

# Redes e Serviços Internet (5388)

Ano Lectivo 2012/2013 \* 2º Semestre

Licenciatura em  
Engenharia Informática

## Aula 3



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Faculdade de Engenharia  
Departamento de Informática

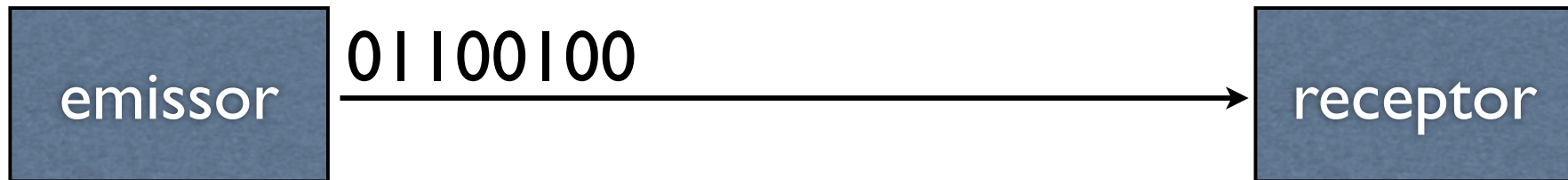
Nuno M. Garcia, [ngarcia@di.ubi.pt](mailto:ngarcia@di.ubi.pt)

# Redes e Serviços Ethernet

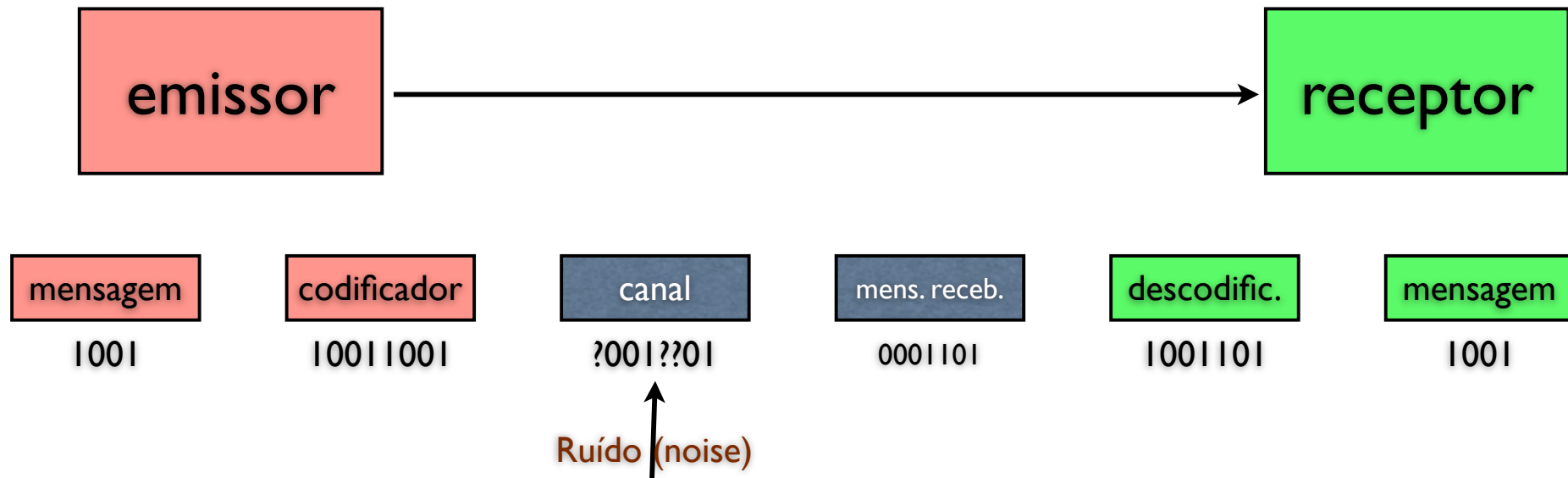
- Agenda
  - Códigos detectores e correctores de erros
  - O modelo OSI



# Redes e Serviços Ethernet



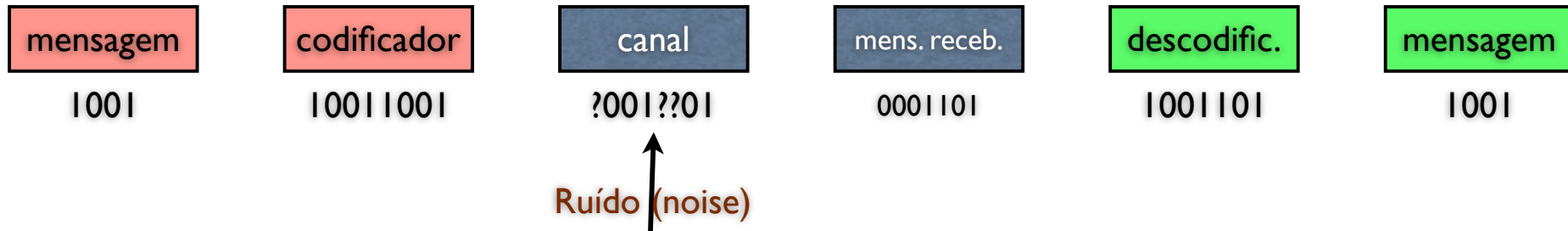
# Redes e Serviços Ethernet



in Introduction to the Theory of Error-Correcting Codes, Pless, Wiley, 1982



# Redes e Serviços Ethernet



- O CODEC\* estipula o nível de redundância da mensagem para poder ser mais imune ao ruído do canal, e para poder transmitir de forma eficiente um determinado conteúdo.
- A mensagem codificada tem que ser representada em sinais eléctricos ou ópticos ou EM para poder ser transmitida eficientemente no canal.

(\* existem outros tipos de CODECs a outros níveis)



# Redes e Serviços Ethernet

- Existem diferentes tipos de codificação, por exemplo:

## **Nonreturn-to-Zero-Level (NRZ-L)**

0 = high level

1 = low level

## **Nonreturn to Zero Inverted (NRZI)**

0 = no transition at beginning of interval (one bit time)

1 = transition at beginning of interval

## **Bipolar-AMI**

0 = no line signal

1 = positive or negative level, alternating for successive ones

## **Pseudoternary**

0 = positive or negative level, alternating for successive zeros

1 = no line signal

## **Manchester**

0 = transition from high to low in middle of interval

1 = transition from low to high in middle of interval

## **Differential Manchester**

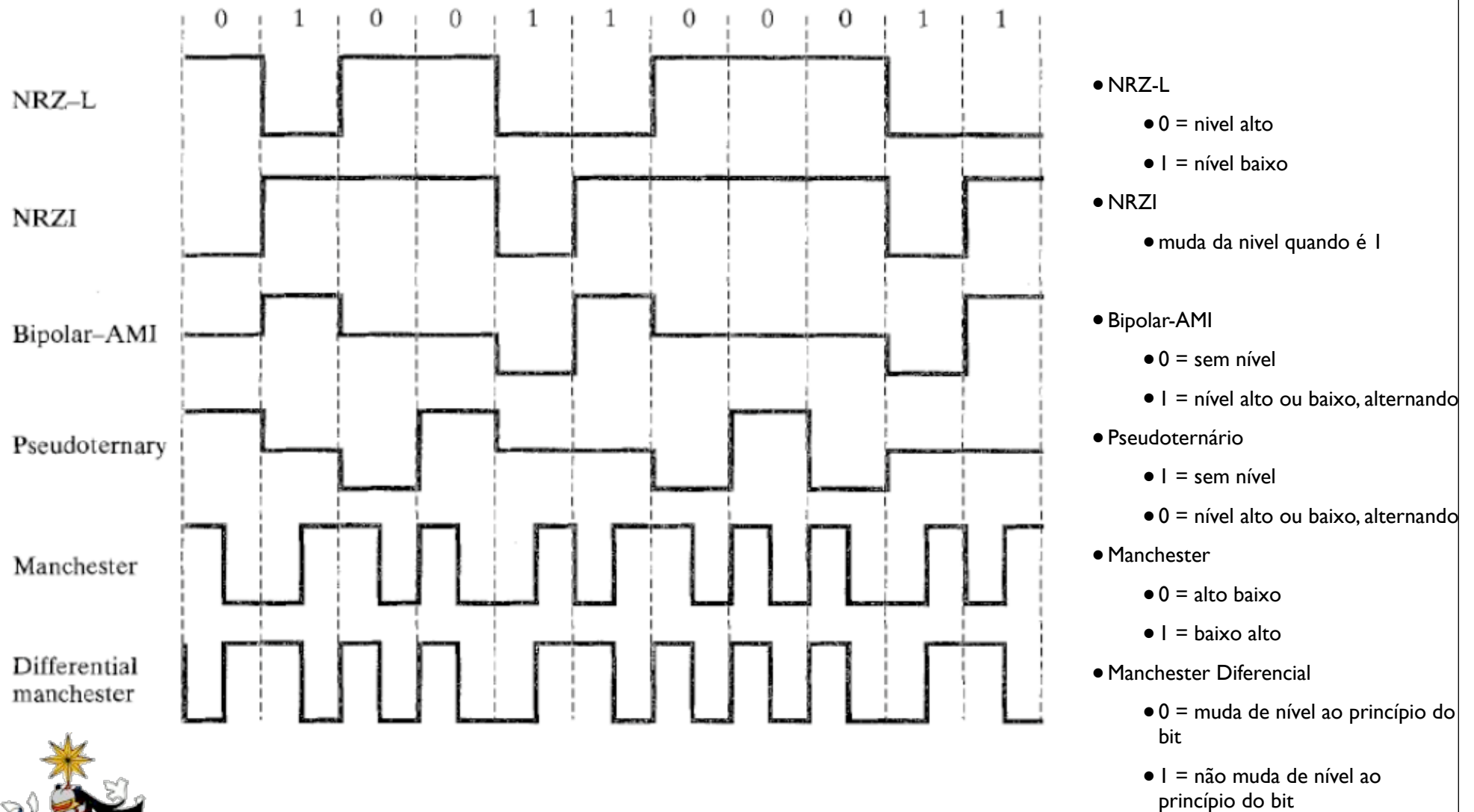
Always a transition in middle of interval

0 = transition at beginning of interval

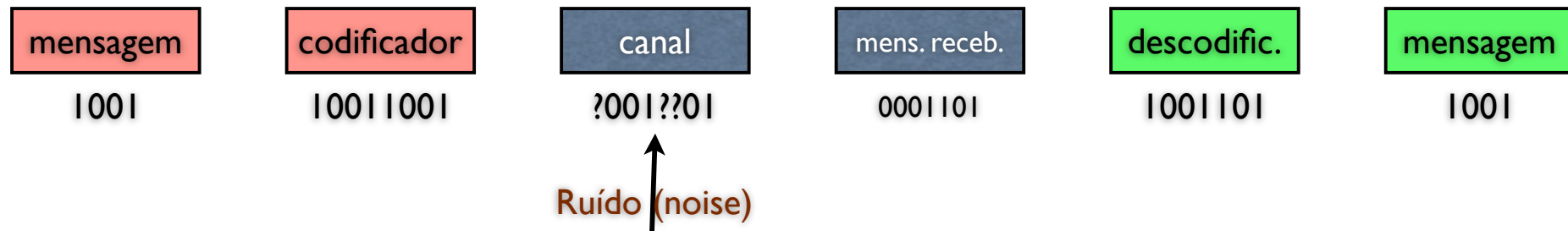
1 = no transition at beginning of interval



# Redes e Serviços Ethernet



# Redes e Serviços Ethernet



- BER = Bit Error Rate
  - rácio de bits que têm erro numa comunicação
- SNR = Signal to Noise Ratio
  - Relação (normalmente medida em dB) entre o sinal e o ruído
- Existem códigos que
  - detectam erros
  - detectam erros e corrigem erros





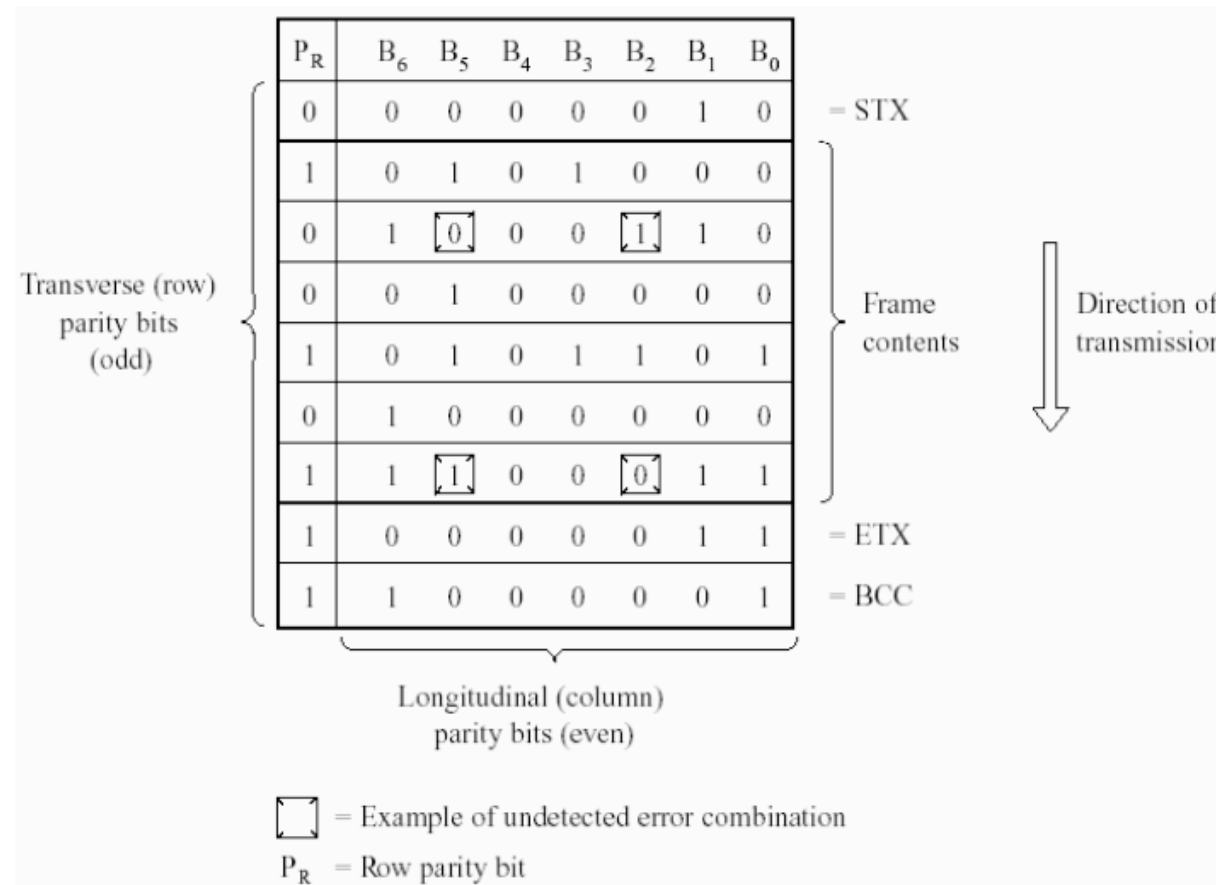
# Redes e Serviços Ethernet

- Exemplos de códigos detectores de erros
  - Códigos de verificação de paridade
    - (na palavra e na coluna)
    - checksum
  - Cyclic Redundancy Check (CRC)



# Redes e Serviços Ethernet

- Códigos de verificação de paridade (par ou ímpar)



# Redes e Serviços Ethernet

- Cyclic Redundancy Check (CRC) ou Códigos Polinomiais ou Frame Check Sequence (FCS)
- São códigos que além da mensagem inicial transmitem também o resto da divisão dessa mensagem por um polinómios conhecido pelo Emissor e pelo Receptor.



# Redes e Serviços Ethernet

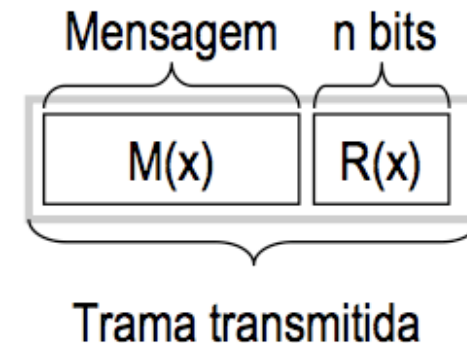
- CRC detecta
  - todos os erros em 2 bits
  - todos os erros num número ímpar de bits
  - todos os erros num bloco de menos de 16 bits
  - quase todos os erros (99.99%) num bloco maior ou igual a 16 bits



# Redes e Serviços Ethernet

- $M(x)$  é a mensagem a transmitir.
- $G(x)$  é o polinómio gerador de grau  $n$  (com  $n+1$  bits).
- A trama a transmitir será:
  - $M(x) \times 2^n + R(x)$
- $G(x)$  é conhecido pelo receptor e pelo transmissor.
- A escolha de  $G(x)$  determina quais os tipos de erros que são detectados.

$$\begin{array}{r} M(x) \times 2^n \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ R(x) \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} G(x) \\ \hline Q(x) \end{array} \right.$$



in <http://www.deetc.isel.ipl.pt/redesdecomunic/disciplinas/RC/acetatos/C3.2%20-%20Codigos%20detectores%20e%20correctores%20de%20erros.pdf>

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Faculdade de Engenharia  
Departamento de Informática

Nuno M. Garcia, [ngarcia@di.ubi.pt](mailto:ngarcia@di.ubi.pt)

# Redes e Serviços Ethernet

## exemplos de polinómios CRC

CRC	$C(x)$
CRC-8	$x^8 + x^2 + x^1 + 1$
CRC-10	$x^{10} + x^9 + x^5 + x^4 + x^1 + 1$
CRC-12	$x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + 1$
CRC-16	$x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$
CRC-CCITT	$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
CRC-32	$x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11}$ $+ x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$



# Redes e Serviços Ethernet

- Códigos correctores de erros
  - Códigos de Hamming (pouco usados em redes)
  - Códigos de Reed-Solomon
  - Códigos convolucionais



# Redes e Serviços Ethernet

- Códigos correctores de erros
  - aumentam o tamanho dos dados a transmitir
  - maior funcionalidade, necessidade de mais informação ==> mais bits para transmitir.





# Redes e Serviços Ethernet

## Shannon's Theorem Meets Your Modem

There has been an enormous body of work done in the related areas of signal processing and information theory, studying everything from how signals degrade over distance to how much data a given signal can effectively carry. The most notable piece of work in this area is a formula known as *Shannon's theorem*. Simply stated, Shannon's theorem gives an upper bound to the capacity of a link, in terms of bits per second (bps), as a function of the signal-to-noise ratio of the link, measured in decibels (dB).

Shannon's theorem can be used to determine the data rate at which a modem can be expected to transmit binary data over a voice-grade phone line without suffering from

too high an error rate. For example, we assume that a voice-grade phone connection supports a frequency range of 300 Hz to 3300 Hz.

Shannon's theorem is typically given by the following formula:

$$C = B \log_2(1 + S/N)$$

where  $C$  is the achievable channel capacity measured in hertz,  $B$  is the bandwidth of the line (3300 Hz – 300 Hz = 3000 Hz),  $S$  is the average signal power, and  $N$  is the average noise power. The signal-to-noise ratio ( $S/N$ ) is usually expressed in decibels, related as follows:

$$dB = 10 \times \log_{10}(S/N)$$

Assuming a typical decibel ratio of 30 dB, this means that  $S/N = 1000$ . Thus, we have

$$C = 3000 \times \log_2(1001)$$

which equals approximately 30 Kbps, roughly the limit of a 28.8-Kbps modem.

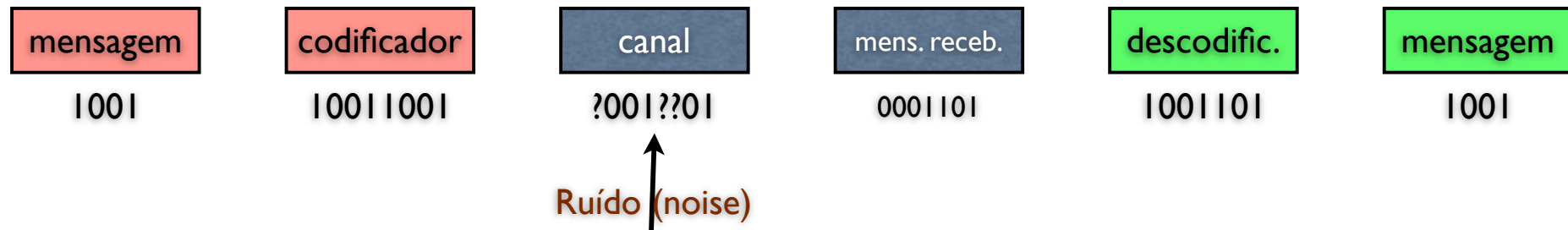
Given this fundamental limit, why is it possible to buy 56-Kbps modems at any electronics store? One reason is that such rates depend on improved line quality, that is, a higher signal-to-noise ratio than 30 dB. Another reason is that changes within the phone system have largely eliminated analog lines that are bandwidth-limited to 3300 Hz.

in Computer Networks, a Systems Approach, Petterson, Davie, Morgan Kauffman, 2003



# Redes e Serviços Ethernet

- Em resumo, a transmissão de bits de uma mensagem num dado canal obedece a um conjunto complexo de regras e codificações.



- Porquê?



# Redes e Serviços Ethernet

- Do ponto de vista físico, fica este resumo.
- Do ponto de vista conceptual, como se processa a transmissão?



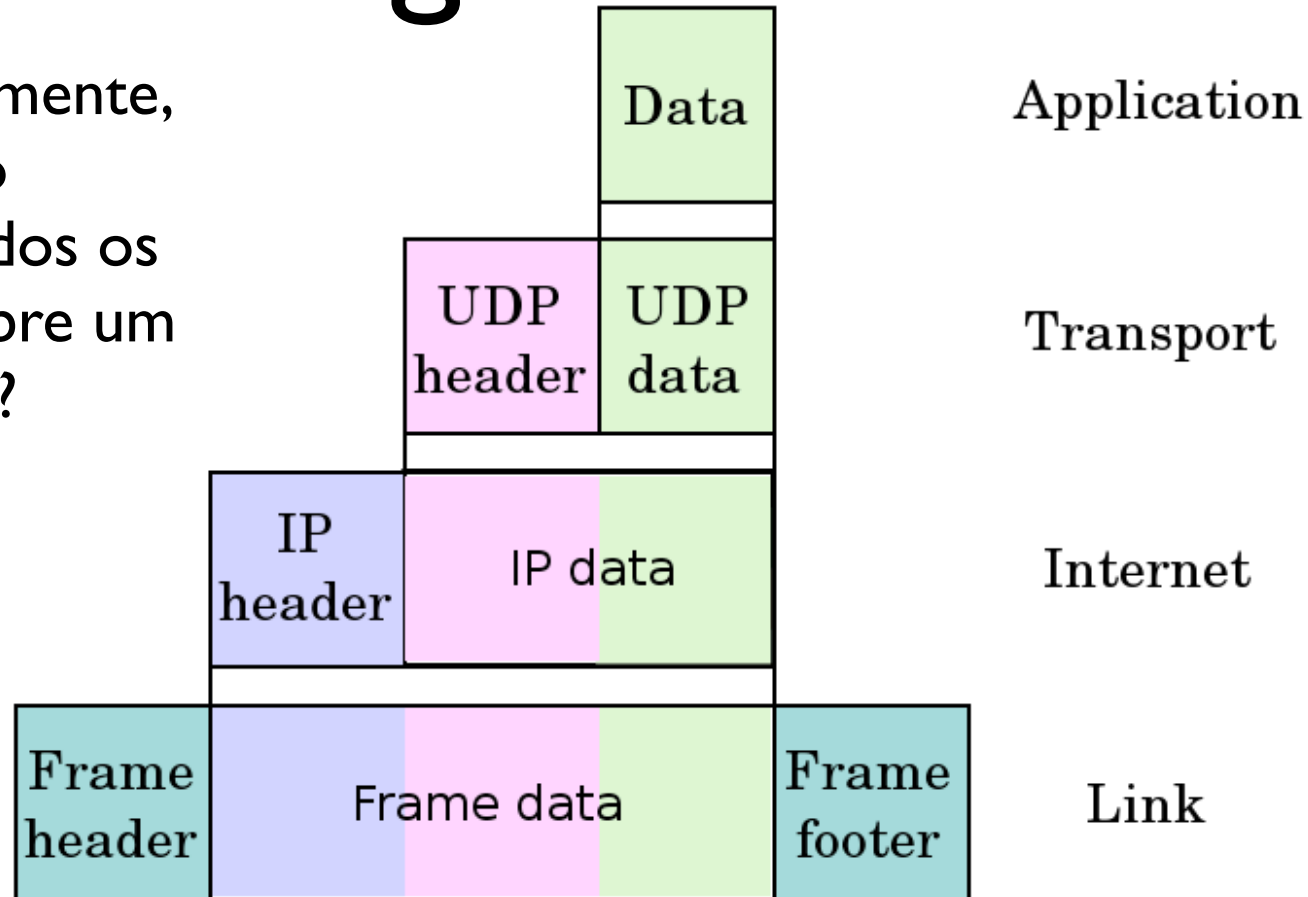
# Redes e Serviços Ethernet

- Modelo Open Systems Interconnection



# Tecnologias Internet \*

Genericamente,  
como são  
transmitidos os  
dados sobre um  
pacote IP?



# Redes e Serviços Ethernet

- Um modelo mais complexo do que o modelo de 4 camadas que genericamente é usado na Internet, é o modelo de 7 camadas: o modelo OSI.



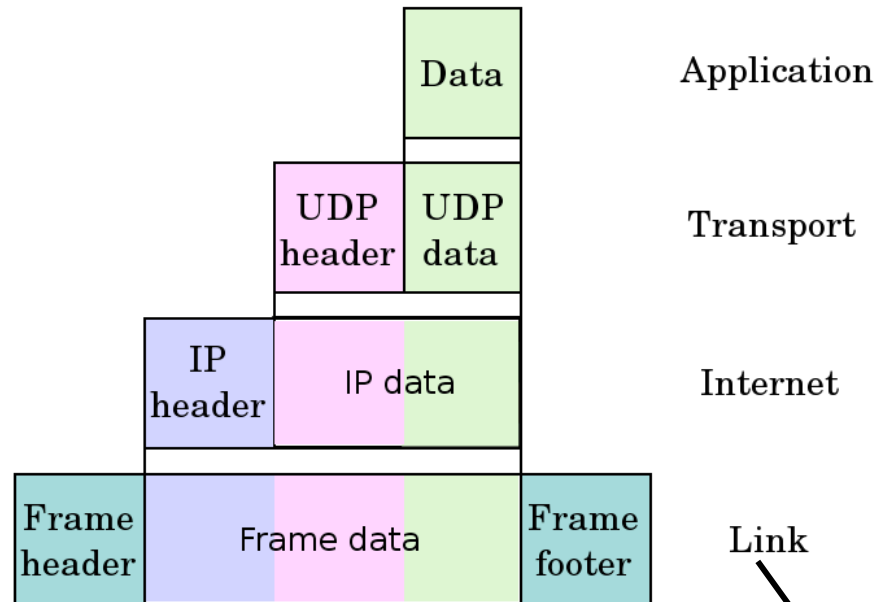
# Redes e Serviços Ethernet

OSI Model			
	Data unit	Layer	Function
Host layers	Data	7. Application	Network process to application
		6. Presentation	Data representation, encryption and decryption, convert machine dependent data to machine independent data
		5. Session	Interhost communication
	Segments	4. Transport	End-to-end connections and reliability, Flow control
Media layers	Packet	3. Network	Path determination and logical addressing
	Frame	2. Data Link	Physical addressing
	Bit	1. Physical	Media, signal and binary transmission

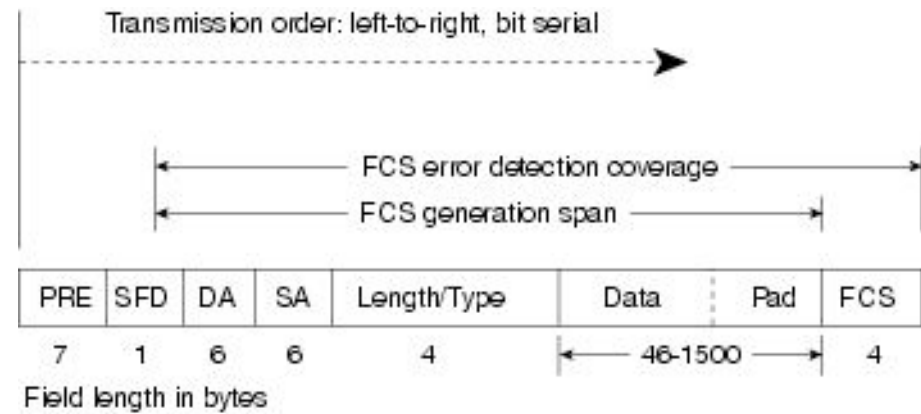
in [http://en.wikipedia.org/wiki/OSI\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/OSI_model)



# Redes e Serviços Ethernet



Link



PRE = Preamble  
 SFD = Start-of-frame delimiter  
 DA = Destination address  
 SA = Source address  
 FCS = Frame check sequence





# Redes e Serviços Ethernet

- Na próxima semana, mais modelo OSI, com discussão de alguns dos protocolos mais importantes.
- Questões?

