

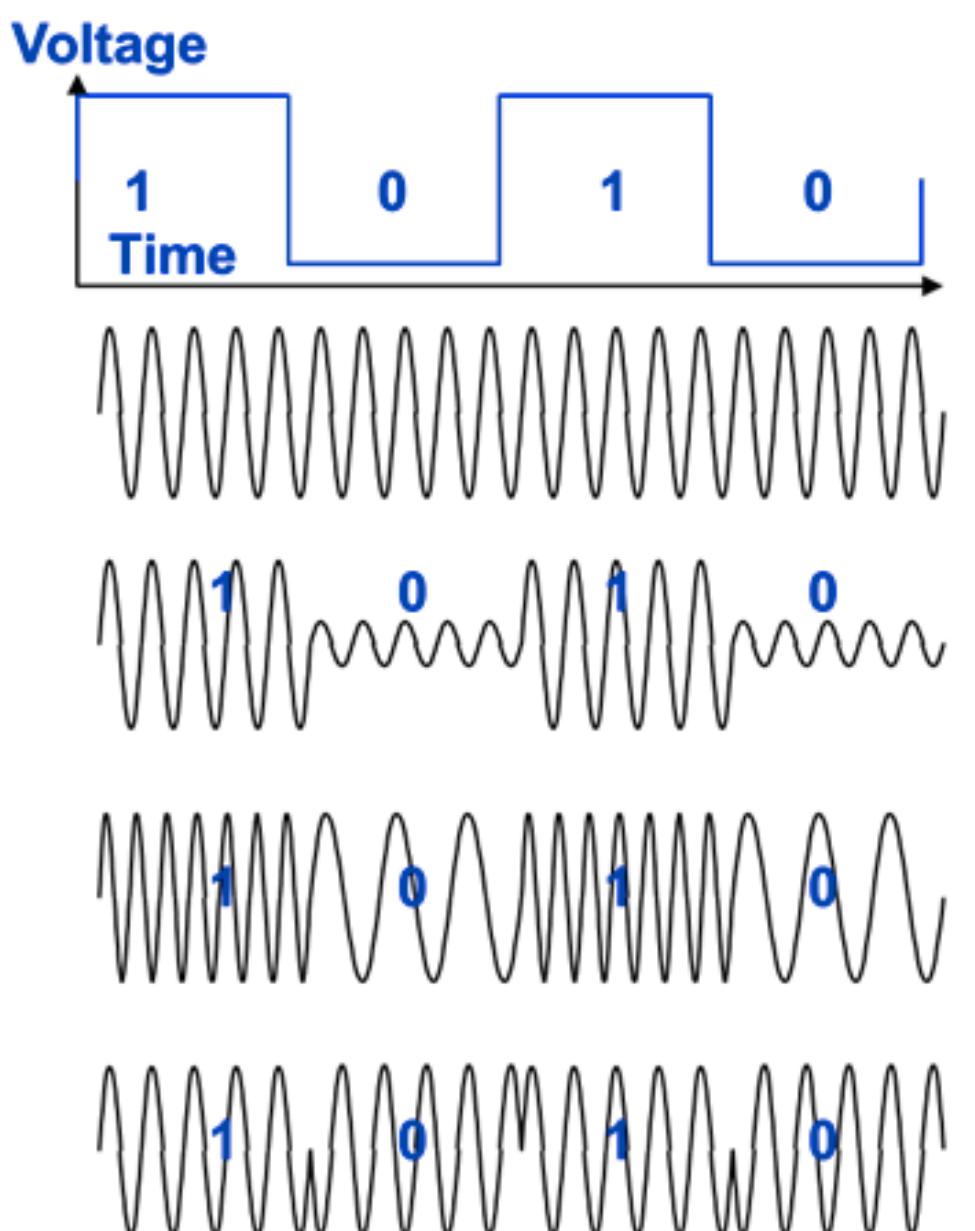
Teoria

Modulação fSK e sua aplicação

Laboratórios Didáticos para Ensino de Sistemas de
Comunicação em FPGA

Por que precisamos modular?

Introdução

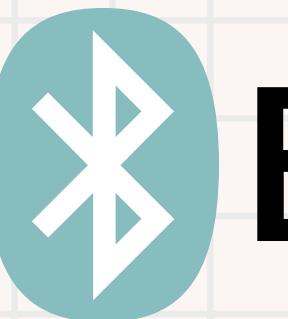


A modulação é necessária para adaptar o sinal digital ao canal de transmissão. Sinais em baixa frequência não se propagam bem, sofrem mais interferência e não permitem o compartilhamento eficiente do espectro. Além disso, frequências muito baixas exigem antenas fisicamente grandes, pois o tamanho da antena está diretamente relacionado ao comprimento de onda. Ao utilizar uma portadora de frequência mais alta, a modulação permite antenas menores, maior alcance, melhor compatibilidade com o meio e uso organizado do espectro, possibilitando que vários serviços coexistam.

Introdução

FSK - Frequency Shift Keying (Modulação por Deslocamento de Frequência)

O FSK é usado em sistemas que precisam de simplicidade e desempenho razoável em ambientes com ruído, pois a informação é transmitida pela frequência, e não pela amplitude, o que reduz efeitos de variações de intensidade do sinal. Ele também permite detecção não-coerente, diminuindo a complexidade do receptor. Por isso, é comum em telemetria, Bluetooth clássico, rádios simples e sistemas de identificação.



Bluetooth





FSK

FSK é uma técnica de modulação digital em que cada símbolo (geralmente bits 0 e 1) é transmitido usando frequências diferentes.

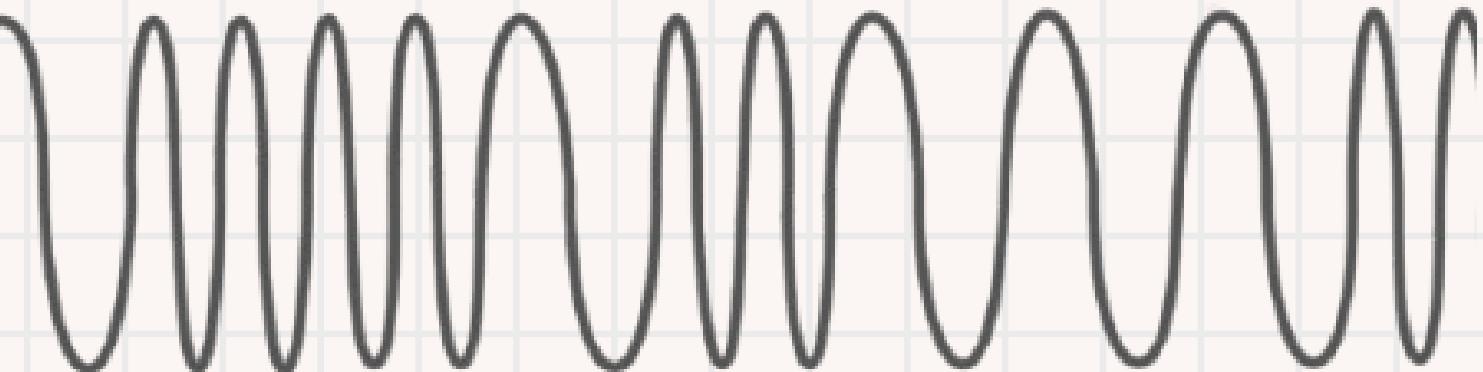
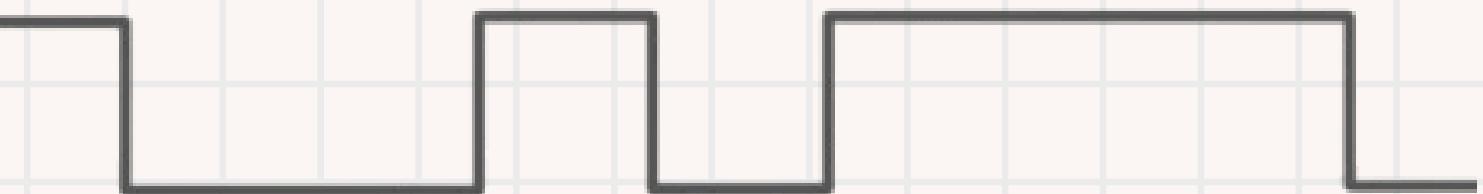
Bit 1 → frequência f_1

Bit 0 → frequência f_0

A informação não é codificada na amplitude nem na fase, mas na **frequência** da portadora.

Frequency Shift Keying (FSK)

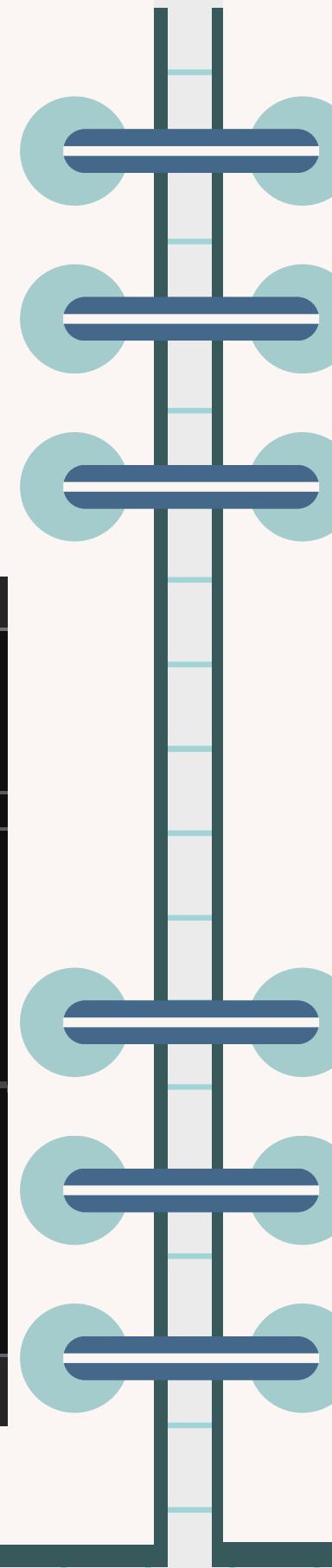
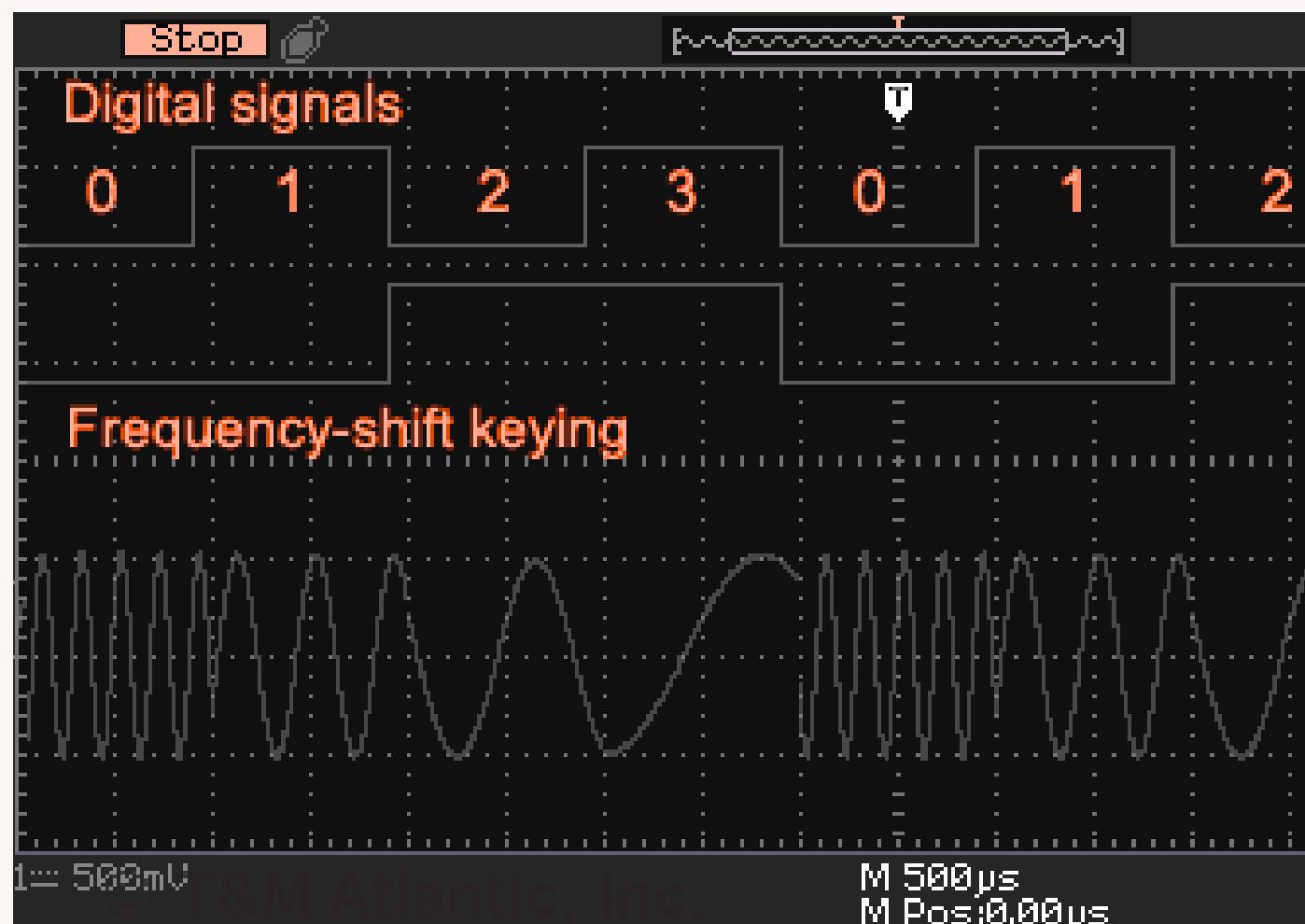
0 1 0 1 0 0 0 1



$$= \begin{cases} A \cos(2\pi f_1 t) & \text{se bit} = 1 \\ A \cos(2\pi f_0 t) & \text{se bit} = 0 \end{cases}$$

FSK

Exemplos de FSK



1 BFSK (Binary FSK)

Dois níveis de frequência. É o mais comum em sistemas simples.

2 M-FSK (FSK Multinível)

Mais de duas frequências → aumenta a eficiência espectral, mas requer maior banda.

3 CPFSK (Contin. Phase FSK)

A fase é contínua ao trocar de frequência → reduz largura de banda

FSK

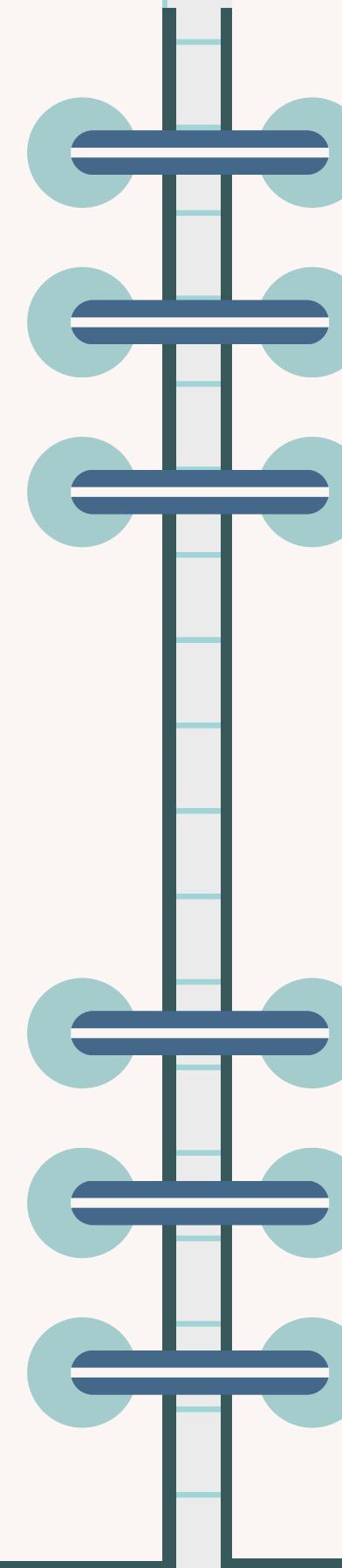
Vantagens



Imune a variações de amplitude
(funciona bem em canais
ruidosos)

Fácil implementação

Boa performance com detecção
não-coerente.



Desvantagens



Requer largura de banda maior
que ASK/PSK.

Mudança de frequência pode
exigir filtros mais complexos.

Eficiência espectral limitada
(especialmente BFSK simples).



Fim!