

TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO

Natureza da informação

A informação pode ser analógica ou digital. Informação analógica é aquela constituída por um conjunto discreto de valores (exemplo: semáforo). Informação analógica é aquela constituída por um conjunto contínuo de valores (exemplo: som).

Natureza do sinal

Sinais são ondas que se propagam através de um meio físico. Também podem ser digitais ou analógicos. Os sinais digitais caracterizam-se pela presença de pulsos com amplitudes fixas. Os sinais analógicos variam continuamente no tempo.

Baud e Bps

O tempo necessário para a transmissão de um caractere, depende tanto de método de codificação quanto da velocidade de sinalização. A velocidade de sinalização é o número de vezes que um sinal se modifica em um segundo. A unidade de medida é chamada "baud".

Não necessariamente um canal que tenha uma velocidade de b baud transmitirá b bits/s. Isto ocorre porque em uma transmissão cada sinal pode assumir mais do que dois valores distintos.

Um determinado nível de sinal pode representar mais do que 1 bit. Em uma transmissão dibit (o sinal codifica 2 bits) são necessários 4 níveis, tribit 8 níveis e assim por diante.

Se considerarmos b a velocidade em baud, n o número de níveis, e X a velocidade em bps então:

$$X = b \log_2 n$$

Série de Fourier

As informações podem ser transmitidas por um cabo através da variação de alguma propriedade física, tal como voltagem ou corrente elétrica. A análise do valor desta corrente ou voltagem.

No século 19th um matemático francês chamado Jean Fourier provou que qualquer função periódica com período de tempo T pode ser construída como uma soma (possivelmente infinita) de funções senoidais e cossenoidais. Esta soma é conhecida como série de Fourier.

Estas funções que constróem a função periódica são conhecidas como harmônicos. Cada harmônico apresenta uma frequência, sendo que a mais baixa é conhecida como frequência fundamental e corresponde ao inverso do período da função original ($f=1/T$).

Repetindo:

1. **Frequência fundamental** - É a frequência mais baixa dos componentes senoidais. É dada por $1/T$. Também conhecida como componente fundamental.
2. **Harmônicos** - São as outras frequências que formam o sinal e correspondem a múltiplos inteiros da frequência fundamental. Cada harmônico apresenta uma amplitude diferente.

Na transmissão de dados não existe um sinal periódico, mas sim um sinal de dados que tem uma duração finita. Para a transmissão deste sinal utiliza-se a transformação de Fourier. Teoricamente, para a transmissão de uma sinal deste tipo, necessita-se de infinitos harmônicos.

Nenhum meio de transmissão consegue transmitir sinais sem que haja perdas de energia durante o processo. Ocorre que as perdas nos diversos componentes do sinal ocorrem em proporções diferentes. Isto faz com que não haja apenas uma atenuação do sinal, mas uma distorção. Geralmente as amplitudes não são modificadas de 0Hz até uma determinada frequência, dependendo do meio físico de transmissão.

Banda passante

A banda passante de um meio físico é a faixa de frequências que permanece praticamente preservada pelo meio. Qualquer sistema de transmissão através do qual um sinal passe deve ter uma largura de banda suficientemente grande para que todas as frequências significativas do sinal possam ser transmitidas. A largura de banda é o tamanho da banda passante (a maior frequência menos a menor frequência).

Qualquer sistema de comunicação através do qual passa um sinal deve ter uma largura de banda suficiente para que todas as frequências significativas passem. Teoricamente, muitas ondas contêm um número infinito de harmônicos. A questão é saber quais destes harmônicos são significativos para a transmissão de dados.

A importância da banda passante de um meio físico está no fato de que ela determina a velocidade de transmissão dos dados.

A banda passante é o como um cano de água. Quanto mais largo o cano, maior quantidade de água pode passar. Para as telecomunicações este "duto" chama-se banda passante. Quanto maior a banda passante, maior quantidade de informação pode ser transmitida. O tamanho da banda passante limita a velocidade da transmissão de informações, nos canais de telecomunicação.

O telefone foi desenvolvido para transmissão de voz. O som corresponde a moléculas de ar em um determinado nível de agitação. Um telefone converte estas ondas sonoras em pulsos elétricos.

A voz humana faz as moléculas do ar se agitarem em frequências que vão de 100 a 5.000 Hertz. O ouvido humano responde a frequências que vão de 25 a 22.000Hz. Entretanto, a maior parte das informações sonoras caem entre 200Hz e 3.500Hz. Assim, as linhas telefônicas apresentam filtros para transmitirem ondas que estejam apenas nestas frequências.

A banda passante de um canal corresponde às frequências de onda que o mesmo pode transmitir. Um canal de telefonia típico tem uma banda passante que vai de 200Hz a 3.500Hz, isto é, 3.300Hz. Muitas vezes se diz que a largura de banda das linhas telefônicas é de 3kHz.

Capacidade de um canal

Nyquist

Em 1924 H. Nyquist percebeu a existência de um limite (baseado na largura de banda) para transmissão de sinais e chegou a uma equação que expressa a capacidade máxima de um canal sem ruído. Ele provou que se um sinal passar por um filtro de largura de banda H , o sinal pode ser reconstruído utilizando-se $2H$ amostras por segundo.

Capacidade do canal = $2H$ bauds

Capacidade do canal = $2H \log_2 N$ bits/s

Este teorema é válido para canais que não apresentem ruído. O que não ocorre.

Shannon

Claude Shannon, em 1948, estendeu o trabalho de Nyquist para o caso de canais sujeitos à ruído. O ruído é um dos maiores limitantes dos sistemas de comunicação

A quantidade de ruído presente é dada pela relação entre a potência do sinal e a potência do ruído (razão sinal-ruído ou S/N).

Em telecomunicações as relações logarítmicas são muito empregadas para expressar relações de grandezas elétricas. Costuma-se utilizar o valor de $10 \log_{10}(S/N)$. Esta medida é chamada dB (olhar tabela).

Razão sinal-ruído (S/N)	DB ($10 \log_{10}(S/N)$)
10	10
100	20
1000	30

Shannon conseguiu provar que a capacidade máxima de um canal (C) cuja a largura de banda é W é dada por:

$$C = W \log_2(1+S/N) \text{ bits/s.}$$

Exemplo: Um canal com largura de banda de 3.000Hz e com uma razão sinal-ruído de 30dB não poderia ultrapassar por volta de 30.000 bps.

A lei de Shannon constitui-se em um limite intransponível.

Tipos de sinalização (utilização da banda passante)

A sinalização é maneira como os dados são colocados nos meios de transmissão. Os bits e bytes têm de ser representados de alguma maneira.

Banda base (sinalização digital)

Nesta forma de comunicação os dispositivos colocam um sinal digital diretamente no meio (cabo). Apenas 1 dispositivo pode originar um sinal de cada vez. Pois utiliza toda a banda. Há uma degradação do sinal com a distância. A grande vantagem da sinalização em banda base é custo.

Entretanto, os sinais em banda base não suportam grandes distâncias e devem ser tomados cuidados com transmissões em meios que utilizem filtros de frequência. Afinal o sinal digital têm as suas componentes principais perto das frequências mais baixas.

Banda larga (sinalização analógica ou modulação)

A modulação é uma técnica empregada para a transmissão de informações através de um canal de comunicações. Esta técnica de sinalização também é conhecida como analógica ou broadband. Apesar de broadband também ser utilizada em outros contextos. Quando se utiliza modulação é gerado um sinal constante chamado de portadora. Para se transmitir uma informação alguma característica desta portadora é modificada (amplitude, frequência ou fase).

Modulação por chaveamento de amplitude (ASK - Amplitude Shift Keying)

É a técnica mais simples. Consiste na alteração da amplitude da onda portadora em função do sinal digital a ser transmitido. O problema desta transmissão é a ocupação da banda muito alta e é muito sensível à ruídos e distorções.

Modulação por chaveamento de frequência (FSK - Frequency Shift Keying)

Aqui, o processo de modulação consiste em variar a frequência da onda portadora para codificar o sinal digital. Apresenta um custo baixo, mas ocupa muita banda e só pode ser utilizado para baixas velocidades.

Modulação por chaveamento de fase (PSK - Phase Shift Key)

Nesta modulação leva-se em consideração a defasagem de ângulo da portadora. Pode-se transmitir informações dibit se forem utilizados 4 posições diferentes.

QAM (Quadrature with amplitude modulation)

Esta combinação permite até 16 níveis com reunindo variações de amplitude e modulação.