

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

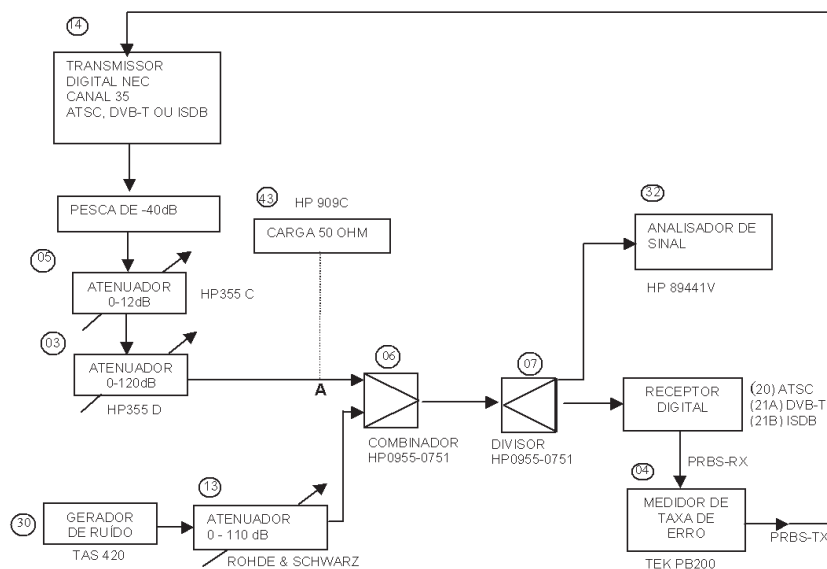


Figura 25 Set up para medida do limiar da relação portadora ruído

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 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			

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

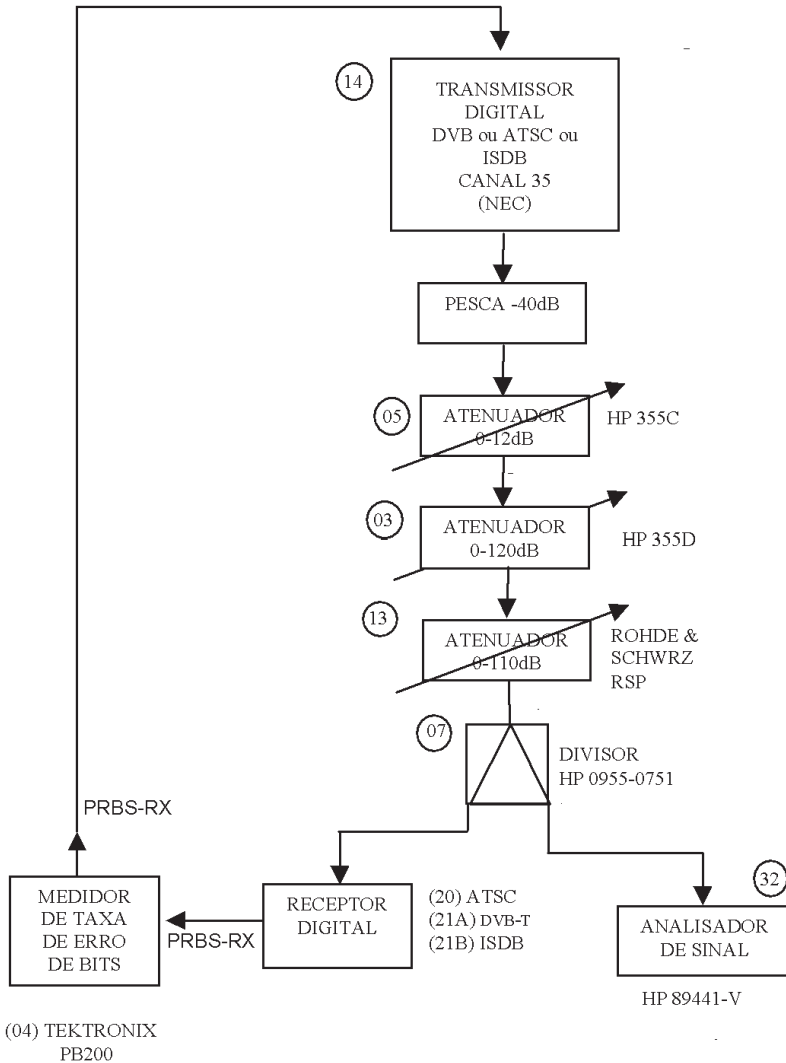


Figura 26 Set up para medição do mínimo nível de sinal

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	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

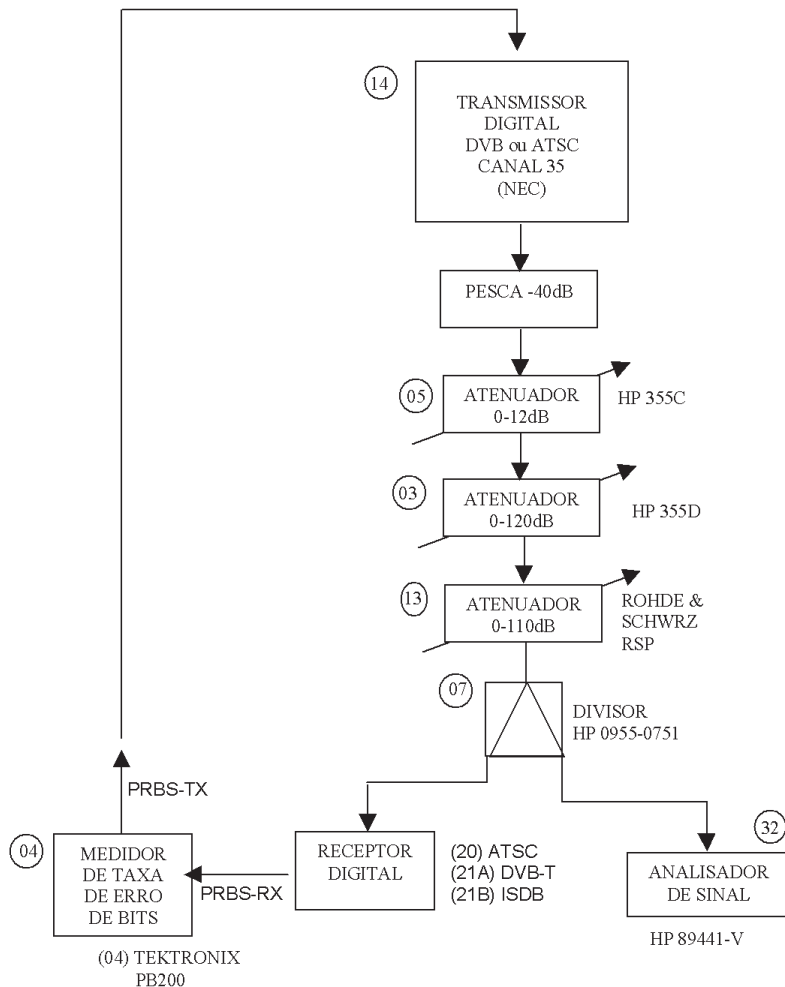


Figura 27 Set up para medida da taxa de erro de bits em função da variação do nível de sinal

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)

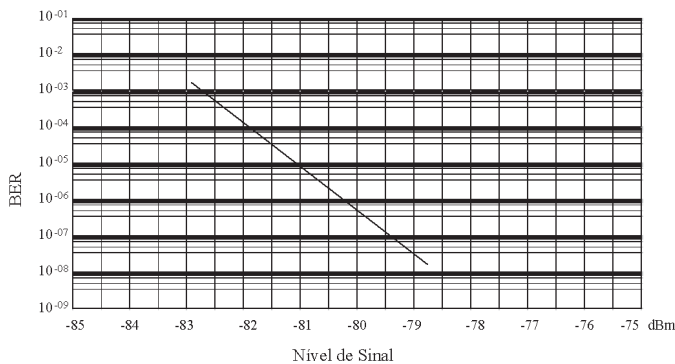


Figura 28 Formato do gráfico da medida da taxa de erros *versus* variação do nível de sinal

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)

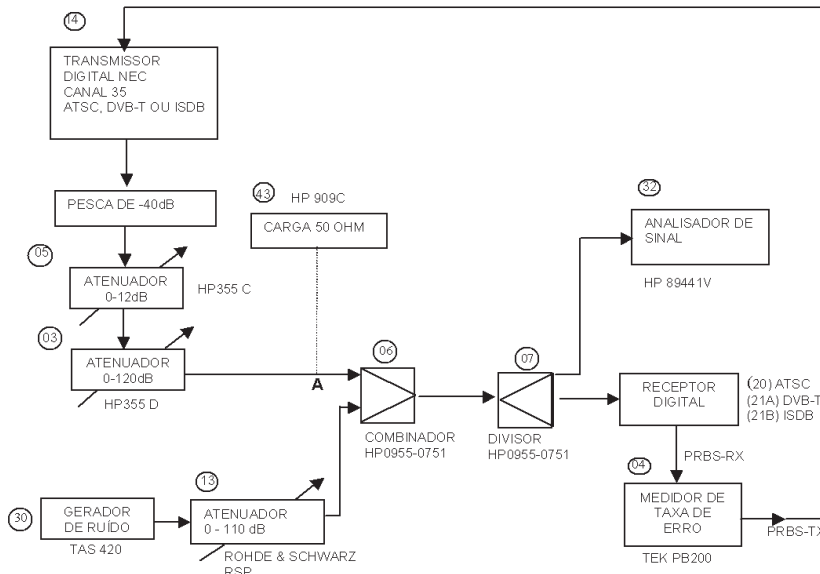


Figura 29 Set up para medida da taxa de erro em função da variação da relação sinal/ruído

4.4.7 Procedimentos de testes

- a) 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.
- b) Aumentar o nível do ruído de até 3dB, em passos de 0,1dB anotando para cada passo a correspondente taxa de erro.
- c) Retornar às condições iniciais descritas no item a.
- d) 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.
- e) 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

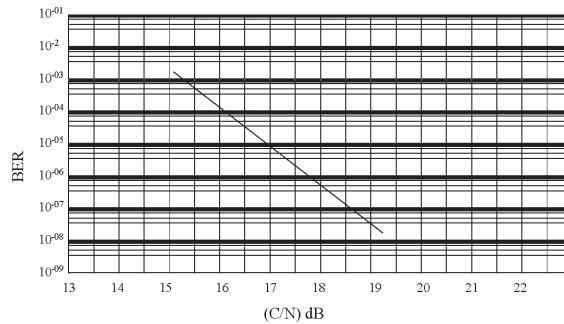


Figura 30 “Taxa de erro de bits” em função da relação sinal ruído

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

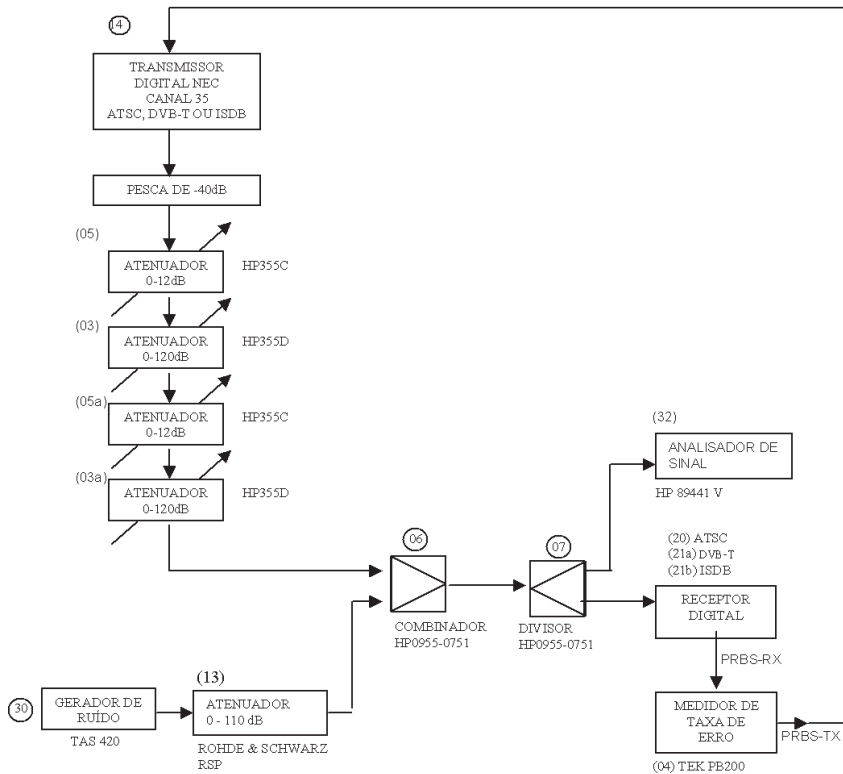


Figura 31 Set up para medição do limiar da relação sinal ruído em função do nível de sinal

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

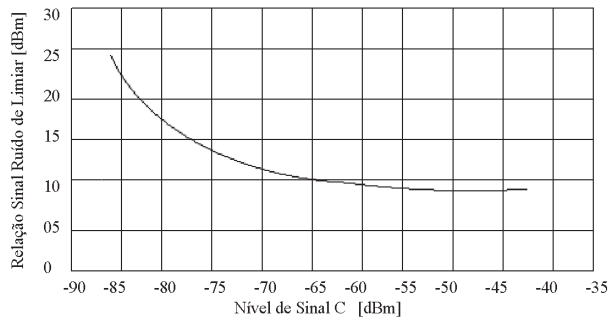


Figura 32 Limiar de relação sinal ruído em função do nível de sinal

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

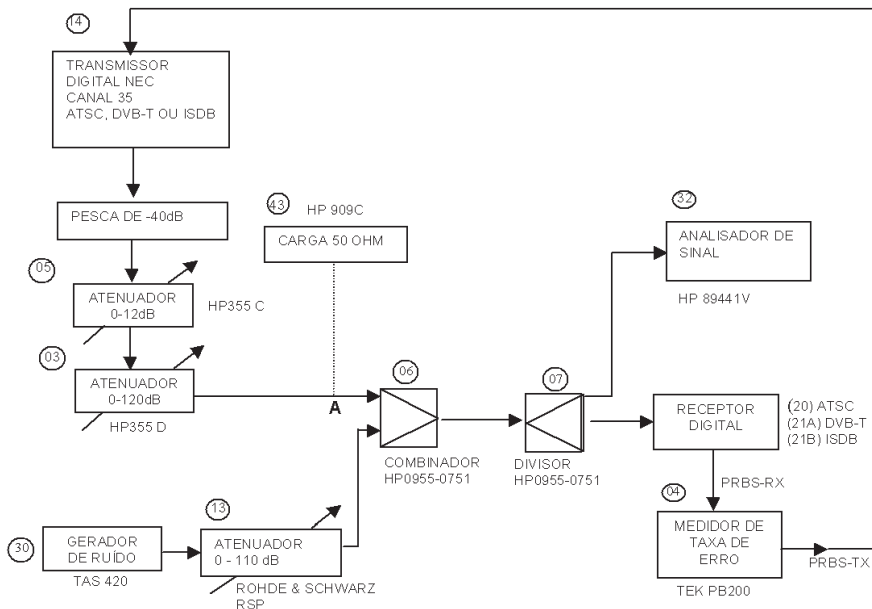


Figura 33 Set up para verificação do comportamento de receptor em diversos níveis de sinal

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			