

Modulador e demodulador BPSK

Circuitos de Rádio Frequênciа - 22 de Julho de 2025

Arthur Cadore M. Barcella , Gabriel Luiz E. Pedro, Gustavo Paulo

Sumário

BPSK - Binary Phase Shift Keying	3
Modulador	8
Demodulador	16
Cadeia de modulação e demodulação	24
Conclusão	27

BPSK - Binary Phase Shift Keying

O que é BPSK?

BPSK (Binary Phase Shift Keying) é um método de modulação digital que representa bits através do deslocamento da fase de uma portadora, onde:

- bit '0' = Fase de 0°
- bit '1' = Fase de 180°

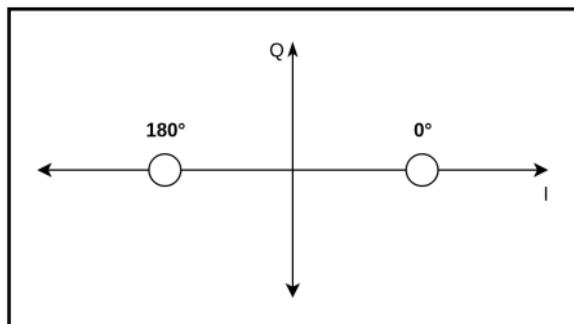
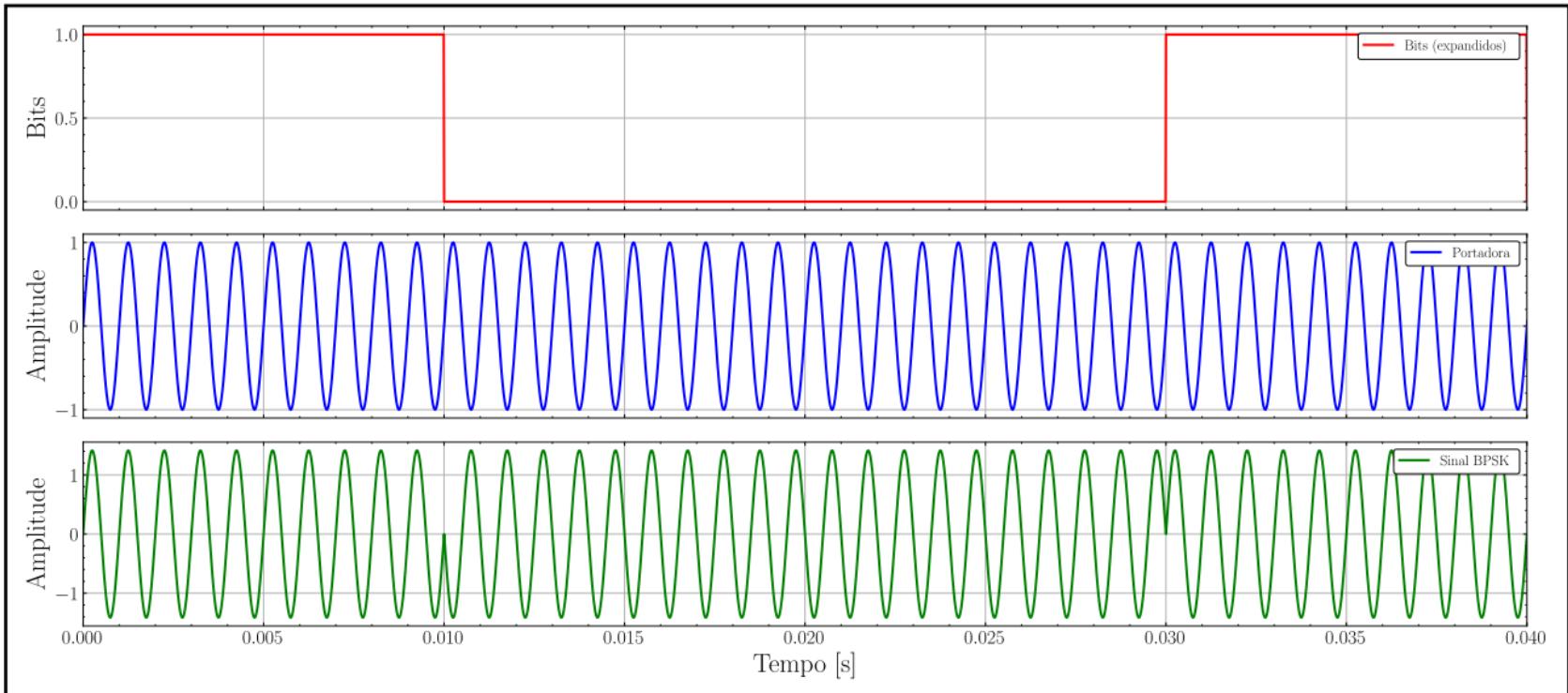


Diagrama de constelação

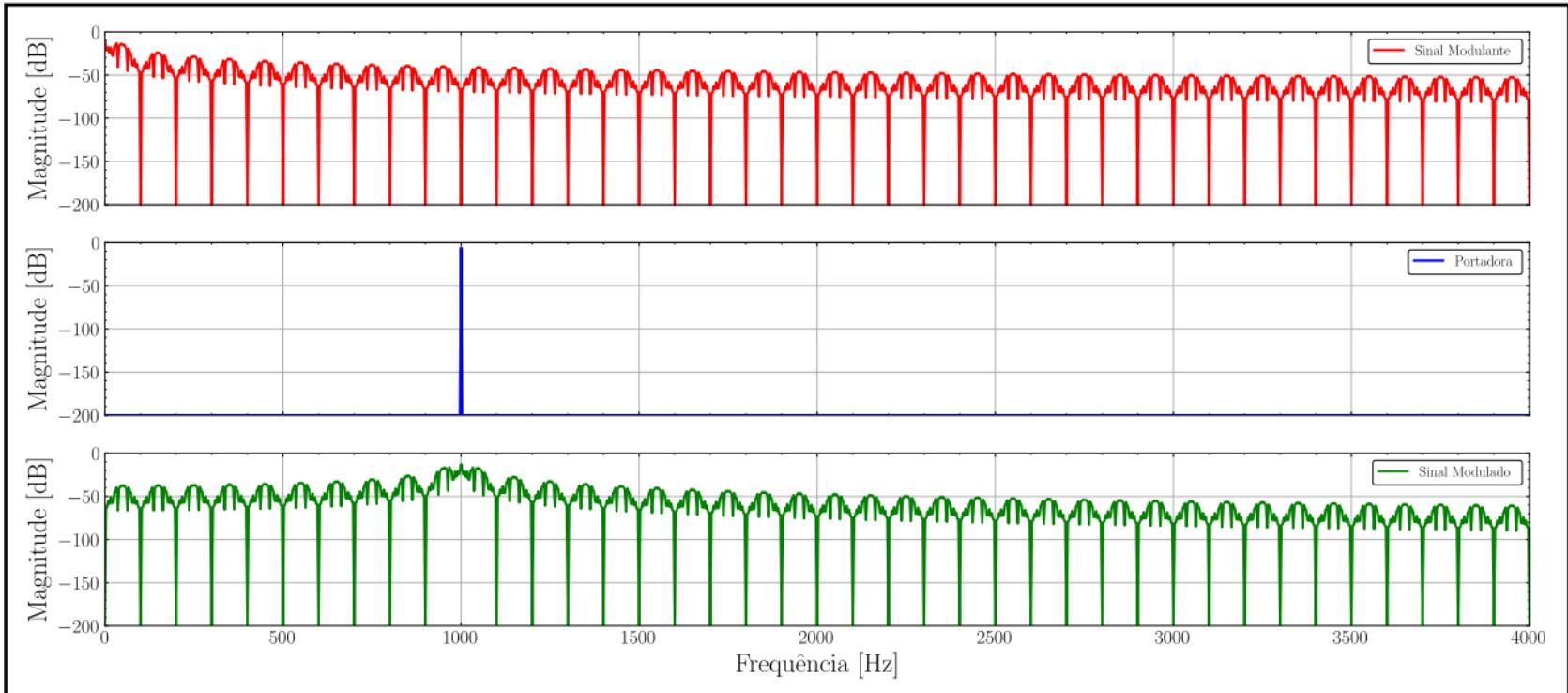
- Principais características:
 - Simples implementação
 - Robusta contra ruído
 - Baixa complexidade
 - Alta eficiência espectral
- Aplicações principais
 - Comunicação via satélite
 - Rádio digital
 - Sistemas de navegação GPS
 - Comunicação por rádio
 - Transmissão de dados em redes sem fio

Formato do sinal



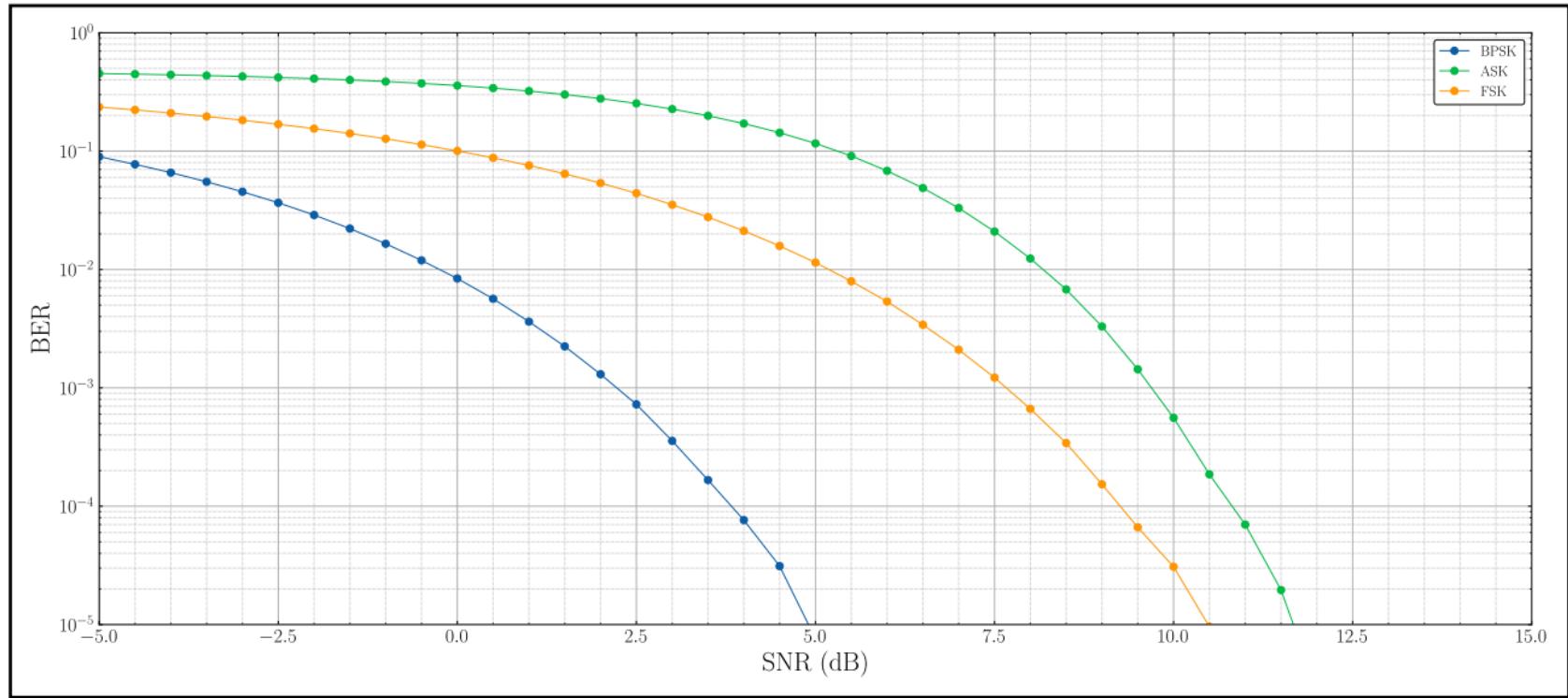
Modulador

FFT do sinal



FFT do sinal

Curva BER vs SNR

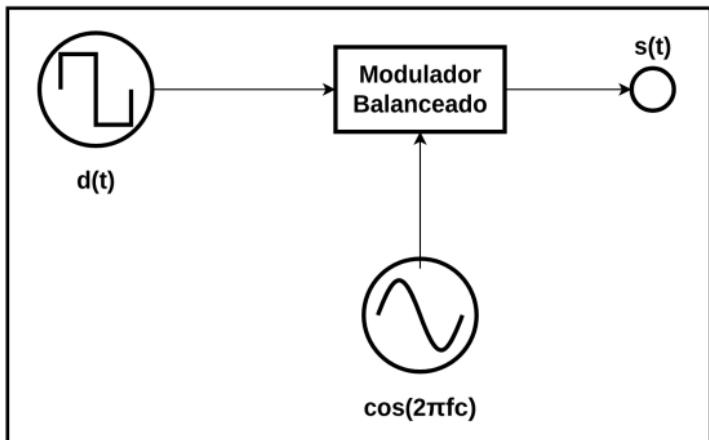


Curva BER vs SNR

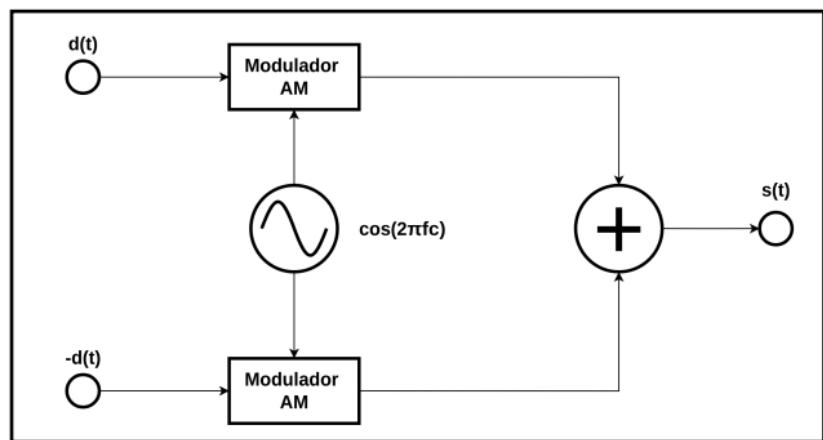
Modulador

Diagrama de blocos modulador

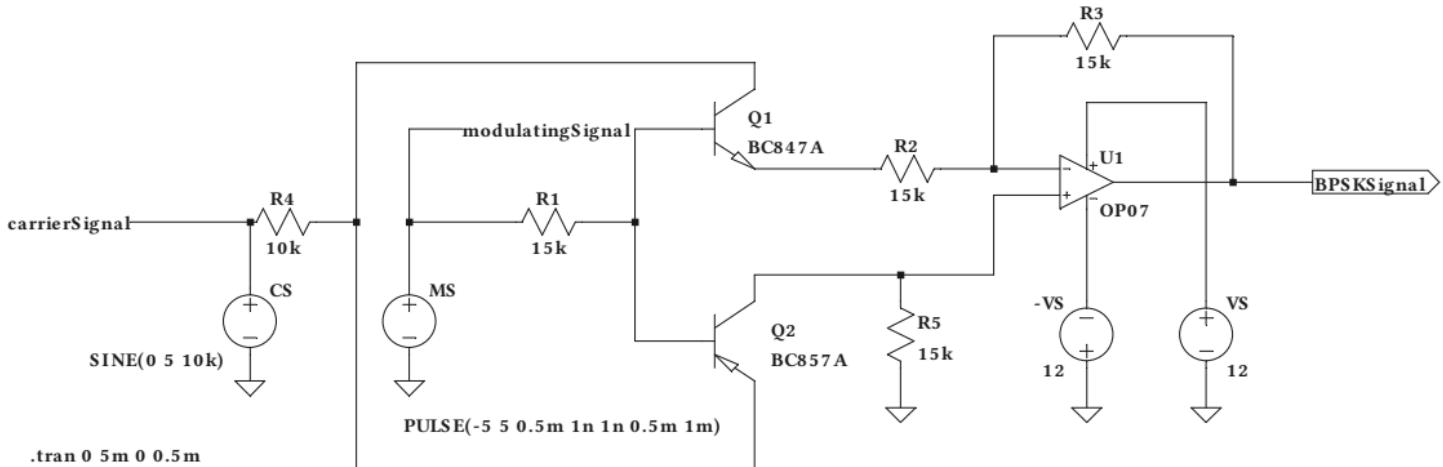
Modulador BPSK



Modulador Balanceado

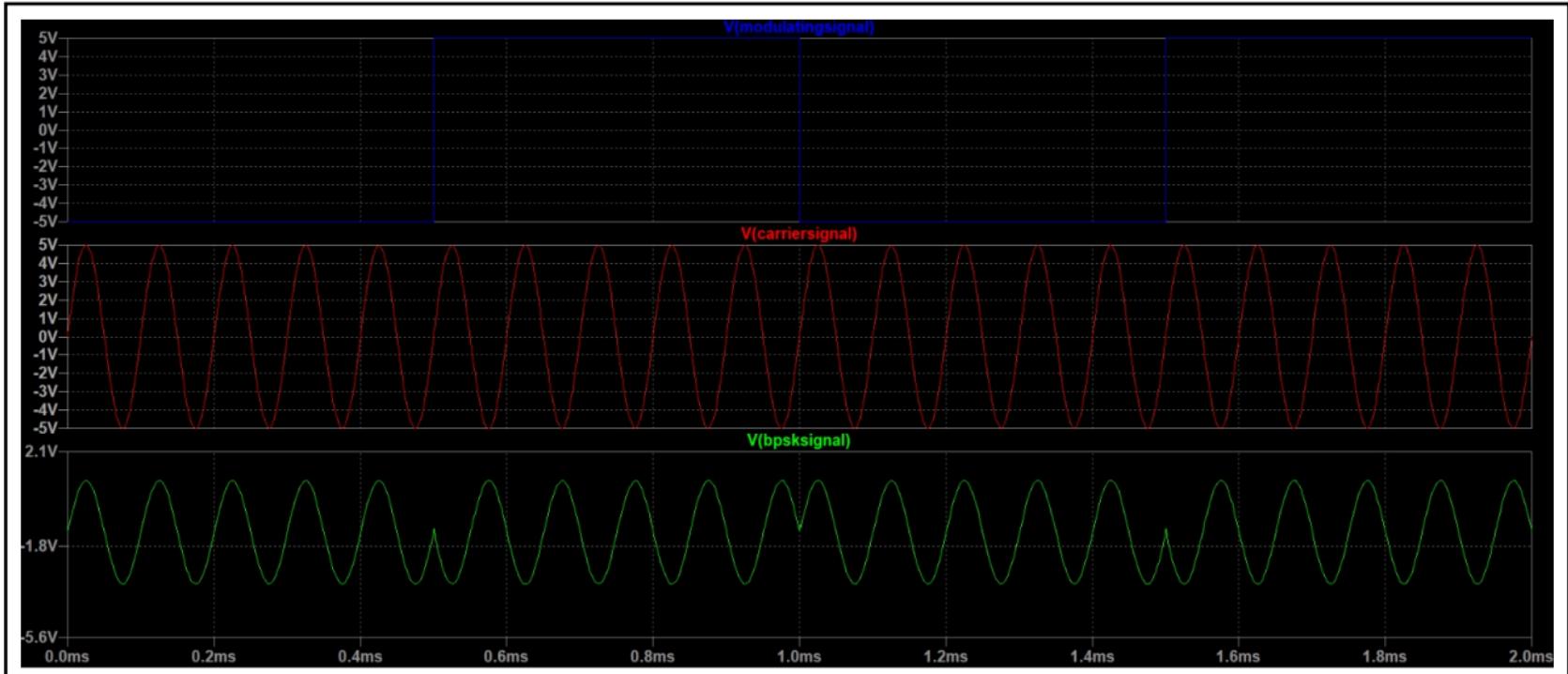


Esquemático do modulador



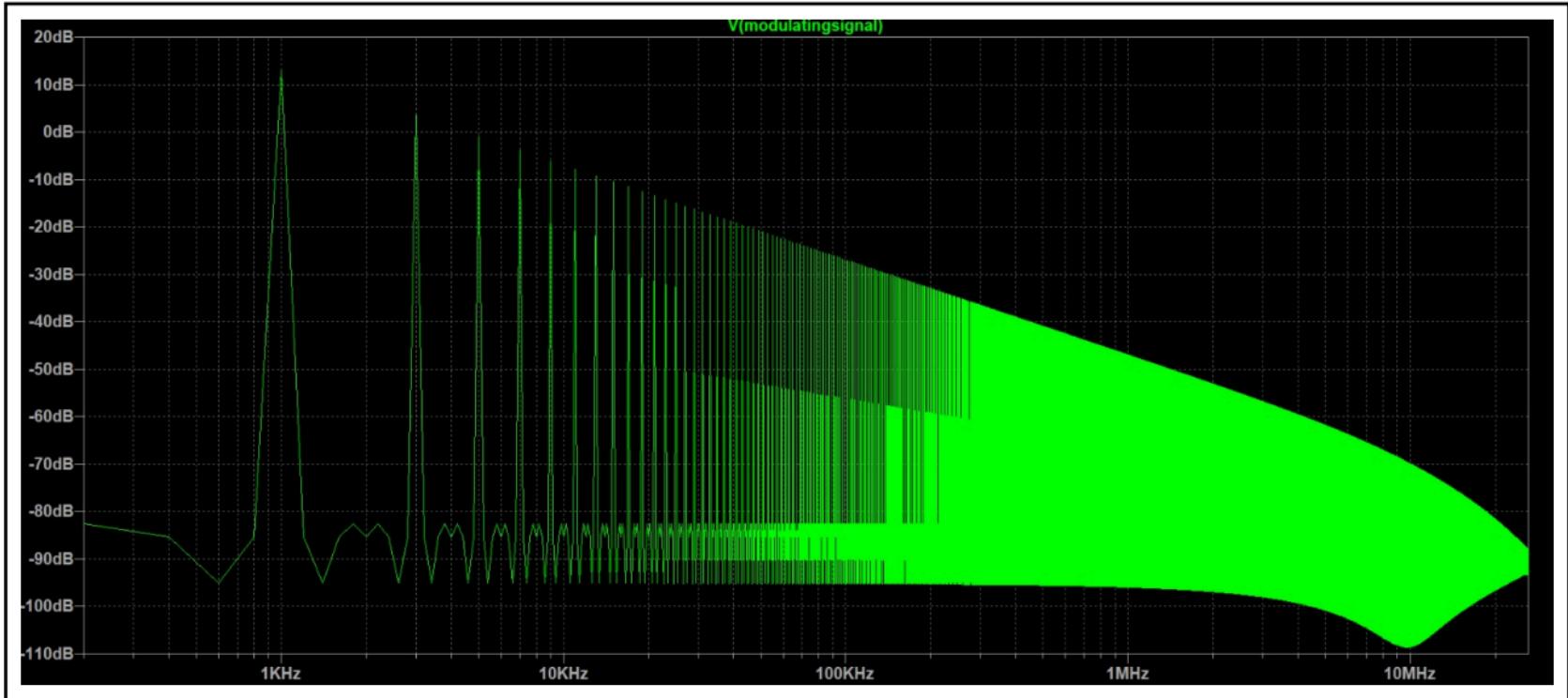
Circuito Modulador

Simulação do modulador



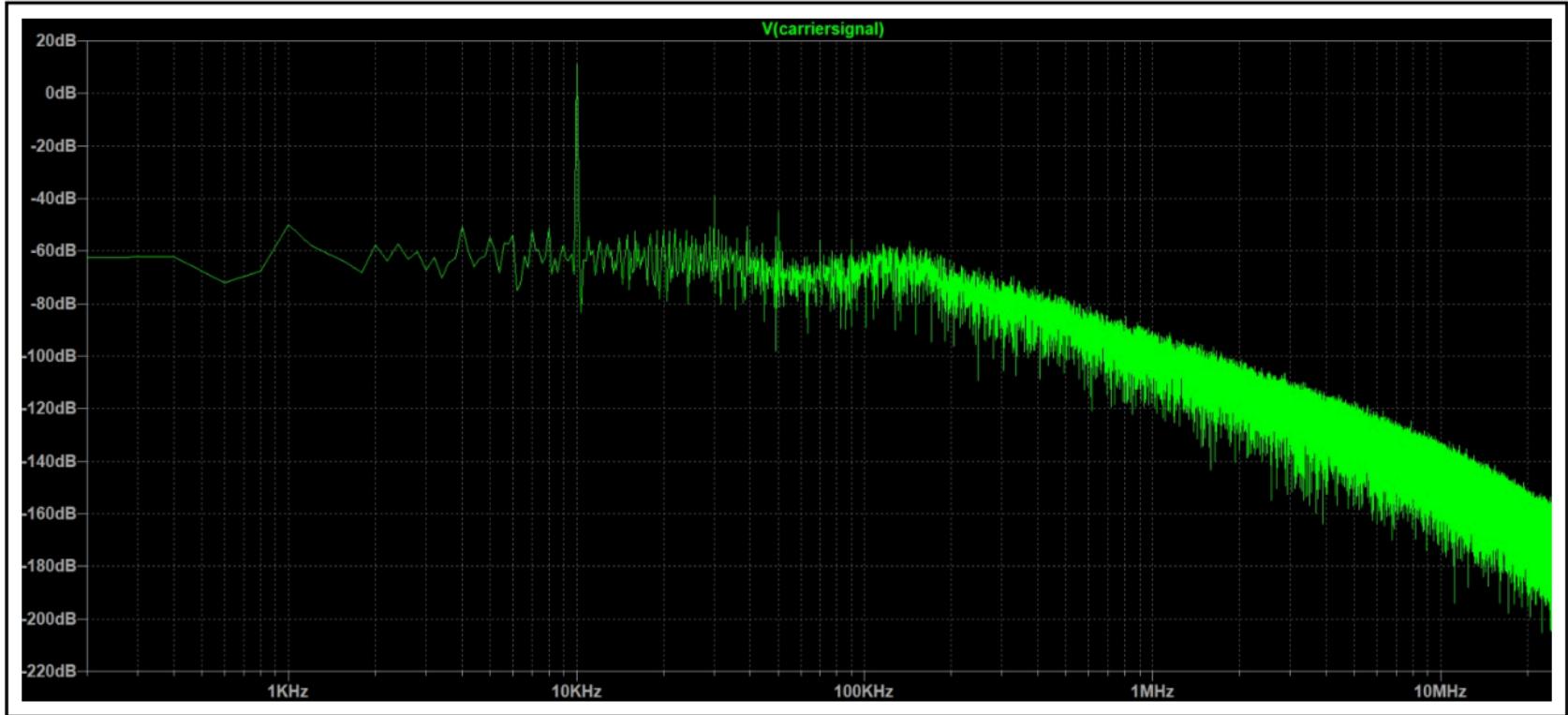
Sinal Modulado no tempo

FFT Modulante



FFT modulante

FFT Portadora



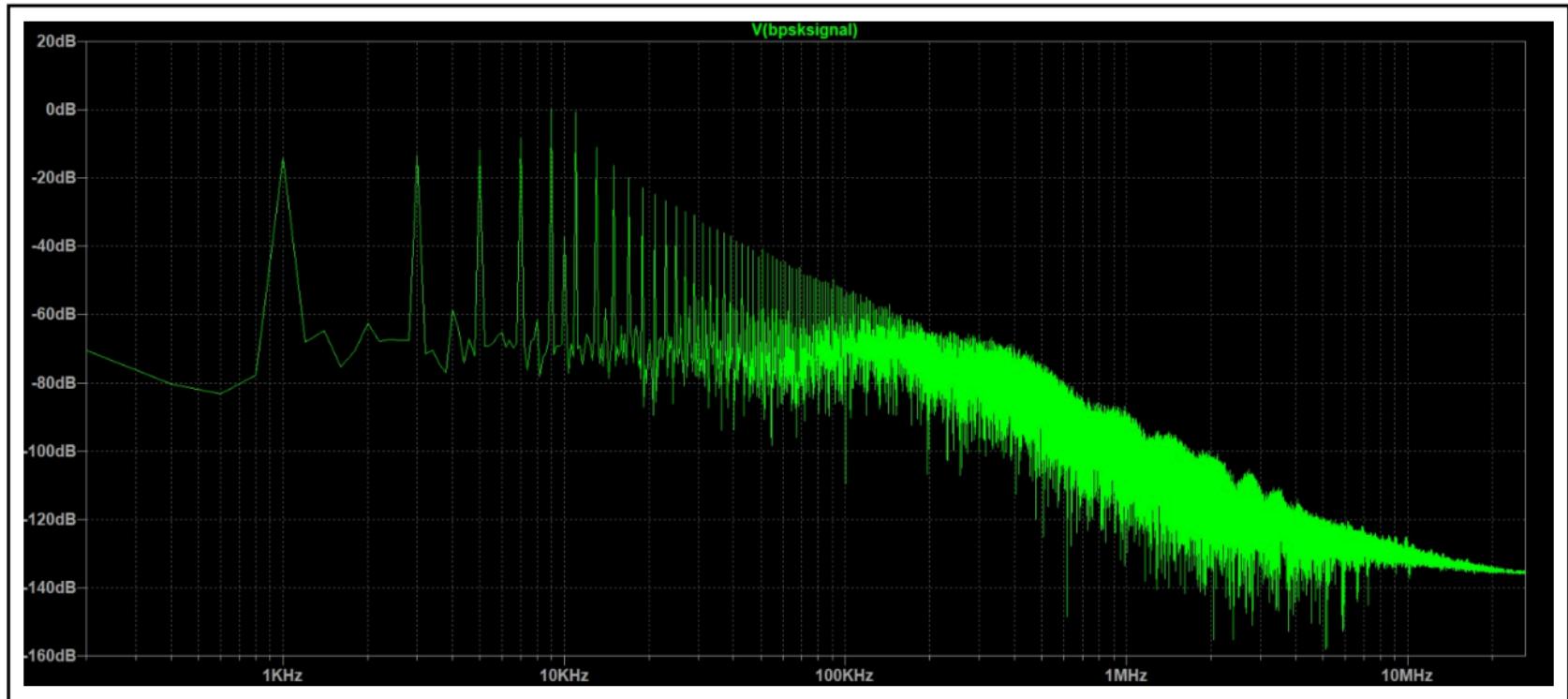
FFT portadora

Sinal modulado



Sinal modulado

FFT Sinal Modulado



FFT sinal modulado

Demodulador

Diagrama de blocos do demodulador

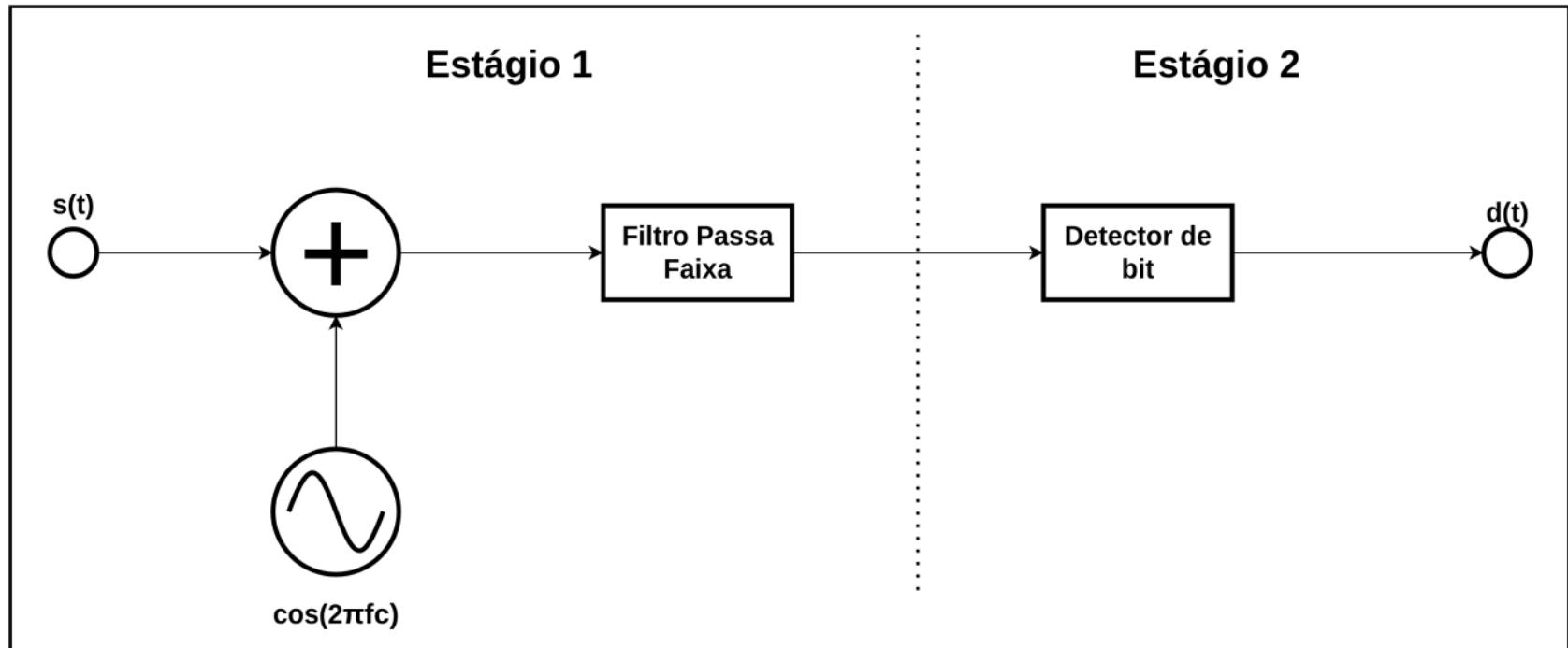
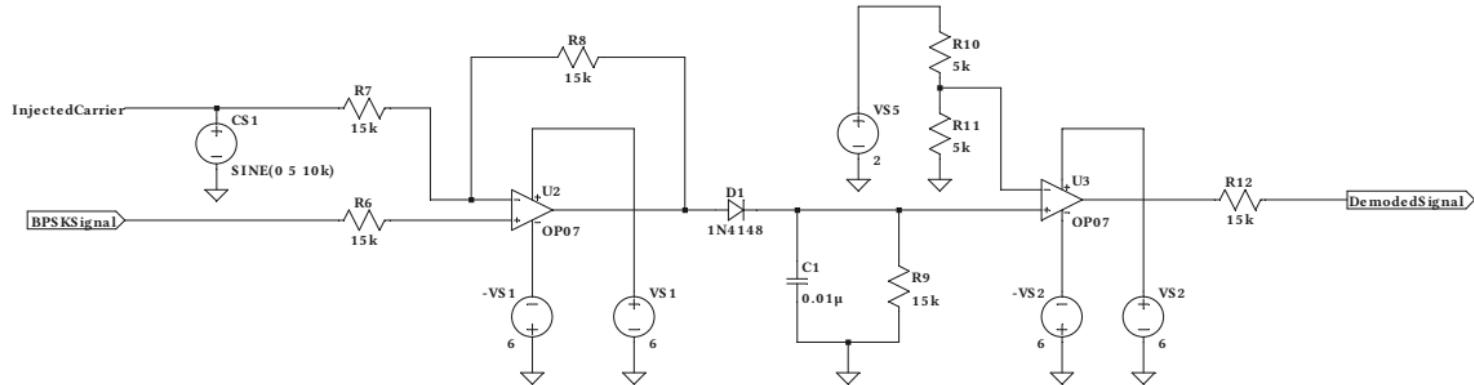


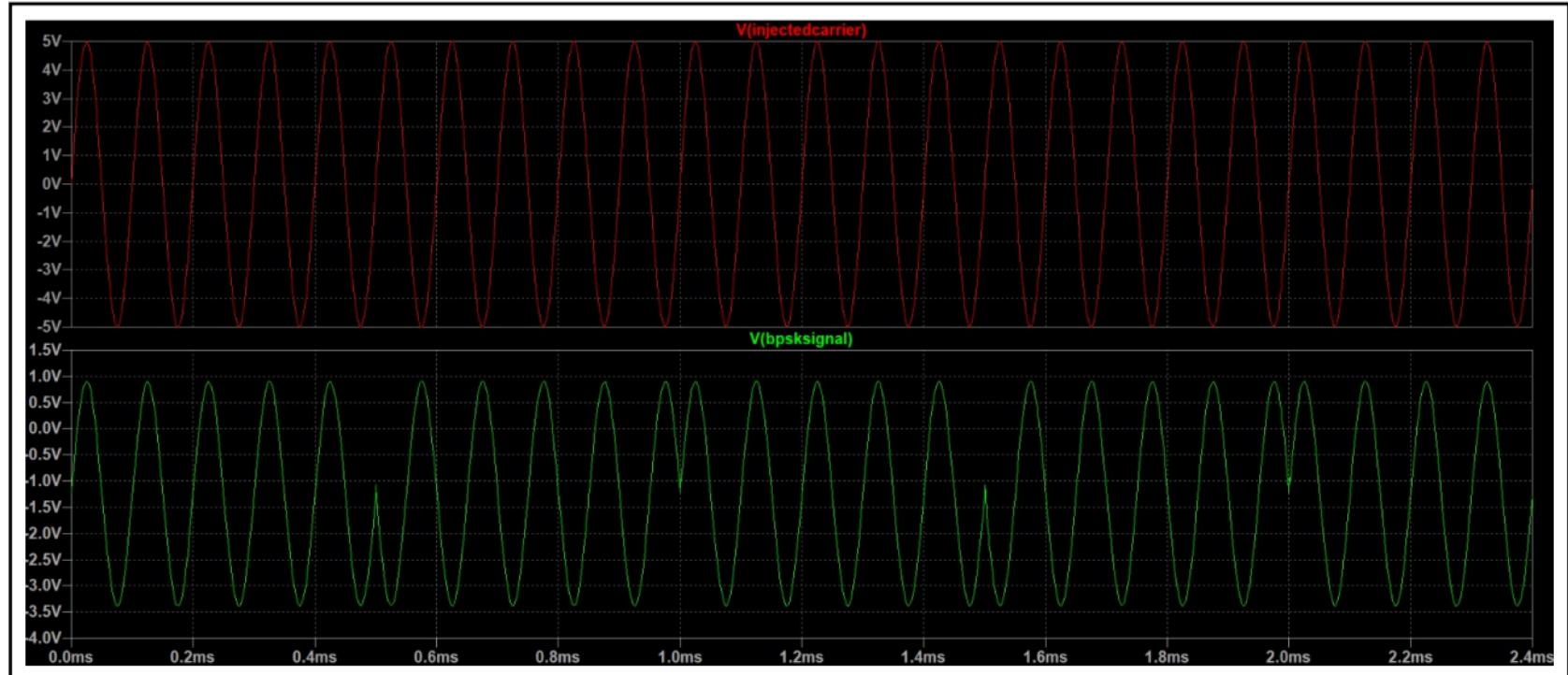
Diagrama de blocos do demodulador

Esquemático do demodulador



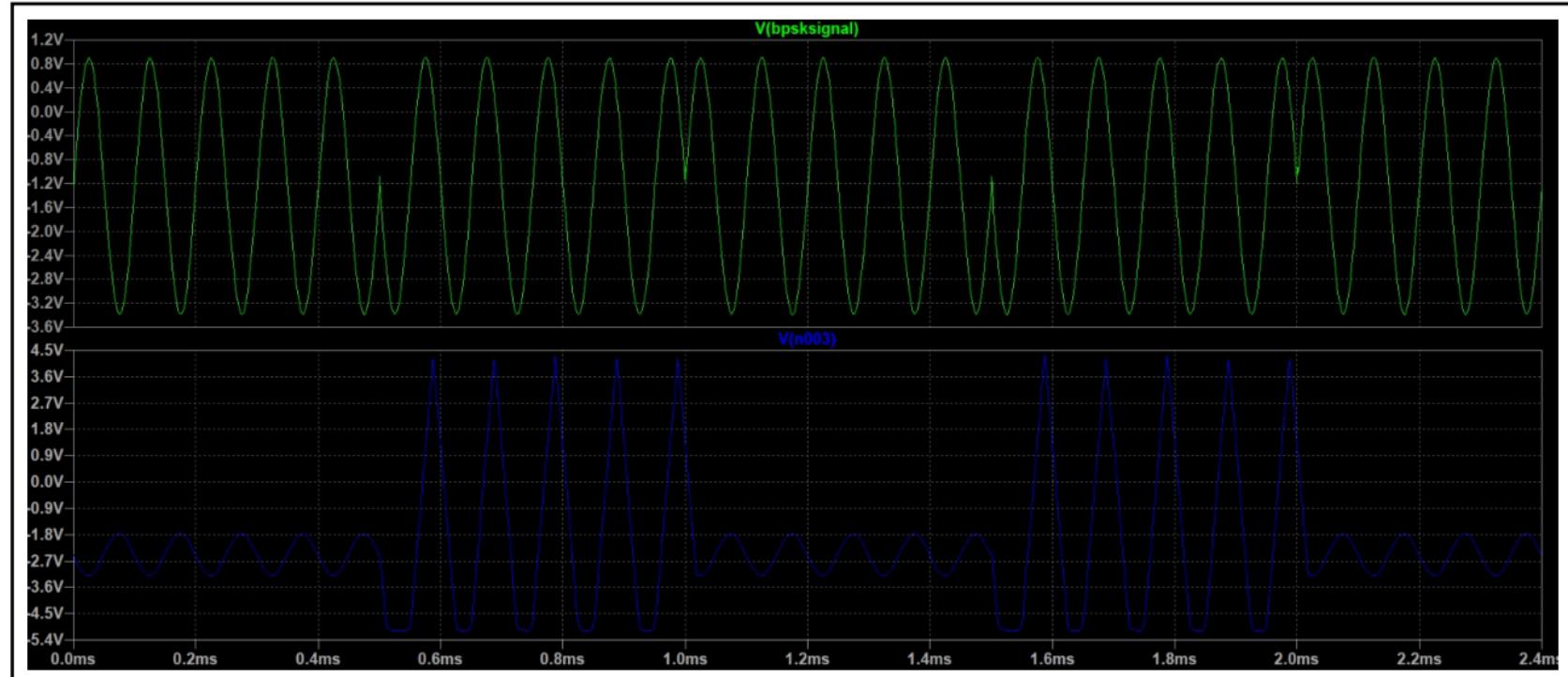
Circuito Demodulador

Sinal Recebido



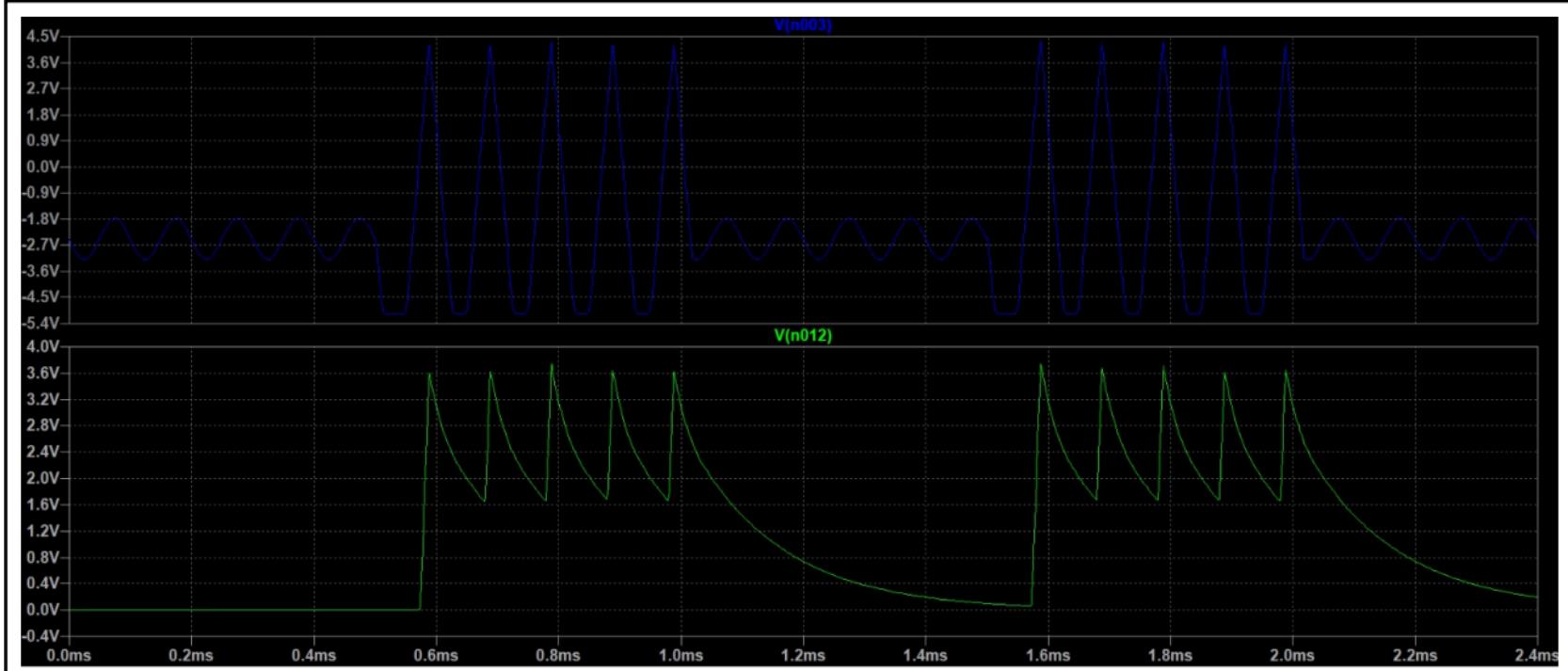
Sinal recebido e portadora no tempo

Etapa 1 - Soma com portadora



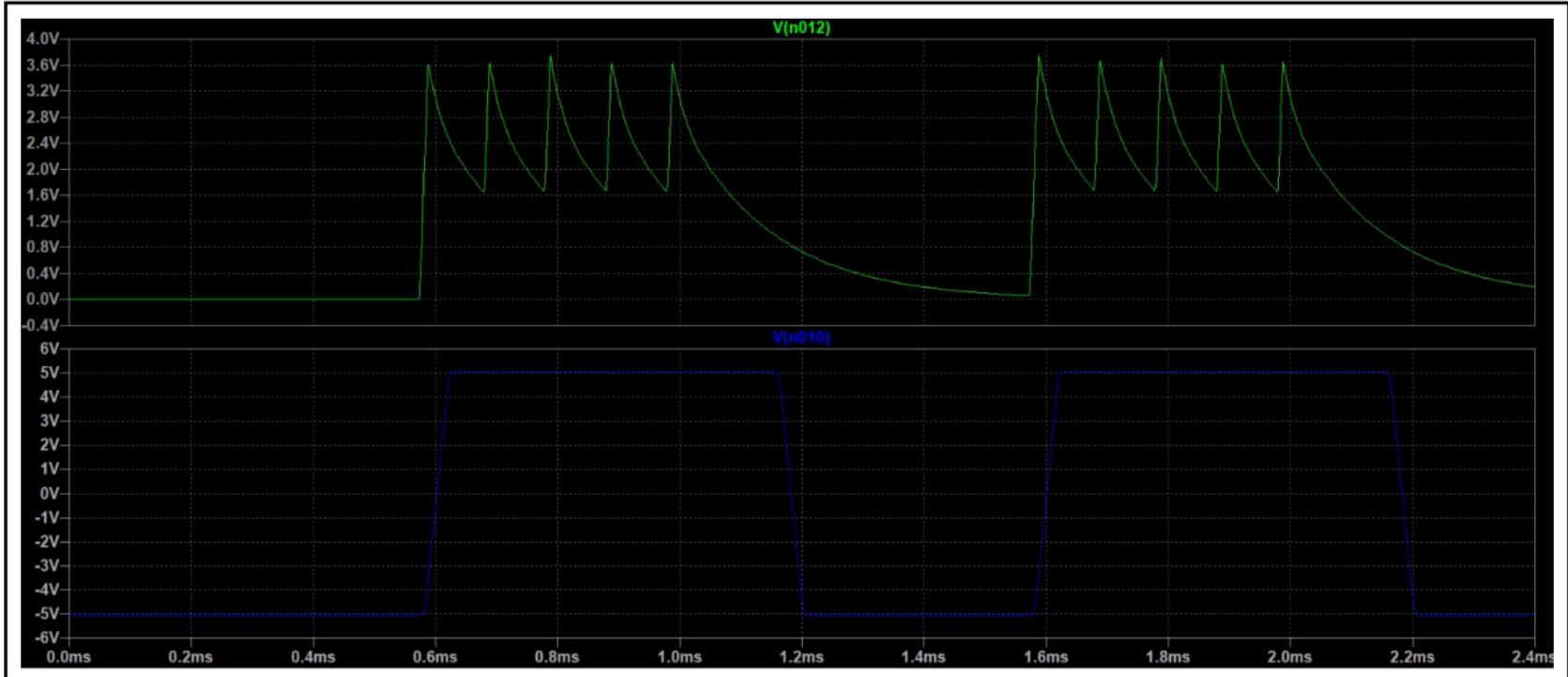
Sinal somado com portadora

Etapa 1 - Filtragem



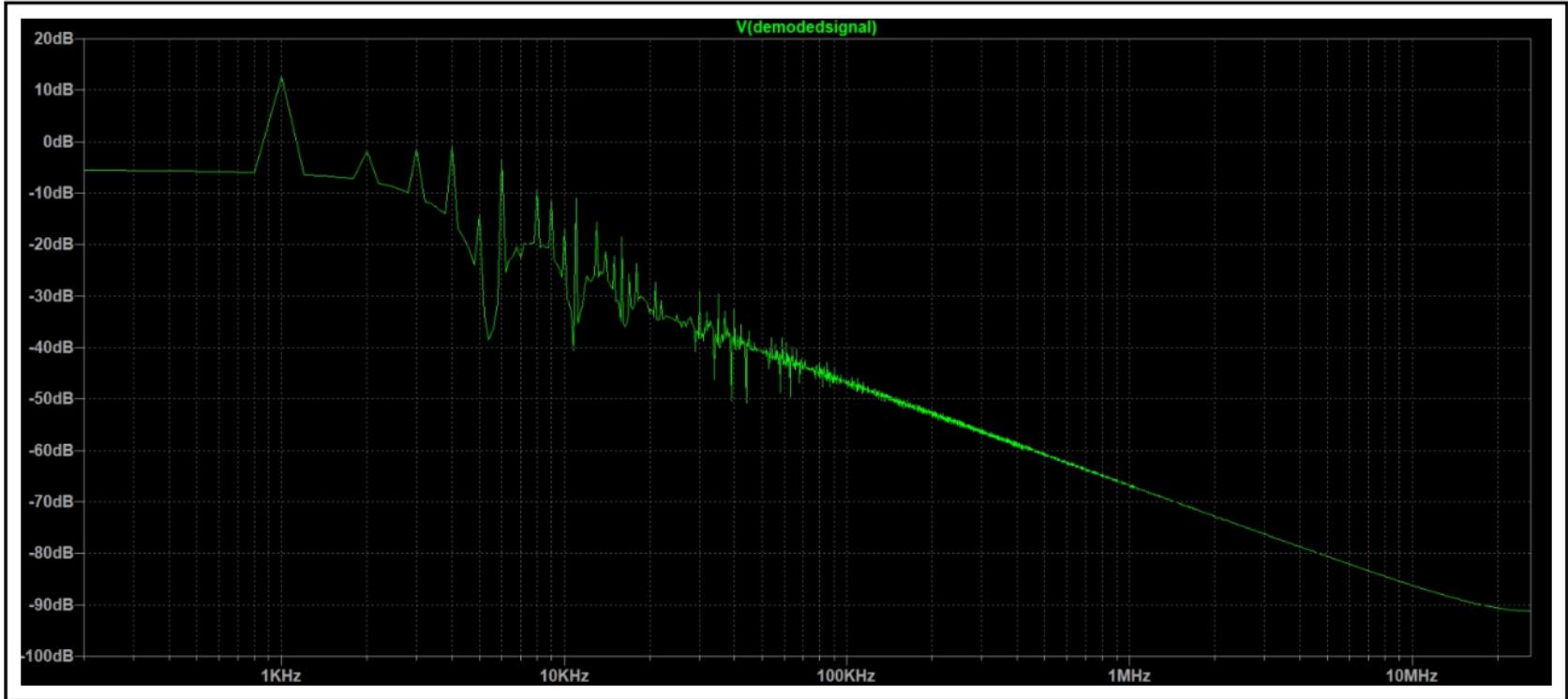
Sinal somado com portadora

Etapa 2 - Detecção de bit



Sinal detectado

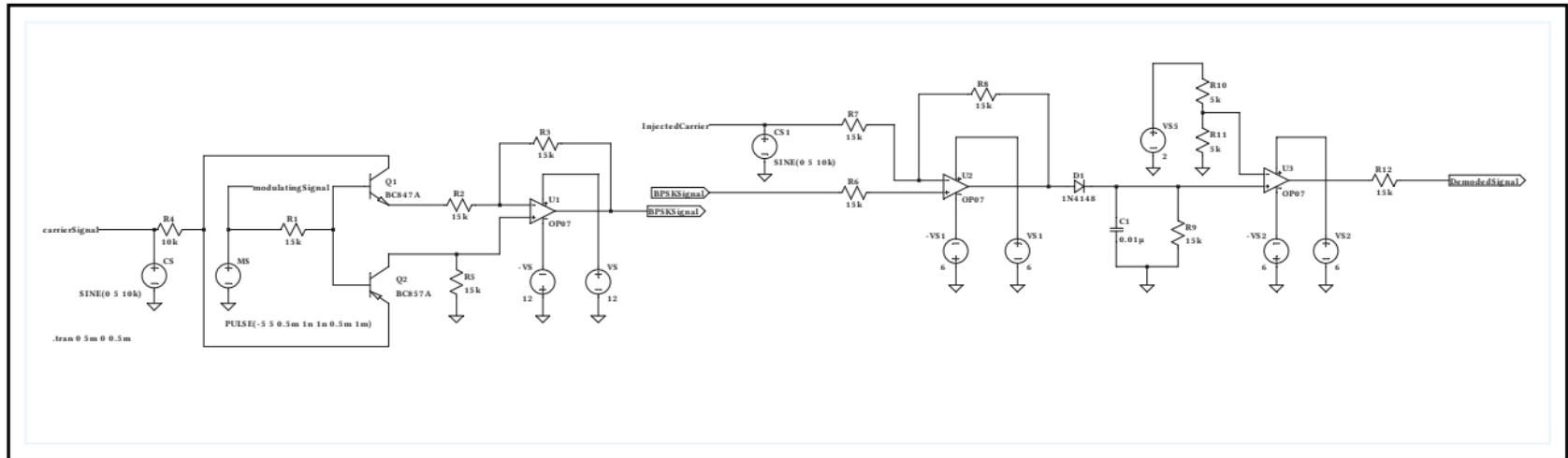
FFT Sinal Demodulado



FFT sinal demodulado

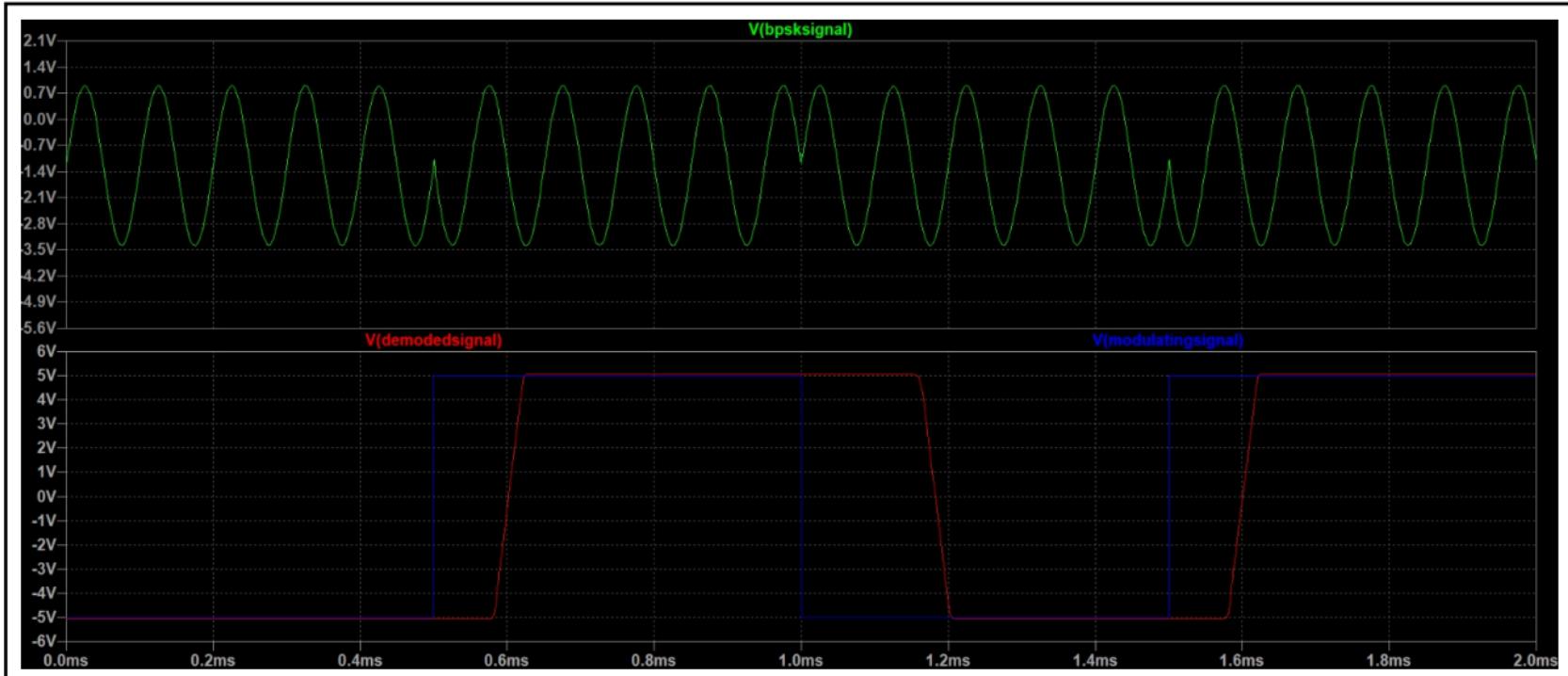
Cadeia de modulação e demodulação

Esquemático da cadeia



Modulador e Demodulador

Sinal modulado vs sinal demodulado



Comparação sinal modulante e sinal demodulado

Conclusão

Conclusão

- O projeto demonstrou o funcionamento completo do sistema BPSK:
 - Modulação e demodulação eficientes
 - Preservação da qualidade do sinal
 - Baixa complexidade de implementação
- A curva BER vs SNR mostrou que o BPSK apresenta desempenho superior comparado a outras técnicas:
 - Melhor relação erro/taxa de transmissão
 - Menor BER para cada valor de SNR
 - Mais robusto contra ruído
- Comparação com outras técnicas:
 - ASK: Mais sensível ao ruído, pior BER
 - FSK: Menor eficiência espectral
 - BPSK: Melhor compromisso entre robustez e eficiência
- Conclusão final:
 - O BPSK demonstrou ser uma excelente escolha para aplicações que requerem:
 - Alta qualidade de transmissão
 - Baixa complexidade
 - Boa robustez contra ruído