



Simulador **M-QAM**

Número de símbolos (M): 16

Potência de transmissão (Pt): 100,00 uW

Taxa de transferência (R): 100,00 KBaud

Ganho do amplificador de transmissão (Gv): 48 dB

Distância transmissor-receptor (d): 12000 m

Frequência da portadora (Fc): 500,00 KHz

Densidade espectral de potência do ruído (N): 20,00 pW/Hz

Duração da simulação: 20000 símbolos

Simulação

Resultados:

Modo contínuo

Simular!

Descrição: Sistema modulador / demodulador M-QAM, com detetor ótimo baseado em correladores coerentes (síncronos), na presença de canal com ruído branco aditivo gaussiano (AWGN), no qual serão aplicados símbolos referentes a um sinal estocástico uniformemente distribuído.

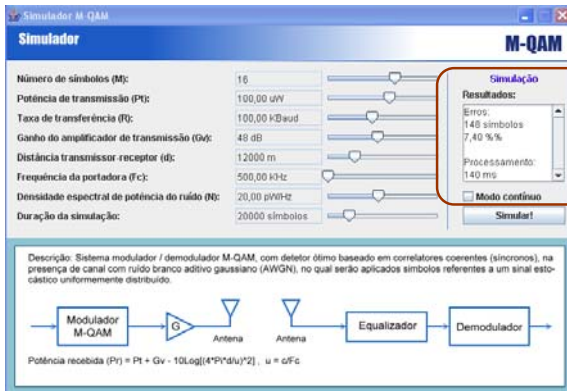
Modulador M-QAM → G → Antena → Antena → Equalizador → Demodulador

Potência recebida (P_r) = $P_t + G_v - 10\text{Log}[(4 \cdot \pi \cdot d / u)^2]$, $u = c / F_c$

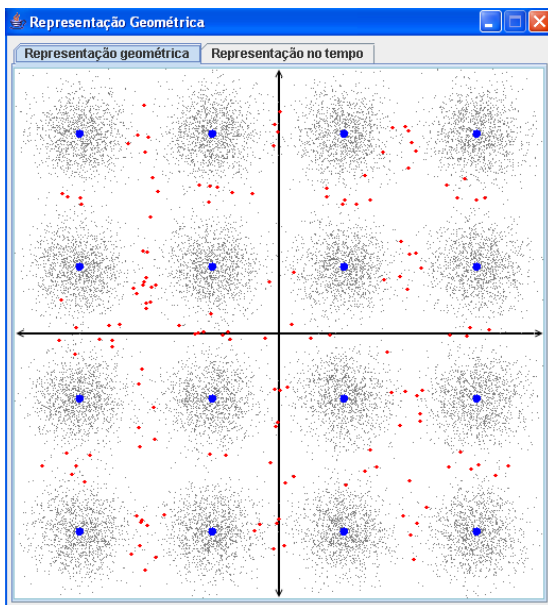
Na parte superior da janela temos oito reguladores que ajustam os parâmetros de simulação. Perceba que ao iniciar o aplicativo já temos uma sugestão de configuração. Você pode alterá-la para analisar outras possibilidades da modulação M-QAM. Os reguladores são muito sensíveis. Pequenas alterações podem resultar num sistema com probabilidade de erro 100%.

Clique no botão Simular! para verificar os resultados. Será gerada uma janela com duas abas, mostrando o gráfico de densidade (representação vetorial) e os gráficos no domínio do tempo (sinal enviado e sinal recebido).

Supondo as configurações padrões, obtemos o seguinte resultado:



- Número de símbolos detectados com erro, em valor absoluto;
- Número de símbolos detectados com erro, em partes por mil;
- Tempo de simulação (varia de acordo com a capacidade computacional do seu PC);

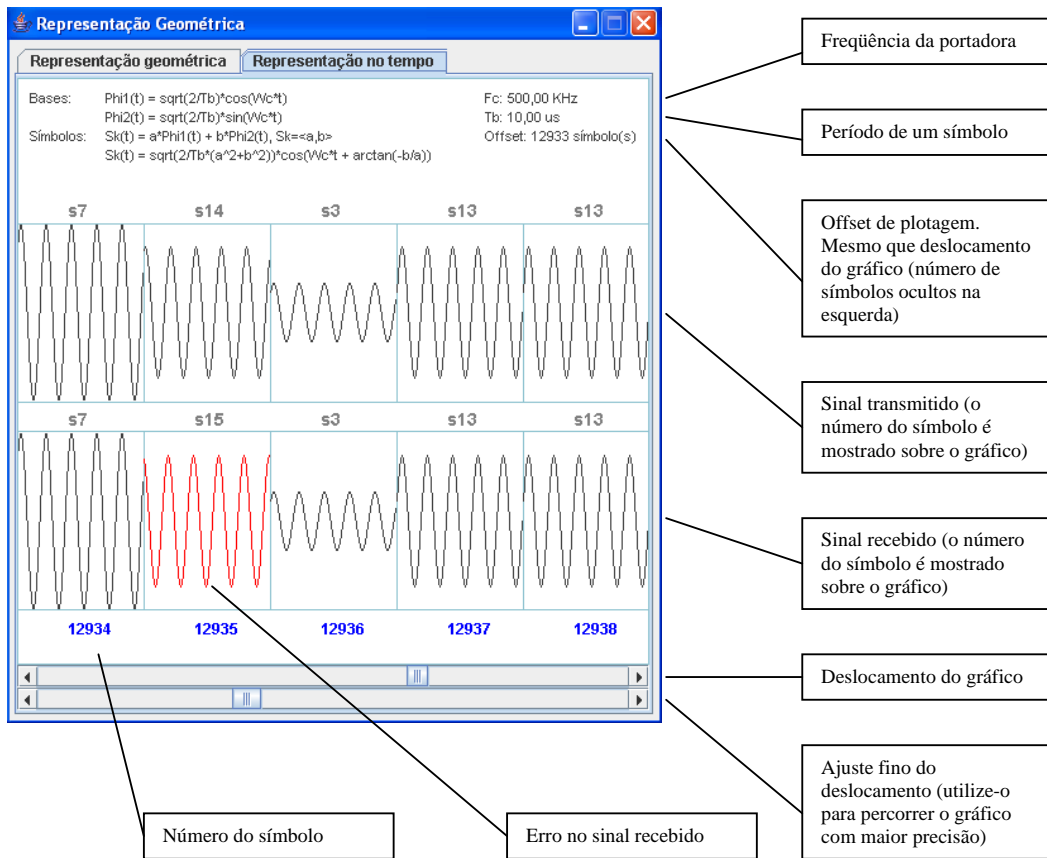


Representação geométrica

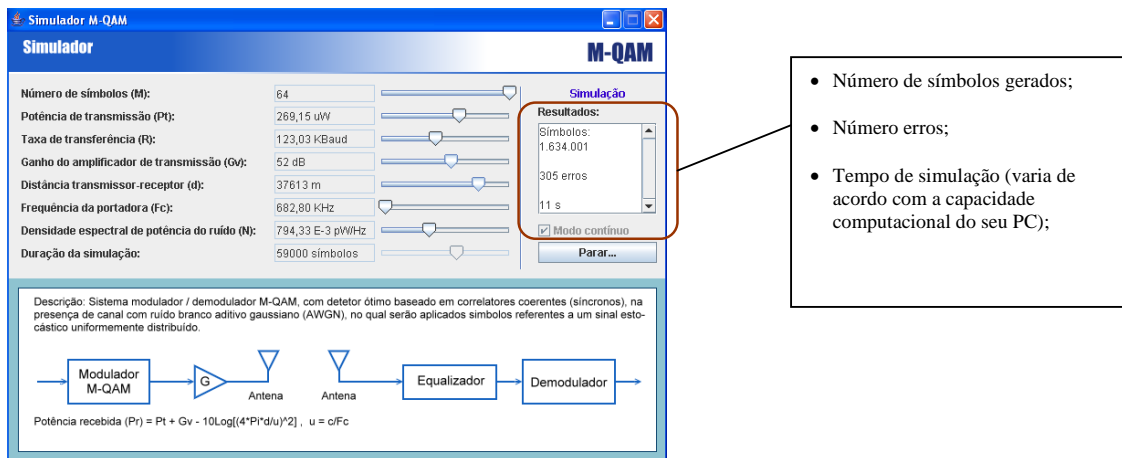
- Pontos azuis: símbolos transmitidos
- Pontos cinza: símbolos recebidos sem erro
- Pontos vermelhos: símbolos recebidos com erro

O sistema ajusta automaticamente a escala de plotagem de maneira que o gráfico tenha um tamanho final de 500x500 pixels, independente da energia dos símbolos.

Os efeitos do ruído e da atenuação de canal são verificados pela dispersão dos pontos cinza em torno dos azuis.



Existe uma opção especial chamada **Modo contínuo**. Marcando essa opção e clicando em Simular! o sistema passa a gerar os símbolos indefinidamente, até que o usuário clique em Parar. Ou seja, em modo contínuo você é capaz de gerar simulações para uma quantidade “infinita” de símbolos (i.e. para um sinal de longa duração). O simulador apenas registra o número de erros (não há plotagem). O objetivo é permitir a análise de configurações para baixa probabilidade de erro (verificando o resultado após milhões de símbolos gerados). Veja um exemplo:



Uma observação importante: você pode variar os regulares durante a simulação! Assim, podemos observar o momento exato em que o sistema começa a errar dada a variação de um determinado parâmetro.

O código-fonte é composto pelas classes:

Classe	Função
Win	Janela principal do programa
ResultadosWin	Janela do resultado da simulação
Picture	Classe swing capaz de exibir um gráfico. Utilizada para exibir o esquema do sistema (na parte inferior da janela Win), a faixa de decoração (na parte superior da janela Win) e os dois gráficos do resultado da simulação
Plotter	Interface que define um método para plotagem. Picture utiliza um Plotter para exibir o gráfico. Assim, podemos dizer que Picture é capaz de exibir qualquer tipo de gráfico, desde que passada a implementação adequada de Plotter.
SinaisPlotter	Uma implementação da interface Plotter. Sua função é gerar a representação no domínio do tempo.
RegioesPlotter	Uma implementação da interface Plotter. Sua função é gerar a representação vetorial.
Símbolos	Armazena os configurações (disposição visual) dos símbolos para cada M-QAM possível. Inclui também informações como a energia média de símbolos.
Simulador	Contém os parâmetros de simulação e os métodos que implementam a simulação com duração limitada e a simulação em modo contínuo (multithread). Quando em modo contínuo, existe ainda um thread de monitoramento (na janela Win) cuja função é atualizar os valores na janela principal em períodos determinados enquanto a simulação ocorre em background.