

5.6 - Exemplos de simulação

A seguir será mostrado uma seqüência de vários exemplos de simulação de alguns sistemas e de blocos específicos.

1) Sistema AM

Será mostrado dois exemplos de sistemas AM, o primeiro é um sistema AMDSB-SC com ruído aditivo, a figura abaixo mostra este sistema

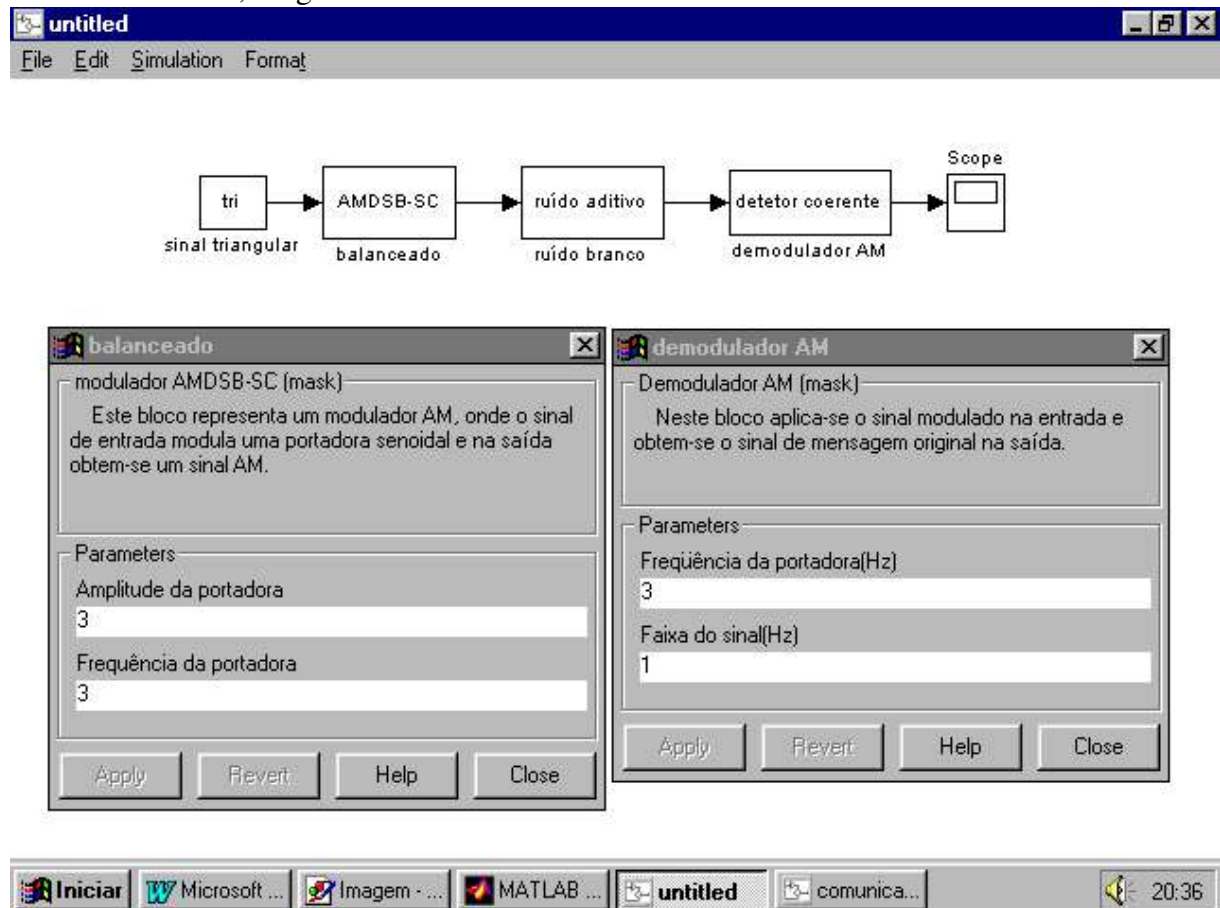
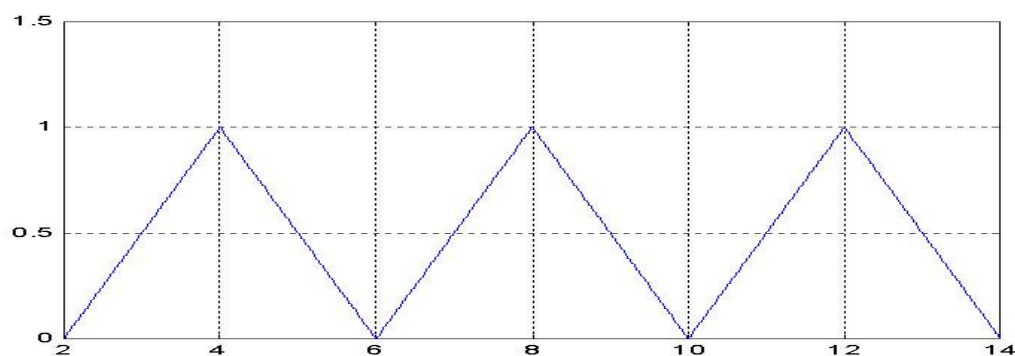


Figura 5.17: Sistema AMDSB-SC com os parâmetros do modulador e do demodulador.

O ruído aditivo tem valor rms igual à 0.1. Simulando este sistema, temos os seguintes resultados em forma de sinais, em cada ponto do sistema



Comparando os dois sinais recebidos, nos dois casos, observamos que o ruído multiplicativo tem um efeito desastroso sobre os sistemas AM, este ruído multiplicativo se deve ao ambiente de propagação apresentar muito efeito de multipercurso.

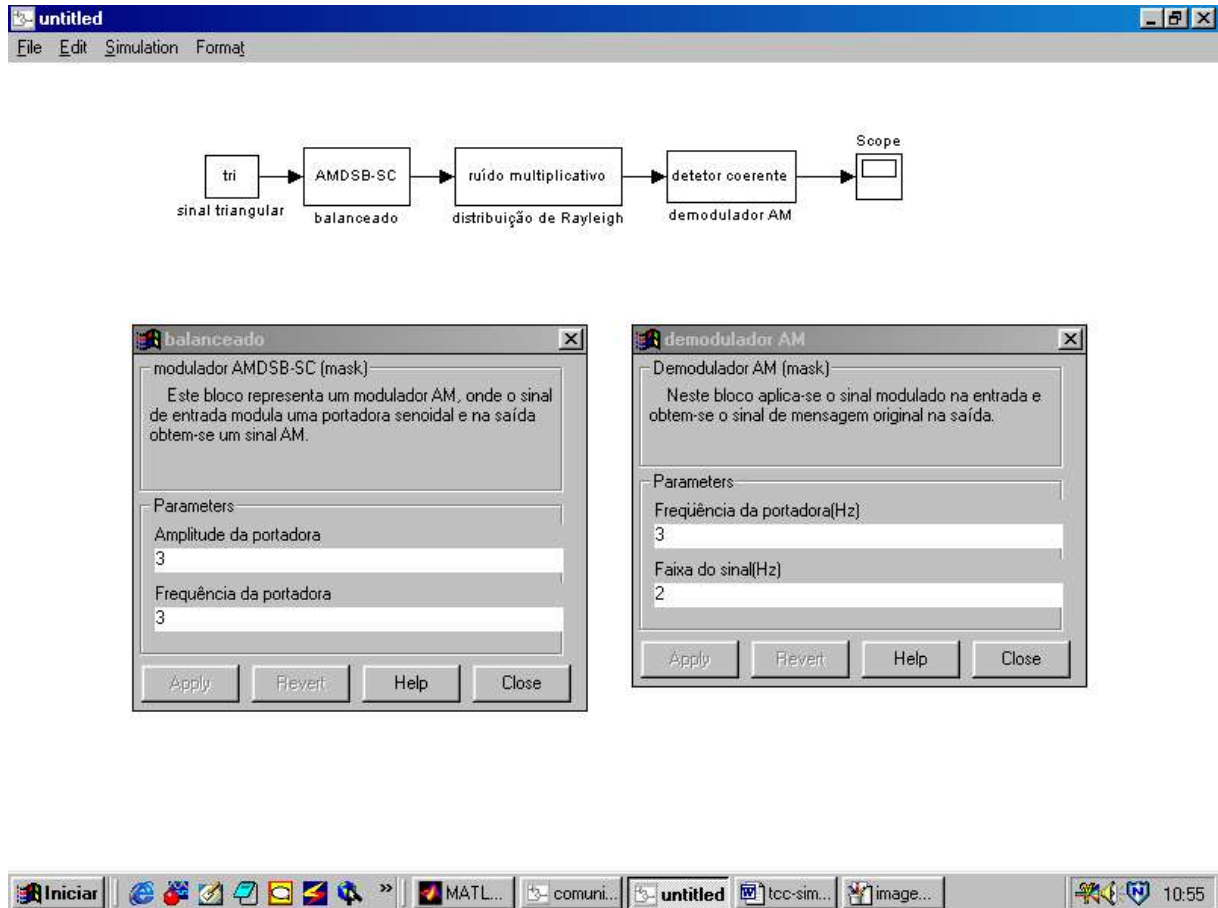


Figura 5.22: Sistema AMDSB-SC com ruído multiplicativo e parâmetros do sistema.

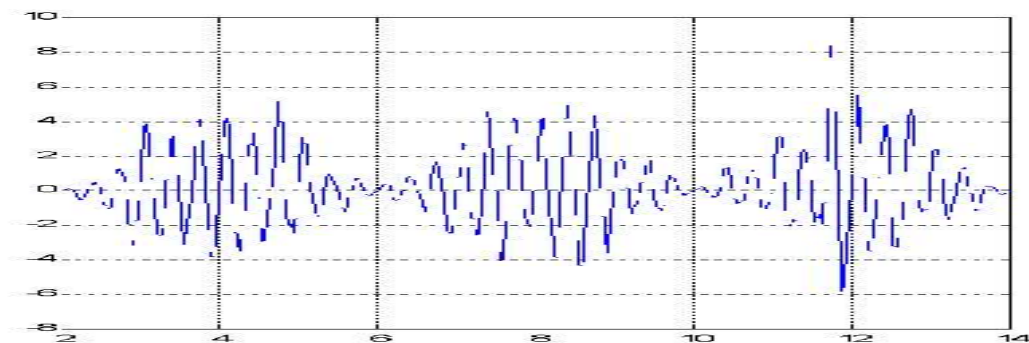


Figura 5.23: Sinal AM com ruído multiplicativo.

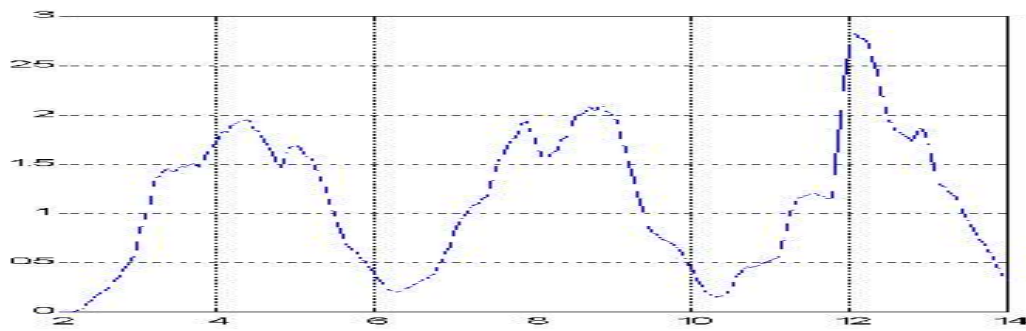


Figura 5.24: Sinal de mensagem de mensagem recebido para o caso do ruído multiplicativo.

2) Sistema FM

Neste exemplo tem-se um sistema FM, onde a fonte de sinal é a mesma utilizada nos exemplos acima, sinal triangular. Tem também um modulador FM, um ruído aditivo, um limitador e um demodulador (discriminador de frequência).

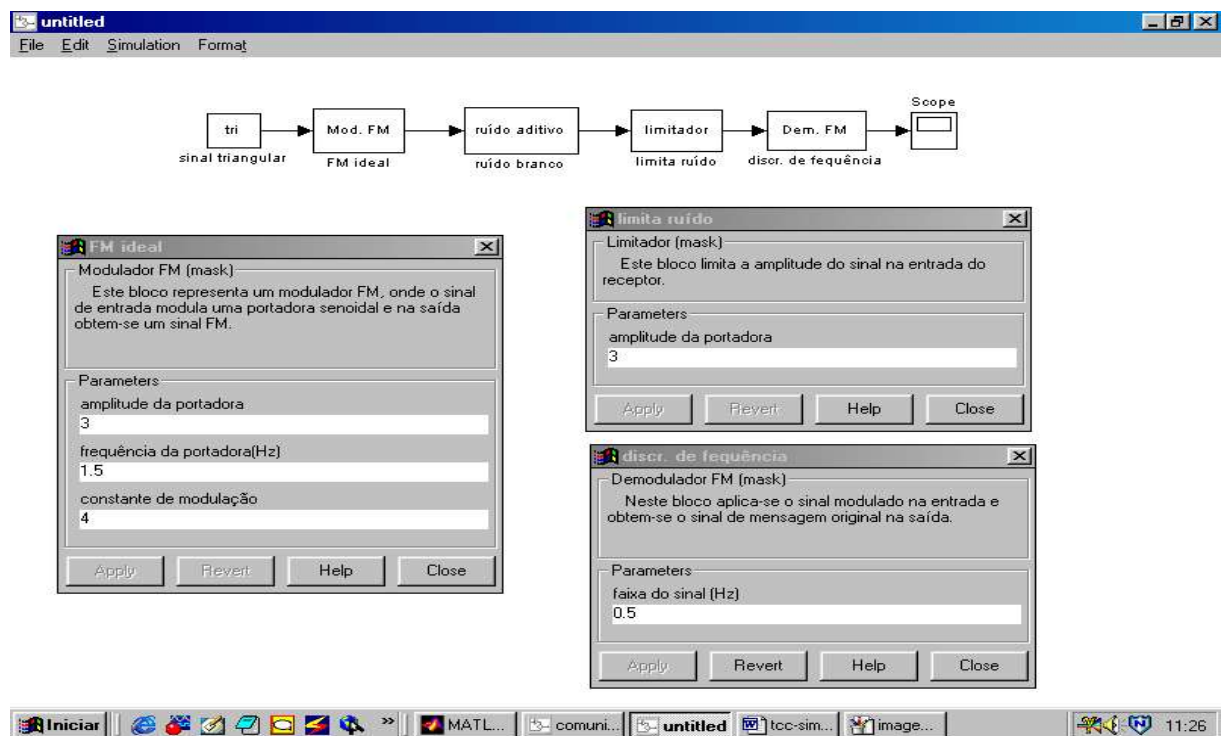


Figura 5.25: Sistema FM com os parâmetros do exemplo.

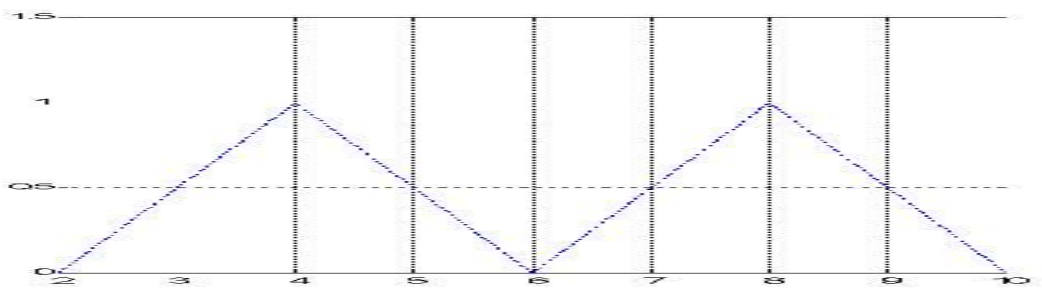


Figura 5.26: Sinal de mensagem da fonte.

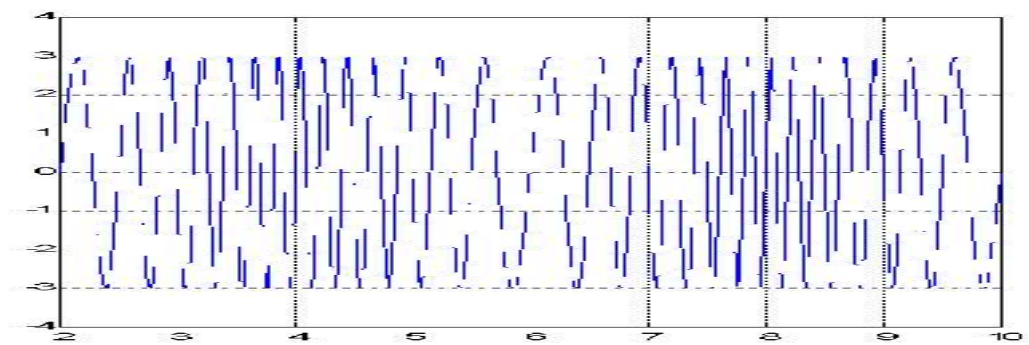


Figura 5.27: Sinal FM sem o ruído.

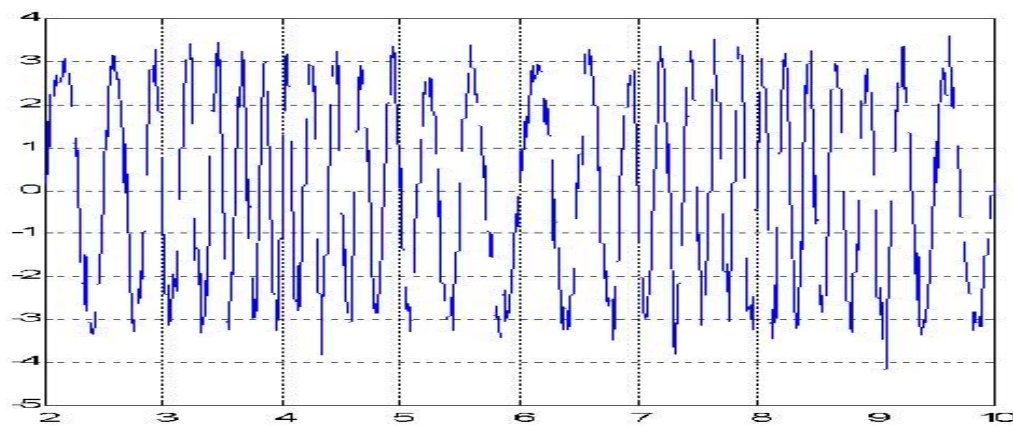


Figura 5.28: Sinal FM com ruído aditivo.

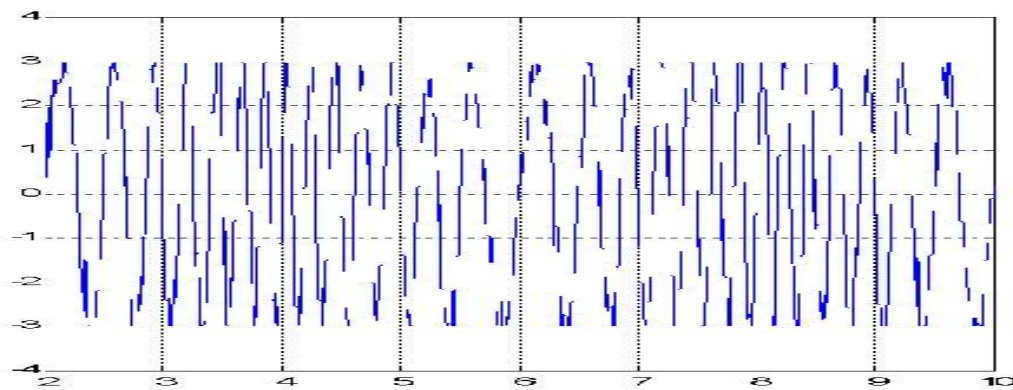


Figura 5.29: Sinal FM com ruído depois do limitador.

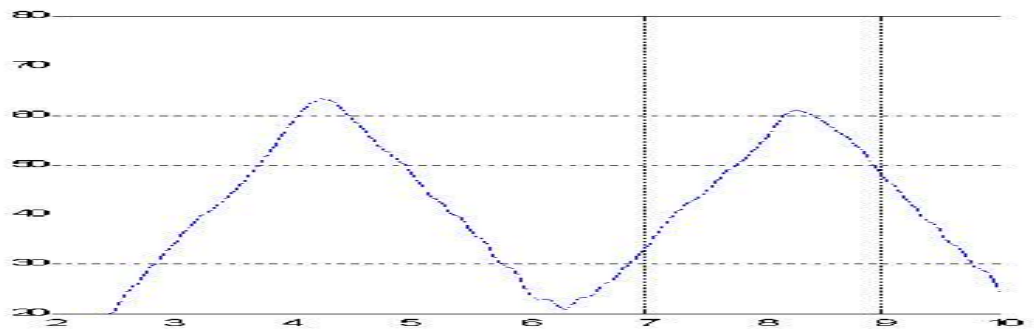


Figura 5.30: Sinal de mensagem recebido.

3) Sistemas digitais

De sistemas digitais será mostrado vários exemplos, os quais são: sistema ASK com ruído aditivo, sistema PSK com ruído aditivo, sistema PSK com ruído multiplicativo, sistema DPSK com ruído aditivo, sistema FSK síncrono com ruído aditivo e sistemas PAM (amostragem instantânea, natural e ideal.

Exemplo 1: Sistema ASK com ruído aditivo.

Para este exemplo o valor rms do ruído é 0.5.

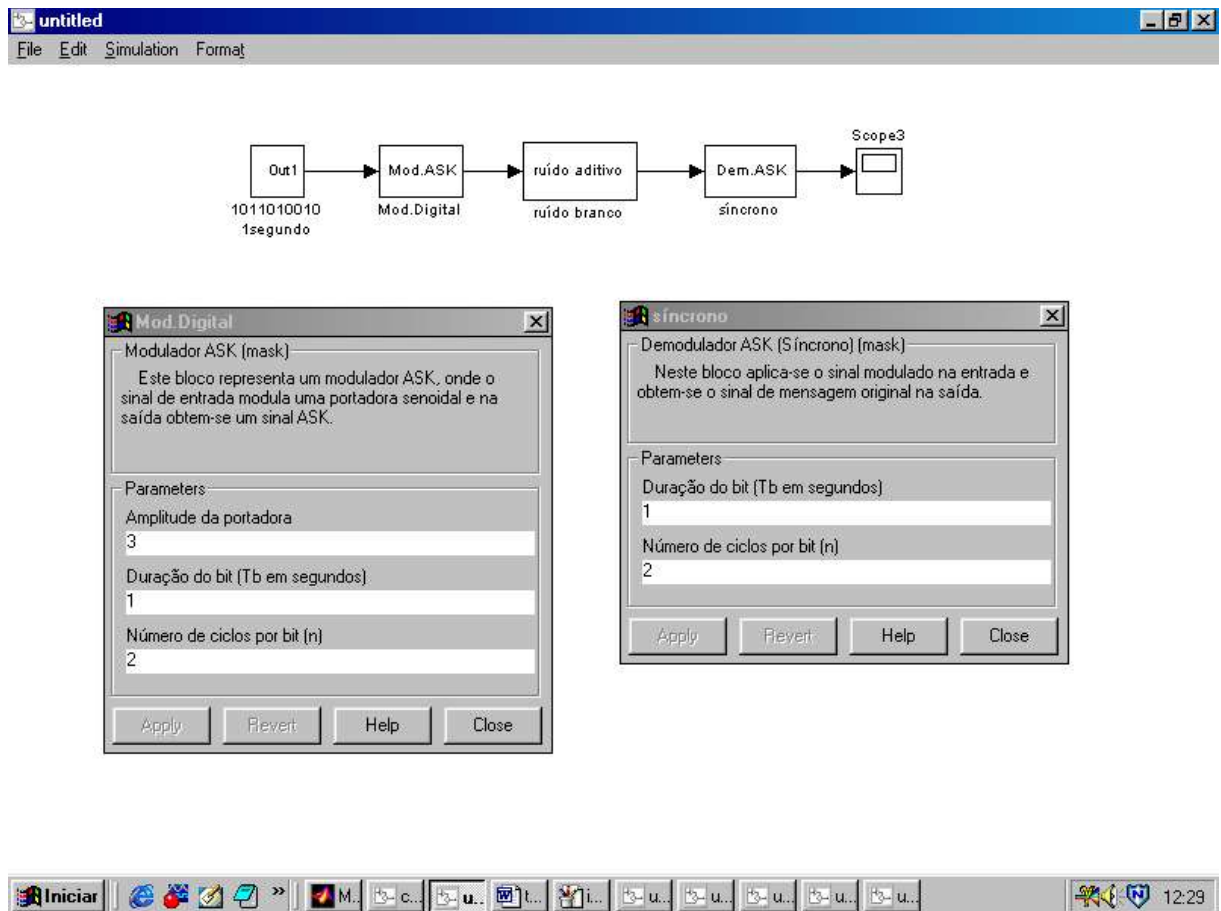


Figura 5.31: Sistema ASK e parâmetros do sistema.

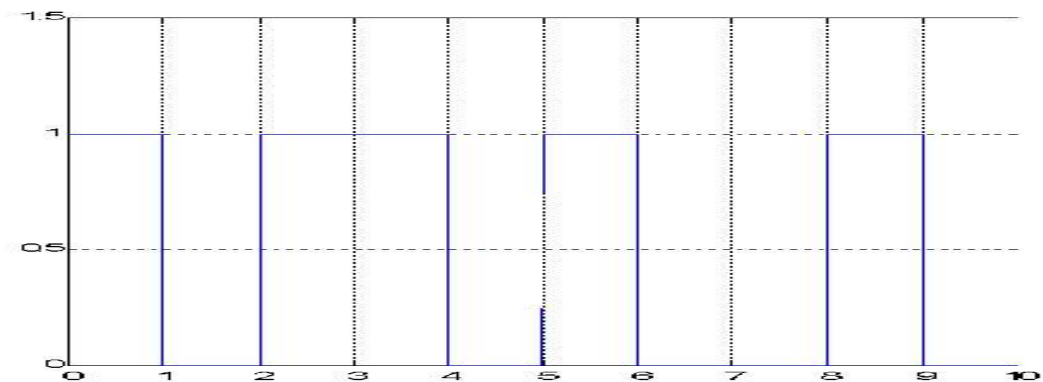


Figura 5.32: Sequência de bits de mensagem da fonte (1011010010).

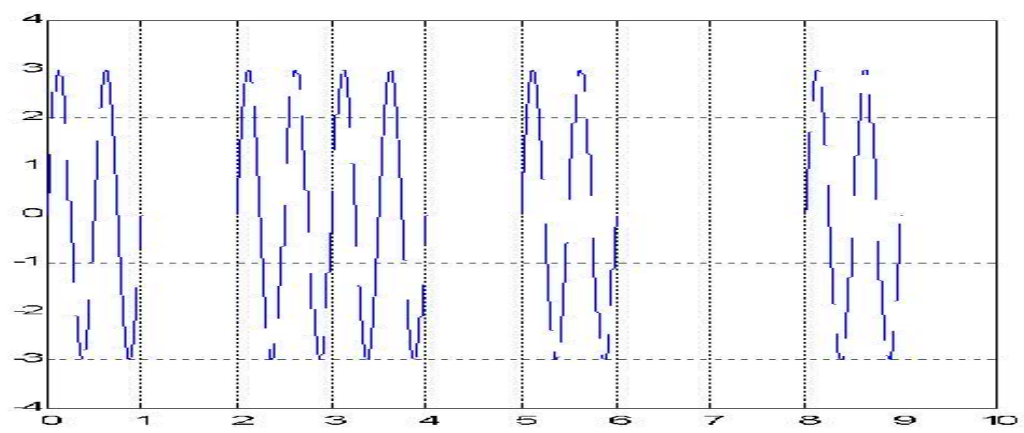


Figura 5.33: Sinal ASK sem ruído.

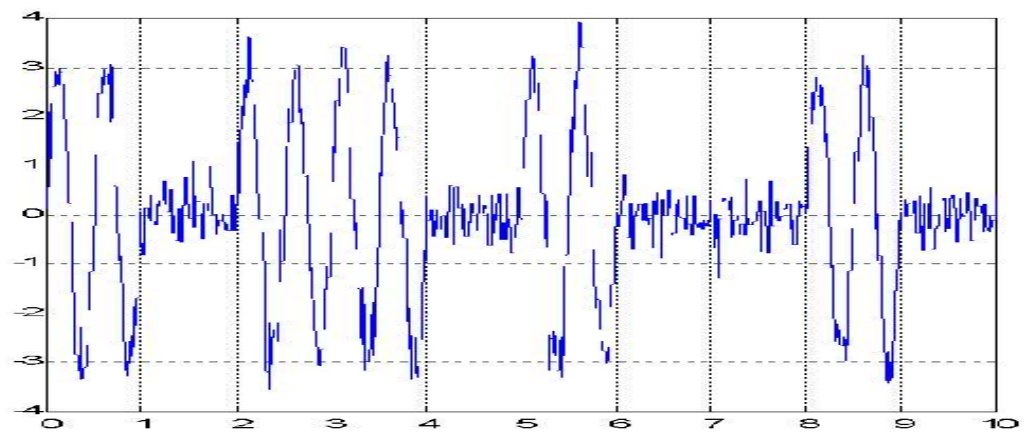


Figura 5.34: Sinal ASK com ruído aditivo.

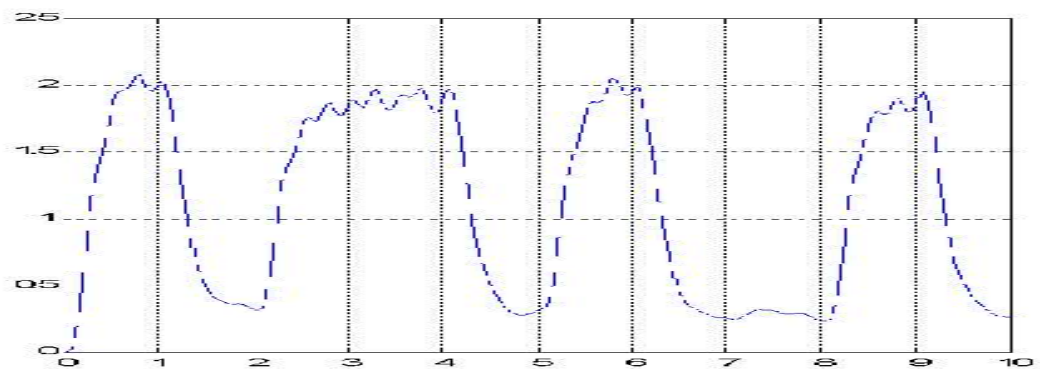


Figura 5.35: Sinal recebido.

Exemplo 2: Sistema PSK com ruído aditivo.

Para este exemplo, é considerada a mesma seqüência de bits da fonte de sinal utilizada no exemplo anterior. E também o mesmo valor rms do ruído.

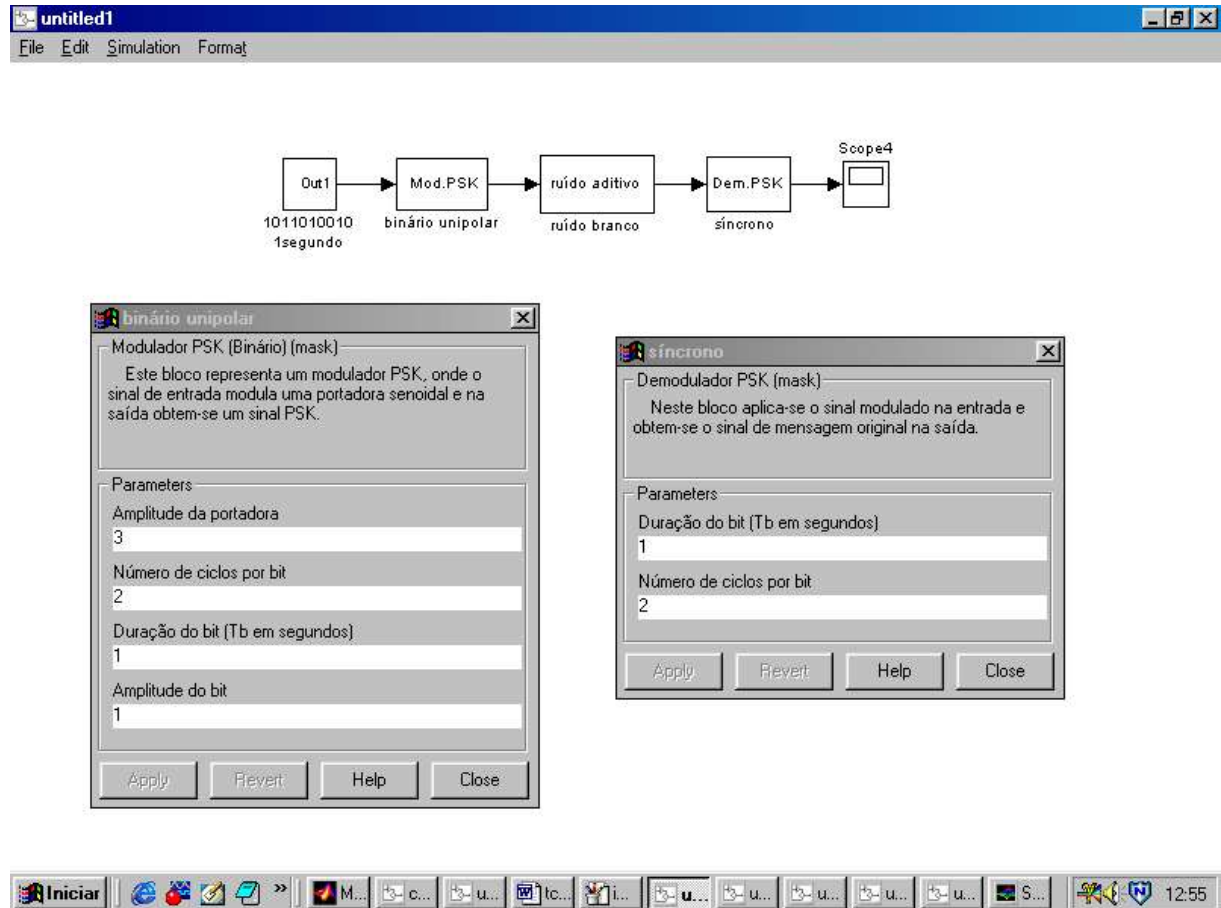


Figura 5.36: Sistema PSK e os parâmetros.

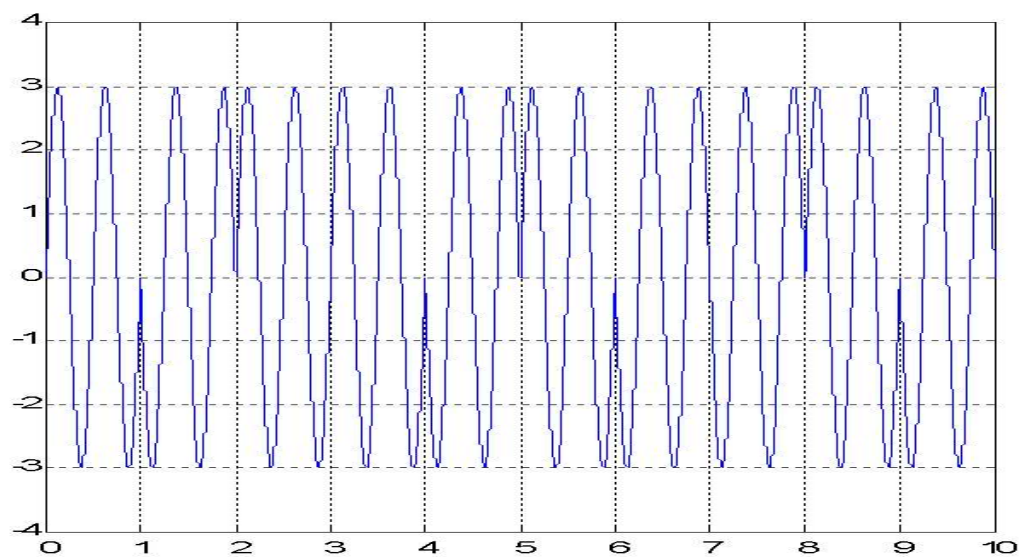


Figura 5.37: Sinal PSK sem ruído.

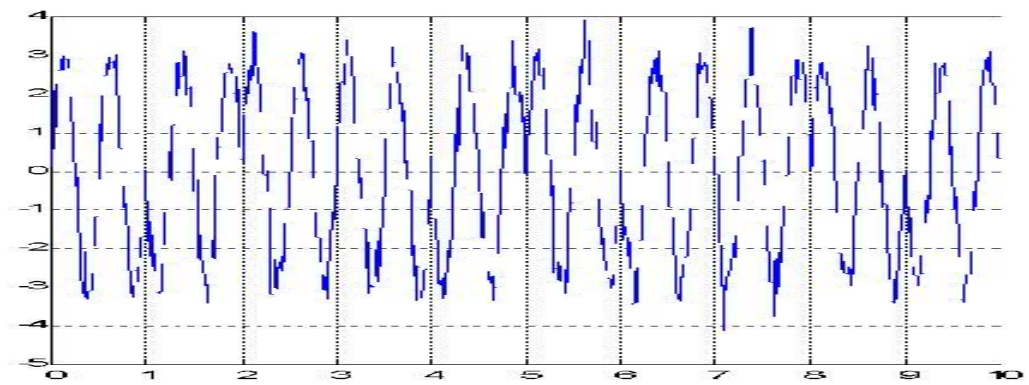


Figura 5.38: Sinal PSK com ruído aditivo.

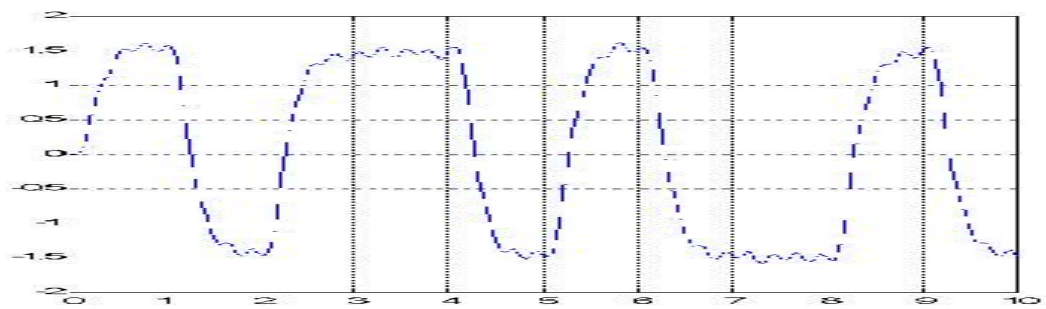


Figura 5.39: Sinal digital bipolar recebido.

A seguir será mostrado este mesmo sistema, mas com ruído multiplicativo.

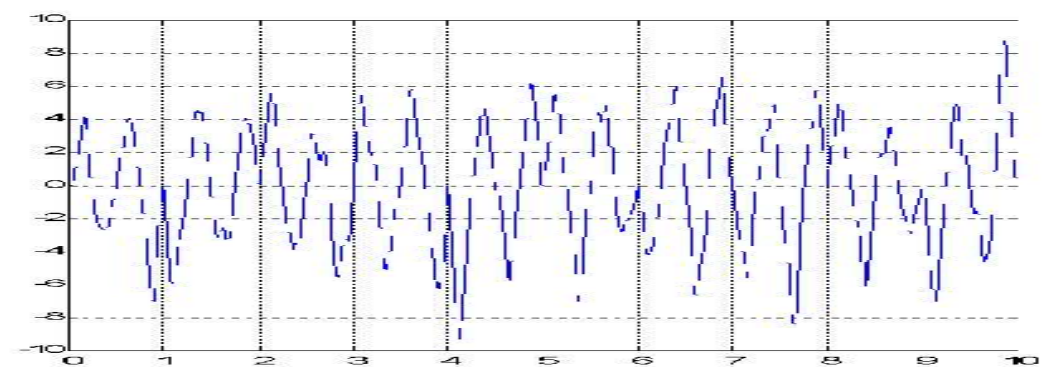


Figura 5.40: Sinal PSK com ruído multiplicativo.

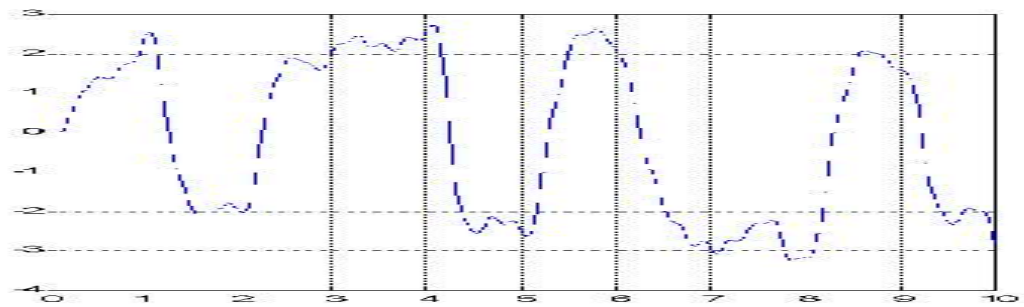


Figura 5.41: Sinal recebido.

Exemplo 3: Sistema DPSK com ruído aditivo.

Neste exemplo, também será utilizado a mesma seqüência de bits dos exemplos acima. E o valor do ruído é de 0.5.

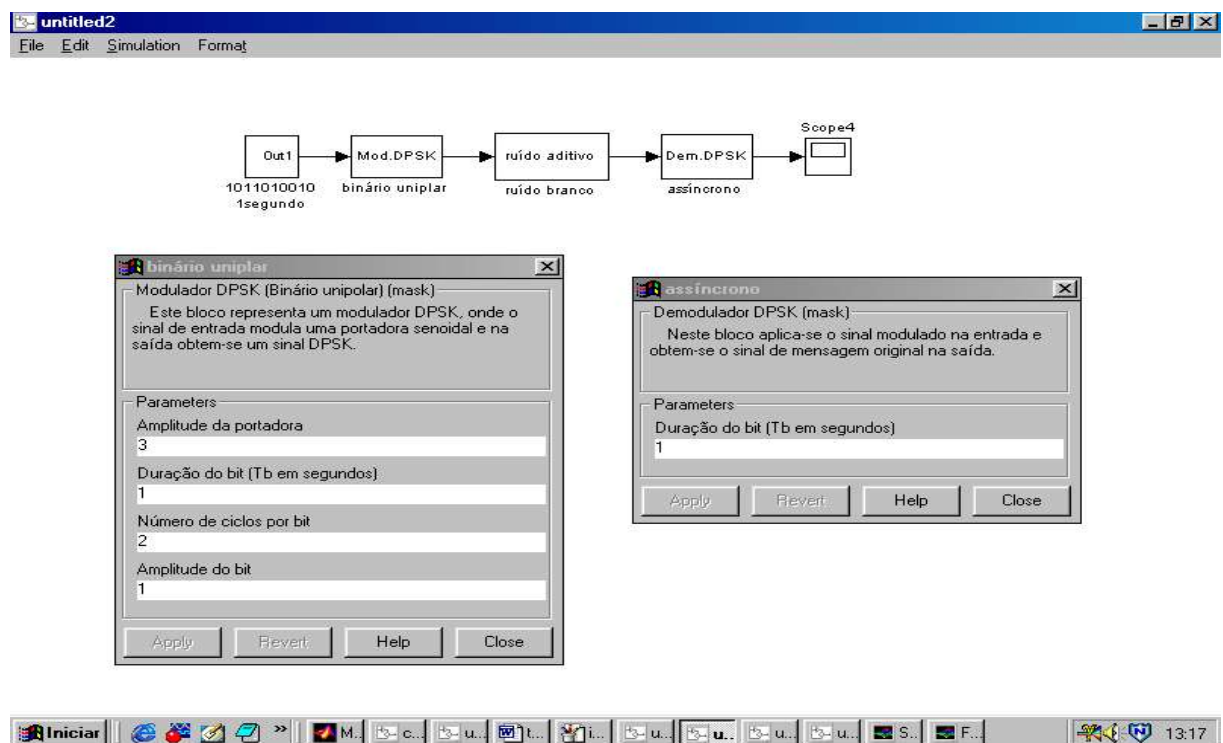


Figura 5.42: Sistema DPSK e parâmetros do sistema.

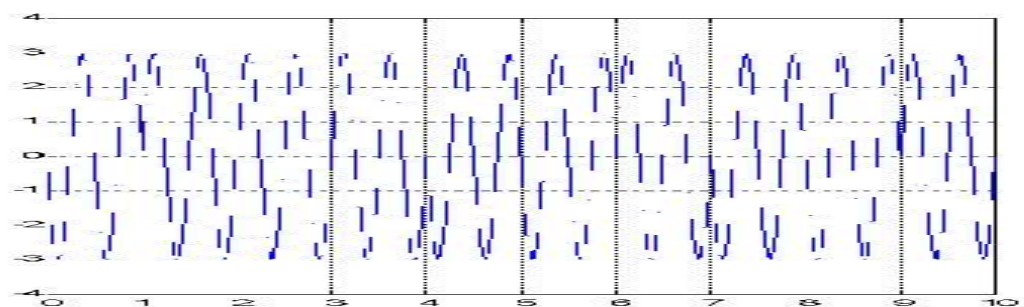


Figura 5.43: Sinal DPSK sem ruído.

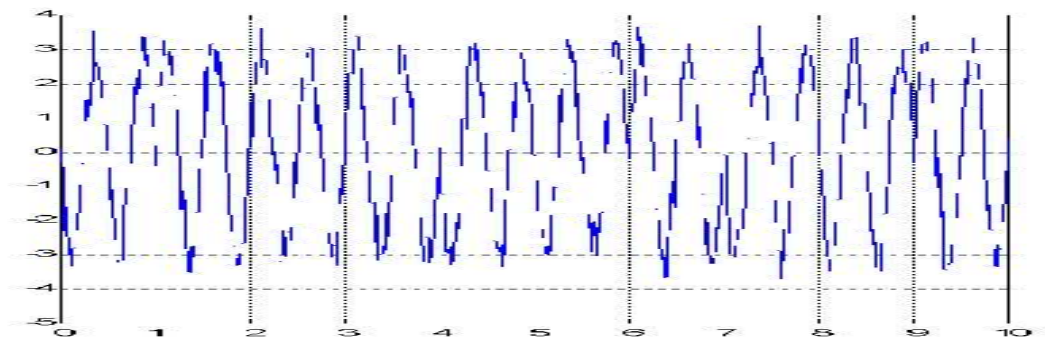


Figura 5.44: Sinal DPSK com ruído aditivo.

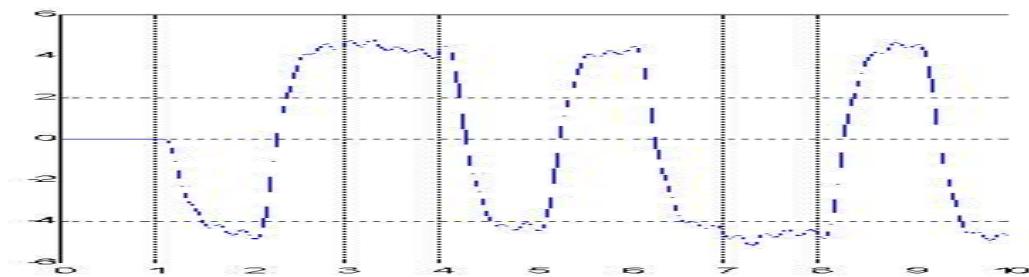


Figura 5.45: Sinal recebido.

Exemplo 4: Sistema FSK síncrono com ruído aditivo.

Neste exemplo também é utilizado a mesma fonte de sinal (1011010010) que nos exemplos acima, e o valor rms do ruído é 0.5.

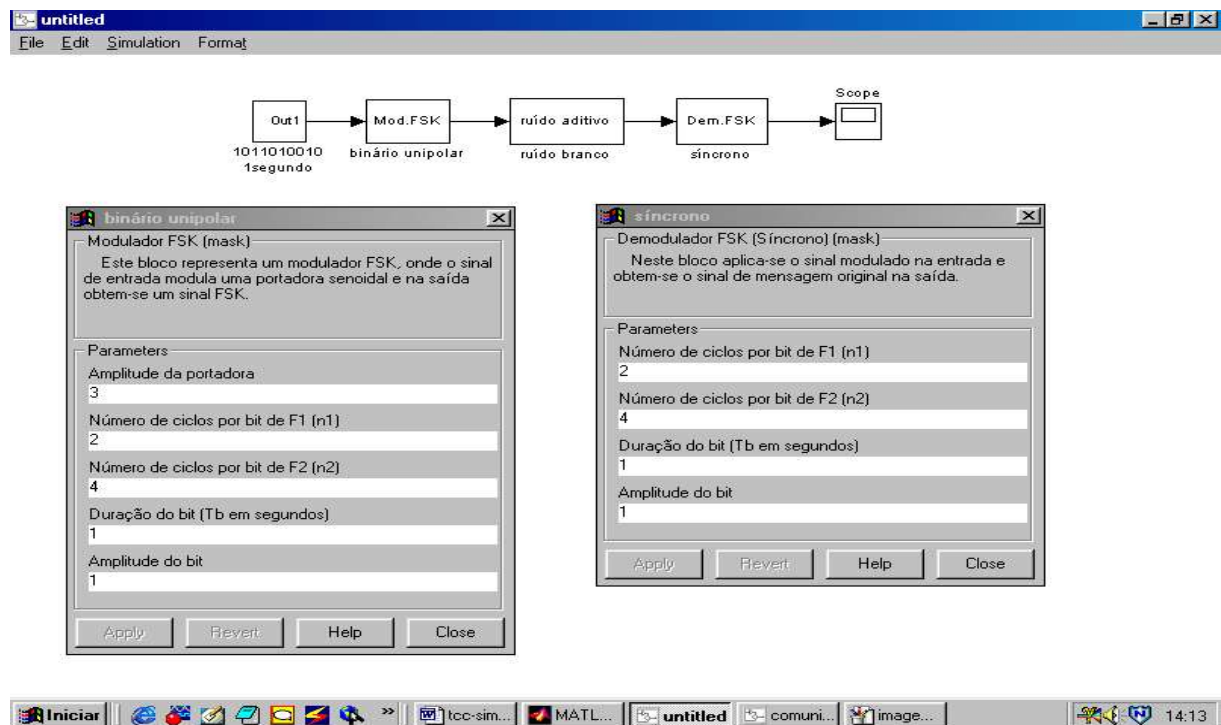


Figura 5.46: Sistema FSK e parâmetros de simulação.

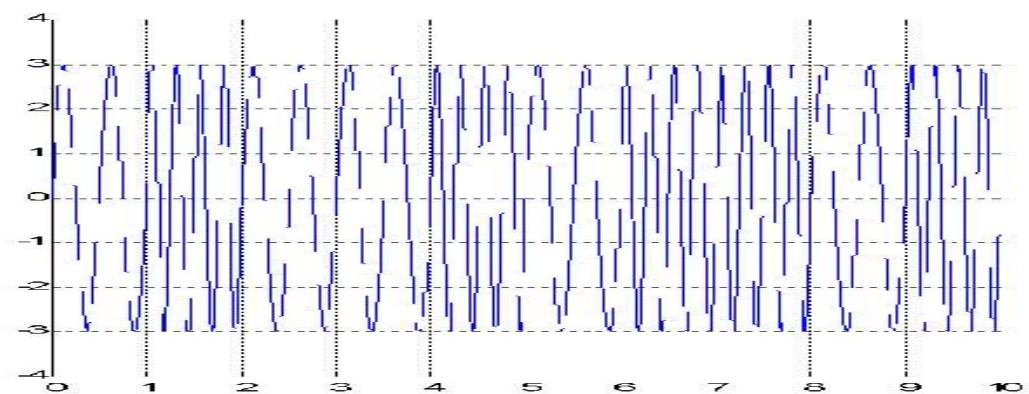


Figura 5.47: Sinal FSK sem ruído.

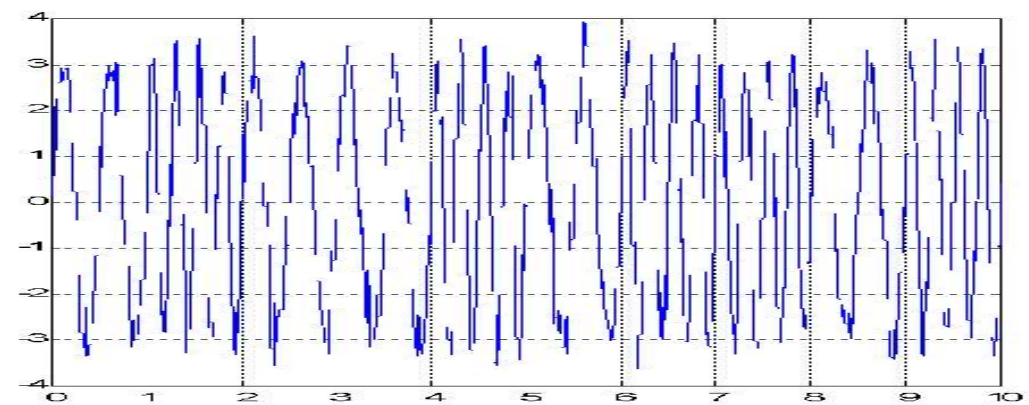


Figura 5.48: Sinal FSK com ruído aditivo.

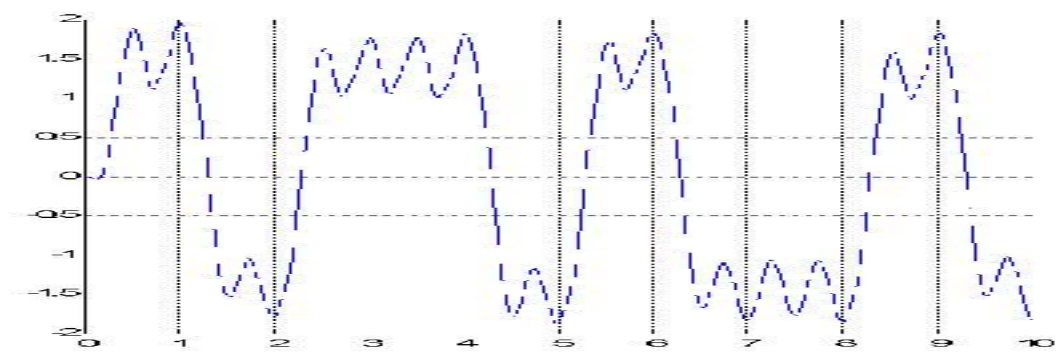


Figura 5.49: Sinal recebido.

Exemplo 5: Sistemas PAM.

Para este exemplo utilizou-se a mesma frequência de amostragem para os três casos, que é igual à 4Hz.

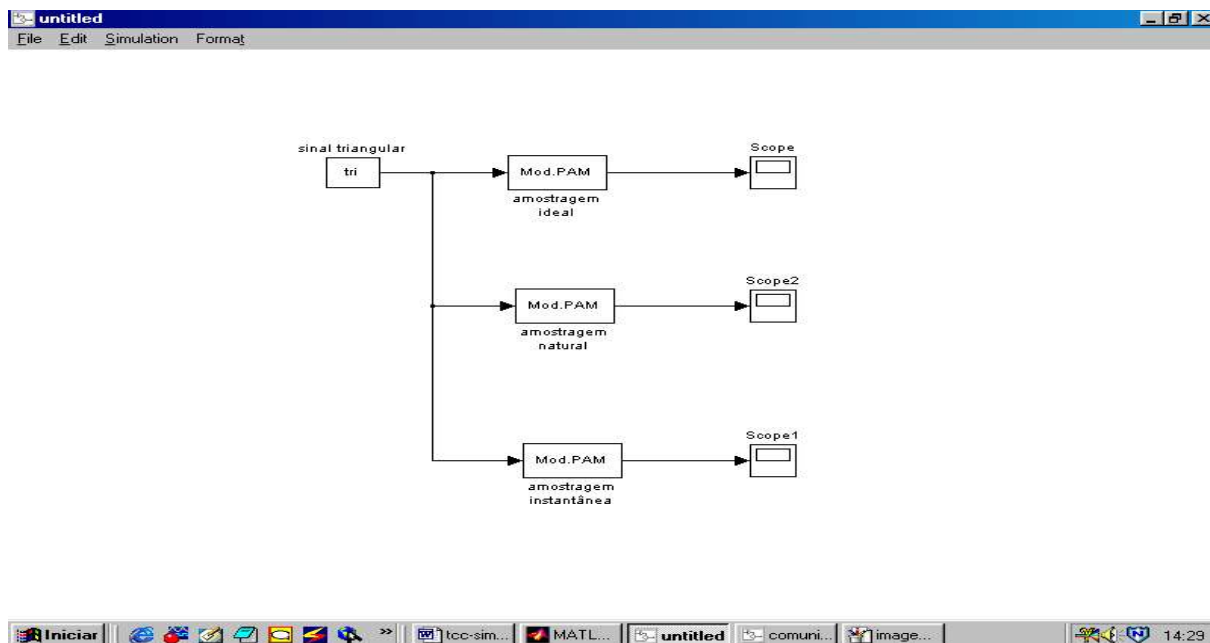


Figura 5.50: Amostragem dos três tipos.

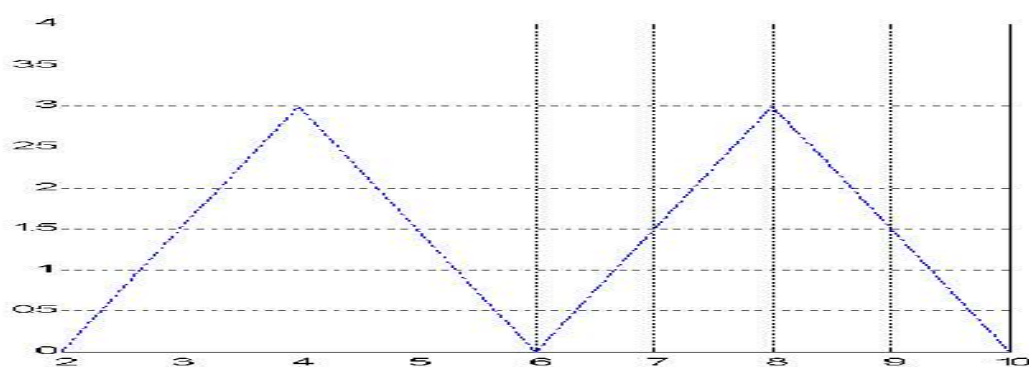


Figura 5.51: Sinal a ser amostrado.

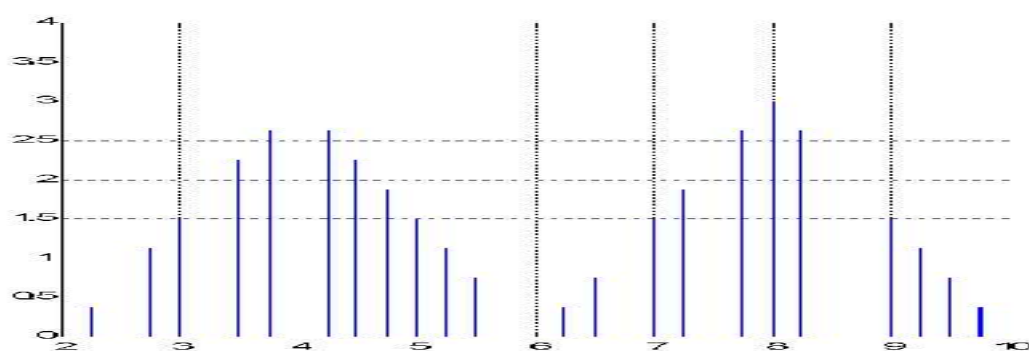


Figura 5.52: Amostragem ideal.

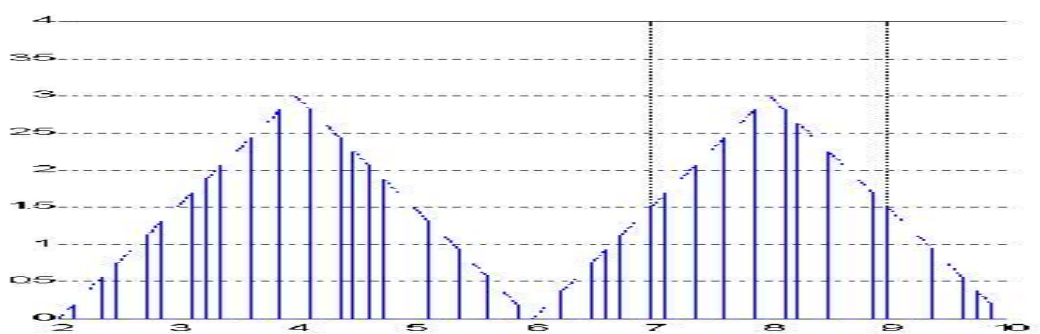


Figura 5.53: Amostragem natural.

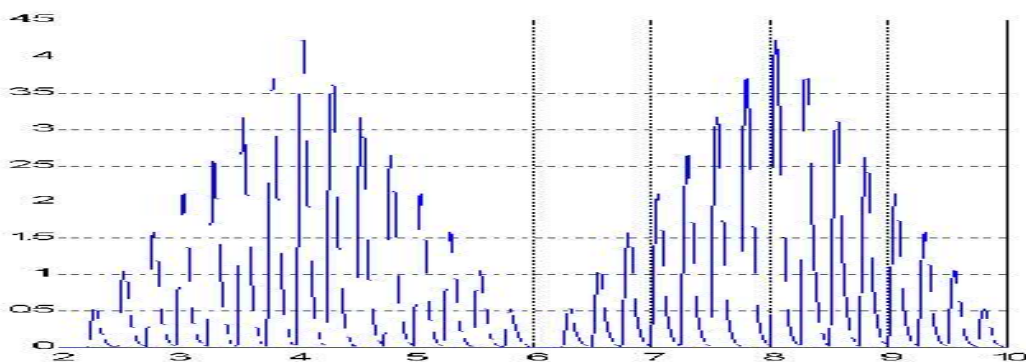


Figura 5.54: Amostragem instantânea.

CONCLUSÕES

Este trabalho visou o desenvolvimento de um simulador, com a intenção de que ele possa ser utilizado como material didático de auxílio aos estudantes de graduação e pós-graduação. Mais especificamente os estudantes que fazem as disciplinas Teoria das Comunicações e Comunicações Avançadas, das quais este trabalho foi inspirado.

Do trabalho, pode-se concluir que o simulador tem como característica principal a vantagem de poder simular sistemas em diagramas, o que facilita a construção de modelos complexos. Somando-se a esta vantagem, o simulador apresenta os resultados com velocidades bem satisfatórias.

Em resumo, pode-se dizer que este simulador pode ajudar àqueles que necessitem de simulações rápidas de sistemas com ruídos, tanto analógicos quanto digitais, que envolvam moduladores, demoduladores e canais de rádio, com ruído ou sem ruído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SHANMUGAN, K.Sam; BALABAN, Philip; JERUCHIM, Michel C.. Simulation of Communication Systems. New York: Plenum Press, 1992.
- [2] YACOUB, Michel Daoud. Foundations of Mobile Radio Engineering. Florida: CRC Press, 1993.
- [3] HAYKIN, Simon. Communication Systems. 2.ed. New Delhi: John Wiley & Sons Inc., 1987.
- [4] HAYKIN, Simon. Digital Communication. New York: John Wiley & Sons Inc., 1988.
- [5] LATHI, B.P.. Sistemas de Comunicação. Rio de janeiro: Guanabara Dois, 1979.

- [6] SCHWARTZ, Mischa. Transmissão de Informação, Modulação e Ruído. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979.
- [7] FILHO, Alberto Adade. Simulação de Sistemas Dinâmicos - Simulink. S. José dos Campos: CTA-ITA-IEMP, 1997.
- [8] FILHO, Alberto Adade. Aplicações em Análise de Sistemas Dinâmicos. S. José dos Campos: CTA-ITA-IEMP, 1997.
- [9] CAVALCANTE, Gervázio Protásio dos Santos. Canal de Propagação Rádio Móvel. Belém., abril, 1999.