



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Redes de Computadores

Módulo 4 - Tecnologias de Rede Local

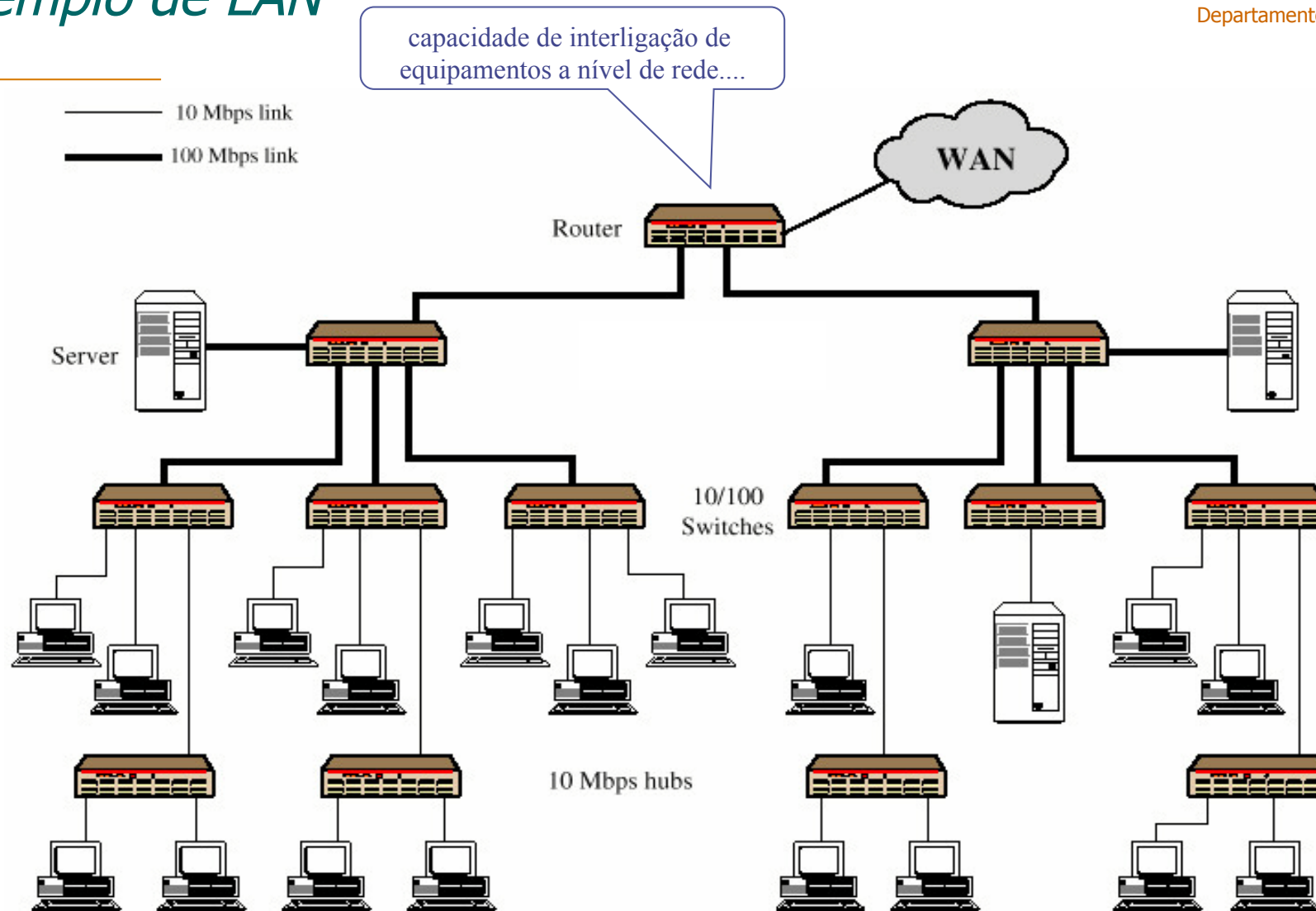
Universidade do Minho
Grupo de Comunicações por Computador
Departamento de Informática

Redes Locais de Computadores

Exemplo de LAN



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática



Redes Locais de Computadores

tecnologias LAN



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- LAN de Acesso Partilhado (*shared* LAN)
 - as estações disputam a largura de banda existente
 - a transmissão no meio é difundida por todas as estações
 - por **definição**, uma LAN é um **domínio de entrega directa de tramas** entre estações, designado por **domínio de colisão**.
 - as estações recebem a trama com um atraso mínimo
 - o **método de acesso** partilhado varia com a topologia:
 - acesso contencioso: barramento e estrela com hub-repetidor
 - acesso ordenado: anel e barramento com testemunho (*token*)
 - o desempenho de uma LAN varia com o tipo de aplicações e com o número de estações interligadas

Redes Locais de Computadores

tecnologias LAN



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- LAN Comutada (*switched LAN*)
 - é uma geração recente de LAN
 - é introduzido um comutador para criar e isolar sub-domínios de colisão dentro de um domínio de entrega directa
 - o comutador de LAN filtra a difusão em função dos endereços da estação de destino das tramas (função *bridging*)
 - Vantagens :
 - maior largura de banda agregada por redução das colisões
 - consequentemente, melhor desempenho

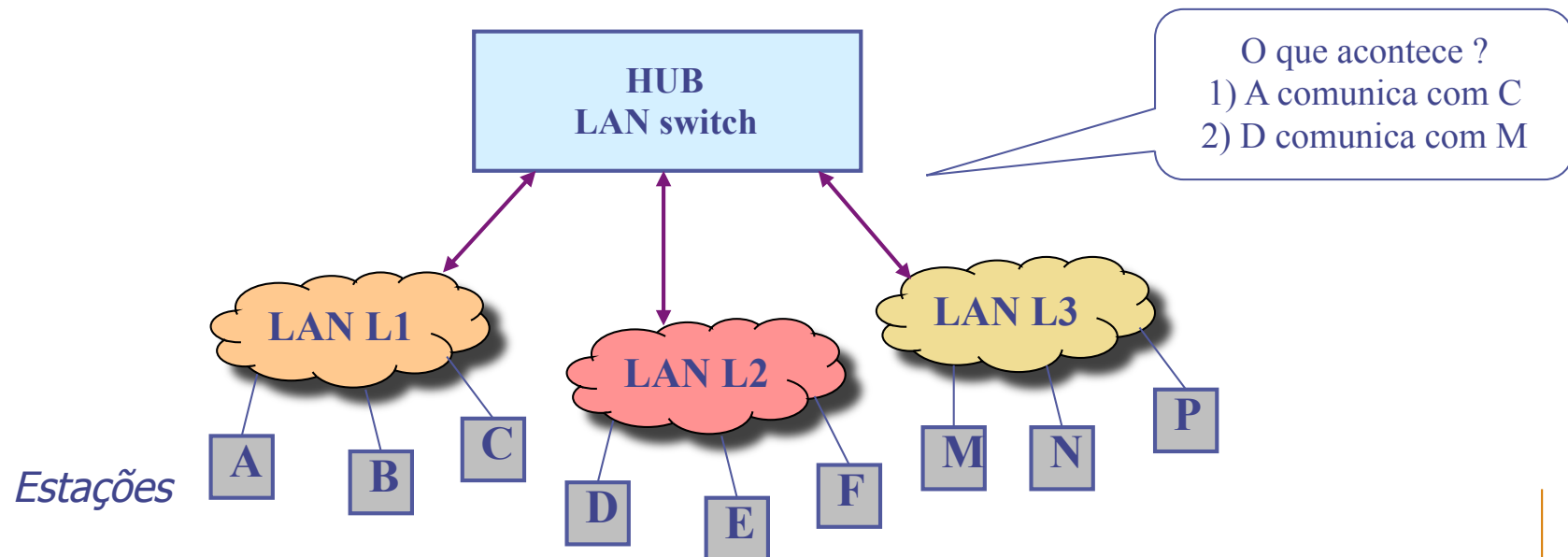
Redes Locais de Computadores

tecnologias LAN



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

LAN Comutada (*switched LAN*)



3 domínios de colisão: LAN L1, LAN L2 e LAN L3

1 domínio de entrega directa: a LAN comutada

9 estações na mesma LAN comutada

1 porta do computador ligada a cada LAN Li

Redes Locais de Computadores

tecnologias LAN



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- LAN Virtual Comutada (*switched VLAN*)
 - as estações ligam directamente ao comutador
 - certos comutadores tem a capacidade de associar conjuntos de portas em diferentes sub-dominios de colisão constituindo LANs virtuais
 - as LAN virtuais não existem externamente ao comutador mas são construídas internamente por configuração do comutador
 - o princípio de funcionamento é idêntico ao da LAN Comutada
 - as estações ligam-se ao comutador normalmente em ponto-a-ponto *full-duplex*

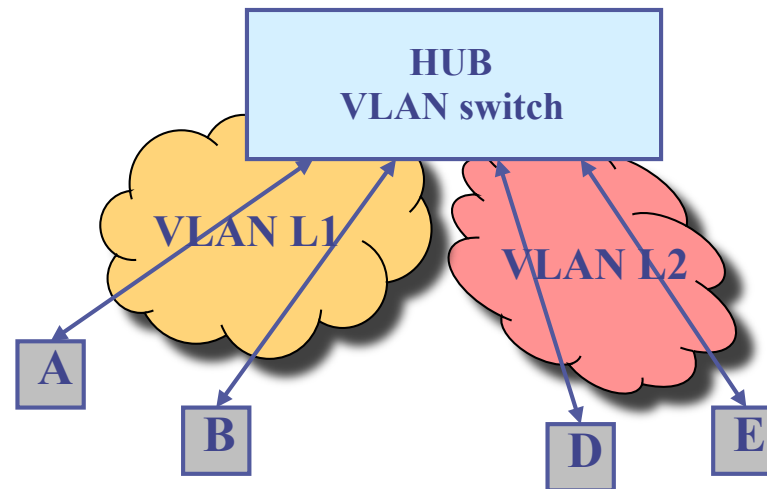
Redes Locais de Computadores

tecnologias LAN



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

LAN Virtual Comutada (*switched* VLAN)

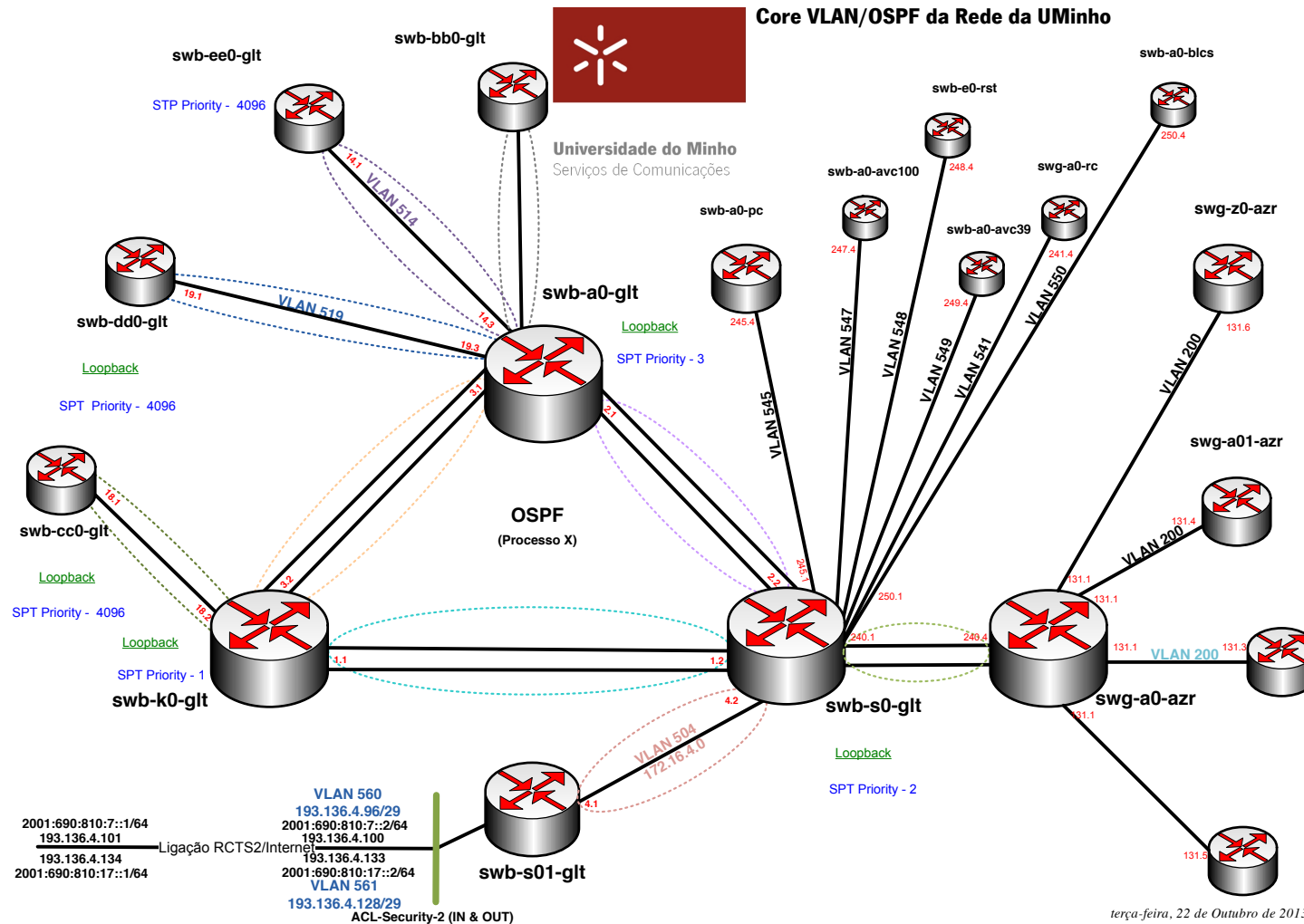


- 2 domínios de colisão: VLAN L1 e VLAN L2
- 1 domínio de entrega directa: a VLAN comutada
- 4 estações na mesma LAN comutada
- 1 porta do comutador ligada a cada estação
- portas do comutador associadas por configuração formando LANs virtuais

Exemplo de Rede Local - UMinho



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática



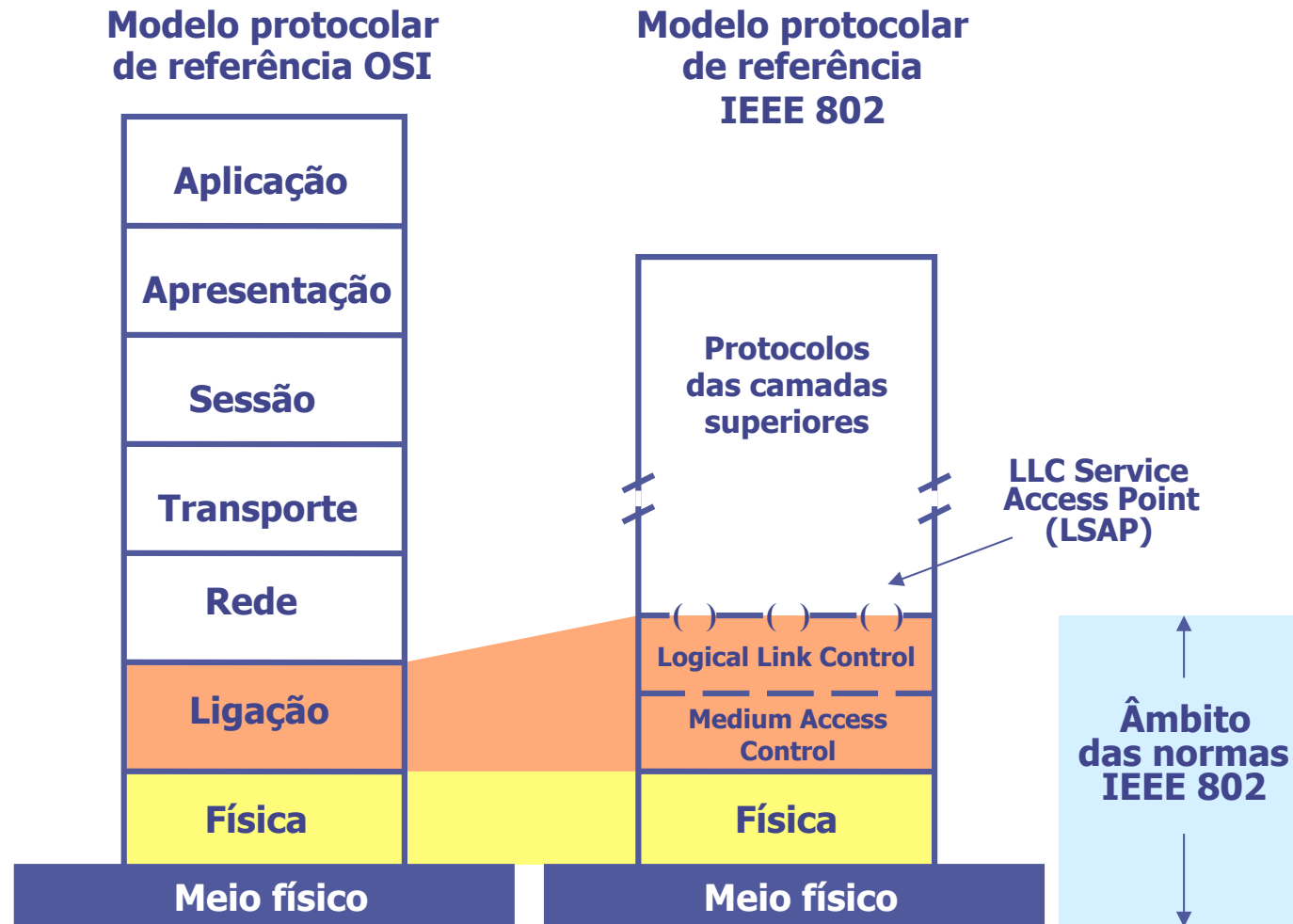
terça-feira, 22 de Outubro de 2013

Redes Locais de Computadores

protocolos: nível de ligação de dados



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática



Redes Locais de Computadores

tecnologias LAN



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- Exemplos de tecnologias usadas em LANs:
 - Ethernet (IEEE 802.3), Fast Ethernet (IEEE 802.3u)
 - Token Ring (IEEE 802.5), Token Bus (IEEE 802.4)
 - Distributed Queue Dual Bus (DQDB) (IEEE 802.6)
 - Fiber Distributed Data Interface (norma ANSI)
 - Wireless LAN (IEEE 802.11)
 - Asynchronous Transfer Mode (ATM) (ITU-T)

Redes Locais de Computadores

protocolos: nível de ligação de dados



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- O nível de ligação é dividido em 2 sub-níveis
 - Logical Link Control (LLC) (IEEE 802.2)
 - funções similares ao HDLC
 - endereço de nível lógico (LSAP - LLC Service Access Point)
 - pode suportar primitivas orientadas ou não à conexão
 - Medium Access Control (MAC)
 - varia com o tipo de LAN, i.e. cada LAN tem um sub-nível MAC próprio
 - determina a sequência de bits que é posta no meio de transmissão
 - determina quem acede ao meio

Redes Locais de Computadores

protocolos: nível de ligação de dados



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

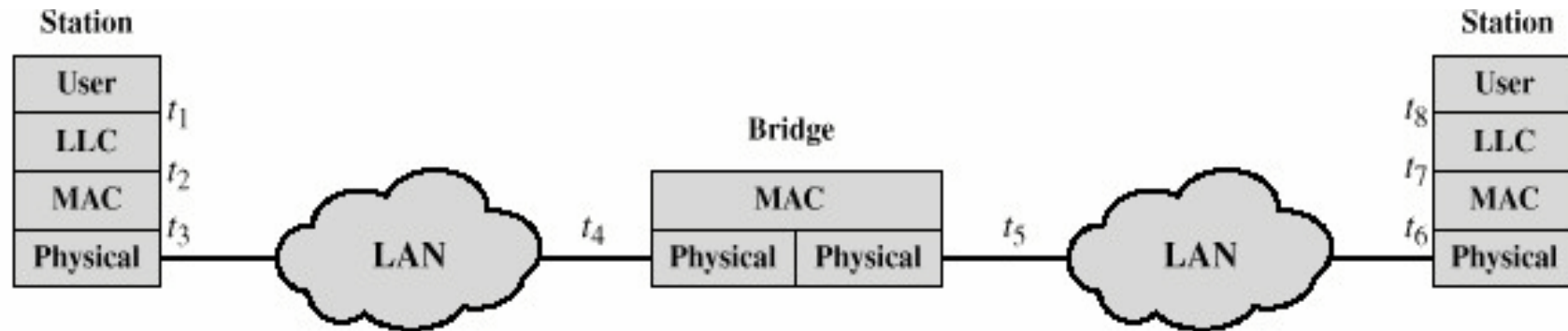
- Encapsulamento
 - Um *LLC protocol data unit* (L-PDU) contém informação de controlo e dados que a entidade LLC transmissora envia à entidade LLC receptora
 - Na transmissão,
 - o sub-nível MAC encapsula cada L-PDU, adicionando o seu próprio *header* (*cabeçalho*) e *trailer* (*terminação*)
 - Na recepção,
 - o sub-nível MAC remove o *header* e *trailer* de cada MAC-PDU e entrega o LPDU ao sub-nível superior.

Redes Locais de Computadores

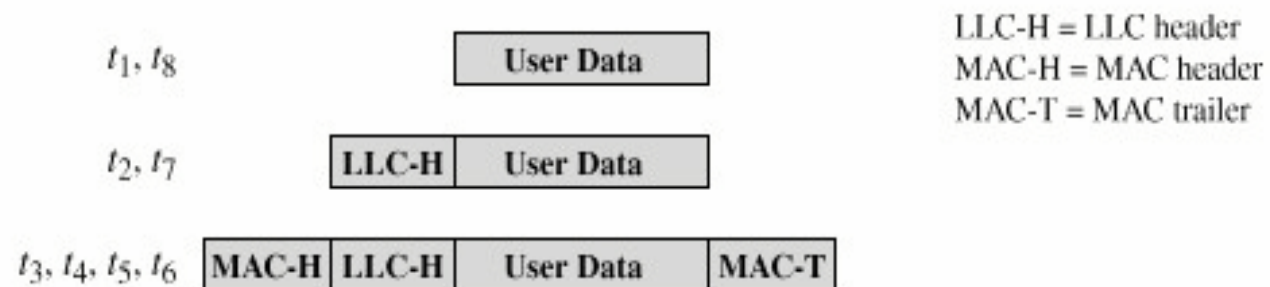
protocolos: nível de ligação de dados, bridging



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática



a) arquitectura



b) operação

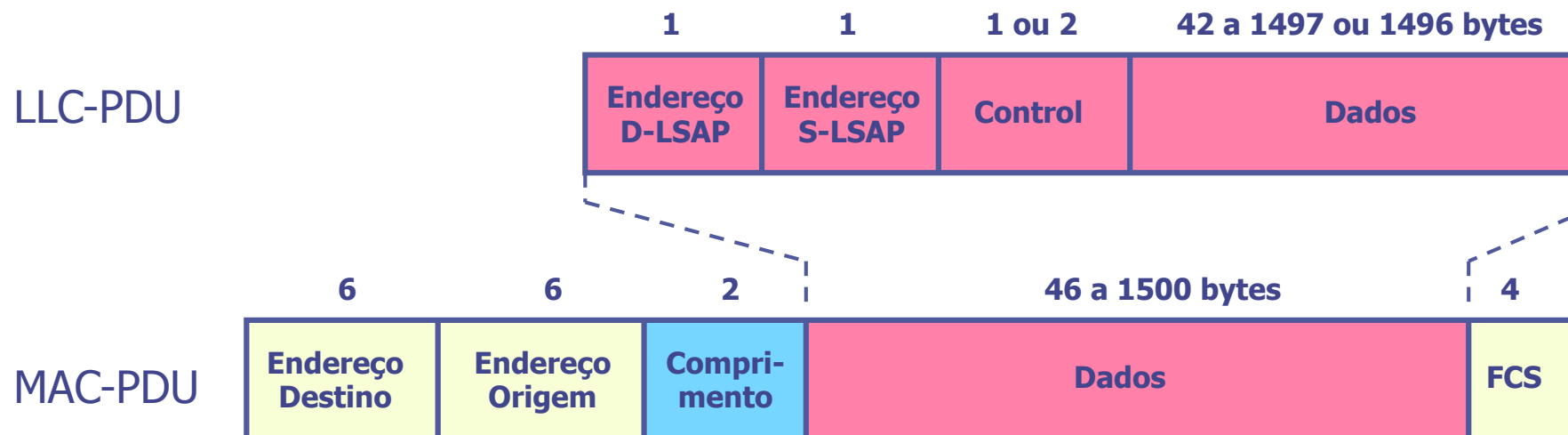
Redes Locais de Computadores

Ethernet: trama LLC-PDU e IEEE 802.3



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- encapsula a sub-camada de ligação LLC (Logical Link Control)
- o LLC tem estrutura e funcionalidade semelhante ao LAPB
- os endereços designam-se:
 - D-LSAP (Destination-Logical Service Access Point)
 - S-LSAP (Source-Logical Service Access Point)

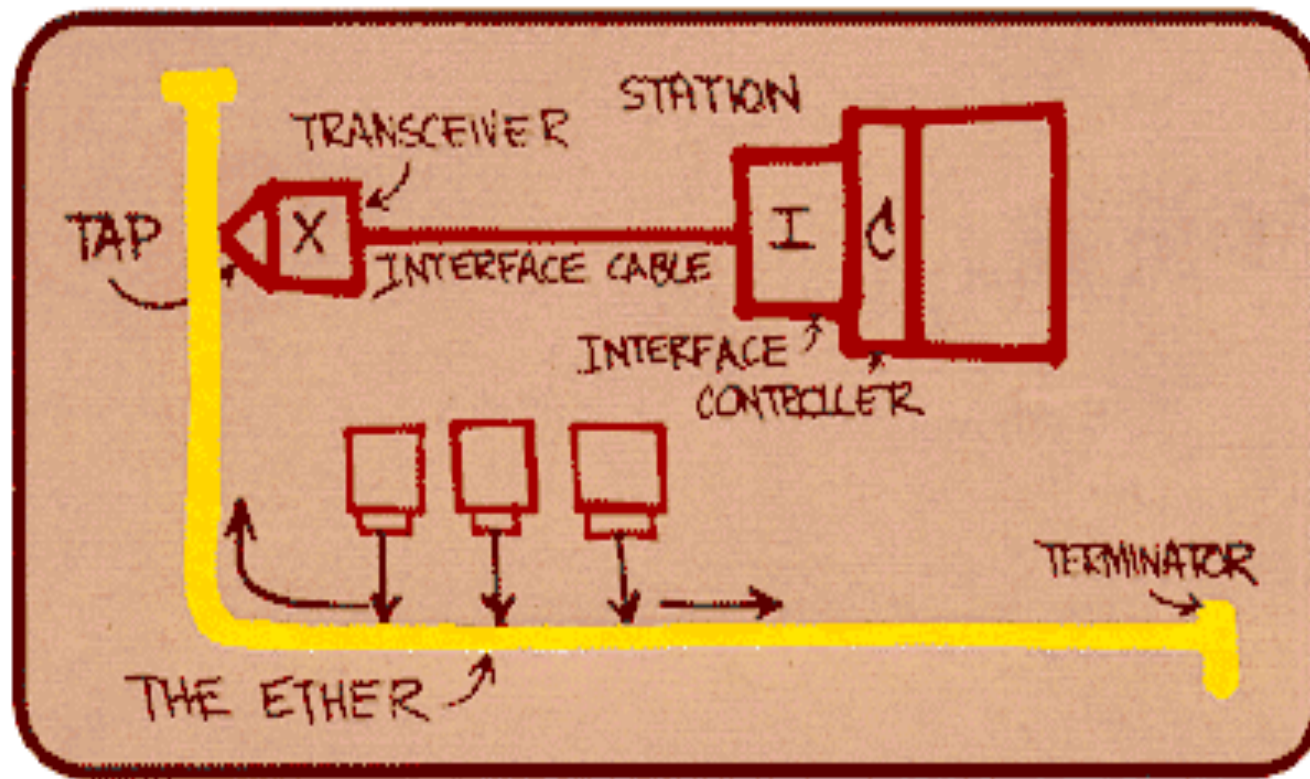


Redes Locais de Computadores

Ethernet



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática



Desenho original da Rede Ethernet - *Bob Metcalfe 1976*

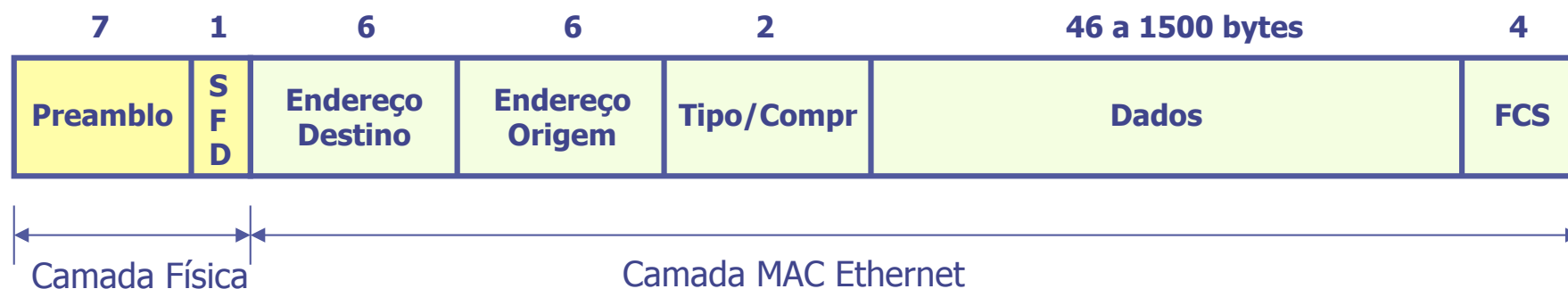
Redes Locais de Computadores

Ethernet: Definição da trama (MAC)



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- características genéricas:
 - Preamble: 7 octetos [1010..10] para sincronismo de bit
 - Start of Frame Delimiter: 1 oct [10101011] padrão sincronismo de trama
 - Endereços de Destino e de Origem: 6 octetos (endereço ethernet)
 - Tipo/Compr: 2 octetos, definem o protocolo nos Dados
 - Dados: 46 a 1500 octetos, contém o PDU do protocolo encapsulado
 - FCS: 4 octetos, Frame Check Sequence para control de erros
- Endereços: endereço da estação emissora e receptora / broadcast



Redes Locais de Computadores

Ethernet: Definição da trama (MAC)



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática



- Campo Tipo/Comprimento
 - se valor $\leq 0x05DC$ (1500)
 - é interpretado como **comprimento** do campo de dados e
 - o campo de dados contém a camada de ligação **LLC**
 - a trama é designada **IEEE 802.3 Ethernet**
 - se valor $> 0x0600$ (1536)
 - é interpretado como **ethertype** (tipo de protocolo)
 - valor identifica o protocolo contido no campo de dados
 - trama é designada **Ethernet II** (RFC 894)

Redes Locais de Computadores

Ethernet: trama Ethernet II

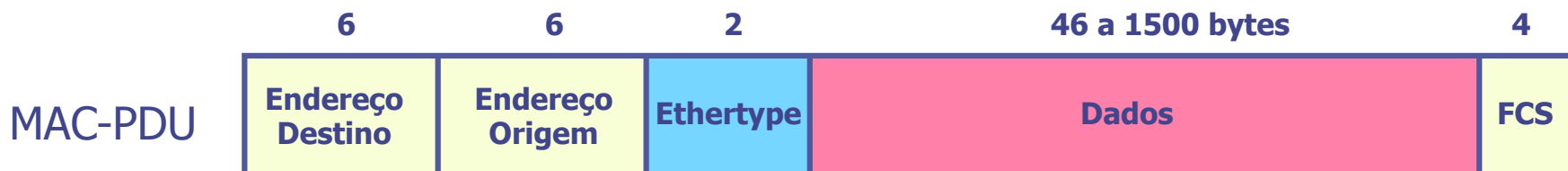


Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- encapsula o protocolo definido pelo valor do campo Ethertype
- valores geridos pela XEROX (detém direitos da ethernet).

Exemplos:

→ 0x0800	Internet IP (IPv4)
→ 0x0806	ARP (Address Resolution Protocol)
0x6000-6009	DEC (Digital Equipment Corporation)
0x6010-6014	3Com Corporation
0x8014	SGI network games
→ 0x8035	RARP (Reverse ARP)
0x880B	PPP (Point to Point Protocol)
→ 0x86DD	Internet IP (IPv6)
0x876B	TCP/IP Compression (RFC 1144)
0x876D	Secure Data (RFC 1701)



Redes Locais de Computadores

Ethernet



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- características genéricas:
 - trama máxima: 1518 octetos; trama mínima: 64 octetos
 - MTU: Maximum Transfer Unit é 1500 octetos
 - entrega segundo o paradigma ***melhor-esforço***
 - método de acesso ao meio: **CSMA/CD** - Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) (nos débitos mais baixos e meios partilhados)

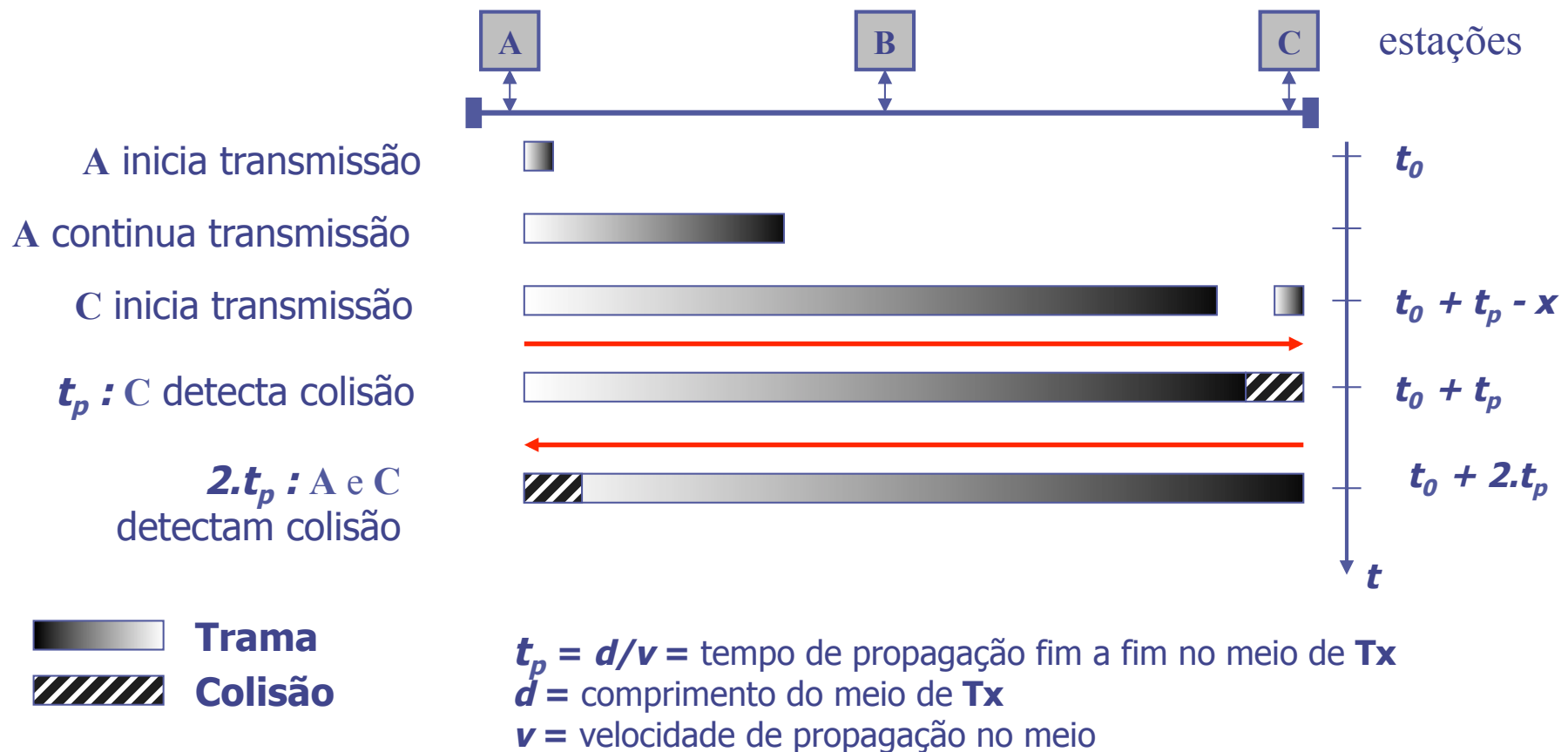
Redes Locais de Computadores

Ethernet: acesso ao meio e colisões



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

Ethernet: o acesso múltiplo é contencioso e há detecção de colisões



Redes Locais de Computadores

Ethernet: Controlo de acesso ao meio



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- Detecção de colisão

- baseada no tempo de ida-e-volta (*round trip*) de uma trama
- é necessário garantir um tamanho mínimo de trama que assegure a detecção de colisão no pior caso possível
(corresponde a enviar, no mínimo, duas vezes o tamanho do meio de transmissão em bits!)

$$L > 2 * d * r / V$$

- *Jamming*: Para garantir que outras estações se apercebam da ocorrência de colisão, a que detecta deve forçar uma transmissão de alguns bits antes de parar de transmitir
- No ethernet a trama de *jam* é designada de *jam signal*

Redes Locais de Computadores

Ethernet: Controlo de acesso ao meio: CSMA/CD



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD)

acesso ao meio:

se meio está activo

(detecção de portadora)

então acesso ao meio

(aguarda até meio estar livre)

senão transmite(trama) e detecta *(tx e lança processo de detecção)*

se detecta = colisão

(detecção de colisão)

então transmite(jam);

(aborta transmissão, reforça colisão)

K=K+1;

(conta as colisões)

espera(K);

(espera tempo aleatório, backoff)

acesso ao meio *(tenta novamente o acesso)*

senão K=0

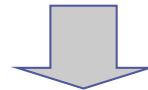
Redes Locais de Computadores

Ethernet: Controlo de acesso ao meio



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- Após transmissão de uma trama mais do que uma estação pode estar à espera de uma oportunidade de transmissão
- **Consequência:** Se houver mais do que uma estação a aguardar o fim de uma transmissão, quando tal suceder, a colisão é certa. Para reduzir colisões:



Após uma colisão, as estações envolvidas esperam (retraem) um tempo aleatório $n \times t_p$ (que, com alguma probabilidade será diferente para cada uma) antes de acederem novamente ao meio para retransmitir.

Redes Locais de Computadores

Ethernet: Controlo de acesso ao meio



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- Algoritmo de retracção exponencial binária truncada (*truncated binary exponential backoff algorithm*):

espera(K)

- retorna um tempo de atraso $n \times t_p$, em que n é um inteiro aleatório uniformemente distribuído no intervalo $[0, 2^K - 1]$ e K é o número de colisões anteriores
- Valor máximo
 - $K_{\max} = 16$ (16 colisões consecutivas)

Redes Locais de Computadores

Ethernet



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- características genéricas:
 - ritmo de transmissão: 10 Mbps, 100 ...
 - meio de transmissão: UTP, cabo coaxial, fibra
 - 10BASE-5; 10BASE-2; 10BASE-T; 10BASE-F,...

Redes Locais de Computadores

Ethernet: características físicas gerais



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

Parâmetro	10BASE5	10BASE2	10BASE-F	10BASE-T
Seg.Máximo	500m	185m	400-2000m	100m
Topologia	barramento	barramento	estrela	estrela
Meio	coax grosso	coax fino	MMF	UTP
Conector	NICBD15	BNC	ST ou SC	RJ-45
Diâmetro	10mm	5mm	Ordem dos μm	5
...

Fast Ethernet (IEEE 802.3u)

- Características genéricas:
 - ritmo de transmissão: 100 Mbps
 - meio de transmissão: UTP ou fibra óptica
 - usa mesmo formato de trama MAC, varia o nível físico
 - opção mais usada: 100BASE-TX (cerca 95% das 100BASE-T)



[Opções IEEE 802.3u]

Redes Locais de Computadores

Fast Ethernet



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

Sumário de algumas características das normas IEEE802.3u

Parâmetro	100BASE-TX	100BASE-FX	100BASE-T4
Distância	100m	100m	100m
Topologia	estrela	estrela	estrela
Meio	UTP5/STP	MMF/SMF	UTP3/4/5
Nº Pares	2	2 fibras	4
Full Duplex	Sim	Sim	Não

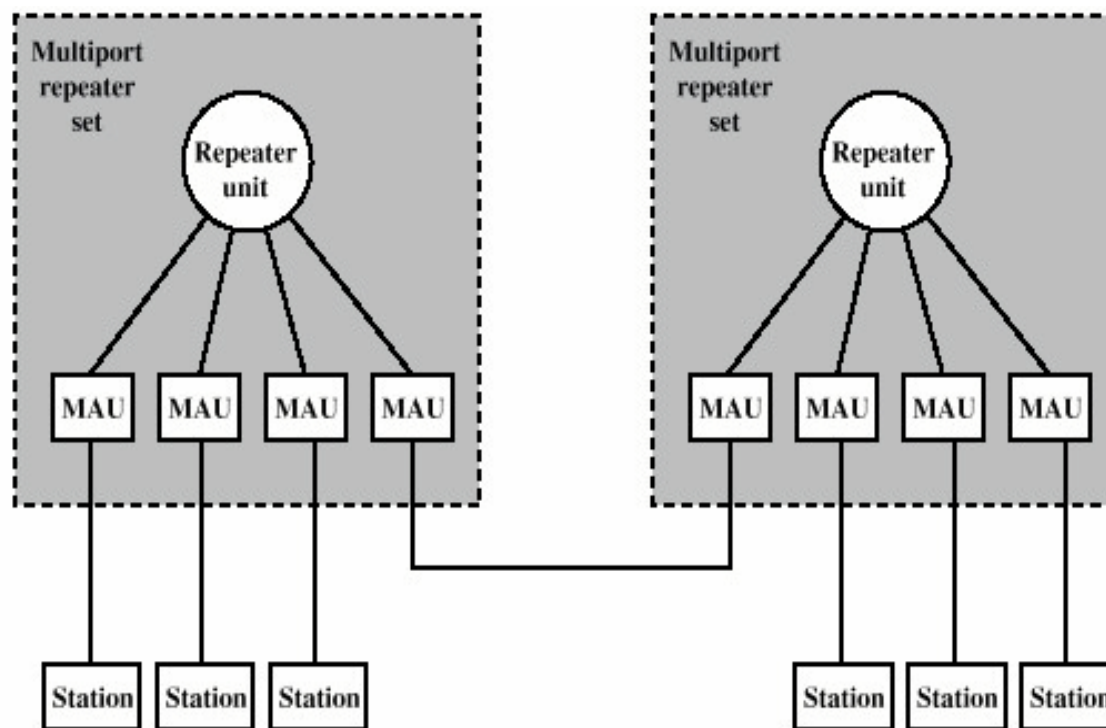
Redes Locais de Computadores

Ethernet



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

Ex: Ethernet 10/100base-T: maior isolamento de falhas,
metodologia organizada de expansão



[LMAN,Stallings00]

Ponto da situação e revisão de conceitos fundamentais



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

- **Módulo 1** - Transmissão e Comunicação de Dados
- **Módulo 2** - Elementos de Protocolo - Controlo da Ligação de Dados
- **Módulo 3** - Protocolos de Ligação - HDLC e outros
- **Módulo 4** - Tecnologias de Rede Local
- **Módulo 5** - Tecnologias de Rede Local sem Fios
- **Módulo 6** – Nível de Rede: Protocolos TCP/IP