

# Fundamentos do Ethernet

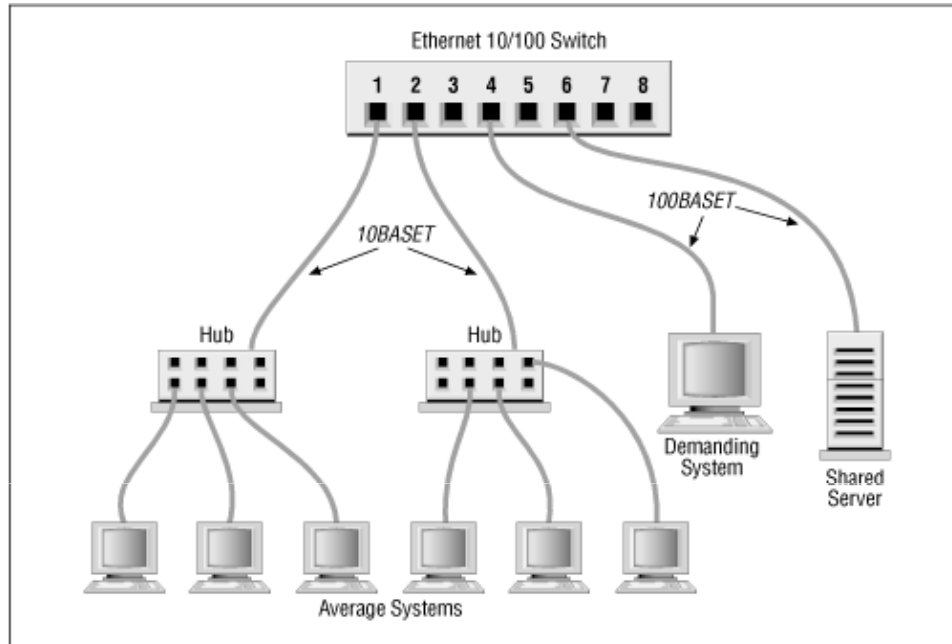
---

Cabrillo College

Rick  Graziani  
Cabrillo College

Tradução e Adaptação: Nídia

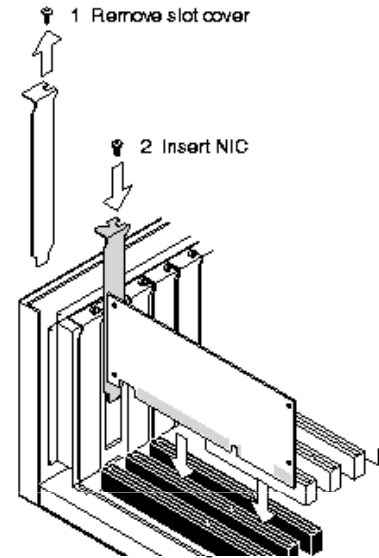
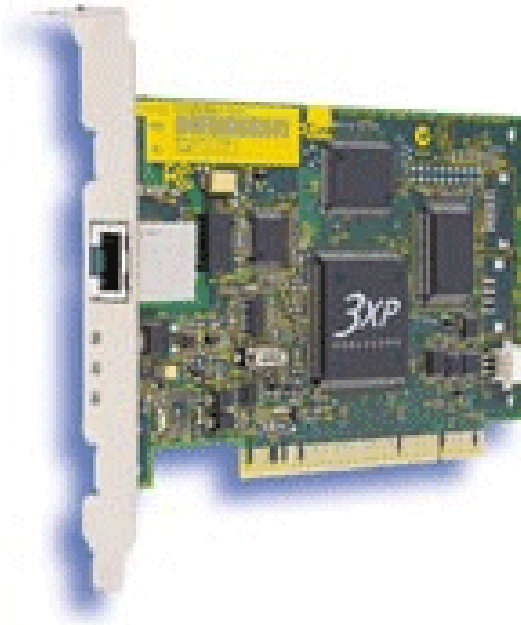
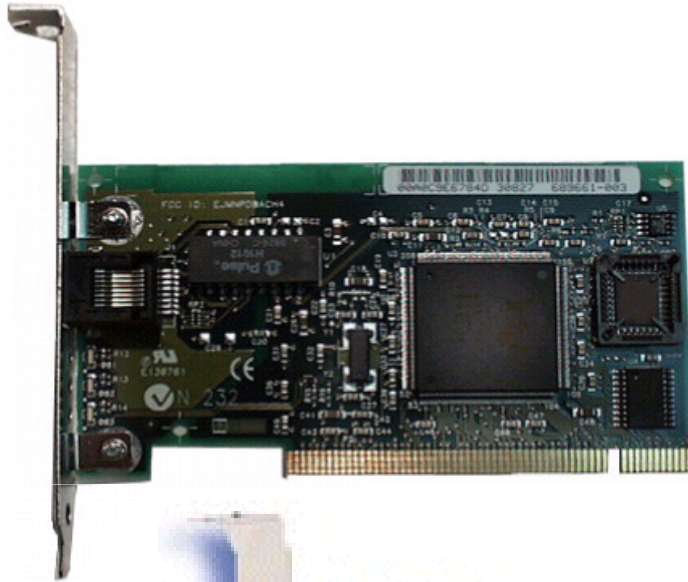
# Ethernet Local Area Networks (LANs)



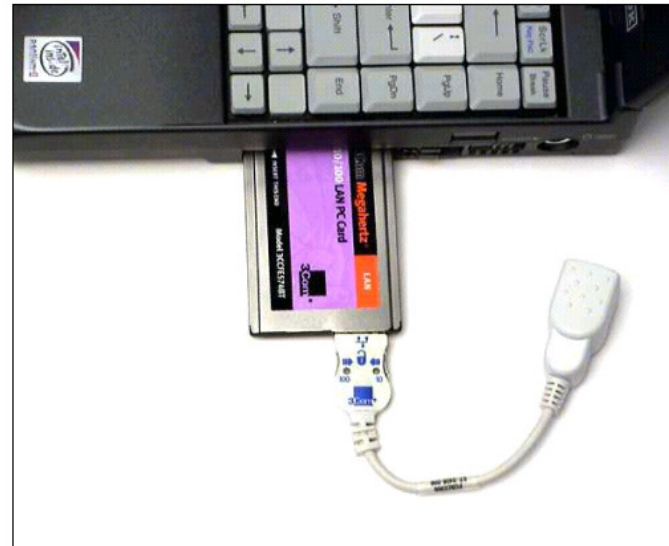
- **LAN (Local Area Network)** – um grupo de computadores e dispositivos associados (impressoras, etc) conectados através de mídia física cabeada ou wireless por meio de dispositivos de núcleo de rede (hub, switches, roteadores) e administrada por uma única organização.
- **Ethernet** – o protocolo usado para comunicação pelos comutadores, dispositivos associados e equipamentos de núcleo de rede.

# Network Interface Card (NIC) - Placa de Rede

Cabrillo College

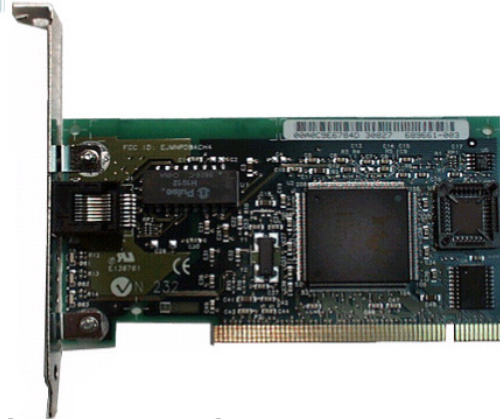


10



# Network Interface Card (NIC) - Placa de Rede

Cabrillo College



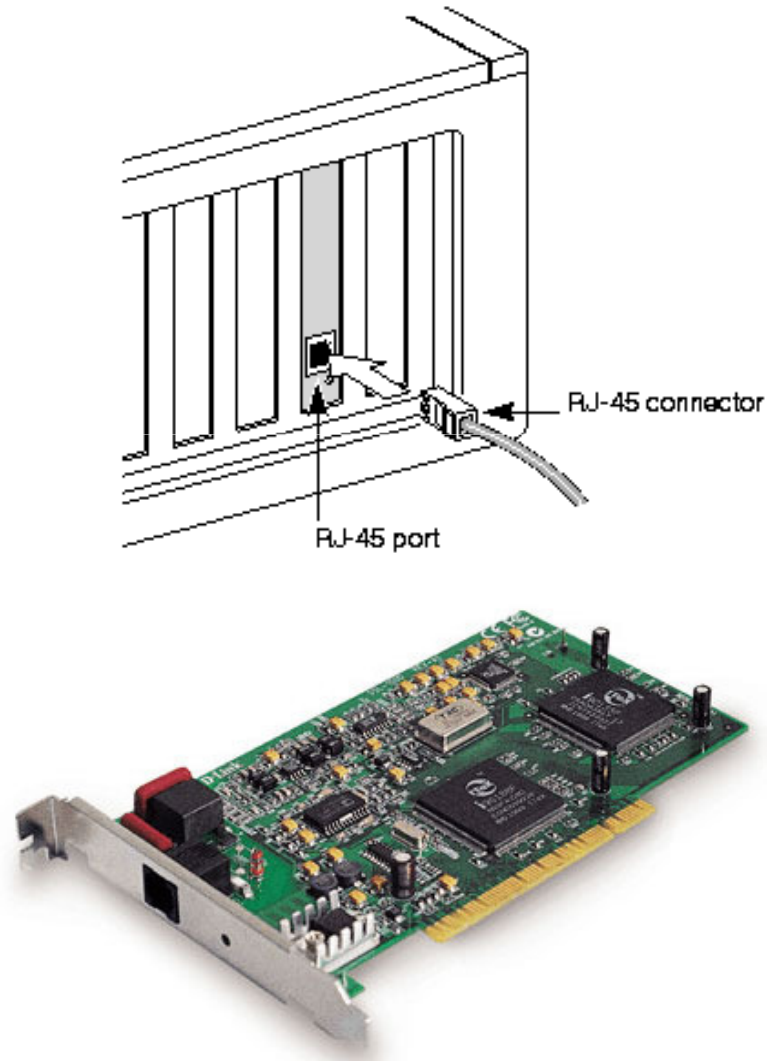
© Cisco Systems, Inc. 1999

## Network Interface Card (NIC)

- Camada 2, Camada de enlace de dados, dispositivo
- Conecta o dispositivo (computador) a LAN
- REsponsável pelo endereço de camada 2 (local)
- Placas de Rede Comuns:
  - Ethernet
  - Token Ring
- Larguras de Banda Comuns
  - 10 Mbps, 10/100 Mbps, 10/100/1000 Mbps

# Rastreando a Conexão Física da NIC (Network Interface Card) – Placa de Rede

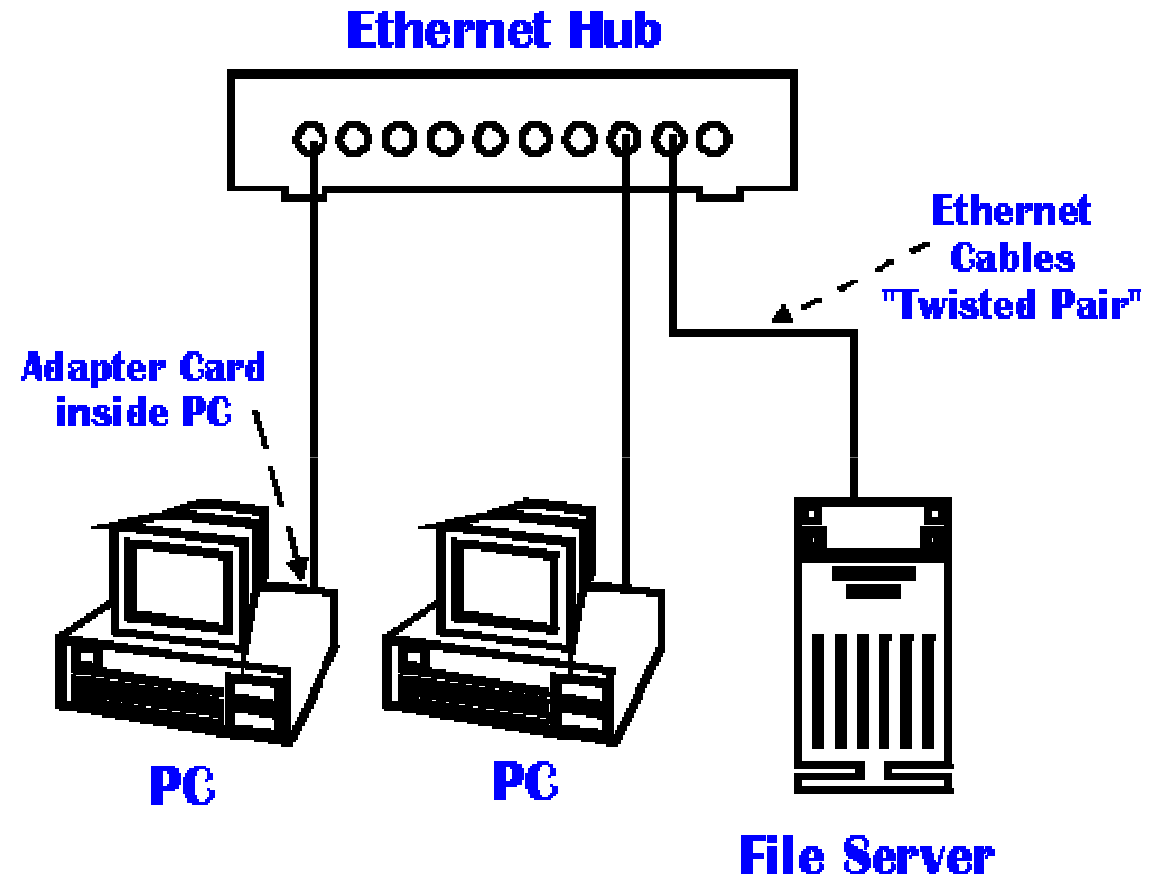
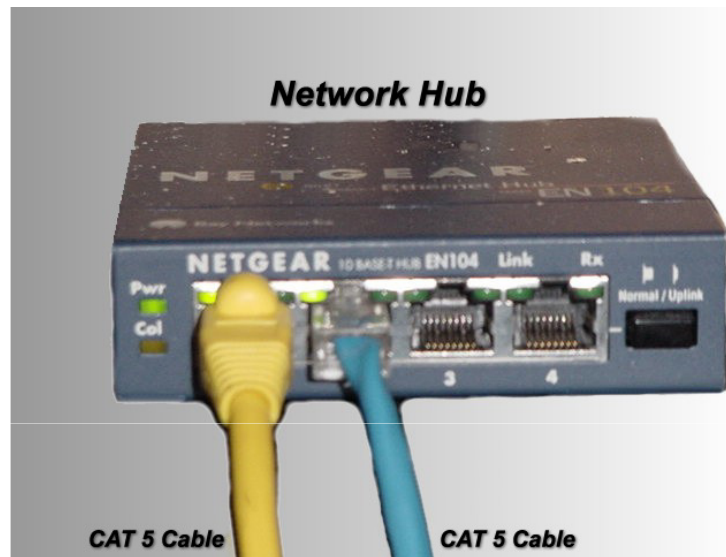
Cabrillo College





# Conectando a Placa de Rede ao Hub ou Switch

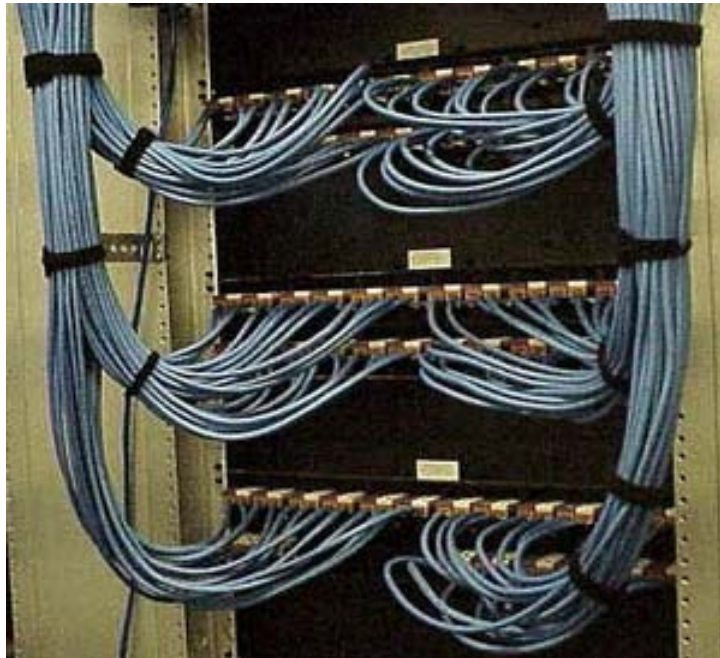
Cabrillo College



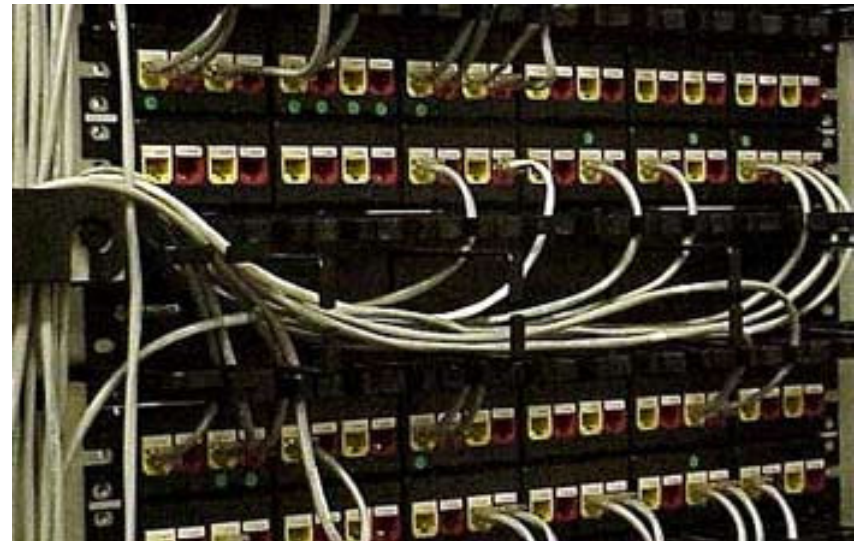
# Da Porta Ethernet ao Patch Panel...

Cabrillo College

## Back View

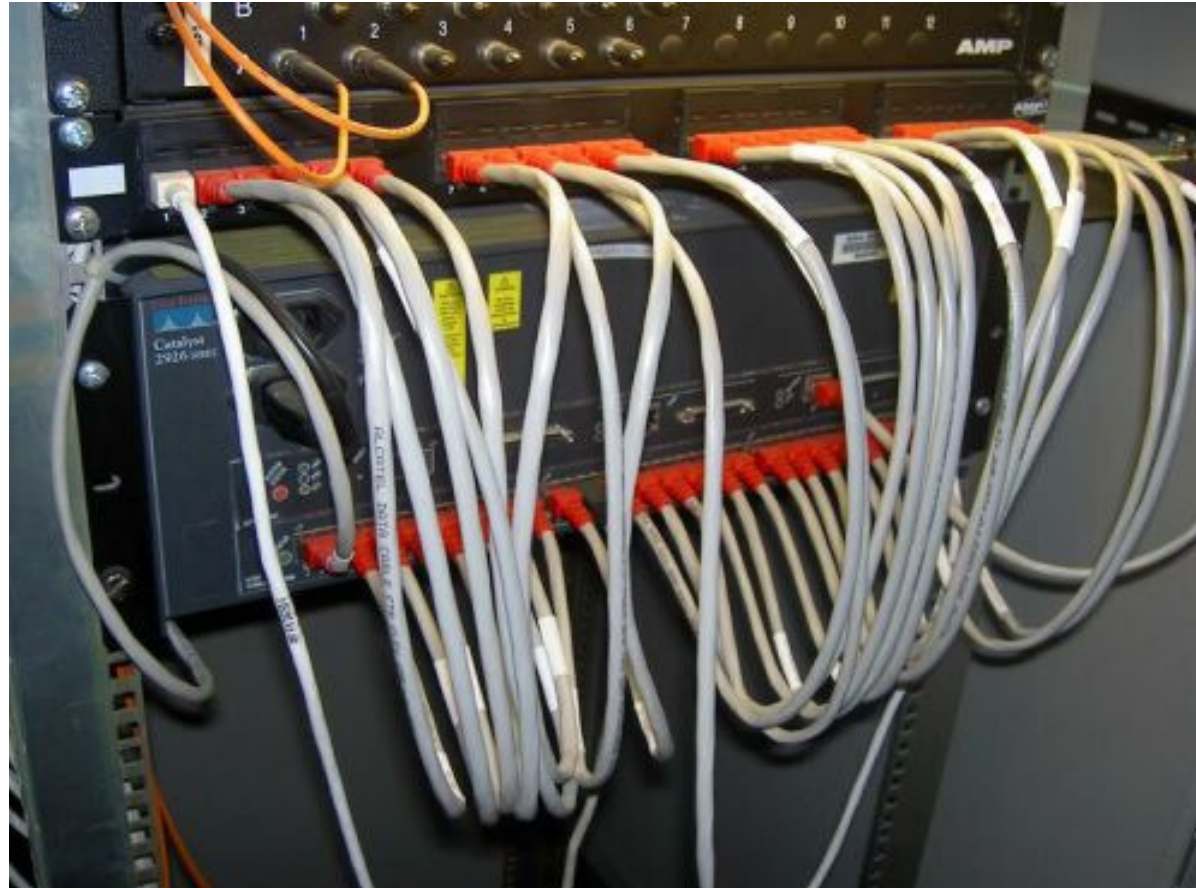


## Front View



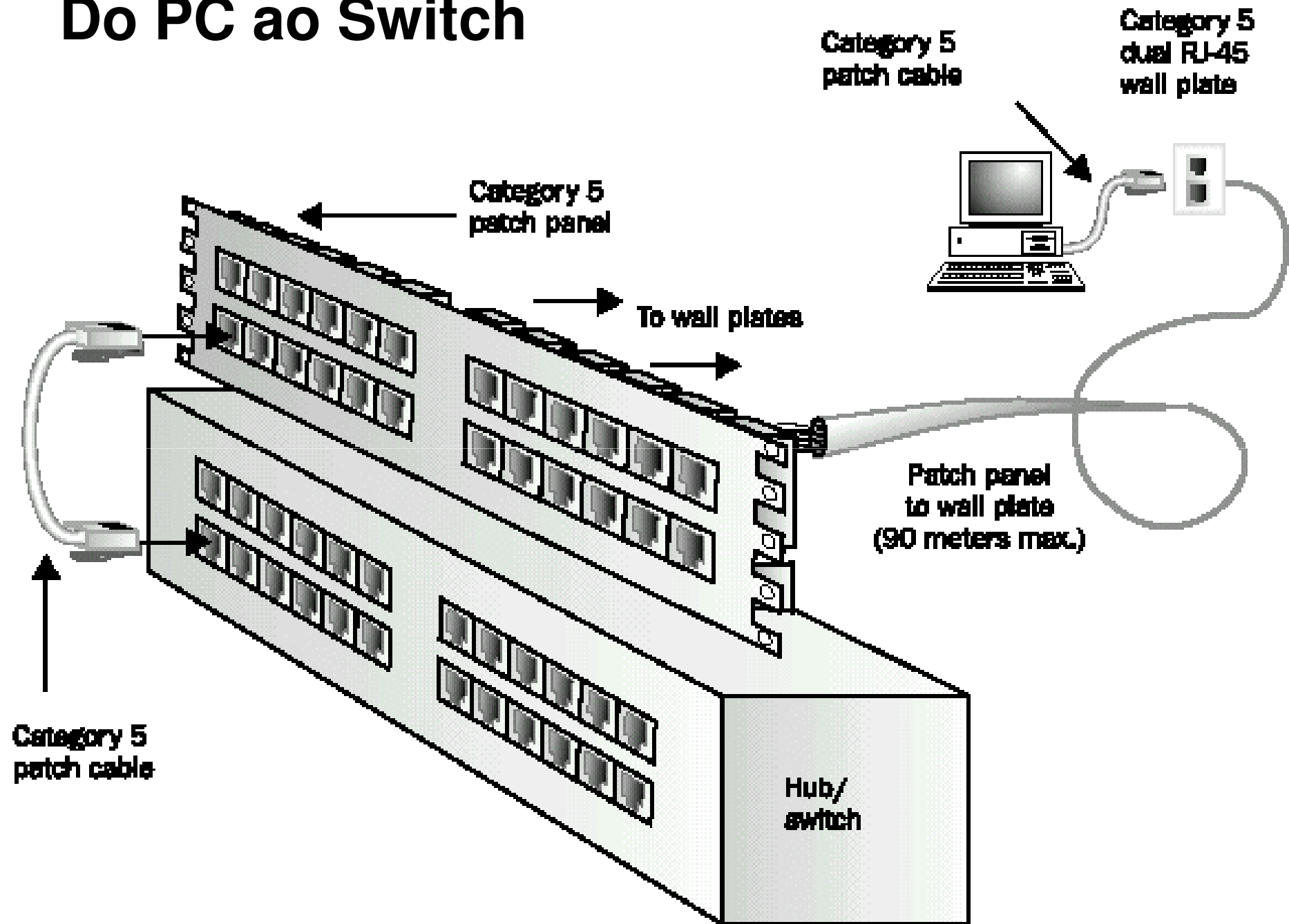
# Do Patch Panel o Switch (ou hub)

Cabrillo College

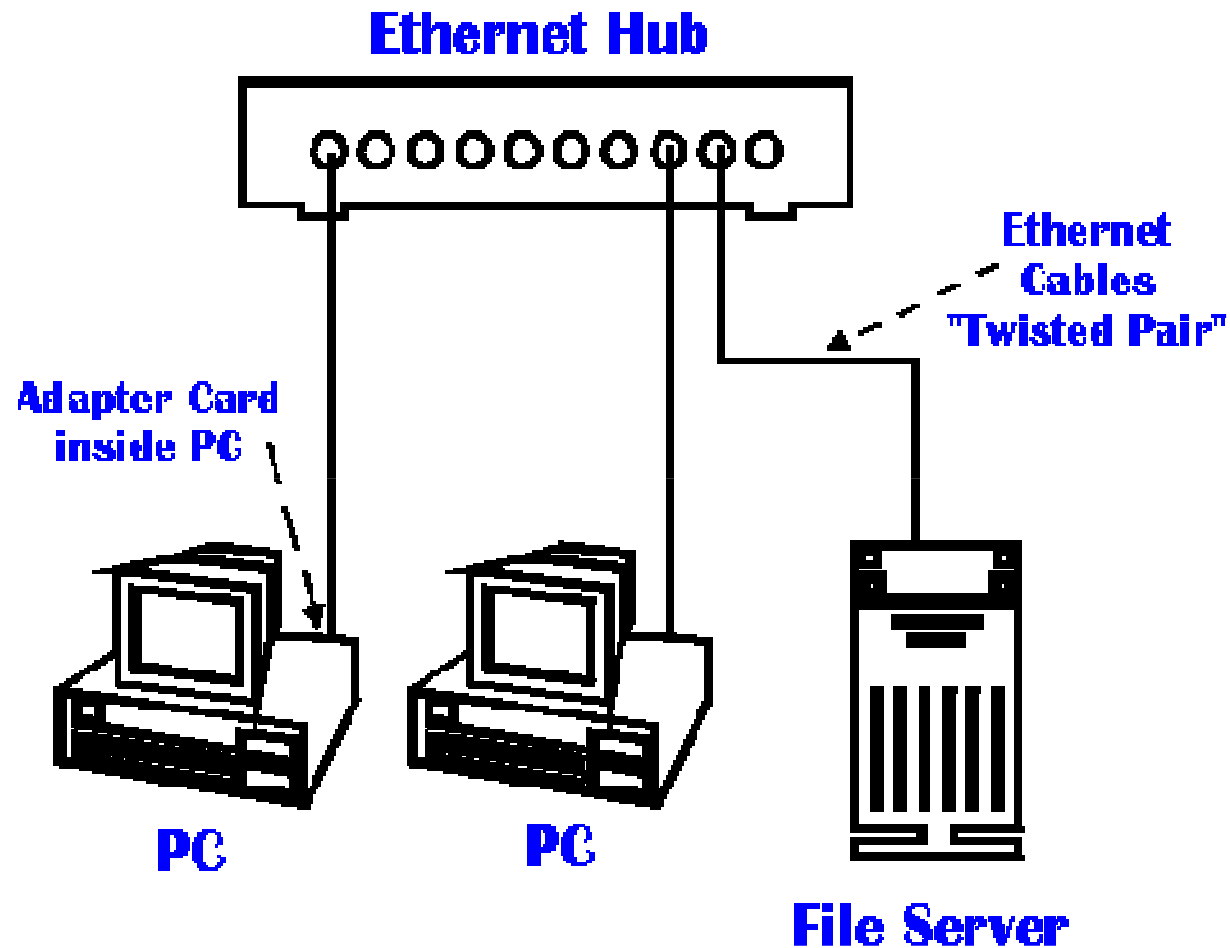




# Do PC to Switch

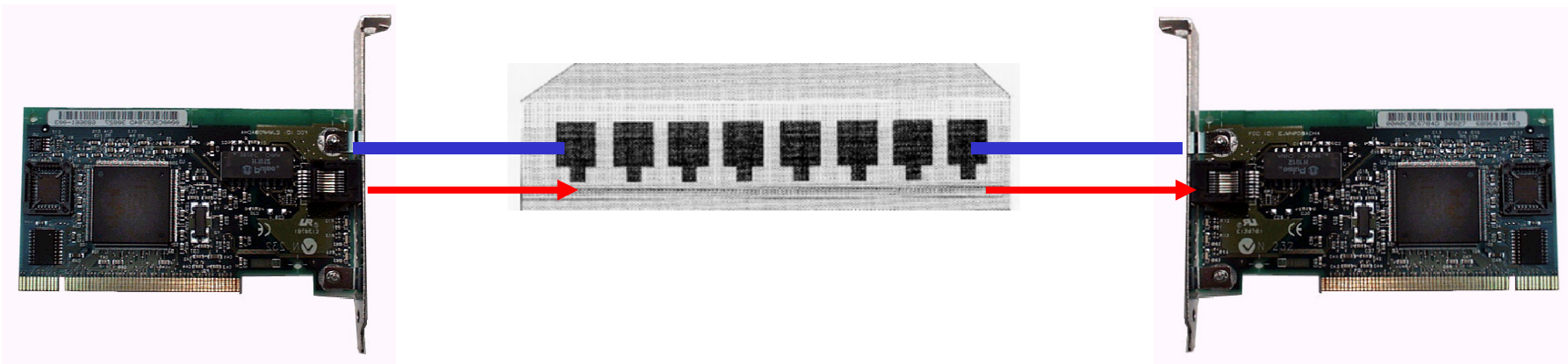


# Tudo isso é a mesma coisa que isto!



# Nosso Foco!

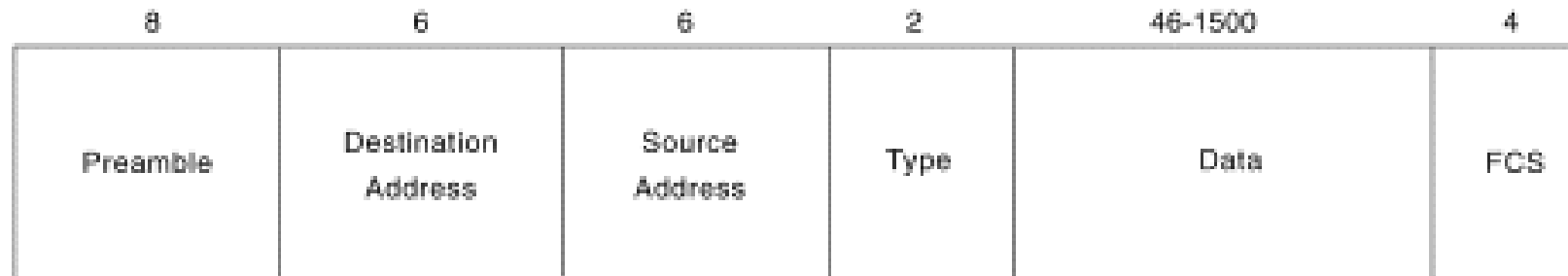
- Nós vamos estudar um protocolo de camada 2 de LANs chamado **Ethernet**.
- Esse protocolo diz respeito somente como a informação de host Ethernet alcança outro host Ethernet.
- Em nossos exemplos, nós iremos ver como o Ethernet é usado para transmitir informação de um computador para outro computador, via um ou mais dispositivos de rede Ethernet como hubs (repetidores) e switches (bridges - pontes).



# Ethernet e IEEE 802.3

Field Length,  
in Bytes

## Ethernet



- O Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) é uma de muitas organizações profissionais que definem padrões de rede.
- **IEEE 802.3** “Ethernet” é o padrão para LANs predominante e mais conhecido, junto com o 802.11 (WLAN).
- Esse padrão inclui o protocolo usado para “**enquadrar (frame)**” as informações que um host Ethernet.

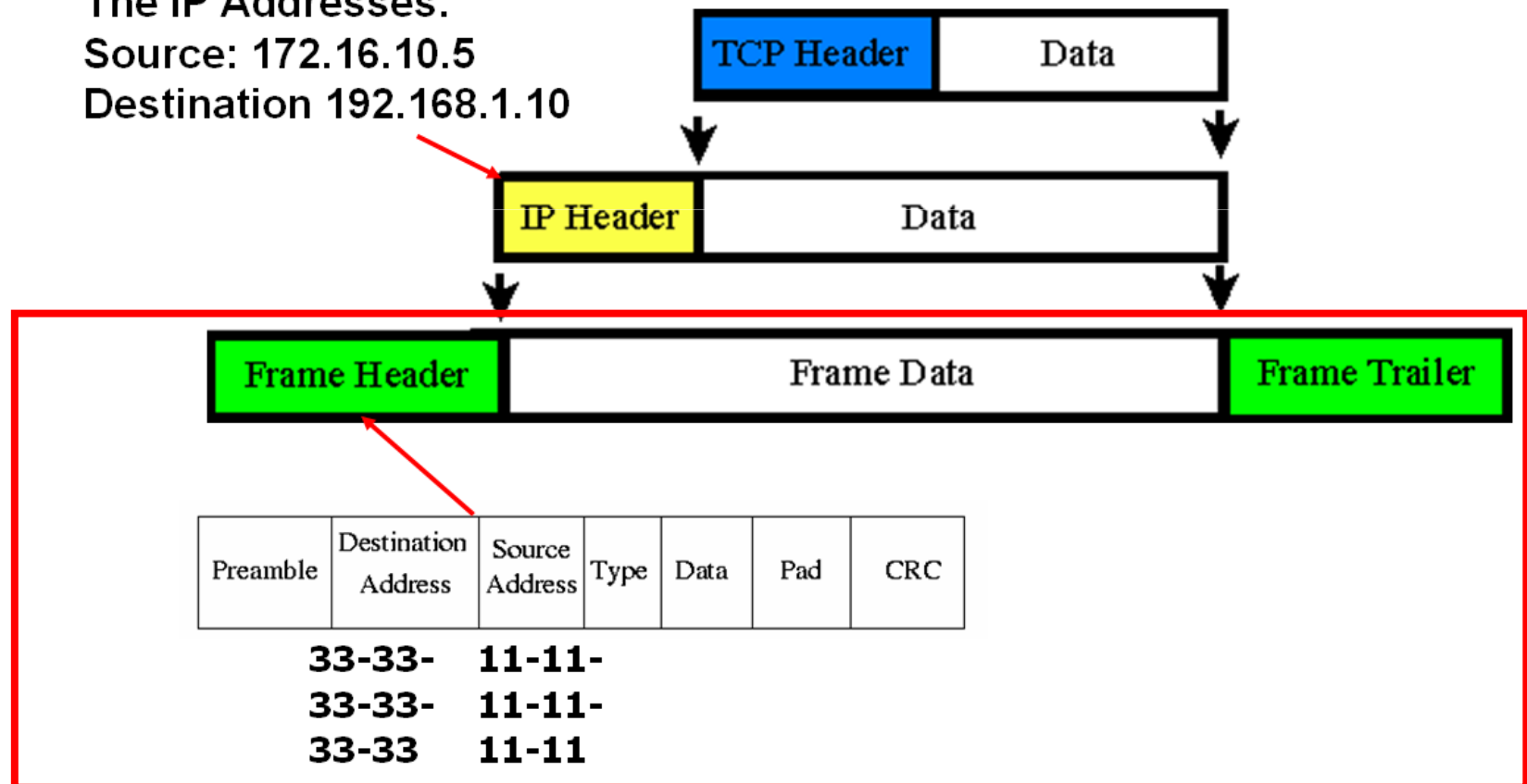


# “Dados” Ethernet

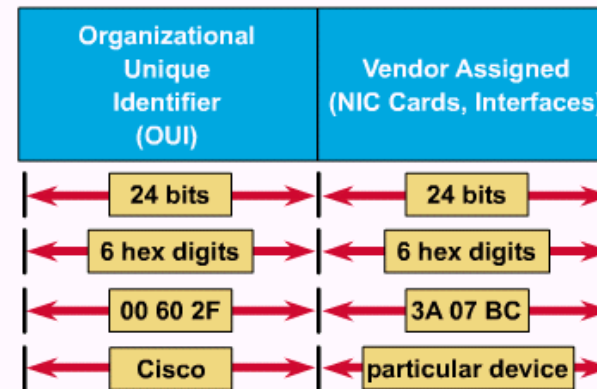
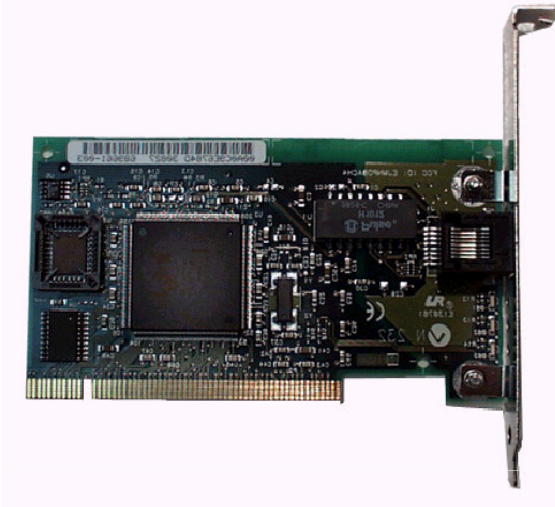
The IP Addresses:

Source: 172.16.10.5

Destination 192.168.1.10

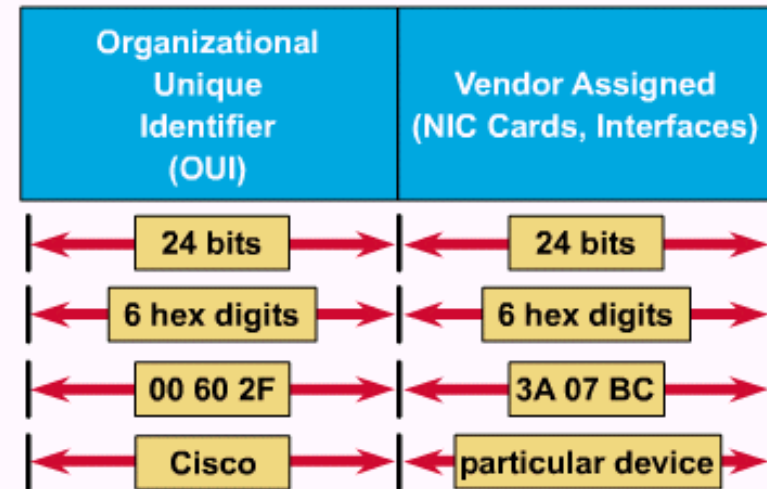
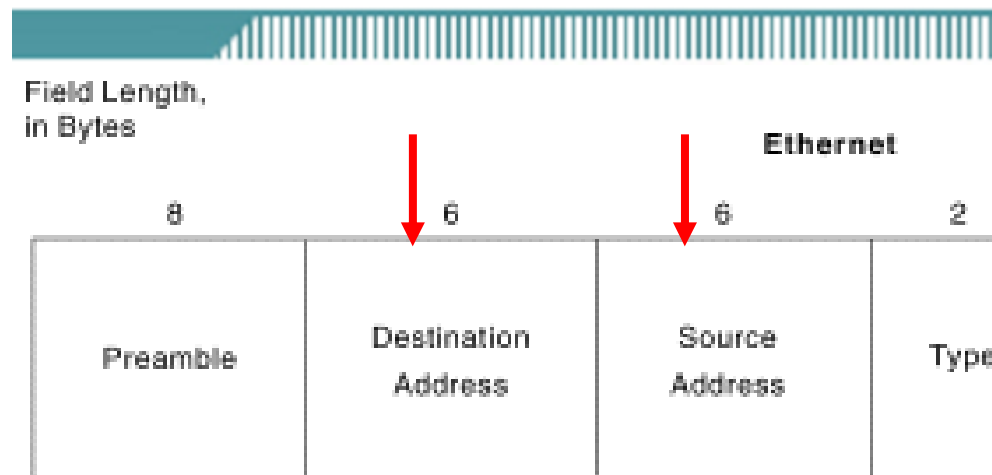


# O endereço MAC



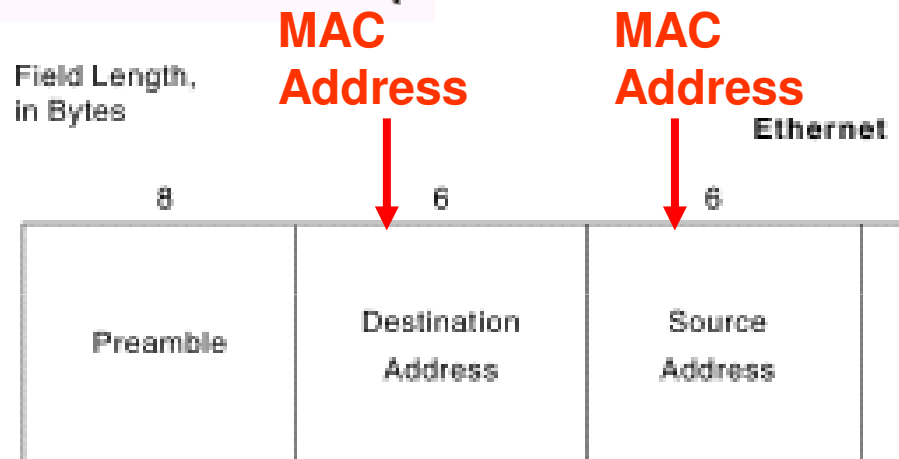
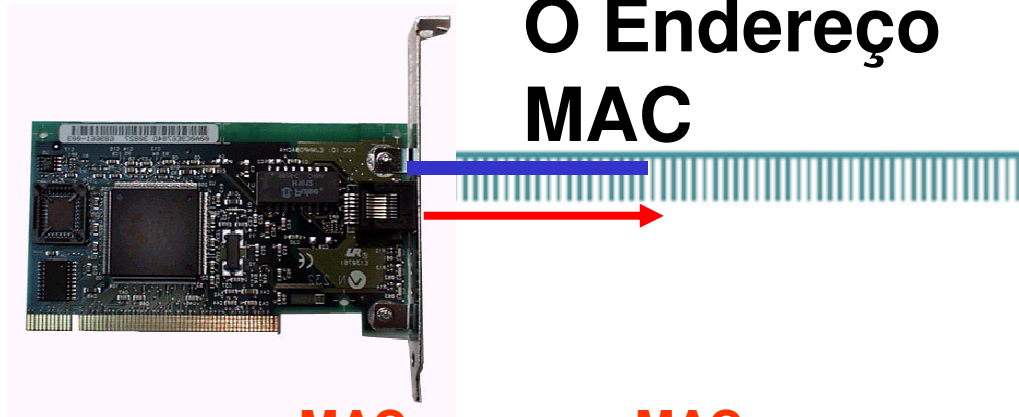
- Parte do protocolo Ethernet inclui o MAC (Media Access Control)
- Toda placa Ethernet tem um unico endereço MAC.
- Endereços MAC provêm uma forma para que os computadores identifiquem eles mesmos.
- Isso dá a cada host um nome único e permanente.

# O Endereço MAC



- Endereços MAC são:
  - **48 bits** em tamanho.
  - Expressos como **12 dígitos hexadecimais**.
  - Os **primeiros 6 dígitos hexadecimais**, os quais são administrados pelo IEEE, identificam o fabricante e formam o **Organizational Unique Identifier (OUI)**.
  - Os **6 dígitos restantes hexadecimal** formam o **inúmero de série da interface**, ou outro valor administrado pelo fabricante específico.
- Endereços MAC algumas vezes são referenciados como **burned-in addresses (BIAs)** porque são gravados em memória de somente leitura (ROM) e são copiados para a memória de acesso aleatório (RAM) quando as placas de rede inicializam

# O Endereço MAC



Organizational Unique Identifier (OUI)	Vendor Assigned (NIC Cards, Interfaces)
24 bits	24 bits
6 hex digits	6 hex digits
00 60 2F	3A 07 BC
Cisco	particular device

- O protocolo Ethernet usa o endereço MAC para identificar a **fonte (source)** do frame Ethernet e o seu **destino (destination)**.
- Sempre que um computador envia um frame Ethernet, ele inclui o endereço MAC da sua placa de rede no campo "Source Address" do frame.



# Decimal, Binário, Hex

Dec Bin Hex

0 = 0000 = 0

1 = 0001 = 1

2 = 0010 = 2

3 = 0011 = 3

4 = 0100 = 4

5 = 0101 = 5

6 = 0110 = 6

7 = 0111 = 7

Dec Bin Hex

8 = 1000 = 8

9 = 1001 = 9

10 = 1010 = A

11 = 1011 = B

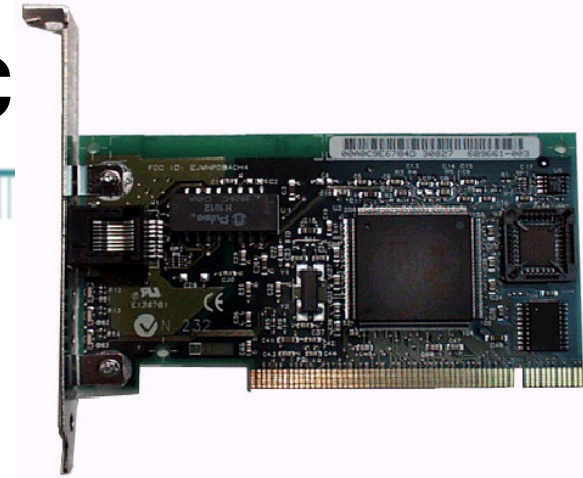
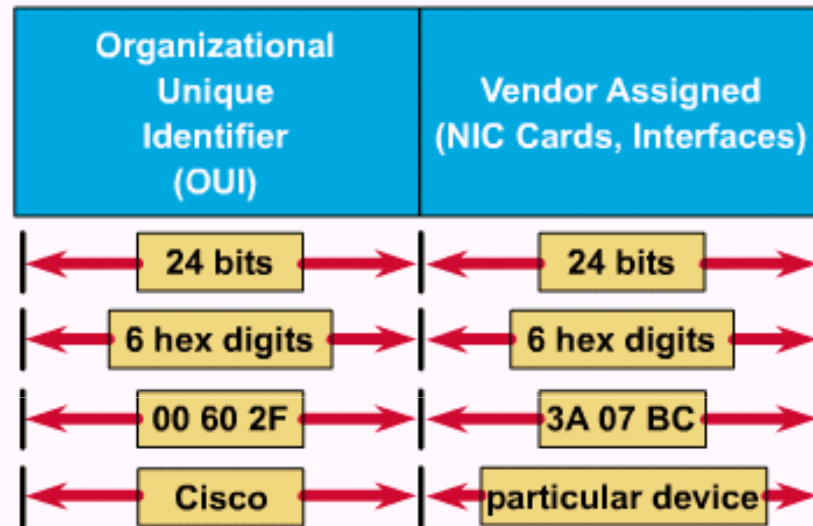
12 = 1100 = C

13 = 1101 = D

14 = 1110 = E

15 = 1111 = F

# Formato do Endereço MAC

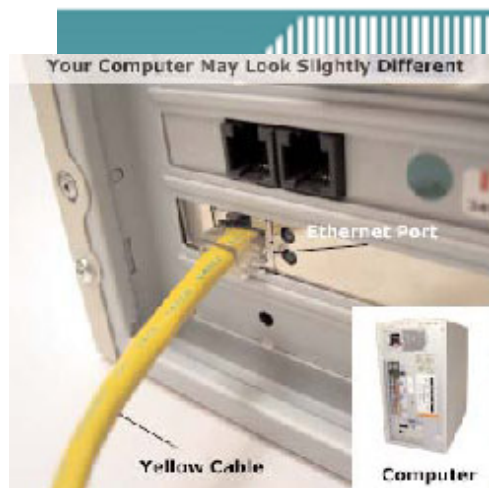


Dec	Bin	Hex	Dec	Bin	Hex
0	= 0000	= 0	8	= 1000	= 8
1	= 0001	= 1	9	= 1001	= 9
2	= 0010	= 2	10	= 1010	= A
3	= 0011	= 3	11	= 1011	= B
4	= 0100	= 4	12	= 1100	= C
5	= 0101	= 5	13	= 1101	= D
6	= 0110	= 6	14	= 1110	= E
7	= 0111	= 7	15	= 1111	= F

**OUI**      **unique**

- Um endereço MAC da Intel: **00-20-E0-6B-17-62**
- 0000 0000** - **0010 0000** – **1110 0000** - **0110 1011** – **0001 0111** – **0110 0010**
- IEEE OUI FAQs: <http://standards.ieee.org/faqs/OUI.html>

# Qual o endereço MAC da minha placa de rede?



```
C:\WINNT\System32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : cabrillo.edu
    IP Address. . . . . : 172.16.22.73
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.224.0
    Default Gateway . . . . . : 172.16.1.1

C:\>ipconfig /all

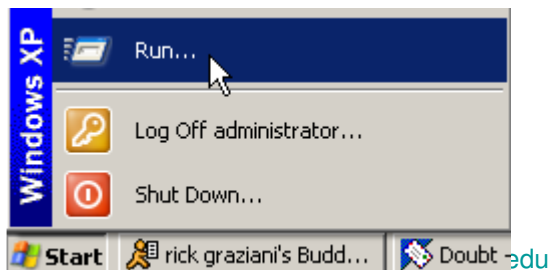
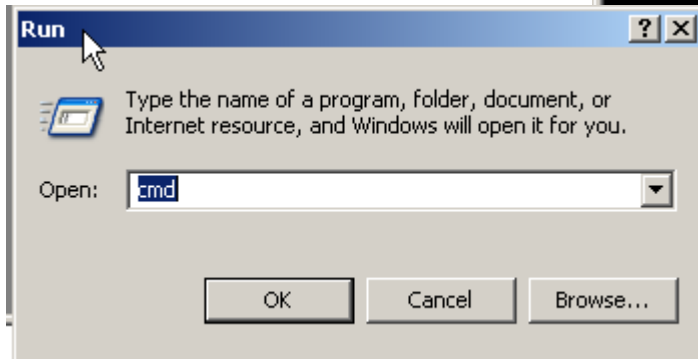
Windows IP Configuration

Host Name . . . . . : RICK-GRAZIANI
Primary Dns Suffix . . . . . :
Node Type . . . . . : Hybrid
IP Routing Enabled. . . . . : No
WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter Local Area Connection:

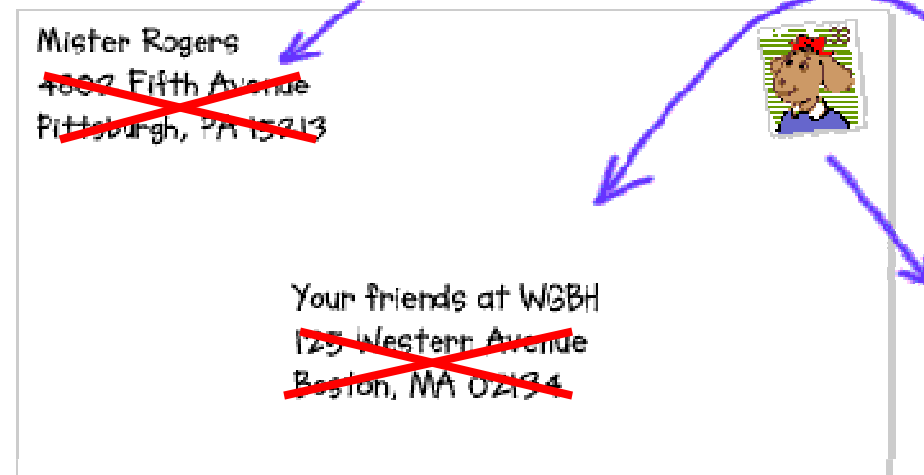
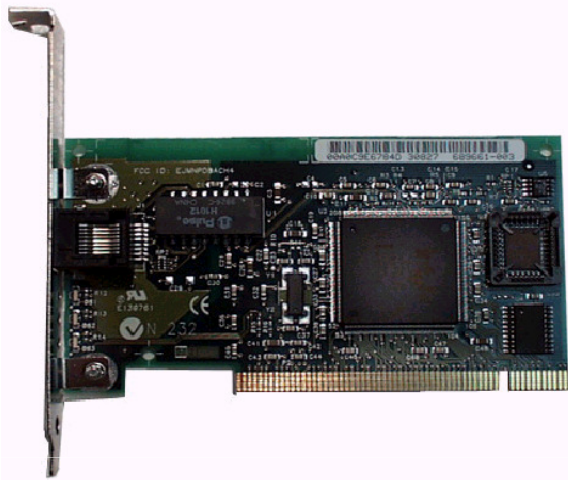
    Connection-specific DNS Suffix  . : cabrillo.edu
    Description . . . . . : Intel 8255x-based PCI Ethernet Adapt
(100)
    Physical Address. . . . . : 00-20-E0-6B-17-62
    Dhcp Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
    IP Address. . . . . : 172.16.22.73
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.224.0
    Default Gateway . . . . . : 172.16.1.1
    DHCP Server . . . . . : 172.16.1.7
    DNS Servers . . . . . : 207.62.187.53
                           207.62.187.54
    Primary WINS Server . . . . . : 171.69.2.87
    Secondary WINS Server . . . . . : 171.68.235.228
    Lease Obtained. . . . . : Wednesday, March 10, 2004 9:48:23 AM
    Lease Expires . . . . . : Saturday, March 13, 2004 9:48:23 AM

C:\>_
```



# Endereços MAC são lineares

Cabrillo College



- Endereços MAC provêm um meio de computadores identificarem eles próprios.
- Eles dão aos hosts um nome permanente e único.
- O número de endereços MAC possíveis é de  $16^{12}$  (ou mais de 2 trilhões!).
- Endereços MAC tem uma grande **desvantagem**:
  - Eles **não têm estrutura** e são considerados **endereços de espaço linear**.
  - Como se para enviar uma carta bastasse só o CPF da pessoa ao invés do endereço estruturado em Rua, número bairro, cidade, etc....



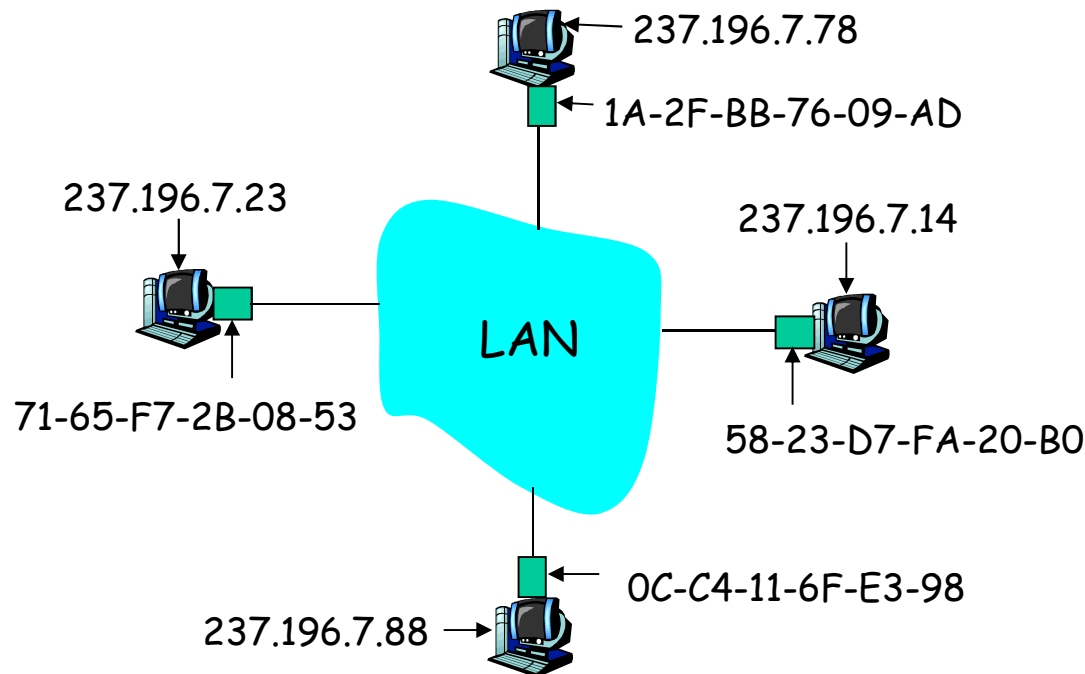
# Endereço MAC X Endereço IP

- Endereço MAC não armazena informações de rede: apenas identificam o fabricante e o hardware da placa de rede
- Endereços MAC servem para localizar computadores em uma rede local
- Endereços IP dão às nossas redes uma noção de localização, e os nós da rede uma noção de pertencer a esta localização.
- Endereço IP é composto por bits que identificam a rede e bits que identificam o host.
  - Exemplo: 192.168.100.0/24 – endereço de rede
  - Quais endereços abaixo pertencem a essa rede?
    - 172.16.1.1 – 192.168.101.1 – 192.168.100.254 – 192.168.102.3 – 200.17.33.1 – 10.10.0.1

# ARP: Address Resolution Protocol

Cabrillo College

Pergunta: como obter o endereço MAC a partir do endereço IP?



- Cada nó IP (Host, Roteador) de uma LAN possui tabela **ARP**
- Tabela ARP: mapeamento de endereços IP/MAC para alguns nós da LAN

< endereço IP; endereço MAC; TTL >

- TTL (*Time To Live*): tempo a partir do qual o mapeamento de endereços será esquecido (valor típico de 20 min)

# Protocolo ARP: Mesma LAN (rede)

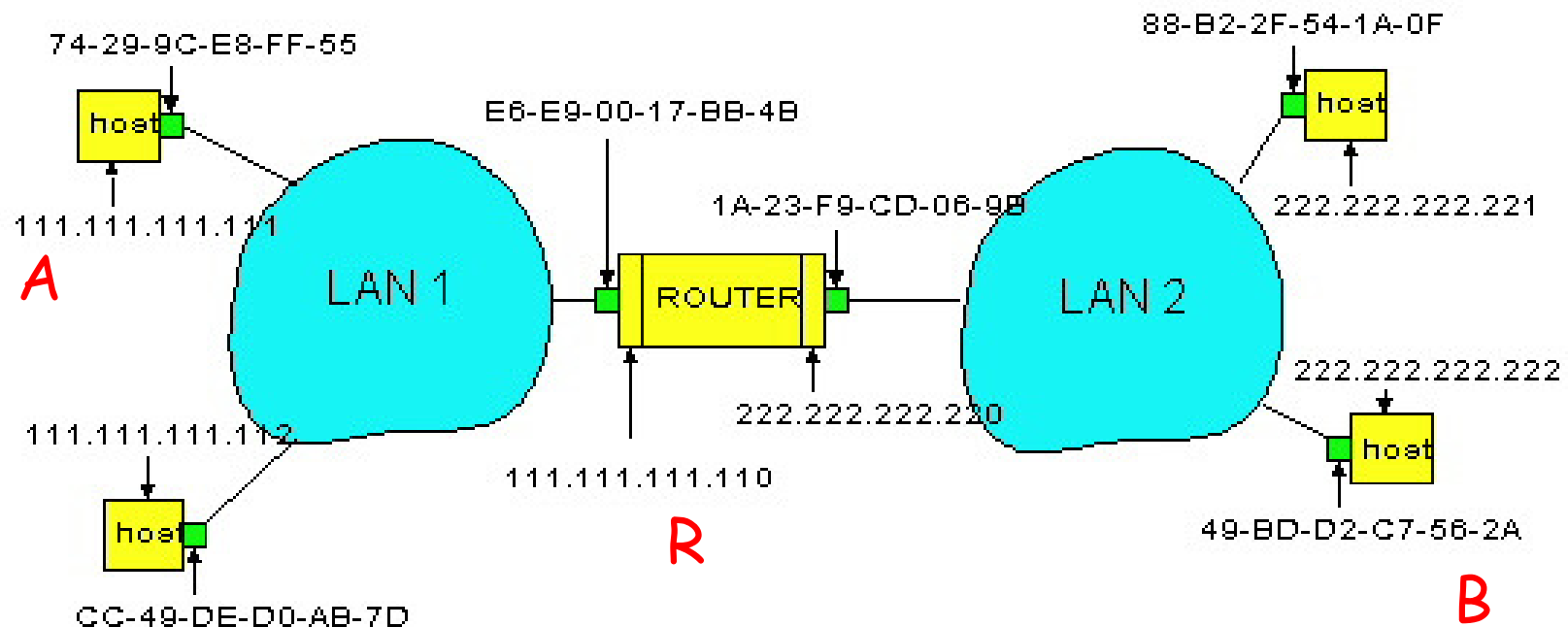
- **A** deseja enviar datagrama para **B**, e o endereço MAC de **B** não está na tabela ARP.
- **A** **difunde** o pacote de solicitação ARP, que contém o endereço IP de **B**
  - Endereço MAC destino = FF-FF-FF-FF-FF-FF
  - todas as máquinas na LAN recebem a consulta do ARP
- **B** recebe o pacote ARP, responde a **A** com o seu (de **B**) endereço MAC
  - Quadro enviado para o endereço MAC (unicast) de **A**
- Uma cache (salva) o par de endereços IP-para-MAC na sua tabela ARP até que a informação fique antiquada (expire)
  - ‘*soft state*’: informação que expira (vai embora) a menos que seja renovada
- ARP é “*plug-and-play*”:
  - os nós criam suas tabelas ARP sem a intervenção do administrador da rede

# Roteando um pacote para outra LAN

Cabrillo College

passo a passo: envio de datagrama de A para B via R

assuma que A conhece o endereço IP de B



- Duas tabelas ARP no roteador **R**, uma para cada rede IP (LAN)



# Camada 1 do Modelo OSI – Camada Física

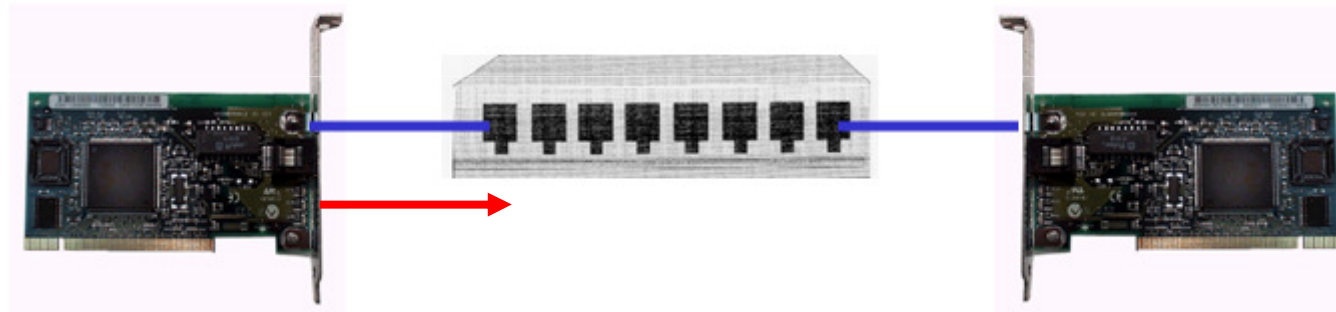
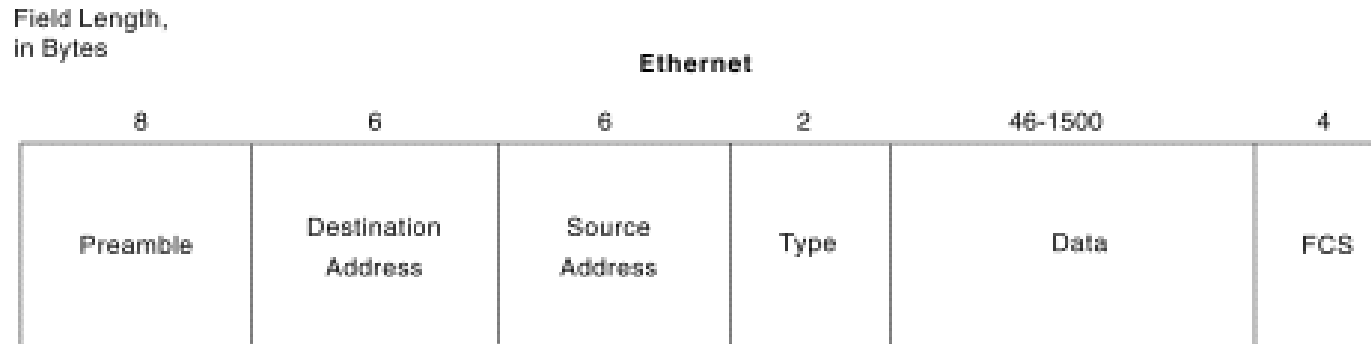


- A camada física define as especificações elétricas, mecânicas, procedurais e funcionais para ativação, manutenção e desativação do enlace físico entre sistemas finais
- Sinais, mídia física da rede (cables, wireless, ...), dispositivos da camada 1
- Dispositivos da camada 1 incluem :
  - Repetidores
  - Hubs

## Binary Transmission

- Wires, connectors, voltages, data rates

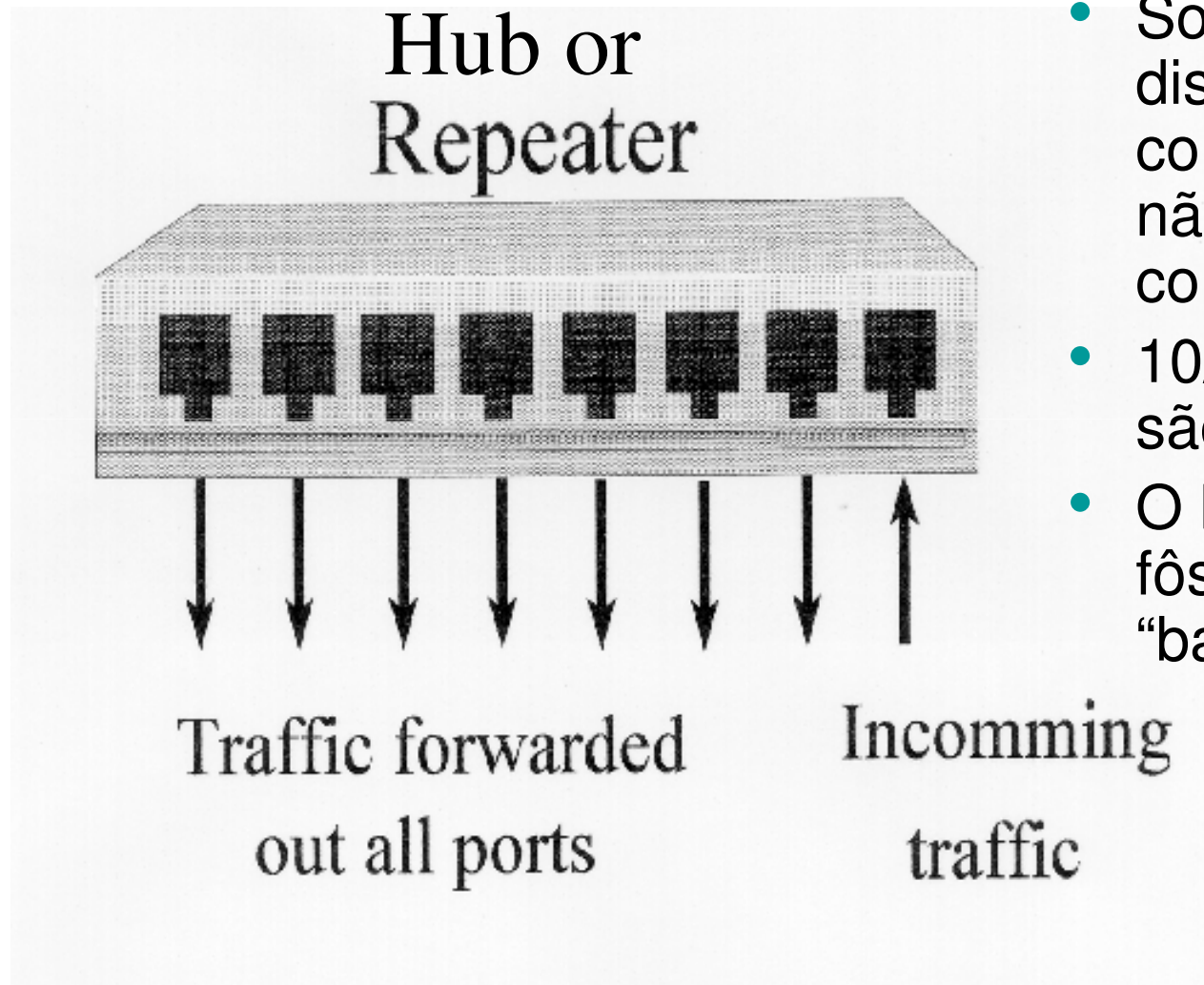
# Frame de Enlace de Dados Genérico



- A mensagem é “**enquadrada (framed)**” (camada 2) e transmitida no cabo pela placa de rede EThernet.
- O Enquadramento provê ordem ou estrutura para o stream (fluxo) de bits - bitstream.

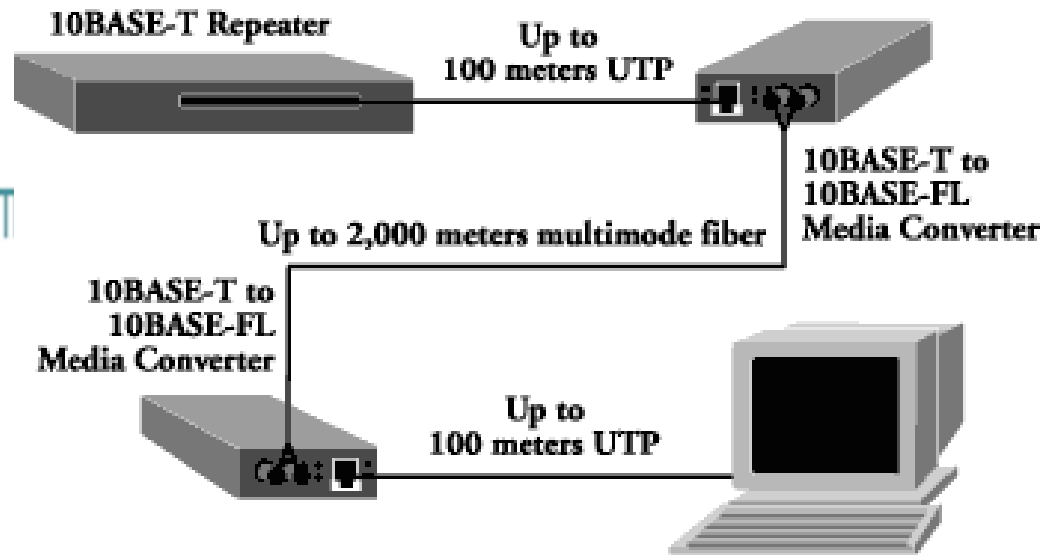
# Enviando e recebendo frames Ethernet frames via hub

Cabrillo College



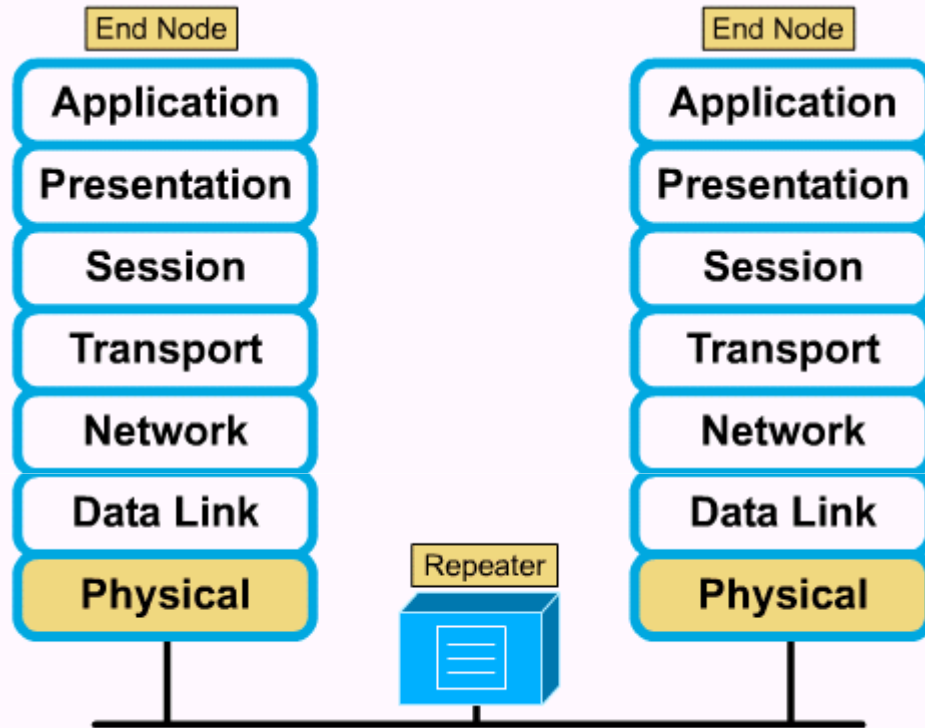
- Somente um dispositivo deve se comunicar por vez, se não, ocorrerá colisões.
- 10/100/1000 Mbps são comuns.
- O hub age como se fôsse um “barramento”.

# O Repetidor



- Repetidores são equipamentos de rede da camada 1 usados para combater a atenuação.
- Repetidores:
  - Pegam sinais fracos
  - Limpam (ruídos)
  - Regeneram
  - E enviam esses sinais pelo caminho na rede

# Repetidores: Equipamento de Camada 1

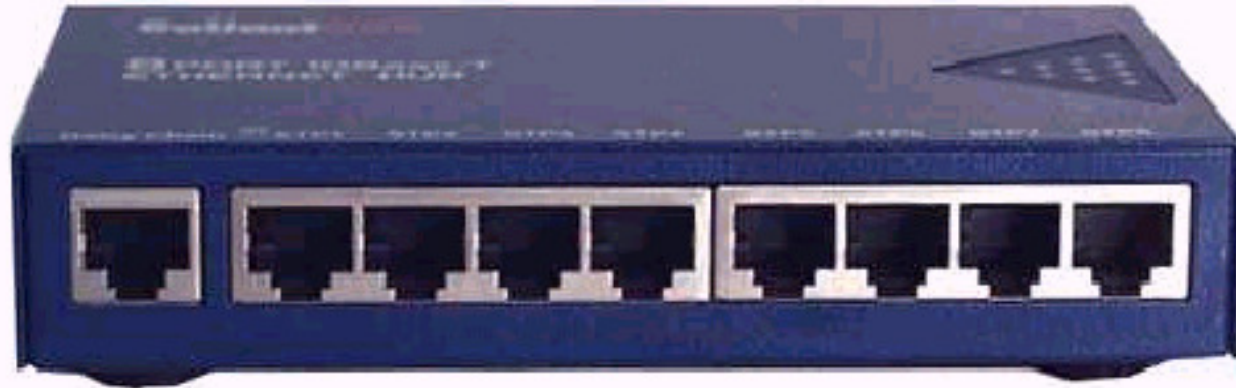


Sinal entra...  
sinal sai. (depois  
que eu o  
aplique)



- **Repetidores** são dispositivos de Camada 1.
- Eles **NÃO** olham endereços da camada 2, de enlace de dados (MAC, Ethernet) ou endereços de camada 3 (IP).

# Hub



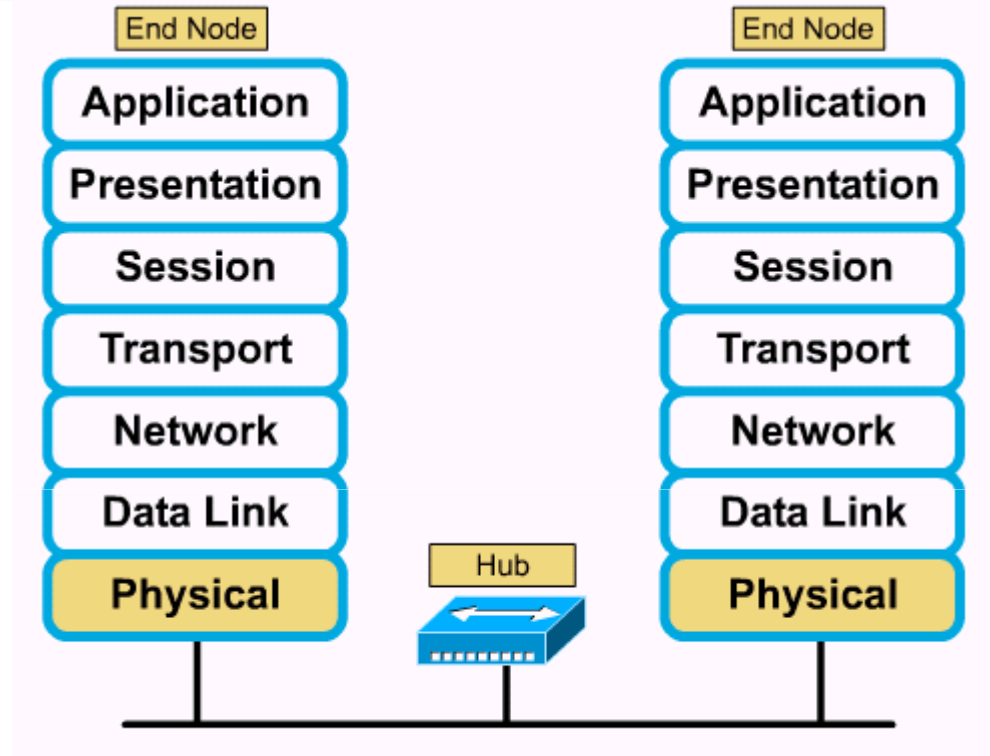
- **Hub** é nada mais que um repetidor multiporta.
- Hubs são dispositivos de Camada 1.
- Dados que chegam a uma porta são enviados por todas outras portas, exceto por aquela na qual chegou.

Hubs são chamados às vezes de

- Concentradores Ethernet
- Repetidores multiporta
- Em redes Token Rings, Multi-station Access Units (MAU or MSAU)

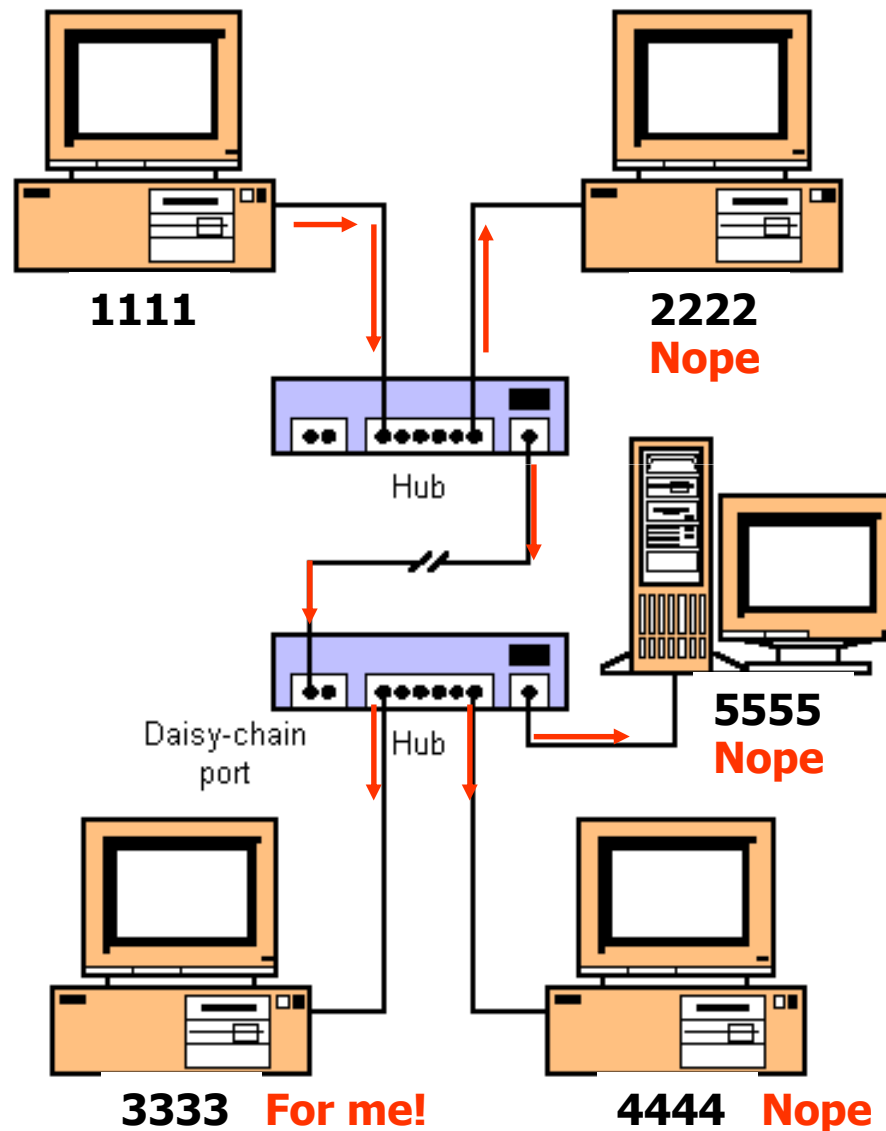


# Hub: Dispositivo de Camada 1



- Hubs são dispositivos de camada 1.
- Eles NÃO olham para endereços da camada 2 , Enlace de dados (MAC, Ethernet) ou endereços da camada 3 (IP).

# Enviando e recebendo frames Ethernet via um hub

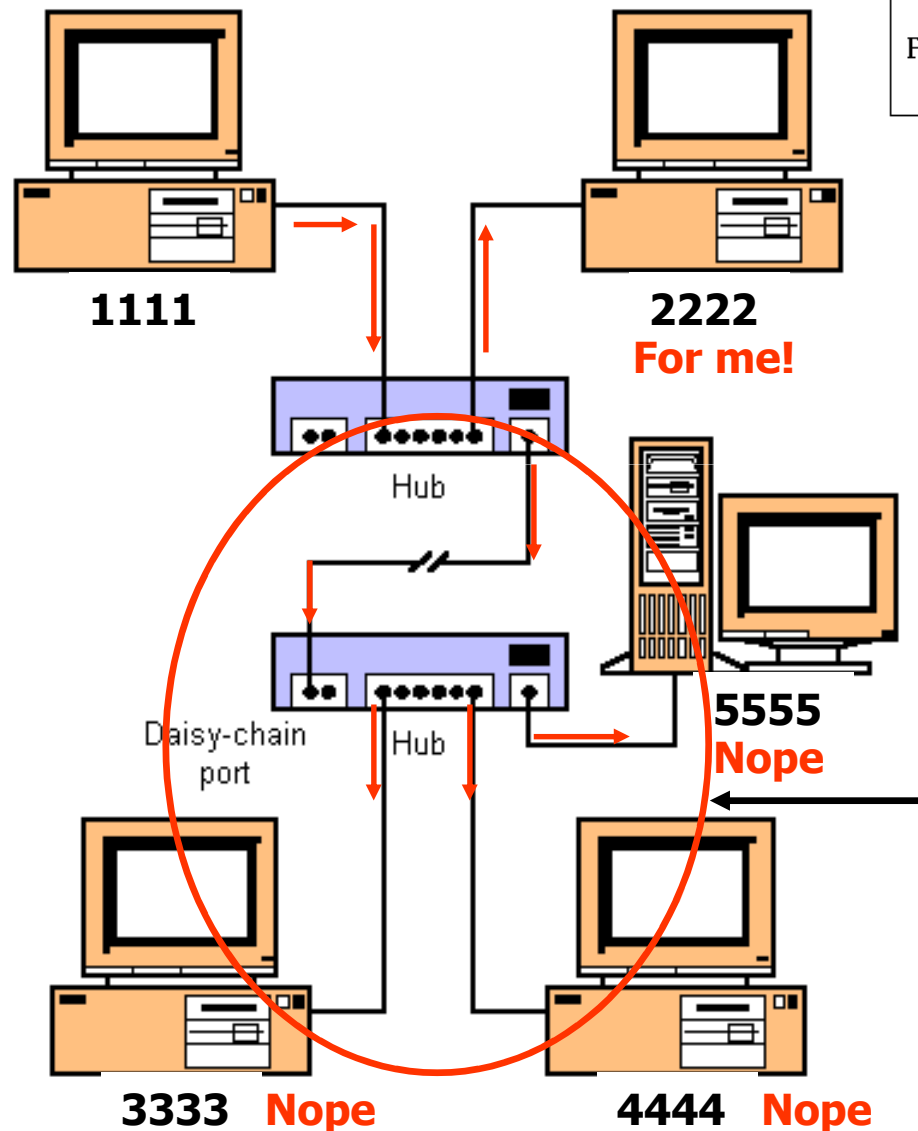


Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Pad	CRC
----------	---------------------	----------------	------	------	-----	-----

3333 1111

- O hub irá **inundar** todas as outras portas exceto a porta a qual o sinal está entrando
- Hub is a layer 1 device.
- Um hub NÃO olha para endereços da camada 2, logo é rápido para transmitir dados.
- **Desvantagem:** Um hub ou vários hubs cascadeado, em série forma um **único domínio de colisão**
- Uma colisão ocorre quando dois ou mais dispositivos transmitem ao mesmo tempo em um domínio de colisão.

# Enviando e recebendo frames Ethernet via um hub



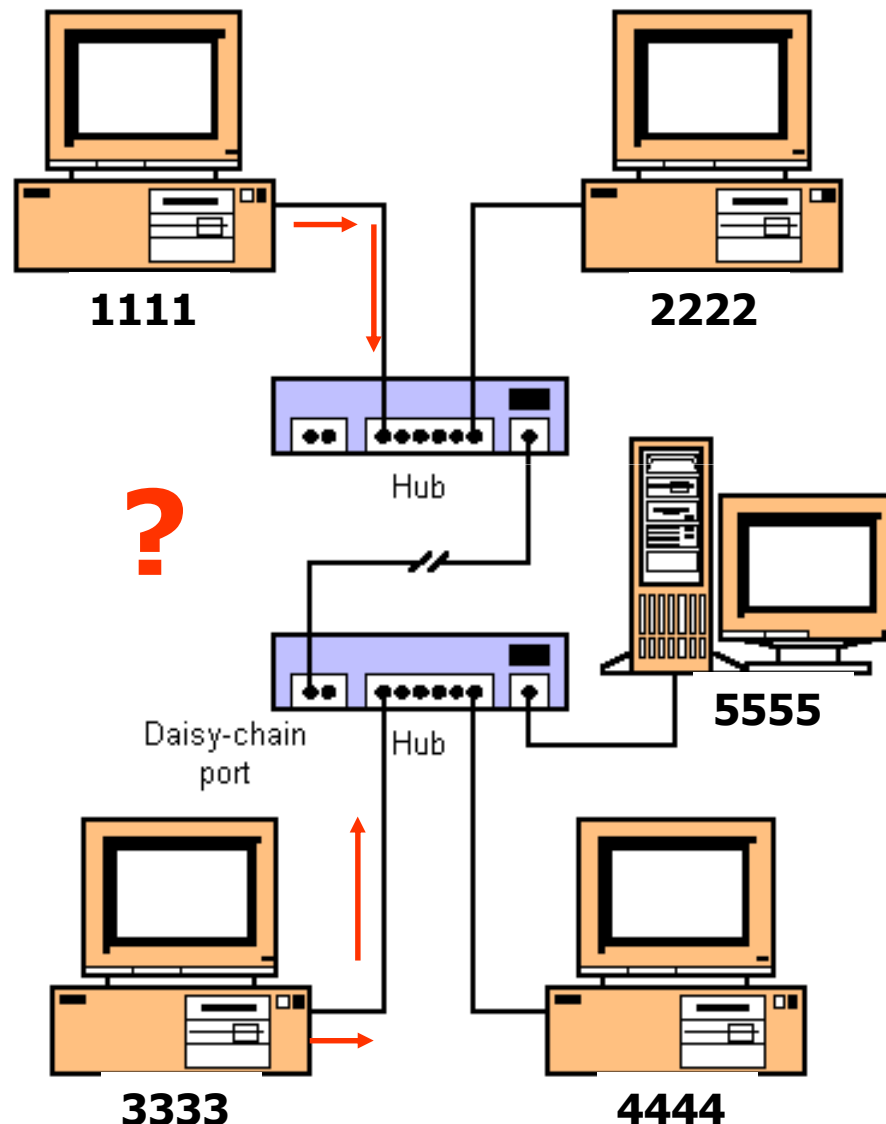
Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Pad	CRC
----------	---------------------	----------------	------	------	-----	-----

**2222 1111**

- Outra desvantagem dos hubs é tomar desnecessariamente largura de banda de outros links.

**Desperdício de Largura de Banda!**

# Enviando e recebendo frames Ethernet via um hub



Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Pad	CRC
----------	---------------------	----------------	------	------	-----	-----

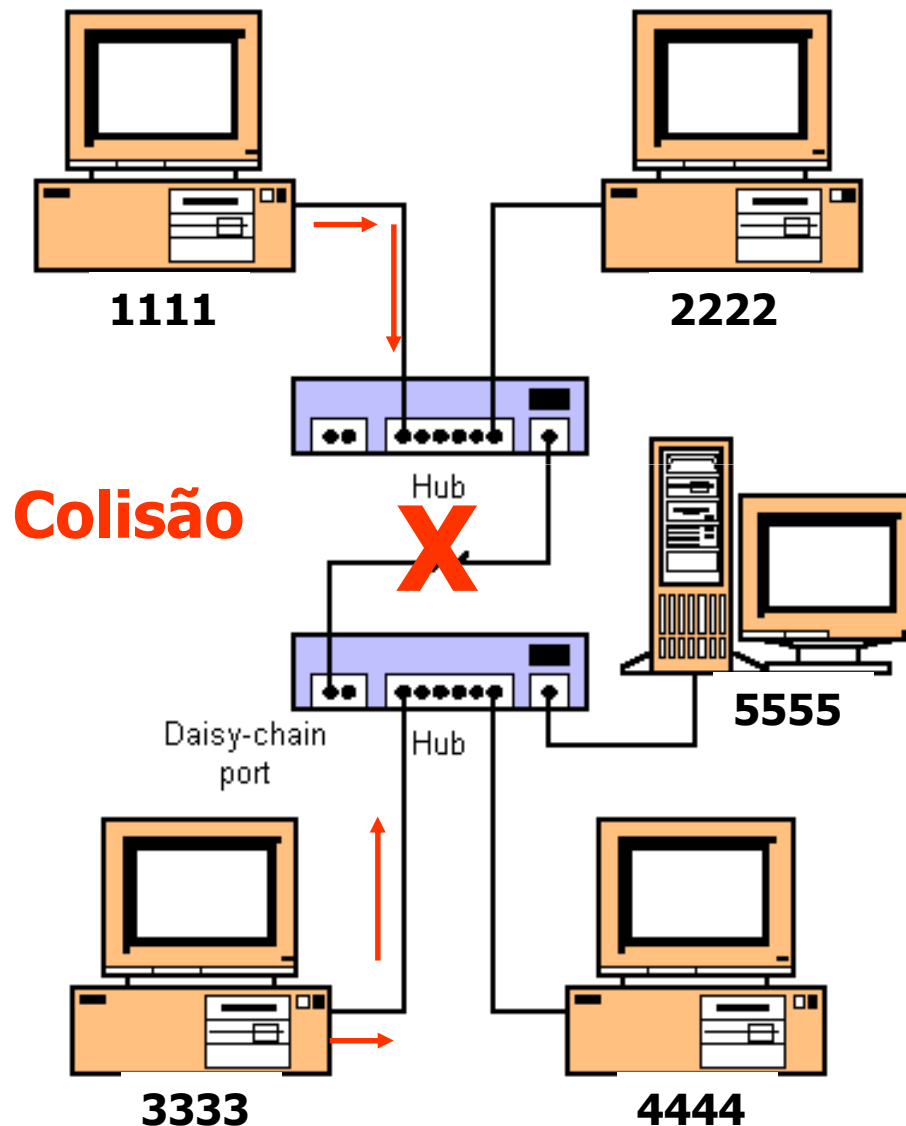
2222 1111

- O que acontece quando dois hosts no mesmo hub ou num cascadeamento de hubs, transmitem ao mesmo tempo?

Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Pad	CRC
----------	---------------------	----------------	------	------	-----	-----

4444 3333

# Enviando e recebendo frames Ethernet via um hub



Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Pad	CRC
----------	---------------------	----------------	------	------	-----	-----

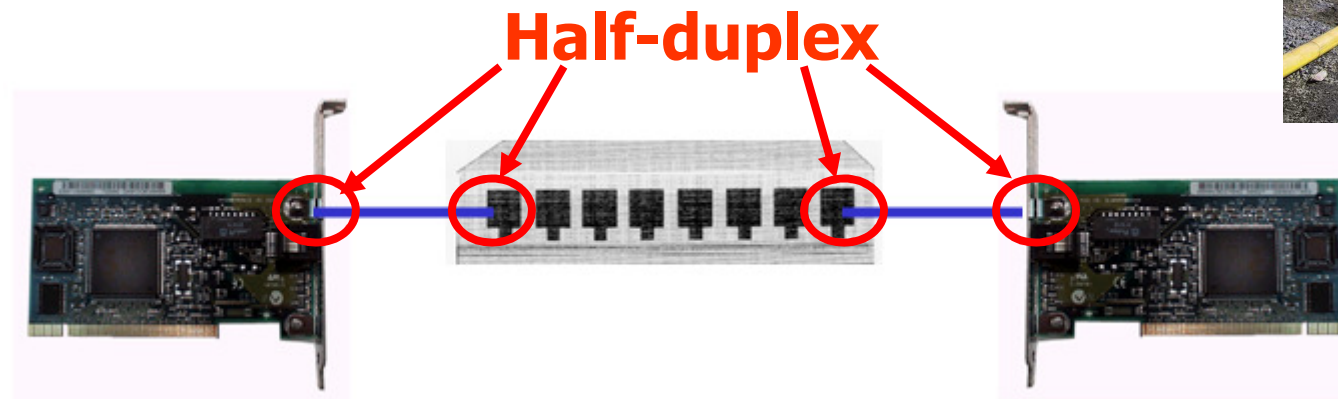
2222 1111

- Colisão ocorre.

Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Pad	CRC
----------	---------------------	----------------	------	------	-----	-----

4444 3333

# Half-duplex (Introdução)

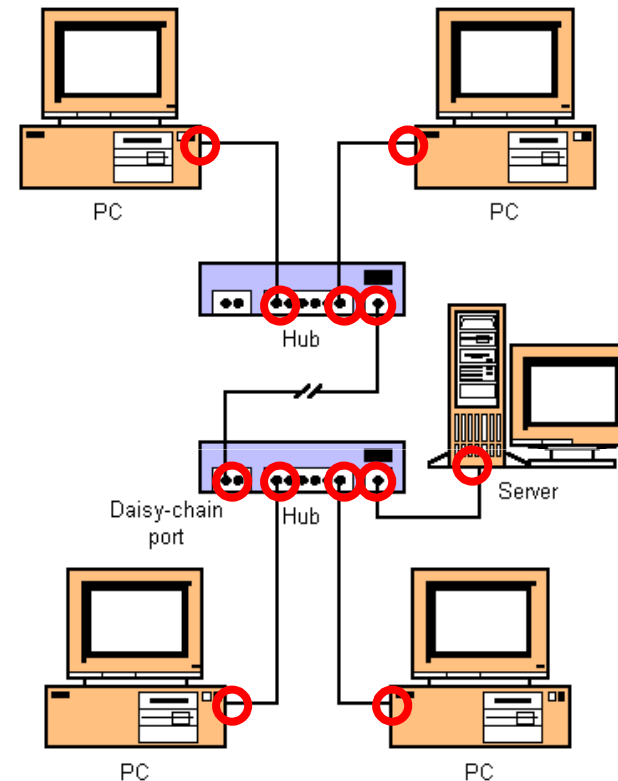


- Hubs operam somente no modo Half-duplex.
- **Half-duplex** significa que somente uma ponta (fim, nó) pode enviar por vez
- A outra ponta do link (placa Ethernet ou outro Hub, Switch) deve operar em modo Half-duplex
- Com placas de redes Half-duplex, um host só pode transmitir ou só pode receber, não ambos de uma vez, senão uma colisão pode ocorrer.
- Usa CSMA/CD.
- Se a portadora é detectada, então a placa de rede não irá transmitir.
- Hubs Ethernet e repetidores só podem operar em modo half-duplex.



# Modo Half-Duplex

- Todas as placas de rede Ethernet e portas dos hubs estão operando em modo Half-Duplex.
- Quando vários dispositivos estão conectados a um hub ou vários hubs, somente um equipamento deve transmitir.

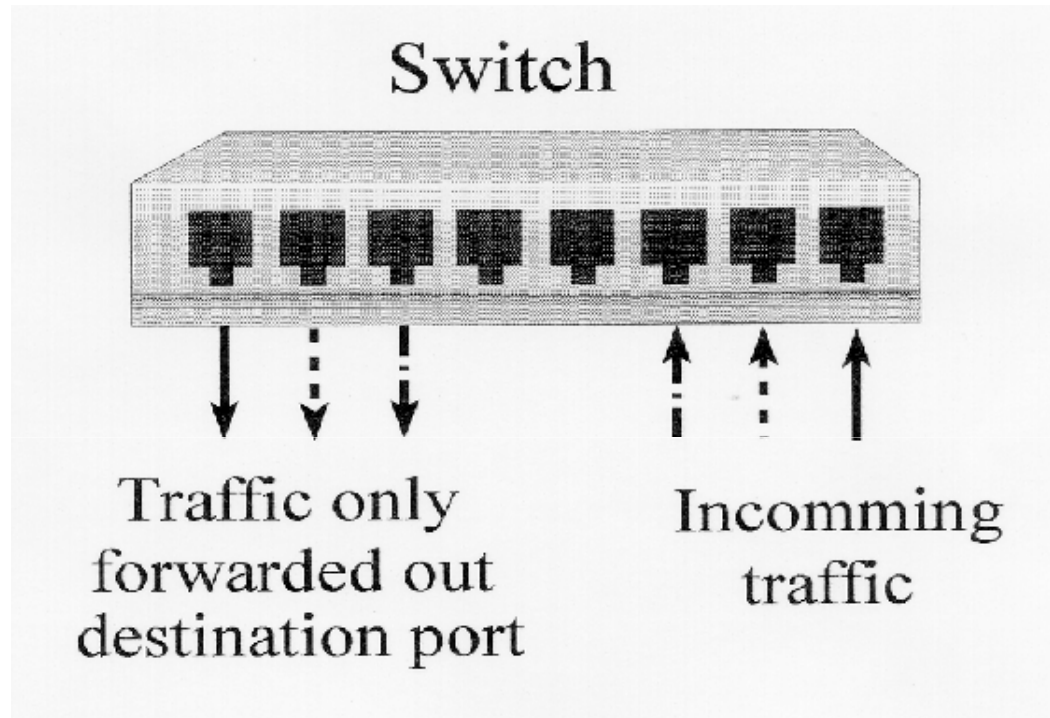


# Camada 2 do Modelo OSI– Camada de Enlace



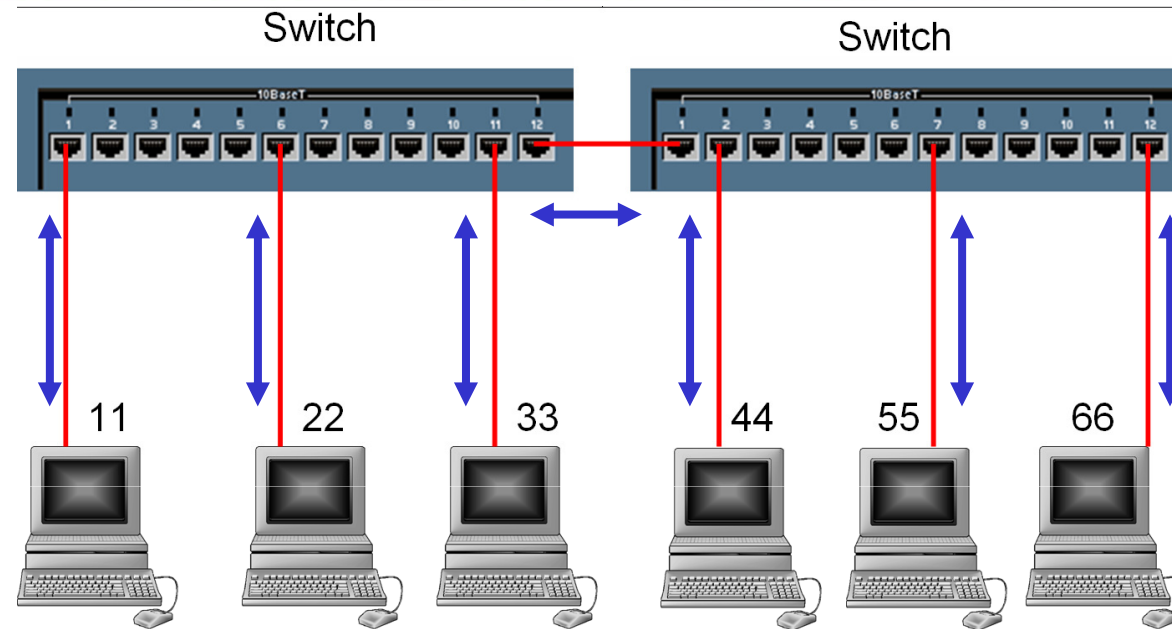
- A camada de enlace de dados prover o trânsito confiável de dados sobre um link físico. A camada de enlace se preocupa com o endereçamento físico, com a topologia da rede, com o acesso da rede, notificações de erro, com a entrega ordenada de frames e controle de fluxo.
  - **Frames (quadros)** e protocolos da camada 2
  - Dispositivos de Camada 2:
    - Switches
    - Bridges (Pontes)
- **Direct Link Control, Access to Media**
- Provides reliable transfer of data across media
  - Physical addressing, network topology, error notification, flow control

# Enviando e recebendo frames Ethernet via switch



- Equipamento de camada 2 (também inclui a camada 1) que examina e baseia suas decisões em informações de frames da camada 2
- As portas de switches tipicamente operam em **full-duplex**.
- Vários dispositivos conectados ao switch podem se comunicar sem que colisões ocorram.
- Portas de 10/100/1000 Mbps são usadas nos switches.

# Full-duplex



- **Full-duplex** permite a comunicação simultânea entre um par de estações (hosts) ou dispositivos.
- Full-duplex permite que os dispositivos enviem e recebam ao mesmo tempo.
- Os dois finais (as pontas, os dois equipamentos) conectados ao enlace devem está no modo full-duplex.
- Se um hub está conectado ao switch, essa porta do switch deve ser half-duplex.
  - O domínio de colisão terminará nessa porta do switch.

# Switches: Algoritmos de comutação

- De que forma o comutador sabe qual porta destino encaminhar o quadro?
    - Tabelas de encaminhamento
      - MAC/interface/timestamp
  - Técnicas\*
    - Filtering - Filtragem
    - Forwarding - Encaminhamento
    - Flooding - Inundação
    - Learning - Aprendizagem
    - Aging - Envelhecimento
- (\* <http://computer.howstuffworks.com/lan-switch11.htm>)

# Filtering/Forwarding/Flooding

Quando um switch recebe um quadro:

Verifica a sua tabela MAC:

**if** endereço MAC destino está na tabela

**then{**

**if** a interface é a mesma por onde o frame veio

**then** descarta o quadro //filtragem

**else** encaminha o quadro na interface indicada


**}**

**else {**

adiciona uma entrada na tabela

usa inundação

**}**



*Encaminha o quadro para todas as demais interfaces exceto aquela em que o quadro foi recebido*

# Learning

- Um switch possui uma **tabela de encaminhamento**
- entrada na tabela de encaminhamento:
  - (Endereço MAC, Interface, timestamp)
- switch **aprende** quais hosts podem ser alcançados através de determinada porta
  - quando um quadro é recebido, o switch “aprende” a localização do transmissor: segmento de LAN (porta) de onde ele veio (origem)
  - e adiciona uma entrada em sua tabela com o MAC e a porta de onde o frame veio



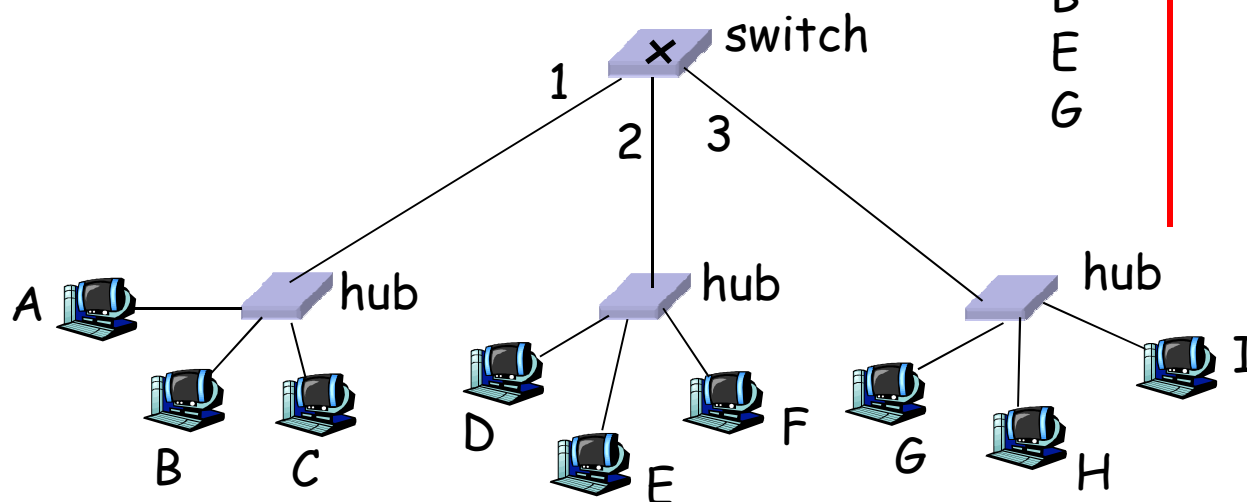
# Aging

- Para cada entrada na tabela, um timestamp
- Para cada pacote recebido em um nó, o timestamp é atualizado
- O switch possui um timer configurável pelo usuário que apaga as entradas depois de um certo período de tempo de inatividade
- Resultado
  - Otimização da memória disponível

# Exemplo com *Switch*

Cabrillo College

Suponha que C envia quadro para D

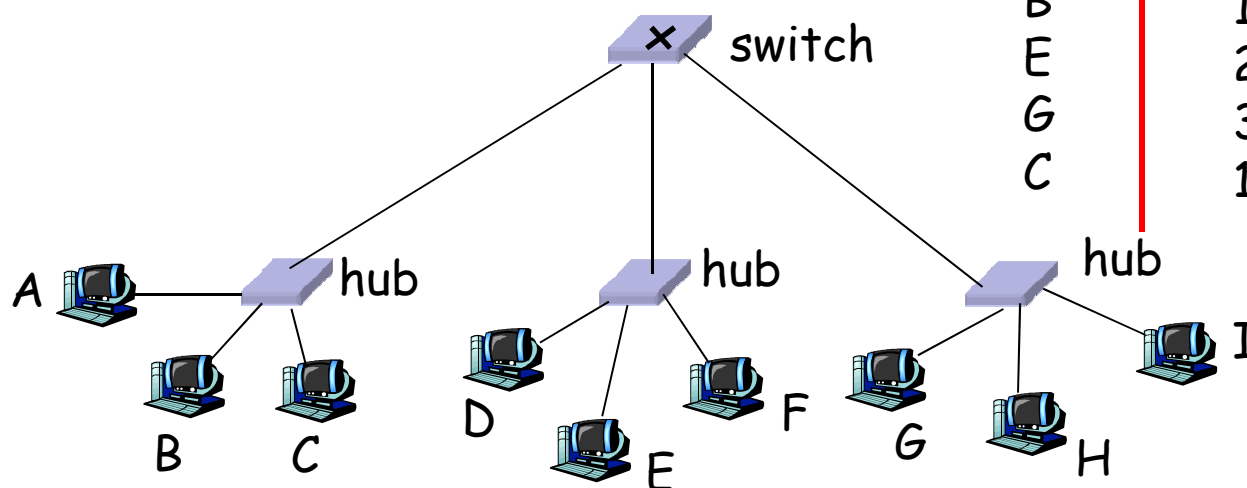


endereço	interface	timestamp
A	1	9:30:30
B	1	9:30:32
E	2	9:30:33
G	3	9:30:34

- *Switch* recebe o quadro vindo de C às 09:30:36
  - anota na tabela de comutação que C está na interface 1
  - dado que D não se encontra na tabela, encaminha o quadro para as demais interfaces: 2 e 3
- quadro é recebido por D

# Exemplo com *Switch*

Suponha que D responde com um quadro para C.

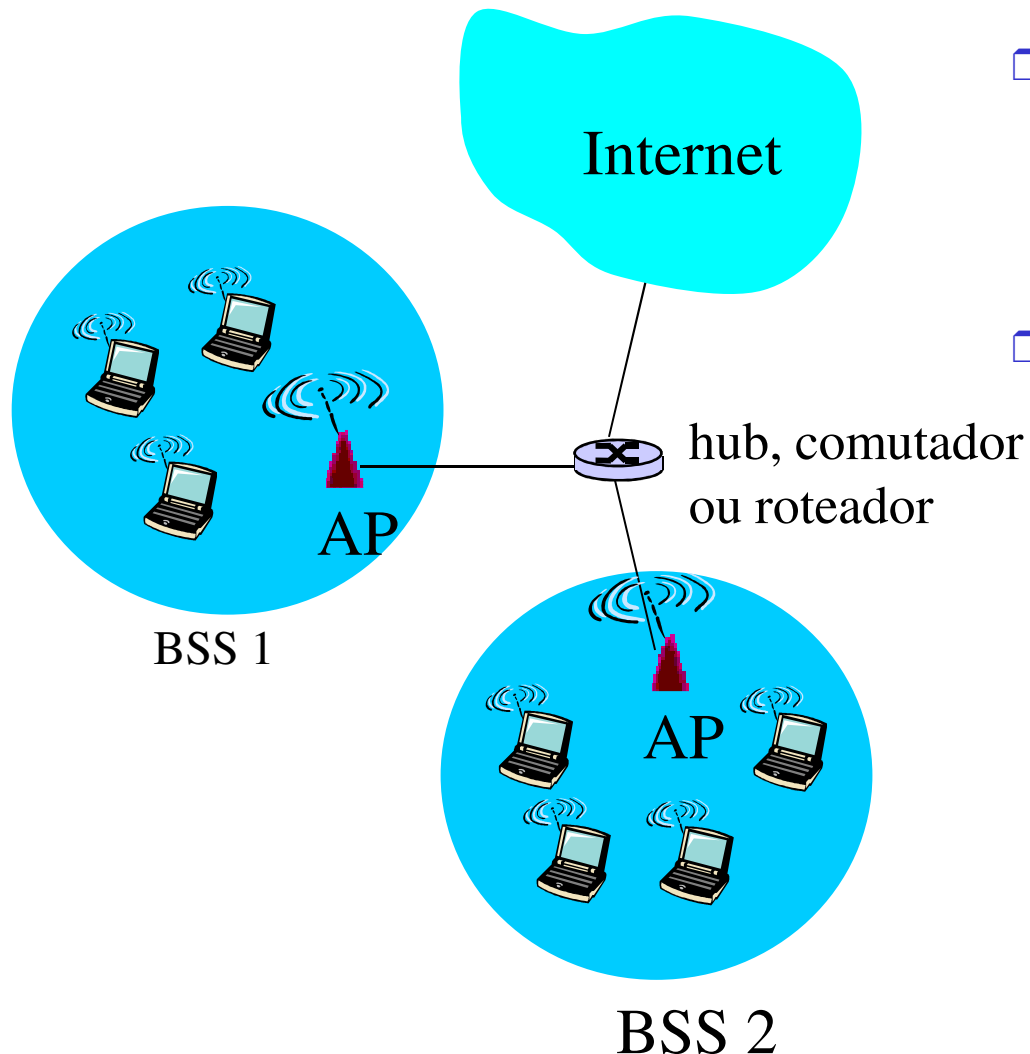


endereço	interface	timestamp
A	1	9:30:30
B	1	9:30:32
E	2	9:30:33
G	3	9:30:34
C	1	9:30:36

- *Switch* recebe o quadro vindo de D às 9:30:37
  - anota na tabela de comutação que D está na interface 2
  - dado que C está na tabela, encaminha o quadro apenas na interface 1
- quadro é recebido por C

# Arquitetura de LAN 802.11

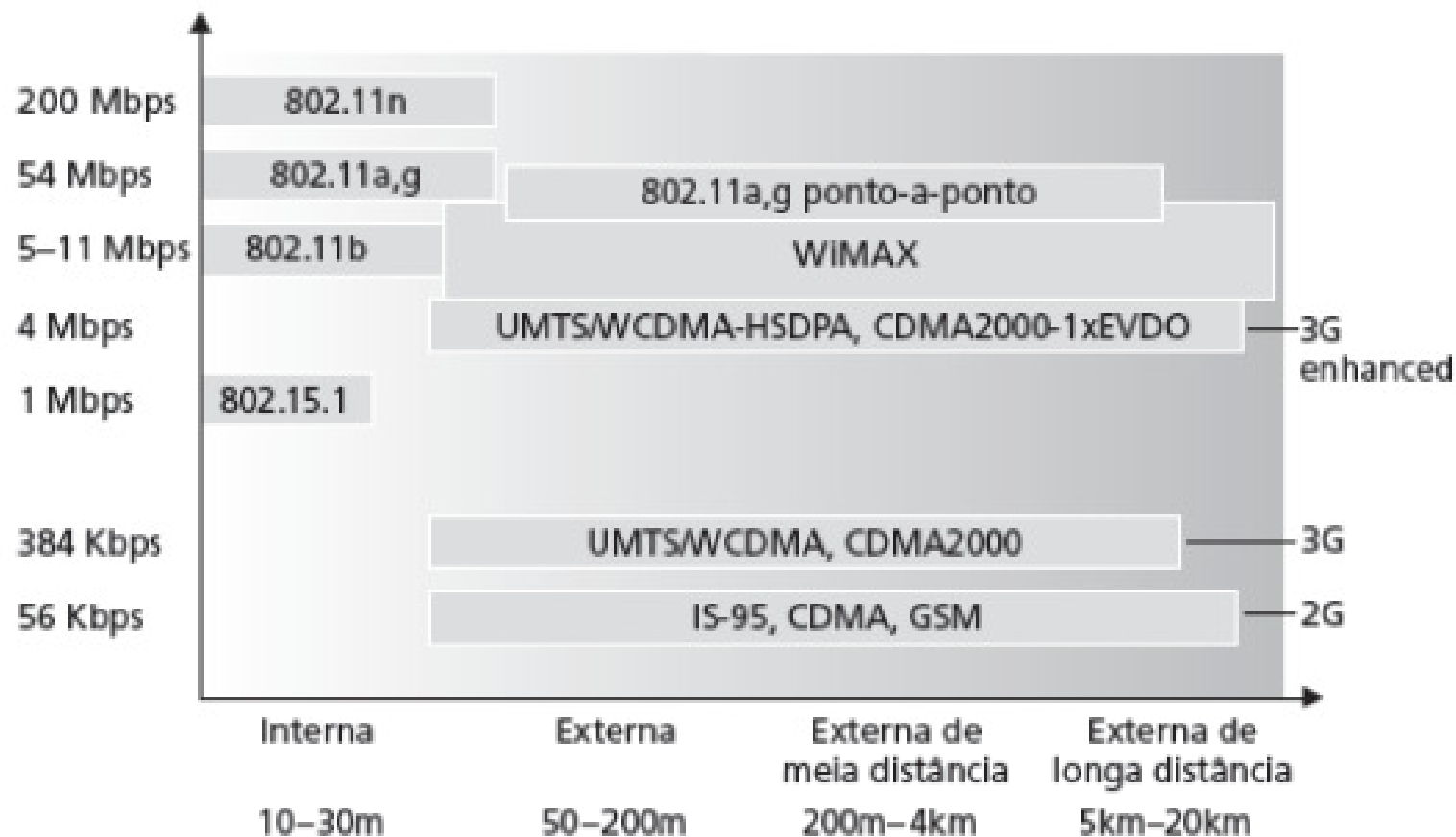
Cabrillo College



- ❑ hospedeiro sem fio se comunica com estação-base
  - estação-base = ponto de acesso (AP)
- ❑ **Basic Service Set (BSS)** (ou “célula”) no modo de infraestrutura contém:
  - hospedeiros sem fio
  - ponto de acesso (AP): estação-base
  - modo ad hoc: apenas hosts

# Características de padrões de enlace sem fio selecionados

Cabrillo College

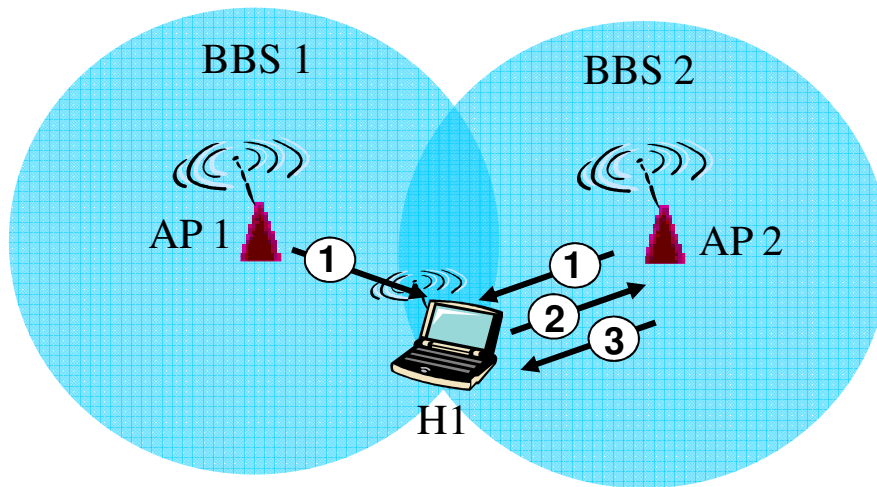


# 802.11: Canais, associação

- 802.11b: espectro de 2,4 GHz-2,485 GHz dividido em 11 canais em diferentes frequências
  - Admin. do AP escolhe frequência para AP
  - possível interferência: canal pode ser o mesmo daquele escolhido pelo AP vizinho!
- hospedeiro: precisa *associar-se* a um AP
  - varre canais, escutando *quadros de sinalização* contendo nome do AP (SSID) e endereço MAC
  - seleciona AP para associar-se
  - pode realizar autenticação
  - normalmente rodará DHCP para obter endereço IP na sub-rede do AP

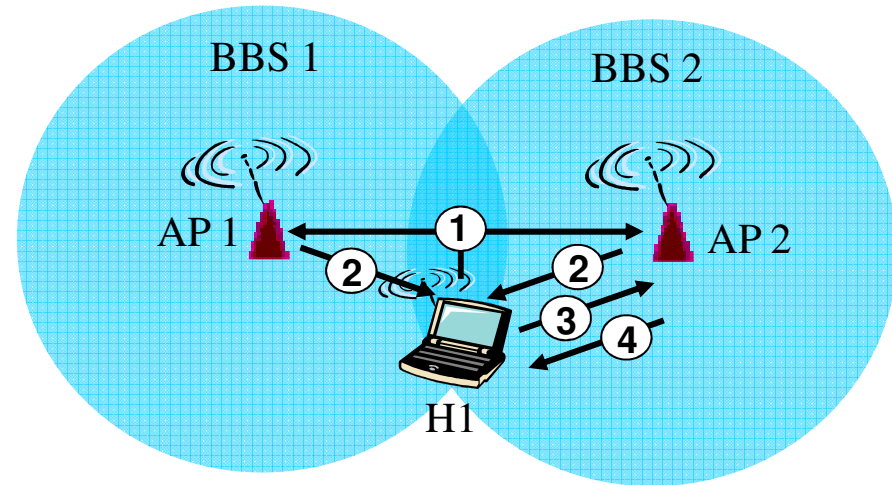
# 802.11: varredura passiva/ativa

Cabrillo College



## Varredura passiva:

- (1) quadros de sinalização enviados dos APs
- (2) quadro de solicitação de associação enviado: H1 para AP selecionado
- (3) quadro de resposta de associação enviado: H1 para AP selecionado



## Varredura ativa:

- (1) Broadcast de quadro de solicitação de investigação de H1
- (2) Quadro de resposta de investigações enviado de APs
- (3) Quadro de resposta de associação enviado: H1 para AP selecionado
- (4) Quadro de resposta de associação enviado: AP selecionado para H1