

1. Componentes de uma Rede	5
1.1 Introdução	6
2. Princípios de Telecomunicações	6
2.1 Sistemas de Comunicação	6
2.2 Tipos de Sinais	6
Sinais Analógicos	6
Sinais Digitais	7
Largura de Banda	8
Potência do Sinal	9
2.3 Transmissão de Sinais Analógicos e Digitais	10
Perturbações que Afetam o Canal de Comunicações	10
Distorções Sistemáticas	10
Distorções Aleatórias	11
2.4 Modos de Transmissão de Sinais Digitais	12
Modos de Operação	13
2.5 Transmissão na Presença de Ruído	13
Modulação	15
Modulação de Pulso	17
2.6 Conversão Analógico/Digital	18
2.7 Transmissão de Sinais Banda Base	18
Codificação NRZ-L	20
Codificação NRZ-I	20
Codificação Manchester	20
Codificação MLT-3	21
Codificação 4B/5B	21
Codificação 8B/10B	21
Codificação PAM5	21
Multiplexação	22
SONET/SDH	25
3. Meios de Comunicação	26
3.1 Conceito	26
Características dos Cabos Metálicos	26
Resistência	27
Indutância	27
Capacitância Mútua	27
Condutância	28
Impedância Característica	28
3.2 Tipos de Cabos Metálicos	29
Cabos Coaxiais	31
Sistemas de Transmissão com Cabos de Par Trançado	31
Atenuação	32
Velocidade de Propagação	32
Atraso de Propagação (Propagation Delay)	32
Atraso de Propagação Relativo (Skew Delay)	32
Diafonia (Crosstalk)	33
Perda de Retorno (Return Loss)	35
Relação Atenuação-Diafonia (ACR)	35
ELFEXT (Equal Level Far End Crosstalk)	36
Alien Crosstalk	37
3.3 Categorias e Normas para Cabeamento Metálico	37
Categorias de Cabeamento Metálico e Normas de Cabeamento	37
Projeto de Cabos	38
3.4 Características dos Cabos Ópticos	39
Noções Básicas de Óptica	39
Princípio de Funcionamento das Fibras Ópticas	41

Classificação das Fibras Ópticas	42
Fibras Multimodo	42
Fibras Monomodo	43
3.5 Sistemas de Transmissão com Cabos de Fibra Óptica	43
Atenuação	43
Dispersão	44
Fontes Luminosas	44
3.6 Wireless Lan	44
Frequências	45
Topologia da Rede	45
Espalhamento de Espectro	46
Padrões IEEE 802.11	47
4. Rede de Computadores	49
4.1 O que é uma Rede de Computadores?	49
Computação Centralizada	49
Rede Distribuída	50
Rede Colaborativa	51
4.2 Classificação das Redes	51
PAN (Personal Area Network)	52
LAN (Local Area Network)	52
CAN (Campus Area Network)	52
MAN (Metropolitan Area Network)	52
WAN (Wide Area Network)	52
Global Area Network	52
4.3 Padronização	53
Open System Interconnection (OSI)	53
Camada 1 – Física	54
Camada 2 – Enlace	54
Camada 3 – Rede	55
Camada 4 – Transporte	55
Camada 5 – Sessão	56
Camada 6 – Apresentação	57
Camada 7 – Aplicação	57
4.4 Padronizações para Redes Locais	57
Topologias de Rede	58
IEEE 802.3 Ethernet Working Group	59
Modelo OSI e Camadas Lógicas IEEE 802.3	60
Carrier Sense Multiple Access/Colision Detection (CSMA/CD)	60
O Quadro Ethernet	61
Repetidores para Fast Ethernet	68
4.5 Power over Ethernet (PoE)	73
4.6 Ethernet para Rede de Acesso Baseada em Fibra Óptica	74
Topologia Ponto-a-Ponto em Fibra Óptica Proposta para EFM	75
Topologia Ponto-Multiponto em Fibra Óptica Proposta para EFM	76
Topologia Ponto-a-Ponto em Par Trançado Proposta para EFM	76
5. Tecnologias de Wan	77
5.1 ISDN (Integrated Services Digital Network)	77
5.2 Frame Relay	79
5.3 ATM (Asynchronous Transfer Mode)	79
5.4 A Tecnologia xDSL (Digital Subscriber Line)	80
5.5 A Tecnologia Cable Modem	82
5.6 VoIP (Voice over IP) – Voz sobre IP	83
5.7 DDR – Discagem Direta a Ramal	84
6. Referências Bibliográficas	85

Índice

1. Componentes de uma Rede	3
1.1. O Cabeamento	3
1.2. O Hardware de Rede	3
1.3. O Software	4
2. Equipamentos para Redes e Aplicações	6
2.1. Hubs	6
2.2. Switches	7
2.2.1. Conceitos	7
2.2.2. Funcionamento	9
2.2.3. Switches Gerenciáveis e Não-Gerenciáveis	10
2.2.4. Características dos Switches	11
2.3. Switch Nível 3	20
2.4. Switch Nível 4	21
2.5. Roteadores	22
2.6. Interfaces de Rede	24
3. Acessórios para Redes e Aplicações	26
3.1. Transceivers Ethernet	26
3.2. Conversores de Mídia Ethernet	26
3.3. Print Servers	28
3.4. No Breaks (UPS-Uninterruptible Power Supply)	28
4. Tópicos em LANs	30
4.1. Configurações Especiais para Servidores	30
4.1.1. Cluster	30
4.1.2. Storage	30
4.2. Gerenciamento de Rede	32
4.3. Projeto Lógico-Hierárquico	32
4.3.1. Camada de Acesso	33
4.3.2. Camada de Concentração	33
4.3.3. Camada de Núcleo	34
4.4. Projeto Redundante	35
4.5. Rede de uma Pequena Empresa	35
4.6. Rede de uma Empresa de Médio Porte	36
4.7. Rede de uma Empresa de Grande Porte	37
Referências Bibliográficas	39

Introdução	5
Capítulo 1	6
1.1 Cabeamento Estruturado Metálico em Edifícios Comerciais	6
Norma Brasileira.....	8
Capítulo 2	10
2.1 O padrão ANSI/TIA-568-C para Cabeamento Estruturado	10
2.2 Elementos ou Subsistemas que Compõem um Cabeamento Estruturado	10
2.3 Conceitos Aplicados no Cabeamento Estruturado	11
Interconexão.....	11
Cross-connect ou Distribuidor	12
2.4 Considerações Normativas de Cada Subsistema	13
Área de Trabalho ou Work Area - WA.....	13
O Conceito Cabeamento em Escritórios Abertos	16
Considerações da ANSI/TIA-568 C.1 para os MUTOAs	17
Cabeamento Horizontal ou Horizontal Cabling.....	18
Topologia	18
Distâncias no Cabeamento Horizontal.....	18
Escolha do Cabeamento	19
Cabeamento de Fibra Óptica Centralizado	20
Consolidation Point (CP).....	20
Considerações da ANSI/TIA-568-C para os CPs.....	21
Sala de Telecomunicações ou Telecommunications Room (TR).....	21
Cabeamento de Backbone.....	23
Meios de Transmissão Considerados para Backbone.....	23
2.5 Topologia	24
2.6 Critérios de Segurança para o Cabeamento Interno.....	28
Cabos “LEAD FREE”	29
2.7 Sala de Equipamentos ou Equipment Room (ER).....	30
Main Cross-connect (MC) – Distribuidor de Campus	30
Intermediate Cross-connect (IC) – Distribuidor de Edifício.....	31
Entrance Facilities ou Infraestrutura de Entrada (EF)	31
2.8 Integração de Tecnologias e Serviços.....	32
Capítulo 3	33
3.1 Considerações Normativas da ANSI/TIA-569-B	33
Área de Trabalho (WA – Work Area)	33
Elementos de Infraestrutura para o Percurso Horizontal.....	33
Eletrodutos	33
Malha de Distribuição Embutida em Piso.....	34
Malha de Piso Falso, Piso Elevado ou Painéis Modulares de Piso Suportados por Pedestais.....	35
3.2 Encaminhamento de Cabos Sob Piso Elevado.....	36
3.3 Escolha da Solução de Piso Elevado.....	37
Dutos e Eletrocalhas ou Sistemas Primários de Distribuição.....	38
Malha de Distribuição de Teto.....	38
Canaletas Aparentes.....	39
Sala de Telecomunicações.....	39
Percurso Verticais ou Backbone	41

Sala de Equipamento (ER – Equipment Room)	42
Entrance Facilities.....	43
Separação de Fontes de Energia Eletromagnéticas (EMI).....	43
Capítulo 4	44
4.1 Administração do Cabeamento Estruturado ANSI/TIA-606-A.....	44
Classe 1	44
Classe 2.....	44
Classe 3.....	44
Classe 4.....	45
As-Built	45
Código de Cores.....	45
4.2 Recursos Avançados de Gerenciamento	46
Patch Panel ou DIO Gerenciáveis	47
Capítulo 5	49
5.1 Data Center – TIA-942	49
Topologia para Data Center	50
5.2 Sistema de Cabeamento para Data Centers.....	52
Cabeamento Horizontal (HC)	52
5.3 Cabeamento de Backbone	53
Topologia e Distâncias	53
Capítulo 6	54
6.1 Sistema de Cabeamento em Residências	54
6.2 Dispositivo de Distribuição	54
6.3 Cabeamento para as Tomadas (Outlet Cable).....	55
Localização de Tomadas.....	56
Caminhos para o Cabeamento.....	57
Tomadas de Telecomunicação e Conectores.....	57
Cordões de Equipamento e de Manobra	57
Terminação de Serviços do Andar	58
Caminhos de Backbone	58
6.4 Cabeamento de Backbone	58
Cabos Reconhecidos.....	58
Topologia	58
Proteção do Cabeamento Inter-prédios	59
6.5 Especificação de Componentes.....	59
Cabos U/UTP	59
Hardware de Conexão para Cabos U/UTP	59
Cabos de Fibra Óptica.....	59
6.6 Especificações para Rede Interna.....	59
6.7 Especificações para Rede Externa.....	59
6.8 Cabo Drop.....	60
Cordões de Conexão e de Equipamento.....	60
6.9 Cabo Coaxial de 75 ohms	60
Cordões de Manobra ou de Equipamento.....	60
Cabos Coaxiais para Backbone.....	60
Requisitos de Instalação e Testes de Campo	60

Capítulo 7	61
Técnicas de Instalação.....	61
7.1 Segurança do Trabalho.....	61
7.2 Técnicas e Cuidados para o Lançamento de Cabos U/UTP.....	62
7.3 Conectorização de Cabos U/UTP.....	64
Conectorização em Tomadas Modulares de 8 vias.....	65
Instalação de Conectores Modulares de 8 vias.....	66
7.3 Montagem de Racks.....	67
Racks 19”.....	67
Instalação de Painéis de Conexão ou Patch Panels.....	69
Blocos de Conexão IDC.....	71
Instalação.....	71
Capítulo 8	74
8.1 Certificação de Sistemas de Cabeamento Estruturado.....	74
Mapeador de Cabos (Cable Mapper).....	74
Testador de Cabos (Cable Tester ou Scanner).....	74
Permanent Link.....	75
Canal Horizontal ou Link Canal.....	75
Nível de Previsão dos Testadores.....	75
8.2 Parâmetros Disponíveis para Checagem em Determinados Modelos.....	76
Taxa de Colisão na Rede.....	76
Nível de Ruído na Rede.....	76
Analisadores de Rede.....	76
8.3 Parâmetros Checados numa Certificação com o Cable Scanner.....	77
Mapeamento dos Condutores.....	77
Comprimento do Cabo.....	77
Atenuação.....	78
Paradiafonia.....	78
Impedância Característica.....	79
Resistência do Cabo.....	79
EL-FEXT, Return Loss, Skew Delay.....	79
ACR.....	79
Passos para Realização dos Testes.....	80
Análise dos Testes.....	80
8.4 Dicas de Defeitos em Campo (Certificação).....	82
Erros de NEXT:.....	82
Erros de Atenuação:.....	82
Erros de ACR:.....	82
Erros de Impedância:.....	82
Erros de Capacitância:.....	82
Lista de Abreviaturas	83
Referências Bibliográficas	85
Anotações	86

Introdução	5
Capítulo 1	6
1.1 Histórico e Conceitos.....	6
A Natureza da Luz.....	6
Ondas Eletromagnéticas.....	6
1.2 Noções Básicas de Óptica.....	8
Meios de Propagação.....	8
Reflexão e Refração da Luz.....	8
1.3 Vantagens das Fibras Ópticas.....	11
Total Imunidade a Interferências Eletromagnéticas.....	11
Dimensões Reduzidas.....	12
Segurança no Tráfego de Informações.....	12
Maiores Distâncias nas Transmissões.....	12
Maior Capacidade de Transmissão.....	12
Atual Relação Custo-Benefício.....	12
Capítulo 2	13
2.1 Princípio de Funcionamento das Fibras Ópticas.....	13
2.2 Sistemas de Comunicação por Fibras Óptica.....	13
2.3 Classificação das Fibras Ópticas.....	14
Fibras Multimodo (MMF).....	14
Multimodo de Índice Degrau.....	14
Multimodo de Índice Gradual.....	15
Fibras Multimodo (62,5 µm Núcleo e 125 µm Casca).....	15
Fibras Multimodo (50 µm Núcleo e 125 µm Casca).....	16
Fibras Monomodo.....	16
2.4 Atenuação e Dispersão em Fibras Ópticas.....	16
Atenuação da Fibra Óptica.....	17
Absorção.....	17
Espalhamento.....	18
Deformações Mecânicas.....	19
2.5 Dispersão das Fibras Ópticas.....	19
2.6 Fibras Ópticas Especiais.....	21
Fibras Monomodo (DSF - Dispersion Shifted Fiber) – Dispersão Deslocada.....	21
Fibras Monomodo (NZD SF - Non-Zero Dispersion Shifted Fiber).....	21
Fibras Monomodo Low Water Peak (Baixo Pico D'água).....	21
Fibras Multimodo para 10 Gigabit.....	22
Capítulo 3	24
3.1 Fontes de Luz, Modulação e Multiplexação Óptica.....	24
3.2 Parâmetros de Transmissão para Fontes Ópticas.....	24
Comprimento de Onda Central (Central Wavelength).....	24
Largura Espectral (Spectral Width).....	24
Potência Média (Average Power).....	25
Velocidade de Modulação (Modulation Rate ou Frequency).....	25
3.3 Fontes Ópticas.....	25
LED.....	25
ILD.....	26
VCSEL.....	26
3.4 Modulação e Multiplexação.....	27
Modulação.....	27
Multiplexação.....	27
WDM (Wavelength Division Multiplexing).....	27

Capítulo 4	30
4.1 Métodos de Fabricação de Fibras e Cabos Ópticos	30
4.2 Tecnologias de Construção para Cabos Ópticos	30
Cabos Tipo Tight	31
Cabos Tipo Loose	31
Cabos Tipo Groove	31
Cabos Tipo Ribbon	32
Componentes dos Cabos Ópticos	33
4.3 Rede Externa Subterrânea	34
Quanto à Aplicação	34
Quanto ao Tipo de Proteção	35
4.4 Rede Externa Aérea	36
OPGW X	36
CFOA X ASY RA G Z	37
CFOA X LVY W Z K	37
4.5 Cabos Ópticos para LANs	38
Cabo Fiber-Lan Indoor / Outdoor	38
Cabo Fiber-Lan-AR Indoor/ Outdoor	38
Cabo Fis-Optic-DG	39
Cabo Fis-Optic-AS	39
Cabo Optic-Lan	39
Cabo Fis Optic-AR	40
Capítulo 5	41
5.1 FTTx	41
5.1.1 Introdução	41
5.1.2 Passive Optical Network	41
5.1.3 Componentes de uma Rede PON	42
Central de Equipamentos (Central Office)	42
Rede Óptica (Troncal/Feeder)	43
Pontos de Distribuição de Fibras	43
Rede Óptica de Distribuição	44
Rede Óptica Drop	44
Rede Interna	45
Solução FTTB (Fiber-To-The-Building)	45
Solução FTTA (Fiber-To-The-Apartment)	45
Solução FTTH (Fiber-To-The-Home)	46
Capítulo 6	47
6.1 Instalação de Cabos Ópticos	47
6.2 Segurança do Trabalho	47
6.3 Cuidados com Cabos Ópticos	48
6.4 Instalação de Cabos Internos	50
6.5 Instalação Subterrânea	51
Recomendações para Lançamento Subterrâneo Manual ou com Guincho	52
Lançamento Subterrâneo por Sopramento	54
Lançamento de Microcabos	55
Lançamento Diretamente Enterrado	55
6.6 Instalação Aérea	56
Cabos Espinados	56
Cabos Auto-sustentados	58
6.7 Suspensão	59
6.8 Puxamento com Talha Manual	59
6.9 Puxamento com Moitões Cardenais com Cordas	60
6.10 Puxamento com Auxílio de Roldanas	61
6.11 Ferragens para Redes Ópticas	62
Cabos Espinados	62
Cabos Auto-sustentados	63

6.12	Caixas de Emendas.....	64
	Montagem de uma Caixa de Emendas.....	65
Capítulo 7	67
7.1	Conectividade e Acessórios Ópticos.....	67
	Terminações Ópticas.....	67
	Características.....	67
	Perda de Inserção.....	67
	Perda de Retorno.....	67
	Conectorização.....	68
	Tipos de Polimento.....	68
	Cuidados no Polimento.....	69
	Apex Offset.....	69
	Raio de Curvatura.....	69
	Fiber Undercut / Protusion.....	69
7.2	Tipos de Conectores.....	70
	Conectores para Alta Densidade.....	71
7.3	Cordões e Extensões Ópticas.....	73
7.4	Distribuidor Interno Óptico (DIO).....	75
7.5	Montagem do DIO A270 da Furukawa.....	78
	Ferramentas e Consumíveis.....	78
7.6	Instalação do DIO.....	78
	Instalação do Cabo Óptico.....	78
	Acomodação das Unidades Básicas.....	80
7.7	Aplicação em Cabeamento Estruturado.....	81
7.8	Infra-Estrutura para Cabeamento Óptico.....	83
	Considerações.....	83
Capítulo 8	84
8.1	Emendas Ópticas.....	84
8.2	Processos Mecânicos.....	86
	Processo por Alinhadores.....	86
	Processo por Conectorização.....	86
8.3	Processo por Fusão de Fibras Ópticas.....	87
Capítulo 9	90
9.1	Certificação e Testes em Fibras Ópticas.....	90
9.2	Medições Realizadas em Laboratório.....	90
9.3	Medições Realizadas em Campo.....	90
	Testes de Continuidade.....	90
9.4	Testes de Atenuação.....	91
9.5	Testes de Atenuação Absoluta.....	91
	Referência para Calibragem.....	92
9.6	Testes Analíticos.....	93
	Medidas em Emendas.....	95
9.7	Certificação.....	97
	Cabeamento Horizontal ou Centralizado.....	97
	Backbone IntraBuilding.....	97
	Backbone InterBuilding.....	97
	Calculo de Atenuação (Power Budget).....	97
	Exemplo de Cálculo de Atenuação.....	98
9.8	Identificação das Fibras Ópticas.....	99
	Lista de Abreviaturas.....	100
Referências Bibliográficas	101