

Visto até agora:

Conceitos Básicos do Capítulo I (+ partes dos 5&6)

MACs disciplinam o uso de um meio, com regras específicas

Meios mais comuns: cobre, ar (rádio), fibra (luz)

Protocolos são regras projetadas para capacitar a comunicação entre processos (IP e TCP são exemplos)

Protocolos são Orientados a Conexão ou Connectionless (TCP é orientado a conexão e funciona sobre IP que é connectionless – CONCEITOS DOS CAP. 5&6)

Hierarquias de protocolos são montadas. Uma camada oferece serviços para a camada imediatamente superior (sockets)

Características de projeto: endereçamento, controle de erros e de fluxo, multiplexação, etc

Um link de comunicação pode ser circuit-switched ou packet-switched

Redes bem difundidas: internet, ethernet, ATM, 802.11

---nas próximas aulas---

características de meios físicos,
modulação de sinais, modems, o caso
das fibras óticas, radio frequências,
medidas de desempenho

Provinha 05.04.2010

(não se esqueça de conferir o nome na lista do ônibus!)

- Se um sinal quaternário deve ser enviado num canal de 3 KHz, cuja relação sinal/ruído é de 20 dB, qual é a máxima taxa de dados possível? Justifique.
- Qual é a relação sinal ruído necessária para colocar uma portadora T1 num canal de 50 KHz?

Capítulo 2

A Camada Física

A Base Teórica para a Comunicação de Dados

- Análise de Fourier
- Sinais Limitados pela Largura de Banda
- Taxa de Dados Máxima de um Canal

2.1 - Base Teórica Para Comunicação de Dados

- Uma informação pode ser transmitida por fios elétricos pela variação de uma propriedade física qualquer como a voltagem ou a corrente.

- Sinais podem ser representados como uma função "f (t)", onde o valor da voltagem ou corrente varia com o tempo. Assim eles podem ser analisados matematicamente.

• Análise de Fourier (1904)

Qualquer função g(t) periódica com o período T pode ser escrita como uma soma de senos e cossenos.

2.1 - Base Teórica Para Comunicação de Dados

• Análise de Fourier (1904)

$$g(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2\pi n f t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi n f t)$$

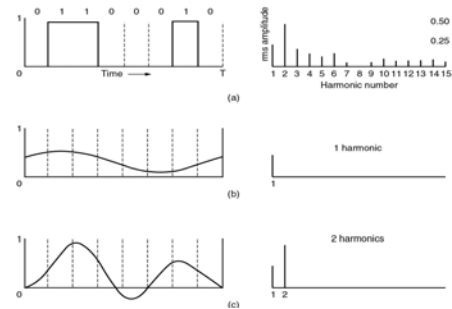
, onde

$$f = 1/T \text{ (frequência fundamental)}$$

a_n e b_n são as amplitudes dos senos e cossenos da n-ésima harmônica.

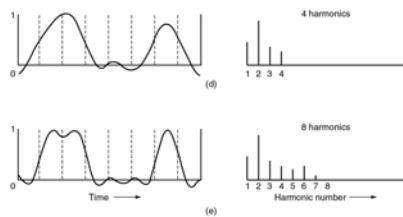
Para qualquer $g(t)$, a , b e c podem ser calculados.

Sinais Limitados pela Largura de Banda



(a) Um sinal binário e suas amplitudes de média quadrática Fourier.
(b) – (c) Aproximações sucessivas do sinal original.

Sinais Limitados pela Largura de Banda (2)



(d) – (e) Aproximações sucessivas do sinal original.

2.2 - Largura de Banda

- Nenhum sistema transmite sinais sem perdas de energia no processo. Adicionalmente, as perdas ocorrem de maneira diferente para diferentes harmônicas, o que insere **distorção**.
- Normalmente, as frequências são transmitidas sem alterações até uma determinada frequência f_c . As frequências acima de f_c são fortemente atenuadas.
- O limite f_c , muitas vezes é devido à propriedades físicas do meio. Em outros casos, é intencionalmente colocado na linha.
 - No caso de linhas telefônicas comuns, $f_c = 3$ KHz.
- "**BAUD**" é o número de vezes que um sinal pode mudar por segundo numa linha de comunicação.

2.3 - Velocidade Máxima de Transmissão de um Canal:

- Para linhas sem ruído : Teorema de Nyquist.

velocidade máxima = V bits/seg
onde H é a largura máxima de banda e V é o número de níveis discretos.

Ex. para linha telefônica com $f_c = 3$ KHz, velocidade máxima = 6 Kbps.

- Para linhas com ruído : Teorema de Shannon.

velocidade máxima = $H \log_2(1 + s/n)$

Relação Sinal-Ruído : Potência do Sinal (s)/Potência do Ruído (n)

Decibel (dB) : $10 \log_{10} (S/N)$

Numa linha telefonica com $f_c = 3$ KHz e 30 dB, temos
max rate = 30 Kbps independente do número discreto de níveis.

Sinais Limitados pela Largura de Banda (3)

Bps	T (msec)	First harmonic (Hz)	# Harmonics sent
300	26.67	37.5	80
600	13.33	75	40
1200	6.67	150	20
2400	3.33	300	10
4800	1.67	600	5
9600	0.83	1200	2
19200	0.42	2400	1
38400	0.21	4800	0

Relação entre as taxas de dados e as harmônicas

Provinha 05.04.2010

- Se um sinal quaternário deve ser enviado num canal de 3 KHz, cuja relação sinal/ruído é de 20 dB, qual é a máxima taxa de dados possível? Justifique.
- Qual é a relação sinal ruído necessária para colocar uma portadora T1 num canal de 50 KHz?

Provinha 6

- a) Streams de áudio e vídeo tem certa dependência de banda (poucos kbps para áudio e poucos mbps para vídeo). Também são sensíveis a atraso, principalmente se forem parte de aplicações interativas (telefonía e videoconferência). Avalie a transmissão intercontinental destas mídias utilizando:
- uma malha de 6 satélites, com retransmissão no espaço;
 - links de fibra;
 - avalie, de maneira aproximada, os atrasos envolvidos.
- b) Responda: o que é, provavelmente, mais adequado para conectar dois jogadores, em rede, distantes 300 km entre si: - um link de satélite com banda razoável ou uma conexão discada de poucos kbps?

Meio de Transmissão

- Meio Magnético
- Par Trançado
- Cabo Coaxial
- Fibra Ótica

2.4 - Meios de Transmissão

- Meios Magnéticos
Gravação em fita ou disco magnético e transporte físico.
Oferece altas taxas de transmissão
Baixo custo por bit transportado

- Par Trançado
Muitas aplicações precisam ter uma conexão física.
O par trançado consiste num par de fios que é trançado para diminuir interferência elétrica de outros fios (e outras fontes de ruídos) em volta.

A taxa de transmissão depende da espessura do cabo e do comprimento. Recentemente foi adotado como um dos padrões de meio de transmissão para redes ethernet.

Par Trançado



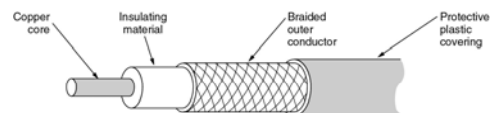
(a)



(b)

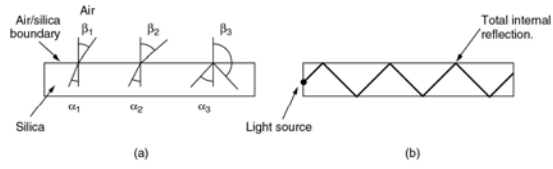
- (a) UTP Categoria 3.
(b) UTP Categoria 5.

Cabo Coaxial



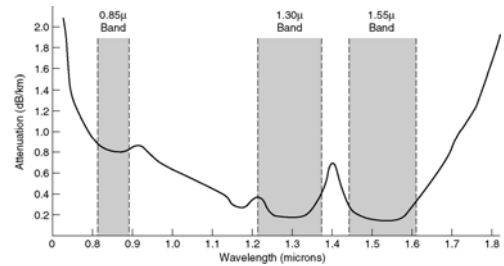
Um cabo coaxial.

Fibra Ótica



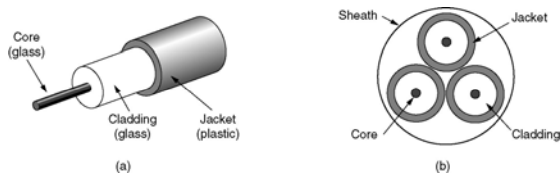
- (a) Três exemplos de um feixe de luz dentro de uma fibra de sílica colidindo com a fronteira ar/sílica em diferentes ângulos.
 (b) A luz interceptada pela reflexão interna total.

Transmissão de Luz através de Fibra



Atenuação da luz através de fibra na região infravermelha.

Cabos de Fibra



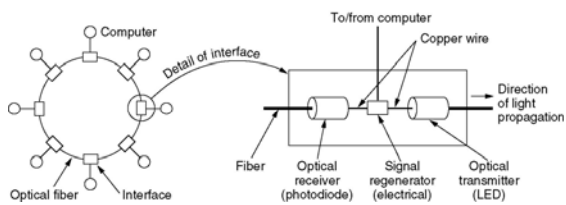
- (a) Perspectiva lateral de uma fibra.
 (b) Extremidade de um cabo com três fibras.

Cabos de Fibra (2)

Item	LED	Semiconductor laser
Data rate	Low	High
Fiber type	Multimode	Multimode or single mode
Distance	Short	Long
Lifetime	Long life	Short life
Temperature sensitivity	Minor	Substantial
Cost	Low cost	Expensive

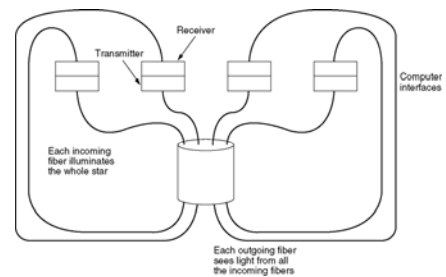
Uma comparação entre diodos semicondutores e emissores de luz utilizados como fontes de luz.

Redes de Fibra Ótica



Um anel de fibra ótica com repetidores ativos.

Redes de Fibra Ótica (2)

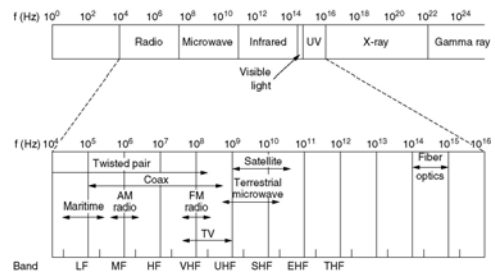


Uma conexão em estrela passiva em uma rede de fibra ótica.

Transmissão Sem Fio

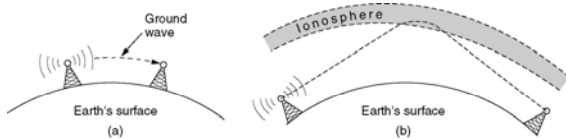
- O Espectro Eletromagnético
- Transmissão de Rádio
- Transmissão de Microondas
- Ondas Milimétricas e Infravermelhas
- Transmissão de Ondas de Luz

O Espectro Eletromagnético



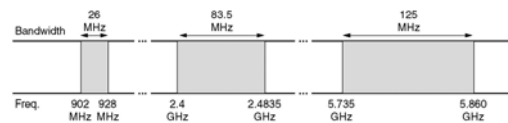
O espectro eletromagnético e a maneira como ele é usado na comunicação.

Transmissão de Rádio



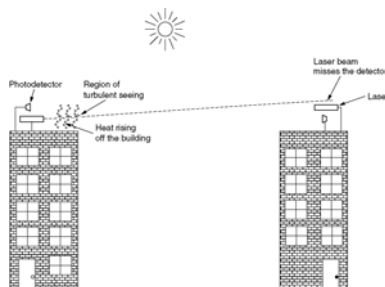
- (a) Nas faixas VLF, LF e MF, as ondas de rádio obedecem à curvatura da Terra.
- (b) Na HF, elas ricocheteiam na ionosfera.

Políticas do Espectro Eletromagnético



As bandas ISM nos Estados Unidos.

Transmissão de Ondas de Luz



Correntes de convecção podem interferir nos sistemas de comunicação a laser. A figura mostra um sistema bidirecional, no qual há dois lasers.

Satélites de Comunicação

- Satélites Geoestacionários
- Satélites de Órbita Terrestre Média
- Satélites de Órbita Terrestre Baixa
- Satélites versus Fibra

Satélites de Comunicação

Altitude (km)	Type	Latency (ms)	Sats needed
35,000	GEO	270	3
15,000 - 20,000	MEO	35-85	10
0 - 5,000	LEO	1-7	50

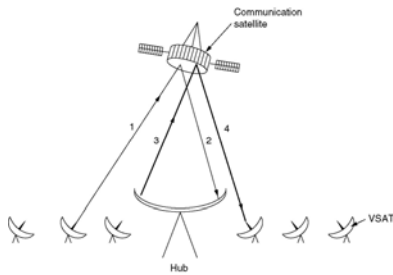
Satélites de comunicação e algumas de suas propriedades, incluindo altitude sobre a terra, tempo de atraso de volta completa e número de satélites necessários para cobertura global.

Satélites de Comunicação (2)

Band	Downlink	Uplink	Bandwidth	Problems
L	1.5 GHz	1.6 GHz	15 MHz	Low bandwidth; crowded
S	1.9 GHz	2.2 GHz	70 MHz	Low bandwidth; crowded
C	4.0 GHz	6.0 GHz	500 MHz	Terrestrial interference
Ku	11 GHz	14 GHz	500 MHz	Rain
Ka	20 GHz	30 GHz	3500 MHz	Rain, equipment cost

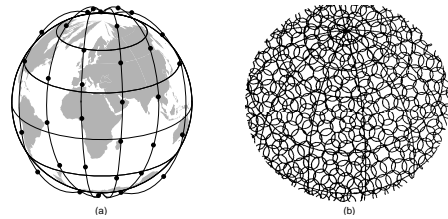
As principais bandas de satélite.

Satélites de Comunicação (3)



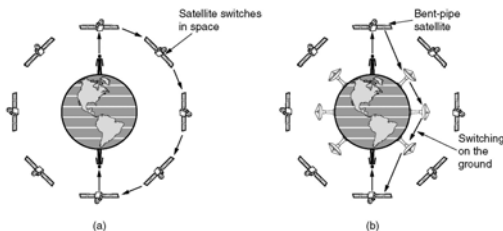
VSATs usando um hub.

Satélites de Órbita Terrestre Baixa Iridium



- (a) Satélites Iridium formam seis eixos em torno da Terra.
- (b) 1628 células móveis cobrem a Terra.

Globalstar



- (a) Relaying no espaço.
- (b) Relaying na terra.

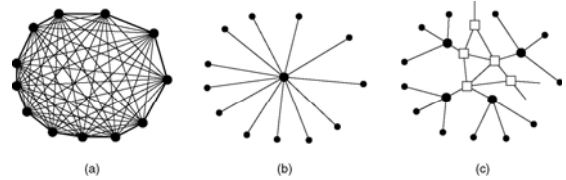
Provinha

- a) Streams de áudio e vídeo tem certa dependência de banda (poucos kbps para áudio e poucos mbps para vídeo). Também são sensíveis a atraso, principalmente se forem parte de aplicações interativas (telefonía e videoconferência). Avalie a transmissão intercontinental destas mídias utilizando:
 - uma malha de 6 satélites, com retransmissão no espaço;
 - links de fibra;
 - avalie, de maneira aproximada, os atrasos envolvidos.
- b) Responda: o que é, provavelmente, mais adequado para conectar dois jogadores, em rede, distantes 300 km entre si: - um link de satélite com banda razoável ou uma conexão discada de poucos kbps?

O Sistema Telefônico

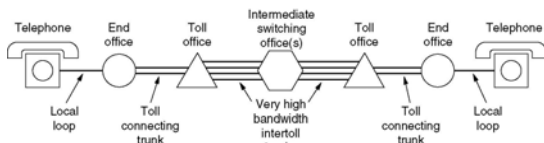
- Estrutura do Sistema Telefônico
- A Política das Companhias Telefônicas
- Loop Local
- Troncos e Multiplexação
- Comutação

Estrutura do Sistema Telefônico



- (a) Rede totalmente interconectada.
- (b) Computador centralizado.
- (c) Hierarquia de dois níveis.

Estrutura do Sistema Telefônico (2)

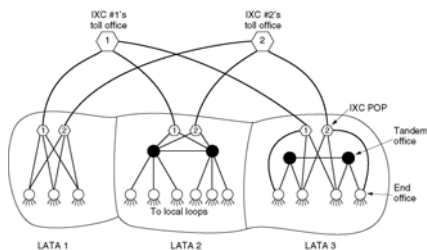


Rota de um circuito típico de uma chamada a média distância.

Componentes Principais do Sistema Telefônico

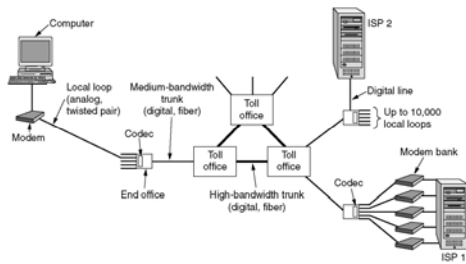
- Loops locais
 - Cabos de pares trançados analógicos indo até residências e comércio
- Troncos
 - Fibra ótica digital conectando as estações de comutação
- Estações de comutação
 - Onde chamadas são movidas de um tronco para outro

A Política das Companhias Telefônicas



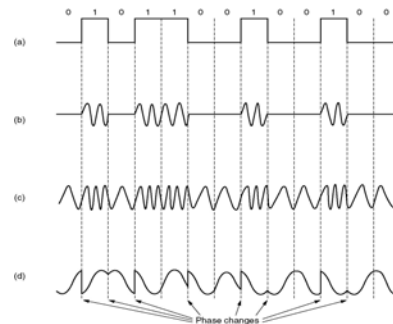
O relacionamento entre LATAs, LECs, e IXCs. Todos os círculos são estações de comutação LEC. Cada hexágono pertence à IXC indicada pelo número.

Loop Local: Modems, ADSL, e Sem-Fio



O uso das transmissões analógica e digital para uma chamada entre dois computadores. A conversão é feita por modems e *codecs*.

Modems



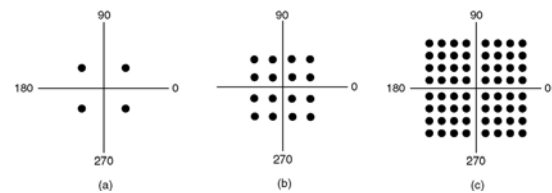
- (a) Um sinal binário
- (b) Modulação por amplitude
- (c) Modulação por frequência
- (d) Modulação por fase

Baud rate e Bit rate

a) baud rate = frequência do sampling

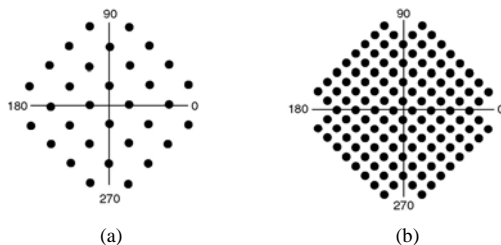
a) bit rate = baud rate * número de bits por sampling

Modems (2)



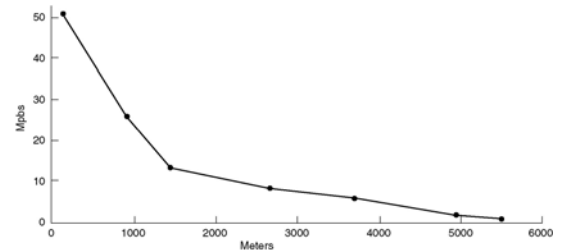
- (a) QPSK (quadrature phase shift keying - 2 bits).
 - (b) QAM-16 (quadrature amplitude modulation - 4 bits).
 - (c) QAM-64 (quadrature amplitude modulation - 6 bits).
- keying = modulação

Modems (3)



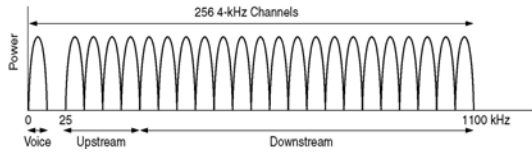
- (a) V.32 para 9600 bps.
- (b) V32 bis para 14,400 bps.

Linhas de Assinantes Digitais (DSL)



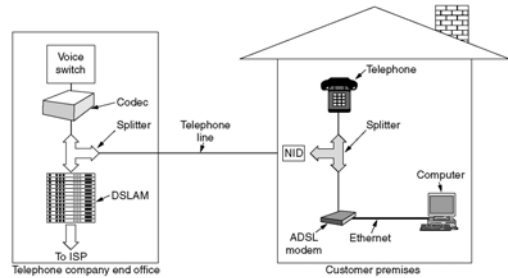
Largura de banda versus distância sobre UTP categoria 3 UTP para DSL.

Linhas de Assinantes Digitais (DSL) (2)



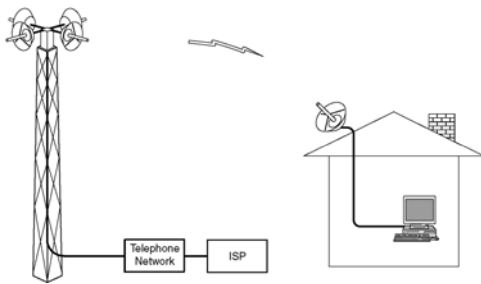
Operação do ADSL usando modulação multitonal discreta.

Linhas de Assinantes Digitais (DSL) (3)



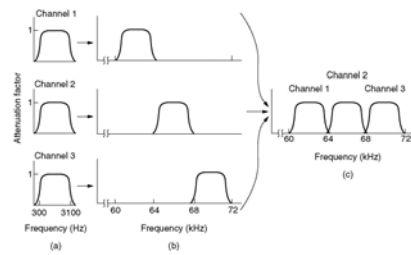
Uma configuração típica de equipamento ADSL.

Loops Locais Sem-Fio



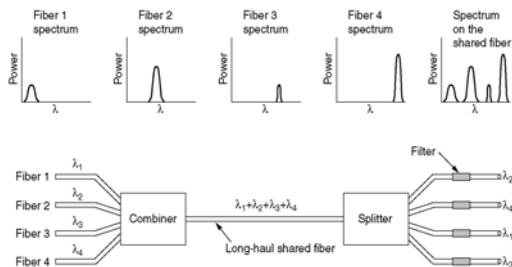
Arquitetura de um sistema LMDS

Multiplexação por Divisão de Frequência



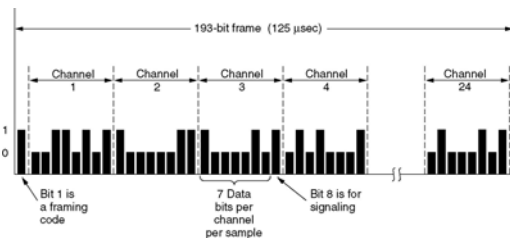
- (a) Larguras de banda originais.
- (b) As larguras de banda aumentaram em frequência.
- (c) O canal multiplexado.

Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda



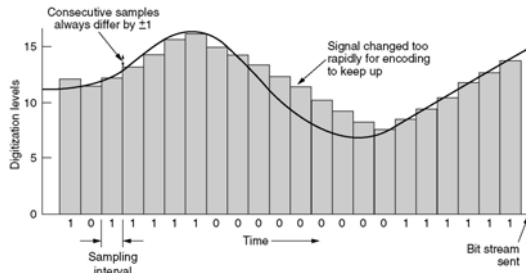
Multiplexação por divisão de comprimento de onda.

Multiplexação por Divisão de Tempo



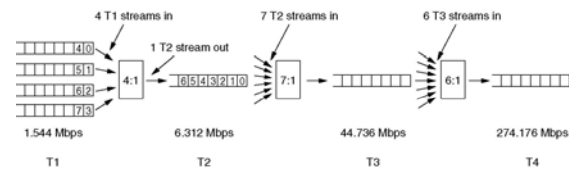
A concessionária T1 (1,544 Mbps).

Multiplexação por Divisão de Tempo (2)



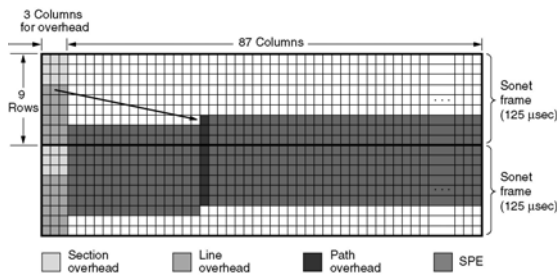
Modulação delta.

Multiplexação por Divisão de Tempo (3)



Multiplexando fluxos T1 em concessionárias de velocidade mais alta.

Multiplexação por Divisão de Tempo (4)



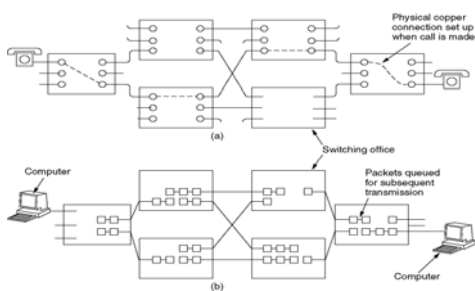
Dois quadros duplos na rede SONET.

Multiplexação por Divisão de Tempo (5)

SONET		SDH	Data rate (Mbps)		
Electrical	Optical	Optical	Gross	SPE	User
STS-1	OC-1		51.84	50.112	49.536
STS-3	OC-3	STM-1	155.52	150.336	148.608
STS-9	OC-9	STM-3	466.56	451.008	445.824
STS-12	OC-12	STM-4	622.08	601.344	594.432
STS-18	OC-18	STM-6	933.12	902.016	891.648
STS-24	OC-24	STM-8	1244.16	1202.688	1188.864
STS-36	OC-36	STM-12	1866.24	1804.032	1783.296
STS-48	OC-48	STM-16	2488.32	2405.376	2377.728
STS-192	OC-192	STM-64	9953.28	9621.504	9510.912

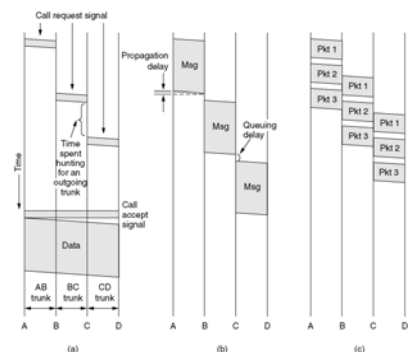
Taxas de multiplexação da SDH e da SONET.

Comutação de Circuitos



(a) Comutação de circuitos.
(b) Comutação de pacotes.

Comutação de Mensagens



(a) Comutação de circuito (b) Comutação de mensagem (c) Comutação de pacote

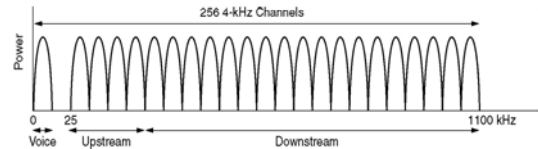
Comutação de Pacotes

Item	Circuit-switched	Packet-switched
Call setup	Required	Not needed
Dedicated physical path	Yes	No
Each packet follows the same route	Yes	No
Packets arrive in order	Yes	No
Is a switch crash fatal	Yes	No
Bandwidth available	Fixed	Dynamic
When can congestion occur	At setup time	On every packet
Potentially wasted bandwidth	Yes	No
Store-and-forward transmission	No	Yes
Transparency	Yes	No
Charging	Per minute	Per packet

Uma comparação entre redes de comutação de circuito e de comutação de pacotes.

Provinha 7 31.03.2008

Um sistema ADSL usando DTM (Discrete MultiTone, similar ao da figura 2-28), tem 248 canais de dados e aloca 3/4 desses canais disponíveis para streams downlink. Ele usa modulação QAM-64 em cada canal. Qual é a capacidade do canal de downstream?



Provinha 03.04.2008

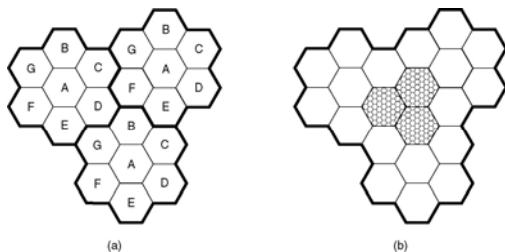
(((Lembrete: a aula que vem será no lab)))

- a) Analise, valendo-se de uma tabela, os seguintes sistemas de comunicação e o impacto de seus métodos de multiplexação: D-AMPS, GSM, CDMA, ADSL.

O Sistema Telefônico Móvel

- Telefones Móveis da Primeira Geração: Voz Analógica
- Telefones Móveis da Segunda Geração: Voz Digital
- Telefones Móveis da Terceira Geração: Voz e Dados Digitais

AMPS (Advanced Mobile Phone System)



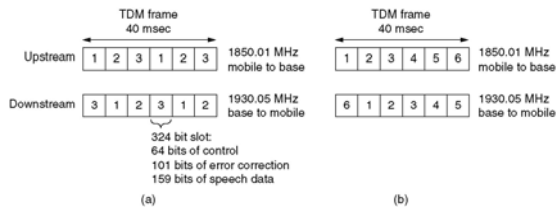
- (a) As frequências não são reutilizadas nas células adjacentes.
 (b) Para acrescentar usuários, podem ser utilizadas células menores.

Categorias de Canais

Os 832 canais são divididos em quatro categorias:

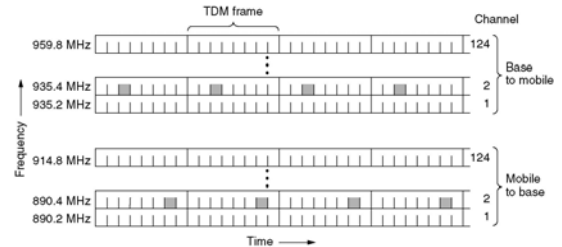
- Controle (base para unidade móvel) para gerenciar o sistema
- *Paging* (base para unidade móvel) para alertar usuários para chamadas para eles
- Acesso (bidirecional) para estabelecimento da chamada e atribuição de canais
- Dados (bidirecional) para voz, fax ou dados

D-AMPS Digital Advanced Mobile Phone System



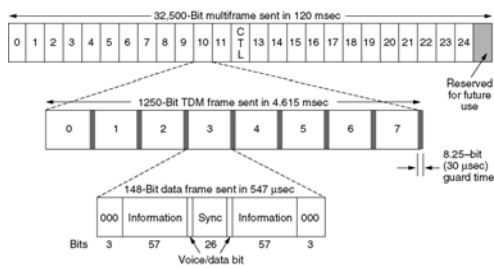
- (a) Um canal D-AMPS com três usuários.
 (b) Um canal D-AMPS com seis usuários.

GSM Global System for Mobile Communications



GSM usa 124 canais de frequência, cada um usando um sistema TDM de oito slots

GSM (2)



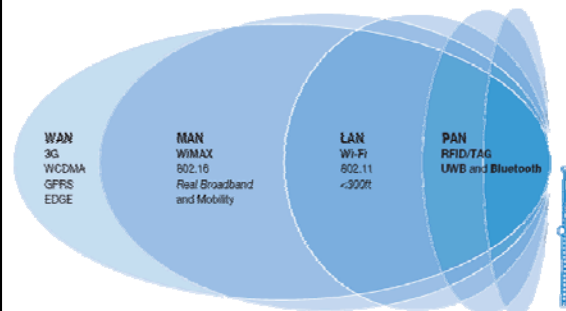
Uma porção da estrutura de quadros GSM.

CDMA – Code Division Multiple Access

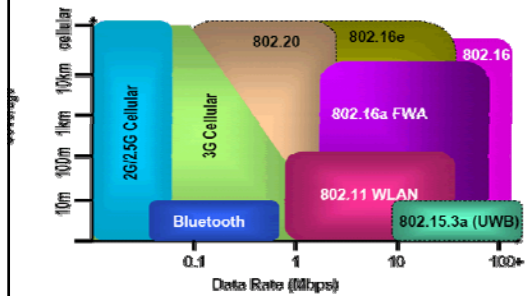


- (a) Sequências binárias para quatro estações
 (b) Sequências bipolares
 (c) Seis exemplos de transmissão
 (d) Recuperação do sinal da estação C

Abrangência Wireless



Cobertura X Taxa de transmissão



73

Provinha – 22.04.2010

- Escolhido um canal de transmissão, é ainda possível haver colisões no tráfego de uma célula?
- Um dispositivo móvel nota que o sinal recebido está diminuindo. Pode-se concluir que ele esteja se afastando do Base Station?
- Seria possível utilizar um esquema de cell splitting para melhorar o acesso WiFi em áreas de grande demanda? O que seria preciso fazer?

Cellular Network Organization

(do livro do Stallings: Wireless Communications & Networks slides em inglês)

- Use multiple low-power transmitters (100 W or less)
- Areas divided into cells
 - Each served by its own antenna
 - Served by base station consisting of transmitter, receiver, and control unit
 - Band of frequencies allocated
 - Cells set up such that antennas of all neighbors are equidistant (hexagonal pattern)

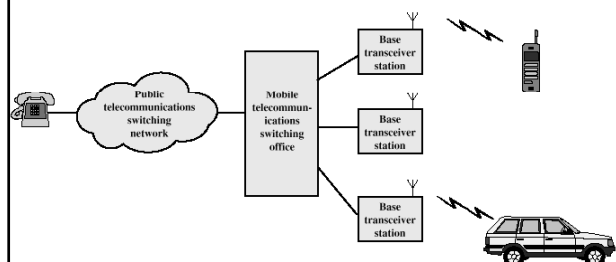
Frequency Reuse

- Adjacent cells assigned different frequencies to avoid interference or crosstalk
- Objective is to reuse frequency in nearby cells
 - 10 to 50 frequencies assigned to each cell
 - Transmission power controlled to limit power at that frequency escaping to adjacent cells
 - The issue is to determine how many cells must intervene between two cells using the same frequency

Approaches to Cope with Increasing Capacity

- Adding new channels
- Frequency borrowing – frequencies are taken from adjacent cells by congested cells
- Cell splitting – cells in areas of high usage can be split into smaller cells
- Cell sectoring – cells are divided into a number of wedge-shaped sectors, each with their own set of channels
- Microcells – antennas move to buildings, hills, and lamp posts

Cellular System Overview



Cellular Systems Terms

- a) Base Station (BS) – includes an antenna, a controller, and a number of receivers
- b) Mobile telecommunications switching office (MTSO) – connects calls between mobile units
- c) Two types of channels available between mobile unit and BS
 - Control channels – used to exchange information having to do with setting up and maintaining calls
 - Traffic channels – carry voice or data connection between users

Steps in an MTSO Controlled Call between Mobile Users

- a) Mobile unit initialization
- b) Mobile-originated call
- c) Paging
- d) Call accepted
- e) Ongoing call
- f) Handoff

Additional Functions in an MTSO Controlled Call

- a) Call blocking
- b) Call termination
- c) Call drop
- d) Calls to/from fixed and remote mobile subscriber

Mobile Radio Propagation Effects

- a) Signal strength
 - Must be strong enough between base station and mobile unit to maintain signal quality at the receiver
 - Must not be so strong as to create too much cochannel interference with channels in another cell using the same frequency band
- b) Fading
 - Signal propagation effects may disrupt the signal and cause errors

Handoff Performance Metrics

- a) Cell blocking probability – probability of a new call being blocked
- b) Call dropping probability – probability that a call is terminated due to a handoff
- c) Call completion probability – probability that an admitted call is not dropped before it terminates
- d) Probability of unsuccessful handoff – probability that a handoff is executed while the reception conditions are inadequate

Handoff Performance Metrics

- a) Handoff blocking probability – probability that a handoff cannot be successfully completed
- b) Handoff probability – probability that a handoff occurs before call termination
- c) Rate of handoff – number of handoffs per unit time
- d) Interruption duration – duration of time during a handoff in which a mobile is not connected to either base station
- e) Handoff delay – distance the mobile moves from the point at which the handoff should occur to the point at which it does occur

Handoff Strategies Used to Determine Instant of Handoff

- Relative signal strength
- Relative signal strength with threshold
- Relative signal strength with hysteresis
- Relative signal strength with hysteresis and threshold
- Prediction techniques

Power Control

- Design issues making it desirable to include dynamic power control in a cellular system
 - Received power must be sufficiently above the background noise for effective communication
 - Desirable to minimize power in the transmitted signal from the mobile
 - Reduce cochannel interference, alleviate health concerns, save battery power
 - In SS systems using CDMA, it's desirable to equalize the received power level from all mobile units at the BS

Types of Power Control

- Open-loop power control
 - Depends solely on mobile unit
 - No feedback from BS
 - Not as accurate as closed-loop, but can react quicker to fluctuations in signal strength
- Closed-loop power control
 - Adjusts signal strength in reverse channel based on metric of performance
 - BS makes power adjustment decision and communicates to mobile on control channel

Traffic Intensity

$$A = \lambda h$$

- Load presented to a system:

- λ = mean rate of calls attempted per unit time
- h = mean holding time per successful call
- A = average number of calls arriving during average holding period, for normalized λ

Factors that Determine the Nature of the Traffic Model

- Manner in which blocked calls are handled
 - Lost calls delayed (LCD) – blocked calls put in a queue awaiting a free channel
 - Blocked calls rejected and dropped
 - Lost calls cleared (LCC) – user waits before another attempt
 - Lost calls held (LCH) – user repeatedly attempts calling
- Number of traffic sources
 - Whether number of users is assumed to be finite or infinite

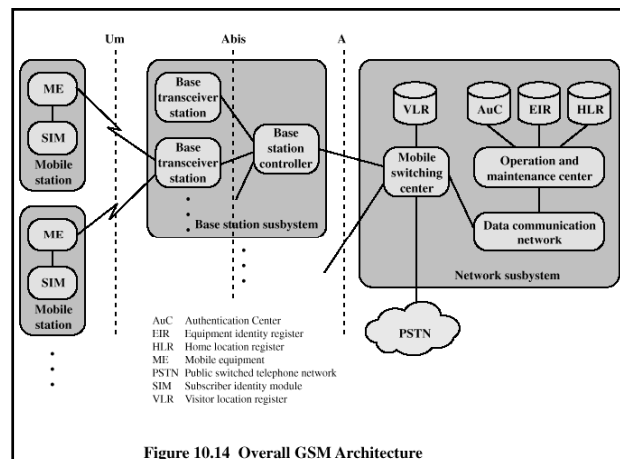


Figure 10.14 Overall GSM Architecture

Mobile Station

- ▶ Mobile station communicates across Um interface (air interface) with base station transceiver in same cell as mobile unit
- ▶ Mobile equipment (ME) – physical terminal, such as a telephone or PCS
 - ME includes radio transceiver, digital signal processors and subscriber identity module (SIM)
- ▶ GSM subscriber units are generic until SIM is inserted
 - SIMs roam, not necessarily the subscriber devices

Base Station Subsystem (BSS)

- a) BSS consists of base station controller and one or more base transceiver stations (BTS)
- b) Each BTS defines a single cell
 - Includes radio antenna, radio transceiver and a link to a base station controller (BSC)
- c) BSC reserves radio frequencies, manages handoff of mobile unit from one cell to another within BSS, and controls paging

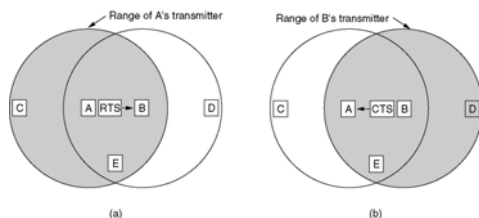
Network Subsystem (NS)

- a) NS provides link between cellular network and public switched telecommunications network
 - Controls handoffs between cells in different BSSs
 - Authenticates users and validates accounts
 - Enables worldwide roaming of mobile users
- b) Central element of NS is the mobile switching center (MSC)

Mobile Switching Center (MSC) Databases

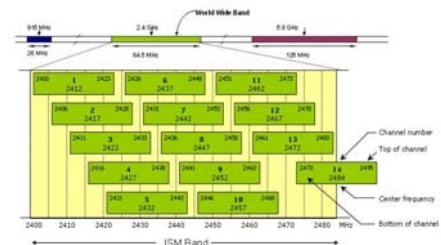
- a) Home location register (HLR) database – stores information about each subscriber that belongs to it
- b) Visitor location register (VLR) database – maintains information about subscribers currently physically in the region
- c) Authentication center database (AuC) – used for authentication activities, holds encryption keys
- d) Equipment identity register database (EIR) – keeps track of the type of equipment that exists at the mobile station

Protocolos de LAN sem Fio (2)

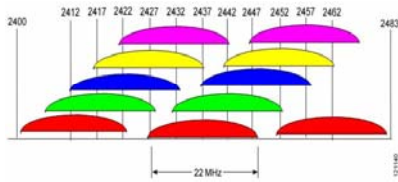


O protocolo MACA. (a) A enviando um RTS para B.
 (b) B respondendo com um CTS para A.

Alocação de frequências no 802.11



Apenas canais frequências sem interferência



Provinha – 13.11.2009

- a) *1 - Em que condições se deve usar bluetooth? Porque não Wifi, nestas condições?
- b) *2 - Comente sobre o tipo de interferência que pode haver entre bluetooth e wifi.
- c) *3 - Como a tecnologia MIMO melhora a performance de uma rede wifi?
- d) *4 - Explique como (e quais os cuidados devem ser tomados para) usar 4 canais de 802.11.
- e) Provona:
 - 2.6 - O sistema de telefonia móvel
 - 4.4 a 4.6 - Comunicação sem fio
 - 4.7 - switching (+ infiniband e noções de IDC)
 - 5.4 - Quality of Service (and ATM and noções de streaming)
 - Cap8 Kurose - Security

IEEE 802.11 - Arquitetura

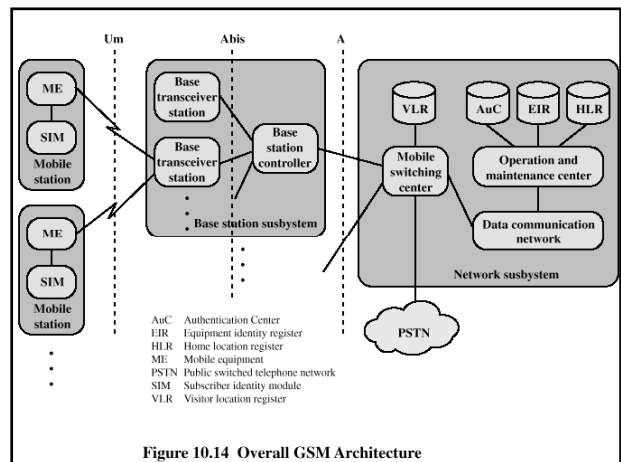
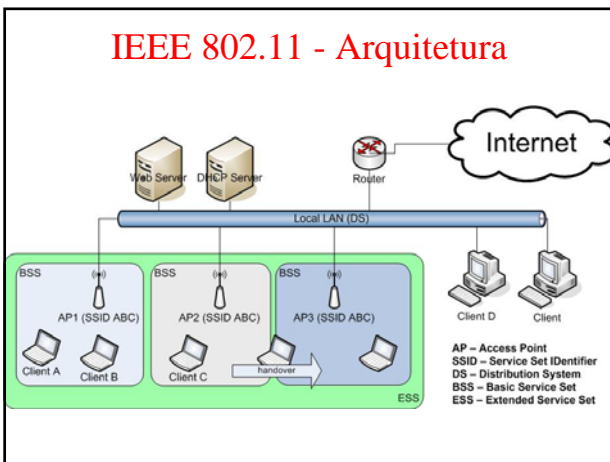


Figure 10.14 Overall GSM Architecture

Pilha de Protocolos do 802.11



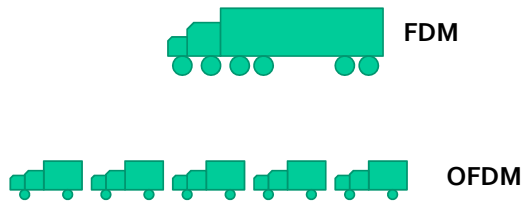
Adaptado de 'Redes de Computadores', Tanenbaum, A.

Idéia do Sistema OFDM

a) Idéia Básica

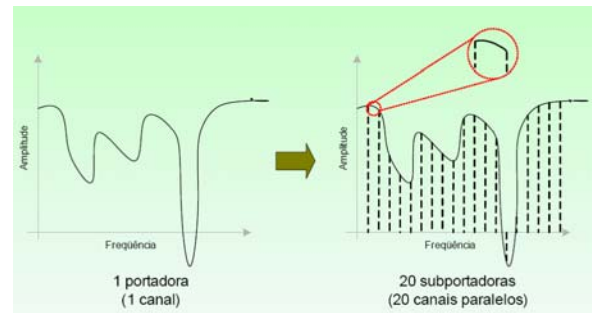
b) Uso de um grande número de sub-portadoras paralelas com baixa banda, instanciadas em uma única portadora de grande banda para transportar informações.

Idéia do Sistema OFDM



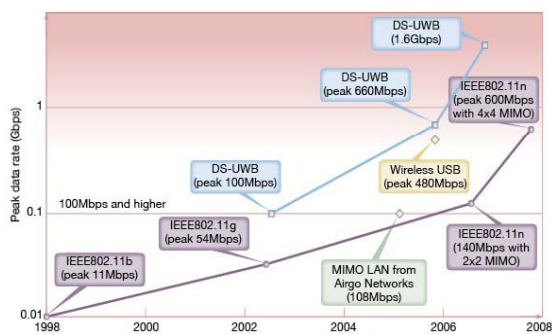
sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Idéia do Sistema OFDM



sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO (802.11n)



sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO

a) SISO - Única entrada e única saída



Única antena para enviar e única antena para receber

sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO

a) SISO - Única entrada e única saída



Única antena para enviar e única antena para receber

sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO

a) SIMO - Única entrada e Múltiplas saídas

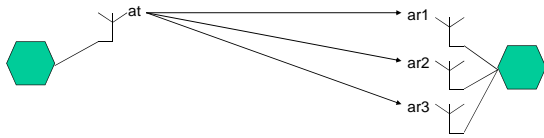


Única antena para transmitir e várias antenas para receber

sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO

- a) SIMO - Única entrada e Múltiplas saídas



Única antena para transmitir e várias antenas para receber

sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO

- a) MISO - Múltiplas entradas e única saída

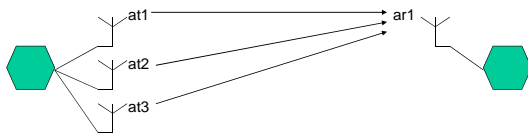


Várias antenas para transmitir e única antena para receber

sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO

- a) MISO - Múltiplas entradas e única saída



Várias antenas para transmitir e única antena para receber

sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO

- a) MIMO - Múltiplas entradas e múltiplas saídas

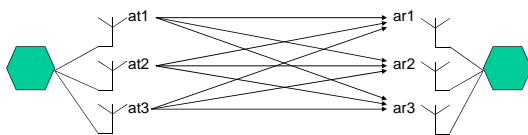


Várias antenas para enviar e várias antenas para receber

sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO

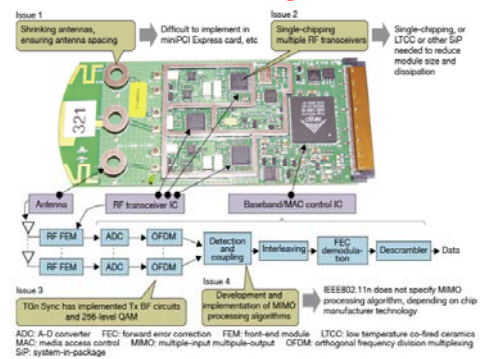
- a) Múltiplas entradas e múltiplas saídas



Várias antenas para enviar e várias antenas para receber

sohand - Dagoberto Carvalho Junior

Sobre a tecnologia MIMO



sohand - Dagoberto Carvalho Junior

a) Distributed Foundation Wireless MAC

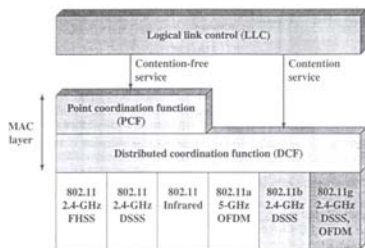


Figure 14.5 IEEE 802.11 Protocol Architecture

Telefones Móveis de Terceira Geração: Voz e Dados Digitais

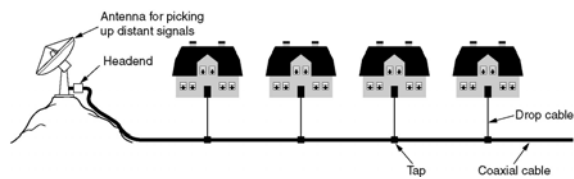
Serviços básicos uma rede IMT-2000 deve fornecer

- Transmissão de voz em alta-qualidade
- Mensagens (substitui e-mail, fax, SMS, chat, etc.)
- Multimídia (música, vídeos, filmes, TV, etc.)
- Acesso à Internet (navegação web, com multimídia.)

Televisão a Cabo

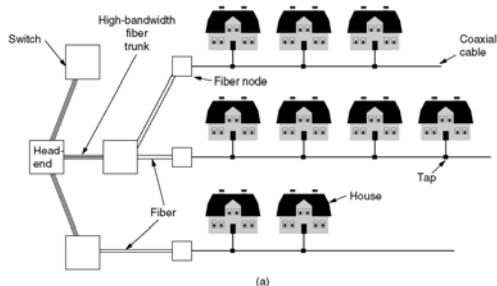
- Televisão por Antena Comunitária
- Internet sobre Cabo
- Alocação do Espectro
- Cable Modems
- ADSL versus Cabo

Televisão por Antena Comunitária



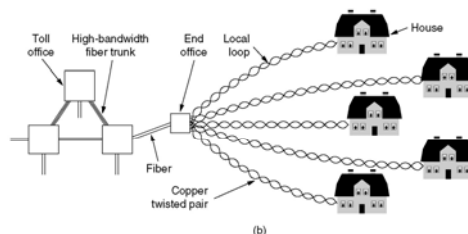
Um antigo sistema de televisão a cabo.

Internet sobre Cabo



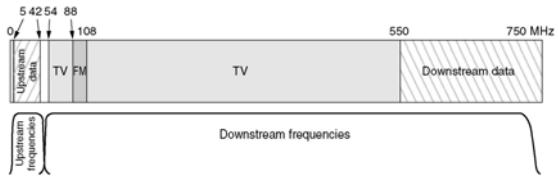
Televisão a cabo

Internet sobre Cabo (2)



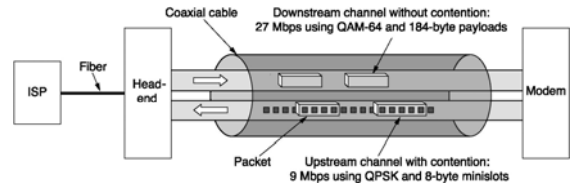
O sistema telefônico fixo.

Alocação do Espectro



Alocação de frequências em um típico sistema de TV a cabo usado para acesso à Internet

Cable Modems



Detalhes típicos dos canais de *upstream* e *downstream* na América do Norte.