAL-M.

Esta interferência é medida pela avaliação do parâmetro denominado “relação de proteção” (*protection ratio*) que é a relação em dB, entre a potência do sinal desejado e a potência do sinal não desejado (interferente).

$$\begin{aligned}\text{Relação de Proteção} &= D/U(\text{dB}) \\ D &= \text{sinal desejado (sinal digital)} \\ U &= \text{sinal não desejado (sinal PAL-M)}\end{aligned}$$

A relação de proteção será avaliada para as condições de canal adjacente inferior, canal adjacente superior, co-canal, canais “taboo” e adjacências do canal interferido.

2.2.2 Características dos parâmetros básicos

O parâmetro básico que será utilizado na determinação da Relação de Proteção será a taxa de erro de bits no limiar ou simplesmente “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

2.2.3 Valores e características iniciais

- O sinal interferente de PAL-M é obtido de um transmissor de radiodifusão ajustado para o canal 34 de UHF. Para simular todas as condições de canal interferente, o sinal de saída do transmissor é convertido, por dois circuitos misturadores (“mixers”) e dois filtros da Telonic, para a banda de frequência do referido canal interferente.
- O canal digital interferido, em qualquer dos sistemas DVB-T, ATSC ou ISDB-T, é provido por um transmissor, através de atenuadores, e alocado no canal 35 de UHF.
- O nível do sinal PAL-M na entrada do receptor digital deve ser ajustado em -30dBm . Esse nível é o da potência de pico do sincronismo e deve ser medido pelo analisador de sinais da HP (32).
- O nível do sinal proveniente do transmissor digital deve ser ajustado em -30dBm na entrada do receptor digital e deve ser medido pelo analisador de sinais da HP (32). Considerar que, para este nível, a potência do sinal PAL-M

na entrada do receptor é igual à potência do sinal proveniente do transmissor digital. É dito que essa é a condição do nível de calibração ou seja 0dB.

- A frequência do gerador de RF (19) deve ser ajustada para um deslocamento inicial de 0 (zero) MHz (co-canal).
- O transmissor PAL-M deve ter o seu canal de áudio ajustado para transmitir em estéreo empregando tons de 1kHz e desvio de frequência de 50kHz.
- O canal de vídeo do sistema PAL-M deve estar modulado a 100% por um sinal *Zone Plate* com movimento.

2.2.4 Descrição geral da medida

Para cada um dos receptores digitais utilizados, e para cada deslocamento de frequência entre os sinais interferente e interferido, a Relação de Proteção deve ser ajustada até obter os “limiares de taxa de erro” dos respectivos receptores.

2.2.5 Instrumentos utilizados

- (01) Transmissor PAL-M, canal 34
- (03) Atenuadores HP 0-120dB 355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro, Tektronix PB200
- (05) Atenuador HP 0-12dB 355C (2x)
- (06) Combinador HP 0955-0751
- (07) Divisor de sinal HP 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB; passo 0,1dB, RSP
- (14) Transmissor Digital, canal 35
- (16) Filtro Telonic 12MHz TTF600. (2x)
- (17) Mixer mini-circuit ZLW186MH
- (18) Amplificador HP8347A
- (19) Gerador RF Rohde & Schwarz, SMH
- (20) Receptor digital ATSC
- (21a) Receptor digital DVB-T
- (21b) Receptor digital ISDB-T
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V

2.2.6 “Set up” dos equipamentos

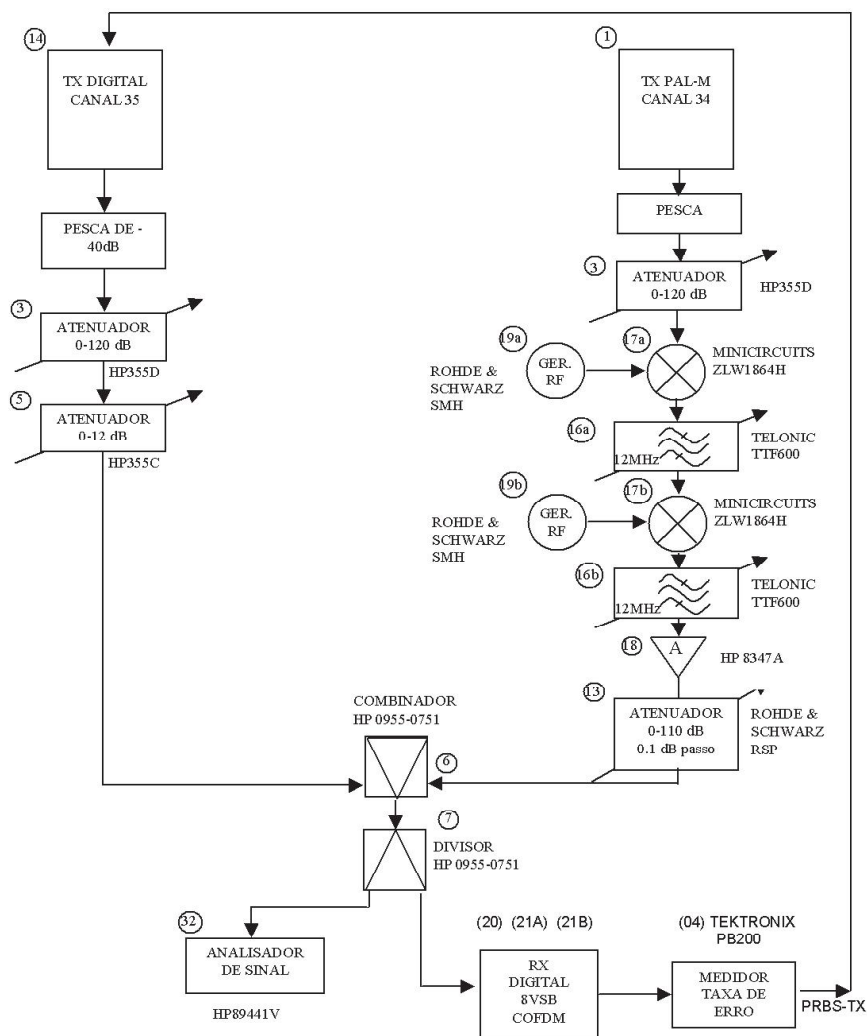


Figura 6 Interferência de canal PAL-M Adjacente Inferior no Canal Digital

2.2.7 Procedimentos de testes

O procedimento para geração de canal PAL-M interferente é semelhante ao já descrito no teste 2.1. Note-se que a frequência do gerador de RF (19) deve ser sempre 1049MHz, gerando um canal fixo de 450MHz na saída do misturador (17).

- a) Ajuste a frequência do gerador de RF (19) para produzir, na entrada do receptor, a condição de canal interferente adjacente inferior.
- b) Com os atenuadores do canal PAL-M e do canal digital, ajuste os níveis de sinal na entrada do receptor para os valores indicados no terceiro e quarto item de 2.2.3. Essa é a condição de referência.
- c) Ajuste os atenuadores do canal digital para obter uma atenuação de 20dB em relação ao nível de referência (-50dBm).
- d) Através do atenuador de canal PAL-M, eleve o nível do sinal interferente até que o medidor de taxa de erro (4) indique o valor do limiar de taxa de erro (3×10^{-6}). Para calcular a Relação de Proteção, use a expressão:

$$\text{Relação de Proteção dB} = -(20\text{dB} + \text{Elevação nível dB}) \text{ dB}$$

Anote os resultados na tabela 9.

- e) Repetir os procedimentos descritos nos itens a até d para os deslocamentos de frequência indicados abaixo:
 - A) co-canal; $\Delta f = 0\text{kHz}$.
 - B) Para o sistema DVB-T: deslocamentos de frequência em torno da frequência do canal:

$$\Delta f = +558.04\text{Hz} + n.1674,11\text{Hz}$$
 (n inteiro positivo e negativo) até Δf ficar próximo de $\pm 50\text{kHz}$.
 - C) canal adjacente superior; $\pm 6\text{MHz}$:

No caso do canal adjacente inferior, devido à presença do canal de sons no sistema PAL-M, as medições devem ser estendidas para as seguintes condições da portadora de som sem modulação, mono, estéreo e “estéreo + SAP”, sem “off-set” e também para “off set” de $\pm 10\text{kHz}$.
 - D) canais em frequência “taboo”:
 - D1) Para o sistema ATSC: $\pm 7 \text{ BW}$, $\pm 8 \text{ BW}$, $+14 \text{ BW}$, $+15 \text{ BW}$, onde $\text{BW} = 6\text{MHz}$.
 - D2) Para o sistema DVB-T: $\pm 6 \text{ BW}$, $+12 \text{ BW}$, onde $\text{BW} = 6\text{MHz}$.
Note-se que estes valores referem-se a um receptor com valores de FI do sistema europeu.
 - D3) Para o sistema ISDB-T: $+6\text{BW}$, $+7\text{BW}$, $+11\text{BW}$, $+12\text{BW}$, $+13\text{BW}$, -6BW e -7BW , onde $\text{BW} = 6\text{MHz}$.

As frequências deverão ser calculadas de acordo com a frequência de FI do receptor.

Nota 1: O filtro (16) da Telonic deve ser ajustado de tal forma que, para qualquer dos deslocamentos requeridos, o sinal desejado correspondente ao canal de RF interferente caia dentro da banda passante do filtro.

Nota 2: Referente ao cálculo da Relação de Proteção expresso no item d, haverá casos em que será necessário atenuar o nível de sinal PAL-M em vez de aumentá-lo. Essa variação de nível deve entrar com valor negativo na expressão que calcula a Relação de Proteção. Haverá também outros casos em que níveis de referência terão que ser alterados para evitar que o receptor entre em saturação ou que os níveis fiquem tão baixos que não mais possam ser avaliados com precisão pelos instrumentos de medidas.

Para todos os valores de deslocamentos de frequência apontados em e, anote os resultados das relações de proteção nas tabelas 9 a 16.

2.2.8 Resultados

TABELA 9

Interferência do sistema PAL-M (co-canal e canal adjacente) no sistema Digital

Deslocamento de frequência MHz	Relação de Proteção (dB)					
	ATSC	3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16 8K	3/4, 1/8 2K	3/4, 1/16 2K	2/3, 1/32 2K
0						
+6						
-6						

Deslocamento de Frequência MHz	Relação de Proteção (dB)				
	ISDB-T				
	3/4, 1/16, 4K 0,1s	3/4, 1/16, 8K 0,1s	2/3, 1/32, 8K 0,1s	3/4, 1/8, 2K 0,1s	3/4, 1/32, 8K 0,1s
0					
+6					
-6					

TABELA 10

Interferência para pequenos deslocamentos de frequência

Frequência OFF-SET (Hz)	Relação de Proteção (dB) Sistema ATSC
-1.116,07	
-2.790,18	
-4.464,29	
-6.138,40	
-7.812,50	
-9.486,62	
-11.160,73	
-12.834,84	
-14.508,95	

-16.183,06
+2.232,15
+3.906,26
+5.580,37
+7.254,48
+8.928,59
+10.602,70
+12.276,81
+13.950,92
+15.625,03
+17.299,14

TABELA 11

Interferência do sistema PAL-M no sistema digital ATSC para canais “taboo”

BW	Deslocamento de Freqüências	Relação de proteção (dB)
+7	+42MHz	
+8	+48MHz	
+14	+84MHz	
+15	+90MHz	
-7	-42MHz	
-8	-48MHz	

TABELA 12

Interferência do sistema PAL-M no sistema digital DVB-T para canais “taboo”, supondo que a FI do receptor seja igual à do sistema europeu

Bw	Deslocamento de Freqüências MHz	Relação de Proteção (dB)			
		3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16, 8K	2/3, 1/32, 8K	3/4, 1/8, 2K
+6	+36				
+12	+72				
-6	-36				

TABELA 13

Interferência do sistema PAL-M no sistema digital ISDB-T para canais “taboo”

Bw	Deslocamento de Freqüências	Relação de proteção (dB)				
		3/4, 1/16, 8K, 0,1s	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	3/4, 1/32, 8K, 0,1s
+6	+36MHz					
+7	+42MHz					
+11	+66MHz					
+12	+72MHz					
+13	+78MHz					
-6	-36MHz					
-7	-42MHz					

TABELA 14

Interferência do sistema PAL-M (canal adjacente inferior) em sistemas digitais para diversas configurações da portadora de som e off-set zero

Condição de Canal de Som	Relação de Proteção D/U (dB)		
	ATSC	DVB-T 3/4, 1/16, 2K	ISDB-T 3/4, 1/16, 4K, 0,1s
Estéreo+SAP - Off-set 0Hz			
Estéreo - Off-set 0Hz			
Mono - Off-set 0Hz			
Sem modulação			

TABELA 15

Interferência do sistema PAL-M (canal adjacente inferior) em sistemas digitais para diversas configurações da portadora de som e off-set +10KHz

Condição de Canal de Som	Relação de Proteção D/U (dB)		
	ATSC	DVB-T 3/4, 1/16, 2K	ISDB-T 3/4, 1/16, 4K, 0,1s
Estéreo+SAP Off set+10KHz			
Estéreo - Off set+K10Hz			
Mono - Off set+K10Hz			

TABELA 16

Interferência do sistema PAL-M (canal adjacente inferior) em sistemas digitais para diversas configurações da portadora de som e off-set -10KHz

Condição de Canal de Som	Relação de Proteção D/U (dB)		
	ATSC	DVB-T 3/4, 1/16, 2K	ISDB-T 3/4, 1/16, 4K, 0,1s
Estéreo+SAP Off-set-10KHz			
Estéreo - Off-set-10KHz			
Mono - Off-set-10KHz			

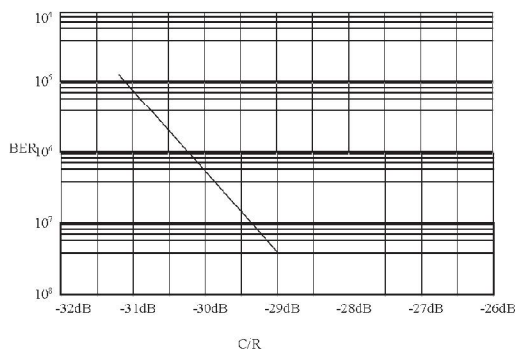


Figura 7 Aspecto do gráfico “BER x C/R”

2.3 Interferência entre dois canais de TV Digital

2.3.1 Objetivo

O principal objetivo deste teste é verificar como se comportam os sistemas DVB-T e ATSC e ISDB-T, quando um canal de TV Digital é interferido por outro canal de TV Digital, co-canal, adjacente (inferior e superior) ou canais “taboo”.

Esta interferência pode ser medida pela avaliação do parâmetro denominado “Relação de Proteção” (*protection ratio*) que é a relação em dB, entre a potência do sinal desejado (D) e a potência do sinal interferente não desejado (U).

$$\text{Relação de Proteção} = D/U(\text{dB})$$

D = Sinal desejado

U = Sinal não desejado

Neste ensaio, o sinal desejado será proveniente de um transmissor digital, e o sinal interferente será obtido do mesmo transmissor digital após a introdução, no sinal digital original, de um atraso de 1600 μ s, e de um deslocamento de frequência $\Delta f = 100\text{Hz}$. Esse procedimento é necessário para descorrelacionar os sinais “desejado” e interferente.

2.3.2 Características dos parâmetros básicos

- D = potência do sinal útil (desejado), na entrada do receptor, medida em dBm
- U = potência do sinal de canal interferente na entrada do receptor, medida em dBm
- D/U = relação de proteção em dB, $D/U = D(\text{dBm}) - U(\text{dBm})$
- BER = taxa de erro de bits
- Valores e Características Iniciais
- Potência do sinal útil (D) = -60dBm (na entrada do receptor)
- Relação sinal útil/ruído = (D/N) = superior a 50dB
- Relação de Proteção = (D/U) = superior a 50dB

2.3.3 Descrição geral da medida

Manter o nível do sinal do canal desejado invariável. Variar o nível do sinal do canal interferente até obter, no medidor de taxa de erro (04), o valor do limiar de taxa de erro (3×10^{-6}).

2.3.4 Instrumentos utilizados

- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (04) Medidor de Taxa de Erro de Bits Tektronix modelo: PB200
- (06) Combinador HP modelo: 0955-0751
- (07) Divisor de sinal HP modelo: 0955-0751 (2x)
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB passo 0,1dB modelo: RSP
- (16) Filtro Telonic 12MHz modelo: TTF600 (2x)
- (17) Mixer Mini-Circuits modelo: ZLW186MH (2x)
- (18) Amplificador HP modelo: 8347A
- (19) Gerador de RF Rohde & Schwarz modelo: SMH (2x)
- (20) Receptor ATSC
- (21a) Receptor DVB-T
- (21b) Receptor ISDB-T
- (25) Transmissor Digital canal 35 NEC (com modulador ATSC, DVB-T ou ISDB-T)
- (15) Gerador de RF Rohde & Schwarz modelo: SMY02 (2x)
- (32) Analisador de Sinal HP89441-V
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: HP355C (2x)
- (46) Atenuador BIRD modelo: ATT de 2 x 20dB
- (31) Simulador de ECO da TAS modelo: 4500

2.3.5 "Set up" dos equipamentos

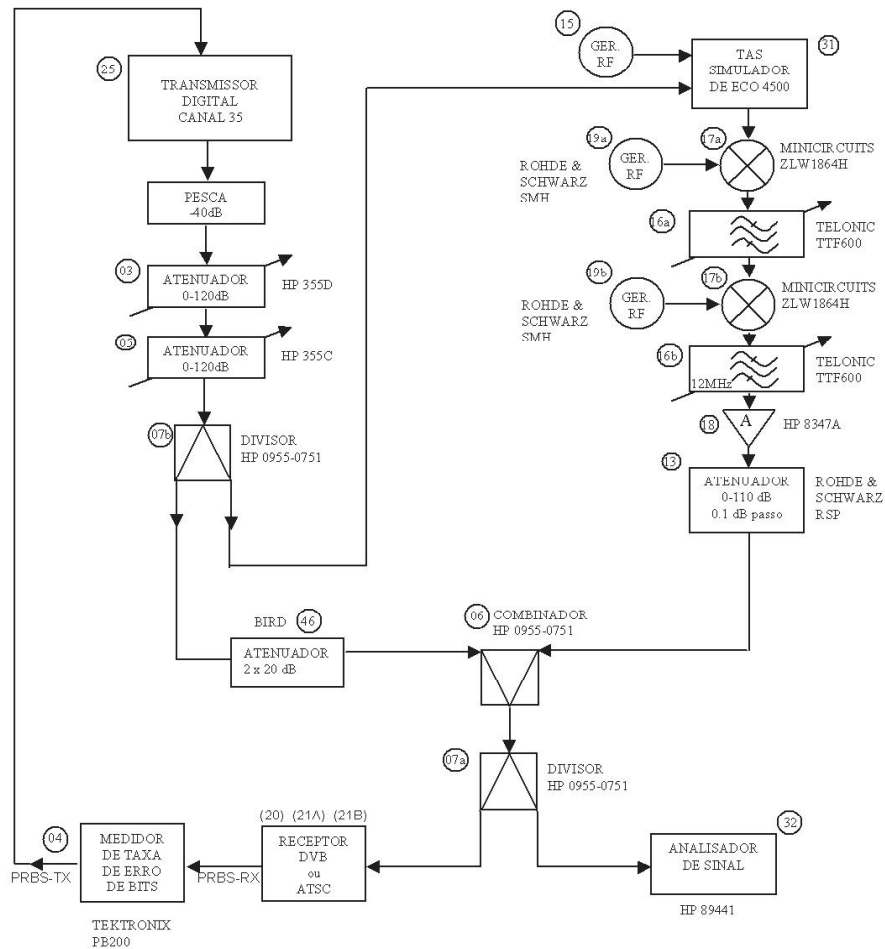


Figura 8 Interferência entre dois canais de TV Digital

2.3.6 Procedimentos de testes

- a) Com o atenuador (13) na posição de máxima atenuação, ajustar os atenuadores (3) e (5) para obter na entrada do receptor um nível de aproximadamente -60dBm . Esse é o nível de referência para o sinal desejado (interferido), ou seja, é o nível D em dBm.
- b) Ajustar o tempo de atraso do eco, no simulador de eco (31), para um valor de $1.600\mu\text{s}$. Também ajustar para um deslocamento de frequência $\Delta f = 100\text{Hz}$.

- c) Ajustar a frequência do gerador de RF (15) para uma frequência de 739MHz. O simulador de eco (31) precisa dessa referência para gerar na sua saída o canal 35 (599MHz) atrasado em 1.600µs (com $\Delta f = 100\text{Hz}$).
- d) Ajustar a frequência do gerador de RF (19) para obter na saída do filtro Telonic (16) um sinal digital modulado em torno da frequência de 450MHz ($450\text{MHz} \pm 3\text{MHz}$).
- e) Ajustar a frequência do segundo gerador de RF (19) para obter na saída do filtro Telonic (16) o sinal interferente na frequência desejada. A frequência central do filtro deve ser ajustada, em cada caso, para o valor da frequência central do canal interferente.
- f) Ajustar o atenuador (13) para que o medidor de taxa de erro (4) indique o valor do limiar de taxa de erro (3×10^{-6}).
- g) Através dos atenuadores (3) e (5), atenuar ao máximo o sinal do canal desejado e ler no analisador de sinal (32) o valor do sinal do canal interferente. Esse é o valor de U(dBm).
- h) Calcular a Relação de Proteção dada pela equação:
 $(D-U)\text{dB} = D(\text{dBm}) - U(\text{dBm})$. Colocar os resultados nas tabelas 17 (sistema ATSC), 18 (sistema DVB-T) e 19 (sistema ISDB-T).

2.3.7 Resultados

TABELA 17

ATSC -Relação de Proteção para interferência co-canal, adjacente superior e inferior e frequências "taboo"

Designação	Canal Interferente Frequência Nx B_w	Relação de Proteção (D/U) dB
Adjacente Superior	+1x B_w	
Adjacente Inferior	- 1 x B_w	
Co-canal	0x B_w	
Taboo	+15x B_w	
	+14x B_w	
	+8x B_w	
	+7x B_w	
	-7x B_w	
	-8x B_w	

$B_w = 6\text{MHz}$

TABELA 18

DVB-T - Relação de Proteção para interferência co-canal, adjacente superior e inferior e frequências “taboo”

Canal Interferente		Relação de Proteção (D/U)dB			
Designação	Frequência Nx B_w	3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16,8K	3/4, 1/8, 2K	2/3, 1/32, 8K
Adjacente Superior	+1x B_w				
Adjacente Inferior	- 1x B_w				
Co-canal	0x B_w				
Taboo	+6x B_w				
	+12x B_w				
	-6x B_w				

B_w = 6MHz

TABELA 19

ISDB-T - Relação de Proteção para interferência co-canal, adjacente superior e inferior e frequências “taboo”

Canal Interferente		Relação de Proteção (D/U) dB				
Designação	Frequência MHz	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	3/4, 1/32, 8K, 0,1s
Adjacente Superior	+1x B_w					
Adjacente Inferior	- 1 x B_w					
Co-canal	0x B_w					
“Taboo”	+13x B_w					
	+12x B_w					
	+11x B_w					
	+7x B_w					
	+6x B_w					
	-6x B_w					
	-7x B_w					

2.4 Interferência de um sinal contínuo (CW) no sistema digital

2.4.1 Objetivo

Este método de ensaio, tem por objetivo avaliar a degradação produzida em um sinal digital, modulado num dos padrões ATSC, DVB-T ou ISDB-T, interferido por um sinal contínuo (CW) ou um sinal modulado em FM por um tom de 1kHz e 25kHz de desvio.

Neste método de ensaio, a interferência é medida pela avaliação do parâmetro denominado “Relação de Proteção” que é a relação em dB entre a potência do sinal desejado e a potência do sinal interferente.

Relação de Proteção = D/U (dB)

D = Sinal desejado

U = Sinal não desejado

A medida é realizada com sinal interferente (“frequência contínua” ou “modulado em FM”) tanto na frequência central do canal digital, como em frequências deslocadas em relação à referida frequência central.

2.4.2 Características dos parâmetros básicos

O parâmetro básico utilizado na determinação da relação de proteção é o “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

2.4.3 Valores, características iniciais

- O sinal interferente "puro" ou "modulado em FM" deve provir do gerador de RF SMH da R&S (19), e deve ser injetado no atenuador da R&S de passo de 0.1dB (13).
- O canal digital interferido, seja no sistema DVB-T, ATSC ou ISDB-T, deve provir de um transmissor digital (14), cujo nível de entrada no receptor deve ser ajustado através de atenuadores.
- Ajuste inicial do nível de referência para medições de sinal interferente. Para fazer esse ajuste, deve-se desligar o sinal do canal digital no ponto A e substituí-lo por uma carga de 50 ohm (43).

O nível do sinal interferente deve ser ajustado em +1,5dBm lido pelo analisador de sinal da HP (32), atuando no atenuador (13). Deve-se anotar a posição do atenuador (13), pois ela será a referência para todas as medidas de sinal interferente.

- Ajuste inicial do nível do sinal digital na entrada do receptor.

Para fazer esse ajuste, o atenuador do sinal interferente (13) deve ser deixado na posição de “máxima atenuação”. O atenuador de 30dB (44) deve ser retirado, e o sinal proveniente do atenuador (05) deve ser ligado diretamente ao ponto A. Nessas condições, os atenuadores (03) e (05) devem ser ajustados para ter o nível de aproximadamente -25dBm no analisador de sinal (32). A seguir o atenuador de 30dB (44) deve ser recolocado no circuito e conseqüentemente, o nível de sinal na entrada do receptor pode ser calculado por: $D \text{ (dBm)} = (\text{Valor lido pelo analisador de sinal}) \text{ dBm} - 30\text{dB}$.

O valor inicial de D deve ser anotado, pois será a referência para todas as medições.

2.4.4 Descrição geral da medida

Para cada um dos sistemas digitais e para cada deslocamento de frequência entre o sinal interferente e a frequência central do canal digital, a Relação de Proteção deve ser ajustada para obter a taxa de erro de limiar (3×10^{-6}) no respectivo receptor.

2.4.5 Instrumentos utilizados

- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: HP355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix PB200
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: HP355C (2x)
- (06) Combinador HP 0955-0751
- (07) Divisor de sinal HP 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB; passo 0,1dB; modelo: RSP
- (14) Transmissor digital canal 35 NEC
- (19) Gerador RF Rode & Schwarz SMH
- (20) Receptor digital ATSC
- (21a) Receptor digital DVB-T
- (21a) Receptor digital ISDB-T
- (32) Analisador de sinal HP89441-V
- (44) Atenuador 30dB (2x)
- (43) Carga 50 ohm HP909C

2.4.6 "Set up" dos equipamentos

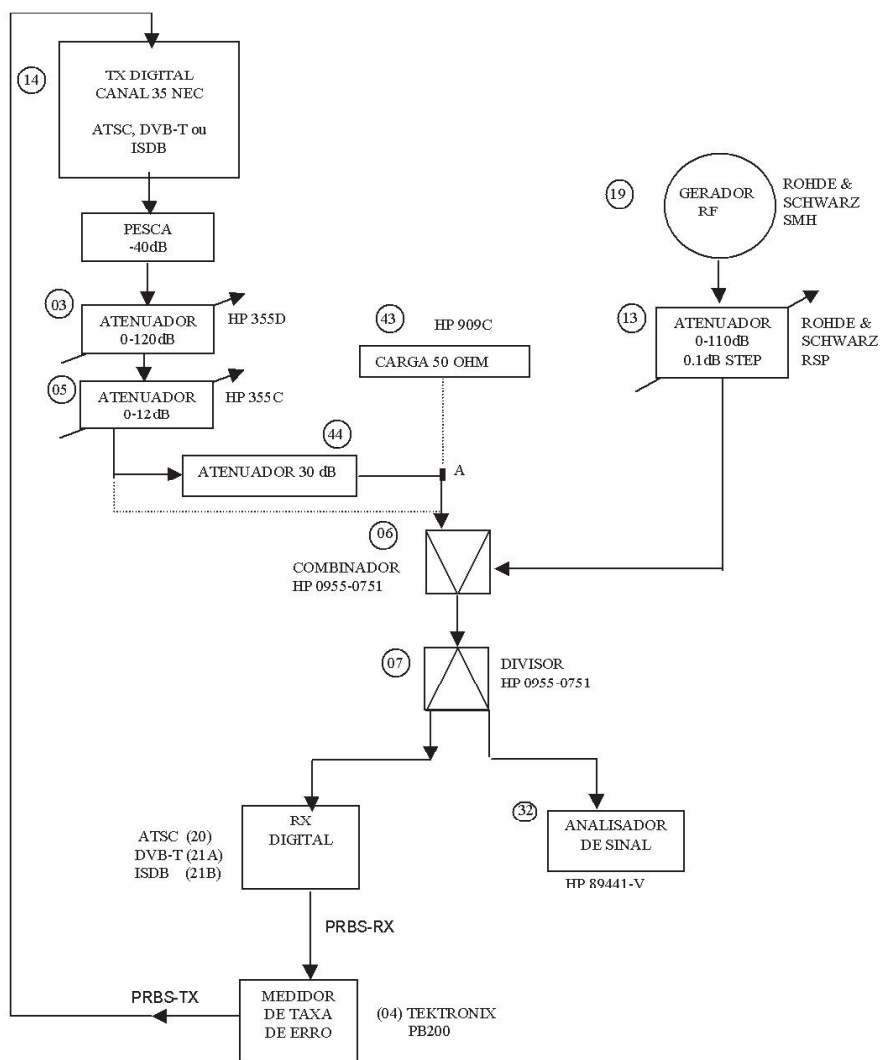


Figura 9 Interferência de um sinal contínuo (CW) no sistema digital

2.4.7 Procedimento de testes

Obs.: Os procedimentos descritos a seguir devem ser feitos primeiramente com CW "puro" e depois com modulação em FM por sinal de 1kHz com desvio de 25kHz, para os sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T.

- a) Ajustar o nível do sinal digital na condição inicial do terceiro item de 2.4.3.
- b) Ajustar a frequência do gerador de RF (19) na frequência central do canal 35 (599MHz).
- c) Atuar no atenuador (13) até obter a leitura da “taxa de erro de limiar” no medidor de taxa de erro (3×10^{-6}).
- d) Calcular o valor da potência do sinal interferente U (dBm) pela posição do atenuador (13) em relação ao valor de referência inicial do segundo item de 2.4.3.
- e) Calcular a Relação de Proteção subtraindo o valor de U (dBm) obtido em d do valor de sinal D (dBm) ajustado em a.
- f) Repetir os procedimentos c até e para deslocamentos sucessivos de 0,2MHz até ± 3 MHz e depois para deslocamentos de 0,5MHz até ± 6 MHz. Particularmente para o sistema ATSC, fazer um número maior de medições na região em torno da frequência piloto:
 $\Delta f = (-2,6\text{MHz}; -2,65\text{MHz}; -2,675\text{MHz}; -2,7\text{MHz}; -2,725\text{MHz}; -2,75\text{MHz})$.
- g) Traçar as curvas 2.4.8.1 (D/U em função de Δf para CW “puro”) e 2.4.8.2 (D/U em função de Δf para CW modulado em FM por um sinal de 1kHz com desvio de 235kHz).
- h) Para o sistema DVB-T, além das medições do item f, também fazer medições para os seguintes deslocamentos de frequência:

$$+1674,11\text{Hz} + n.3348,21 \text{ (n inteiro positivo ou negativo)}$$

Essas medições devem ser feitas até aproximadamente ± 40 KHz, para a configuração 64 QAM; 3/4; 1/16; 2K.

- i) Usando os dados do item h, traçar a curva de Relação de Proteção para pequenos deslocamentos de frequência – sistema DVB-T e ISDB-T.

2.4.8 Resultados

Gráfico 1 Relação de proteção para interferência CW em canal de TV Digital (similar à Figura 10)

Gráfico 2 Relação de proteção para interferência FM em canal de TV Digital (similar à Figura 10)

Gráfico 3 Relação de proteção para interferência CW em canal de TV Digital. Análise para off-sets pequenos DVB 64-T (QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 2K) (similar à Figura 10)

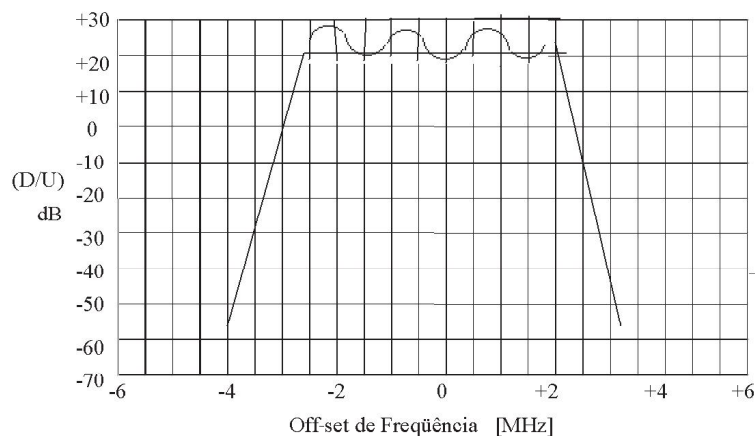


Figura 10 Formato do gráfico de interferência de canal CW no Digital

2.5 Robustez dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T perante o ruído impulsivo

2.5.1 Objetivo

Este método de medida tem por objetivo avaliar a degradação de desempenho provocada pela presença de ruído impulsivo no canal digital.

Essa degradação será avaliada pela medição do “limiar de taxa de erro”.

2.5.2 Características e parâmetros básicos

- C = potência do sinal útil, modulado na entrada do receptor, medida em dBm.
- BER = taxa de erro de bits.

2.5.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal útil (C) = aproximadamente -40 dBm.
- Relação sinal/ruído C/N = superior a 50dB (sinal forte).
- O ruído impulsivo será gerado por um equipamento Simulador de Interferência de Ignição, com janela de tempo de ruído variável de $1\mu\text{s}$ até $999\mu\text{s}$.

2.5.4 Descrição geral da medida

Serão usados dois critérios de medição:

Critério I: Mantendo o nível do sinal digital constante, para diversos valores do “tempo da janela”, variar o nível de ruído injetado na “janela” até obter, no medidor de taxa de erro, o valor do limiar da taxa de erro.

Critério II: Mantendo o nível do sinal digital constante e mantendo constante o nível de ruído injetado na “janela”, variar o tempo da “janela”, anotando o valor da leitura da taxa de erro.

2.5.5 Instrumentos utilizados

- (01) Transmissor PAL-M, canal 34
- (02) Atenuador BIRD 30dB 300AFFN30
- (03) Atenuadores HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix PB200
- (05) Atenuadores HP 0-12dB 355C (2x)
- (06) Combinadores HP 0955-0751 (2x)
- (07) Divisor HP 0955-0751
- (13) Atenuador R&S 0-110dB; passo 0,1
- (14) Transmissor digital NEC, canal 35
- (20) Receptor digital ATSC
- (21a) Receptor digital DVB-T
- (21b) Receptor digital ISDB
- (28) Receptor analógico PAL-M
- (30) Gerador de ruído TAS 420
- (24) Simulador de Interferência de Ignição
- (32) Analisador de sinal HP89441-V

2.5.6 "Set up" dos equipamentos

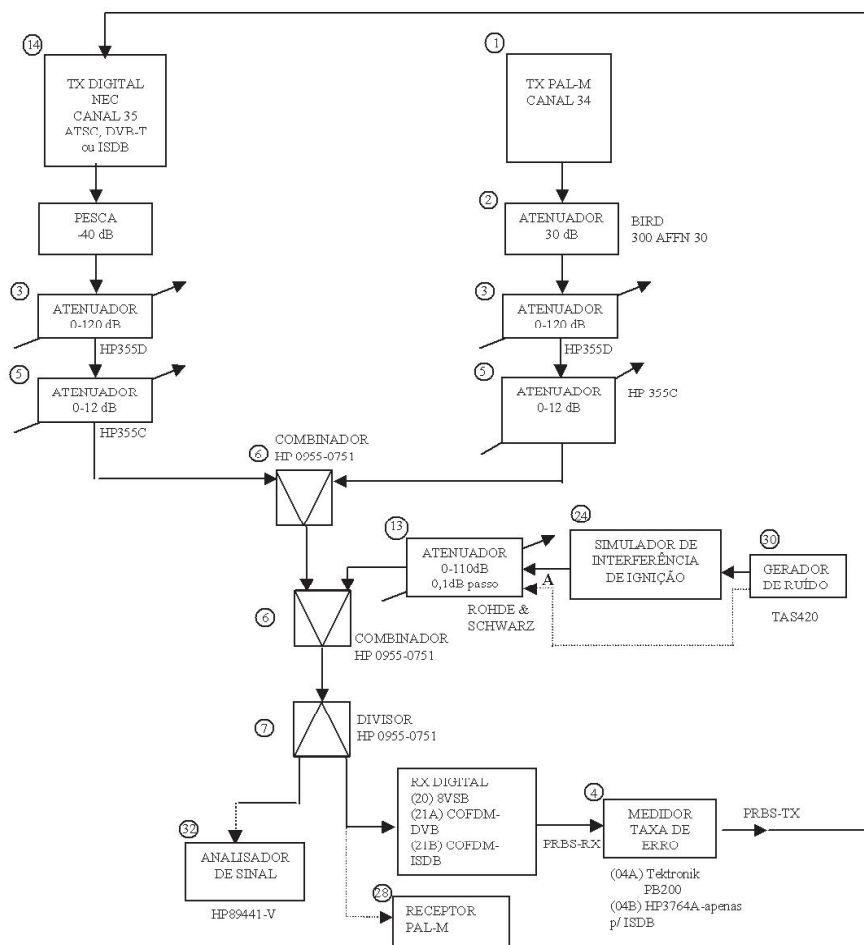


Figura 11 Robustez dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T perante ruído impulsivo

2.5.7 Procedimentos de testes

- A) Procedimento de calibração para a execução do Critério I (veja o item 2.5.4): Este procedimento tem por objeto criar um parâmetro qualitativo de referência para análise de interferência de ruído impulsivo. Para tal, o ruído impulsivo será obtido de um Simulador de Interferência de Ignição, com janela de ruído com tempo variável de 1µs até 999µs. Esse ruído assim obtido será combinado ao sinal proveniente de um transmissor PAL-M.

Adotar os seguintes procedimentos:

- A1) Atenuar ao máximo os atenuadores (03) e (05) do canal digital.
 - A2) Ajustar os atenuadores (03) e (05) do sinal PAL M para obter a potência de pico de sincronismo de aproximadamente -15dBm, lida pelo analisador de sinal (32).
 - A3) Ajustar a janela de ruído do simulador de interferência (24) para 500 μ s.
 - A4) Ligar o simulador de interferência (24). Ligar o gerador de ruído (30) e atuar sobre o atenuador (13) até que pontos brancos ocasionais se tornem visíveis na imagem observada no receptor PAL-M.
 - A5) Tirar o simulador de interferência do circuito e ligar o gerador de ruído (30) diretamente à entrada do atenuador (13) – (ponto A).
 - A6) Nas condições do item A5, medir a potência de ruído na banda de 6MHz, através do analisador de sinal (32). Anotar esse valor, pois ele será a referência para todas as medições de ruído do critério I, explicado no item 2.5.4. Também anotar a posição do atenuador (13).
- B) Critério I para avaliação da interferência no canal digital.
- Observação: Fazer este teste para diversas larguras de janela: 50 μ s, 100 μ s, 200 μ s, 300 μ s, 400 μ s, 500 μ s, 600 μ s, 700 μ s, 800 μ s e 900 μ s.
- B1) Atenuar ao máximo os atenuadores (03) e (05) do canal PAL-M, com a fonte de ruído desligada.
 - B2) Ajustar os atenuadores (03) e (05) do canal digital para ler no analisador de sinal (32) o nível de aproximadamente -40dBm. Anotar esse valor C do sinal.
 - B3) Ligar a fonte de ruído e atuar sobre o atenuador (13) até que o medidor de taxa de erro (04) acuse o limiar da taxa de erro (3×10^{-6}).
 - B4) Verificar quantos decibéis o ruído foi atenuado em relação à posição do atenuador (13) anotada no item A6. Subtraindo esse número do valor de potência de ruído medido em A6, calcular qual será o ruído na banda de 6MHz em dBm. Chamar esse ruído de “Ruído equivalente Neq”.
 - B5) Calcular a robustez (C/Neq)dB, subtraindo o valor de Neq obtido em B4, do valor do nível do sinal digital lido em B2.
 - B6) Os procedimentos descritos acima devem ser realizados para os sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T. Anotar os resultados na Tabela 18.
 - B7) Com os resultados do item B6, fazer o gráfico 1: Relação (C/Neq)dB *versus* Largura da janela do ruído impulsivo (μ s).

- C) Critério II para avaliação da interferência no canal digital.
- C1) Deixar os atenuadores (03) e (05) do sinal PAL-M no máximo.
 - C2) Deixar o atenuador (13) do ruído no máximo.
 - C3) Ajustar os atenuadores (03) e (05) do sinal digital para ler no analisador de sinal (32) o nível de aproximadamente -40dBm . Anotar esse valor e a posição dos respectivos atenuadores.
 - C4) Deixar os atenuadores (03) e (05) do sinal digital no máximo.
 - C5) Tirar o simulador de interferência do circuito e ligar o gerador de ruído (30) diretamente à entrada do atenuador (13) – ponto A.
 - C6) Nas condições do item C5, usando o analisador de sinal (32), ajustar o atenuador (13) para que a potência de ruído na banda de 6MHz do canal fique 5dB acima do nível da potência do sinal digital medido no item C3.
 - C7) Inserir o simulador de interferência novamente no circuito e voltar os atenuadores (03) e (05) do sinal digital para a posição obtida no item C3.
 - C8) Nas condições do item C7, variar o tempo da janela do simulador de ruído entre $10\mu\text{s}$ e $800\mu\text{s}$, sempre anotando a correspondente leitura do medidor de taxas de erro.
 - C9) Com os resultados do item C8, fazer o gráfico 2: Taxa de erro de bits *versus* Largura da janela de ruído (μs).

2.5.8 Resultados

TABELA 20

Robustez à interferência de ruído impulsivo

Janela μs	Robustez					
	8VSB	DVB-T		ISDB-T 64QAM		ISDB-T 64QAM
		3/4, 1/16,2K	3/4, 1/16,8K	3/4, 1/8,2K	2/3,1/32, 8K	3/3, 1/16, 4K, 0,1s
50						
100						
150						
200						
300						
400						
500						
600						
700						
800						
900						

Gráfico 1 (C/Neq)dB *versus* Largura da janela do ruído impulsivo (similar à Figura 12)

Gráfico 2 Taxa de erro de bits *versus* Largura da janela de ruído (μs) (similar à Figura 12)

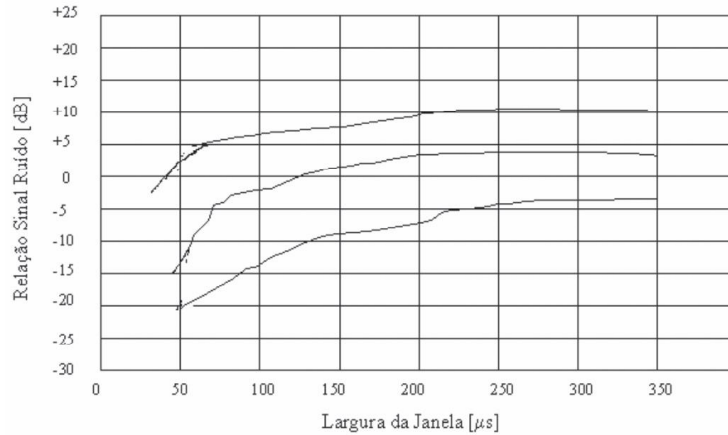


Figura 12 Formato do gráfico da interferência do ruído impulsivo no sinal de TV

2.6 Interferência simultânea de canal digital e ruído em canal analógico PAL-M

2.6.1 Objetivo

Este método de medida tem por objetivo avaliar a degradação produzida em um sinal analógico PAL-M pela interferência simultânea de um sinal digital e de ruído gaussiano.

O canal digital interferente pode ser do tipo: adjacente inferior, adjacente superior, co-canal e canais “taboo”, e o transmissor deve ser modulado com uma seqüência PRBS (223-1).

Nesta avaliação de degradação, a variável independente é a relação entre a potência do sinal interferido (PAL-M) e a potência do ruído interferente (C/N); a variável dependente é a relação entre a potência do sinal interferido e a potência do sinal interferente (C/I); a variável parametrizada é representada pelos três níveis de qualidade da imagem, ou seja ITU-R grau 3, ITU-R grau 4 e Limite da Perceptibilidade (LOP). Assim, para cada condição de canal interferente (co-canal, adjacente superior etc.) devem ser geradas três curvas, uma para cada grau de qualidade da imagem.

2.6.2 Características dos parâmetros básicos

Os parâmetros básicos na determinação da relação entre C/N e C/I , parametrizada no grau de qualidade da imagem, são os seguintes:

- C/N (dB) = relação, em dB, entre a potência de pico de sincronismo do sinal interferido (PAL-M) e a potência do ruído gaussiano, na entrada do receptor, medida na faixa de ruído do receptor (considerar esta faixa como 6MHz).
- C/I (dB) = relação, em dB, entre a potência de pico de sincronismo do sinal interferido (PAL-M) e a potência do sinal interferente (digital), na entrada do receptor.
- Método de comparação subjetiva nível 3 do UIT-R (*White Noise graded UIT-R level 3*).
- Método de comparação subjetiva nível 4 do UIT-R (*White Noise graded UIT-R level 4*).
- Limite de Perceptibilidade (LOP).

Os valores oriundos dos métodos 3 e 4 do UIT-R fornecem, aproximadamente, imagens equivalentes ao grau 3 e ao grau 4 de qualidade.

2.6.3 Valores e características iniciais

- Receptores comerciais PAL-M: em número de três com menos de cinco anos de uso e dotados de sintonizadores a varactor.
- Deslocamento inicial da frequência: 0 (zero) MHz (interferência co-canal).
- Número de observadores treinados: três – cada observador analisa individualmente o receptor em teste – o resultado final é a média das três análises.
- Sinal de som do sistema PAL: o gerador do sinal PAL-M deve ter o canal de áudio ajustado para transmitir em “estéreo”, empregando tons de 1kHz e desvio de frequência de 50kHz.
- Os sinais interferentes de HDTV, seja no sistema DVB-T, ATSC ou ISDB-T, devem provir do transmissor digital de HDTV, através de atenuadores e circuitos conversores de frequência.
- O nível inicial do sinal PAL-M de entrada nos receptores deve ser ajustado para um nível ao redor de -30dBm (valor no pico de sincronismo).
- O sinal PAL-M deve ser gerado por um transmissor.
- As potências dos sinais de televisão digital e a potência de pico de sincronismo do sinal PAL-M devem ser medidas em dBm sobre uma carga de 50 ohms com a utilização do analisador de sinal da HP modelo 89441-V.
- A imagem a ser usada no sistema PAL-M como referência para a análise subjetiva de qualidade deverá ser a de barras coloridas.

2.6.4 Descrição geral da medida

Primeiramente deve-se, para cada grau de qualidade da imagem, (graus 3, 4 e LOP) determinar os valores-limite de C/N (dB) para $I \rightarrow \text{zero}$ ($C/I \rightarrow \infty$) e C/I (dB) para $N \rightarrow \text{zero}$ ($C/N \rightarrow \infty$).

Após isso, deve-se fixar N, definindo assim uma relação C/N dentro dos limites determinados acima e variar I até que a imagem apresente o desejado grau de qualidade.

Para um dado grau de qualidade, deve-se determinar as relações C/I em função de C/N e plotá-las em gráfico.

2.6.5 Instrumentos utilizados

- (01) Transmissor PAL-M, canal 34
- (02) Atenuador Bird 30dB modelo: 300AFFN30 (2x)
- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (06) Combinadores HP modelo: 0955-0751.(2x)
- (07) Divisores de sinal HP modelo: 0955-0751(2x)
- (10) Receptor PAL-M 1
- (11) Receptor PAL-M 2
- (12) Receptor PAL-M 3
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB, passo 0,1dB modelo: RSP
- (14) Transmissor Digital, canal 35
- (17) Mixers Mini-Circuits modelo:ZLW186MH (2x)
- (16) Filtros Telonic 12MHz modelo: TTF600 (2x)
- (18) Amplificador HP modelo: 8347 A
- (19) Gerador de RF Rohde & Schwarz modelo: SMH (2x)
- (30) Gerador de Ruído da TAS modelo: 420
- (32) Analisador de Sinal HP 89441V
- (33) Chave Coaxial RF 1 pólo, 2 posições
- (45) Divisor 1:3 75ohms – Thevear
- (46) Atenuador fixo Bird de 30dB 2 A-MNF-30
- (47) Atenuador fixo Bird de 20dB. 2 A-MNF-20

2.6.6 “Set up” dos equipamentos

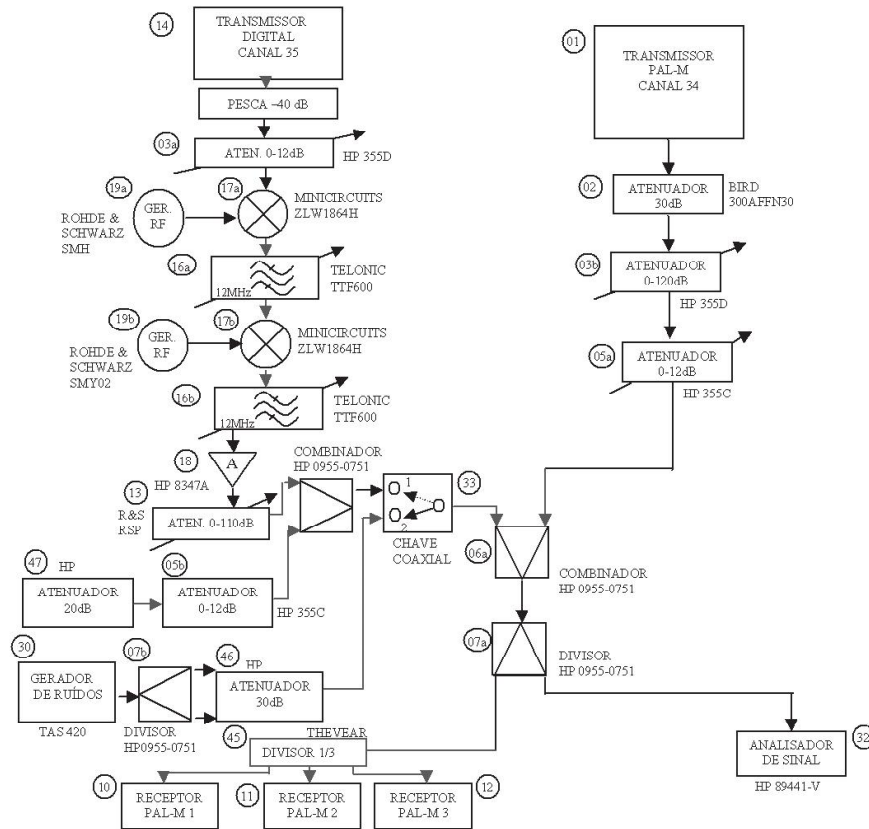


Figura 13 Esquema para teste de interferência de canal digital e ruído em canal PAL-M

2.6.7 Procedimentos de testes

Observação: Este procedimento é semelhante ao já descrito no item 2.1, exceto pelo fato de estar sendo acrescentado ruído gaussiano ao sinal interferente.

A) Interferência co-canal

- A1) Com a chave coaxial (33) na posição 1, com os atenuadores do sistema digital na posição de máxima atenuação, e o gerador de ruído (30) desligado, ajuste os atenuadores do sistema PAL-M até produzir um nível de aproximadamente -30dBm na entrada do receptor 1 (10), lido pelo analisador de sinal (32). Tome esse nível como referência (C).

- A2) Com a chave coaxial (33) na posição 2 e os atenuadores do sistema PAL-M na posição de máxima atenuação, ajuste o nível do gerador de ruído para, na entrada do receptor PAL-M, produzir um nível de 33dB abaixo do nível de referência obtido em A1 e lido pelo analisador (32). Voltar os atenuadores do sistema à posição anterior determinada em A1. Isso produz no receptor PAL-M (10) uma imagem com qualidade correspondente ao nível 3.
- A3) Voltar a chave coaxial (33) para a posição 1, ajustar os atenuadores do sistema digital para a posição de máxima atenuação e ajustar a potência do gerador de ruído, através do atenuador (56), para produzir no receptor 1 (10) uma imagem mais próxima possível da obtida no item A2. Alternar a chave (33) entre as posições 1 e 2 até conseguir o maior grau de semelhança possível. Anotar agora, lida em (32), a potência de ruído (N).
- A4) Com os valores de C e N, lidos, respectivamente, em A1 e A3, calcular a relação C/N (dB) para a condição de $I=0$, ou seja $C/I=\infty$.
- A5) Desligar o gerador de ruído (30) e com a chave coaxial (33) na posição 1 ajustar os atenuadores do sistema digital até produzir no receptor 1 (10) a imagem mais próxima possível da obtida no item A2. Alternar a chave (33) entre as posições 1 e 2 até conseguir o maior grau de semelhança possível. Anotar agora, lida em 32, a potência do sinal interferente (I).
- A6) Com os valores de C e I, lidos, respectivamente, em A1 e A5, calcular a relação C/I(dB) para a condição de $N=0$, ou seja $C/N=\infty$.
Os itens A4 e A6 estabelecem os limites de C/N e C/I a serem aplicados.
- A7) Repetir os itens A3, A4 e A5 para condições intermediárias entre as estabelecidas em A4 e A6 definindo C como valor fixo e imutável e, para um dado N, variar a potência do sinal interferente I até que a imagem obtida em (10) seja do grau 3.
- A8) Determinar as relações C/N(dB) e C/I(dB), provindas de A7.
- A9) Repetir os procedimentos descritos em A2 até A8 para os receptores 2(11) e 3(12).
- A10) Determine a média dos valores encontrados para os três receptores e coloque os resultados em um gráfico para os três sistemas: ATSC, DVB-T e ISDB-T.
- A11) Repetir os procedimentos descritos em A2 até A10 para imagens do grau 4 ou seja, para uma relação sinal/ruído de 37,5dB na entrada do receptor PAL-M (veja o item A2).
- A12) Repetir os procedimentos descritos em A2 até A10 para imagens LOP, ou seja, no limite de perceptibilidade dos receptores PAL-M.
- B) Repetir os itens A2 e A12 para as medidas de canais adjacente superior e inferior.

2.6.8 Resultados

Gráfico 1 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Co-canal (ATSC)

Gráfico 2 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Adjacente Inferior (ATSC)

Gráfico 3 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Adjacente Superior (ATSC)

Gráfico 4 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Co-canal (DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 1/16 2K)

Gráfico 5 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Adjacente Superior (DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 1/16 2K)

Gráfico 6 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Adjacente Inferior (DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 1/16 2K)

Gráfico 7 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Co-canal (ISDB-T - 64 QAM FE 3/4 1/16 4K INT 0,1s)

Gráfico 8 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Adjacente Superior (ISDB-T- 64 QAM FEC 3/4 1/16 4K INT 0,1s)

Gráfico 9 Relação C/I em função da relação C/N (similar à Figura 14)

Interferente: Adjacente Inferior (ISDB-T- 64 QAM FEC 3/4 1/16 4K INT 0,1s)

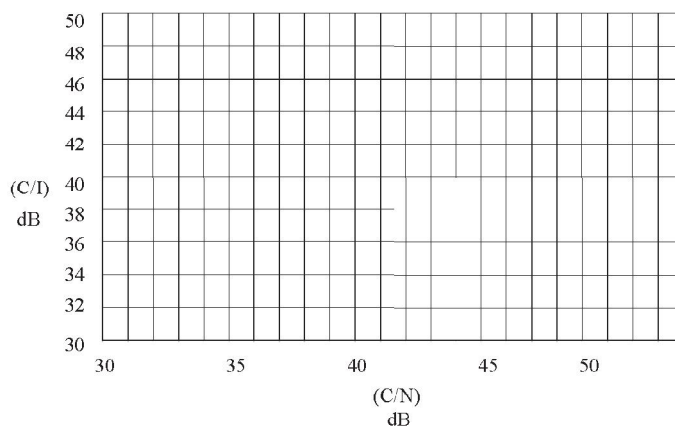


Figura 14 Formato do gráfico de interferência simultânea de digital e ruído em canal analógico

2.7 Interferência simultânea de canal analógico PAL-M e ruído em canal digital

2.7.1 Objetivo

Este método de medida tem por objetivo avaliar a degradação produzida em um sinal digital interferido simultaneamente por um sinal analógico PAL-M e por ruído gaussiano.

O canal analógico interferente pode ser do tipo: adjacente inferior, adjacente superior e co-canal.

Nesta avaliação de degradação, a variável independente é a relação entre a potência do sinal interferido (digital) e a potência do ruído interferente, ou seja C/N (dB), a variável dependente é a taxa de erro de bits (BER) do sistema digital e a variável parametrizada é representada pela relação entre a potência do sinal interferido e a potência do sinal interferente (C/I (dB)). Assim, para cada valor escolhido de C/I (dB), será gerada uma curva de BER em função de C/N (dB).

2.7.2 Características dos parâmetros básicos

Os parâmetros básicos na determinação da relação entre C/N e BER, parametrizada na relação C/I , são os seguintes:

- C/N (dB) = relação, em dB, entre a potência do sinal interferido (digital) e a potência do ruído gaussiano, na entrada do receptor, medida na faixa de ruído do receptor (considerar esta faixa como 6MHz).
- BER = Taxa de erro de bits do sistema digital, medida na saída do demodulador, na interface com o decodificador/decompressor MPEG-2.
- C/I (dB) = relação em dB, entre a potência do sinal interferido (digital) e a potência do sinal interferente (PAL-M).

2.7.3 Valores e características iniciais

- O sinal interferente PAL-M é obtido de um transmissor *broadcasting*, ajustado para o canal 34.

Para simular todas as condições de canal interferente, o sinal de saída do transmissor é convertido por dois circuitos misturadores e dois filtros Telonic para a banda de frequência do referido canal interferente.

- O canal digital interferido, seja no sistema DVB-T, ATSC ou ISDB-T, é provido por um transmissor digital alocado no canal 35.

- O nível do sinal proveniente do transmissor digital deve ser ajustado na entrada do receptor digital para aproximadamente -30dBm.
- As frequências dos geradores de RF (19) e (15) devem ser ajustadas para a condição de interferência co-canal, ou seja, para um deslocamento inicial de frequência de 0 (zero) MHz.
- O transmissor PAL-M deve ter a portadora de áudio modulada em estéreo por tons de 1kHz e desvio de frequência de 50kHz.
A portadora de vídeo do sistema PAL-M deve estar modulada a 100% por um sinal *Zone Plate* com movimento.

2.7.4 Descrição geral da medida

Para um dado valor parametrizado de C/I (dB), variar a potência de ruído N (mantendo C constante) e ler a correspondente BER.

Traçar a curva BER em função de C/N (dB) para o respectivo valor de C/I (dB) parametrizado. Dessa forma, tem-se uma curva para cada valor parametrizado de C/I (dB).

2.7.5 Instrumentos utilizados

- (01) Transmissor PAL-M, canal 34
- (03) Atenuador HP 0-120dB 355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro, Tektronix PB200
- (05) Atenuador HP 0-12dB 355C (2x)
- (35) Combinador HP 0955-0751
- (06) Combinador HP 0955-0751
- (07) Divisor de sinal HP 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB; passo 0,1dB, RSP
- (14) Transmissor Digital, canal 35
- (16) Filtro Telonic 12MHz TTF600 (2x)
- (17) Mixer Mini-Circuit ZLW186MH
- (18) Amplificador HP8347 A
- (19) Gerador RF Rohde & Schwarz, SMH
- (20) Receptor digital ATSC
- (21a) Receptor digital DVB-T
- (21b) Receptor digital ISDB-T
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V
- (30) Gerador de ruído TAS 420
- (15) Gerador de RF Rohde & Schwarz, modelo SMY02

2.7.6 "Set up" básico das medidas

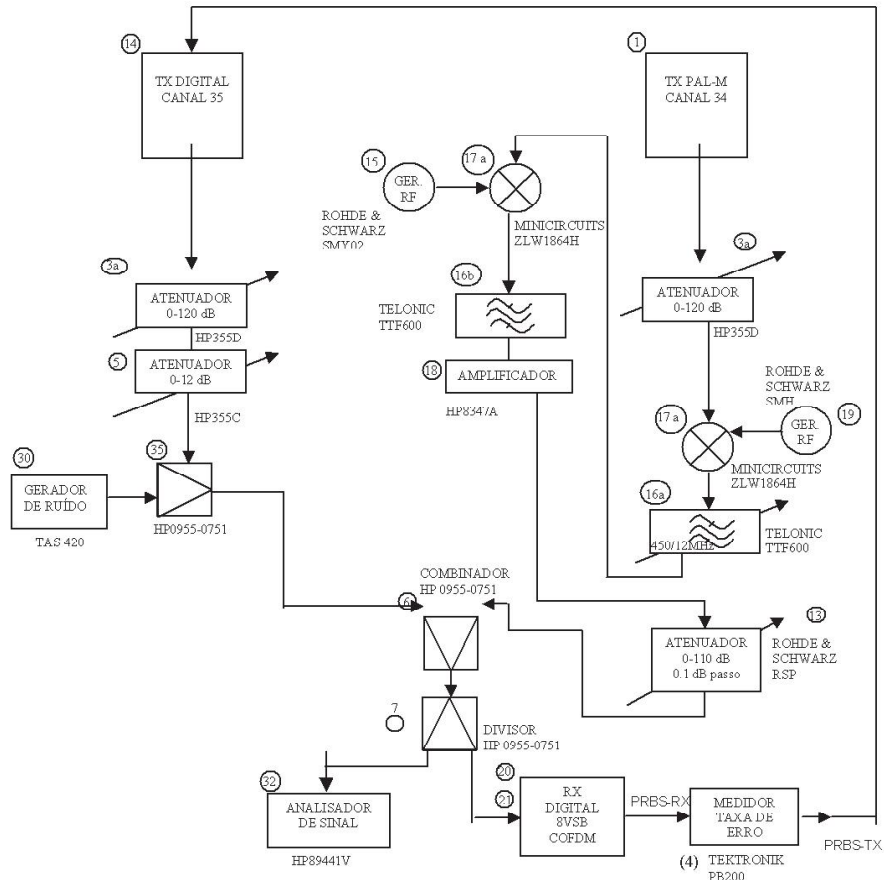


Figura 15 Interferência simultânea de canal analógica PAL-M e ruído em canal digital

2.7.7 Procedimentos de testes

A) Interferência co-canal

- A1) Com os atenuadores do sistema PAL-M na posição de máxima atenuação e o gerador de ruído (30) desligado, ajuste os atenuadores do sistema digital para que a potência do sinal digital, lida pelo analisador de sinal (32), seja de aproximadamente -30dBm. Anote a posição desses atenuadores.
- A2) Ligue o gerador de ruído (30) e ajuste o seu nível até a BER indicada em (04) ser igual a menor possível de ser medida BER. Determine o valor de C/N (dB) para essa BER mínima.

Repita o descrito anteriormente para o BER limite superior possível de ser medido e determine o valor de C/N (dB) para esta BER máxima. Nesse caso tem-se os pontos limites da curva de $BER \times C/N$ (dB) para C/I (dB) = ∞ .

A3) Repita o item A2 para valores intermediários de C/N (dB). Coloque os valores em gráfico.

Tem-se já uma curva completa de $BER \times C/N$ para C/I (dB) = ∞ .

A4) Desligue o gerador de ruído (30) e, com os atenuadores do sistema digital na posição de máxima atenuação, atue sobre os atenuadores do sistema PAL-M até que a potência do sinal interferente corresponda ao valor da curva parametrizada de C/I indicada pela relação R1 (1º valor parametrizado).

A5) Volte os atenuadores do sistema digital à posição ajustada em A1.

A6) Ligue o gerador de ruído (30) e repita os itens A2 e A3 até obter todos os valores de $BER \times C/N$ (dB) para a curva de C/I parametrizada como R1.

A7) Repita os itens A2 até A6 para todos os outros valores parametrizados de C/I ou seja, de R2 a Rx (último valor parametrizado). Com esses valores construa um gráfico.

B) Repita os itens A1 até A7 ajustando o gerador de RF (15) e o filtro Telonic (16b) para as condições de canais adjacentes superior e inferior.

2.7.8 Resultados

Gráfico 1 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Co-canal - ATSC

Gráfico 2 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Adjacente Inferior - ATSC

Gráfico 3 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Adjacente Superior - ATSC

Gráfico 4 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Co-canal

DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 2K

Gráfico 5 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Co-canal

Off-set de frequência = 16,183kHz

DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 2K

Gráfico 6 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Analógico Adjacente Inferior

DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 2K

Gráfico 7 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Analógico Adjacente Superior
 DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 2K

Gráfico 8 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Co-canal
 DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 8K

Gráfico 9 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Analógico Adjacente Inferior
 DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 8K

Gráfico 10 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Analógico Adjacente Superior
 DVB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 8K

Gráfico 11 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Analógico Adjacente Inferior
 ISDB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 MODE 2 (4K) INT 2 (0,1s)

Gráfico 12 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Analógico Adjacente Inferior
 ISDB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 MODE 2 (4K) INT 2 (0,1s)

Gráfico 13 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Analógico Adjacente Superior
 ISDB-T - 64 QAM FEC 3/4 GI 1/16 MODE 2 (4K) INT 2 (0,1s)

Gráfico 14 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Co-canal

Gráfico 15 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Adjacente Inferior

Gráfico 16 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 16)

Sinal Interferente = Adjacente Superior

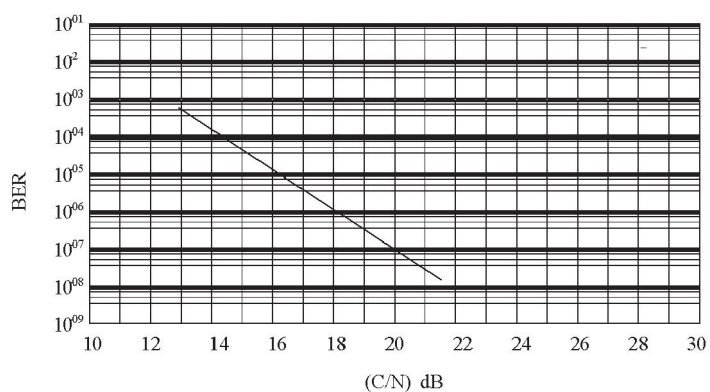


Figura 16 Formato do gráfico da taxa de erro em função da relação sinal ruído

2.8 Interferência simultânea de canal digital e ruído em canal digital

2.8.1 Objetivo

Este método de medida tem por objetivo avaliar a degradação produzida em um sinal digital, interferido simultaneamente por um outro sinal digital e por ruído gaussiano.

O canal digital interferente pode ser do tipo adjacente inferior, adjacente superior e co-canal.

Nesta avaliação de degradação, a variável independente é a relação entre a potência do sinal interferido (Digital) e a potência do ruído interferente N , ou seja C/N (dB), a variável dependente é a taxa de erro de bits (BER) do sistema digital interferido e a variável parametrizada é representada pela relação entre a potência do sinal interferido e a potência do sinal interferente (C/I (dB)).

Assim, para cada valor escolhido de C/I (dB), será gerada uma curva de BER função de C/N (dB).

2.8.2 Características dos parâmetros básicos

Os parâmetros básicos na determinação da relação entre C/N e BER, parametrizada na relação C/I são os seguintes:

- C/N (dB)= Relação em dB, entre a potência do sinal interferido (Digital) e a potência do ruído gaussiano, na entrada do receptor.
- BER= Taxa de erro de bits do sistema digital interferido, medida na saída do demodulador, na interface com o decodificador/decompressor MPEG-2.
- C/I (dB)= Relação, em dB, entre a potência do sinal interferido (Digital) e a potência do sinal interferente (Digital).

2.8.3 Valores, características iniciais

- O sinal interferente é obtido descorrelacionando o sinal do transmissor digital conforme indicado na Figura 17.
- O canal digital interferido, seja no sistema DVB-T, ATSC ou ISDB-T, é provido pelo mesmo transmissor digital alocado no canal 35.
- O nível do sinal digital interferido (canal 35) deve ser ajustado em -30dBm na entrada do receptor digital, medido pelo Analisador de Sinal (32).

- A frequência do gerador de RF (19b) deve ser ajustada para a condição de interferência co-canal ou seja, para um deslocamento inicial de frequência de 0 (zero) MHz.
- Os dois sinais digitais devem estar modulados por seqüências PRBS 15 descorrelacionadas pelo Simulador de Eco (31).

2.8.4 Descrição geral da medida

Para um dado valor parametrizado de C/I (dB), variar a potência de ruído N (mantendo constante C/I) e ler a correspondente BER. Traçar a curva BER em função de C/N (dB) para o respectivo valor de C/I (dB) parametrizado. Dessa forma, tem-se uma curva para cada valor parametrizado de C/I (dB).

2.8.5 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor digital canal 35 (NEC)
- (3) Atenuadores HP 0-120dB modelo 355D (2x)
- (4) Medidor de taxa de erro Tektronix PB200
- (6) Combinadores HP 0955-0751 (2x)
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB; passo 0,1dB; modelo: RSP
- (16) Filtros Telonic 12MHz modelo: TTF600 (2x)
- (17) Mixers Mini Circuits modelo: ZLW 186 MH (2x)
- (18) Amplificador HP modelo: 8347 A
- (19) Gerador RF Rode & Schwarz SMH
- (20) Receptor digital ATSC
- (21a) Receptor digital DVB-T
- (21b) Receptor digital ISDB-T
- (30) Gerador de Ruído TAS modelo: TAS420
- (32) Analisador de Sinal HP modelo: 89441V
- (31) Simulador de ECO: TAS 4500
- (15) Gerador de RF Rohde & Schwarz SMY02 (2x)

2.8.6 "Set up" dos equipamentos

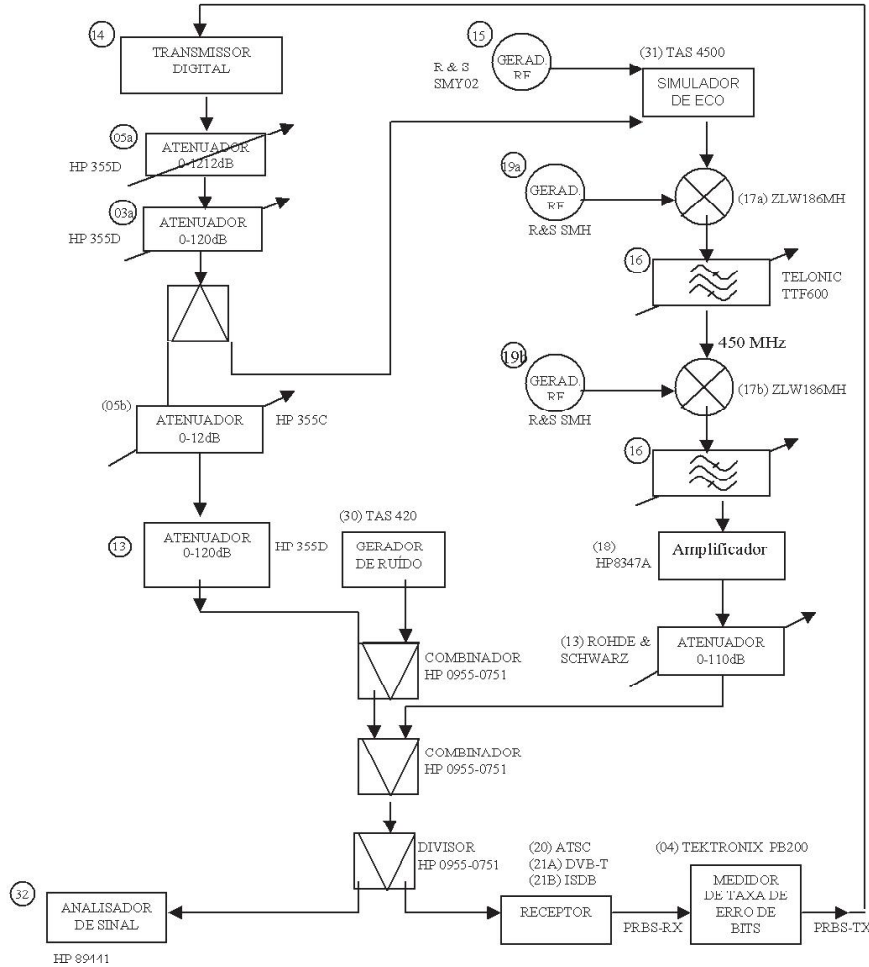


Figura 17 Set up para interferência simultânea de canal digital e ruído em canal digital

2.8.7 Procedimento de testes

A) Interferência co-canal

- A1) Com os atenuadores do Sistema Digital interferente na posição de máxima atenuação e o gerador de ruído (30) desligado, ajustar os atenuadores do sistema digital interferido para que a potência do sinal digital lida pelo analisador de sinal (32) seja aproximadamente -30dBm. Anotar a posição desses atenuadores.

- A2) Ligar o gerador de ruído (30) e ajustar o seu nível até a BER indicada ser igual à BER limite inferior (BER mínima). Determinar o valor de C/N (dB) para a BER mínima.
Repetir o descrito acima para a BER limite superior e determinar o valor de C/N (dB) para esta BER máxima. Nesse caso, têm-se os pontos-limite da curva de BER X C/N (dB) para C/I (dB) = ∞.
- A3) Repetir o item A2 para valores intermediários de C/N (dB). Colocar os valores em gráfico. Tem-se então uma curva completa de BER X C/N para C/I (dB) = ∞.
- A4) Desligar o gerador de ruído (30) e, com os atenuadores do sistema digital interferido na posição de máxima atenuação, atuar sobre os atenuadores do sistema digital interferente até que a potência do sinal interferente corresponda ao valor da curva parametrizada de C/I, indicada pela relação R1 (1º valor escolhido).
- A5) Voltar os atenuadores do sistema digital interferido à posição ajustada em A1.
- A6) Ligar o gerador de ruído (30) e repetir os itens A2 e A3 até obter todos os valores de BER X C/N (dB) para a curva de C/I parametrizada como R1.
- A7) Repetir os itens A2 até A6 para todos os outros valores parametrizados de C/I, ou seja, de R2 a Rn (último valor parametrizado).
Com esses valores construir um gráfico.
- B) Repetir os itens A1 até A7 ajustando o gerador de RF(19b) e o filtro Telonic (16) para as condições de canais adjacentes superior e inferior.

2.8.8 Resultados

Gráfico 1 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Co-canal
ATSC

Gráfico 2 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Adjacente Inferior
ATSC

Gráfico 3 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Adjacente Superior
ATSC

Gráfico 4 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Co-canal
DVB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 2K)

Gráfico 5 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Adjacente Inferior
DVB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 2K)

Gráfico 6 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Adjacente Superior
DVB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 2K)

Gráfico 7 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Co-canal
DVB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 8K)

Gráfico 8 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Adjacente Inferior
DVB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 8K)

Gráfico 9 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Adjacente Superior
DVB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 8K)

Gráfico 10 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Co-canal
ISDB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 4K, 0,1s)

Gráfico 11 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Adjacente Inferior
ISDB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 4K, 0,1s)

Gráfico 12 Gráfico de taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído (similar à Figura 18)

Sinal Interferente = Adjacente Superior
ISDB-T (64 QAM, FEC 3/4, GI 1/16, 4K, 0,1s)

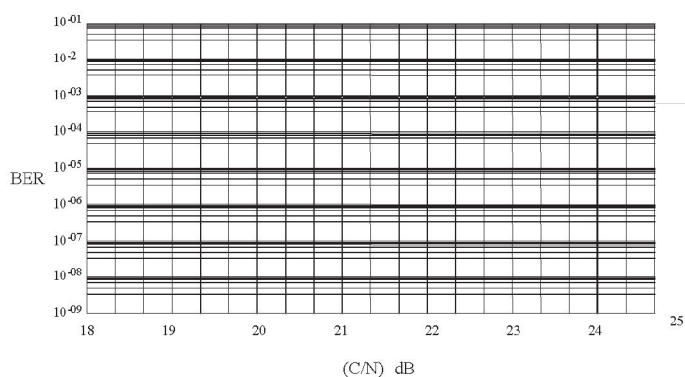


Figura 18 Formato do gráfico da taxa de erro versus relação sinal ruído

3 ROBUSTEZ DOS SISTEMAS DE TV DIGITAL A INTERFERÊNCIAS

Este bloco de ensaios visa a avaliar a robustez dos sistemas de TV Digital ATSC, DVB-T e ISDB-T na presença de interferências.

3.1 Interferências por multipercurso (eco ou fantasma) sem a presença de ruído interferente

3.1.1 *Objetivo*

“Eco” ou “Fantasma” é um sinal do transmissor que chega ao receptor através de reflexões em prédios, morros, ou qualquer superfície refletora, e se superpõe ao sinal principal. Podem ocorrer dois tipos de eco: “Pós-eco” e “Pré-eco”.

No “Pós-eco”, o sinal que chega atrasado é o mais fraco. No “Pré-eco”, o sinal que chega adiantado é o mais fraco.

Nessas medições será definido o “Nível de Eco” como a relação entre o nível de potência do sinal eco e o nível de potência do sinal principal quando a taxa de erro (BER = Bit Error Rate) for igual ao “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

O objetivo deste método de ensaio é avaliar o grau de tolerância do sistema de TV Digital ATSC, DVB-T ou ISDB-T à presença de ecos interferentes.

3.1.2 *Característica dos parâmetros básicos*

- D = potência do sinal principal
- E = potência do sinal “Eco”
- E/D = Nível de Eco = Relação entre o sinal “Eco” e o sinal principal
 $E/D \text{ (dB)} = E \text{ (dBm)} - D \text{ (dBm)}$
- BER = taxa de erro de bits

3.1.3 *Valores e característica iniciais*

- Potência do sinal principal = -30dBm .
- Relação sinal/ruído C/N, onde C é a potência do sinal digital medida na entrada do receptor (sinal principal + sinal “Eco”): superior a 50dB .

3.1.4 Descrição geral da medida

Para os diversos tempos de atraso selecionados, variar a amplitude do sinal interferente (ECO) até a taxa de erro apresentar valor igual ao limiar de taxa de erro (3×10^{-6}).

3.1.5 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor digital, canal 35 – NEC
- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (31) Simulador de Eco TAS modelo: TAS4500
- (07) Divisor de Sinal HP modelo: 0955-0751
- (20) Receptor digital ATSC –
- (21a) Receptor digital DVB-T
- (21b) Receptor digital ISDB-T
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix modelo: PB200
- (32) Analisador de Sinal HP89441-V
- (05) Atenuador 0-12dB modelo 355C (2x)

3.1.6 "Set up" dos equipamentos

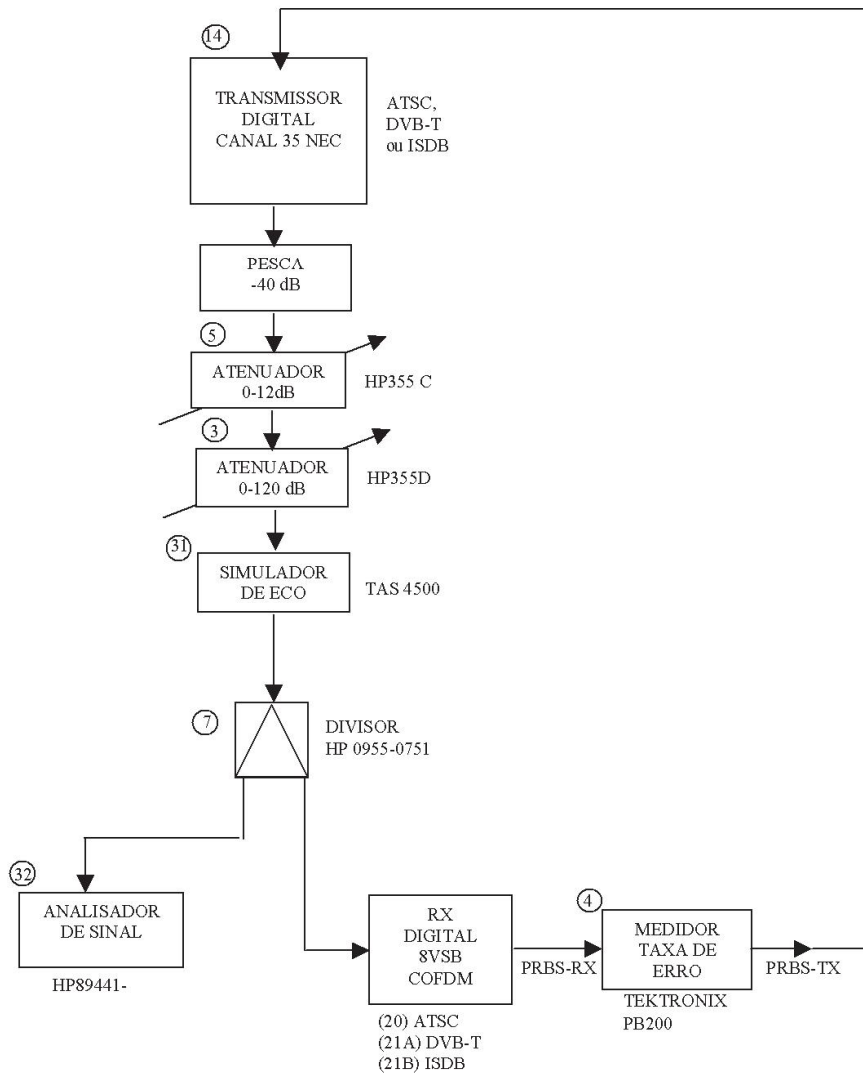


Figura 19 Diagrama do set up para robustez dos sistemas de TV Digital a interferências

3.1.7 Procedimentos de testes

- a) Ajustar os atenuadores (05) e (03) para que o nível de sinal na entrada do Simulador de Eco TAS4500 (31) seja de aproximadamente -20dBm .

- b) No Simulador de Eco (31), desligar os sinais de eco, deixando apenas o caminho do sinal principal. Medir o nível de sinal na entrada do receptor digital através do analisador de sinal (32). Note-se que esse nível será de aproximadamente -33dBm .
- c) Ligar um sinal de eco simples para obter um atraso de $1\mu\text{s}$ (Pós-eco).
- d) Ajustar o nível do sinal de eco até que a leitura do medidor de taxa de erro (04) indique o limiar de taxa de erro. No Simulador de Eco (31), ler a relação (E/D).
- e) Repetir os itens c e d para os seguintes valores de atraso: $2\mu\text{s}$, $4\mu\text{s}$, $8\mu\text{s}$, $16\mu\text{s}$, $32\mu\text{s}$, $64\mu\text{s}$, $128\mu\text{s}$ e $170\mu\text{s}$. Se for necessário, fazer medições em outros pontos, como mostrado nas tabelas do item 3.1.8.
- f) Repetir os itens c e d para valores inferiores a $1\mu\text{s}$ procurando picos na relação E/D.
- g) Repetir todos os procedimentos descritos nos itens c até trocar o atraso por avanço no Simulador de Eco.

3.1.8 Resultados

TABELA 21

Teste Pós-Eco (ATSC)

Tempo de atraso μs	Relação E/D dB	Tempo de atraso μs	Relação E/D dB
+0,01		+2,0	
+0,05		+3,0	
+0,06		+4,0	
+0,066		+5,0	
+0,068		+6,0	
+0,069		+7,0	
+0,07		+8,0	
+0,08		+10,0	
+0,09		+12,0	
+0,10		+14,0	
+0,20		+16,0	
+0,30		+18,0	
+0,40		+19,0	
+0,50		+20,0	
+0,60		+24,0	
+0,70		+28,0	
+0,80		+32,0	
+0,90		+64,0	
+1,00		+128,0	

TABELA 22

Teste Pré-Eco (ATSC)

Tempo de atraso μs	Relação E/D dB	Tempo de atraso μs	Relação E/D dB
-0,01		-0,5	
-0,05		-0,6	
-0,066		-0,7	
-0,068		-0,8	
-0,069		-0,9	
-0,07		-1,0	
-0,08		-2,0	
-0,09		-3,0	
-0,10		-4,0	
-0,15		-5,0	
-0,20		-6,0	
-0,25		-7,0	
-0,30		-8,0	
-0,40		-10,0	

TABELA 23

Teste Pós-Eco (DVB-T)

Tempo de atraso μs	Relação E/D (dB)			
	3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16, 8K	3/4, 1/8, 2K	2/3, 1/32, 8K
+0,1				
+0,2				
+0,5				
+1,0				
+2,0				
+4,0				
+8,0				
+12,0				
+15,0				
+15,2				
+15,4				
+15,5				
+15,7				
+16,0				
+18,7				
+24,0				
+28,0				
+32,0				
+36,0				
+40,0				
+48,0				
+56,0				
+60,0				
+64,0				
+68,0				
+72,0				

TABELA 23 (CONTINUAÇÃO)

Teste Pós-Eco (DVB-T)

+80,0
+88,0
+96,0
+112,0
+128,0
+170,0
+250,0

TABELA 24

Teste Pré-Eco (DVB-T)

Tempo de atraso μs	Relação E/D (dB)			
	3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16, 8K	3/4, 1/8, 2K	2/3, 1/32, 8K
-0,1				
-0,2				
-0,5				
-1,0				
-2,0				
-4,0				
-8,0				
-12,0				
-15,0				
-15,2				
-15,4				
-15,5				
-15,7				
-16,0				
-18,7				
-24,0				
-28,0				
-32,0				
-36,0				
-40,0				
-48,0				
-56,0				
-60,0				
-64,0				
-68,0				
-72,0				
-80,0				
-88,0				
-96,0				
-112,0				
-128,0				
-170,0				
-250,0				

TABELA 25

Teste Pós-Eco (ISDB-T)

Tempo de atraso μ s	Relação E/D (dB)					
	3/4, 1/16, 2K, 0,1s	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	3/4, 1/32, 8K, 0,1s
+0,01						
+0,068						
+0,069						
+0,10						
+0,50						
+1,0						
+2,0						
+3,0						
+4,0						
+6,0						
+8,0						
+12,0						
+14,0						
+15,0						
+15,5						
+16,0						
+18,0						
+20,0						
+24,0						
+28,0						
+32,0						
+34,0						
+36,0						
+38,0						
+40,0						
+45,0						
+50,0						
+61,0						
+62,0						
+64,0						
+80,0						
+96,0						
+112,0						
+128,0						
+170,0						

TABELA 26

Teste Pré-Eco (ISDB-T)

Tempo de atraso μs	Relação E/D (dB)					
	3/4, 1/16, 2K, 0,1s	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	3/4, 1/32, 8K, 0,1s
-0,01						
-0,068						
-0,069						
-0,10						
-0,50						
-1,0						
-2,0						
-3,0						
-4,0						
-6,0						
-8,0						
-12,0						
-14,0						
-15,0						
-15,5						
-16,0						
-18,0						
-20,0						
-24,0						
-28,0						
-32,0						
-34,0						
-36,0						
-38,0						
-40,0						
-45,0						
-50,0						
-61,0						
-62,0						
-64,0						
-80,0						
-96,0						
-112,0						
-128,0						
-170,0						

Gráfico 1 (E/D)dB versus tempo de atraso do eco (μs) (similar à Figura 20)

Obs: D = potência do sinal principal; E = potência do sinal "eco".
Sistemas ATSC e DVB-T

Gráfico 2 (E/D)dB versus tempo de atraso do eco (μs) (similar à Figura 20)

OBS: D = potência do sinal principal; E = potência do sinal "eco".
Sistema ISDB-T

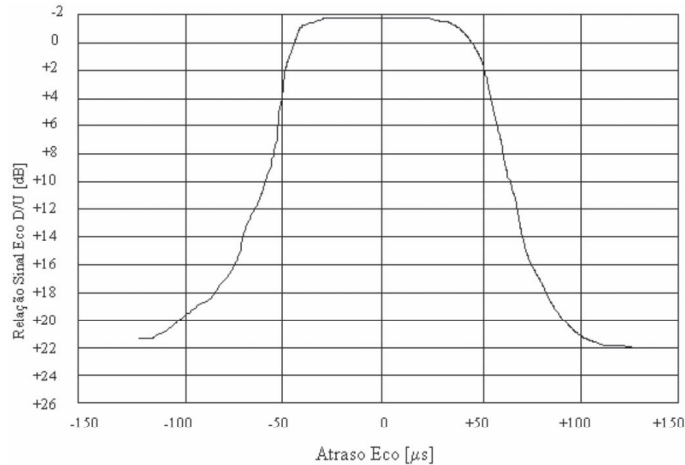


Figura 20 Formato de gráfico de interferência por multipercurso sem presença de ruído

3.2 Interferência por multipercurso (eco ou fantasma) com a presença de ruído interferente

3.2.1 Objetivo

O teste descrito no item 3.1 mostra o comportamento do receptor digital para sinais com “Eco” na ausência de ruído gaussiano (C/N superior a 50dB).

O objetivo deste método de ensaio é verificar o comportamento dos sistemas DVB-T, ATSC e ISDB-T com “eco interferente”, quando se reduz a relação sinal/ruído.

3.2.2 Característica dos parâmetros básicos

- D = potência do sinal principal
- E = potência do sinal “Eco”
- D/E = relação entre o sinal principal e o sinal “Eco”
 $D/E \text{ (dB)} = D \text{ (dBm)} - E \text{ (dBm)}$
- N = potência do ruído gaussiano na entrada do receptor (medido no analisador de sinal (32))
- D/N = relação sinal principal/ruído
- C/N = relação sinal (sinal principal + sinal “Eco”)/ruído
- BER = taxa de erro de bits

3.2.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal principal = aproximadamente -39dBm (região onde o ruído térmico do receptor não influi no resultado).
- Relação sinal/ruído C/N , onde C é a potência do sinal digital medida na entrada do receptor (sinal principal + sinal “Eco”): superior a 50dB (durante o teste será variável).

3.2.4 Descrição geral de medida

Deixar o sinal principal com 0dB (aproximadamente -39dBm) na entrada do receptor medido pelo analisador de sinal (32).

Aumentar o nível do “Eco” até obter, no medidor de taxa de erro, o valor de “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

Atenuar o “Eco” em degraus consecutivos de 1dB . Para cada operação de atenuação do “Eco”, aumentar o nível de ruído para a leitura do “medidor de taxa de erro” ficar igual ao “limiar de taxa de erro”.

Traçar a curva (D/N) em função de (D/E) .

3.2.5 Instrumentos e equipamentos utilizados

- (14) Transmissor digital com moduladores COFDM e 8VSB (canal 35)
- (03) Atenuador HP (0-120dB) modelo: 355D (2x)
- (31) Simulador de Eco TAS modelo: TAS 4500
- (06) Combinador de sinal HP modelo: 0955-0751
- (30) Gerador de ruídos TAS modelo: 420
- (07) Divisor de sinal HP modelo: 0955-0751
- (20) Receptor digital ATSC
- (21) Receptor digital DVB-T
- (21) Receptor digital ISDB-T
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix modelo: PB200
- (32) Analisador de Sinal HP modelo: 89441-V
- (05) Atenuador 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (13) Atenuador 0-110dB (0,1dB de passo) – Rohde & Schwarz RSP
- (43) Carga de 50 ohms HP909C

3.2.6 “Set up” dos equipamentos para medida de interferência por eco, com a presença de ruído interferente

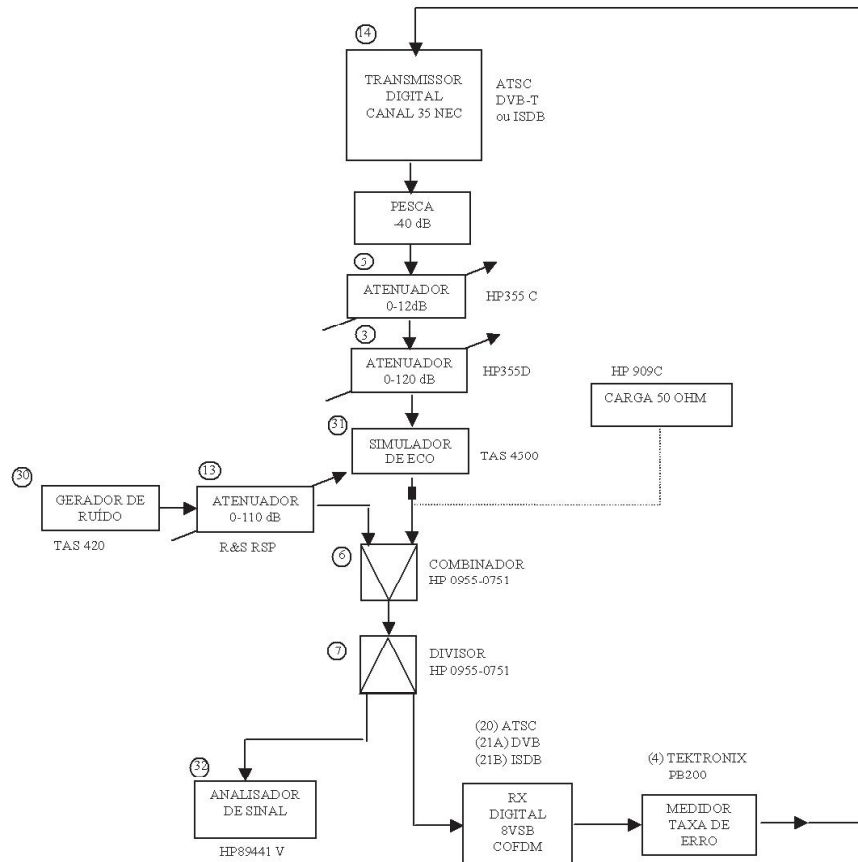


Figura 21 Set up para medida de interferência por multipercurso com a presença de ruído interferente

3.2.7 Procedimento de teste

- Ajustar os atenuadores (05) e (03) para que o nível de sinal na entrada do Simulador de Eco TAS 4500 (31) seja de aproximadamente -20dBm .
- Deixar o atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”.
- No Simulador de Eco (31), desligar os sinais de eco deixando apenas o caminho do sinal principal (D). Note que nessa condição o nível de sinal na saída de Simulador de Eco será de aproximadamente -27dBm , conseqüentemente o nível de sinal na entrada do receptor digital será de aproximadamente -39dBm . Medir e anotar esse nível, pois ele será a referência D para as demais medições.

- d) No ponto B, desligar o cabo que chega do simulador de eco e substituí-lo por uma carga de 50Ω .
- e) Deixar o atenuador (13) na condição de “mínima atenuação”.
- f) O nível de saída do gerador de ruído TAS 420 (30) é de aproximadamente -14dBm . Nessas condições, o nível de ruído na entrada do receptor digital será de aproximadamente -26dBm . Através do analisador vetorial (32), medir a potência de ruído na banda do canal (6MHz) na entrada do receptor digital. Ela será o valor de referência para as demais medições de ruído (N).
- g) Deixar o atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”. Tirar a carga de 50Ω do ponto B e ligar novamente o cabo que chega do Simulador de Eco (31).
- h) Ajustar o Simulador de Eco para obter um eco simples com atraso de $1\mu\text{s}$ (Pós-eco).
- i) Ligar o sinal de eco e ajustar o seu nível até que a leitura no medidor de taxa de erro (4) indique o limiar da taxa de erro (3×10^{-6}). Esse será o ponto de partida para o início do “ensaio”.
- j) No Simulador de Eco, atenuar o sinal de eco em 1dB e anotar a correspondente relação (D/E)dB.
- k) Atuar no atenuador (13) até que o medidor de taxas de erro (4) volte a indicar a taxa de erro de limiar.
- l) Pela leitura do atenuador (13) em relação ao valor da potência de ruído lido no item f, calcular o valor de N em dBm.
- m) Calcular a relação (D/N) dB subtraindo o valor de N obtido no item l do valor de D obtido em c. Essa relação (D/N) dB será correspondente ao valor (D/E)dB lido no item j.
- n) Atenuar sucessivamente o sinal de eco em degraus de 1dB, sempre repetindo as medições da mesma maneira como mostrado nos itens j até m. Quando a variação não for significativa, aumentar os degraus para 2dB ou 5dB. Continuar as medições até notar que a influência do “Eco” se torna desprezível.
- o) Traçar a curva (D/N) em função do nível de Eco (D/E).
- p) Repetir os itens h até o para os seguintes valores de tempo de retardo: $2\mu\text{s}$, $4\mu\text{s}$, $8\mu\text{s}$, $16\mu\text{s}$, $32\mu\text{s}$, $64\mu\text{s}$, $128\mu\text{s}$, e $170\mu\text{s}$.
- q) Repetir todos os procedimentos descritos nos itens h até q trocando o atraso por avanço no Simulador de Eco.

3.2.8 Resultados

Gráfico 1 Relação sinal ruído em função da relação entre potência do sinal e potência do eco – Pós-Eco (ATSC) (similar à Figura 22)

Gráfico 2 Relação sinal ruído em função da relação entre potência do sinal e potência do eco – Pré-Eco (ATSC) (similar à Figura 22)

Gráfico 3 Relação sinal ruído em função da relação sinal eco DVB-T (FEC 3/4 GI 1/16 2K) Pós-Eco (similar à Figura 22)

Gráfico 4 Relação sinal ruído em função da relação sinal eco DVB-T (FEC 3/4 GI 1/16 2K) Pré-Eco (similar à Figura 22)

Gráfico 5 Relação sinal ruído em função da relação sinal eco DVB-T (FEC 3/4 GI 1/16 8K) Pós-Eco (similar à Figura 22)

Gráfico 6 Relação sinal ruído em função da relação sinal eco DVB-T (FEC 3/4 GI 1/16 8K) Pré-Eco (similar à Figura 22)

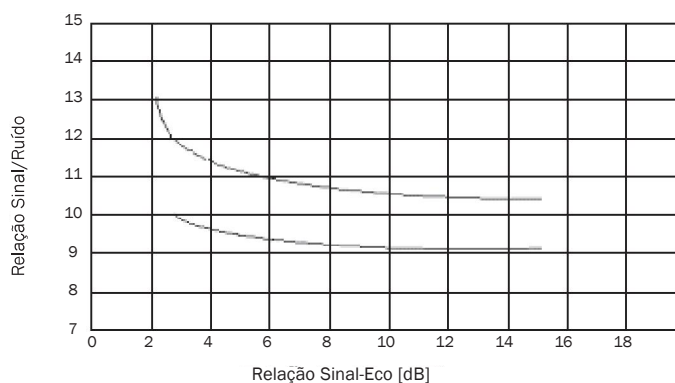


Figura 22 Formato da curva de multipercurso na presença de ruído

Gráfico 7 Relação sinal ruído em função da relação sinal eco ISDB-T (FEC 3/4 GI 1/16 4K 0,1s) Pós-Eco (similar à Figura 22)

Gráfico 8 Relação sinal ruído em função da relação sinal eco ISDB-T (FEC 3/4 GI 1/16 4K 0,1s) Pré-Eco (similar à Figura 22)

3.3 Interferências por multipercurso – simulação de canais com múltiplos ecos

3.3.1 Objetivo

Os testes descritos nos itens 3.1 e 3.2 mostram o comportamento do receptor digital na presença de um único sinal de eco. O objetivo deste método de ensaio é verificar o comportamento dos sistemas DVB-T, ATSC e ISDB-T na presença de diversos sinais de eco (até 5).

3.3.2 Característica dos parâmetros básicos

- C = potência do sinal total (sinal principal + sinais de “eco”).
- Composição do sinal.

Simulação de canais diversos, para avaliar o comportamento dos sistemas em condições mais próximas das situações reais, deverão ser testados alguns canais que representam a combinação de sinais refletidos em diversos pontos.

- Canal A: simula uma situação de recepção com antena externa em locais onde os sinais refletidos estão bastante atenuados.
- Canal B: Simula sinal com múltiplos ecos e atrasos grandes
- Canal C: representa uma condição de recepção intermediária entre o canal A e o canal D, onde existem sinais refletidos com atrasos maiores que no canal D.
- Canal D: representa uma situação de recepção com antena interna, considerada de difícil recepção devido à presença de sinais refletidos fortes.
- Canal E: simula condição de SFN (*Single Frequency Network*).

TABELA 27

Canal de “A” (Rice Simplificado)

	Sinal	Amplitude Relativa	Amplitude dB	Atraso μ s
Principal	0	1,00	0,00	0,00
	1	0,2045	-13,8	0,15
Ecos	2	0,1548	-16,2	2,22
	3	0,1790	-14,9	3,05
	4	0,2078	-13,6	5,86
	5	0,1509	-16,4	5,93

TABELA 28

Canal tipo “B” (Harbour Apartment)

Condição simulada: sinal com múltiplos ecos (atenuação maior que 4dB) e atrasos grandes

	Sinal	Amplitude Relativa	Amplitude dB	Atraso μ s
Principal	0	1,00	0,00	0,00
	1	0,2512	-12,0	0,30
Ecos	2	0,6310	-4,0	3,50
	3	0,4467	-7,0	4,40
	4	0,1778	-15,0	9,50
	5	0,0794	-22,0	12,70

TABELA 29

Canal tipo "C" (Rayleigh Simplificado 2ª versão)

Condição simulada: sinal com múltiplos ecos fortes e atrasos pequenos

Sinal	Amplitude Relativa	Amplitude dB	Atraso μ s
0	0,7263	-2,8	0,000
1	1,0000	0,0	0,089
2	0,6457	-3,8	0,419
3	0,9848	-0,1	1,506
4	0,7456	-2,5	2,322
5	0,8616	-1,3	2,799

TABELA 30

Canal tipo "D" (Rayleigh Simplificado)

Sinal	Amplitude Relativa	Amplitude dB	Atraso μ s
0	0,2045	-0,1	0,15
1	0,1341	-3,8	0,63
2	0,1548	-2,6	2,22
3	0,1789	-1,3	3,05
4	0,2077	0,0	5,86
5	0,1509	-2,8	5,93

TABELA 31

Canal tipo "E"

Este canal simula a condição de recepção em um ponto localizado entre três transmissores em "SFN"

Sinal	Amplitude Relativa	Amplitude dB	Atraso μ s
0	1,00	0,0	0,0
1	1,00	0,0	1,00
2	1,00	0,0	2,00

- N = Potência do ruído gaussiano na entrada do receptor.
- C/N = relação sinal/ruído
- BER = taxa de erro de bits

3.3.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal principal = aproximadamente -40 dBm.
- Relação sinal/ruído C/N : superior a 50dB.

3.3.4 Descrição geral da medida

Na ausência de ruído (ou seja: relação C/N superior a 50dB), deixar o sinal C total com 0dB (ou seja: aproximadamente -40dBm) e medir a correspondente taxa de erro. Se a taxa de erro estiver abaixo da taxa de erro de limiar (3×10^{-6}), injetar ruído até atingir o valor da taxa de erro de limiar. Anotar o valor de C/N em uma tabela. Em torno do ponto de taxa de erro de limiar, aumentar e diminuir o ruído, traçando uma curva de “taxa de erro” (BER) em função da relação sinal/ruído (C/N).

3.3.5 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor digital, canal 35 – NEC
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (31) Simulador de Eco TAS modelo: TAS4500
- (06) Combinador de Sinal HP modelo: HP0955-0751
- (30) Gerador de ruído TAS modelo: TAS420
- (13) Atenuador 0-110dB (0,1dB de passo) – Rohde & Schwarz RSP
- (07) Divisor de Sinal HP modelo: 0955-0751
- (20) Receptor digital ATSC
- (21) Receptor digital DVB –T
- (21) Receptor digital ISDB-T
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix modelo: PB200
- (32) Analisador de Sinal HP89441-V
- (43) Carga de 50 ohms HP909C

3.3.6 “Set up” dos equipamentos para medida de interferência por eco

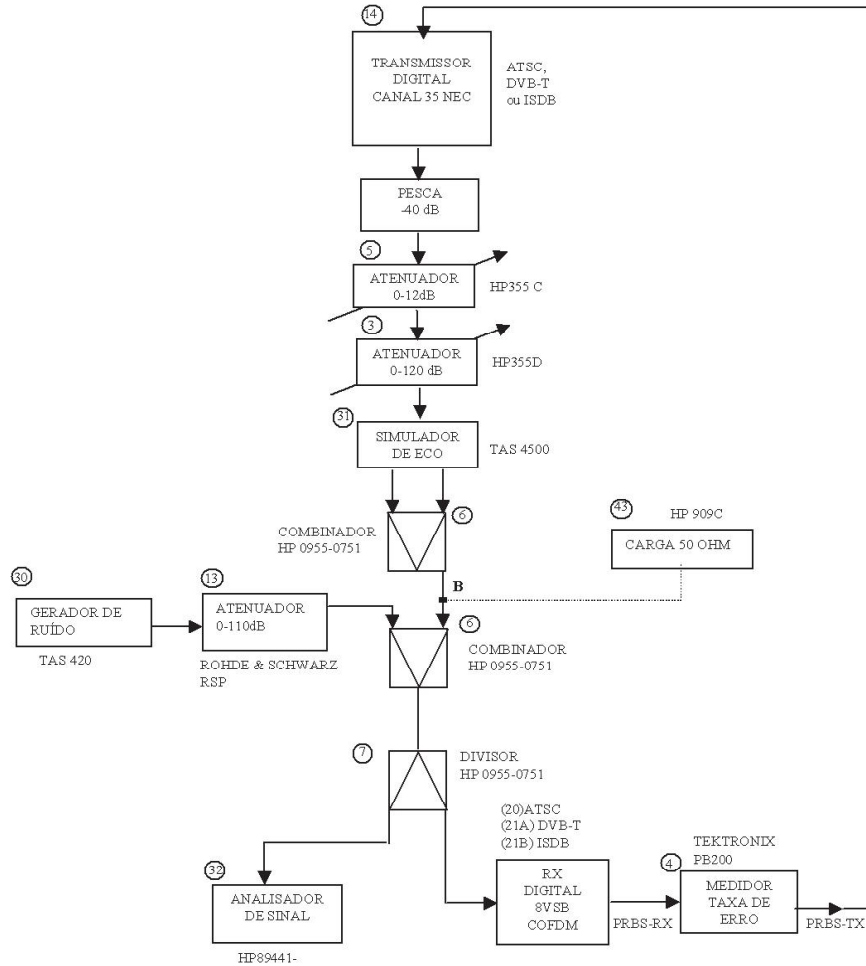


Figura 23 Set up para medida de interferências por eco

3.3.7 Procedimentos de testes

OBS: Este procedimento é válido para qualquer uma das configurações de sinal ATSC, DVB-T e ISDB-T citadas no segundo item de 3.3.2.

- a) Ajustar os atenuadores (05) e (03) para que o nível de sinal na entrada do Simulador de Eco TAS 4500 (31) seja de aproximadamente -10dBm .
- b) Deixar o atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”.
- c) No Simulador de Eco (31), ajustar os diversos sinais conforme a tabela da configuração desejada (veja o segundo item de 3.3.2).

- d) Através do Analisador de Sinal (32), medir a potência total de sinal (C) na entrada do receptor digital. Também gravar o espectro do sinal correspondente.
- e) Medir a taxa de erro através do medidor (04). Se o seu valor for inferior ao valor da taxa de erro de limiar, passar para o item f.
- f) No ponto “B”, desligar o cabo que chega do Simulador de Eco e substituí-lo por uma carga de 50ohms.
- g) Deixar o atenuador (13) na condição de “mínima atenuação”.
- h) Através do analisador vetorial (32), medir a potência de ruído na banda do canal (6MHz), na entrada do receptor digital. Note que ela será o valor de referência para as demais medições de ruído.
- i) Deixar o atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”, tirar a carga de 50ohms e religar o cabo que chega do simulador de eco no ponto B.
- j) Atuar no atenuador (13) até que o medidor de taxa de erro indique o valor da taxa de erro de limiar (3×10^{-6}).
- k) A partir da leitura do atenuador (13) e do valor de referência de ruído lido no item h, calcular a potência de ruído (N) na entrada do receptor digital.
- l) Subtrair o valor de N obtido em k do valor de C obtido em d, calculando assim o valor de C/N correspondente à taxa de erro de limiar. Anotar esse resultado na Tabela 32.
- m) A partir do ponto obtido em l, sucessivamente aumentar e reduzir a atenuação do atenuador (13) em degraus de 0,1dB, sempre anotando o correspondente valor da taxa de erro. Para cada operação, sempre calcular o valor de N e (C/N) da mesma maneira já explicada nos itens k e l.
- n) A partir dos valores obtidos em l e m, traçar curvas de “BER” em função de C/N.

3.3.8 Resultados

TABELA 32

Relação (C/N)dB para taxa de erro de limiar

Tipo do Canal	Relação (C/N) dB para taxa de erro de limiar									
	ATSC	DVB-T				ISDB-T				
	3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16, 8K	3/4, 1/8, 2K	2/3, 1/32, 8K	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	3/4, 1/16, 2K, 0,1s	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	3/4, 1/32, 2K, 0,1s		
A										
B										
C										
D										
E										

Gráfico 1 Espectro para canal tipo “A” (ATSC) (similar à Figura 24)

Gráfico 2 Espectro para canal tipo “B” (ATSC) (similar à Figura 24)

Gráfico 3 Espectro para canal tipo “D” (ATSC) (similar à Figura 24)

Gráfico 4 Espectro para canal tipo “E” (ATSC) (similar à Figura 24)

Gráfico 5 Espectro para canal tipo “A” (DVB) (similar à Figura 24)

Gráfico 6 Espectro para canal tipo “B” (DVB) (similar à Figura 24)

Gráfico 7 Espectro para canal tipo “D” (DVB) (similar à Figura 24)

Gráfico 8 Espectro para canal tipo “E” (DVB) (similar à Figura 24)

Gráfico 9 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído para canais com diversos níveis de multipercurso – Canal A (similar à Figura 24)

Gráfico 10 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído para canais com diversos níveis de multipercurso – Canal B (similar à Figura 24)

Gráfico 11 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído para canais com diversos níveis de multipercurso – Canal C (similar à Figura 24)

Gráfico 12 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído para canais com diversos níveis de multipercurso – Canal D (similar à Figura 24)

Gráfico 13 Taxa de erro de bits em função da relação sinal ruído para canais com diversos níveis de multipercurso – Canal E (similar à Figura 24)

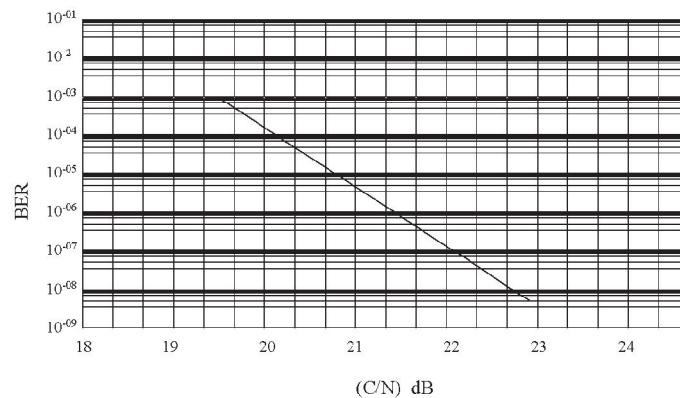


Figura 24 Formato do gráfico da taxa de erros versus relação sinal ruído

4 CARACTERÍSTICA DE DESEMPENHO DE RECEPÇÃO

Este bloco de ensaios visa a avaliar as características dos sistemas de TV Digital ATSC, DVB-T e ISDB-T para recepção dos sinais.

4.1 Limiar da relação portadora ruído – (C/N threshold)

4.1.1 Objetivo

Este método tem por objetivo avaliar a tolerância dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T à presença de ruído interferente do tipo ruído branco (ruído gaussiano). A tolerância será medida pela avaliação da relação C/N, ou seja, a relação entre a potência do sinal útil e a potência de ruído na entrada do receptor para se chegar ao limiar de taxa de erro na saída do mesmo receptor.

Esta relação se exprime em dB e pode ser escrita como:

$$C/N(\text{dB}) = C(\text{dBm}) - N(\text{dBm})$$

Nessa expressão, quanto menor é a relação C/N obtida, mais tolerante à interferência deste tipo de ruído é o sistema em teste (ATSC, DVB-T ou ISDB-T).

Note que neste teste é analisado o desempenho dos sistemas e não do receptor em uso, e é por isto que a medição é realizada com um alto nível de sinal na entrada do receptor, onde a figura de ruído dele não mais interfere no resultado.

4.1.2 Características dos parâmetros básicos

- C = potência do sinal útil, modulado, na entrada do receptor, medida em dBm.
- N = potência do ruído gaussiano, na entrada do receptor, dentro da banda útil do receptor, medida em dBm.
- BER = Taxa de erro de bits.

4.1.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal útil (C) na entrada do receptor (-30dBm).
- C/N > 50dB.

4.1.4 Descrição geral da medida

Variar a relação C/N até obter no medidor de taxa de erro o valor do limiar de taxa de erro (3×10^{-6}).

4.1.5 Instrumentos utilizados

- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix: PB200
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C
- (30) Gerador de ruído de banda Larga TAS modelo: TAS420
- (06) Combinador HP modelo: 0955-0751
- (07) Divisor de Sinal HP modelo: 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde e Schwarz 0-110dB, passo 0.1dB modelo: RSP
- (14) Transmissor Digital NEC canal 35
- (20) Receptor digital para sistema ATSC
- (21a) Receptor digital para sistema DVB-T
- (21b) Receptor digital para sistema ISDB-T
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V
- (43) Carga de 50 ohms HP909C

4.1.6 "Set up" dos equipamentos

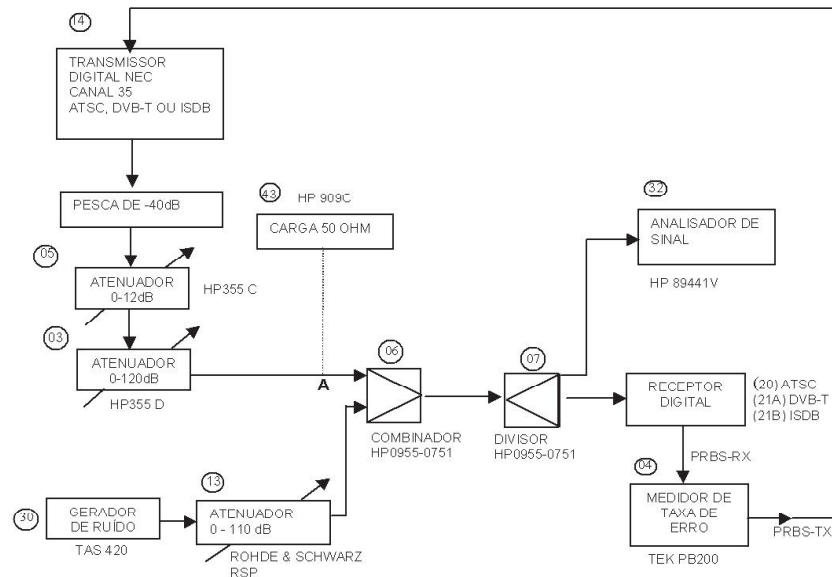


Figura 25 Set up para medida do limiar da relação portadora ruído

4.1.7 Procedimentos de testes

- a) Com o gerador de ruído (30) ligado e com o atenuador (13) ajustado para “máxima atenuação”, atuar sobre os atenuadores (03) e (05) até que o nível de potência do sinal, lido pelo analisador de sinal (32), seja de aproximadamente -30dBm . Medir e anotar esse valor. Ele será o valor de C.
- b) Através do atenuador (13), ajustar o nível de ruído injetado pelo gerador de ruído (30) até que a taxa de erro indicada pelo medidor de taxa de erro (04) seja igual ao limiar de taxa de erro.
- c) No ponto A, desconectar o cabo de sinal, ligar a carga de 50ohms (43) na entrada do combinador (06) e ler a potência de ruído na banda do canal (6MHz) através do Analisador de Sinal (32). Esse será o valor de N.
- d) Calcular o valor de C/N (dB) pela fórmula dada em 4.1.1 e anotar o resultado na Tabela 33.
- e) Realizar os procedimentos descritos acima para os sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T nas configurações citadas e registrar os resultados na Tabela 33.

4.1.8 Tabela de resultados

TABELA 33

Resultados

	Receptor	Modulação	C (dBm)	N (dBm)	C/N dB
	ATSC	8VSB			
	3/4, 1/16, 8K	64QAM			
DVB-T	3/4, 1/8, 2K	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K	64QAM			
	1/2, 1/8, 2K	QPSK			
ISDB-T	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			

4.2 Mínimo nível de sinal

4.2.1 Objetivo

O objetivo é testar a sensibilidade dos receptores utilizados nos sistemas DVB-T, ATSC e ISDB-T, no que diz respeito ao mínimo nível de sinal admissível na entrada de antena do receptor.

“Mínimo nível de sinal” é a tensão eficaz do sinal de entrada do receptor, quando o sinal existente na saída do detetor tem taxa de erro BER (Bit Error Rate) com valor igual ao “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

Costuma-se exprimir o valor do “mínimo nível de sinal” em dB μ V.

4.2.2 Características dos parâmetros básicos

- C = potência do sinal, modulado, na entrada do receptor, medida em dBm.
- V = tensão eficaz do sinal útil na entrada do receptor (em dB μ V), calculada a partir de C.
- BER = taxa de erro de bits.

4.2.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal útil (C) = -30dBm
- Relação sinal/ruído C/N: superior a 50dB

4.2.4 Descrição geral da medida

Variar o nível do sinal de entrada até obter, no “medidor de taxa de erro” o valor do “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

4.2.5 Instrumentos utilizados

- (04) Medidor de taxa de erro de bits, Tektronix modelo: PB200
- (05) Atenuador HP, 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (07) Divisor de sinal HP, modelo: 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB, passo 0,1dB, modelo: RSP
- (20) Receptor padrão para o sistema ATSC
- (21a) Receptor padrão para o sistema DVB-T
- (21b) Receptor digital para o sistema ISDB-T
- (14) Transmissor Digital com modulação COFDM e 8VSB canal 35 NEC
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V
- (03) Atenuador HP, 0 -120dB modelo: 355D (2x)

4.2.6 "Set up" dos equipamentos

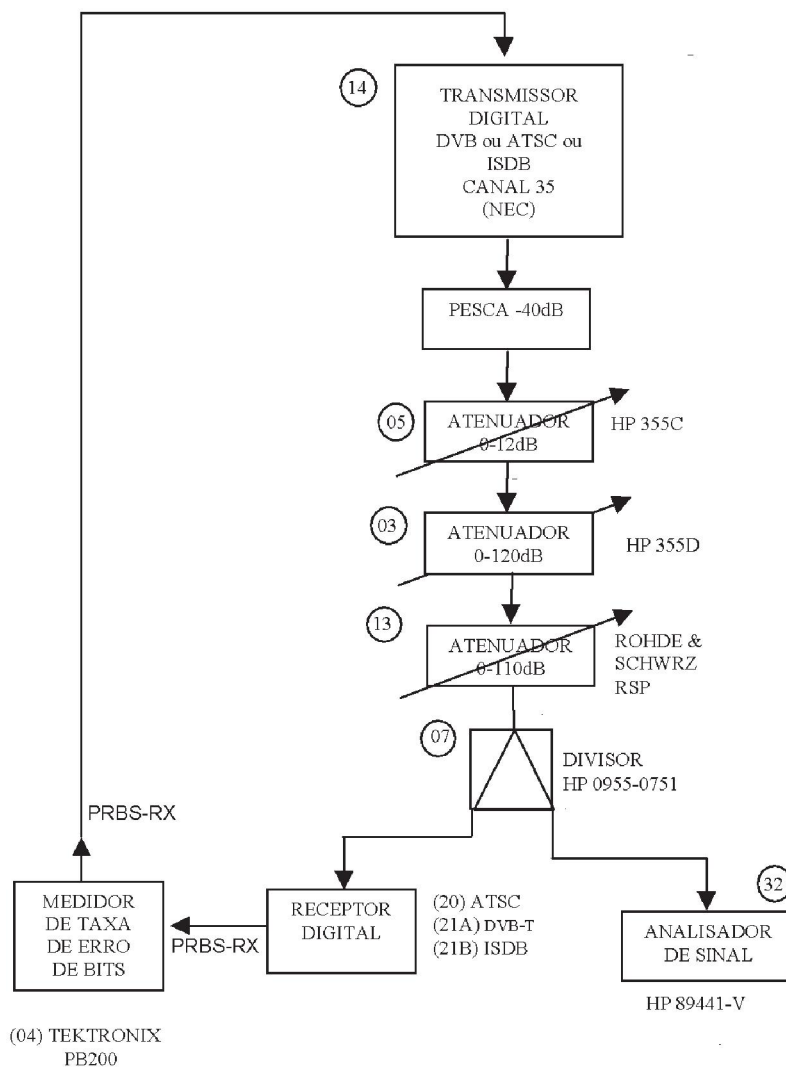


Figura 26 Set up para medida do mínimo nível de sinal

4.2.7 Procedimentos de testes

- a) Ajustar o nível de sinal de entrada para aproximadamente -30dBm e anotar este valor. O sinal deve ter relação sinal/ruído (C/N) superior a 50dB e deve ser isento de interferências. Anotar a leitura dos atenuadores.

- b) Fazer atenuação de 10dB no sinal de entrada.
- c) Medir a taxa de erro do receptor.
- d) Se a taxa de erro do receptor for inferior ao “limiar de taxa de erro”, repetir as operações 4.2.7.2 e 4.2.7.3 Quando a taxa de erro ficar superior ao “limiar de taxa de erro”, passar para a operação 4.2.7.5.
- e) Aumentar o nível de entrada em “degraus” de 1dB até o valor da taxa de erro ficar inferior ao “limiar de taxa de erro”.
- f) Atenuar o nível do sinal de entrada em “degraus” de 0,1dB até o valor da taxa de erro ficar o mais próxima possível do “limiar de taxa de erro”.
- g) Calcular a atenuação obtida no item f em relação ao resultado inicial do item a e subtrair o valor anotado no item a.
- h) Usando o resultado do item g, calcular o “mínimo nível de sinal” em dBμV.

4.2.8 Tabela de resultados

TABELA 34

Mínimo Nível de Sinal para ATSC e DVB-T

Sinal para Sistema ATSC		Sinal para Sistema DVB-T					
3/4, 1/16, 8K		3/4, 1/8, 2K		2/3, 1/32, 8K		1/2, 1/8, 2K	
dBm	dBμV	dBm	dBμV	dBm	dBμV	dBm	dBμV

TABELA 35

Mínimo Nível de Sinal para ISDB-T

Sinal para Sistema ISDB-T											
3/4, 1/16, 8K, 0,1s		3/4, 1/8, 2K, 0,1s		2/3, 1/32, 8K, 0,1s		3/4, 1/16, 8K, 0,1s		3/4, 1/16, 4K, 0,1s		3/4, 1/32, 8K, 0,1s	
dBm	dBμV	dBm	dBμV	dBm	dBμV	dBm	dBμV	dBm	dBμV	dBm	dBμV

4.3 Medição da “taxa de erro de bits” em função da variação do nível do sinal

4.3.1 Objetivo

Esta medida tem por objetivo verificar a variação da taxa de erro de bits dos sistemas DVB-T e ATSC e ISDB-T na região próxima ao mínimo nível de sinal.

4.3.2 Características dos parâmetros básicos

- C = potência do sinal útil modulado na entrada do receptor, medida em dBm.
- BER = taxa de erro de bits.

4.3.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal útil (C) correspondente ao “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

4.3.4 Descrição geral da medida

Variar o nível do sinal de entrada na região próxima ao mínimo nível de sinal, anotando a correspondente “taxa de erro de bits”.

4.3.5 Instrumentos utilizados

- (04) Medidor de taxa de erro de bits, Tektronix modelo: PB200
- (05) Atenuador HP, 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (07) Divisor de Sinal HP, modelo: 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB, passo 0,1dB, modelo: RSP
- (20) Receptor padrão para o sistema ATSC
- (21a) Receptor padrão para o sistema DVB-T
- (21b) Receptor padrão para o sistema ISDB-T
- (14) Transmissor Digital com modulação COFDM e 8VSB canal 35 NEC
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V
- (03) Atenuador HP, 0-120dB modelo: 355D (2x)

4.3.6 "Set up" dos equipamentos

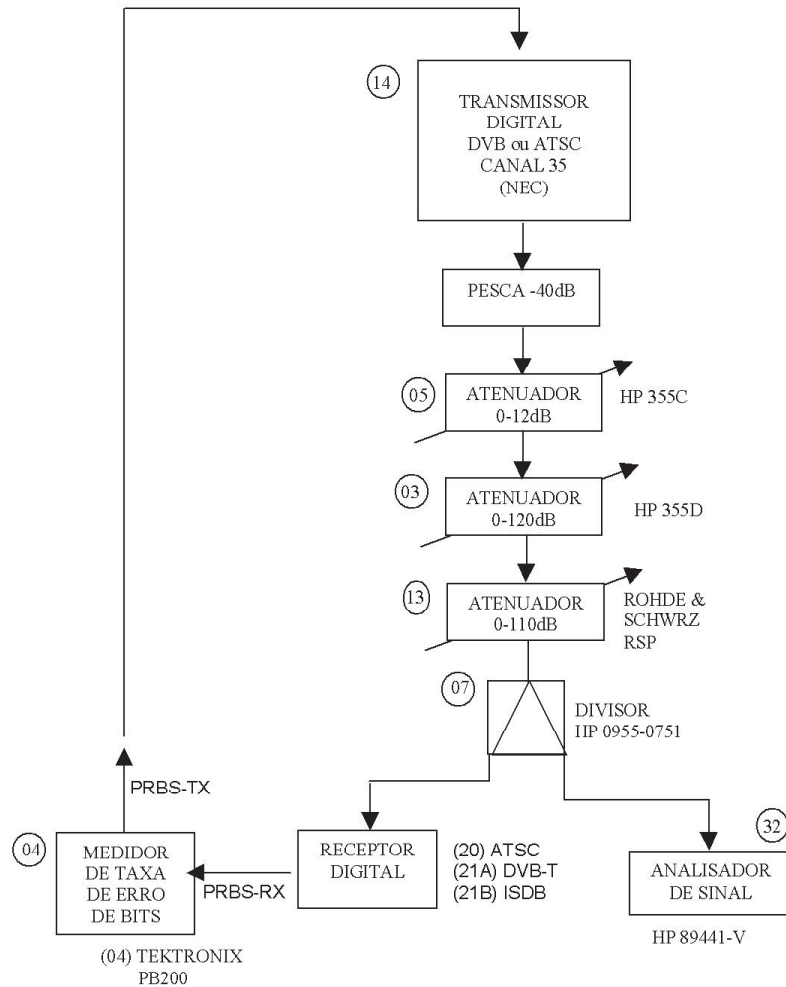


Figura 27 Set up para medição da taxa de erro de bits em função da variação do nível de sinal

4.3.7 Procedimentos de testes

- Determinar o mínimo nível de sinal (em dBm) como mostrado no item 4.2 dos "Métodos de Ensaio". Anotar esse valor em dBm para o correspondente "limiar de taxa de erro" (3×10^{-6}). Para maior precisão, medir a taxa de erro de bits com amostragem de 10^9 bits.
- Atenuar o sinal de entrada em 2dB, anotando a respectiva taxa de erro.

- c) Aumentar o nível de sinal de entrada em degraus de 0,1dB, sempre anotando a leitura da correspondente taxa de erro.
- d) Repetir as medições até o sinal de entrada superar o “mínimo nível de sinal” (obtido em a) em 0,5dB.
- e) Traçar a curva “Taxa de erro de bits” em função do “sinal de entrada”, para o sistema ATSC, DVB-T e ISDB-T em todas as configurações indicadas nas tabelas 1 e 2 da introdução e também para a configuração DVB-T (3/4, 1/16, 2K).

4.3.8 Resultados

Gráfico 1 Taxa de erro de bits em função do mínimo nível do sinal (similar à Figura 28)

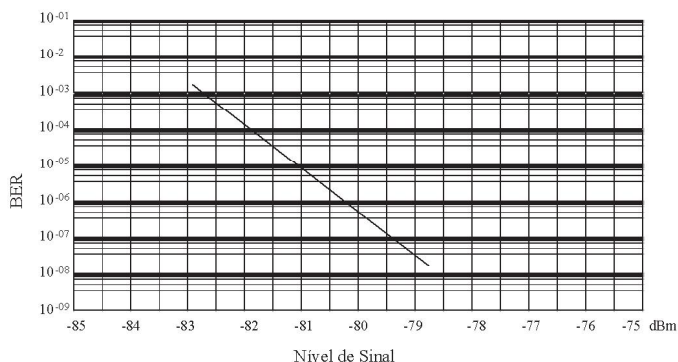


Figura 28 Formato do gráfico da medida da taxa de erros versus variação do nível de sinal

4.4 Medição da taxa de erro de bits em função da variação da relação sinal/ruído

4.4.1 Objetivo

Este método tem por objetivo avaliar o desempenho dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB quanto à sua imunidade a ruído interferente do tipo ruído branco (gaussiano). Este desempenho será avaliado pela medida da taxa de erro *versus* a “relação sinal/ruído existente na entrada do receptor”.

Esta relação C/N se exprime em dB e pode ser escrita por:

$$(C/N)dB = C(dBm) - N(dBm)$$

Veja mais detalhes e considerações no item 4.1.1.

4.4.2 Características dos parâmetros básicos

- C = potência do sinal útil, modulado na entrada do receptor, medida em dBm.
- N = potência do ruído gaussiano, na entrada do receptor, medida em dBm.
- BER = taxa de erro de bits.

4.4.3 Valores e características iniciais

- Relação C/N (dB) correspondente ao limiar de taxa de erro (3×10^{-6}), medida conforme procedimento mostrado no item 4.1 dos “Métodos de Ensaio”.

4.4.4 Descrição geral da medida

Variar a “relação sinal/ruído” C/N, anotando a correspondente taxa de erro de bits.

4.4.5 Instrumentos utilizados

- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix: PB200
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C
- (30) Gerador de ruído de banda Larga TAS modelo: TAS420
- (06) Combinador HP modelo: 0955-0751
- (07) Divisor de Sinal HP modelo: 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde e Schwarz 0-110dB, passo 0.1dB, modelo: RSP
- (14) Transmissor Digital NEC canal 35
- (20) Receptor digital para sistema ATSC
- (21a) Receptor digital para sistema DVB-T
- (21b) Receptor digital para sistema ISDB-T
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V
- (43) Carga de 50 ohms HP909

4.4.6 “Set up” dos equipamentos (vide anexo)

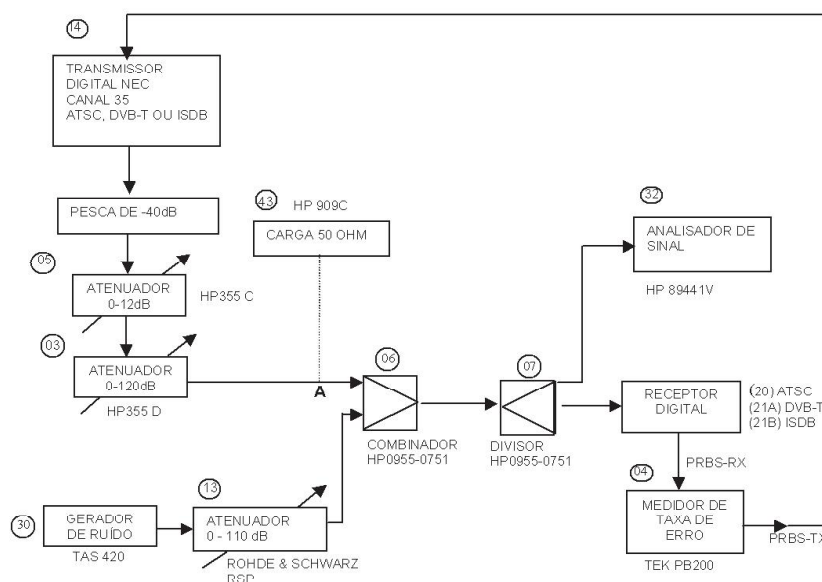


Figura 29 Set up para medição da taxa de erro em função da variação da relação sinal/ruído

4.4.7 Procedimentos de testes

- Achar a relação C/N (dB) correspondente ao limiar de taxa de erro como mostrado no item 4.1 dos “Métodos de Ensaio”. Para maior precisão, medir a taxa de erro de bits com amostragem de 10^9 bits.
- Aumentar o nível do ruído de até 3dB, em passos de 0,1dB anotando para cada passo a correspondente taxa de erro.
- Retornar às condições iniciais descritas no item a.
- A partir do item c, atenuar o nível do ruído de até 2dB, em passos de 0,1dB anotando, para cada passo, a correspondente taxa de erro.
- Com os resultados obtidos, traçar as curvas: “Taxa de erro de bits” em função de “relação sinal/ruído”, para os sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T nas configurações das tabelas da introdução e também para as configurações DVB-T (3/4, 1/16, 2K) e ISDB-T (3/4, 1/16, 2K).

4.4.8 Resultados

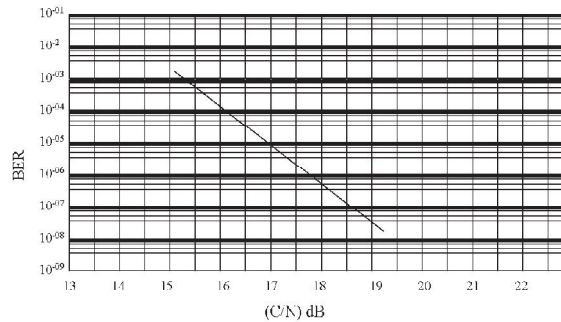


Figura 30 “Taxa de erro de bits” em função da relação sinal ruído

4.5 Limiar da relação sinal/ruído em função do nível de sinal

4.5.1 Objetivo

O objetivo principal deste ensaio é avaliar o desempenho do receptor digital quanto à sua sensibilidade. Para este ensaio serão tomadas medidas na região próxima ao “mínimo nível de sinal” (veja o método de ensaio 4.2).

4.5.2 Características dos parâmetros básicos

- C = potência do sinal útil, modulado na entrada do receptor, medida em dBm.
- N = potência do ruído gaussiano, na entrada do receptor, dentro da banda útil do receptor, medida em dBm.
- BER = taxa de erro de bits.

4.5.3 Valores e características iniciais (veja o “set up” no item 4.5.6)

Na ausência de ruído, ou seja, atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”, achar o sinal mais próximo possível ao mínimo nível de sinal, obtido no ensaio 4.2. Esse é o valor inicial para a execução das medidas.

4.5.4 Descrição geral da medida

Partindo do “valor obtido no item 4.5.3”, aumentar a potência de sinal (C) e introduzir ruído (N) para que a leitura do medidor de taxa de erro retorne para o valor do “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

4.5.5 Instrumentos utilizados

- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix: PB200
- (30) Gerador de ruído de banda larga TAS modelo: TAS420
- (06) Combinador HP modelo: 0955-0751
- (07) Divisor de Sinal HP modelo: 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde e Schwarz 0-110dB, passo 0.1dB modelo: RSP
- (14) Transmissor Digital NEC canal 35
- (20) Receptor digital para sistema ATSC
- (21a) Receptor digital para sistema DVB-T
- (21b) Receptor digital para sistema ISDB-T
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V

4.5.6 “Set Up” dos equipamentos

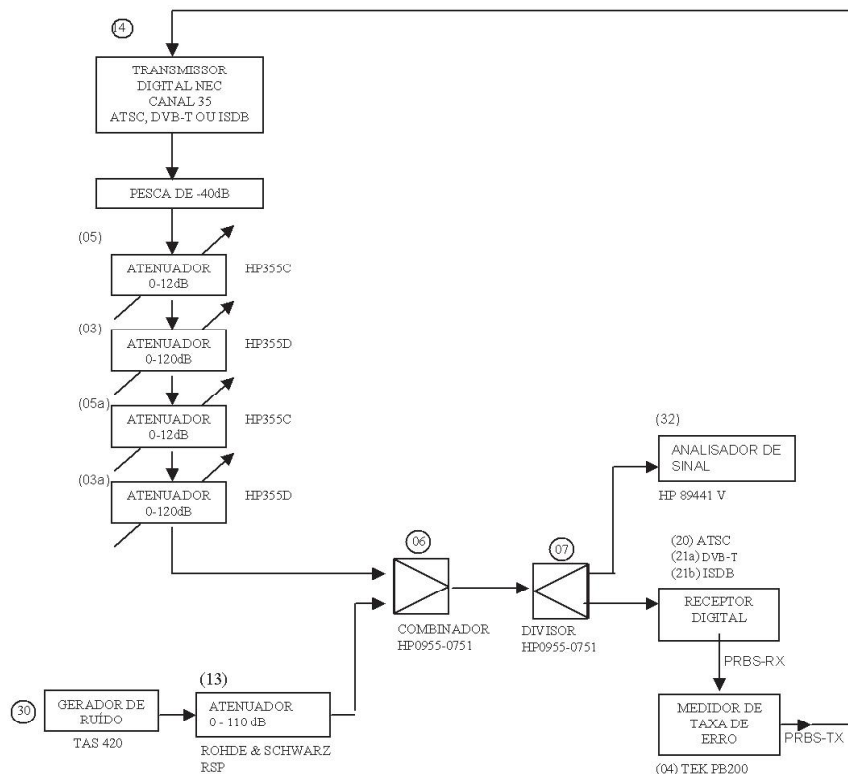


Figura 31 Set up para medida do limiar da relação sinal ruído em função do nível de sinal

4.5.7 Procedimentos de testes

- a) Com o gerador de ruído (30) ligado, ajustar o atenuador (13) para a “máxima atenuação”. Com os atenuadores (05) e (03) ajustados para “atenuação zero”, ajustar os atenuadores (05a) e (03a) até que o nível de potência do sinal, lido pelo analisador de sinal (32), seja de aproximadamente -30dBm . Medir e anotar esse valor. Ele será o valor de referência de C para todas as outras medições de sinal.
- b) Através do atenuador (13), ajustar o nível de ruído injetado pelo gerador de ruído (30) até que a taxa de erro indicada pelo medidor de taxas de erro (04) seja igual ao limiar da taxa de erro (3×10^{-6}). Anotar a posição da leitura do atenuador (13).
- c) Ajustar os atenuadores (05a) e (03a) para “máxima atenuação” e ler a potência de ruído na banda do canal (6MHz) através do Analisador de Sinal (32). Medir e anotar esse valor de N. Ele será o valor de referência para todos as outras medições de ruído.
- d) Ajustar o atenuador (13) para “máxima atenuação”. Atuar nos atenuadores (05a) e (03a) até a leitura do medidor de taxa de erro indicar o valor mais próximo possível, porém inferior ao valor da taxa de erro de limiar. Pela leitura dos atenuadores (05a) e (03a), calcular o valor de C tomando como referência o valor lido em a.
- e) Atuar no atenuador (13) até o medidor de taxa de erro indicar a leitura do limiar de taxa erro. Calcular o valor de N pela leitura do atenuador (13) em relação ao valor lido no item b, tomando como referência a leitura de N registrada no item c.
- f) Calcular $(C/N)\text{dB}$ a partir do valor de C em dBm obtido no item d e do valor de N em dBm, obtido no item e: $(C/N)\text{dB} = C(\text{dBm}) - N(\text{dBm})$. Esse será o primeiro ponto para a execução de uma curva $(C/N)\text{dB}$ em função de C(dBm).
- g) Atuando nos atenuadores (05a) e (03a), aumentar o nível de sinal C em passos adequados (dB) sempre procedendo como nos itens e e f. Com os valores obtidos, traçar curvas de $(C/N)\text{dB}$ em função de C(dBm) para os sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T para as configurações das tabelas da introdução e para a configuração DVB-T (3/4, 1/16,2k).

4.5.8 Resultados

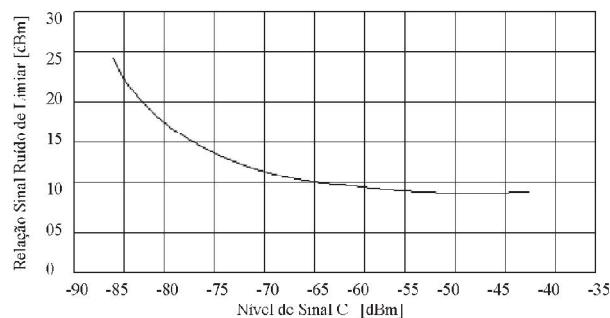


Figura 32 Limiar de relação sinal ruído em função do nível de sinal

4.6 Comportamento do receptor em diversos níveis de sinal

4.6.1 Objetivo

O teste 4.1 teve por objetivo verificar a relação C/N do sistema, com sinal -30dBm na entrada do receptor.

Este teste tem por objetivo verificar o comportamento do receptor para diversos níveis de sinais. O procedimento é semelhante ao do teste 4.1, porém as medições de C/N deverão ser feitas para diversos níveis de sinais de recepção.

4.6.2 Características dos parâmetros básicos

- C = potência do sinal útil, modulado, na entrada do receptor, medida em dBm.
- N = potência do ruído gaussiano, na entrada do receptor, dentro da banda útil do receptor, medida em dBm.
- BER = Taxa de erro de bits.

4.6.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal útil (C) na entrada do receptor: -17dBm ; -30dBm ; -45dBm ou -68dBm .

4.6.4 Descrição geral da medida

Variar a relação C/N até obter no medidor de taxa de erro o valor do limiar da taxa de erro (3×10^{-6}).

4.6.5 Instrumentos utilizados

- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix: PB200
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (30) Gerador de ruído de banda Larga TAS modelo: TAS420
- (06) Combinador HP modelo: 0955-0751
- (07) Divisor de sinal HP modelo: 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde e Schwarz 0-110dB, passo 0.1dB modelo: RSP
- (14) Transmissor Digital NEC canal 35 ATSC, DVB-T OU ISDB
- (20) Receptor digital para sistema ATSC
- (21a) Receptor digital para sistema DVB-T
- (21b) Receptor digital para sistema ISDB-T
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V
- (43) Carga de 50 ohms HP909C

4.6.6 "Set up" dos equipamentos

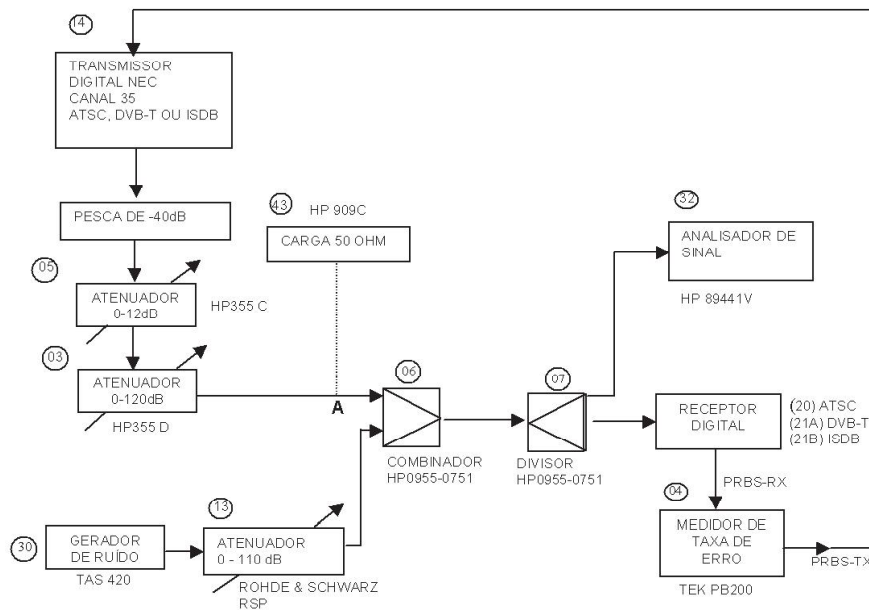


Figura 33 Set up para verificação do comportamento de receptor em diversos níveis de sinal

4.6.7 Procedimentos de testes

O procedimento é idêntico ao item 4.1.7, com exceção do nível de potência de sinal de entrada que deverá ser ajustado para os valores especificados em 4.6.3.

4.6.8 Tabela de resultados

TABELA 36

Resultado para sinal de entrada de -17dBm

	Receptor ATSC	Modulação 8VSB	C (dBm)	N (dBm)	C/N dB
DVB-T	3/4, 1/16, 8K	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K	64QAM			
	1/2, 1/8, 2K	QPSK			
ISDB-T	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			

TABELA 37

Resultado para sinal de entrada de -30dBm

	Receptor ATSC	Modulação 8VSB	C (dBm)	N (dBm)	C/N dB
DVB-T	3/4, 1/16, 8K	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K	64QAM			
	1/2, 1/8, 2K	QPSK			
ISDB-T	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			

TABELA 38

Resultado para sinal de entrada de -45dBm

	Receptor	Modulação	C (dBm)	N (dBm)	C/N dB
	ATSC	8VSB			
DVB-T	3/4, 1/16, 8K	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K	64QAM			
	1/2, 1/8, 2K	QPSK			
ISDB-T	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			

TABELA 39

Resultado para sinal de entrada de -68dBm

	Receptor	Modulação	C (dBm)	N (dBm)	C/N dB
	ATSC	8VSB			
DVB-T	3/4, 1/16, 8K	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K	64QAM			
	1/2, 1/8, 2K	QPSK			
ISDB-T	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/8, 2K, 0,1s	64QAM			
	2/3, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	64QAM			
	3/4, 1/32, 8K, 0,1s	64QAM			

5 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DE TRANSMISSÃO

Este bloco de ensaios visa a avaliar as características de transmissão dos sistemas de TV Digital ATSC, DVB-T e ISDB-T.

5.1 Ajuste da potência de saída do transmissor de TV Digital

5.1.1 Objetivo

Aferir a marcação de potência do transmissor digital usado nos testes para os sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T.

5.1.2 Características e parâmetros básicos

- Valor de potência lido no painel do transmissor modulado por uma seqüência PRBS 15).
- Analisador de sinal (32).

5.1.3 Valor inicial

- Mínima potência lida no painel do transmissor.

5.1.4 Descrição geral da medida

Para cada leitura indicada no painel do transmissor, anotar o valor real lido pelo medidor de potência (32).

5.1.5 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor Digital NEC
- (40) Atenuador 30dB BIRD 8329-300
- (32) Analisador de Sinal HP 89441 V

5.1.6 “Set up” dos equipamentos



Figura 34 Set up para ajuste de potência de saída do transmissor de TV Digital

5.1.7 Procedimentos de testes

- a) Atuar no controle de potência do transmissor até o respectivo indicador (painel) acusar 1 W e anotar o valor da leitura do analisador de sinal (32) na Tabela 40.

- b) Atuar no controle de potência do transmissor até o respectivo indicador acusar 10W e anotar o valor da leitura do medidor de potência na Tabela 40.
- c) Prosseguir aumentando o nível de potência do transmissor para 100 e 1000 watts anotando a leitura do medidor de potência (32) na Tabela 40.
- d) Traçar o gráfico de aferição para o transmissor.

5.1.8 Resultados

TABELA 40

Aferição do transmissor

Potência lida no transmissor	Potência lida no Medidor de Potência (W)		
	Sistema DVB-T	Sistema ISDB-T	Sistema ATSC
1W			
10W			
100W			
1000W			

5.2 Relação potência de pico/potência média do transmissor de TV Digital

5.2.1 Objetivo

O objetivo principal deste ensaio é avaliar qual a relação entre a Potência de Pico e a Potência Média para cada um dos três sistemas de TV Digital (ATSC, DVB-T e ISDB). O transmissor deverá ser modulado por uma PRBS 15.

Assim sendo, tem-se:

$$(R)dB = (Pp)dB - (Pm)dB$$

Onde:

R = relação (Potência de Pico/Potência Média)

Pp = Potência de Pico

Pm = Potência Média

Note que um valor menor de (R)dB implica um menor custo do transmissor para atingir a mesma cobertura de área.

5.2.2 Descrição geral da medida

A relação Potência Pico/Potência Média pode ser avaliada diretamente pelo instrumento Analisador de Sinal HP89441-V. O Analisador de Sinal HP89441-V consegue traçar um gráfico que mostra o comportamento de (R)dB em função da probabilidade percentual, no tempo, desta relação ser ultrapassada. Esse recurso é conhecido como *Complementary Cumulative Density Function* (CCDF).

5.2.3 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor Digital, canal 35
- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (05) Atenuador HP-12dB modelo: 355C (2x)
- (32) Analisador de Sinal HP89441-V

5.2.4 “Set up” dos equipamentos

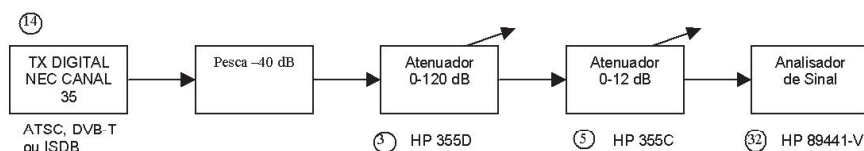


Figura 35 Set up para relação Potência de Pico/Potência Média do transmissor de TV Digital

5.2.5 Procedimentos de teste

- a) Deixar o transmissor (14) na potência nominal (1000W). Note que esse transmissor foi projetado para suportar, sem compressão, os valores de potência de pico de qualquer um dos três sistemas (ATSC, DVB-T e ISDB-T).
- b) Atuar nos atenuadores (03) e (05) para ter leitura entre -10dBm e -20dBm na entrada do Analisador de Sinal (32).
- c) Ajustar o Analisador de Sinal (32) para leitura da função CCDF.
- d) Para cada sistema (ATSC, DVB-T e ISDB-T), registrar as curvas de “probabilidade percentual” em função da relação “Potência de Pico/Potência Média” (R)dB.
- e) Ler o valor de (R)dB para a condição de 0,01% e anotá-lo valor na Tabela 41.

5.2.6 Resultados

Gráfico 1 Curva CCDF para sistema ATSC (similar à Figura 36)

Gráfico 2 Curva CCDF para sistema DVB-T (similar à Figura 36)

Gráfico 3 Curva CCDF para sistema ISDB (similar à Figura 36)

TABELA 41

Relação Potência de Pico/Potência Média – (R)dB

Sistema	(R)dB

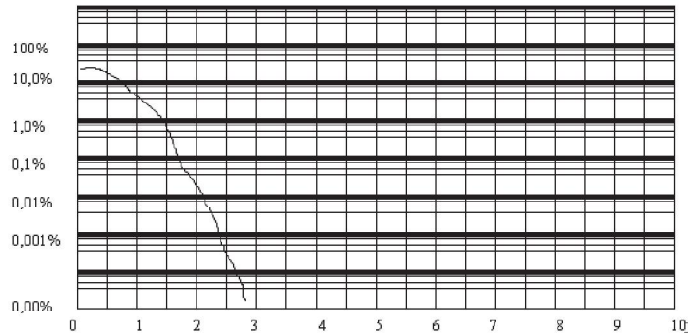


Figura 36 Gráfico da relação Potência de Pico versus Potência Média

5.3 Emissão de sinais fora da faixa nas adjacências do canal

5.3.1 Objetivo

O objetivo deste teste é ajustar o Transmissor de TV Digital para que o espectro de sinal emitido fique o mais próximo possível dos limites da máscara do FCC, para os sistemas ATSC, DVB-T e ISDB.

Este procedimento garantirá que todos os resultados dos testes, principalmente os de interferência entre canais adjacentes, corresponderam à condição do pior transmissor ainda dentro das especificações do FCC.

5.3.2 Características e parâmetros básicos

A máscara do espectro de frequência normalizada pela FCC deve ser obedecida.

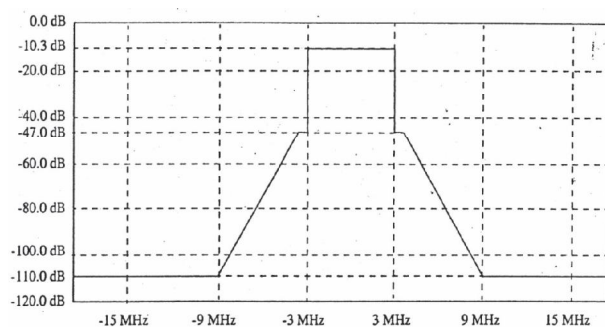


Figura 37 Máscara de espectro padrão FCC

5.3.3 Valor inicial

- Potência do transmissor (14) de 1kW ou outro valor próximo da potência máxima conforme o transmissor utilizado.

5.3.4 Descrição geral da medida

Com o auxílio do analisador de espectro (9), ajustar o transmissor para que o espectro do sinal emitido fique o mais próximo possível dentro dos limites da máscara do FCC, para os três sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T.

5.3.5 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor Digital
- (09) Analisador de espectro Advantest U3641
- (41) Atenuador fixo, 30dB, BIRD 2AMFN – 30
- Acoplador Pesca
- Carga de potência (do transmissor)

5.3.6 “Set up” dos equipamentos

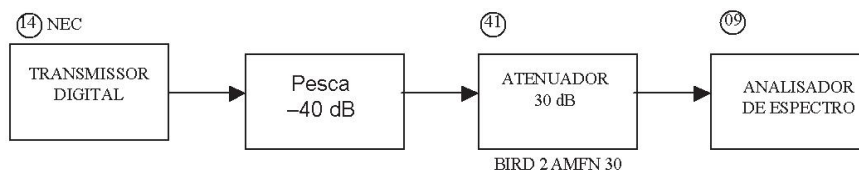


Figura 38 Set up para emissão de sinais fora da faixa nas adjacências do canal

5.3.7 Procedimentos de testes

- a) Ajustar o nível de potência do transmissor para a potência nominal (1kW).
- b) Deixar o fundo de escala de frequência do analisador de espectro com 20MHz para poder enxergar o canal principal e a região das adjacências (inferior e superior).
- c) Deixar o fundo de escala de amplitude do analisador de espectro com 10dB por divisão.
- d) Deixar a frequência central do canal no centro da tela e deixar a referência superior em 0dBm.
- e) Ajustar o transmissor para que a curva fique o mais próximo possível dentro da máscara do FCC.
- f) Registrar as curvas obtidas nos gráficos 1 ($\Delta f = -3,5\text{MHz}$), 2 ($\Delta f = -3,25\text{MHz}$), 3 ($\Delta f = +3,25\text{MHz}$) e 4 ($\Delta f = +3,5\text{MHz}$) para o sistema ATSC.
Repetir para DVB-T registrando os resultados correspondente nos gráficos 5 até 8.
Repetir para ISDB-T registrando os resultados correspondentes nos gráficos 9 até 12.
- g) Na Tabela 42 anotar os níveis relativos ao nível da frequência central para $\Delta f = \pm 3,25\text{MHz}$ e $\Delta f = \pm 3,5\text{MHz}$, tanto para o sistema ATSC, como para os sistemas DVB-T e ISDB-T.

5.3.8 Resultados

Gráfico 1 ATSC (a) (similar à Figura 39)

Gráfico 2 ATSC (b) (similar à Figura 39)

Gráfico 3 ATSC (c) (similar à Figura 39)

Gráfico 4 ATSC (d) (similar à Figura 39)

Gráfico 5 DVB-T (a) (similar à Figura 39)

Gráfico 6 DVB-T(b) (similar à Figura 39)

Gráfico 7 DVB-T (c) (similar à Figura 39)

Gráfico 8 DVB-T (d) (similar à Figura 39)

Gráfico 9 ISDB-T (a) (similar à Figura 39)

Gráfico 10 ISDB-T (b) (similar à Figura 39)

Gráfico 11 ISDB-T (c) (similar à Figura 39)

Gráfico 12 SDB-T (d) (similar à Figura 39)

TABELA 42

“Ombros” do transmissor

Sistema	Ombro Inferior dB		Ombro Superior dB	
	-3,5MHz	-3,25MHz	3,25MHz	3,5MHz
ATSC				
DVB-T				
ISDB-T				

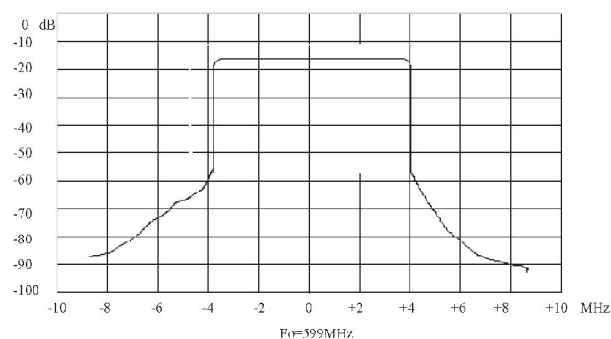


Figura 39 Emissão de sinais fora da faixa nas adjacências do canal

6 CARACTERÍSTICA DOS SISTEMAS DE TV DIGITAL QUANDO O SINAL É PERTURBADO POR REFLEXÃO EM OBJETOS MÓVEIS

6.1 Avaliação do comportamento dos sistemas de TV Digital quando submetidos à recepção de sinais alterados por reflexão em objetos móveis

6.1.1 Objetivo

O objetivo deste ensaio é avaliar a degradação na recepção de sinais digitais afetados pela reflexão em objetos móveis.

Esta degradação pode ser provocada por:

- Atraso ("pós-eco") com deslocamento de frequência dos componentes espectrais do sinal digital refletido.
- Avanço ("pré-eco") com deslocamento de frequência dos componentes espectrais do sinal digital refletido.

Na 1ª condição, ou seja, "pós-eco", o sinal que chega atrasado é o mais fraco.

Na 2ª condição, ou seja, "pré-eco", o sinal que chega adiantado é o mais fraco.

Em ambos os casos, serão estudados os deslocamentos de frequência positivos e negativos gerados por reflexão em objetos móveis.

6.1.2 Parâmetros básicos

- Δf = deslocamento de frequência medido em Hz.
- Δt = atraso ou avanço do sinal refletido em μs .
- BER: taxa de erro de bits.
- (E/D)dB: relação entre a potência do sinal refletido (em dB) e a potência do sinal direto (em dBm).

6.1.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal direto: aproximadamente -30dBm.
- Relação sinal/ruído (C/N): >50dB.

6.1.4 Descrição geral de medida

- Para um dado valor de atraso ou avanço do sinal refletido, ajustar a relação (E/D) dB, em função de cada um dos valores do deslocamento de frequência, para obter o limiar de taxa de erro.

6.1.5 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor Digital no canal 35 (ATSC; DVB-T ou ISDB)
- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (31) Simulador de Eco TAS modelo: 4500 Flex 4 plus
- (07) Divisor de Sinal HP modelo: 0955-0751
- (09) Analisador de espectro Advantest modelo: U3641
- (20) Receptor Digital ATSC
- (21a) Receptor Digital DVB-T

- (21b) Receptor Digital ISDB-T
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix modelo: PB200
- (32) Analisador de Sinal HP 89441-V
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: HP355C (2x)

6.1.6 “Set up” dos equipamentos para análise do efeito “Doppler”

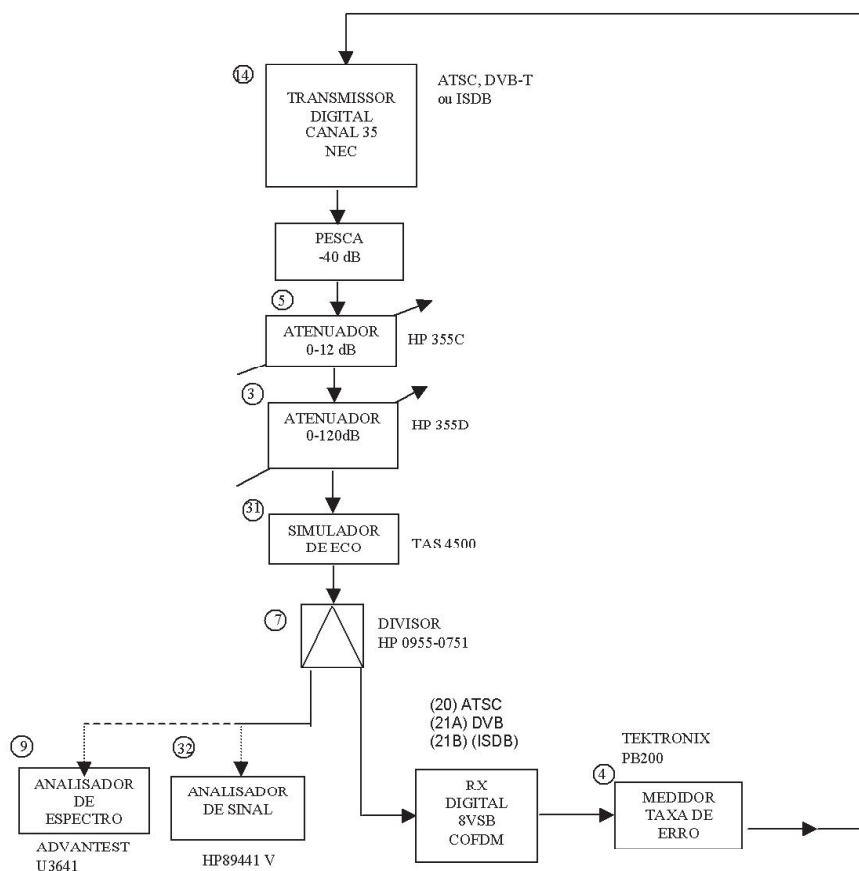


Figura 40 Set up dos equipamentos para análise do efeito “Doppler”

6.1.7 Procedimento de testes

- a) Ajustar os atenuadores (03) e (05), para que o nível do sinal na entrada do Simulador de Eco TAS4500 (31) seja de aproximadamente -10dBm .

- b) No Simulador de Eco (31), desligar os sinais de eco, deixando apenas o caminho do sinal principal. Note que nessas condições o nível do sinal na saída do Simulador de Eco será de aproximadamente -27dBm e, conseqüentemente, o nível do sinal na entrada do receptor digital será de aproximadamente -33dBm .
- c) Ajustar o Simulador de Eco para obter um eco simples com atraso de $1\mu\text{s}$ (pós-eco).
- d) Ajustar o deslocamento da freqüência do eco obtido em c para $+1\text{Hz}$.
- e) Ligar o sinal do eco e ajustar o seu nível até que a leitura do medidor de taxa de erro (04) indique o limiar de taxa de erro (3×10^{-6}). No Simulador de Eco (31), ler a relação (D/E).
- f) Repetir todos os procedimentos citados nos itens d e e para os seguintes valores de deslocamento de freqüência (Δf): $\pm 1\text{Hz}$, $\pm 5\text{Hz}$, $\pm 25\text{Hz}$, $\pm 50\text{Hz}$, $\pm 100\text{Hz}$. Anotar todos os resultados.
- g) Repetir os procedimentos listados nos itens c até f para os seguintes novos valores de atraso: $2\mu\text{s}$, $4\mu\text{s}$, $8\mu\text{s}$, $32\mu\text{s}$.
- h) Ajustar, no Simulador de Eco (31), o avanço inicial de $1\mu\text{s}$.
- i) Repetir os itens d até g sempre substituindo o “atraso” por “avanço”.
- j) De posse dos valores anotados nos itens anteriores, completar as tabelas 43, 44, 45, 46 para o sistema ATSC, as tabelas 47 a 50 para o sistema DVB-T e as tabelas 51 a 62 para o sistema ISDB-T.

6.1.8 Resultados dos testes

TABELA 43

ATSC Pós-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso Δt					
	$1\mu\text{s}$	$2\mu\text{s}$	$4\mu\text{s}$	$8\mu\text{s}$	$16\mu\text{s}$	$32\mu\text{s}$
1Hz						
3Hz						
5Hz						
25Hz						
50Hz						
75Hz						
100Hz						

Relação $(E/D)_{\text{dB}}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de freqüência positivos.

TABELA 44

ATSC Pós-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso $\Delta t(\mu s)$						
	1 μs	2 μs	4 μs	8 μs	16 μs	32 μs	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 45

ATSC Pré-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço $\Delta t(\mu s)$						
	1 μs	2 μs	4 μs	8 μs	16 μs	32 μs	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 46

ATSC Pré-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt						
	1 μs	2 μs	4 μs	8 μs	16 μs	32 μs	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 47

DVB (3/4; 1/16; 2K) Pós-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	atraso Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 48

DVB (3/4; 1/16; 2K) Pós-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 49

DVB (3/4; 1/16; 2K) Pré-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 50

DVB (3/4; 1/16; 2K) Pré-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 51

ISDB (3/4; 1/16; 2K; INT 4 (0,1s)) Pós-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 52

ISDB (3/4; 1/16, 2K, INT 4 (0,1s)) Pós-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 53

ISDB (3/4; 1/16; 2K, INT 4 (0,1s)) Pré-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 54

ISDB (3/4; 1/16, 2K, INT 4 (0,1s)) Pré-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 55

ISDB (3/4; 1/16; 4K; INT 2 (0,1s)) Pós-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 56

ISDB (3/4; 1/16;4K; INT 2 (0,1s)) Pós-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 57

ISDB (3/4; 1/16; 4K; INT 2 (0,1s)) Pré-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 58

ISDB (3/4; 1/16; 4K; INT 2 (0,1s)) Pré-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 59

ISDB (3/4; 1/16;8K; INT 1 (0,1s)) Pós-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 60

ISDB (3/4; 1/16; 8K; INT 1 (0,1s)) Pós-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Atraso Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de atraso e deslocamentos de frequência negativos.

TABELA 61

ISDB (3/4; 1/16; 8K; INT 1 (0,1s)) Pré-eco $\Delta f > 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt						
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s	
1Hz							
3Hz							
5Hz							
25Hz							
50Hz							
75Hz							
100Hz							

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência positivos.

TABELA 62

ISDB (3/4; 1/16; 8K; INT 1 (0,1s)) Pré-eco $\Delta f < 0$

Deslocamento de freq. Δf	Avanço Δt					
	1 μ s	2 μ s	4 μ s	8 μ s	16 μ s	32 μ s
1Hz						
3Hz						
5Hz						
25Hz						
50Hz						
75Hz						
100Hz						

Relação $(E/D)_{dB}$ para os diversos valores de avanço e deslocamentos de frequência negativos.

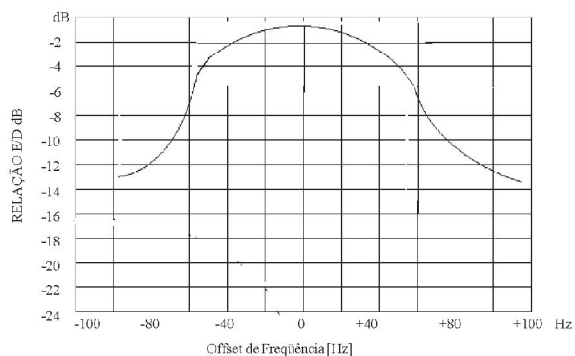


Figura 41 Gráfico da relação sinal e eco em função do off-set de frequência

7 TESTES ADICIONAIS

Este bloco de testes visa a verificar algumas características específicas dos sistemas de TV Digital que possam influir no desempenho da recepção de sinal.

7.1 Interferência por multipercurso com a presença de ruído impulsivo

7.1.1 Objetivo

O teste descrito no item 3.1 mostra o comportamento do receptor digital para sinais com “eco”, na ausência de ruído impulsivo.

O objetivo deste método de ensaio é verificar o comportamento dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T na presença simultânea de “eco interferente” e “ruído impulsivo”.

7.1.2 Características e parâmetros básicos

- D = potência do sinal principal
- E = potência do sinal “eco”
- D/E = relação entre sinal principal e o sinal “eco” ou $D/E \text{ (dB)} = D \text{ (dBm)} - E \text{ (dBm)}$
- Neq = Potência de ruído impulsivo equivalente em dBm (veja a definição no teste 2.5)
- D/Neq = Relação “sinal principal” / “ruído equivalente”
- BER = taxa de erro de bits

7.1.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal principal = aproximadamente -39dBm .
- Relação sinal/ruído C/N [onde C é a potência do sinal digital medida na entrada do receptor (sinal principal + sinal “eco”): superior a 50dB.
- O ruído impulsivo será gerado pelo equipamento “Simulador de Interferência de Ignição” com janela de tempo de ruído variável de $1\mu\text{s}$ a $999\mu\text{s}$.

7.1.4 Descrição geral da medida

Sem a presença de ruído impulsivo, deixar o sinal principal no nível de referência de 0dB (aproximadamente -39dBm).

Aumentar o nível do “eco” até obter, no “medidor de taxa de erro”, o valor de “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}). Atenuar o “eco” em degraus consecutivos de 1dB.

Para cada operação de atenuação de “eco”, aumentar o nível de ruído gaussiano injetado na janela do “Simulador de Interferência de Ignição” até a leitura do “medidor de taxa de erro” ficar igual ao “limiar de taxa de erro”. Medir o valor de Neq.

Traçar a curva (D/Neq) em função de (D/E).

7.1.5 Instrumentos utilizados

- (01) Transmissor PAL-M, canal 34
- (02) Atenuador BIRD 30dB 300AFFN30
- (03) Atenuadores HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix PB200
- (05) Atenuadores HP 0-12dB 355C (2x)
- (06) Combinadores HP 0955-0751 (2x)

- (07) Divisor HP 0955-0751
- (13) Atenuador R&S 0-110dB, 0.1 passo
- (14) Transmissor digital NEC, canal 35
- (20) Receptor digital ATSC
- (21a) Receptor digital DVB-T
- (21b) Receptor digital ISDB
- (28) Receptor PAL-M
- (30) Gerador de ruído TAS 420
- (24) Simulador de Interferência de Ignição
- (32) Analisador de Sinal HP89441-V
- (31) Simulador de Eco TAS modelo: TAS 4500
- (43) Carga de 50 ohms HP909C
- (19) Gerador de RF R&S modelo: SMH

7.1.6 "Set up" dos equipamentos

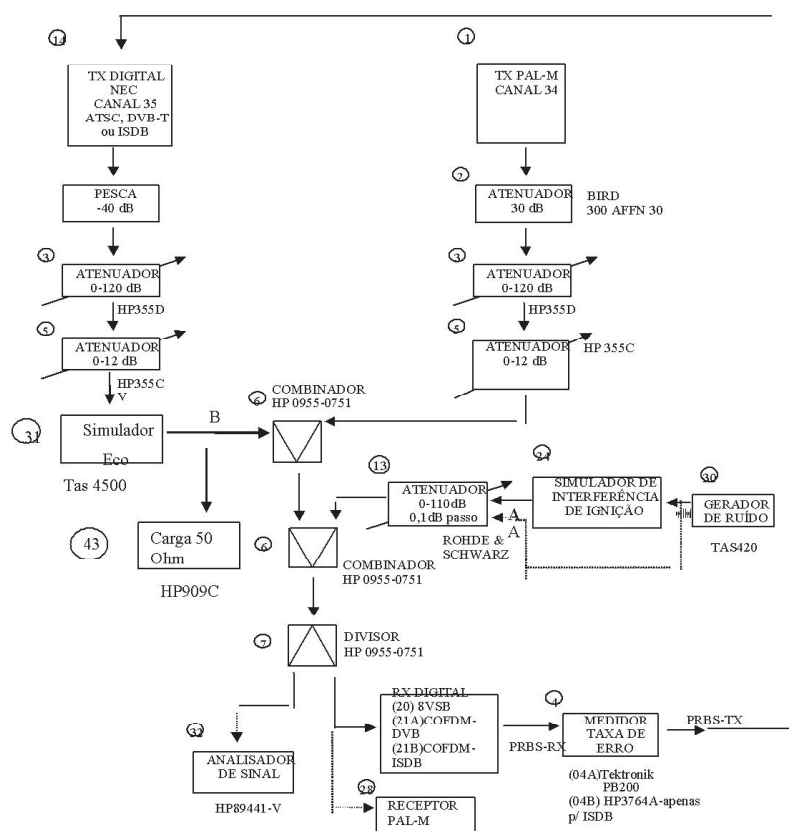


Figura 42 Interferência por multipercurso com a presença de ruído impulsivo

7.1.7 *Procedimentos de testes*

- a) Procedimento de calibração para possibilitar a medição da potência de ruído impulsivo equivalente (Neq).

Este procedimento tem por objetivo criar um parâmetro qualitativo de referência para análise de interferência de ruído impulsivo.

Para isso, o ruído impulsivo será obtido de um Simulador de Interferência de Ignição com janela de ruído com tempo variável de 1 μ s até 999 μ s. O ruído assim obtido será combinado ao sinal proveniente do transmissor PAL-M.

- No ponto B desligar o cabo que chega do Simulador de Eco e substituí-lo por uma carga de 50ohms.
- Deixar o atenuador (13) na condição de máxima atenuação.
- Ajustar os atenuadores (03) e (05) do sinal PAL-M para obter potência de pico de sincronismo de aproximadamente -15dBm lida pelo analisador de sinal (32).
- Ajustar a janela do Simulador de Interferência (24) para 500 μ s.
- Ligar o Simulador de Interferência (24). Ligar o gerador de ruído (30) e atuar sobre o atenuador (13) até que pontos brancos ocasionados fiquem visíveis na imagem observada no receptor PAL-M (28).
- Ajustar os atenuadores (03) e (05) do sinal PAL-M para a condição de máxima atenuação.
- Tirar o Simulador de Interferência do circuito e ligar o gerador de ruído (30) diretamente à entrada do atenuador (13) – (ponto A).
- Nas condições do item anterior, medir a potência de ruído na banda de 6MHz, através do Analisador de Sinal (32). Anotar esse valor, pois ele será a referência para todas as medições de ruído (Neq). Também anotar a posição do atenuador (13).

- b) Deixar o atenuador (13) na condição de máxima atenuação.
- c) Tirar a carga de 50 ohms do ponto B e ligar o cabo que chega do Simulador de Eco.
- d) Ajustar os atenuadores (05) e (03) do sinal digital para que o nível de sinal na entrada do Simulador de Eco TAS 4500 (31) seja de aproximadamente -20dBm .
- e) No Simulador de Eco (31), desligar os sinais de eco deixando apenas o caminho do sinal principal (D). Note que nessa condição o nível de sinal na saída do Simulador de Eco será de aproximadamente -27dBm . Conseqüentemente o nível do sinal na entrada do receptor digital será de aproximadamente -39dBm . Medir e anotar esse nível, pois ele será a referência para todas as demais medições do sinal D.

- f) Ajustar o Simulador de Eco para obter um eco simples com atraso de 1µs (Pós-Eco).
- g) Ligar o sinal de eco e ajustar o seu nível até que a leitura no medidor de taxa de erro (04) indique o limiar da taxa de erro. Esse será o ponto de partida para o início do “ensaio”.
- h) No Simulador de Eco atenuar o sinal de eco em 1dB e anotar a correspondente relação (D/E) dB.
- i) Ajustar a janela do Simulador de Interferência de Ignição para 25µs.
- j) Atuar no atenuador (13) até que o medidor de taxa de erro (04) volte a indicar a taxa de erro de limiar (3×10^{-6}).
- k) Verificar quantos decibéis o ruído foi atenuado em relação à posição do atenuador (13) anotando no oitavo item 7.1.7 (a). Subtraindo este número do valor de potência de ruído anotado no oitavo item de 7.1.7 (a), calcular qual será o ruído na banda de 6MHz em dBm. Chamar esse ruído de Ruído Equivalente (Neq).
- l) Calcular o valor (D/Neq) dB, subtraindo o valor de Neq obtido no item k do valor do nível de sinal digital (D) lido no item e. Essa relação (D/Neq) dB será a correspondente ao valor (D/E) dB lido no item h.
- m) Atenuar sucessivamente o sinal de eco em degraus de 1dB, sempre repetindo as medições da mesma maneira como mostrado nos itens h até l. Quando a variação não for significativa, aumentar os degraus para 2dB ou 5dB. Continuar as medições até notar que a influência do “eco” se torne desprezível.
- n) Traçar a curva (D/Neq) em função do nível de eco (D/E).
- o) Repetir os itens i até n para os seguintes valores de tempo de janela do Simulador de Interferência de Ignição: 50µs, 100µs, 150µs, 200µs, 300µs e 400µs.
- p) Repetir os itens f até o para os seguintes valores de tempos de retardo: 2µs, 4µs, 8µs, 16µs e 32µs.
- q) Repetir todos os procedimentos descritos nos itens f até p trocando o “atraso” por “avanço” no Simulador de Eco.

7.1.8 Resultados

TABELA 63

Atraso 1µs, janela 100µs

Sinal dBm	D / U	Ruído dB	N (final)	(C / N) fB
-50dBm	0dB			
-50dBm	1dB			
-50dBm	5dB			
-50dBm	10dB			
-50dBm	15dB			
-50dBm	20dB			

Repetir as medidas para 8µs, 32µs, 64µs, 128µs.

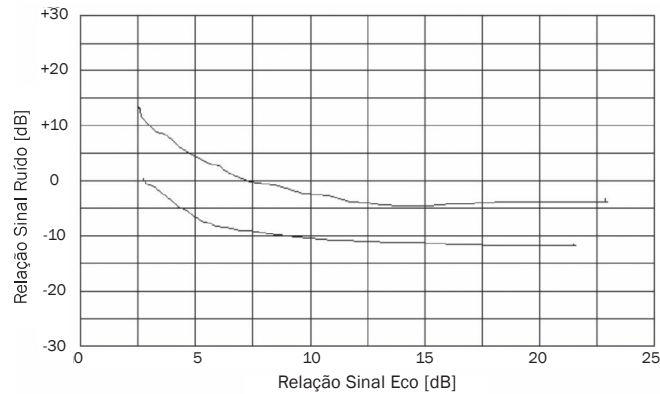


Figura 43 Exemplo do formato do gráfico da interferência de multipercurso com ruído impulsivo

7.2 Interferência entre dois canais de TV Digital de sistemas diferentes

7.2.1 Objetivo

Este método de ensaio tem por objetivo avaliar a degradação produzida em um sinal de TV Digital, modulado num dos padrões ATSC, DVB-T ou ISDB-T, interferido por outro canal de TV Digital de sistema diferente ajustado no mesmo canal de TV interferido.

Neste método de ensaio, a interferência é medida pela avaliação do parâmetro denominado “Relação de Proteção” que é a relação em dB entre a potência do sinal desejado e a potência do sinal interferente.

$$\text{Relação de Proteção} = D/U \text{ (dB)}$$

D = Sinal desejado

U = Sinal Não desejado

A medida é realizada com sinal de TV Digital interferente (um canal modulado em ATSC, por exemplo) interferindo por outro canal modulado em DVB-T, por exemplo, com a banda de frequência coincidente.

7.2.2 Características dos parâmetros básicos

O parâmetro básico utilizado na determinação da relação de proteção é o “limiar de taxa de erro” (3×10^{-6}).

7.2.3 Valores, características iniciais

- O sinal interferente de TV Digital diferente do canal principal deve provir do gerador de RF SFQ da R&S (19), e deve ser injetado no atenuador da R&S em passos de 0.1dB (13).
- O canal de TV Digital interferido, seja no sistema DVB-T, ATSC ou ISDB-T, deve provir de um transmissor digital (14), através de atenuadores.
- Ajuste inicial do nível de referência para medições de sinal interferente. Para fazer este ajuste, deve-se desligar o sinal do canal digital no ponto A e substituí-lo por uma carga de 50ohms (43).

O nível do sinal interferente deve ser ajustado em -30dBm lido pelo analisador de sinal da HP (32), atuando no atenuador (13). Deve-se anotar esse valor e a posição do atenuador (13), pois ela será a referência para todas as medidas de sinal interferente.

- Ajuste inicial do nível do sinal digital interferido modulado em uma das configurações (DVB-T, por exemplo) na entrada do receptor. Para fazer este ajuste, o atenuador do sinal interferente (13) deve ser deixado na posição de “máxima atenuação”. Nessas condições, os atenuadores (03) e (05) devem ser ajustados para ter leitura de aproximadamente -30dBm no analisador de sinal (32).

Esse valor inicial de D deve ser anotado, pois ele será a referência para todas as medições.

7.2.4 Descrição geral da medida

Para cada um dos sistemas digitais e para cada sinal digital interferente, a Relação de Proteção deve ser ajustada para obter a taxa de erro de limiar (3×10^{-6}) no respectivo receptor.

7.2.5 Instrumentos utilizados

- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: HP355D (2x)
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix PB200
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: HP355C (2x)
- (06) Combinador HP 0955-0751
- (07) Divisor de Sinal HP 0955-0751
- (13) Atenuador Rohde & Schwarz 0-110dB; passo 0,1dB; modelo: RSP
- (14) Transmissor digital canal 35 NEC
- (19) Gerador de sinal digital Rode & Schwarz SFQ
- (20) Receptor digital ATSC

- (21a) Receptor digital DVB-T
- (21b) Receptor digital ISDB-T
- (32) Analisador de Sinal HP89441-V
- (43) Carga 50 ohms HP909C

7.2.6 “Set up” de medida da interferência de um sinal de TV Digital em outro sistema de TV Digital ajustado no mesmo canal

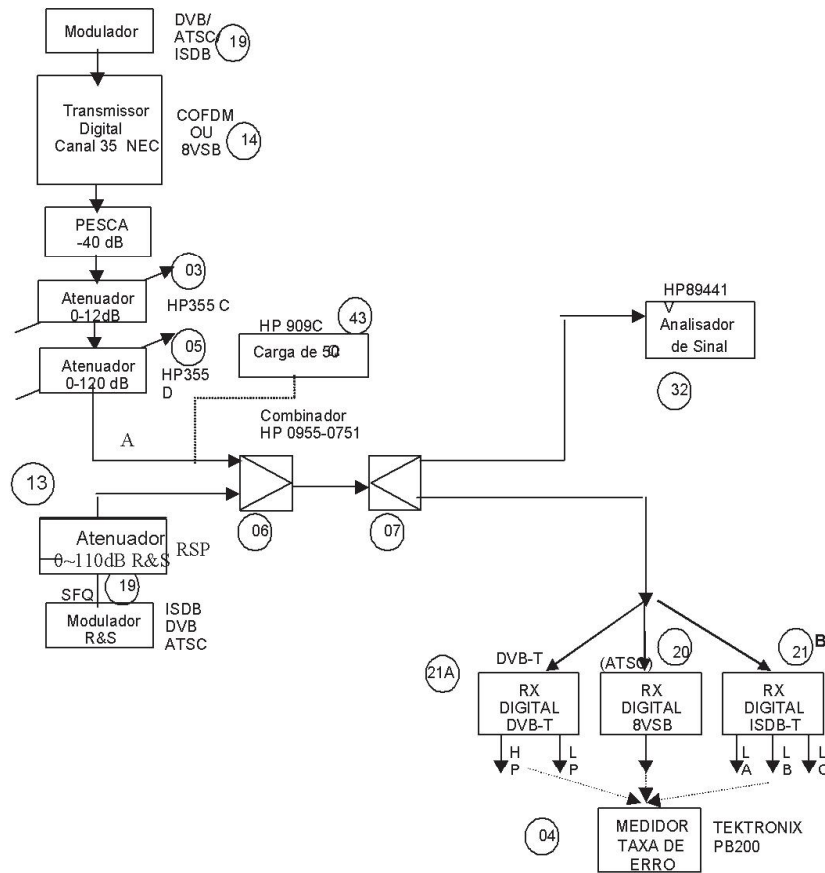


Figura 44 Set up de medida da interferência de TV Digital em sistemas diferentes

7.2.7 Procedimento de testes

- a) Ajustar o nível do sinal digital interferido na condição inicial do item 7.2.3, modulado em uma das configurações (DVB-T, por exemplo) sintonizado no canal 35.

- b) Ajustar a frequência do gerador de modulação (19) no mesmo canal 35.
- c) Atuar no atenuador (13) até obter a leitura da “taxa de erro de limiar” no medidor de taxa de erro (3×10^{-6}).
- d) Calcular o valor da potência do sinal interferente U (dBm) pela posição do atenuador (13) em relação ao valor de referência inicial do item 7.2.3.
- e) Calcular a relação de proteção subtraindo o valor de U (dBm) obtido em d do valor de sinal D (dBm) ajustado em a.
- f) Repetir os procedimentos 7.2.7.3 até 7.2.7.5 alterando a configuração de modulação do sinal interferente.
- g) Substituir a configuração do sinal de TV interferido para ISDB-T, por exemplo, e repetir os procedimentos de 7.2.7.1 até 7.2.7.6. A Tabela 64 mostra as combinações possíveis.

7.2.8 Resultados

TABELA 64

Resultados do teste de interferência de dois canais de TV Digital de sistemas diferentes

Interferido	Interferente	Relação de proteção (dB)
ATSC	DVB-T (3/4, 1/16, 8K)	
ATSC	DVB-T (2/3, 1/32, 8K)	
ATSC	DVB-T (3/4, 1/8, 2K)	
ATSC	DVB-T (1/2, 1/16, 8K)	
ATSC	ISDB-T (3/4, 1/16, 8K, 0,4s)	
ATSC	ISDB-T (2/3, 1/32, 8K, 0,1s)	
ATSC	ISDB-T (3/4, 1/32, 4K, 0,1s)	
ATSC	ISDB-T (1/2, 1/16, 8K, 0,4s)	
DVB-T (3/4, 1/16, 8K)	ATSC	
DVB-T (2/3, 1/32, 8K)	ATSC	
DVB-T (3/4, 1/8, 2K)	ATSC	
DVB-T (1/2, 1/16, 8K)	ATSC	
DVB-T (3/4, 1/16, 8K)	ISDB-T (3/4, 1/16, 8K, 0,4s)	
DVB-T (2/3, 1/32, 8K)	ISDB-T (2/3, 1/32, 8K, 0,1s)	
DVB-T (3/4, 1/8, 2K)	ISDB-T (3/4, 1/32, 4K, 0,1s)	
DVB-T (1/2, 1/16, 8K)	ISDB-T (1/2, 1/16, 8K, 0,4s)	
ISDB-T (3/4, 1/16, 8K, 0,4s)	ATSC	
ISDB-T (2/3, 1/32, 8K, 0,1s)	ATSC	
ISDB-T (3/4, 1/32, 4K, 0,1s)	ATSC	
ISDB-T (1/2, 1/16, 8K, 0,4s)	ATSC	
ISDB-T (3/4, 1/16, 8K, 0,4s)	DVB-T (3/4, 1/16, 8K)	
ISDB-T (2/3, 1/32, 8K, 0,1s)	DVB-T (2/3, 1/32, 8K)	
ISDB-T (3/4, 1/32, 4K, 0,1s)	DVB-T (3/4, 1/8, 2K)	
ISDB-T (1/2, 1/16, 8K, 0,4s)	DVB-T (1/2, 1/16, 8K)	

7.3 Receptores com diversidade de antenas

7.3.1 Objetivo

O teste descrito no item 3.3 mostra o comportamento do receptor digital com uma única antena e recebendo sinais interferentes de diversos ecos. O objetivo deste método de ensaio é verificar o comportamento dos sistemas DVB-T, ATSC e ISDB-T com diversidade de antenas, isto é, testar receptores dotados de antenas adaptativas. A condição de recepção que torna necessário o uso deste tipo de receptores é mais frequente em regiões urbanas onde podem ocorrer múltiplos ecos de elevada intensidade e atraso pequeno devido à existência de muitos pontos de reflexão do sinal de TV.

7.3.2 Característica dos parâmetros básicos

Composição do sinal

A simulação de canais para avaliar o comportamento dos sistemas em condições mais próximas das situações reais deverá ser testada usando os canais tipo “C” e “D”, também conhecidos como “Raylengh” simplificado, que representam uma situação de antena interna e sinais com refletidos fortes (veja as tabelas 65 e 66).

Na configuração de “modulação Raylengh”, o instrumento TAS 4500 permite a existência de 12 caminhos (CH1 e CH2), com 6 caminhos cada, tais que os caminhos da saída CH2 podem ter o fator de correlação ajustado em relação aos correspondentes caminhos da saída CH1. O fator de correlação é uma medida do grau de similaridade entre os correspondentes caminhos das duas saídas. Geralmente os esquemas de receptores com diversidade usam a perda de perfeita correlação entre os sinais multipercursos para ajudar a recuperar o sinal original. Um fator de correlação com valor 1,0 significa que os dois caminhos “dançam” harmonicamente um com o outro, enquanto um fator de correlação com valor 0,0 indica que os caminhos variam independentemente. Para este tipo de teste, sugere-se usar o canal tipo “GSM TU50 1” mostrado na Tabela 67 programando o fator de correlação de todos os caminhos de saída CH2 para os valores: 0,0, 0,2, 0,4, 0,6 e 1,0.

TABELA 65

Distribuição de ecos do canal tipo “C”

Sinal	Amplitude Relativa	Amplitude dB	Atraso μ s
0	0,7263	-2,8	0,000
1	1,0000	0,0	0,089
2	0,6457	-3,8	0,419
3	0,9848	-0,1	1,506
4	0,7456	-2,5	2,322
5	0,8616	-1,3	2,799

TABELA 66

Distribuição de ecos do canal tipo "D"

Sinal	Amplitude Relativa	Amplitude dB	Atraso μ s
0	0,2045	-0,1	0,15
1	0,1341	-3,8	0,63
2	0,1548	-2,6	2,22
3	0,1789	-1,3	3,05
4	0,2077	0,0	5,86
5	0,1509	-2,8	5,93

TABELA 67

Distribuição de ecos do canal "GSM TU50 1"

Sinal	Amplitude (dB)	Atraso (μ s)
1	-3	0,0
2	0,0	0,2
3	-2	0,5
4	-6	1,6
5	-8	2,3
6	-10	5,0

C = potência do sinal total (sinal principal + sinais de eco)

N = Potência do ruído gaussiano na entrada do receptor. C/N = relação sinal/ruído

BER = taxa de erro de bits

7.3.3 Valores e características iniciais

- Potência do sinal principal = aproximadamente -40 dBm.
- Relação sinal/ruído C/N: superior a 50dB.

7.3.4 Descrição geral da medida

Na ausência de ruído (ou seja: relação C/N superior a 50dB), deixar o sinal C total com 0dB (ou seja: aproximadamente -40 dBm) e medir a correspondente taxa de erro. Se a taxa de erro estiver abaixo da taxa de erro de limiar (3×10^{-6}), injetar ruído até atingir o valor da taxa de erro de limiar. Em torno do ponto de taxa de erro de limiar, aumentar e diminuir o ruído, traçando uma curva de "taxa de erro" (BER) em função da relação sinal/ruído (C/N).

7.3.5 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor digital, canal 35 – NEC
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)
- (31) Simulador de Eco TAS modelo: TAS4500 com 12 vias

- (06) Combinador de sinal HP modelo: HP0955-0751
- (30) Gerador de ruído TAS modelo: TAS420 (2x)
- (13) Atenuador 0-110dB (0,1dB de passo) – Rohde & Schwarz RSP
- (07) Divisor de sinal HP modelo: 0955-0751
- (20) Receptor digital ATSC
- (21) Receptor digital DVB –T
- (21) Receptor digital ISDB-T
- (04) Medidor de taxa de erro TEKTRONIX modelo: PB200x
- (32) Analisador de Sinal HP89441-V
- (43) Carga de 50 ohms HP909C
- (19) Modulador R&S modelo: FSQ
- (15) Gerador de RF Rohde Schwarz SMH 92x)
- (06) Divisor de Sinal HP0955-0751 (2x)

7.3.6 “Set up” dos equipamentos para medida de receptores com antenas adaptativas

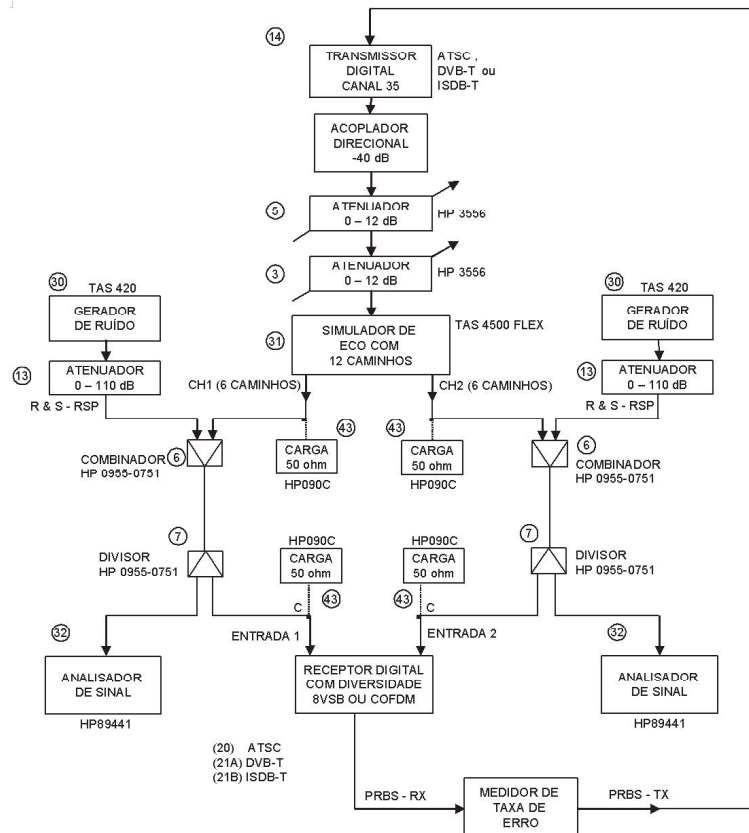


Figura 45 “Set up” dos equipamentos para medida de receptores com antenas adaptativas

7.3.7 Procedimentos de testes

OBS: Este procedimento é válido para qualquer uma das configurações de sinal ATSC, DVB-T e ISDB-T.

- a) Ajustar os atenuadores (05) e (03) para que o nível de sinal na entrada do Simulador de Eco TAS 4500 (31) seja de aproximadamente -10dBm . A partir deste ponto, existem dois caminhos distintos para o sinal. Escolhendo o caminho CH1, desligar o cabo que chega na entrada 2 (ponto C) e conectar em seu lugar uma carga de 50Ω e seguir os seguintes passos:
- b) Deixar o atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”.
- c) No Simulador de Eco (31), ajustar os diversos sinais conforme a configuração desejada: canal tipo “C” (Tabela 63) ou canal tipo “D” (Tabela 64).
- d) Através do analisador de sinal (32), medir a potência total de sinal (C) na entrada do receptor digital. Também gravar o espectro do sinal correspondente.
- e) Medir a taxa de erro através do medidor (04). Se o seu valor for inferior ao valor da taxa de erro de limiar (3×10^{-6}), passar para o item f.
- f) No ponto “B” desligar o cabo que chega do Simulador de Eco e substituí-lo por uma carga de 50 ohms.
- g) Deixar o atenuador (13) na condição de “mínima atenuação”.
- h) Através do analisador vetorial (32), medir a potência de ruído na banda do canal (6MHz), na entrada do receptor digital. Note que ela será o valor de referência para as demais medições de ruído.
- i) Deixar o atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”, tirar a carga de 50 ohms e religar o cabo que chega do Simulador de Eco no ponto B.
- j) Atuar no atenuador (13) até que o medidor de taxa de erro indique o valor da taxa de erro de limiar (3×10^{-6}). Anotar a posição do atenuador porque este será referência para o passo 7.3.14 adiante.
- k) A partir da leitura do atenuador (13) e de valor de referência de ruído lido no item h, calcular a potência de ruído (N) na entrada do receptor digital.
- l) Subtrair o valor de N obtido em k de 3.3.7 do valor de C obtido em d de 7.3.7, calculando assim o valor de $(C/N)_1$ correspondente à taxa de erro de limiar. Anotar esse resultado nas tabelas 68 e 69.
- m) Agora desligar o cabo na saída do emulador de canal CH1 e ligar novamente o cabo da saída do emulador de canal CH2. Repetir os passos 7.3.7.2 até 7.3.7.12 para o caminho CH2 e calcular o valor $(C/N)_2$.
- n) Manter ligado o cabo de CH2 e religar o cabo de CH1. Agora as duas entradas de antena do receptor digital estão alimentadas com o sinal digital. Proceder a leitura da taxa de erro lida no medidor (04). Se houver alteração da taxa de erro lida no medidor (04), diminuir simultaneamente os passos dos

atenuadores (13) dos dois canais CH1 e CH2 em passos de 0,1dB até que se atinja novamente o limiar da taxa de erro (3×10^{-6}). Verificar qual foi a variação de atenuação em dB em relação ao valor lido em 7.3.7.10. Essa é a melhoria introduzida pela diversidade de antena (ganho). Anotar o resultado nas tabelas 68 (canal tipo C) e 69 (canal tipo D).

- o) Repetir os itens b a n usando a configuração do canal “GSM TU50 1” ajustando o valor do fator de correlação de todos os caminhos da saída CH2 para 0,0. Anotar os resultados na tabela 70.
- p) Repetir os itens b até n para a configuração do item anterior, porém alterando consecutivamente o fator de correlação para 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0. Anotar os resultados na Tabela 70.

7.3.8 Resultados

TABELA 68

Relação (C/N)dB para taxa de erro de limiar para canal tipo C

Relação (C/N) dB para taxa de erro de limiar								
ATSC	DVB-T				ISDB-T			
	3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16, 8K	3/4, 1/8, 2K	2/3, 1/32, 8K	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	3/4, 1/16, 2K, 0,1s	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	3/4, 1/32, 2K, 0,1s
(C/N) ₁								
(C/N) ₂								
Ganho								

TABELA 69

Relação (C/N)dB para taxa de erro de limiar para canal tipo D

Relação (C/N) dB para taxa de erro de limiar								
ATSC	DVB-T				ISDB-T			
	3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16, 8K	3/4, 1/8, 2K	2/3, 1/32, 8K	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	3/4, 1/16, 2K, 0,1s	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	3/4, 1/32, 2K, 0,1s
(C/N) ₁								
(C/N) ₂								
Ganho								

TABELA 70

Relação (C/N) dB para taxa de erro de limiar com canal tipo "GSM TU50"
 "r" Fator de correlação

	Relação (C/N) dB para taxa de erro de limiar							
	DVB-T				ISDB-T			
ATSC	3/4, 1/16, 2K	3/4, 1/16, 8K	3/4, 1/8, 2K	2/3, 1/32, 8K	3/4, 1/16, 4K, 0,1s	3/4, 1/16, 2K, 0,1s	3/4, 1/16, 8K, 0,1s	3/4, 1/32, 2K, 0,1s
(C/N) ₁								
(C/N) ₂								
Ganho p/ r = 0,0								
Ganho p/ r = 0,2								
Ganho p/ r = 0,4								
Ganho p/ r = 0,6								
Ganho p/ r = 0,8								
Ganho p/ r = 1,0								

7.4 Robustez a ruído de fase

7.4.1 Objetivo

Este método de medida tem por objetivo determinar a robustez dos três sistemas de TV Digital ATSC, DVB-T e ISDB-T ao ruído de fase. Esta robustez será avaliada pela medição do "limiar de ruído de fase" o qual é definido pela potência do ruído de fase, medida dentro da banda de 1Hz, nas frequências de 20kHz para cima e para baixo da frequência do gerador de RF usado no *up-converter*.

A potência do ruído de fase deve ser indicada em dB abaixo da potência fornecida pelo gerador de RF e expressa como dBc/Hz.

7.4.2 Características dos parâmetros básicos

- dBc/Hz: ruído de fase expresso em dB abaixo da potência fornecida pelo gerador de RF, modulado em FM por um sinal de ruído branco, dentro da banda de 1Hz e para frequências de fmkHz acima e abaixo da frequência do gerador.
- BER: taxa de erro de bits.
- Limiar de taxa de erro de bits: 3×10^{-6} .
- O gerador de ruído branco modula em FM o sinal do gerador de RF.

7.4.3 Valores e características iniciais

- Sinal Modulador com seqüência PRBS 15
- Nível do sinal do canal de TV na entrada do receptor: -53dBm
- Frequência do gerador de RF: $f_0 = f_I + f_c$
 f_I = frequência da FI (frequência intermediária)
 f_c = frequência central do canal de TV
- Nível do gerador de R: $F + 3\text{dBm}$ (sem modulação)
- Largura da banda do gerador de ruído: 10Hz a 200kHz
- Tensão de saída do gerador de ruído: 0,239 VRMS sobre 50Ω

7.4.4 Descrição geral da medida

Mantendo constante o nível do gerador de ruído, variar o desvio de pico do sinal modulado em FM (no gerador de RF) até que o medidor de taxa de erro indique o valor do limiar de taxa de erro de bits do receptor (3×10^{-6}). Com o analisador de sinal ajustado para a medição do ruído de fase, medir a dBc/Hz na saída do gerador de RF para um “off-set” de $\pm 20\text{kHz}$ em relação à frequência do referido gerador.

Esse valor da dBc/Hz é o limiar do ruído de fase do receptor.

Medir também a dBc/Hz para os “off-sets” de 100Hz; 1kHz; 2kHz; 5kHz; 10kHz e 50kHz.

7.4.5 Instrumentos utilizados

- (58) Modulador R&S modelo: SFQ
- (17) Mixer modelo: ZLW186MH
- (07) Divisores de Sinal HP modelo: 0955-0751 (2x)
- (32) Analisador de Sinal HP modelo: 89441V
- (15) Gerador de RF R&S modelo: SMY02 (2x)
- (59) Gerador de Funções HP modelo: 33120A
- (16) Filtros Telonic modelo: TTF600 (2x)
- (13) Atenuador R&S modelo: RSP
- (60) Analisador de espectro Advantest Modelo U3641
- (20) Receptor ATSC
- (21a) Receptor DVB-T
- (21b) Receptor ISDB-T
- (04) Medidor de taxa de erro Tektronix modelo: PB200

7.4.6 “Set up” dos equipamentos

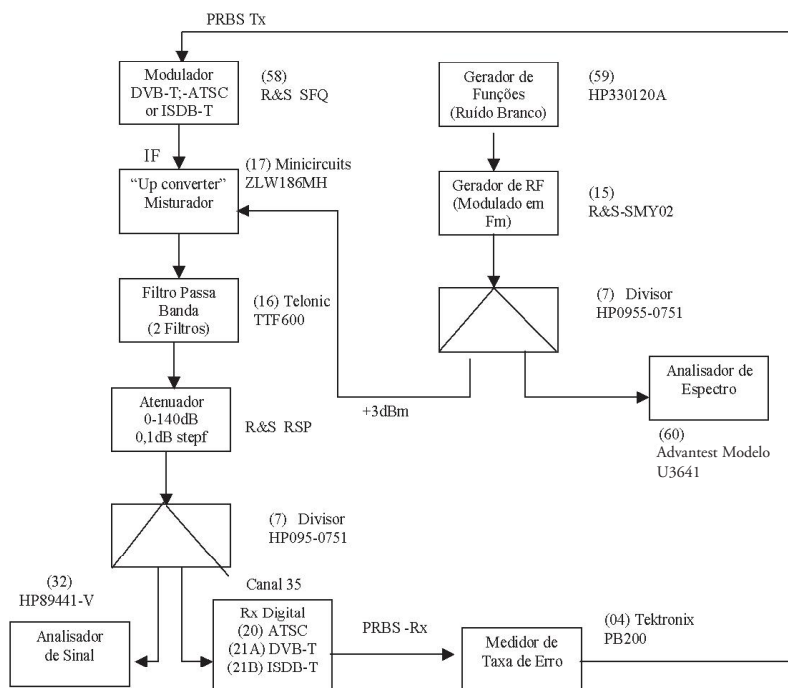


Figura 46 Set up dos equipamentos para teste de robustez a ruído de fase

7.4.7 Procedimento dos testes

- Deixar o gerador de funções (59) desligado.
- Ajustar a frequência do gerador de RF (15) para $f_0=643\text{MHz}$. Também através do analisador de espectro (60) ajustar o nível de saída para +3dBm.
- Ajustar o modulador (58) para a modulação desejada (ATSC, DVB-T ou ISDB-T). Ajustar a banda em 6MHz, com saída de FI no padrão M (41MHz a 47MHz).
- Ajustar os dois filtros (16) para a banda do canal 35 (596MHz a 602MHz).
- Através do analisador de sinal (32) ajustar o atenuador (13) para ter um nível de -53dBm na entrada do receptor digital.
- Ligar o gerador de funções (59) e deixá-lo na condição de saída do ruído gaussiano com nível 0,239VRMS.
- Deixar o gerador de RF (15) na condição de “modulação em FM”, com desvio de frequência no mínimo.
- Deixar o analisador de espectro (60) na função “medição de ruído de fase”.

- i) No gerador de RF (15), aumentar o valor do desvio de frequência a partir de 2,5kHz com desvios sucessivos de 0,1kHz até que, no medidor de taxa de erro (04), seja atingido o valor de taxa de erro de limiar (3×10^{-6}).
- j) Na curva observada no analisador de espectro (60), anotar os valores da potência do ruído de fase (em dBc/Hz) para os seguintes desvios a partir da frequência central: 100Hz; 1kHz, 2kHz, 5kHz, 10kHz, 20kHz e 50kHz.

7.4.8 Resultados

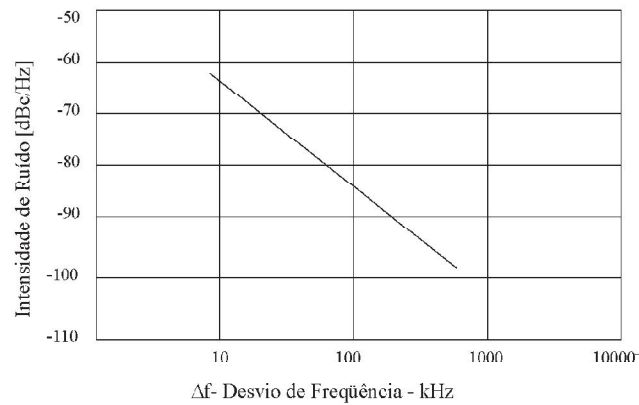


Figura 47 Formato do gráfico de Intensidade de ruído versus desvio de frequência

8 RECEPÇÃO MÓVEL

Este teste visa a verificar o desempenho dos sistemas de TV Digital para recepção móvel.

8.1 Comparação de desempenho dos sistemas de TV Digital para recepção móvel

8.1.1 Objetivo

Os testes descritos no item 6.1 consistem na avaliação da degradação do sinal digital afetado pela reflexão em objetos móveis. Este teste visa a avaliar o comportamento do sinal digital quando o receptor está em movimento, isto é, instalado em um veículo, por exemplo. Será feita a simulação para presença simultânea de vários ecos (até cinco ecos).

8.1.2 Característica dos parâmetros básicos

Composição do sinal

Para avaliar o comportamento dos sistemas em condições mais próximas das situações reais de veículos em movimento, deverão ser testados canais que representam a combinação de sinais refletidos em diversos pontos como ocorre em centros urbanos.

A condição que mais se aproxima desse cenário é o canal “GSM TU50 1” que representa uma condição de recepção típica urbana, onde existem sinais refletidos fortes com atrasos pequenos e variados (veja a tabela abaixo). Essa configuração pode ser programada no Instrumento TAS 4500.

TABELA 71

Canal “GSM TU 50 1” (Modulação Rayleigh)

Sinal	Amplitude dB	Atraso μ s
1	-3	0,0
2	0	0,2
3	-2	0,5
4	-6	1,6
5	-8	2,3
6	-10	5,0

C = potência do sinal total (sinal principal + sinais de “eco”)

N = Potência do ruído gaussiano na entrada do receptor

C/N = relação sinal/ruído

BER = taxa de erro de bits

8.1.3 Valores e características iniciais

Potência do sinal principal = aproximadamente -40 dBm.

Relação sinal/ruído C/N: superior a 50dB.

8.1.4 Descrição geral da medida

Na ausência de ruído (ou seja: relação C/N superior a 50dB), deixar o sinal C total com 0dB (ou seja: aproximadamente -40 dBm) e medir a correspondente taxa de erro. Se a taxa de erro estiver abaixo da taxa de erro de limiar (3×10^{-6}), injetar ruído até atingir o valor da taxa de erro de limiar.

8.1.5 Instrumentos utilizados

- (14) Transmissor digital, canal 35 – NEC
- (05) Atenuador HP 0-12dB modelo: 355C (2x)
- (03) Atenuador HP 0-120dB modelo: 355D (2x)

- (31) Simulador de Eco TAS modelo: TAS4500
- (06) Combinador de sinal HP modelo: HP0955-0751
- (30) Gerador de ruído TAS modelo: TAS420
- (13) Atenuador 0-110dB (0,1dB de passo) – Rohde & Schwarz RSP
- (07) Divisor de sinal HP modelo: 0955-0751
- (20) Receptor digital ATSC
- (21) Receptor digital DVB –T
- (21) Receptor digital ISDB-T
- (4) Medidor de taxa de erro TEKTRONIX modelo: PB200
- (32) Analisador de Sinal HP89441-V
- (43) Carga de 50 ohms HP909C

8.1.6 “Set up” dos equipamentos para medida de interferência por eco

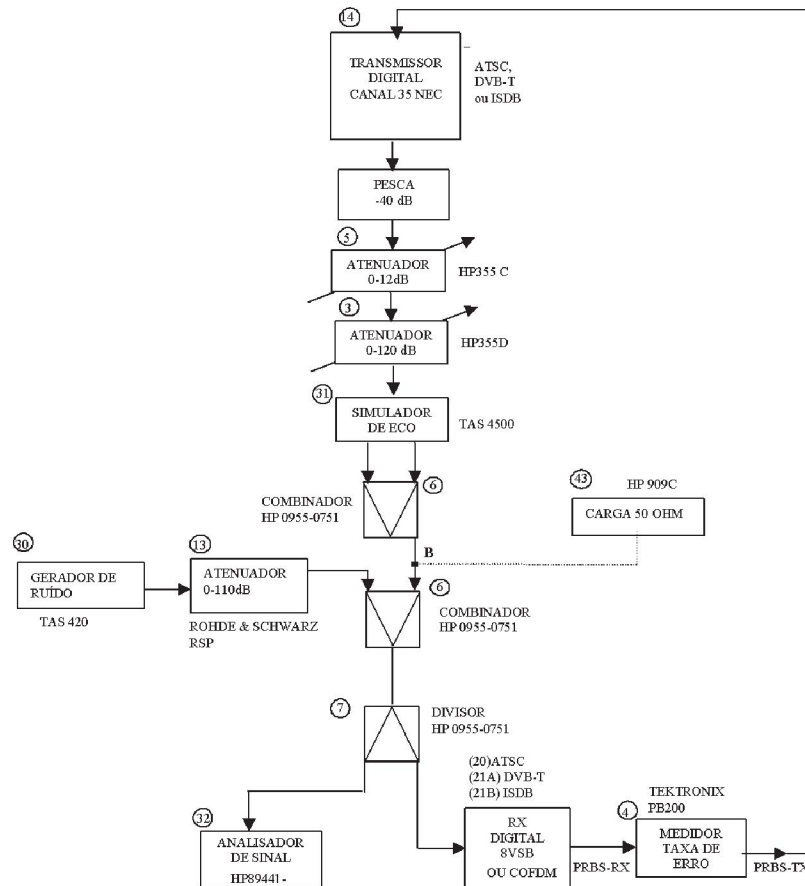


Figura 48 Set up para teste de recepção móvel

8.1.7 Procedimentos de testes

OBS: Este procedimento é válido para qualquer uma das configurações dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T.

- a) Ajustar os atenuadores (05) e (03) para que o nível de sinal na entrada do Simulador de Eco TAS 4500 (31) seja de aproximadamente -10dBm .
- b) Deixar o atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”.
- c) No Simulador de Eco (31), ajustar os diversos sinais conforme a tabela da configuração “GSM TU50 1” (veja o item 8.1.2). Ajustar o desvio de frequência Doppler (Δf) para 5Hz.
- d) Através do Analisador de Sinal (32), medir a potência total de sinal (C) na entrada do receptor digital.
- e) Medir a taxa de erro através do medidor (04). Se o seu valor for inferior ao valor da taxa de erro de limiar, passar para o item f.
- f) No ponto “B” desligar o cabo que chega do Simulador de Eco e substituí-lo por uma carga de 50 ohms.
- g) Deixar o atenuador (13) na condição de “mínima atenuação”.
- h) Através do analisador vetorial (32), medir a potência de ruído na banda do canal (6MHz), na entrada do receptor digital. Note que ela será o valor de referência para as demais medições de ruído.
- i) Deixar o atenuador (13) na condição de “máxima atenuação”, tirar a carga de 50 ohms e ligar novamente o cabo que chega do Simulador de Eco no ponto B.
- j) Atuar no atenuador (13) até que o medidor de taxa de erro indique o valor da taxa de erro de limiar (3×10^{-6}).
- k) A partir da leitura do atenuador (13) e de valor de referência de ruído lido no h, calcular a potência de ruído (N) na entrada do receptor digital.
- l) Subtrair o valor de N obtido em k do valor de C obtido em d, calculando assim o valor de C/N correspondente à taxa de erro de limiar. Anotar esse resultado na Tabela 72.
- m) Repetir os itens c até l alterando os desvios de frequência (Δf) de Doppler como mostrado na Tabela 72.
- n) Traçar uma curva de C/N em função do desvio de frequência Δf .

8.1.8 Resultados

TABELA 72

Relação (C/N)dB x Freqüência

Freqüência (Hz)	Sinal (dBm)	Ruído (dBm)	N (dB)	C / N (dB)
5				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				

Gráfico 1 Espectro para ATSC (similar à Figura 49)

Gráfico 2 Espectro para DVB-T (similar à Figura 49)

Gráfico 3 Espectro para ISDB-T (similar à Figura 49)

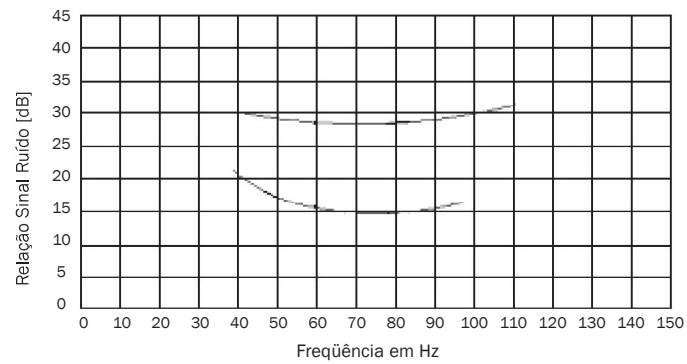


Figura 49 Formato do gráfico de relação sinal ruído versus frequência

9 TESTE DE CAMPO

9.1 Condições gerais de teste de campo

9.1.1 *Objetivo do teste de campo*

Os testes de laboratório visam a caracterizar o comportamento dos sistemas de TV Digital perante cada um dos fenômenos que possam interferir no bom funcionamento deles. Contudo, na condição real de funcionamento, nem sempre os eventos ocorrem como se imagina e, portanto, há a necessidade de verificar o comportamento do sistema perante o conjunto de causas simultâneas que possam acontecer. Para efetuar este teste, há a necessidade de montar um cenário que se aproxime o mais possível das condições que aconteceria com o sistema em operação normal.

9.1.2 *O cenário*

Para o cenário de teste, deverá ser escolhido uma localidade que represente a pior condição de recepção de TV Digital que possa acontecer na prática. A cidade de São Paulo ou do Rio de Janeiro servem como parâmetro de um cenário com todas as dificuldades que um sistema de transmissão de TV possa enfrentar. Esses locais geram muitos sinais de multipercurso devido à existência de grande quantidade de edifícios e possuem relevo irregular, apresentam tráfego intenso de veículos com emissão de ruído impulsivo e existência de muitas fontes de campos eletromagnéticos provenientes de aparelhos elétricos.

No planejamento dos locais onde serão instaladas as estações móveis de teste deverão ser considerados aqueles que representam a diversidade de cenário possíveis de ocorrer na prática, isto é, aqueles que representam todos os diferentes tipos de condições ambientais.

Uma das formas é a partir da estação transmissora traçar as radiais uniformemente distribuídas e, em cima de cada radial, ir marcando as estações equidistantes uma das outras.

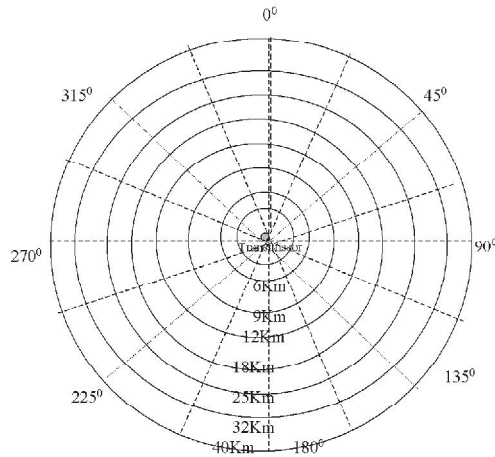


Figura 50 Localização do posto de medida através de intersecção de radiais

Para economia de tempo, se for caracterizada que duas localidades têm exatamente as mesmas características ambientais, uma delas pode ser desprezada.

9.1.3 Estação transmissora

A localização da estação transmissora deverá ser no ponto mais central possível da área que se deseja cobrir e estar dotada de torre que permita ter a máxima visibilidade possível sobre a área que se deseja pesquisar. O transmissor deve ter uma potência que permita cobrir o ponto mais distante da área de cobertura.

A estação transmissora deverá estar dotada dos seguintes recursos:

- Transmissor Digital sintonizável na frequência autorizada (por exemplo, canal 34)
- Transmissor Analógico sintonizável na frequência autorizada (por exemplo, canal 34)
- Chave coaxial de potência
- Medidor de potência
- Antena transmissora omnidirecional
- Carga de RF (potência equivalente à saída do transmissor)
- Gerador de sinais de vídeo “color bar” PAL-M
- Modulador digital para ATSC, DVB-T e ISDB-T

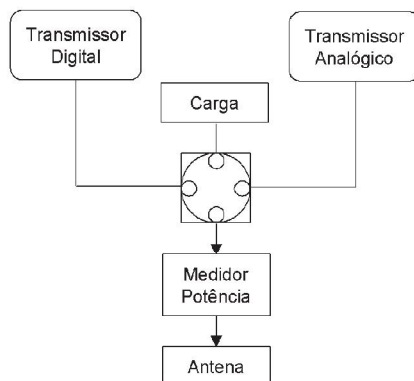


Figura 51 Configuração básica de montagem da estação transmissora

Além do transmissor digital, a necessidade de se ter transmissor analógico é para possibilitar uma idéia prévia da qualidade de recepção em cada local e comparar com a recepção digital.

9.1.4 Estação móvel receptora

A estação móvel receptora deve estar montada em uma viatura dotada de todos os recursos necessários para funcionar como um laboratório de rádio e de TV. Tais como: mastro retrátil com altura de 10 metros, conjunto de instrumentos de medida e de armazenamento de dados coletados, sistema de energia independente como o conjunto motogerador, sistema de localização como GPS e bússola, e facilidade de comunicação com a base e entre equipes (por exemplo radio Nextel) etc.

A configuração dos equipamentos de medida está mostrada na Figura 54.

O mastro retrátil que equipa o veículo deverá permitir variar a elevação conforme a necessidade de cada local, além de permitir ajustar a direção da antena com o auxílio do dispositivo denominado disco transferidor trigonométrico motorizado.

9.1.5 Instrumentos utilizados no veículo

- (45) Sistema de amplificadores e atenuadores Zenith
- (30) Gerador de Ruído TAS420
- (31) Vector Signal Analyzer HP89441V
- (09) Spectrum Analyzer R&S U3641
- (07) Divisor 1:2 Simétrico Theaver
- (50) Receptor Analógico PAL-M
- (46) Receptor PAL-M Marco Polo
- (47) Decodificador PAL-M Vister V4223
- (21) Receptor Digital ISDB-T
- (21) Receptor Digital DVB-T

- (20) Receptor Digital ATSC
- (46) Monitor HDTV Barco HDM5049
- (47) VT Videocam
- (43) Aparelho de GPS
- (44) Radiocomunicador Nextel

9.1.6 Set up de medida instalado no veículo

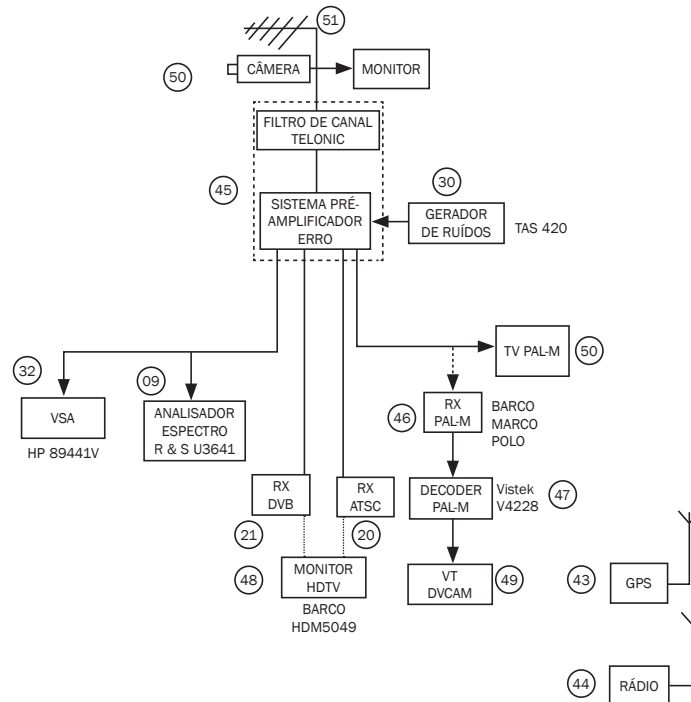


Figura 52 Set up dos equipamentos para medições de campo

9.1.7 Cuidados recomendados

- Antes de iniciar uma atividade de campo é necessário um planejamento minucioso de todas as atividades do dia como o roteiro, instrumentos, materiais e ferramentas, previsão de duração de cada atividade, eventuais licenças ou autorizações afim de evitar que no momento de executar uma tarefa se depare com a falta de algum recurso que o impeça de completar a atividade.
- Estabelecer a logística clara com o pessoal de retaguarda com todos os esclarecimentos sobre os procedimentos a serem praticados durante a execução de cada etapa do trabalho, uma vez que haverá a necessidade de constante troca de transmissores, freqüência e tipo de modulação do transmissor.

- Cada teste deve ter o procedimento escrito disponível para a equipe para evitar execução de tarefas que podem não serem válidas por falta de cumprimento de um evento do procedimento.
- No início da atividade, deve haver um procedimento de aferição dos sistemas de medição para assegurar que os trabalhos executados estejam corretos.

TABELA 73

Listas de instrumentos sugeridos

Descrição	Fabricante	Modelo	Característica básicas
Audio Encoder	Zapex	ZX Resond	Modulador de áudio Double AC3
Amplificador de RF	HP	8347A	Frequência até 3GHz, ganho de até 30dB
Analizador Vetorial	HP	89441V	Faixa de Frequência 2MHz a 2650MHz Nível de entrada -50dBm a +25dBm Resolução 0,001Hz Precisão 0,1ppm Impedancia 50 ohms
Analizador Gerador MPEG	W&G	DTS-A2G	Gerador de MPEG2
Analizador de Espectro	Advantest	U3641	Até 2,4GHz
Analizador de Imagens	Tektronix	PQA200	Formato 270Mbps serial; Componente Digital Vídeo Impedância de entrada 75 ohms; BNC; Processador Pentium 2x400MHz; Memória 256MB
Antena Receptora	R&S	CBL6111C	Banda UHF
Atenuador de Passo 0~12dB	HP	355C	Faixa de Frequência 1KHz a 1GHz, Impedância 50 ohms. Atenuação 0 a 12dB passo de 1dB
Atenuador de Passo 0~120dB	HP	355D	Faixa de Frequência 1KHz a 1GHz, Impedância 50 ohms. Atenuação 0 a 120dB passo de 10dB
Atenuador Fixo de 3dB	Huber Suhner	6803.17A	Frequência até 18GHz; 3dB; 50 ohms; 2W; N
Atenuador Fixo de 6dB	Huber Suhner	6806.17A	Frequência até 18GHz; 6dB; 50 ohms; 2W; N
Atenuador Fixo de 10dB	Huber Suhner	6810.17A	Frequência até 18GHz; 10dB; 50 ohms; 2W; N
Atenuador Fixo de 20dB	Huber Suhner	6820.17A	Frequência até 18GHz; 20dB; 50 ohms; 2W; N
Atenuador Fixo de 30dB	Huber Suhner	6830.17A	Frequência até 18GHz; 30dB; 50 ohms; 2W; N
Atenuador Fixo 30dB	Bird	300-AFFN-30	50 ohms; 30dB;
Atenuador Coaxial	Bird	8329-300	50 ohms; 30dB
Atenuador Programável	R&S	RPS	50 ohms; passo de 0,1dB
Carga Resistiva 50 OHM	HP	909C	50 ohms; 1W
Carga Resistiva 75 OHM	HP	909E	75 ohms; 1W
Carga Resistiva 50 OHM	Huber Suhner	65BNC-50-01	Frequência até 200MHz; 50 ohms; 0,5W
Carga Resistiva 75 OHM	Huber Suhner	65BNC-75-01	Frequência até 3GHz; 75 ohms; 0,5W
Casador de Impedância	Huber Suhner	6001.01.A	Frequência até 12GHz; 50 ohms; 6W
Casador de Impedância	Huber Suhner	6001.01.B	Frequência até 12GHz; 75 ohms; 6W
Conversor Digital Analógico	Yamaha	DA2X	Áudio
Conversor Analógico Digital	Yamaha	AD2X	Áudio
Conversor Paralelo/Série	Tektronix	PSC1125	Vídeo HDTV para SDI
Corretor de Bits	NEC		Corretor de taxa de transmissão
Decoder Codec SDTV	Mitsubishi	BC1100D	Decoder MPEG2
Demodulador 8VSB	NEC	HPB4425	Receptor de Teste Canal 35 para FI
Demodulador de TV	Barco		VHF e UHF analógico
Decoder Stereo SDTV	Leaming	STD	Resposta Frequência Estéreo (20Hz a 15KHz) 1dB Faixa de Frequência 41,25MHz a 45,25MHz

TABELA 73 (continuação)

Listas de instrumentos sugeridos

Digital Coder	Vistek	V4238	Transcoder PAL-M/NTSC
Digital Decoder	Vistek	V4228	Transcoder PAL-M/NTSC
Dowu Converter 8VSB	NEC	O252A	Down converter FI/dados
Emulador de canal	Tas	4500 Flex	até 6 caminhos (1x6 ou 2x3 caminhos)
Encoder Codec SDTV	Mitsubishi	CBC1100E	Codificador MPEG2
Filtro Passa Banda	Telonic	TTF600-2-5EE1	
Fonte de Alimentação Digital	Dawer	Fcc-3005D	12V _{dc} até 2A
Frequency meter	Advantest	R5361B	Até 1GHz
Gerador de Ruído Branco	Tas	420	Até 1GHz
Gerador Sap BTSC	Leaming	PS420	Audio
Gerador de RF	R&S	SMY02	Até 2GHz
Gerador de RF	R&S	SMH	Até 2GHz
Gerador de Vídeo Analógico	Tektronix	TSG95	Gerador de sinal de vídeo analógico
Gerador de Vídeo Digital	Tektronix	TSG1001	Gerador de sinal de vídeo digital
Interface TTL para LVDS	Nucomm		Ajuste de nível TTL para LVDS
Interface LVDS para TTL	Nucomm		Ajuste de nível de LVDS para TTL
Interface Serial/paralela	Nucomm		Serial TTL para paralela LVDS
Interface Universal	Tiernan	TU110	ASI para paralela ou para G703
Medidor BER	Tektronix	PB200	Medidor de taxa de erro programável
Mixer	Mini Circuits	ZLW-186	Faixa de Frequência 2MHz a 2500MHz
Modulador Digital DVB-T	NDS	SYSTEM3000	Modulador DVB-T
Modulador de TV Analógica	Barco	Pulsar	Modulador de vídeo analógico
Modulador 8VSB	NEC	HPB4424	Modulador ATSC
Modulador de TV Digital	R&S	SFQ	Modulador de TV Digital ATSC, DVB-T e ISDB-T
Monitor de Alta Definição	Barco	HDM5049	Monitor Profissional
Monitor de Alta Definição	SONY	Trinitron	Monitor de TV
Osciloscópio Digital 500MHz	Tektronix	TDS754D	500MHz, até 2Giga sample/s
Power Meter	HP	E4418B	de -70dBm até +44dBm e Frequência até 11GHz
Power Sensor	HP	E4412A	100pW até 100mW e Frequência 18GHz
Power Splitter	HP	JFW-50PD-110	1 entrada para 2 saídas
Power Splitter 50R	Huber Suhner	4901.17.B	1 entrada para 2 saídas
Power Splitter 75R	Huber Suhner	4901.02.A	1 entrada para 2 saídas
Professional Receiver DVB-T	NDS	SYSTEM3000	Receptor de teste DVB-T
Transmissor Digital	NEC	DTU-10/1ROS	Transmissor Digital de 1KW canal 35
Transmissor de TV	Linear	LD480P	Transmissor Digital de 100W canal 34
TV Plasma	NEC	Sync 4200	Monitor de plasma 42"
TV Plasma	Pioneer	PDP433CMX	Monitor de plasma 43"
Vector Scope	Tektronix	1721	PAL-M Measurement set
Vídeo Coder	NEC	VC270	Encoder MPEG2
Vídeo Decoder	NEC	VD240	Decoder MPEG2
Wave Form Monitor	Tektronix	1731	Analisador de forma de onda

9.2 Teste de campo de cobertura para comparação de desempenho dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T

9.2.1 *Objetivo*

Este teste tem como objetivo comparar o desempenho dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T em condições reais de recepção em campo.

Para este teste, será utilizado um transmissor digital ajustado no canal 34 com potência média de 5kW, com possibilidade, através de chaveamento, de operar com moduladores 8VSB (ATSC) e COFDM (DVB-T e ISDB-T). Será utilizado também um transmissor analógico PAL-M de 1kW de potência de pico, operando no mesmo canal que o transmissor digital, com a finalidade de servir como referência para identificação de possíveis problemas com a imagem em cada ponto de teste.

Para enriquecer a avaliação de cobertura, em todos os pontos, deverão ser feitas medidas de intensidade de campo através do analisador vetorial, bem como a observação qualitativa da imagem dos seguintes canais analógicos em operação cujos transmissores estejam instalados juntos ou próximos do transmissor digital que serve de centro de irradiação para este teste:

- VHF baixo: canal 2 ou canal próximo
- VHF alto: canal 13 ou canal próximo
- UHF: canal 32 ou canal próximo

9.2.2 *Escolha dos pontos de medidas*

Para ilustração deste teste de campo, será utilizada a experiência realizada em São Paulo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, tendo uma estação transmissora digital de 5kW instalada na Torre da TV Cultura, localizada no bairro do Sumaré.

Nessa experiência foi utilizado um sistema diretivo através de uma antena "Slot" cujo zero grau do seu diagrama de irradiação está voltado para 117° Nv.

Foram feitas medidas nos pontos de intersecção entre círculos de 3 a 40Km com radiais de abertura de 15 em 15 graus nos 220 graus de abertura do diagrama de irradiação da antena. Em cada radial o passo foi de 3Km, para $d \leq 15\text{Km}$ e de 5Km para $15 < d \leq 40\text{Km}$. Para se ter um valor estatístico válido, deve-se ter um número razoável de pontos a serem levantados.

Por ocasião dos testes, o número de pontos poderá ser reduzido sempre que for constatada repetição das medidas, ou a impossibilidade de acesso ao ponto previamente selecionado.

As medidas nos pontos previstos foram feitas com o uso de um veículo especialmente equipado (veja o item 9.1.4).

Em algumas situações deverão ser executados os testes reais em condições domésticas de recepção (veja o teste 9.3 deste compêndio).

Em outras situações, principalmente em que o sinal for obstruído, deverá ser verificada a possibilidade de realizar testes no topo de prédios da vizinhança.

As estimativas de nível de sinal (estudo teórico com prédios e sem prédios) deverão ser feitas mediante a metodologia descrita na Portaria 53 da Anatel.

9.2.3 Características dos parâmetros básicos

- Intensidade de campo ($\text{dB}\mu\text{V/m}$)
- Margem de erro relativa (dB)
- Potência de ruído na banda do receptor (dBm)
- Relação Sinal/Ruído (C/N) dB

9.2.4 Descrição geral da medida

Estando a antena do veículo de teste orientada para a antena transmissora, ajustar os amplificadores e atenuadores existentes no veículo para que o nível de potência na entrada do receptor seja de -30dBm (“pico” para o receptor analógico PAL M e “média” para os receptores digitais DVB-T, ISDB-T e ATSC). Se não for conseguido o valor de -30dBm na entrada do receptor, poderão ser usados valores menores, porém nunca inferiores a -50dBm , a fim de minimizar as influências da figura de ruído do sistema de amplificação e atenuação, bem como dos receptores. A seguir, registrar o campo elétrico existente na posição da antena através de sua medida indireta na entrada do receptor.

No caso do receptor PAL M, analisar a qualidade da imagem verificando a presença de ruído branco, ruídos interferentes, fantasma, efeito Doppler, ruído impulsivo, registrando na coluna de observações da planilha.

Para os receptores DVB-T, ISDB-T ou ATSC, injetar “ruído” até que a imagem atinja o LOP (limite de perceptibilidade). Anotar a “quantidade de ruído injetada” em dB. Ela será a “margem de erro relativa”.

Avaliar subjetivamente a recepção do sistema doméstico.

9.2.5 Instrumentos utilizados

9.2.5.1 Instrumental utilizado na estação transmissora

- (01) Transmissor digital de Potência média 5kW
- (04) Moduladores 8VSB (ATSC) e COFDM (DVB-T e ISDB-T) R&S Modelo FSQ

- (02) Transmissor Analógico canal 34 com modulação em PAL-M, potência de pico de 1kW
- (09) Antena “Slot” da Transtel padrão Q, cobertura de 220 graus modelo: TTS-LUQ
- (06) Carga de 10kW média, de 50 ohms, acoplada à chave coaxial
- (08) Medidor de potência “Bird”
- (07) Chave Coaxial manual
- (05) Stream player MTS 210 com imagem “Zone Plate”
- (32) Network analyser (Emprestado da EPTV)
- (03) Gerador de sinais de vídeo “color bar” PAL-M

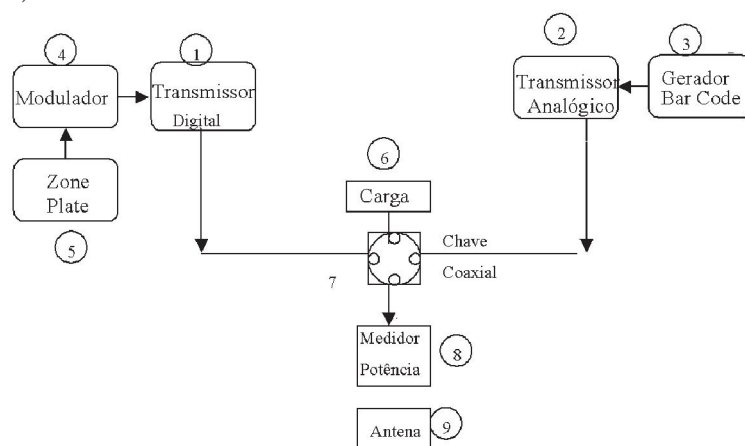


Figura 53 Configuração da montagem da estação transmissora

9.2.5.2 Estação receptora móvel

Carro modelo Sprinter

- (51) Antena receptora padrão da Rohde & Schwarz no modelo CBL 6111C
- (45) Sistema de Amplificadores e Atenuadores da Zenith
- (30) Gerador de ruídos TAS 420
- (32) VSA – Analisador vetorial HP 89441V
- (33) Analisador de espectro R&S U3641
- (46) Receptor TV PAL-M Modelo Marco Polo – Barco
- (47) Decoder PAL-M Vistek V4228
- (50) TV PAL-M
- (21) Receptor DVB-T
- (20) Receptor ATSC
- (48) Monitor HDTV Barco HDM 5049
- (43) Receptor de GPS
- (44) Radio “Trunking” NEXTEL

- (51) Câmera de Vídeo
- (20) Receptor digital doméstico ATSC
- (21) Receptor digital doméstico DVB-T
- (21) Receptor digital doméstico ISDB-T

9.2.6 “Set up” dos instrumentos da estação móvel

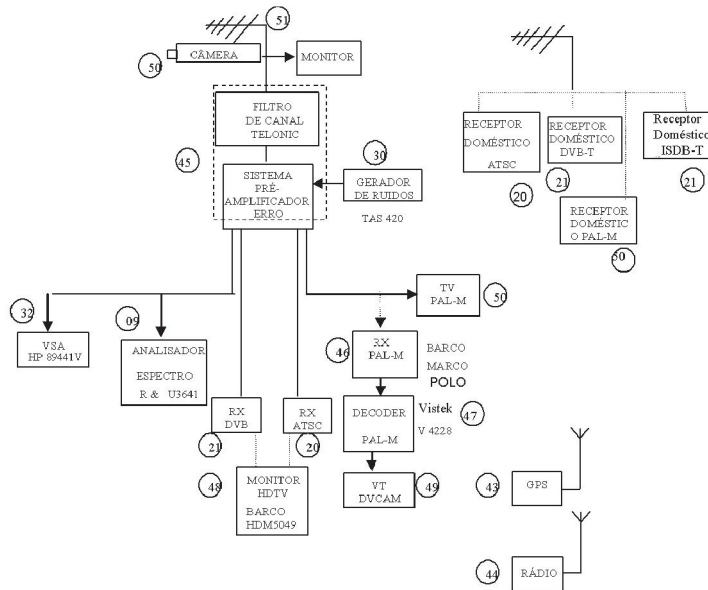


Figura 54 Set up dos equipamentos do veículo para testes de campo

9.2.7 Esquema da caixa de amplificação/atenuação

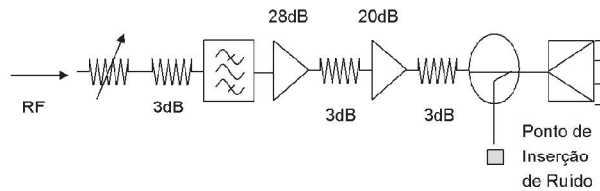


Figura 55 Set up da caixa de amplificação/atenuação

9.2.8 Procedimento de aferições, testes e medidas

9.2.8.1 Procedimentos necessários no sistema de recepção antes do início da fase de testes de campo

Calcular e medir todas as perdas e ganhos que estejam no caminho do sinal de RF (antena, cabos, atenuadores, filtros etc.). Particularmente, estabelecer os limites

permitidos para a operação do sistema de amplificadores e atenuadores da Zenith, avaliando estabilidade e níveis que causam distorção por intermodulação (ponto de compressão de 1dB).

9.2.8.2 Calibração a ser executada todos os dias no início da atividade (com o veículo próximo à estação transmissora)

- Medir a potência de saída dos transmissores (PAL-M; 8VSB (ATSC); COFDM (DVB-T e ISDB-T).
- Conferir e aferir o sistema GPS.
- Para cada sistema, ajustar os atenuadores do veículo para obter o nível de -30dBm na entrada dos respectivos receptores (valor de referência). Anotar as leituras.
- Medir as características do ruído gerado pelo veículo através do analisador vetorial(32) na banda de interesse.
- Imprimir o resultado da análise do espectro de cada sistema (PAL-M; ATSC; DVB-T; e ISDB-T).

9.2.8.3 Procedimentos gerais a serem feitos em todos os pontos, antes do início das medições

- Elevar a antena a 10m de altura, evitando obstruções de árvores, prédios, fios de distribuição de energia elétrica etc.
- Se a localização não for satisfatória, mover o veículo para o local mais próximo com sinal aceitável.
- Orientar a antena receptora para a direção da antena transmissora, através de orientação das coordenadas geográficas fornecida pelo GPS.
- Se o sinal for insuficiente, variar a altura da antena receptora e verificar se existe variação no sinal. Se ainda persistir a insuficiência, deslocar o ponto para as vizinhanças do local escolhido.
- Desligar os transmissores.
- Com os transmissores desligados, e os atenuadores do sistema de amplificação e atenuação em 0dB, verificar se os sinais interferentes estão aproximadamente 30dB abaixo do sinal teórico de recepção. Caso essa condição não seja satisfeita, mover o veículo para o local mais próximo aceitável.
- Ligar os transmissores.
- Utilizando o GPS, determinar e anotar as coordenadas do local juntamente com a data, descrição do local, descrição das condições do tempo e quaisquer outras observações que se façam necessárias.
- Variar a orientação da antena 360 graus, verificando a situação de maior nível de sinal recebido pelo analisador vetorial (32).

- Se não coincidir com a direção da estação transmissora, repetir as medidas para esta nova orientação e registrar na coluna de observações da planilha os prováveis motivos.

9.2.8.4 Procedimentos de medidas a serem feitos em cada ponto

Sempre que for notada uma instabilidade do nível de sinal, deverá ser registrado valor mínimo, máximo e médio e o desvio padrão correspondente a um intervalo de tempo de 10 minutos.

9.2.8.5 Medidas para canal PAL-M

- Passo 1 – Na estação transmissora, acionar a chave coaxial para a transmissão do sinal PAL-M – canal 34.
- Passo 2 – Ajustar os atenuadores e/ou os amplificadores de modo que o nível de potência de pico seja de -30dBm na entrada do receptor PAL-M. Nos casos em que não for possível obter -30dBm , através do sistema da Zenith, deixar os amplificadores no máximo e os atenuadores no mínimo. Efetuar a medida, através do analisador vetorial, desde que atendido o limite referido no item 9.2.4.
- Passo 3 – Registrar as leituras de atenuadores e amplificadores do item anterior, passo 2, e calcular a intensidade de campo em $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$, e o nível de sinal em dBm na entrada do cabo conectado à antena. Confrontar a intensidade de campo medida com o valor teórico estimado, o qual já estará previamente registrado na planilha.
- Passo 4 – Salvar o espectro do sinal PAL-M usando o analisador de espectro (06) ou o analisador vetorial (32). Fazer essa análise dentro da banda de 20MHz observando a existência de sinais interferentes nas vizinhanças na escala de $10\text{dB}/\text{divisão}$.
- Passo 5 – Fazer a análise subjetiva do vídeo e do áudio usando dois observadores, particularmente observando a presença de ruído branco (chuveiro), ruído interferente, fantasmas e efeito Doppler. Quando necessário, descrever o problema com detalhes.
- Passo 6 – Na estação transmissora, tirar o canal PAL-M do ar.
- Passo 7 – Medir o ruído do sistema nas condições do canal fora do ar, através do analisador vetorial (32). Registrar a potência média de ruído na banda do canal, através do analisador vetorial (32).
- Passo 8 – Calcular a relação sinal/ruído (C/N) subtraindo o resultado obtido na leitura do passo 7 de (-30dBm) . Registrar este número.

9.2.8.6 Medidas para o canal 34 – ATSC

- Passo 1 – Na estação transmissora, acionar a chave coaxial para a transmissão do sinal digital no canal 34. Além disto, no transmissor digital, mudar a modulação para o sistema 8VSB.
- Passo 2 – Ajustar os atenuadores e/ou os amplificadores de modo que o nível de potência média seja de -30dBm na entrada do receptor ATSC. A medida de potência pode ser feita no analisador de espectro (6) ou no analisador vetorial (32), na banda de 6MHz.
- Passo 3 – Registrar as leituras de atenuadores e amplificadores do passo 2, e calcular a intensidade de campo em $\text{dB}\mu\text{V/m}$, e o nível de sinal em dBm na entrada do cabo conectado à antena.
- Passo 4 – Salvar o espectro do sinal 8 VSB usando o analisador de espectro (6) ou o analisador vetorial (32). Fazer essa análise dentro da banda de 20MHz observando a existência de sinais interferentes nas vizinhanças, na escala de 10dB/divisão.
- Passo 5 – Salvar o espectro do sinal 8 VSB dentro de uma banda de 10MHz.
- Passo 6 – Adicionar ruído branco em passos de 0,1dB até alcançar o limite de perceptibilidade (LOP). Anotar o valor do ruído adicionado em 6MHz, em dB. Esse número será chamado de margem de erro relativa e servirá para avaliar a qualidade do sinal digital ATSC naquele ponto.
- Passo 7 – Na estação transmissora, tirar o canal digital ATSC do ar.
- Passo 8 – Medir o ruído do sistema nas condições do transmissor fora do ar através do analisador vetorial. Registrar a potência média de ruído na banda do canal.
- Passo 9 – Calcular a relação sinal/ruído (C/N) subtraindo o resultado obtido do passo 8 de (-30dBm) . Registrar.

9.2.8.7 Medidas para o canal 34 – DVB-T

Repetir todos os procedimentos anteriores já descritos, no item 9.2.8, lembrando que a modulação do transmissor digital deve ser no sistema COFDM do DVB-T em uma das configurações estabelecidas.

9.2.8.8 Medidas para o canal 34 – ISDB-T

Repetir todos os procedimentos anteriores já descritos, no item 9.2.8.6, lembrando que a modulação do transmissor digital deve ser no sistema COFDM do ISDB-T em uma das configurações estabelecidas.

TABELA 74

Resultados dos testes

Informações Gerais Sobre Pontos de Medida								Medida						
Nº de Pontos	Radial	Endereço	Distância Km	Visada	Condição do tempo	Ganho de Pré-	Potência de Ruído	Data	Sistema Configuração	Intensidade de campo	C/N	C/N Limiar	Artefatos	Margem de Recepção
	Graus		Km	Sim/Não		dB	dBm	Diay/Mês/Ano	ATSC-DVB-T ISDB-T	dBµV/m	dB	dB	QY/minuto	dB

- a) PAL-M
- b) ATSC (8VSB)
- c) T (COFDM)
- d) -T (COFDM)

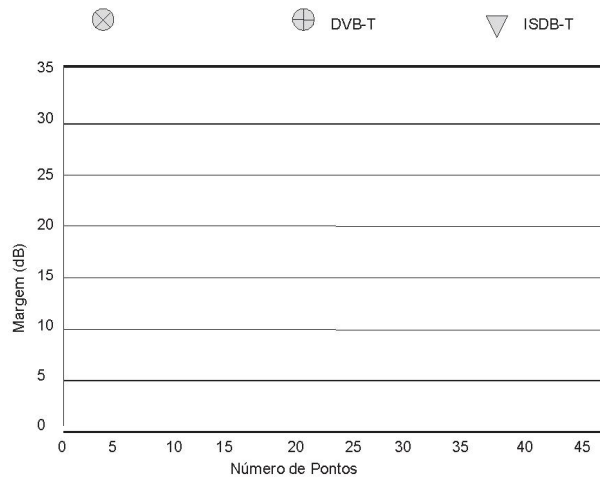


Figura 56 Análise da relação sinal-ruído de limiar nos pontos (todos os pontos)

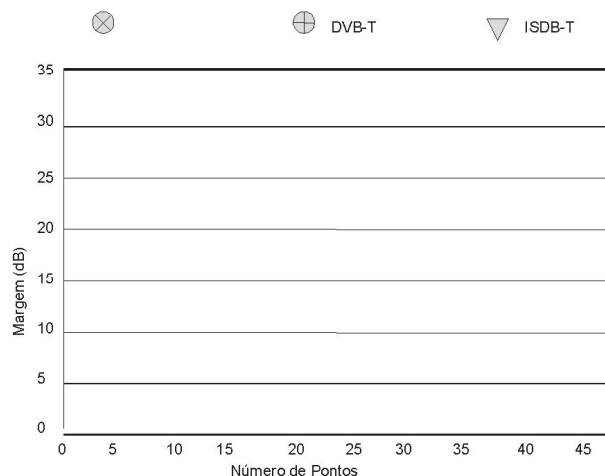


Figura 57 Distribuição de margem (todos os pontos)

9.3 Interferência de canal digital em um canal analógico PAL-M adjacente

9.3.1 Objetivo

O objetivo deste teste de campo é analisar a possibilidade da coexistência de um canal digital adjacente a um canal de televisão analógica PAL-M em operação.

O procedimento deste teste é baseado na experiência desenvolvida pela Universidade Presbiteriana Mackenzie no ano 2000 para avaliar o desempenho dos três sistemas de TV Digital existentes: ATSC, DVB-T e ISDB-T.

Para a realização deste teste naquela ocasião foram utilizados os seguintes transmissores de TV:

- Transmissor digital Harris ajustado no canal 34, com potência média de 5kW e com modulação 8VSB ou COFDM.
- Transmissor digital Continental ajustado no canal 35, com potência média de 400 Watts e com modulação 8VSB ou COFDM.
- Transmissor analógico PAL-M da Linear com potência de pico de 1kW. O canal desse transmissor poderia ser 34 ou 35, conforme a necessidade do teste.

9.3.2 Condições para a realização do teste

Neste teste de interferência de canais adjacente realizado em São Paulo, foi colocado o sistema irradiante na torre da TV Cultura localizada no bairro do Sumaré

e foram utilizadas duas antenas instaladas de forma co-linear do tipo “slot”, com máximo do diagrama de irradiação voltado para a direção 117° Nv. Uma das antenas estava enviando o canal 34 e a outra o canal 35, os quais estavam com modulação PAL-M, COFDM ou 8VSB, conforme a configuração de cada teste.

Foram escolhidos pontos com níveis de: -55dBm, -35dBm e -25dBm. Esses pontos foram determinados a partir da análise dos resultados obtidos em teste de comparação de cobertura (teste de campo 9.1).

9.3.3 Características dos parâmetros básicos

Neste teste deve ser avaliada a relação de proteção do canal analógico em relação ao canal digital interferente: (D/U)dB.

- D = Nível de sinal do canal PAL-M (desejado)
- U = Nível de sinal do canal digital adjacente (interferente)

Os parâmetros básicos para esta avaliação são:

- Nível de sinal digital que começa a causar interferência perceptível de grau 4,5 do ITU-R BT500 (LOP) na imagem do canal PAL-M.
- Nível de sinal digital que causa interferência perceptível de grau 4 do ITU-R BT500 na imagem do canal PAL-M.
- Nível de sinal digital que causa interferência de grau 3 do ITU-R BT500 na imagem do canal PAL-M.
- Nível de sinal digital que começa a causar interferência perceptível no som do canal PAL-M (LA).

9.3.4 Descrição geral da medida

Variar o nível de potência do transmissor digital até notar interferência na imagem e no som do receptor PAL-M. Calcular a relação de proteção (D/U)_{dB} para cada caso.

9.3.5 Instrumentos utilizados

9.3.5.1 Estação transmissora

- (01) Transmissor 1 canal 34 com moduladores 8VSB ou COFDM e potência média de 5kW
- (10) Transmissor canal 35 com moduladores 8VSB ou COFDM e potência média de 400 Watts

- (02) Transmissor com modulação analógica PAL-M, potência de pico de 1kW, ajustado no canal 34 ou 35 conforme a configuração de cada teste
- (08) Medidor de potência Bird
- (09) Antenas “slot” Transtel padrão Q – cobertura 220°, modelo TTSLUQ.(2x)
- (07) Chave coaxial da Transtel
- (11) Sistema variador de potência contendo: um divisor de 2 para 1, uma linha ajustável para variação de fase, uma carga de 5kW/50 Ohms e um acoplador híbrido de 90 graus
- (13) Gerador de som estéreo SAP
- (03) Gerador de vídeo (“Color Bar”)
- (12) Gerador de vídeo Tektronix – TSG 95

9.3.6 Estação receptora móvel

Carro modelo Sprinter

- (51) Antenas receptoras padrão da Rohde & Schwarz no modelo CBL 6111-C
- (45) Sistema de Amplificadores e Atenuadores da Zenith
- (30) Gerador de ruídos TAS 420
- (32) VSA – Analisador vetorial HP 89441V
- (09) Analisador de espectro R&S U3641 (09)
- (45) Receptor TV PAL-M Modelo Marco Polo – Barco
- (46) Decoder PAL-M Vistek V4228
- (49) VT DVCAM
- (49) TV PAL-M
- (50) Divisor 2:1 simétrico
- (21) Receptor DVB
- (20) Receptor ATSC
- (45) Monitor HDTV Barco HDM 5049
- (43) GPS
- (44) Rádio Comunicador Nextel
- (50) Câmera preto-e-branco
- (48) Monitor Barco HDM5049

9.3.7 "Set up" básico das medidas

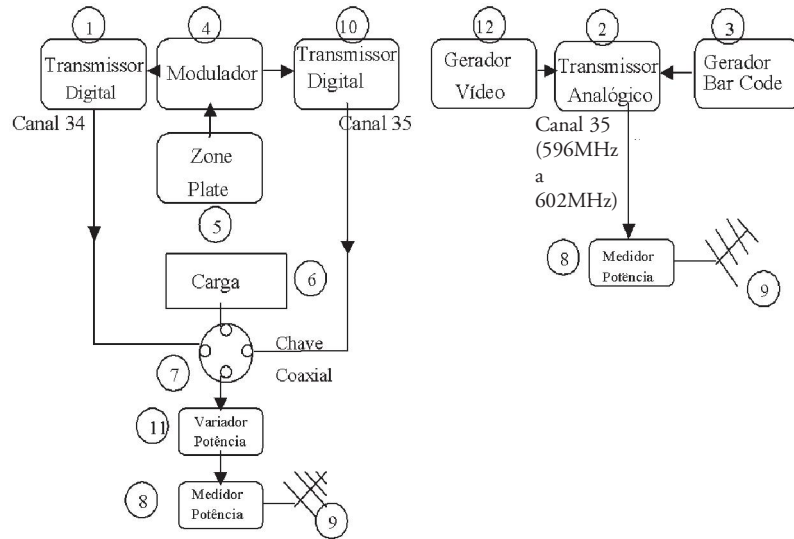


Figura 58 Esquema de interligação do sistema de transmissão para testes de interferência de canal adjacente

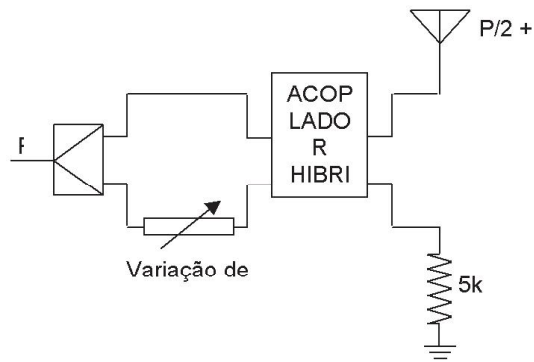


Figura 59 Esquema do sistema para variação de potência

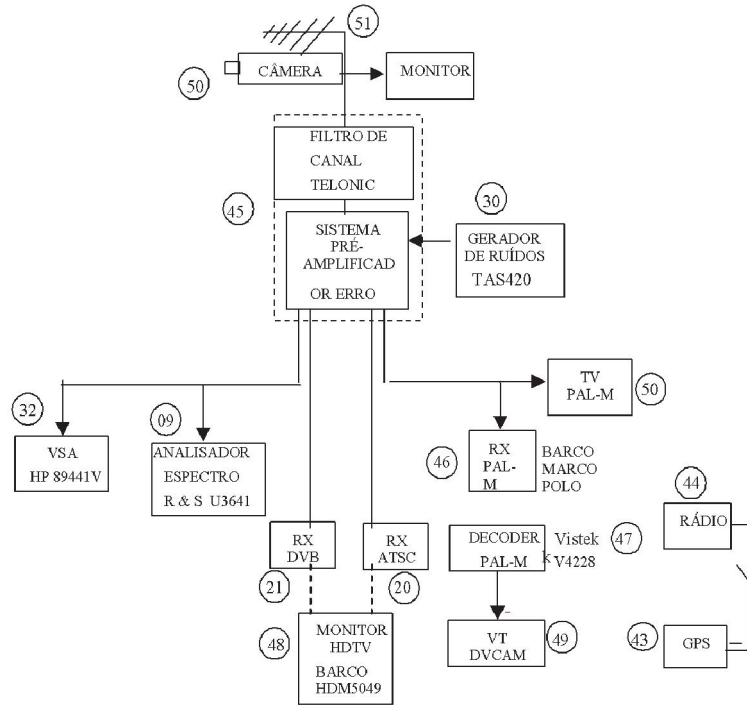


Figura 60 Layout da estação de recepção móvel

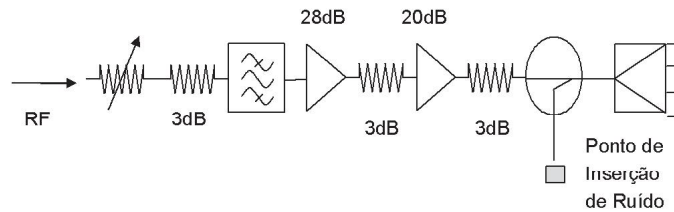


Figura 61 Esquema da caixa de amplificação/atenuação

9.3.8 Procedimento de teste

9.3.8.1 Introdução

Para testar interferência de canal adjacente inferior, será usado um transmissor digital (1) ajustado para o canal 34 e um transmissor analógico (2) ajustado para o canal 35.

Para testar interferência de canal adjacente superior, será usado o transmissor digital (10) ajustado para o canal 35 e o transmissor analógico (2) que deverá ter sua frequência alterada para o canal 34.

Antes da execução das medidas, em cada ponto escolhido, deverão ser executados todos os procedimentos já descritos nos itens 9.2.8.1, 9.2.8.2 e 9.2.8.3 do teste de cobertura.

Sempre que for notada uma instabilidade do nível de sinal, deverá ser registrado valor mínimo, máximo, médio e o desvio padrão observado no intervalo de tempo de 10 minutos.

9.3.8.2 Descrição do teste de interferência de canal digital adjacente inferior em canal PAL-M

- Passo 1 – Ligar o transmissor PAL-M (canal 35) e ajustar sua potência em 100 Watts.
- Passo 2 – No veículo de testes, ajustar os atenuadores e os amplificadores de modo que o nível de potência de pico no receptor PAL-M seja de -30dBm , lida no analisador vetorial (32) em uma banda de 6MHz corrigida para potência de pico por um fator de correção.
- Passo 3 – Registrar as leituras dos atenuadores do passo 2. Calcular o valor da intensidade de campo em $\text{dB}\mu\text{V/m}$ e da potência de sinal de entrada em dBm na entrada do cabo conectado à antena de referência.
- Passo 4 – Imprimir o espectro do sinal.
- Passo 5 – Tirar o transmissor PAL-M (2) do ar.
- Passo 6 – Na condição de transmissor fora do ar, medir e registrar a potência de ruído na banda do canal (6MHz) através do analisador vetorial (32).
- Passo 7 – Calcular a relação sinal ruído C/N (dB), subtraindo o resultado obtido do passo 6 de -30dBm . Registrar.
- Passo 8 – Colocar novamente o transmissor PAL-M (2) no ar.
- Passo 9 – Ligar o transmissor digital com modulação 8VSB (canal 34) e ajustar sua potência média em 10 Watts.
- Passo 10 – Aumentar a potência do transmissor digital em passos de 1dB até que seja observada interferência na imagem do receptor PAL-M de grau 4,5.
- Passo 11 – Na condição observada no passo 10, anotar a potência do sinal digital existente na entrada do receptor PAL-M através do analisador vetorial VSA 89441U (32).
- Passo 12 – Calcular a relação de proteção D/U (dB) subtraindo o resultado obtido no passo 11 do nível -30dBm . Anotar o resultado na planilha (D/U para grau 4,5).
- Passo 13 – Aumentar a potência do transmissor digital de 1dB em 1dB até notar interferência de grau 4 no receptor PAL-M.

- Passo 14 – Nas condições do passo 13, anotar a potência do sinal digital existente na entrada do receptor PAL-M através do analisador vetorial (32).
- Passo 15 – Calcular a relação de proteção $(D/U)_{dB}$, subtraindo o resultado obtido no passo 14 de $-30dBm$. Anotar o resultado na planilha (D/U para grau 4).
- Passo 16 – Aumentar a potência do transmissor digital em passos de 1dB até notar interferência de grau 3 na imagem do receptor PAL-M.
- Passo 17 – Nas condições do passo 16 anotar a potência do sinal digital existente na entrada do receptor PAL-M através do analisador vetorial (32).
- Passo 18 – Calcular a relação de proteção D/U em dB subtraindo o resultado obtido no item precedente (passo 17) do nível $-30dBm$. Anotar o resultado da planilha D/U para grau 3.
- Passo 19 – Aumentar a potência do transmissor digital em passos de 1dB até notar interferência no som do receptor PAL-M.
Notar que eventualmente essa interferência pode ocorrer durante a realização dos testes nos níveis do passo 12 até o passo 17.
- Passo 20 – Nas condições do item precedente (passo 19), anotar a potência do sinal digital existente na entrada do receptor PAL-M através do analisador vetorial (32).
- Passo 21 – Calcular a relação de proteção D/U em dB subtraindo o resultado obtido do nível observado no passo 20 do nível de $-30dBm$. Anotar o resultado na planilha (D/U para LA).
- Passo 22 – Mudar a modulação do transmissor digital para DVB-T e repetir todos os passos do procedimento 9.3.8.2 mostrados até aqui.
- Passo 23 – Mudar a modulação do transmissor digital para ISDB-T e repetir todos os passos do procedimento 9.3.8.2.

9.3.8.3 Descrição do teste de interferência de canal digital adjacente superior em canal PAL-M

- Alterar o transmissor PAL-M (2) do canal 35 para o canal 34 e ajustar sua potência em 100 watts.
- Repetir todos os procedimentos de ajuste descritos no item 9.3.8.2.
- Ligar o transmissor digital (10) com modulação 8VSB (canal 35) e ajustar sua potência média em 10 watts.
- Repetir todos os passos do procedimento descritos do item 9.3.8.2 do teste anterior.
- Repetir todas as experiências alterando a modulação do transmissor digital para DVB-T e ISDB-T.

9.3.9 Resultados dos testes

9.3.9.1 Elaborar as planilhas

- a1) Resultados de testes de interferência de canal digital adjacente inferior (8VSB-ATSC) em canal PAL-M.
- b1) Resultados de testes de interferência de canal digital adjacente inferior (COFDM-DVB-T e ISDB-T) em canal PAL-M.
- a2) Resultados de testes de interferência de canal digital adjacente superior (8VSB-T) em canal PAL-M.
- b2) Resultados de testes de interferência de canal digital adjacente superior (COFDM- DVB-T e ISDB-T) em canal PAL-M.

TABELA 75

Pontos de medida

Informações Gerais sobre Pontos de Medida								Medida						
Nº de Pontos	Radial	Endereço	Distância Km	Visada	Condição do tempo	Ganho de Pré-	Potência de Ruído	Data	Sistema Configuração	Intensidade de campo	C/N	C/N Limiar	Artefatos	Margem de Recepção
	Graus		Km	Sim/Não		dB	dBm	Dia/Mês/Ano	ATSC-DVB-T ISDB-T	dBµV/m	dB	dB	Qz/minuto	dB

9.4 Comparação de desempenho dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T em condições domésticas de recepção

9.4.1 Objetivo

Este teste tem como objetivo comparar o comportamento dos sistemas ATSC e DVB-T e ISDB-T na residência de um usuário, utilizando a antena externa do próprio usuário ou utilizando uma antena interna comercial.

Este teste será feito durante o teste de cobertura (9.1) em pontos onde sua execução interessar e for possível.

Assim sendo, para este teste, será utilizado o transmissor digital ajustado para o canal 34 com potência média de 5KW e que possa operar com moduladores 8VSB e COFDM. Também será utilizado um transmissor PAL-M de 1KW de potência de pico operando no mesmo canal que o transmissor digital com a finalidade de servir como referência para identificação de problemas com a imagem.

9.4.2 Escolha dos pontos de medidas

Em princípio deverão ser escolhidos pontos onde o nível de potência do sinal no carro de medidas esteja em torno de -25dBm , -35dBm e -55dBm .

9.4.3 Características dos parâmetros básicos

- Intensidade do sinal em dBm
- Margem de erro em dB
- Relação C/N em dB
- Potência de ruído na banda do receptor em dBm

9.4.4 Descrição geral: análise subjetiva e medidas

9.4.4.1 Análise subjetiva feita com antena externa, existente na casa do usuário (ou antena coletiva tratando-se de prédio de apartamentos)

Na casa do usuário, ligar o receptor PAL-M à tomada de antena externa e analisar subjetivamente a qualidade de imagem como a presença de ruído branco, ruído interferente, fantasmas, efeito Doppler etc., especificando o resultado na planilha. Após colocar no ar o sinal ATSC, DVB-T ou ISDB-T, interligar a antena externa do usuário ao veículo de testes através de um cabo padronizado e de um amplificador que compense as suas perdas. No veículo de testes, ligar o cabo diretamente ao receptor ATSC, DVB-T ou ISDB-T, verificando o seu respectivo comportamento subjetivamente (qualidade visual da imagem).

9.4.4.2 Medida feita na residência do usuário com antena interna existente no comércio

Estando a antena interna orientada para a melhor recepção PAL-M, ligá-la ao veículo de testes através do cabo padronizado e do amplificador compensador de perdas. No veículo de testes, ligar o cabo à entrada do conjunto de amplificadores e atenuadores e ajustá-los, para que a potência do sinal na entrada do receptor seja de

-30dBm (pico para o receptor PAL-M e média para os receptores DVB-T, ISDB-T e ATSC). A seguir registrar o sinal em dBm existente na entrada do receptor. No caso do receptor PAL-M, analisar a qualidade da imagem como a presença de ruído branco, ruídos interferentes, fantasmas, efeito Doppler etc., especificando o resultado na planilha.

Para os receptores DVB-T, ISDB-T ou ATSC, verificar como se comportam nessas condições.

9.4.5 Instrumentos utilizados

9.4.5.1 Estação transmissora

- (1) Transmissor Harris – canal 34 com moduladores 8VSB e COFDM com potência média de 5kW
- (2) Transmissor Linear – canal 34 com modulação em PAL-M, potência de pico de 1KW
- (9) Antena “Slot” da Transtel padrão Q, cobertura de 220 graus, modelo: TTS-LUQ
- (6) Carga de 5kW média acoplada à chave coaxial
- (8) Medidor de potência “Bird”
- (7) Chave Coaxial manual

9.4.5.2 Viatura de medidas

Carro modelo Sprinter

- (45) Sistema de Amplificadores e Atenuadores da Zenith
- (30) Gerador de ruídos TAS 420
- (32) VSA – Analisador vetorial HP 89441V
- (09) Analisador de espectro R&S U3641 (09)
- (46) Receptor TV PAL-M Modelo Marco Polo – Barco
- (47) Decoder PAL-M Vistek V4228
- (49) VT DVCAM
- (50) Receptor analógico PAL-M
- (07) Divisor 2:1 simétrico
- (21) Receptor digital DVB-T
- (21) Receptor digital ISDB-T
- (20) Receptor digital ATSC-T
- (48) Monitor HDTV Barco HDM 5049
- (43) Receptor de GPS
- (44) Rádio Trunking Nextel

9.4.5.3 Casa do usuário

- Antena externa do usuário.
- Antena interna de UHF comum, tipo “borboleta”, especialmente preparada para permitir condições de teste na casa do usuário.
- Cabo padronizado com 30m do tipo RG213-C para levar o sinal da casa do usuário até o veículo de testes.
- Amplificador para compensar as perdas do cabo de 30m.
- Receptor PAL-M para verificar prontamente as condições do sistema de recepção do usuário.

9.4.6 “Set up” básico das medidas

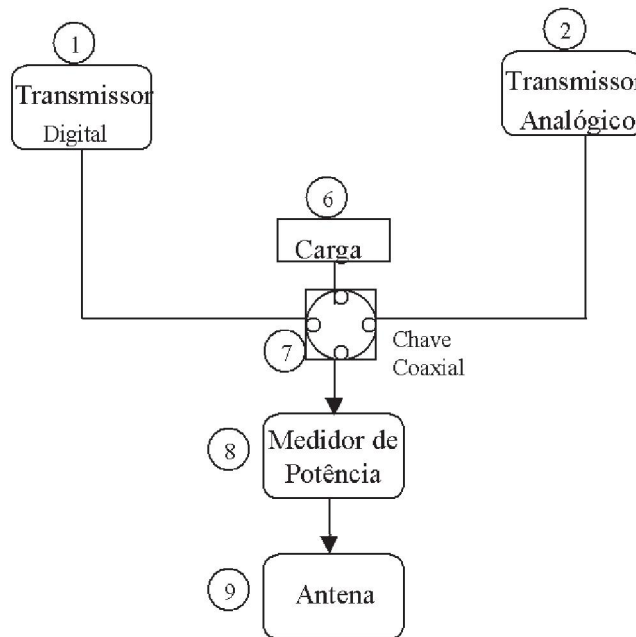


Figura 62 Esquema de interligação dos transmissores para testes nas condições domésticas de recepção

9.4.7 "Set up" dos instrumentos na estação móvel de teste

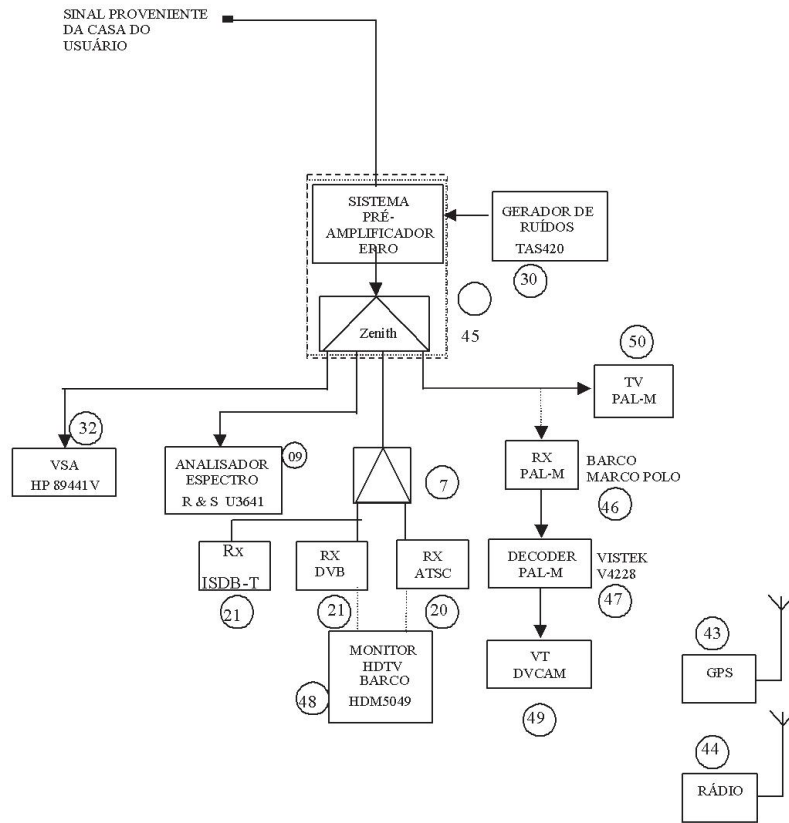


Figura 63 Esquema dos instrumentos na estação móvel de testes

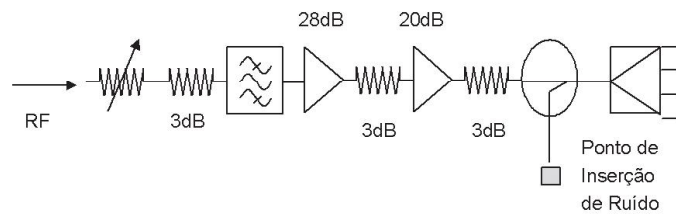


Figura 64 Esquema da caixa de amplificação/atenuação

9.4.8 "Set up" do esquema a ser montado na casa do usuário

Para sistema com antena externa:

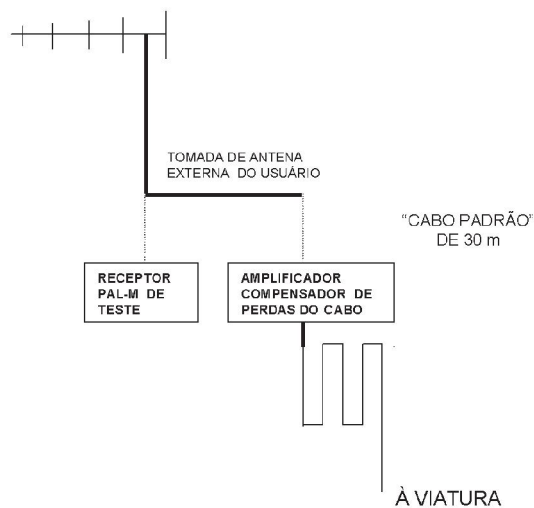


Figura 65 Esquema dos equipamentos na casa do usuário

Para sistema com antena interna:

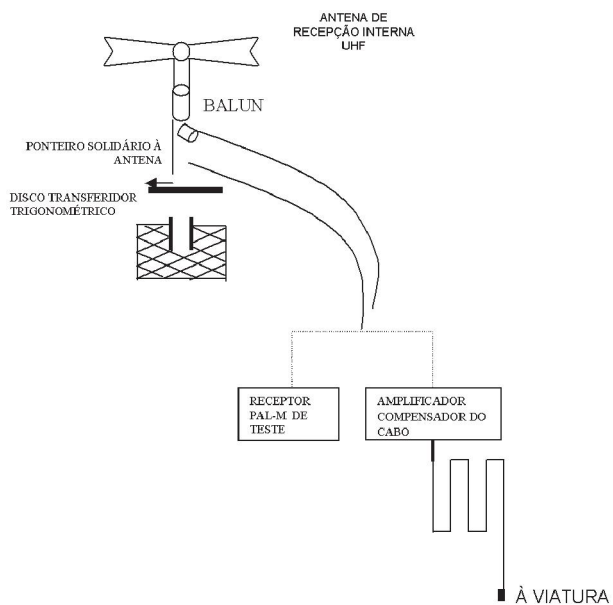


Figura 66 Esquema dos equipamentos na casa do usuário

9.4.9 Procedimento de aferições, testes e medidas

9.4.9.1 Procedimentos gerais no teste com antena externa na casa do usuário

- Passo 1 – Verificar o tipo de antena externa instalada na residência do usuário e anotar (no caso de prédios, anotar o ponto de antena coletiva).
- Passo 2 – Na estação transmissora, acionar a chave coaxial para a transmissão do sinal PAL-M no canal 34.
- Passo 3 – Ligar um receptor PAL-M ao ponto de tomada de antena do usuário e observar a imagem anotando a presença de ruído branco, ruído interferente, fantasmas, efeito Doppler etc. Se necessário, descrever o problema.
- Passo 4 – Interligar o cabo padrão de 30m (com respectivo amplificador) ao ponto de tomada da antena do usuário e levar o sinal para a viatura.
- Passo 5 – Na estação transmissora, desligar o transmissor PAL-M. Acionar a chave coaxial para a transmissão de sinal de TV Digital, no canal 34, com modulação 8VSB (ATSC).
- Passo 6 – Na viatura, ligar o cabo padrão à entrada do receptor ATSC e observar se funciona. Anotar.
- Passo 7 – Na estação transmissora, mudar a modulação para COFDM (DVB-T).
- Passo 8 – Na viatura, ligar o cabo padrão à entrada do receptor DVB-T e observar se funciona. Anotar.
- Passo 9 – Na estação transmissora, mudar a modulação para COFDM (ISDB-T).
- Passo 10 – Na viatura, ligar o cabo padrão à entrada do receptor ISDB-T e observar se funciona. Anotar.

9.4.9.2 Procedimentos gerais no teste com antena interna na casa do usuário

- Passo 1 – Na estação transmissora, colocar o sinal PAL-M no ar (canal 34).
- Passo 2 – Na casa do usuário, em local onde ele normalmente deixa o seu receptor, ligar o receptor PAL-M de teste à antena interna especificada no item 9.4.5.3 e girá-la para a melhor recepção possível, observando e anotando irregularidade.
- Passo 3 – Conectar o cabo padrão de 30 metros (RG213C) à antena interna através de amplificador que compense suas perdas e levar o sinal para a viatura ligando-o na entrada do sistema de amplificadores e atenuadores.
- Passo 4 – Ajustar os atenuadores e os amplificadores de modo que o nível de potência de pico seja de -30dBm na entrada do receptor PAL-M. A medida de potência pode ser feita no analisador de espectro (09) ou no analisador vetorial (32).

- Passo 5 – A partir das leituras dos atenuadores e amplificadores do passo 4, registrar a potência em dBm na saída do cabo da antena interna.
- Passo 6 – Imprimir o espectro do sinal PAL-M usando o analisador de espectro (09) ou o analisador vetorial (32), fazendo uma análise dentro de uma banda de 20MHz e observando a existência de sinais interferentes nas vizinhanças com passo de 10dB por divisão.
- Passo 7 – Fazer a análise subjetiva do vídeo e do áudio usando dois observadores, observando particularmente a presença de ruído branco (chuveisco), ruído interferente, fantasmas e efeito Doppler. Quando necessário, descrever o problema com detalhes, e gravar no vídeo.
- Passo 8 – Na estação transmissora, tirar o PAL-M do ar.
- Passo 9 – Medir o ruído do sistema nas condições do passo 8. Registrar a potência média de ruído na banda do canal.
- Passo 10 – Calcular a relação (sinal/ruído) em dB tomando como valor de sinal -30dBm. Registrar.
- Passo 11 – Acionar a chave coaxial para a transmissão do canal 34 no sistema ATSC.
- Passo 12 – Ajustar os atenuadores e ou os amplificadores de modo que o nível de potência média seja de -30dBm na entrada do receptor ATSC. A medida de potência pode ser feita no analisador de potência (9) ou no analisador vetorial (32) na banda de 6MHz.
- Passo 13 – Observar se o receptor ATSC tem imagem e anotar. Se houver imagem, ir para o passo 14. Se o receptor ATSC não tiver imagem, girar a antena interna da casa do usuário de $\pm 5^\circ$ em $\pm 5^\circ$ até obter imagem. Em caso positivo, anotar o ângulo de giro da antena ($-90^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$) e repetir o procedimento do passo 12 e depois ir para o passo seguinte. Em caso negativo, anotar o resultado e passar para passo 22 (modulação COFDM).
- Passo 14 – A partir das leituras dos atenuadores e amplificadores do passo 12, registrar a potência em dBm do cabo da antena interna.
- Passo 15 – Imprimir o espectro do sinal ATSC usando o analisador de espectro (09) ou o analisador vetorial (32). Fazer essa análise dentro da banda de 20MHz observando a existência de sinais interferentes nas vizinhanças com passos de 10dB por divisão. Registrar, gravar em disco e imprimir uma cópia.
- Passo 16 – Imprimir o espectro do sinal ATSC dentro de uma banda de 10MHz.
- Passo 17 – Adicionar ruído branco em passos de 1dB até aparecerem mosaicos na imagem (“artifacts”) e anotar o valor do nível de ruído em dB. Esse número indicará a margem de erro do sinal ATSC para o sistema de recepção com antena interna. Retirar o ruído injetado.

- Passo 18 – Girar a antena interna de $\pm 5^\circ$ em $\pm 5^\circ$ (até $\pm 90^\circ$) anotando todos os pontos onde o receptor ATSC funciona. Fazer um mapa. Depois, voltar a antena para a posição original do passo 2.
- Passo 19 – Na estação transmissora, tirar o sinal digital ATSC do ar.
- Passo 20 – Registrar a potência média de ruído na banda do canal.
- Passo 21 – Calcular a relação sinal/ruído (C/N em dB) subtraindo o resultado obtido no passo 20 de -30dBm e registrar.
- Passo 22 – Na estação transmissora, mudar a modulação do canal digital para COFDM (DVB-T).
- Passo 23 – Repetir para o sistema DVB-T todos os procedimentos já descritos no passo 12 até o passo 21.
- Passo 24 – Se houver interesse e possibilidade, na residência do usuário, fazer várias verificações de desempenho com antena interna em posições diferentes de um mesmo cômodo, em cômodos diferentes e, em se tratando de prédios, em andares diferentes.
- Passo 25 – Na estação transmissora, mudar a modulação do canal digital para COFDM (ISDB-T).
- Passo 23 – Repetir para o sistema ISDB-T todos os procedimentos já descritos no passo 12 até o passo 21.

9.4.10 Resultados de testes

TABELA 76

Resultados de testes com antena externa do usuário

Informações Gerais sobre Pontos de Medida								Medida						
Nº de Pontos	Radial	Endereço	Distância Km	Visada	Condição do tempo	Ganho do Pré-	Potência de Ruído	Data	Sistema Configuração	Intensidade de campo	C/N	C/N Limiar	Artefatos	Margem de Recepção
	Graus		Km	Sim/Não		dB	dBm	Dia/Mês/Ano	ATSC-DVB-T ISDB-T	dBµV/m	dB	dB	Qtz/minuto	dB

9.4.11 Resultados de testes com antena interna

- a) PAL-M
- b) 8VSB-ATSC
- c) COFDM –DVB-T
- d) COFDM-ISDB-T

9.4.11.1 Mapa de desempenho com antena interna

- a) 8VSB
- b) COFDM

9.5 Comparação do desempenho dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T com o uso de uma estação: “Gap Filler”

9.5.1 Objetivo

O objetivo deste teste é comparar o desempenho dos sistemas ATSC, DVB-T e ISDB-T no preenchimento das áreas de sombra de sinal de TV a partir de um sistema semipassivo de repetição de sinal, composto de uma antena de recepção, uma antena de transmissão e um amplificador.

9.5.2 Escolha das regiões para instalação de sistema “Gap Filler”

Deverão ser escolhidas as regiões impedidas da recepção de sinal por limitações topográficas. O ponto de instalação do sistema “Gap Filler” deverá ter boa recepção de sinal principal, preferencialmente com visada direta com a torre de transmissão principal, e “avistar” toda a região escolhida para prover a cobertura.

9.5.3 Características dos parâmetros básicos

Intensidade do sinal em dBm
Relação C/N em dB
Margem de erro em dB

9.5.4 Descrição geral da medida

9.5.4.1 Verificações com o sinal PAL-M

Estando a antena da viatura orientada para a antena transmissora do sistema “Gap Filler”, ajustar os amplificadores e atenuadores existentes no veículo para que o nível da potência na entrada do receptor PAL-M seja da ordem de -30dBm .

Verificar a qualidade da imagem no que diz respeito à existência de fantasmas ocasionados pelo transmissor principal.

Caso existam, anotar suas características.

9.5.4.2 Verificação com o sinal digital

Se o receptor funcionar, verificar como se comporta nessas condições.

9.5.5 Instrumentos utilizados no teste do sistema "Gap Filler"

9.5.5.1 Estação transmissora

- (1) Transmissor digital ajustado no canal 34 com moduladores 8VSB (ATSC) e COFDM (DVB-T e ISDB-T) com potência média de 5kW
- (2) Transmissor ajustado para o canal 34 com modulação em PAL-M, potência de pico de 1kW
- (9) Antena "Slot" da Transtel padrão Q, cobertura de 220 graus, modelo TTS-LUQ
- (6) Carga de 5kW média acoplada à chave coaxial de 5kW
- (8) Um medidor de potência "Bird"
- (7) Chave Coaxial manual
- (11) Sistema para variar a potência contendo: um divisor de 2 para 1, uma linha ajustável para variação de fase, uma carga de 5kW média e um híbrido de 90 graus

9.5.5.2 Estação móvel de teste

Carro modelo Sprinter

- (51) Antenas receptoras padrão da Rohde & Schwarz nos modelos CBL 6111C
- (45) Sistema de Amplificadores e Atenuadores da Zenith
- (30) Gerador de ruídos TAS 420
- (31) VSA – Analisador vetorial HP 89441V
- (09) Analisador de espectro R&S U3641 (09)
- (46) Receptor TV PAL-M Modelo Marco Polo – Barco
- (47) Decoder PAL-M Vistek V4228
- (49) VT D.V.CAM
- (50) TV PAL-M
- (07) Divisor 2:1 simétrico
- (21) Receptor DVB
- (20) Receptor ATSC
- (48) Monitor HDTV Barco HDM 5049

- (43) GPS
- (44) Rádio Comunicador
- (50) Câmera de vídeo
- Monitor

9.5.5.3 Estação “Gap Filler”

- 1 – Transmissor digital em UHF (canal 34) potência de pico de 100W com entrada em FI
- 2 – Antena painel de UHF para canal 34
- 3 – Antena de UHF para canal 34
- 4 – Suporte para antena painel
- 5 – Suporte para antena de recepção
- 6 – Booster para canal 34 (se necessário)
- 7 – Filtro de canal ajustável
- 8 – Amplificador de baixo ruído
- 9 – Atenuador 0-120dB p/ 10dB
- 10 – Atenuador 0-12dB p/ 1dB
- 11 – Mixer
- 12 – Gerador de RF de alta estabilidade
- 13 – Cabo coaxial de 7/8”
- 14 – Conector N-macho para cabo 7/8”
- 15 – Conector EIA 7/8” para cabo 7/8”
- 16 – Abraçadeira para cabo 7/8”
- 17 – Adaptador de ângulo
- 18 – Kit de aterramento para cabo 7/8”
- 19 – Cabo RGC-213 para radiocomunicação
- 20 – Conector N-macho
- 21 – Filtro de FI SAW

9.5.6 "Set up" das medidas de "Gap Filler"

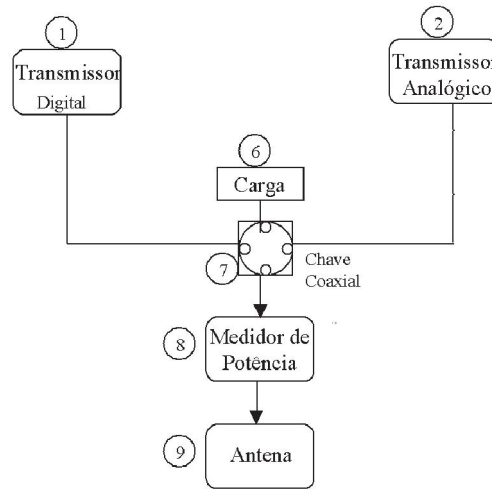


Figura 67 Estação transmissora principal

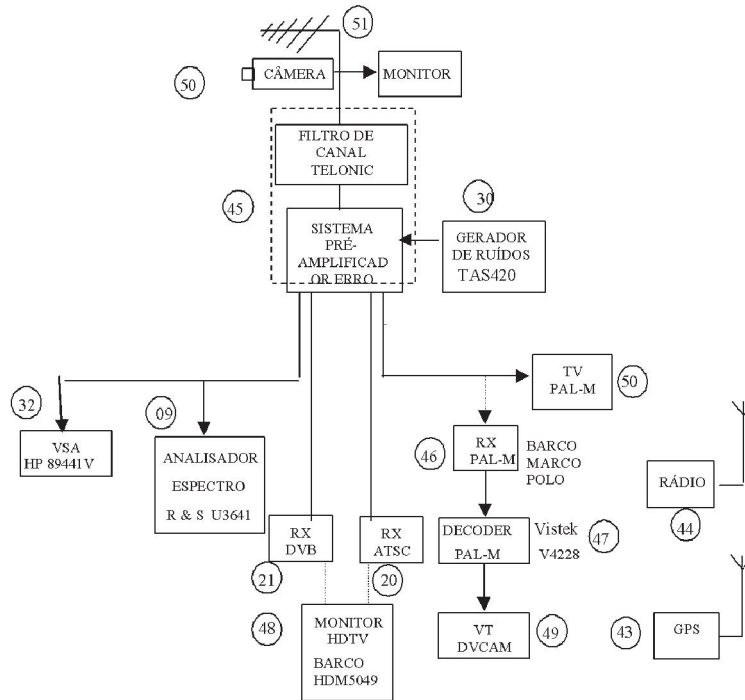


Figura 68 Estação móvel de recepção em viatura

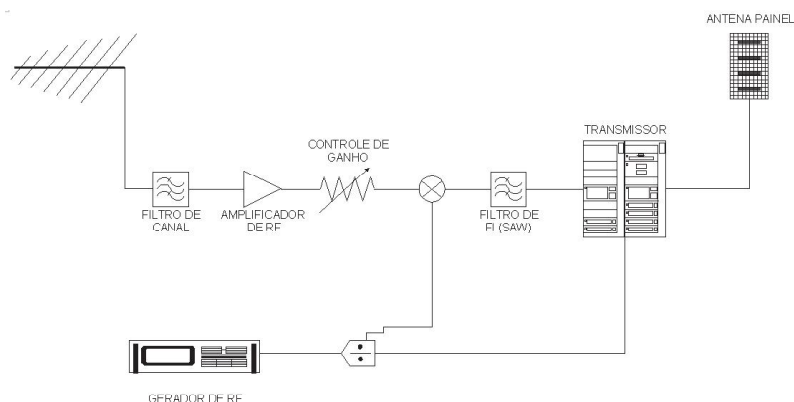


Figura 69 Estação “Gap Filler”

9.5.7 Procedimento de aferições

9.5.7.1 Introdução

Para a execução deste teste será utilizado um transmissor digital (1) ajustado para o canal 34 e um transmissor analógico (2) também ajustado para o canal 34, conforme já descrito no teste 9.1 de cobertura. A partir dos resultados do teste de campo de cobertura, serão escolhidos pontos para a localização de estação repetidora “Gap Filler”. Em uma estação “Gap Filler”, será utilizado um transmissor digital (10) sintonizado no canal 34 com potência de (100W de pico) com entrada para FI, o qual será aproveitado tanto para sinal analógico quanto para sinal digital.

Antes da execução das medidas em cada ponto escolhido, deverão ser executados todos os procedimentos já descritos nos itens 9.2.8.1, 9.2.8.2 e 9.2.8.3 do teste de cobertura.

Sempre que for notada uma instabilidade no nível de sinal, deverá ser registrado valor mínimo, valor máximo, médio e o desvio padrão correspondente no intervalo de tempo de 10 minutos.

9.5.7.2 Procedimentos com o sinal PAL-M

- Passo 1 – Na estação principal, acionar a chave coaxial para a transmissão do sinal PAL-M.
- Passo 2 – Na estação “Gap Filler”, ajustar os atenuadores (veja a Figura 69) para obter o nível correto de FI na entrada do transmissor.
- Passo 3 – Na viatura, com a antena voltada para a direção da recepção máxima, ajustar os atenuadores e ou os amplificadores para obter a potência de pico de -30dBm na entrada do receptor PAL-M.

- Passo 4 – A partir das leituras dos atenuadores do passo 2, registrar a intensidade de campo em $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$. Registrar também a potência do sinal de entrada em dBm .
- Passo 5 – Se necessário, imprimir o espectro do sinal PAL-M.
- Passo 6 – Fazer análise subjetiva do vídeo e do áudio usando dois observadores, verificando a existência de fantasmas ocasionados pela presença dos dois sinais. Para melhor concluir esse resultado, desligar a estação “Gap Filler” e verificar o sinal que chega da estação principal. Descrever o que foi observado com detalhes.

9.5.7.3 Procedimentos com o sinal digital no canal 34 ATSC

- Passo 1 – Na estação principal, acionar a chave coaxial para a transmissão do sinal digital no canal 34. Além disso, no transmissor digital, deixar a modulação para o sistema 8VSB-ATSC.
- Passo 2 – Na estação “Gap Filler”, ajustar os atenuadores (veja a Figura 69) para obter o nível correto de FI na entrada do transmissor.
- Passo 3 – Na viatura, ajustar os atenuadores e ou os amplificadores para obter potência média de -30dBm na entrada do receptor ATSC.
- Passo 4 – A partir das leituras do passo 3, registrar a intensidade de campo em $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$. Registrar também a potência do sinal de entrada em dBm .
- Passo 5 – Se julgar necessário, imprimir o espectro do sinal ATSC.
- Passo 6 – Anotar se o receptor está funcionando nesta situação.
- Passo 7 – Se o receptor estiver funcionando, adicionar ruído branco em degraus de 1dB até aparecerem mosaicos na imagem (“artifacts”) e anotar o valor de ruído adicionado em dB . Esse número indicará a margem de erro para a recepção do sinal ATSC.

9.5.7.4 Procedimentos com o sinal digital no canal 34 DVB-T

Repetir todos os procedimentos anteriores já descritos em 9.5.7.3, lembrando que a modulação do transmissor digital deve ser no sistema COFDM (DVB-T). Fazer para diversos “FECS” e diversas bandas de guarda tanto para 2K quanto para 8K.

9.5.7.5 Procedimentos com o sinal digital no canal 34 ISDB-T

Repetir todos os procedimentos anteriores já descritos em 9.5.7.3, lembrando que a modulação do transmissor digital deve ser no sistema COFDM (ISDB-T). Fazer para diversos “FECS” e diversas bandas de guarda tanto para 4K quanto para 8K.

9.5.8 Resultados

- A1) PAL-M
- B1) Digital ATSC
- B2) Digital DVB-T
- B3) Digital ISDB-T

GLOSSÁRIO

8VSB	Eight Level Vestigial Side Band
AAC	Advanced Áudio Code
ABERT	Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão
AC	Auxiliary Channel
AM	Amplitude Modulation
ASI	Asynchronous Serial Interface
ATSC	Advanced Television System Committee
BER	Bit Error Rate
BW	Bandwidth
C/I	Carrier to Interference
C/N	Carrier to Noise
CAG	Controle Automático de Ganho
CCDF	Complementary Cumulative Density Function
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex
CP	Continuous Pilot
CRT	Cathode Ray Tube
CW	Continuous Wave
D/A	Digital Analógico
DCT	Discrete Cosine Transformer
Dow Converter	Conversão de frequência para baixo
DSB	Dual Side Band
DPSK	Differential PSK
DSS	Data Segment Synchronizer
DSu	Data Segment Util
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial
ETSI	European Telecommunication Institute
FCC	Federal Communication Committee
FEC	Forward Error Detector
FFT	Fast Fourier Transformer
FI	Intermediary Frequency
GOP	Group of Picture
HDTV	High Definition Television
IFFT	Inverse Fast Fourier Transformer
IG	Intervalo de Guarda
ISDB	Integrated Service Digital Broadcasting Terrestrial
ISI	Intersymbolic Interference
ISO	International Standard Organization
ITU-R	International Transmission Union - Radio

JPEG	Joint Photograph Expert Group
LOP	Limit of Perceability
LVDS	Low Voltage Differential Signaling
MDCT	Modified Discrete Coseno Transformer
MPEG2	Moving Picture Expert Group 2
NHK	Nihon Housou Kyoku
NTSC	National Television System Commitee
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex
PAL-M	Phase Alternating Each Line
Preto-e-branco	TV em preto-e-branco
PRBS	Pseudo Random Binary Sequence
PSK	Phase Shift Keying
QAM	Quaternary Amplitude Modulation
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados
RLC	Run Length Code
RS	Reed Solomon Code
SC	Carrier Supressed
SECAM	Sequence Couleur Avec Memory
SMR	Signal Mask Rate
SET	Sociedade de Engenharia de Televisão
SP	Scatering Pilot
SPI	Synchronous Parallel Interface
STV	Standard TV
Taboo	Canal de TV problemático
Threshold	Limiar
TMCC	Transmission and Multiplexing Configuration Control
TPS	Transmission Parameter Signal
TS	Transport Stream
TTL	Transistor Transistor Logic
Tu	Tempo Útil de Símbolo
UHF	Ultra High Frequency
UIT-R	União Internacional de Telecomunicações - Rádio
Up Converter	Conversão de Frequência para alto
VHF	Very High Frequency
VLC	Variable Length Code
WM9	Windows Media 9

REFERÊNCIAS

1. ATSC Digital Television Standard ATSC Doc. A/53, September 16, 1995.
2. ETSI (European Telecommunication Standard) Digital Video Broadcasting, Framming Structure Channel Coding and Modulation for Digital Television, ETS300744, March 1997
3. GROB, Bernard. *Televisão e sistema de vídeo*, Editora Guanabara, 1998.
4. ITU-R – WP11A/59. Channel Coding, Frame Structure and Modulation Scheme for Terrestrial Integrated Service Digital Broadcasting (ISDB-T), ITU-R, May 17, 1999.

5. SET/ABERT Digital Television System Broadcasting Test, Final Report, Part II. ANATEL, May 2000.

6. SUKYS, Francisco; SENATORI, B. Nelson. *Introdução à televisão e ao sistema PAL-M*. Editora Guanabara, 1984.

7. WITHAKER, Jerry. *The revolution in digital video DVT*. New York: Macgraw Hill, 1999.

8. WITHAKER, Jerry. *Video compression*. New York: Macgraw Hill, 1998.