

EE15 Comunicação de Dados

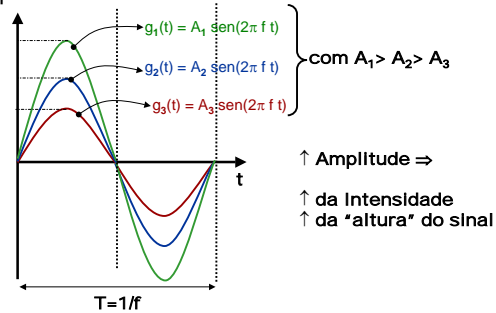


Aula 8-9 Modulação

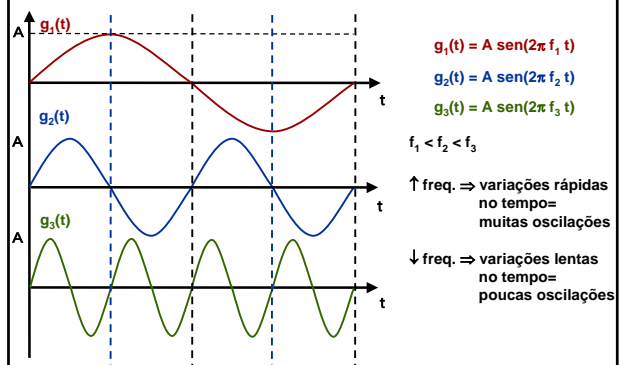
Sinusóides

- Representação de fenômenos físicos e transporte de informação.
- Isso é feito a partir da ALTERAÇÃO dos parâmetros A , f e ϕ .
- Por isso, é importante constatar o efeito da variação destes parâmetros sobre as respectivas sinusóides.

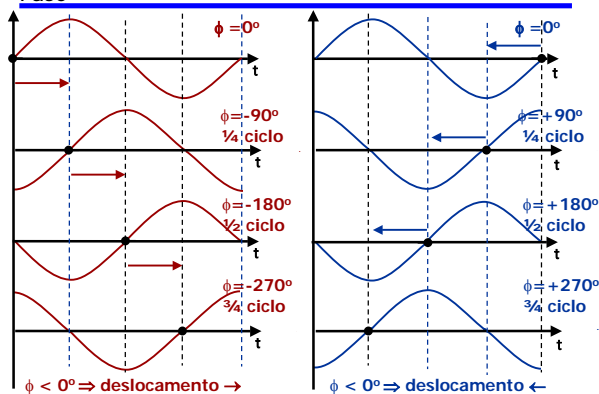
Amplitude



Frequência



Fase



MODULAÇÃO

DEFINIÇÃO:

- É o processo de modificar uma ou mais das características de uma onda denominada PORTADORA, segundo um sinal MODULANTE.
- É o processo de colocar a informação num sinal denominado portador, isto é, "embutir" o sinal num portador da INFO.

PORTADORA:

- É o sinal que transporta, que carrega a INFO.
- Dependendo do tipo de SINAL PORTADOR, a modulação pode ser **ANALÓGICA** ou **DIGITAL**.

SINAL MODULANTE:

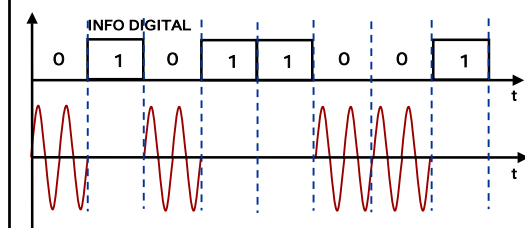
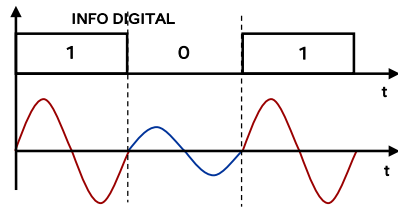
- Informação que se deseja transportar pelo meio.
- Para o caso de comunicação é um sinal digital binário.

MODULAÇÃO ANALÓGICA

- Portador da INFO = SINAL ANALÓGICO
- Portador ANALÓGICO pode carregar INFO:
 - DIGITAL → ASK, FSK, PSK, etc.
 - ANALÓGICA → AM, FM
- Modulação Analógica mais comum emprega sinais sinusoidais como portadores da INFO.
- Principais tipos: ASK, FSK, PSK.

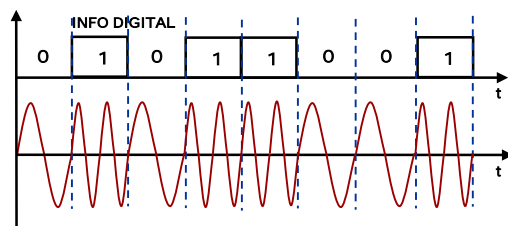
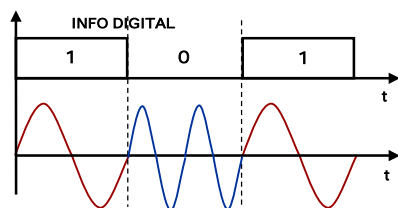
ASK = Amplitude Shift Keying

- Modulação por chaveamento/comutação de AMPLITUDE.
- Representa-se a INFO DIGITAL a partir da variação da AMPLITUDE de ondas sinusoidais.



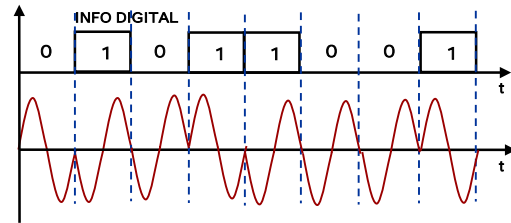
FSK = Frequency Shift Keying

- Modulação por chaveamento/comutação de Frequência.
- Representa-se a INFO DIGITAL a partir da variação da FREQUÊNCIA de ondas sinusoidais.

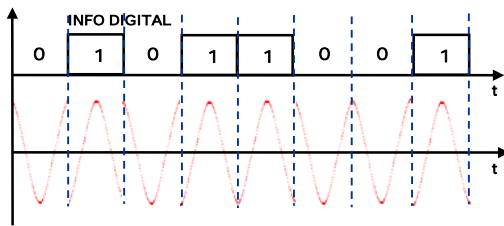


PSK = Phase Shift Keying

- Representa-se a INFO DIGITAL a partir da variação da FASE de ondas sinusoidais.
- Modulação por chaveamento/comutação de FASE.
- A fase depende da referência adotada. Assim, a fase do sinal é determinada a partir do sinal de referência ou a partir do sinal imediatamente anterior



QUAL É O ERRO NO SEGUINTE ESQUEMA?



DPSK = Differential Phase Shift Keying

- É o PSK Diferencial

- É feita em duas etapas:

1ª etapa:

- Sinal binário (INFO digital) é recodificado = Observa-se o estado do bit anterior para determinar o bit atual.

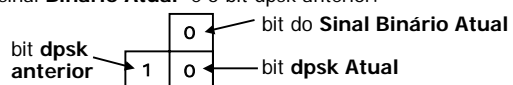
- Ocorrência de bit **1** no sinal binário -> bit **dpsk atual** = bit anterior.

- Ocorrência de bit **0** no sinal binário -> bit **dpsk atual** = oposto do bit anterior.

Sinal BINÁRIO		1	0	0	1	1	1	0	0
Sinal RECODIFICADO	1	1	0	1	1	1	1	0	1

Bit atribuído para determinar o 1º bit dpsk, normalmente é 1.

- para determinar o bit **dpsk atual**, observa-se o bit do sinal **Binário Atual** e o bit dpsk anterior.



Sinal BINÁRIO		0	1	1	0	1	0	0	1
Sinal RECODIFICADO	1	0	0	0	1	1	0	1	1

Bit atribuído para determinar o 1º bit dpsk, normalmente é 1.

- Assim:

$$\text{bit_dpsk_Atual} = f(\text{bit_dpsk_Anterior}, \text{bit_sinal_Atual})$$

2da etapa:

■ A partir do Sinal Recodificado, modula-se a fase do sinal sinusoidal.

■ Isto é:

$$\text{DPSK} = \left[\begin{array}{c} \text{Recodificação} \\ \text{sinal Binário} \end{array} \right] + \text{PSK}$$

Técnicas Multinível

■ Verifica-se que, cada bit "0" e "1" que deseja-se transmitir a portadora sofre alguma mudança gora em uma de suas características.

■ Esta técnica denomina-se MONOBIT.

Técnica DIBIT

■ A técnica DIBIT, consiste em imprimir à onda portadora a informação de dois bits ao mesmo tempo.

■ Para cada grupo de dois bits, a portadora assume a fase, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Configurações DIBIT

DIBIT	Fase da Portadora	
	Alternativa A	Alternativa B
00	0°	45°
01	90°	135°
10	180°	225°
11	270°	315°

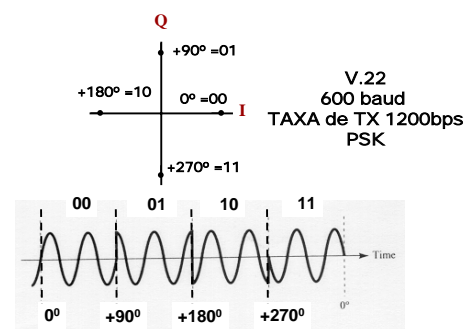


Tabela 2. Configurações TRIBIT

TRIBIT			Mudança de Fase
0	0	1	0°
0	0	0	45°
0	1	0	90°
0	1	1	135°
1	1	1	225°
1	1	0	180°
1	0	0	270°
1	0	1	315°

QAM = Quadrature Amplitude Modulation

■ Modulação por Amplitudes em quadratura.

■ Combinação de ASK com PSK:

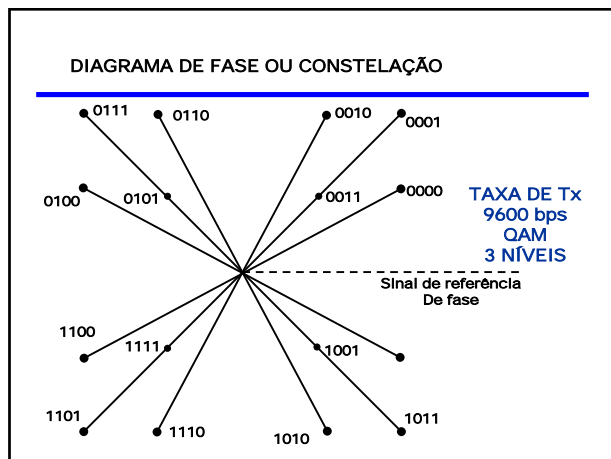
O sinal sinusoidal apresenta variação de Amplitude e Fase simultaneamente.

■ Também conhecida como:

QPSK = Quadrature PSK = PSK em quadratura.

■ Para cada grupo de quatro bits (TETRABIT), a portadora assume um valor de amplitude e fase, ver Tabela 3.

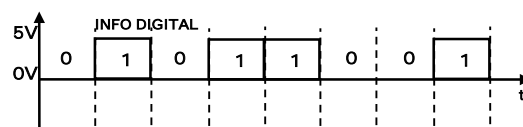
Quadribit				Valor Fase	Valor Ampl.
0	0	0	1	0°	3
0	0	0	0	45°	$\sqrt{2}$
0	0	1	0	90°	3
0	0	1	1	135°	$\sqrt{2}$
0	1	1	1	180°	3
0	1	1	0	225°	$\sqrt{2}$
0	1	0	0	270°	3
0	1	0	1	315°	$\sqrt{2}$
1	0	0	1	315°	$3\sqrt{2}$
1	0	0	0	270°	5
1	0	1	0	225°	$3\sqrt{2}$
1	0	1	1	180°	5
1	1	1	1	135°	$3\sqrt{2}$
1	1	1	0	90°	5
1	1	0	0	45°	$3\sqrt{2}$
1	1	0	1	0°	5



MODULAÇÃO DIGITAL

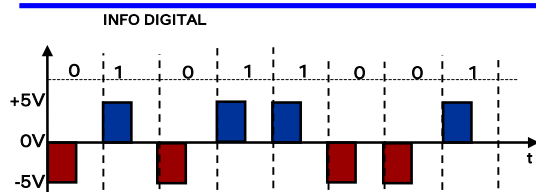
- Portador da INFO = SINAL DIGITAL
- Conhecida como **Codificação** ou **Sinalização**
- Transforma uma sequência de pulsos, gerando sinais digitais com características especiais (codifica bits em pulsos).
- Alguns códigos usuais:
RZ, NRZ, AMI, MANCHESTER.

NRZ = Non Return to Zero



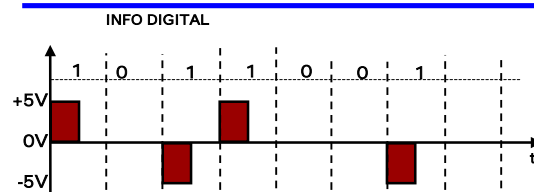
- Simple implementação.
- Bit 1 = Nível alto de tensão
- Bit 0 = Nível baixo

RZ = Return to Zero



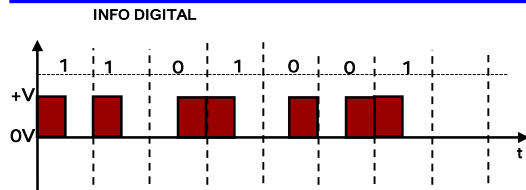
- Simple implementação.
- Bit 1 = pulso positivo de tensão
- Bit 0 = pulso negativo de tensão

AMI = Alternate Mark Inversion



- Bit 0 = Nível de tensão NULO.
- Bit 1 = a cada bit 1, alterna-se o sinal do pulso:
 - 1º bit 1 = pulso negativo
 - 2º bit 1 = pulso positivo
 - 3º bit 1 = pulso negativo

MANCHESTER

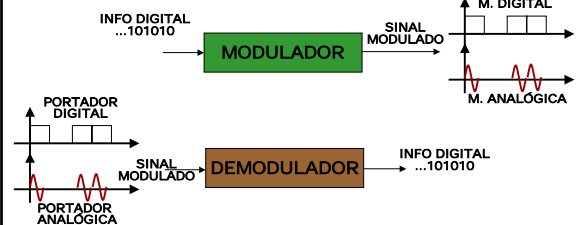


- Divide-se o tempo de representação de cada bit na metade.
- Sempre haverá uma transição no **meio do bit**.
- Bit **1** => Nível Alto -> Nível Baixo
- Bit **0** => Nível Baixo -> Nível Alto

DEMODULAÇÃO

DEFINIÇÃO:

- É o processo inverso à modulação: extração da INFO contida no Sinal Portador.



EXERCÍCIOS

- Gere sinais modulados ASK, FSK, PSK e DPSK para as seguintes seqüências de bits:
 - 01100100
 - 01010001
 - 11001101
- Gere sinais NRZ, RZ, AMI e MANCHESTER para as seguintes seqüências de bits:
 - 01101001
 - 00001011
 - 01011101

- Demodule os seguintes sinais:

