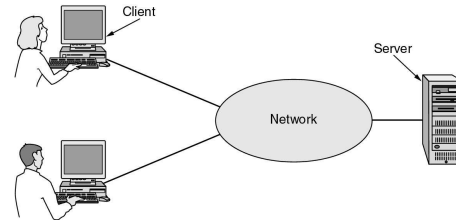


Redes de Computadores I Conceitos e Tecnologias

Prof. Marcelo Charan

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

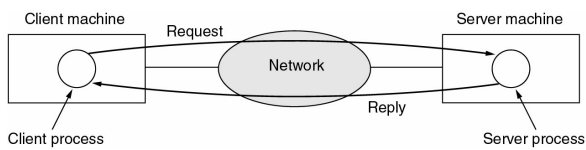
Aplicações Comerciais das Redes



- A network with two clients and one server.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

Aplicações Comerciais das Redes (2)



- The client-server model involves requests and replies.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

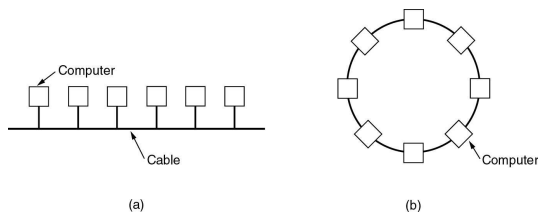
Redes de Difusão

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	
1 km	Campus	Local area network
10 km	City	
100 km	Country	Metropolitan area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	
		Wide area network
		The Internet

- Classificação, por escala, de processadores interconectados (redes)

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

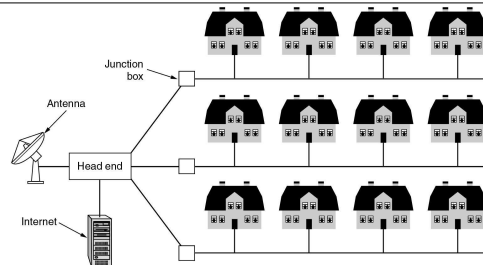
Local Area Networks



- Duas redes por difusão
- (a) Barramento
- (b) Anel

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

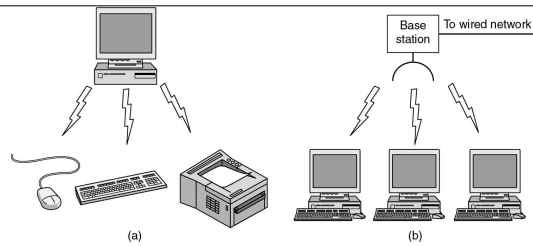
Metropolitan Area Networks



- Uma rede metropolitana baseada em TV à cabo.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

Redes sem Fio



- (a) Configuração Bluetooth(PAN)
- (b) LAN Wireless

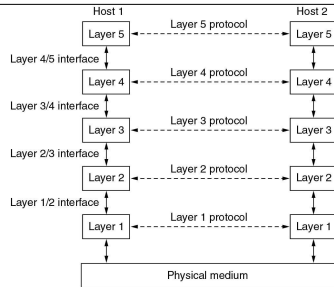
Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Padrões IEEE 802

Number	Topic
802.1	Overview and architecture of LANs
802.2 ↓	Logical link control
802.3 *	Ethernet
802.4 ↓	Token bus (was briefly used in manufacturing plants)
802.5	Token ring (IBM's entry into the LAN world)
802.6 ↓	Dual queue dual bus (early metropolitan area network)
802.7 ↓	Technical advisory group on broadband technologies
802.8 †	Technical advisory group on fiber optic technologies
802.9 ↓	Isochronous LANs (for real-time applications)
802.10 ↓	Virtual LANs and security
802.11 *	Wireless LANs
802.12 ↓	Demand priority (Hewlett-Packard's AnyLAN)
802.13	Unlucky number. Nobody wanted it
802.14 ↓	Cable modems (defunct: an industry consortium got there first)
802.15 *	Personal area networks (Bluetooth)
802.16 *	Broadband wireless
802.17	Resilient packet ring

Os grupos de trabalho 802. Os mais importantes estão marcados com *. Aqueles marcados com ↓ estão hibernando. Aqueles marcados com † foram abandonados.

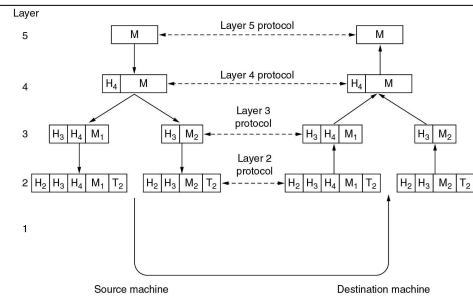
Software de Rede Hierarquias de Protocolos



Camadas, protocolos, e interfaces.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

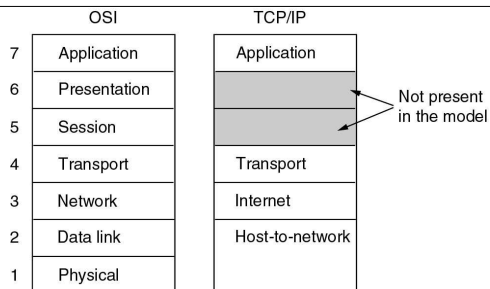
Hierarquia de Protocolos



Exemplo de fluxo de informação à partir da camada 5.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

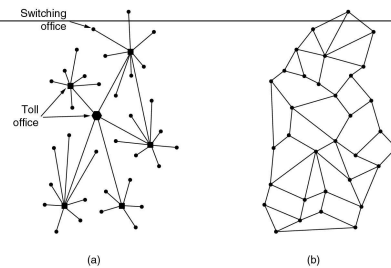
Modelos de Referência



Os modelos de referência TCP/IP e OSI.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

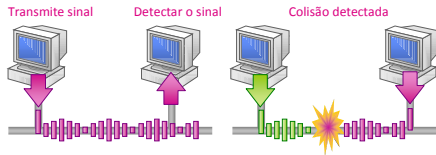
A ARPANET



- (a) Estrutura do sistema de telefonia (orientada a circuitos)
- (b) Modelo proposto de chaveamento de pacotes distribuído.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet



Características	Descrição
Método de acesso	CSMA/CD
Velocidade de transferência	Ethernet – 10 Mbps Fast Ethernet – 100 Mbps Giga Ethernet – 1 Gbps (1000 Mbps) 10-Giga Ethernet – 10 Gbps

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

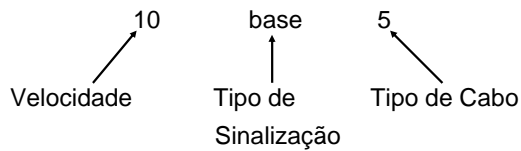
- Especificações

Apresentação

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Especificações
- Ex: 10base5, 100baseTX, 1000baseT



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Especificações
- Rede Ethernet (10Mbit / s)

Name	Cable	Max. seg.	Nodes/seg.	Advantages
10Base5	Thick coax	500 m	100	Original cable; now obsolete
10Base2	Thin coax	185 m	30	No hub needed
10Base-T	Twisted pair	100 m	1024	Cheapest system
10Base-F	Fiber optics	2000 m	1024	Best between buildings

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Equipamentos
 - Repetidores
 - Um repetidor recebe um sinal, restaura esse sinal e o passa adiante. Ele pode restaurar e retemperizar os sinais de rede ao nível de bit para permitir que trafeguem uma distância maior nos meios.
 - Concentradores (HUBs)
 - Os hubs são na realidade repetidores multiporta. Em muitos casos, a diferença entre os dois dispositivos é o número de portas que cada um oferece. Enquanto um repetidor típico possui apenas duas portas, um hub geralmente possui de quatro a vinte e quatro portas

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

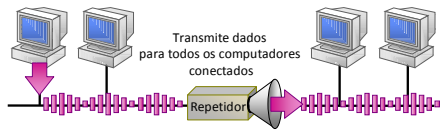
- Equipamentos

Apresentação

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

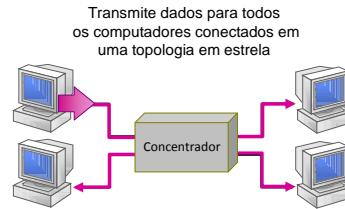
- Repetidores



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Concentradores (HUBs)



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Concentradores (HUBs)



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Equipamentos

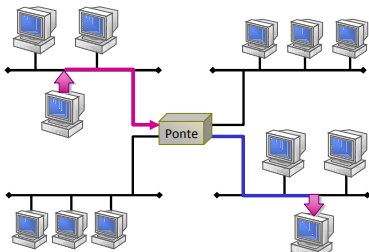
- Ponte (Bridge)

- A função da bridge é tomar decisões inteligentes sobre repassar ou não os sinais para o próximo segmento de uma rede. Quando uma bridge recebe um quadro da rede, o endereço MAC de destino é procurado na tabela da bridge para determinar se deve ou não filtrar, passar adiante ou copiar o quadro para o outro segmento.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

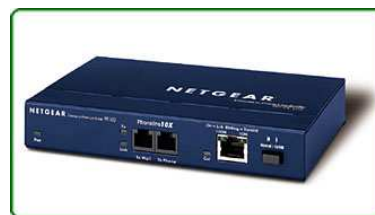
- Pontes (Bridges)



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Pontes (Bridges)



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Questões para o desempenho de uma rede
 - Colisões
 - Congestionamento
 - Retransmissões
 - Esperas

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Principais causas de colisões
 - Atraso na propagação
 - Rede ou nós fora das normas
 - Ruído
 - Segmentação inadequada dos cabos
 - Máquinas “tagarelas”

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

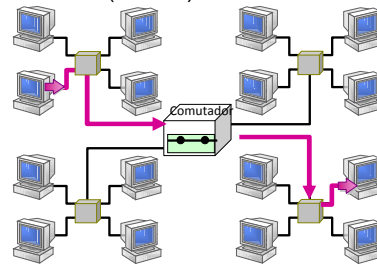
Rede Ethernet

- Equipamentos
 - Computador (Switch)
 - Os computadores aprendem certas informações sobre os pacotes de dados que são recebidos de vários computadores na rede. Os computadores usam essas informações para fazer tabelas de encaminhamento para determinar o destino dos dados que estão sendo enviados por um computador a outro dentro da rede.
 - Quando o computador recebe os quadros transmitidos por um computador ele consulta sua tabela MAC e escolhe a porta à qual o dispositivo de destino ou estação de trabalho está conectado com base em seu endereço físico, estabelecendo assim uma comunicação ponto a ponto entre as duas entidades.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Computador (Switch)



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Computador (Switch)



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

- Chaveamento
 - Relativo ao uso de switches na rede
 - Vantagem: redução do tráfego
 - Tipos comuns de chaveamento:
 - Grupo de Trabalho
 - Privado
 - Tronco

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

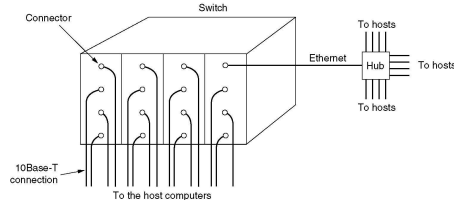
Tipos de Chaveamento

- Grupo de Trabalho
 - Switches multiponto muito rápidos que dão suporte a meios compartilhados (como na imagem anterior)
- Privado
 - Switches que dão suporte a apenas um endereço MAC por porta
 - Pode-se usar portas dedicadas com maior velocidade para evitar gargalos na rede;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

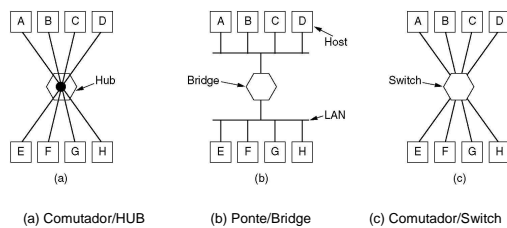
Tipos de Chaveamento

- Chaveamento de Tronco
 - Consiste em deixar o “tronco” da rede montado sobre o switch



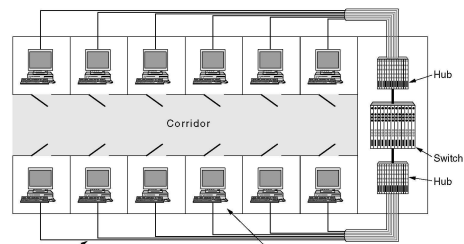
Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Equipamentos - Resumo



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

VLANs – Virtual LANs



Um edifício com cabeamento centralizado, utilizando hubs e um switch

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

VLANs – Redes Locais Virtuais

- Construídas sobre switches
- Não precisam ser fisicamente conectadas
- Consiste em agrupar diversas portas, via software, em um grupo de trabalho
- Pode ser feita sobre portas, endereços MAC ou endereços IP
- Padrão IEEE 802.1Q – VLAN Tag (etiqueta)

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

VLANs – 802.1Q

- Identifica a VLAN no cabeçalho Ethernet – no quadro transmitido;
- Normalmente implementado nos equipamentos ativos da rede, como Switches e Bridges;
- Aumentou o limite de tamanho do quadro para 1522 bytes;
- Espera-se que vire um padrão em todo o hardware Ethernet 1Gbit – placas de rede e equipamentos de rede;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

• Especificações

- Rede Fast Ethernet (100Mbit / s)
 - Aumento de 10x na taxa de transferência
 - Não tem especificação para cabo coaxial

Name	Cable	Max. segment	Advantages
100Base-T4	Twisted pair	100 m	Uses category 3 UTP
100Base-TX	Twisted pair	100 m	Full duplex at 100 Mbps
100Base-FX	Fiber optics	2000 m	Full duplex at 100 Mbps; long runs

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

• Especificações

- Rede Gigabit Ethernet (1000Mbit / s)
 - Limitação quando opera sobre par trançado: menor quadro que será transmitido terá 512bytes – para possibilitar a detecção de colisões, assim, mensagens menores de 512 bytes são "aumentadas" para respeitar esta limitação

Name	Cable	Max. segment	Advantages
1000Base-SX	Fiber optics	550 m	Multimode fiber (50, 62.5 microns)
1000Base-LX	Fiber optics	5000 m	Single (10 μ) or multimode (50, 62.5 μ)
1000Base-CX	2 Pairs of STP	25 m	Shielded twisted pair
1000Base-T	4 Pairs of UTP	100 m	Standard category 5 UTP

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Rede Ethernet

• Especificações

- Rede 10 Gigabit Ethernet (10GbE)
 - Apresentação
 - Está ganhando espaço nos backbones Internet;
- Redes 40 Gigabit Ethernet (40GbE) e 100 Gigabit Ethernet (100GbE)
 - Apresentação
 - Em desenvolvimento
 - Curtas distâncias em cabos metálicos (10m)

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Redes sem Fio

- IrDA
- Bluetooth
- Wi-Fi
- WiMAX

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

IrDA

- Especificações e protocolos para comunicação de curto alcance utilizando luz infravermelha, para usos tais como PANs (Personal Area Networks)
- Velocidades: de 2.4kbps até 16Mbit/s
- Popular no final da década de 90 e início dos anos 2000;
- Vem sendo substituída pela comunicação via Bluetooth

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Bluetooth

- Começou a ser desenvolvido em 1994, com o objetivo de substituir os cabos na comunicação entre telefones móveis e outros dispositivos (PDAs, fones, etc.)
- Em 1999 o consórcio do Bluetooth emitiu a especificação 1.0;
- Pouco depois, o grupo de padrões do IEEE 802.15, que examinava as redes especiais sem fios, adotou o documento do Bluetooth como base;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Bluetooth

- Também utiliza a banda ISM - Industrial, Scientific and Medical (2.4GHz) para a comunicação – ou seja, pode gerar interferência nas redes WiFi;
- Para evitar as interferências, o Bluetooth muda de canal até 1600 vezes por segundo;
- Trabalha com distâncias e velocidades pequenas – tipicamente 10 metros e 1Mbit/s;
- A versão 2.0 trabalha a até 3Mbit/s;
- Futuro: 53 a 480Mbit/s;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Wi-Fi

- Wi-Fi é uma marca registrada para certificar produtos compatíveis com os padrões IEEE 802.11 – também chamado de Wireless LAN;
- Tem se popularizado nos últimos anos devido às facilidades de uso, comodidade e queda nos preços;
- Excelente alternativa para redes de baixo tráfego e com número pequeno de máquinas;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Wi-Fi

- Padrões do IEEE:
 - 802.11a
 - 5GHz / 54Mbit/s / Throughput: ~23Mbit/s
 - 802.11b
 - 2.4GHz / 11Mbit/s / Throughput: ~4.3Mbit/s
 - 802.11g
 - 2.4GHz / 54Mbit/s / Throughput: ~19Mbit/s
 - 802.11n
 - 5GHz e/ou 2.4GHz / 600Mbit/s / Throughput: 108Mbit/s

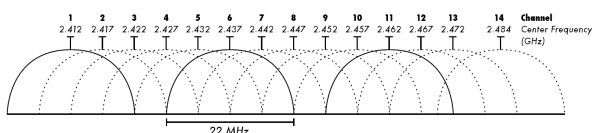
Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Wi-Fi 802.11 b/g

- Operam na faixa de frequência de 2.4GHz
- Dividem o espectro de frequência em até 14 canais de 22MHz cada, separados entre si por 5MHz;
- Isso leva ao fenômeno chamado de sobreposição (overlapping) dos canais;
- No Brasil podem ser usados os canais de 1 à 11;
- Os canais 1, 6 e 11 são não-sobrepostos (non-overlapping);
- Frequência bastante sensível a “água”;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Wi-Fi 802.11 b/g



- Sobreposição (Overlapping) dos canais em 2.4GHz

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

WiMAX

- Redes sem fio de Banda Larga e longas distâncias
- Baseada no padrão IEEE 802.16;
- Objetiva entregar velocidades maiores e mais constantes a distâncias maiores, bem como para usuários móveis;
- Os fabricantes citam que o WiMAX é uma alternativa ao cable modem e ao DSL;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

WiMAX

- Inicialmente desenvolvido para uso em links fixos – 802.11d ou “WiMAX fixo”;
- Posteriormente foi estendido para suportar mobilidade – 802.11e ou “WiMAX móvel”;
- As constantes revisões e “emendas” ao padrão causam sucessivos atrasos na padronização e à chegada da tecnologia ao mercado;
- O padrão inicial especifica uma banda disponível de 3Mbit/s e distâncias de até 50Km;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

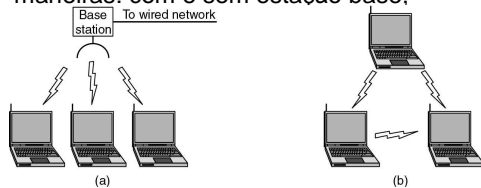
WiMAX

- Dados de experimentos recentes apontam para usuários móveis uma banda disponível entre 2Mbit/s e 3Mbit/s;
- Para aplicações fixas (backhaul, redes de acesso, ponto-a-ponto, etc) existem links variando entre 34Mbit/s e 1Gbit/s;
- Pode utilizar qualquer frequência abaixo de 66GHz, o que envolve licenças de uso e acarreta em dificuldades de padronização

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Infra-Estrutura Wi-Fi

- O padrão foi especificado para operar de duas maneiras: com e sem estação base;



- (a) Rede Wireless com uma estação base.
- (b) Rede Ad hoc (sob demanda).

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Infra-Estrutura Wi-Fi

- A estação base, ou Wireless Access Point, da rede sem fio é o equivalente a um Concentrador (HUB) da rede Ethernet;
- Os adaptadores wireless (placas de rede sem fio) permitem aos dispositivos (notebook, desktop, celular) se conectarem a uma rede sem fio;
- Os roteadores Wireless integram o Access Point a um Switch Ethernet (opcional) e a um software de roteamento IP para permitir conectar uma rede sem fio à uma conexão Internet;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Infra-Estrutura Wi-Fi

- Geralmente uma estação base disponibiliza a configuração dos seguinte parâmetros de uma rede wireless:
 - SSID – identificador da rede
 - Canal de Frequência – determina a frequência em que a rede vai operar;
 - Filtro de MACs;
 - Criptografia da comunicação na rede sem fio – Desabilitada, WEP, WPA ou WPA2

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Segurança em redes Wi-Fi

- A comunicação entre os dispositivos de uma rede sem fio pode ocorrer com criptografia ou sem;
- O primeiro padrão de criptografia adotado pelas redes Wi-Fi foi o WEP – Wired Equivalent Privacy, que pretendia prover confidencialidade comparada à de uma rede cabeada tradicional;
- Apresentação;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Segurança em redes Wi-Fi

- Com a descoberta de diversos pontos fracos do padrão WEP, que permitem descobrir a chave WEP de uma rede wireless em minutos com softwares amplamente divulgados, em 2003 o IEEE anunciou o novo padrão de criptografia Wi-Fi Protected Access – WPA, que foi inteiramente ratificado em 2004, gerando o WPA2;
- O IEEE criou um grupo de estudos para melhorar e padronizar a segurança em redes sem fio, o IEEE 802.11i;
- O WPA2 implementa o 802.11i quase por completo;
- Apresentação;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

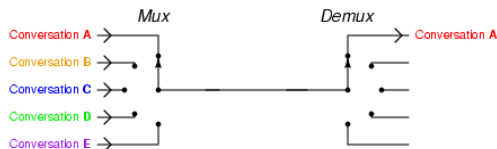
Segurança em redes Wi-Fi

- Conclusões:
 - **NÃO DEIXE A SUA REDE SEM CRIPTOGRAFIA**
 - **NÃO USE CRIPTOGRAFIA WEP**

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação/Demultiplexação

- Multiplexar significa combinar múltiplas entradas em um único canal
- Demultiplexar significa separar as múltiplas saídas a partir de um único canal



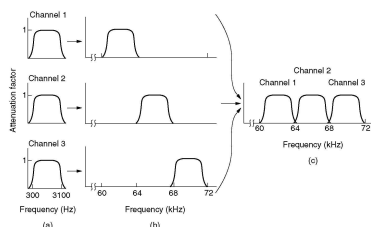
Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação por divisão de Frequência (FDM)

- É uma maneira de multiplexação de sinais em que o espectro de frequência é dividido em bandas de frequência, tendo cada sinal (usuário) a posse exclusiva de alguma banda;
- A radiodifusão das emissoras de rádio e televisão abertos são exemplos de divisão de frequência;
- Ex: Band News: 96,3MHz
Transamérica: 100,3MHz

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação por divisão de Frequência (FDM)



- (a) Os sinais (larguras de banda) originais
- (b) Os sinais aumentados em frequência.
- (c) O canal multiplexado.

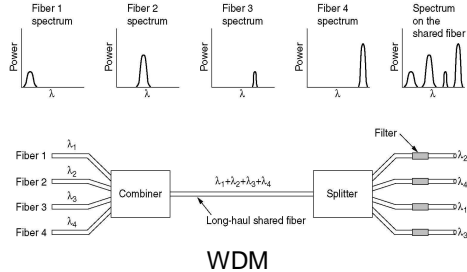
Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação por divisão de comprimento de onda (WDM)

- É uma variação da "FDM" para uso em fibras óticas;
- É uma tecnologia que multiplexa vários sinais óticos em uma única fibra usando diferentes comprimentos de ondas (cores) da luz à laser para carregar diferentes sinais;
- Isso permite a multiplicação da capacidade de uma fibra, além de possibilitar a comunicação bidirecional sobre uma única fibra;
- Nada mais é do que a FDM operando em frequências muito altas;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação por divisão de comprimento de onda (WDM)



Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação por divisão de comprimento de onda (WDM)

- A tecnologia WDM tem evoluído a uma velocidade extraordinária;
- Foi criada em 1990, permitindo multiplexar 8 canais de 2.5Gbps cada;
- Em 1998 já existiam sistemas com 40 canais de 2.5Gbps cada;
- Em 2001 já haviam produtos com 96 canais de 10Gbps por canal, totalizando 960Gbps em uma única fibra!

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação por divisão de tempo (TDM)

- Na multiplexação por divisão de tempo, os sinais (usuários) se revezam (em um esquema de rodízio), e cada um obtém periodicamente a largura de banda inteira por um determinado período de tempo;
- Para os usuários a impressão que se tem é que a transmissão é feita de maneira simultânea no canal principal de comunicação;
- Pode ser manipulada inteiramente por circuitos eletrônicos digitais, ao contrário da FDM, que envolve circuitos analógicos;

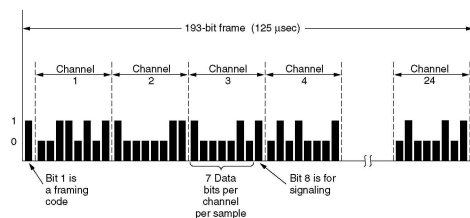
Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação por divisão de tempo (TDM)

- O domínio do tempo é dividido em “slots” de tempo de tamanho fixo, um para cada canal/sinal;
- Um bit/byte ou bloco de dados do canal 1 é transmitido durante o slot 1, do canal 2 durante o slot 2, e assim sucessivamente;
- É usado na transmissão digital de diversas chamadas telefônicas sobre o mesmo cabo (portadora-T e portadora-E), nos padrões de transmissão de rede SDH/SONET, nos arquivos WAV de som, e em uma extensão do TDM, chamada TDMA, que é usada principalmente pelo sistema de telefonia GSM;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Multiplexação por divisão de tempo (TDM)



A Linha (portadora) T1 (1.544 Mbps).

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Sistemas de Transporte Digital

- Uma das características das transmissões é a atenuação (perda) do sinal;
- Quanto maior o comprimento do cabo, maior a atenuação;
- Quanto mais alta a frequência do sinal, maior a atenuação;
- Sistemas analógicos usam amplificadores para compensar a atenuação (a cada 6 ou 7 km);

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Sistemas de Transporte Digital

- Embora os amplificadores reforcem o sinal, eles também reforçam o ruído;
 - Algumas vezes, o amplificador pode comprometer o sinal original;
- Isto se torna um problema ainda maior quando o sinal transmitido é composto de dados digitais, nos quais a tolerância a ruídos é MUITO baixa;
- Para lidar com este problema, a transmissão foi modificada passando para o formato digital (sistema de transporte T)

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

Sistemas de Transporte Digital

- Agora a atenuação é resolvida por repetidores, no lugar dos amplificadores;
- O repetidor regenera o sinal digital com exatidão, comparando com o sinal original, e só então passa adiante, reduzindo as chances de ocorrerem erros na transmissão;

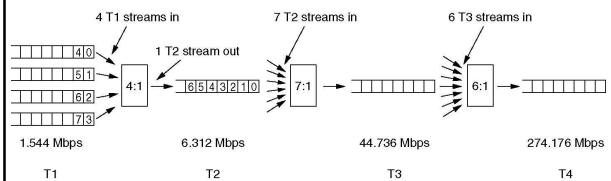
Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

Linha T

- Usa TDM/TDMA para dar suporte a múltiplos canais de transmissão sob um único sinal digital;
- Originalmente, uma linha T1 carregava 24 canais de voz codificados pelo método PCM, com 64kbit/s cada;
- Para transmitir estes 24 canais, eram necessárias linhas de 1,544Mbit/s (full duplex);
- É o padrão de transmissão digital nos sistemas de telefonia dos EUA e no Japão;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

Linha T



Multiplexando fluxos T1 em portadoras de velocidade mais alta.

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

Linha T e E

T-carrier and E-Carrier Systems	North American	Japanese	European (CEPT)
Level zero (Channel data rate)	64 kbit/s (DS0)	64 kbit/s	64 kbit/s
First level	1.544 Mbit/s (DS1) (24 user channels) (T1)	1.544 Mbit/s (24 user channels)	2.048 Mbit/s (32 user channels) (E1)
(Intermediate level, US. hierarchy only)	3.152 Mbit/s (DS1C)	-	-
Second level	6.312 Mbit/s (DS2) (48 Ch.) (T2)	6.312 Mbit/s (96 Ch.) or 7.786 Mbit/s (120 Ch.)	8.448 Mbit/s (128 Ch.) (E2)
Third level	12.624 Mbit/s (DS3) (96 Ch.) (T3)	32.064 Mbit/s (480 Ch.)	34.368 Mbit/s (512 Ch.) (E3)
Fourth level	25.248 Mbit/s (DS4) (4032 Ch.) (T4)	97.728 Mbit/s (1440 Ch.)	139.264 Mbit/s (2048 Ch.) (E4)
Fifth level	400.352 Mbit/s (DS5) (5760 Ch.) (T5)	565.148 Mbit/s (8192 Ch.)	565.148 Mbit/s (8192 Ch.) (E5)

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

Linha E

- Padronizado na Europa, é uma tecnologia que revisou e melhorou o sistema da Linha T Americana;
- Carrega 32 canais de 64kbit/s cada, ou seja, uma Linha E1 tem largura de banda de 2,048Mbit/s (full duplex);
- Várias linhas E1 são agrupadas em linhas E3, para intercomunicação entre tronços de telefonia, empresas de telecomunicações, países, etc;
- É o sistema digital adotado no Brasil;
- Efetivamente transporta 30 canais simultâneos, pois dois canais são utilizados para enquadramento e controle das chamadas, respectivamente;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan - <http://twitter.com/marcelocharan>

Circuitos SONET

- SONET (Synchronous optical networking) é um protocolo de multiplexação para transferir vários fluxos de bits digitais usando uma mesma fibra ótica;
- Foi desenvolvida para padronizar o transporte digital, já que cada fabricante/país estava criando o seu padrão para transportar diversas linhas T ou E sobre as fibras óticas;
- É um padrão ANSI para camada física que proporciona transmissão digital de alta velocidade sobre as fibras óticas;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Circuitos SONET

- O ITU padronizou um protocolo muito semelhante ao SONET chamado SDH, que apesar de ter sido padronizado um pouco mais tarde, é mais amplamente utilizado no mundo; O SONET é mais utilizado nos EUA e Canadá;
- Conseguiram padronizar a comunicação e a conexão entre linhas T (americana e japonesa) e E;
- Praticamente todo o tráfego telefônico de longa distância utiliza troncos que executam SONET/SDH na camada física;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Circuitos SONET

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 SONET e da SDH

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- É uma tecnologia de transmissão digital, e é implementada como um protocolo de rede;
- É uma rede orientada a conexão;
- Projetado no início da década de 1990, e lançado em meados da mesma década com muita repercussão, a rede ATM prometia resolver todos os problemas de redes e telecomunicações do mundo, mesclando voz, dados, TV a cabo, TV digital, entre outros, integrando todos em uma única tecnologia;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- Acabou se tornando uma das mais completas, mas também complexas tecnologias de comunicação disponíveis;
- Porém, não obteve o sucesso esperado, devido ao momento, tecnologia, implementação e política ruins;
- O ATM teve muito mais sucesso que o OSI, e é amplamente utilizado nas operadoras de telefonia, principalmente em conexões WAN, e em várias implementações ADSL;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- Falhou no uso em larga escala como uma tecnologia LAN;
- Toda sua complexidade barrou sua evolução como a tecnologia única de integração de redes;
- As evoluções do VoIP (Voice over IP) fizeram com que a integração de voz e dados fosse possível sobre o IP, removendo ainda mais os motivos para implementar o ATM;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- É uma rede baseada em células e circuitos virtuais;
- Consegue atender bem às baixas velocidades das conexões ADSL, e suporta o protocolo IP via outros protocolos como PPP over ATM e o Ethernet over ATM;
- Entretanto, em conexões muito rápidas, o ATM tem dificuldades em performance e gerenciamento de tráfego das redes convergentes;
- Tudo indica que o ATM será substituído por implementações Gigabit Ethernet, como a 10 Gigabit Ethernet (10GbE) e Metro Ethernet;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Acesso múltiplo por divisão de Código (CDMA)

- O CDMA surgiu como uma resposta às limitações dos sistemas baseados em FDM e/ou TDM;
- Apesar do começo difícil, consolidou-se, e após algumas evoluções se tornou a base de funcionamento dos atuais sistemas 3G;
- É um método de multiplexação em comunicações via rádio;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Acesso múltiplo por divisão de Código (CDMA)

- A tecnologia GSM usa um misto de TDM e FDM;
- O CDMA por sua vez, permite que cada estação transmita sobre todo o espectro de frequências o tempo todo;
- As várias comunicações simultâneas são separadas com o uso da teoria da codificação;
- Exemplo das conversações paralelas;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

CIDR

- Classless Inter-Domain Routing;
- No começo/meados dos anos 90: risco de acabarem os endereços IP;
- Muitas organizações adotaram uma rede com endereçamento Classe B, mas apenas 3% dos HOST_IDs estavam realmente em uso;
- Também ficou claro, na época, que as tabelas de roteamento com 60 mil registros, ou maiores, poderiam representar um empecilho ao crescimento da internet;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

CIDR

- CIDR: resolve os 2 problemas
 - Re-estruturação da alocação de endereços IP;
 - Agregação hierárquica de endereços
- Um endereço CIDR sempre está acompanhado de um prefixo CIDR, ex: 201.15.102.9/**26**
- O prefixo CIDR indica quantos bits do endereço são usados para NET_ID (equivalente à máscara de sub-rede);

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

CIDR

- O prefixo CIDR varia de 13 à 27, portanto as redes podem ter:

Prefixo	Número de Hosts
/27	32
/26	64
/25	128
...	...
/14	262144
/13	524288

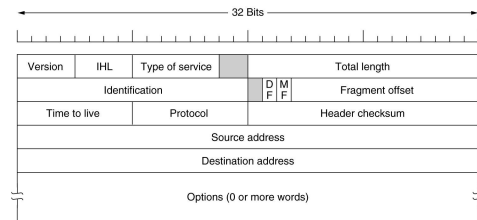
Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

CIDR

- Exemplos de Alocação Mundial:
 - Europa: 194.0.0.0 a 195.255.255.255
 - América do Norte: 198.0.0.0 a 199.255.255.255
 - América do Sul: 200.0.0.0 a 201.255.255.255
 - Ásia / Pacífico: 202.0.0.0 a 203.255.255.255

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Fragmentação de Pacotes IP



Cabeçalho do Protocolo IP

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Fragmentação de Pacotes IP

- Um pacote IP pode conter até 64Kbytes de dados;
- Se o número total de bytes do pacote for maior do que o MTU da rede física, será necessário “quebrar” o pacote em fragmentos que:
 - “caibam” no MTU da rede física
 - possam ser reconstruídos em algum momento

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Fragmentação de Pacotes IP

- Assim, um único pacote IP pode ser quebrado em fragmentos que são transmitidos independentemente;
- O campo do cabeçalho Identification (identificação) é o mesmo para todos os fragmentos de um mesmo pacote IP;
- O campo offset indica o deslocamento do fragmento em relação ao início do pacote original;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Fragmentação de Pacotes IP

- O bit DF (Don't Fragment – não fragmentar) é uma ordem para que os roteadores não fragmentem o pacote, porque a máquina de destino é incapaz de juntar os fragmentos novamente;
- O bit MF (More Fragments – mais fragmentos) é colocado em valor 1 em todos os fragmentos de um pacote fragmentado, com exceção do último, indicando ser o último fragmento do pacote original;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Fragmentação de Pacotes IP

- Exemplo: Pacote com 3200 bytes, que será enviado através de uma rede Ethernet, cujo MTU é 1500 bytes:
 - Fragmento 1: 1500 bytes Offset=0
MF = 1
 - Fragmento 2: 1500 bytes Offset=1500
MF = 1
 - Fragmento 3: 400 bytes Offset=3000
MF = 0

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

ICMP – Internet Control Message Protocol

- Protocolo IP:
 - não confiável
 - não orientado à conexão
- ICMP:
 - mensagens de erro
 - mensagens de controle
- O ICMP é um protocolo independente, mas DEVE estar disponível em toda implementação do IP;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

ICMP – Internet Control Message Protocol

- Quando ocorre algo inesperado na rede, o evento é reportado pelo ICMP, que também é usado para testar a rede / Internet;
- As mensagens ICMP são encapsuladas em um pacote IP;
- Existem algumas dezenas de tipos de mensagens ICMP definidas;
- <http://www.iana.org/assignments/icmp-parameters>

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

ICMP – Internet Control Message Protocol

Tipo de Mensagem	Descrição
Destination unreachable	Não foi possível entregar o pacote
Time exceeded	O campo Time to live chegou a 0
Parameter problem	Campo de cabeçalho inválido
Source quench	Pacote regulador: Redirect Ensina geografia a um roteador
Echo	Pergunta a uma máquina se ela está ativa
Echo reply	Resposta: "Sim, estou ativa"
Timestamp request	Igual ao Echo, mas com timestamp
Timestamp reply	Igual ao Echo reply, mas com timestamp

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

ICMP – Internet Control Message Protocol

- O ICMP não torna o IP confiável, pois usa o IP para comunicar suas mensagens, e não são geradas mensagens ICMP sobre pacotes com mensagem ICMP;
- As RFC's 792 e 950 especificam o protocolo ICMP;
- Se o ICMP não torna o IP confiável, como conseguir uma comunicação confiável e orientada à conexão?

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Camada de Transporte

- Na Internet há apenas um protocolo na camada de rede (internet comercial) = IP
- Na camada de transporte há duas alternativas:
 - TCP = Transmission Control Protocol
 - Confiável, orientado à conexão
 - UDP = User Datagram Protocol
 - Não confiável, não orientado à conexão

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Camada de Transporte

- O TCP oferece serviço de melhor qualidade à aplicação;
- Aplicações sobre UDP devem implementar confiabilidade, ordenação, etc; (não é trivial!)
- Sempre que possível: use TCP;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Camada de Transporte

- Em alguns casos não é possível usar TCP:
 - Aplicações de tempo real: cada aplicação deve implementar seus próprios mecanismos de confiabilidade;
 - Multicast
 - Desempenho máximo: quando se quer maximizar o desempenho, benchmark, quando é realmente necessário obter desempenho sem qualquer entrave ou “overhead”;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Camada de Transporte Porta

- “port” ou porta é o identificador do processo destinatário do PDU (Protocolo Data Unit);
- Tanto o TCP quando o UDP disponibilizam as “portas” para identificação dos processos;
- As portas TCP são independentes das portas UDP e vice-versa;
- Em ambos os protocolos, o identificador da porta tem 2 bytes (16 bits), que permite identificar até 65536 portas;
- O UDP basicamente acrescenta ao IP a identificação dos processos comunicantes;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Camada de Transporte TCP

- TCP = serviço confiável e orientado à conexão
- As conexões tem três fases:
 - Passo 1: estabelecer a conexão
 - Passo 2: comunicar
 - Passo 3: encerrar a conexão
- O TCP oferece às aplicações um serviço denominado “fluxo confiável e ordenado de bytes da origem ao destino”;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Camada de Transporte TCP

- Algumas propriedades do serviço:
 1. No caso de perda de pacotes IP, o TCP faz os pedidos de retransmissão adequados;
 2. No caso dos dados chegarem em pacotes desordenados, o TCP ordena antes de entregar ao processo destino;
 3. Antes da comunicação acontecer deve-se estabelecer a conexão, e ao final da comunicação deve-se encerrar a conexão;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>

Camada de Transporte TCP

- Algumas propriedades do serviço:
 4. A comunicação é full-duplex: ambos os processos fazem transmissão/recepção de dados ao mesmo tempo;
 5. Existe um buffer entre o processo de aplicação e o TCP, de maneira que não necessariamente o TCP chamará o IP quando receber os dados da aplicação para transmitir;

Produzido e distribuído por: Marcelo Charan – <http://twitter.com/marcelocharan>