

Redes de Computadores

Prof. Macêdo Firmino

Aula 09

Limite na Transmissão de Dados

“As crises da vida vão e voltam enquanto as lições não são aprendidas. Os desafios que se repetem tem o propósito de nos fazer evoluir. ” (Rossandro Klinjey)



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

O que Aprenderemos?

Compreender os limites teóricos para a transmissão de dados (Lei de Shannon) e os fatores que os influenciam.



Limites na Taxa de Dados

Nas transmissões de dados, existem vários fatores que limitam a transmissão e que podem afetar a qualidade e a eficiência da comunicação. São exemplos destes fatores:

- Atenuação, distorção e ruídos.
- A largura de banda do canal: é a faixa máxima de frequências que o meio consegue transmitir sem distorcer de forma significativa o sinal. Ele depende do meio de transmissão e dos componentes eletrônicos do sistema.

A influência da atenuação e distorção iremos aprender na próxima aula.



Limites na Taxa de Dados

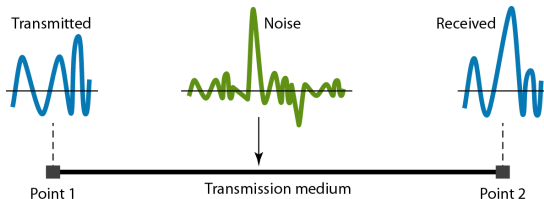
Tem como calcular o limite máximo de transmissão de um cabo par trançado UTP cat 6?

Sim, mas calma, primeiro vamos entender o que é ruído...



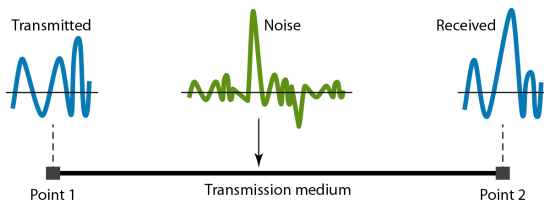
Ruídos

Ruído é uma perturbação indesejada que interfere na transmissão e recepção de sinais em sistemas de comunicação. Ele ocorre devido à presença de sinais adicionais ou flutuações no sistema, que não fazem parte da informação transmitida, mas que acabam sendo captados pelo receptor. Ele pode ser causado por vários fatores, tais como: variações aleatórias na voltagem elétrica, interferências eletromagnéticas de outro sinal, pelo acionamento de motores e outros aparelhos eletrônicos (ruído induzido), pelo efeito que a corrente num condutor provoca em outro fio (linha cruzada).



Ruídos

O ruído altera o sinal original, tornando-o mais difícil de ser interpretado corretamente. Isso pode levar a uma perda de qualidade na transmissão, limitar a distância que um sinal e afetar a sincronização de sinais.



Para combater o ruído em sistemas de comunicação, uma série de técnicas são utilizadas, tais como:

- Utilização de técnicas de modulação que minimizam os efeitos do ruído no sinal original.
- Uso de filtros para reduzir a quantidade de ruído que entra no sistema, por exemplo, o entrançamento de cabos UTP.
- Utilização blindadagens eletromagnéticas em cabos elétricos.
- Projeto de circuitos eletrônicos com a capacidade de reduzir o ruído gerado internamente.



Relação Sinal-Ruídos

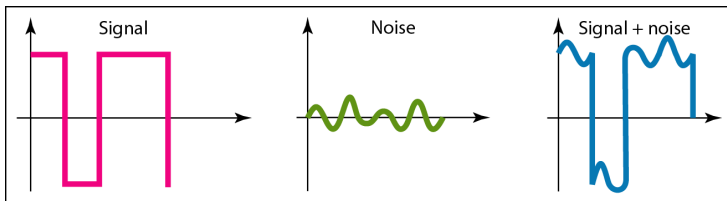
A relação sinal-ruído (SNR) é uma métrica que expressa a proporção entre a potência do sinal útil e a potência do ruído presente no sistema. É geralmente expressa em decibéis (dB) e calculada como:

$$SNR = \frac{\text{potência média do sinal}}{\text{potência média do ruído}}$$

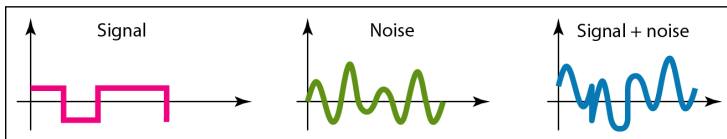
$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR$$

Um SNR alto significa que o sinal é menos afetado pelo ruído, enquanto que um SNR baixo significa que o sinal é mais prejudicado pelo ruído.

Relação Sinal-Ruídos



a. Large SNR



b. Small SNR

Exercício

01. A potência de um sinal é 10 mW e a potência do ruído é igual a 1 μ W. quais são os valores de SNR e de SNR_{dB} ?

Exercício

01. A potência de um sinal é 10 mW e a potência do ruído é igual a 1 μW . quais são os valores de SNR e de SNR_{dB} ?

$$SNR = \frac{10 * 10^{-3}}{10^{-6}}$$
$$SNR = 10^4.$$

Exercício

01. A potência de um sinal é 10 mW e a potência do ruído é igual a 1 μW . quais são os valores de SNR e de SNR_{dB} ?

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} \frac{10 * 10^{-3}}{10^{-6}}$$

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} 10^4$$

$$SNR_{dB} = 40dB.$$



Exercício

02. No enlace de um sistema de satélite, a potência do sinal no receptor é de 2 W e a potência do ruído é de 50 mW. Calcule o SNR em decibéis.

Exercício

02. No enlace de um sistema de satélite, a potência do sinal no receptor é de 2 W e a potência do ruído é de 50 mW. Calcule o SNR em decibéis.

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} \frac{2}{50 \cdot 10^{-3}}$$

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} 40$$

$$SNR_{dB} = 16 \text{ dB}.$$



Limites na Taxa de Dados (Shannon)

O Teorema da Capacidade do Canal de Shannon define o limite máximo de taxa de transmissão de dados sem erros que pode ser alcançado em um canal de comunicação, considerando sua largura de banda (B) e a razão sinal-ruído (SNR).

$$C = B * \log_2(1 + SNR)$$

onde: C é a capacidade máxima de transferência, B é largura de banda e SNR é a relação entre a potência do sinal e a potência do ruído no canal.

Limites na Taxa de Dados (Shannon)

O teorema mostra que existe um limite superior de transmissão de dados sem erro, e que não é possível superar esse limite mesmo com os métodos de codificação mais avançados. O mesmo mostra também que a capacidade de transmissão é diretamente proporcional a qualidade do meio de transmissão e da relação do sinal pelo ruído.

Em um canal, como uma fibra óptica ou uma rede sem fio, mesmo com tecnologias avançadas, não se pode ultrapassar a capacidade definida pelo teorema de Shannon sem incorrer em erros ou perdas significativas de informação.



Limites na Taxa de Dados (Shannon)

03. Consideremos o cabo par trançado UTP categoria 5E (largura de banda de 100 MHz) transmitindo dados numa relação sinal/ruído de 30 dB, qual será a capacidade de transmissão.

Limites na Taxa de Dados (Shannon)

03. Consideremos o cabo par trançado UTP categoria 5E (largura de banda de 100 MHz) transmitindo dados numa relação sinal/ruído de 30 dB, qual será a capacidade de transmissão.

Converter SNR_{dB} para valor linear (SNB)

$$SNR = 10^{\frac{SNR_{dB}}{10}}$$

$$SNR = 10^{\frac{30}{10}} = 10^3 = 1.000$$



Limites na Taxa de Dados (Shannon)

03. Consideremos o cabo par trançado UTP categoria 5E (largura de banda de 100 MHz) transmitindo dados numa relação sinal/ruído de 30 dB, qual será a capacidade de transmissão.

$$C_T = B \times \log_2(1 + SNR) = 100.10^6 \times \log_2(1 + 1000)$$

$$C_T = 100.10^6 \times 9.97 \approx 1 Gbps.$$

Onde: C_T é a capacidade máxima de transmissão e B é a largura de banda do canal.

Limites na Taxa de Dados (Shannon)

04. Consideremos mesmo o cabo par trançado UTP categoria 5E (largura de banda de 100 MHz) transmitindo dados numa relação sinal/ruído de 10 dB, qual será a capacidade de transmissão.



Limites na Taxa de Dados (Shannon)

04. Consideremos mesmo o cabo par trançado UTP categoria 5E (largura de banda de 100 MHz) transmitindo dados numa relação sinal/ruído de 10 dB, qual será a capacidade de transmissão.

Converter SNR_{dB} para valor linear (SNB)

$$SNR = 10^{\frac{SNR_{dB}}{10}}$$

$$SNR = 10^{\frac{10}{10}} = 10$$



Limites na Taxa de Dados (Shannon)

04. Consideremos o mesmo cabo par trançado UTP categoria 5E (largura de banda de 100 MHz) transmitindo dados numa relação sinal/ruído de 10 dB, qual será a capacidade de transmissão.

$$C_T = B \times \log_2(1 + SNR) = 100 * 10^6 \times \log_2(1 + 10)$$

$$C_T = 100 * 10^6 \times 3,45 = bps \approx 345Mbps.$$

Limites na Taxa de Dados (Shannon)

05. Consideremos um o cabo par trançado UTP categoria 8 (largura de banda de 2.000 MHz) transmitindo dados na mesma relação sinal/ruído de 30 dB, qual será a capacidade de transmissão.



Limites na Taxa de Dados (Shannon)

05. Consideremos um o cabo par trançado UTP categoria 8 (largura de banda de 2.000 MHz) transmitindo dados na mesma relação sinal/ruído de 30 dB, qual será a capacidade de transmissão.

Converter SNR_{dB} para valor linear (SNB)

$$SNR = 10^{\frac{SNR_{dB}}{10}}$$

$$SNR = 10^{\frac{30}{10}} = 10^3 = 1.000$$



Limites na Taxa de Dados (Shannon)

05. Consideremos um o cabo par trançado UTP categoria 8 (largura de banda de 2.000 MHz) transmitindo dados na mesma relação sinal/ruído de 30 dB, qual será a capacidade de transmissão.

$$C_T = B \times \log_2(1 + SNR) = 2000 * 10^6 \times \log_2(1 + 1000)$$

$$C_T = 2.000 * 10^6 \times 9,96 = bps \approx 20 Gbps.$$



Limites na Taxa de Dados (Shannon)

06. Consideremos um cabo de fibra óptica monomodo de 50 GHz de largura de banda e relação sinal/ruído de 30 dB, qual será a capacidade de transmissão atingida?



Dúvidas



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE