

# REDES DE COMPUTADORES 2018/2019

*aula 0010* - Transmissão digital de dados

12/10/2018

Pedro Patinho <pp@di.uevora.pt>

Universidade de Évora - Departamento de Informática

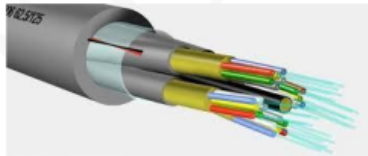


1. Transmissão de dados
2. Erros de transmissão
3. Caso prático: Frames ethernet

# TRANSMISSÃO DE DADOS

- Asseguram transmissão de pacotes entre o emissor e o receptor
- O pacote passa por vários canais
  - de diferentes naturezas
  - suportados em diversas tecnologias
  - mas com primitivas básicas semelhantes
- Erros de transmissão (interferências, ruído)
- Capacidade (largura) limitada
- Velocidade limitada

# CANAIS (LINKS) E NÓS DE COMUNICAÇÃO



# TIPOS DE CANAIS DE DADOS

- Ponto-a-ponto (*point-to-point*)
  - Ligam 2 nós (cabos, wireless direccional)
- Multi-ponto (*multipoint*)
  - Ligam múltiplos nós (wifi, satélites, cabos com switch)
- *Guided media* e *Unguided media*
- *simplex*, *half-duplex* e *full-duplex*

- Um pacote é uma sequência de bits
- Ao nível da comunicação física, utilizamos o termo *bit frame*
- Uma *frame* necessita de cabeçalhos específicos (delimitadores)
- A transmissão está sujeita a ruído e interferências diversas, pelo que requer alguma forma de detecção de erros

### Débito ou velocidade de transmissão

Quantidade de informação, medida em bits por segundo, que o canal é capaz de transmitir por unidade de tempo.



## Tempo de transmissão

de uma frame com  $B$  bits através de um canal com um débito de  $D$  bits por segundo, i.e., o tempo desde que começa a ser emitido o primeiro bit até que acaba de ser emitido o último bit é  $B/D$  segundos.

Tempo de transmissão = Dimensão da frame / Débito do canal

# TEOREMA DE NYQUIST (SEM RUÍDO) (1924)

## Taxa máxima de transmissão

$$T_{max} = 2B \cdot \log_2(V) \text{ bits/s}$$

$B \rightarrow$  Bandwidth

$V \rightarrow$  Número de símbolos (2)

# TEOREMA DE SHANNON (COM RUÍDO) (1948)

Taxa máxima de transmissão

$$T_{max} = B \cdot \log_2(1 + S/N) \text{ bits/s}$$

$B \rightarrow$  Bandwidth

$S/N \rightarrow$  Signal-to-noise ratio

# ERROS DE TRANSMISSÃO

# TAXA DE ERROS DE BITS

- Ocorrência de um erro num bit é um acontecimento independente de ocorrer noutra bit (quase sempre)
- $p$  é a probabilidade de um bit chegar errado (Bit Error Rate - BER)
- $n$  é a dimensão da mensagem

- A probabilidade da mensagem chegar sem erros é

$$(1 - p)^n$$

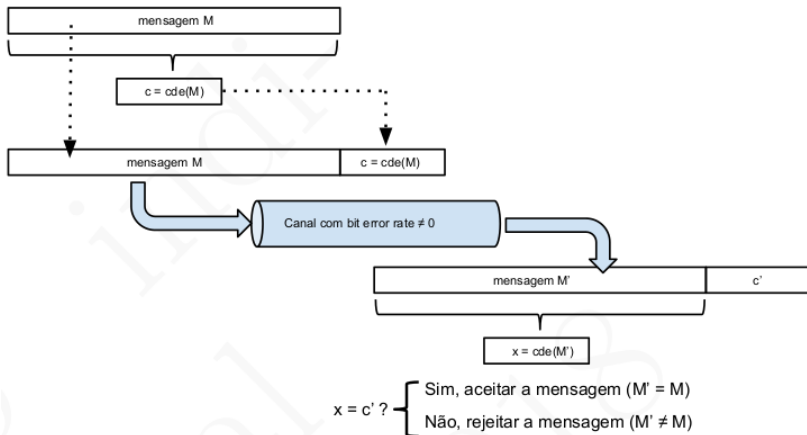
- A probabilidade da mensagem chegar com erros é

$$1 - (1 - p)^n$$

# DETECÇÃO DE ERROS

- Função de detecção de erros ( $cde(M)$ )
- Pode ser a função identidade ( $cde(M) = M$ )
- Mas o objectivo é identificar o maior número de erros possível usando o menor número de bits possível
- E há erros que a função não detecta (quais???)

# DETECÇÃO DE ERROS



# TÉCNICAS DE DETECÇÃO DE ERROS

- Bits de paridade (usado nos modems)

- Internet Checksum (java)

```
int checksum (byte[] data) {
    int sum = 0;
    int i = 0;
    for (;;) {
        sum = sum + byte[i]<<8 + byte[i+1];
        if ( sum & 0xFFFF0000 > 0 ) { // a carry bit occurred
            sum &= 0xFFFF;
            sum ++;
        }
        i += 2;
        // when finished return the ones complement of the sum
        if (i > data.length) return ~ (sum & 0xFFFF);
    }
}
```

- Existem versões com menos bits (12, 16) para frames mais pequenas



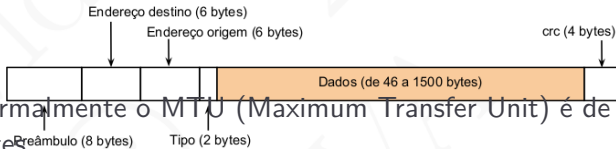
- Permite não só detectar, como corrigir erros
- Usado actualmente em ligações sem fios
- Quando a taxa de erros é significativa

# CASO PRÁTICO: FRAMES ETHERNET

# FRAMES ETHERNET (IEEE 802.3)

- Preâmbulo com 8 bytes

## Frame Ethernet



- Normalmente o MTU (Maximum Transfer Unit) é de 1500 bytes
- *Jumbo frames* têm 9000 bytes

# ENCAPSULAMENTO

