

Volnys B. Bernal (c) 1

Tecnologia de Redes: Meios Físicos de Transmissão

Volnys Borges Bernal
volnys@lsi.usp.br
<http://www.lsi.usp.br/~volnys>



Volnys B. Bernal (c) 2

Meios Físicos de Transmissão



Volnys B. Bernal (c) 3

Meios Físicos de Transmissão

- ❑ **Conexão lógica tipo barramento**
 - * Meios físicos utilizados pelo padrão Ethernet (semelhante ao padrão IEEE 802.3)
 - ⇄ 10Base5
 - ⇄ 10Base2
 - ⇄ 10BaseT
 - ◆ Categoria 3
 - ◆ Categoria 5
 - ◆ Categoria 5e
 - ⇄ 100BaseT
 - ⇄ 10BaseF
 - ⇄ 100BaseF
- ❑ **Conexão lógica tipo Ponto-a-Ponto**
 - * Linha serial

Volnys B. Bernal (c) 4

Meios Físicos de Transmissão

- ❑ **Meios físicos de transmissão definidos pelo padrão IEEE 802.3**
 - * Redes em barra - CSMA/CD
 - * Baseado no padrão Ethernet (muito semelhante ao Ethernet)
 - * Define várias opções de meio físico e taxa de transmissão:

<Taxa> <Sinalização> <Tam>

↳ Taxa de transmissão em Mbps

↳ Técnica de sinalização (baseband, broadband)

↳ Tamanho máximo do segmento * 100

- * Exemplo:
 - ⇄ 10Base5
 - 10 Mbps_baseband_500 m

Volnys B. Bernal (c) 5

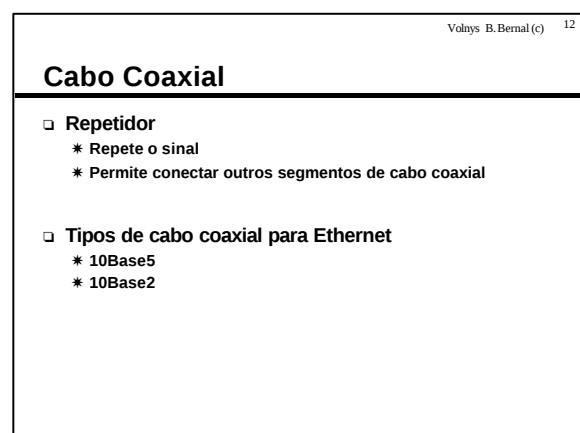
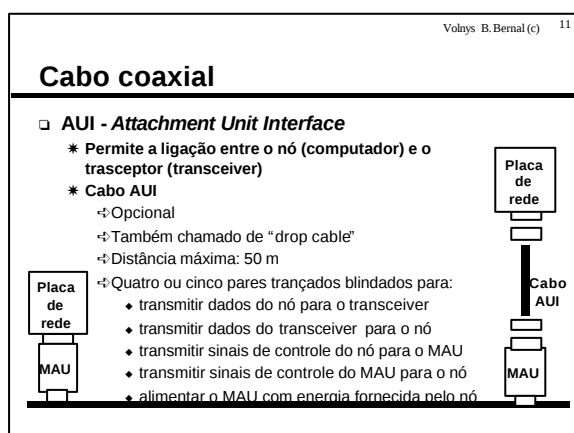
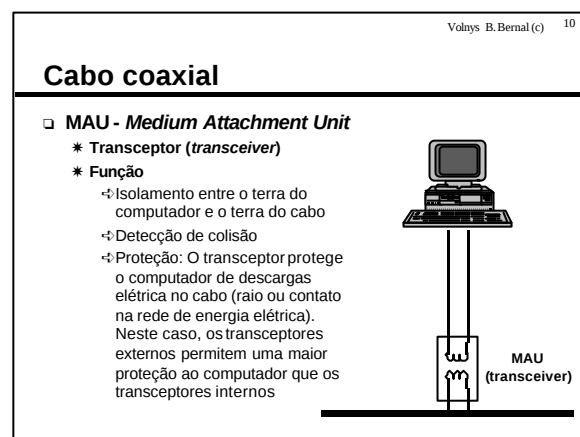
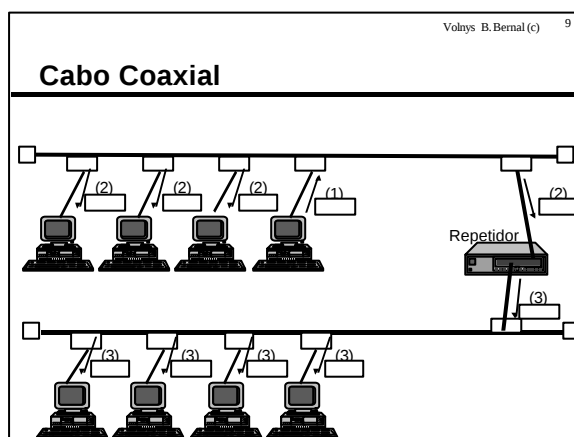
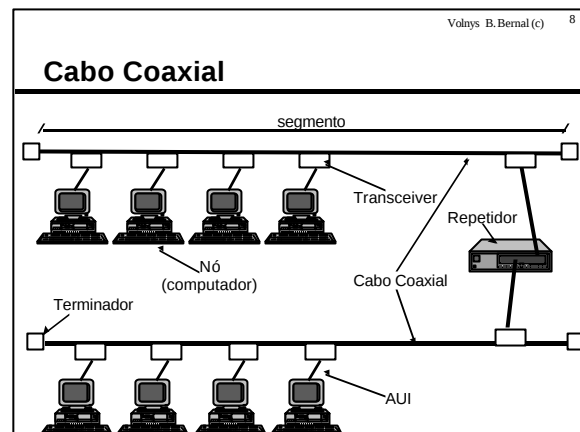
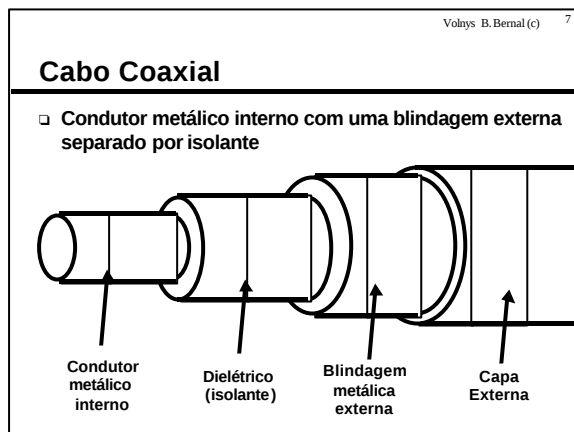
Meios Físicos de Transmissão

- ❑ **Padrões 802.3**
 - * **10Base5**
 - ⇄ Cabo Metálico Coaxial
 - * **10Base2**
 - ⇄ Cabo Metálico Coaxial
 - * **10BaseT**
 - ⇄ Cabo Metálico de par trançado
 - * **10BaseF**
 - ⇄ Cabo de fibra ótica

Volnys B. Bernal (c) 6

Cabo Coaxial



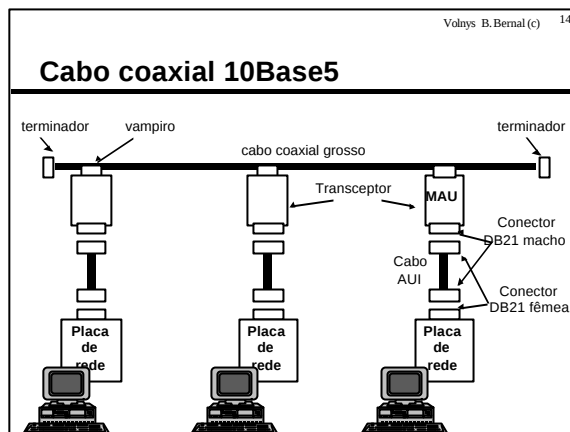


Volnys B. Bernal (c) 13

Cabo Coaxial 10Base5

❑ **Características**

- * **10Base5**
 - ⇨ 10 Mbps
 - ⇨ baseband
 - ⇨ 500 metros de comprimento do segmento
- * **Cabo coaxial RG-8**
 - ⇨ Cabo de 50 ohms
- * **Topologia**
 - ⇨ física: barramento
 - ⇨ lógica: barramento
- * Chamado de "cabo coaxial grosso" (*Thick cable*)
- * Era utilizado em backbones de redes locais com grandes distâncias entre equipamentos
- * Não é mais utilizado atualmente
- * *Difícil de ser flexionado*



Volnys B. Bernal (c) 15

Cabo Coaxial 10Base5

❑ **Conectores**

- * Vampiros
- * Terminadores

Volnys B. Bernal (c) 16

Cabo Coaxial 10Base5

❑ **Restrições:**

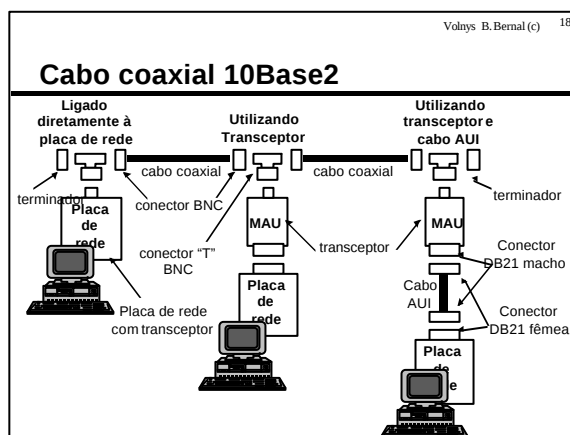
- * **Número de repetidores:**
 - ⇨ Máximo de 2 repetidores entre dois nós
 - ⇨ Máximo de 4 repetidores por rede
- * **Número máximo de nós por segmento: 100**
- * **Número máximo de nós por rede: 1024**
- * **Comprimento máximo do cabo AUI: 50 m**
- * **Distância mínima entre transceivers: 2,5 m**
- * **Tamanho total do barramento: 2.500 m**
- * **Taxa média de erros: 1 erro a cada 10⁸**

Volnys B. Bernal (c) 17

Cabo Coaxial 10Base2

❑ **Cabo coaxial 10Base2**

- * **10Base2**
 - ⇨ 10 Mbps
 - ⇨ baseband
 - ⇨ 185 metros (~200m) de comprimento do segmento
- * **Cabo coaxial RG-58**
 - ⇨ Cabo de 50 ohms
- * **Topologia**
 - ⇨ física: barramento
 - ⇨ lógica: barramento
- * Chamado de "cabo coaxial fino" (*Thin cable*)
- * Era utilizado em de redes locais, não mais utilizado atualmente
- * Muitos problemas nas conexões
- * Se uma conexão apresenta problema toda comunicação na rede é afetada

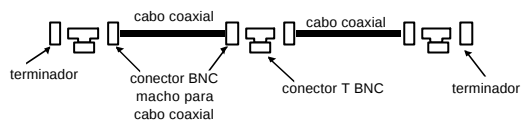


Volnys B. Bernal (c) 19

Cabo Coaxial 10Base2

Conectores

- * Conector T BNC
- * Conector BNC macho para cabo Coaxial
- * Terminador BNC
 - ⇨ Terminador BNC macho de 50 ohms



Volnys B. Bernal (c) 20

Cabo Coaxial 10Base2

Restrições se utilizado com Ethernet:

- * Número de repetidores:
 - ⇨ Máximo de 2 repetidores entre dois nós
 - ⇨ Máximo de 4 repetidores por rede
- * Número máximo de nós por segmento: 30
- * Número máximo de nós por rede: 90
- * Distância mínima entre nós: 0,5 m
- * Tamanho total do barramento: 2.500 m
- * Taxa média de erros: 1 erro a cada 10^7

Volnys B. Bernal (c) 21

Cabo coaxial 10Base2

Aterramento

- * Devido a possibilidade de diferença de potencial entre as duas extremidades do cabo, podem ser geradas correntes pela malha de blindagem
- * O cabo deve ser aterrado somente em uma de suas extremidades

Problemas

- * Mal contacto em um conector interrompe toda a comunicação

Volnys B. Bernal (c) 22

Cabo coaxial

Ferramentas

- * Clivador
 - ⇨ Permite a conectorização (junção do conector ao cabo)
- * Testador de cabos
 - ⇨ Time domain reflectometry
 - ◆ Permite detectar o exato local de problema em um cabo coaxial

Volnys B. Bernal (c) 23

Cabo de par trançado

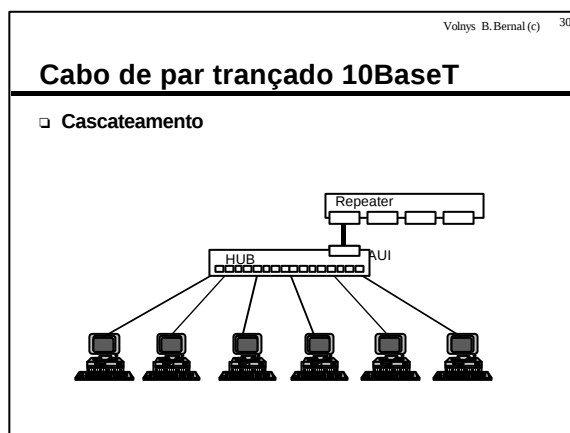
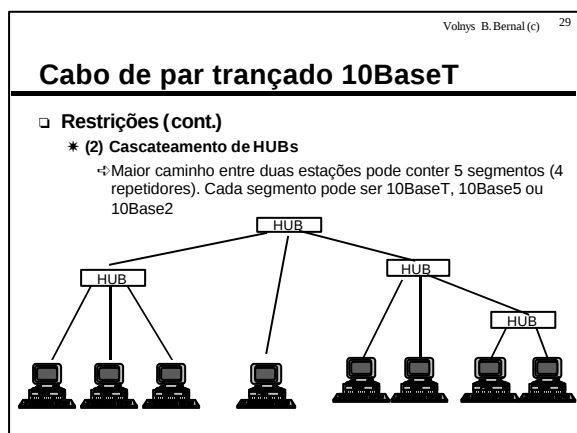
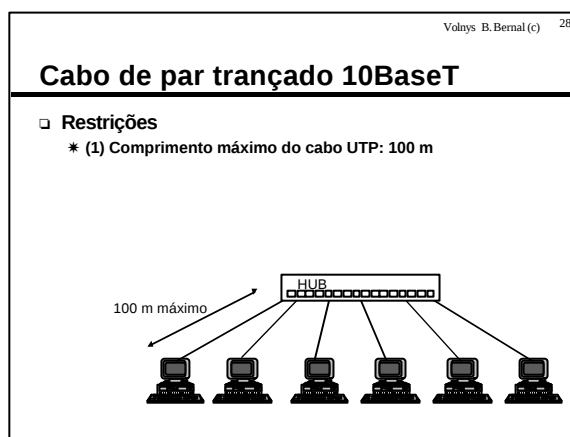
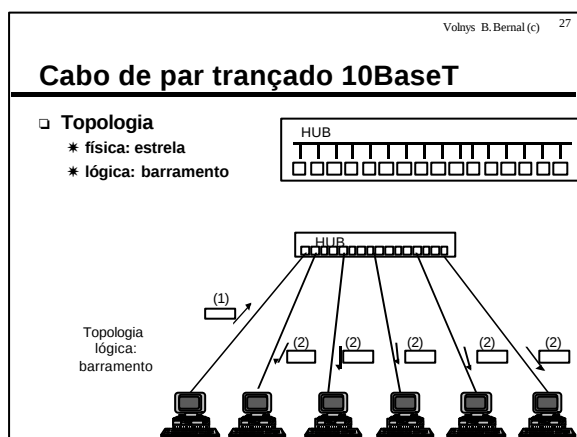
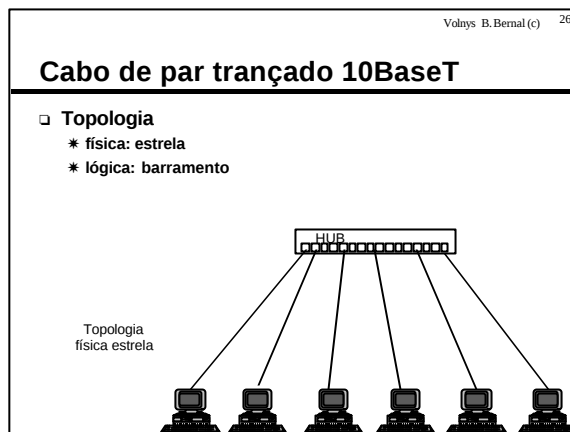
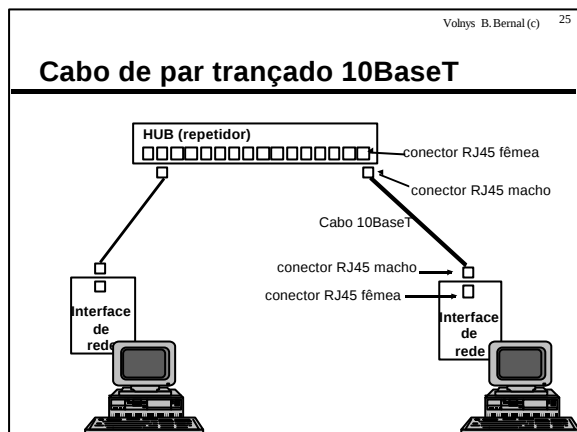


Volnys B. Bernal (c) 24

Cabo de par trançado 10BaseT

Características

- * 10BaseT
 - ⇨ 10 Mbps
 - ⇨ baseband
 - ⇨ T - twisted-pair (par trançado)
- * Impedância de 100 ohms
- * Conexões ponto a ponto full-duplex
 - ⇨ Poucas placas de rede suportam full-duplex
 - ⇨ Poucos switches suportam full-duplex



Volnys B. Bernal (c) 31

Cabo de par trançado 10BaseT

- ❑ Conexão com tecnologia antiga (coaxial)
 - * Conexão de uma rede UTP com uma rede coaxial
 - (1) Através de um HUB com interface AUI

Volnys B. Bernal (c) 32

Cabo de par trançado 10BaseT

- ❑ Conexão com tecnologia antiga (coaxial)
 - * (2) Conexão de um computador com interface AUI em uma rede UTP
 - Através de um transceiver AUI/UTP

Volnys B. Bernal (c) 33

Cabo de par trançado 10BaseT

Volnys B. Bernal (c) 34

Cabo de par trançado 10BaseT

- ❑ Tipos de cabo de par trançado
 - * Unshielded Twisted Pair (UTP) - Par trançado não blindado
 - 4 pares de fios
 - cada par é trançado independentemente

Volnys B. Bernal (c) 35

Cabo de par trançado 10BaseT

- ❑ Tipos de cabo de par trançado
 - * Shielded Twisted Pair (STP) - Par trançado blindado
 - 4 pares de fios
 - cada par é trançado independentemente
 - Não utilizado na prática!!!

Volnys B. Bernal (c) 36

Cabo de par trançado 10BaseT

- ❑ Classificação de cabos UTP
 - * Categoria 3
 - até 16 MHz,
 - deve ser utilizado em transmissões até 10 Mbps
 - Obsoleto
 - * Categoria 5
 - até 100 MHz
 - deve ser utilizado em transmissões de até 100 Mbps
 - * Categoria 5e
 - até 350 MHz
 - deve ser utilizado em transmissões de até 155 Mbps

Volnys B. Bernal (c) 37

Cabo de par trançado 10BaseT

❑ Classificação de cabos UTP

- * Cabo rígido
 - ⇨ Deve ser utilizado em
 - ◆ cabeamento interno em dutos
 - ◆ comprimento máximo: 90 m
- * Cabo flexível
 - ⇨ Deve ser utilizado em
 - ◆ cordão de estação
 - liga a estação à tomada de rede
 - ◆ cordão de distribuição
 - liga o ponto do patch pannel ao equipamento de interconexão (HUB, switch ou roteador)
 - ⇨ Possui maior impedância (resistência)
 - ⇨ Comprimento máximo
 - 10 m: Cordão de estação + cordão de distribuição

Volnys B. Bernal (c) 38

Cabo de par trançado 10BaseT

❑ Conector RJ45

- * Padrão de conectorização EIA/TIA 568A

Pinagem do conector RJ45 Cabo UTP

Volnys B. Bernal (c) 39

Cabo de par trançado 10BaseT

❑ Conector RJ45

- * Padrão de conectorização EIA/TIA 568B

Pinagem do conector RJ45 Cabo UTP

Volnys B. Bernal (c) 40

Cabo de par trançado 10baseT

❑ Pares utilizados no Ethernet e Fast-Ethernet

Br-Verde/Verde Br-Verde/Verde
Br-Laranja/Laranja Br-Laranja/Laranja
Br-Azul/Azul Br-Azul/Azul
Br-Marrom/Marrom Br-Marrom/Marrom

Volnys B. Bernal (c) 41

Cabo de par trançado 10baseT

❑ Pares utilizados no Ethernet e Fast Ethernet

HUB Computador

Volnys B. Bernal (c) 42

Cabo de par trançado 10baseT

❑ Cabo ethernet normal (568A-568A)

Branco-Verde/Verde Branco-Verde/Verde
Branco-Laranja/Laranja Branco-Laranja/Laranja
Branco-Azul/Azul Branco-Azul/Azul
Branco-Marrom/Marrom Branco-Marrom/Marrom

Volnys B. Bernal (c) 43

Cabo de par trançado 10baseT

❑ Cabo ethernet normal (568B-568B)

Branco-Laranja	1		1 Branco-Laranja
Laranja	2		2 Laranja
Branco-Verde	3		3 Branco-Verde
Azul	4		4 Azul
Branco-Azul	5		5 Branco-Azul
Verde	6		6 Verde
Branco-Marrom	7		7 Branco-Marrom
Marrom	8		8 Marrom

Volnys B. Bernal (c) 44

Cabo de par trançado 10baseT

❑ Cabo ethernet cruzado (568A-568B)

Branco-Verde	1		1 Branco-Laranja
Verde	2		2 Laranja
Branco-Laranja	3		3 Branco-Verde
Azul	4		4 Azul
Branco-Azul	5		5 Branco-Azul
Laranja	6		6 Verde
Branco-Marrom	7		7 Branco-Marrom
Marrom	8		8 Marrom

Volnys B. Bernal (c) 45

Cabo de par trançado 10BaseT

❑ Pares utilizados no ATM e Gigabit-Ethernet

- * Todos os pares são utilizados !!!

Volnys B. Bernal (c) 46

Cabo de par trançado 10BaseT

❑ Utilização do cabo invertido

- * Ligação HUB-HUB, HUB-SWITCH
- * Ligação direta computador-computador

Volnys B. Bernal (c) 47

Cabo de par trançado

❑ Ferramentas para UTP

- * Clivador
 - ⇨ Permite a conectorização do conector RJ54 ao ao cabo
- * Testador de cabos UTP
 - ⇨ O padrão ANSI/TIA/EIA define um conjunto de testes a serem realizados e requisitos a serem atendidos para cabo UTP
 - ⇨ Para as categorias
 - Categoria 3 (até 16 Mhz)
 - Categoria 4 (até 20 MHz)
 - Categoria 5 (até 100 MHz)
 - ⇨ "Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted-Pair Cabling System"
 - ⇨ Equipamento de teste geralmente chamado de Multitester

Volnys B. Bernal (c) 48

Cabo de par trançado

❑ Testes

- * Mapeamento de fios
- * Comprimento
- * Atenuação
- * Paradiafonia (NEXT)
 - ⇨ Interferência de sinal entre pares

Volnys B. Bernal (c) 49

Cabo de par trançado

□ Testes

* Mapeamento de fios (Wire Map)

- ↪ continuidade
- ↪ curto-circuito
- ↪ par cruzado
- ↪ par reverso
- ↪ par separado (split pairs)

Normal Sem continuidade Curto Circuito Cruzado

Volnys B. Bernal (c) 50

Cabo de par trançado

Par Reverso

Branco-Verde 1 Branco-Verde 1
Verde 2 Verde 2
Branco-Laranja 3 Branco-Laranja 3
Azul 4 Azul 4
Branco-Azul 5 Branco-Azul 5
Laranja 6 Laranja 6
Branco-Marrom 7 Branco-Marrom 7
Marrom 8 Marrom 8

Volnys B. Bernal (c) 51

Cabo de par trançado

Par separado

Branco-Verde 1 Branco-Verde 1
Verde 2 Verde 2
Branco-Laranja 3 Branco-Laranja 3
Laranja 4 Laranja 4
Branco-Azul 5 Branco-Azul 5
Azul 6 Azul 6
Branco-Marrom 7 Branco-Marrom 7
Marrom 8 Marrom 8

Volnys B. Bernal (c) 52

Cabo de par trançado

□ Testes

* Comprimento do cabo

- ↪ Não deve exceder ao definido pelo padrão

Volnys B. Bernal (c) 53

Cabo de par trançado

□ Testes

* Atenuação

- ↪ É a medida de perda de sinal em um canal
- ↪ Exemplo: som (sinal): quanto mais distante menos é escutado devido à atenuação do sinal
- ↪ A atenuação de cabos flexíveis é 20% maior do que do cabo rígido
- ↪ É medida em dB (decibéis)
- ↪ É diferente para cada frequência

(dB)

freqüência (MHz)

Volnys B. Bernal (c) 54

Cabo de par trançado

□ Testes

* Paradiáfonia (NEXT)

- ↪ NEXT - Near End Cross Talk
- ↪ Mede a interferência do sinal de um par em um outro
- ↪ Os verificadores inserem um sinal em um par e verificam qual é a interferência que ocorre nos outros pares
- ↪ Varia de acordo com a frequência
- ↪ Causas: Par separado, Par mal trançados, Cabo muito esticado

(dB)

freqüência (MHz)

Volnys B. Bernal (c) 55

Cabo de par trançado

□ Testes

- * Relação sinal-ruído
 - ↪ Atenuação x Paradiafonia

O gráfico mostra a relação sinal-ruído (dB) versus a frequência (MHz) para um cabo de par trançado. A curva de Atenuação aumenta linearmente com a frequência. A curva de Paradiafonia (NEXT) também aumenta linearmente com a frequência. A diferença entre as duas curvas é a Relação sinal-ruído.

Volnys B. Bernal (c) 56

Cabo de par trançado

- * Capacitância
 - ↪ Mede a velocidade que o cabo possui de "reter" um sinal

Volnys B. Bernal (c) 57

Cabo de Fibra Ótica

Volnys B. Bernal (c) 58

Cabo de Fibra Ótica

□ Funcionamento

- * A transmissão em fibra ótica é realizada pelo envio de um sinal de luz
- * Propriedades óticas dos materiais
 - ↪ refração
 - ↪ reflexão

O diagrama ilustra a refração e a reflexão da luz em uma fibra ótica. A luz incide no meio 1 e é refletida no meio 2, formando um ângulo de incidência.

Volnys B. Bernal (c) 59

Cabo de Fibra Ótica

O diagrama mostra a estrutura de uma fibra ótica. A capa externa é a camada mais externa. A capa da fibra é a camada imediatamente interna à capa externa. O núcleo é o centro da fibra, com um diâmetro de 62,5 µm. A capa da fibra tem um diâmetro de 125 µm.

Volnys B. Bernal (c) 60

Cabo de Fibra Ótica

□ Tipos de Fibra

- * Monomodo
 - ↪ cabo até 45 km
- * Multimodo
 - ↪ cabo até 2 km

O diagrama compara a propagação da luz em fibras monomodo e multimodo. A fibra monomodo permite apenas uma única trajetória de luz, enquanto a fibra multimodo permite múltiplas trajetórias.

Volnys B. Bernal (c) 61

Cabo de Fibra Ótica

- ❑ **Propriedades**
 - * Imune a interferências eletromagnéticas
 - * Não gera interferência eletromagnética
 - * Confiabilidade
 - * Altas taxas de transmissão
- ❑ **Conexão**
 - * Necessita duas fibras
 - ⇨ Tx - Transmissão
 - ⇨ Rx - Recepção

Volnys B. Bernal (c) 62

Cabo de Fibra Ótica

- ❑ **Características**
 - * **10BaseF**
 - ⇨ 10 Mbps
 - ⇨ Baseband
 - ⇨ Fiber
 - * **100BaseF**
- ❑ **Tipos de Conectores**
 - * SC
 - * ST
 - * Outros

Volnys B. Bernal (c) 63

Cabo de Fibra Ótica

- ❑ **Ligação passiva**
 - * Através de conectores fêmea
 - ⇨ não podem existir muitas conexões passivas
 - * Fusão
 - ⇨ Processo de "junção" de duas fibras
- ❑ **Ferramentas para cabo de fibra ótica**
 - * Clivador
 - * Testador

Volnys B. Bernal (c) 64

Comparação



Volnys B. Bernal (c) 65

Comparação

❑ Resumo

Nome	cabo	tam max seg	nós/seg	vantagens
10Base5	coaxial grosso	500m	100	backbone
10Base2	coaxial fino	200m	30	barato
10BaseT	par trançado	100m	1024	fácil manutenção
10BaseF	fibra ótica	2000m	1024	entre prédios

Volnys B. Bernal (c) 66

Comparação

❑ Cabo -Comparação de custo (março/2000)

- * **10baseT**
 - ⇨ Cat 5 rígido R\$ 0,35
 - ⇨ Cat 5 flexível R\$ 0,60
 - ⇨ Cat 5e rígido R\$ 0,65
 - ⇨ Cat 5e flexível R\$ 0,85
 - ⇨ RJ45 Fêmea cat 5 R\$ 8,00 (AMP)
 - ⇨ RJ45 Fêmea cat 5e R\$ 11,00 (Panduit)
 - ⇨ RJ45 Macho cat 5 R\$ 0,60 (AMP)
 - ⇨ RJ45 Macho cat 5e R\$ 1,70 (Panduit)
- * **Fibra Optica 125/62,5 um uso interno**
 - ⇨ 2 pares R\$ 6,00
 - ⇨ 4 pares R\$ 9,00
 - ⇨ 6 pares R\$ 12,00
 - ⇨ conector ST climpagem R\$ 25,00

Volnys B. Bernal (c) 67

Cabeamento Estruturado



Volnys B. Bernal (c) 68

Cabeamento estruturado

- **Padrão EIA/TIA-568**
 - * **EIA (Electronic Industries Association)**
 - ⇨ Responsável pela elaboração padrão de cabeamento de telecomunicação de edifícios comerciais
 - * **Tipos de cabos**
 - ⇨ Unshielded Twisted Pair (UTP) - Par trançado não blindado
 - ◆ 4 pares de fios
 - ⇨ Shielded Twisted Pair (STP) - Par trançado blindado
 - ◆ 4 pares de fios
 - ⇨ Cabo coaxial de 50 ohms
 - ⇨ Cabo com um par de fibra ótica multimodo (Tx,Rx)

Volnys B. Bernal (c) 69

Cabeamento estruturado

- * **Tipos de cabos de par trançado 10BaseT**
 - ⇨ Coaxial
 - ⇨ UTP
 - ◆ Categoria 3 (obsoleta)
 - ◆ Categoria 5
 - ◆ Categoria 5e
 - ⇨ STP
 - ⇨ Fibra Ótica

Volnys B. Bernal (c) 70

Cabeamento estruturado

- **Definições**
 - * **Área de trabalho**
 - ⇨ sala, escritório,...
 - ⇨ mínimo de 2 tomadas por sala
 - * **Armário de telecomunicações**
 - ⇨ patch pannel (painel de distribuição)
 - ⇨ equipamentos de rede
 - ⇨ rede separada de telefonia!
 - ⇨ geralmente um por andar

Volnys B. Bernal (c) 71

Cabeamento estruturado

- * **Cabeamento horizontal**
 - ⇨ Topologia física estrela
 - ⇨ Das tomadas das áreas de trabalho ao armário de distribuição
 - ⇨ Distância máxima definida no padrão: 90 m
- * **Sala central de distribuição**
 - ⇨ Armário de telecomunicação
- * **Distâncias máximas**
 - ⇨ Cabeamento horizontal: 90m (cabo rígido)
 - ⇨ Cordão de patch panel: 2 m (flexível)
 - ⇨ Cordão de estação: 8 m (flexível)

Volnys B. Bernal (c) 72

Cabeamento estruturado

- * **Cabeamento vertical**
 - ⇨ Cabeamento de backbone
 - ⇨ Topologia física estrela
 - ⇨ geralmente uma por prédio

Volnys B. Bernal (c) 73

Cabeamento estruturado

❑ Precauções

* Fiações elétricas

- ⇨ deve passar a pelo menos 20 cm de distância
- ⇨ ou utilizar calha blindada

Volnys B. Bernal (c) 74

Cabeamento estruturado

❑ Problemas

* Quando são utilizadas diferentes tecnologias

⇨ Ex:

- ◆ Quando se possui um switch ATM no armário de distribuição central e for necessário conectar uma estação
- ◆ Seria necessário ter também um switch ATM no armário de distribuição horizontal correspondente

Volnys B. Bernal (c) 75

Cabeamento estruturado

❑ Futuro

* (1) Cabeamento centralizado

- ⇨ Problema: distância
- ⇨ Utiliza cabeamento ótico

* (2) Wireless

- ⇨ Comunicação sem fio (radio)

Volnys B. Bernal (c) 76

Bibliografia deste módulo



Volnys B. Bernal (c) 77

Bibliografia deste módulo

❑ Livros

* Redes de computadores: das LANs MANs e WANs às redes ATM

- ⇨ SOARES, LUIZ F. G.
- ⇨ Editora Campus. 1995

* Computer Networks

- ⇨ TANENBAUM, ANDREW S.
- ⇨ 3rd edition. Prentice Hall 1996.

* Tudo sobre cabeamento de redes

- ⇨ Frank J. Derfler Jr e Les Freed
- ⇨ Editora Campus, 1994