

Fundamentos de Redes de Computadores

Aula 3: Ethernet

INTRODUÇÃO



A Ethernet é composta de padrões das camadas inferiores, física e enlace. Embora as especificações Ethernet suportem meios físicos diferentes, larguras de banda diferentes e outras variações das camadas física e de enlace, o formato básico de estrutura e esquema de endereço é o mesmo para todas as variedades da Ethernet.

Nesta aula, examinaremos as características e a operação Ethernet, à medida que ela evolui de uma tecnologia de comunicação de dados de meio físico compartilhado, com base em contenção, para a tecnologia full-duplex de alta largura de banda atual.

OBJETIVOS



Descrever a evolução da Ethernet;

Examinar a função e as características do método de controle de acesso ao meio utilizado pelo protocolo Ethernet;

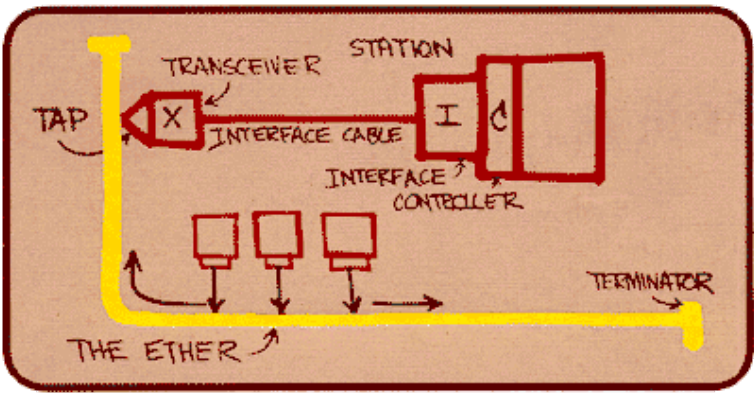
Analisar os recursos da camada Física e de Enlace de Dados da Ethernet;

Comparar hubs e switches Ethernet.

ETHERNET

A Ethernet foi primeira LAN do mundo, sua versão original foi criada por **Robert Metcalfe** e seus colegas da Xerox há mais de 30 anos.

O primeiro padrão Ethernet foi publicado em 1980, e como seus criadores desejavam que a Ethernet fosse um padrão compartilhado com o qual todos pudessem se beneficiar, ela foi lançada como um padrão aberto, dando origem no início da década de 80 aos primeiros produtos comerciais.



Fonte: Primeiro esquema da Ethernet, desenvolvido por Meltcafe

Atenção

O Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica □ IEEE) publicou, em 1985, padrões para LANs que começam com o número 802 sendo o da Ethernet o IEEE 802.3.

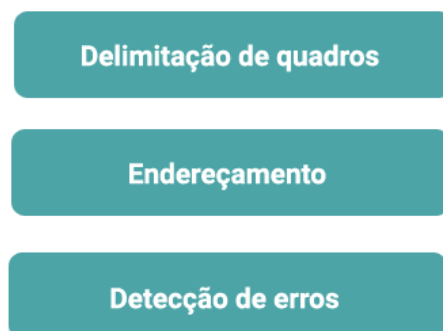
A Ethernet opera nas duas camadas inferiores do modelo OSI: a camada de Enlace de Dados e a camada Física. A Ethernet na Camada 1 envolve sinais, fluxos de bits que trafegam no meio, componentes físicos que colocam sinais no meio e várias topologias. A Camada 1 da Ethernet desempenha um papel essencial na comunicação que ocorre entre os dispositivos, mas tem limitações que são corrigidas na camada de enlace conforme descrito na tabela:

Limitações da Camada 1	Solução na Camada 2
Reconhece somente fluxos de bits	Utiliza quadros para organizar os bits em grupos
Não consegue identificar dispositivos	Utiliza endereços físicos, para identificar os nós
Não consegue controlar o acesso ao meio	Controla o acesso ao meio utilizando o CSMA/CD

Tabela 1 – Limitações da Camada Física Ethernet e soluções da Camada de Enlace

ENCAPSULAMENTO DE DADOS

O Encapsulamento de dados fornece três funções principais:



O processo de encapsulamento de dados inclui a montagem de quadros antes da transmissão e análise de quadros em seu recebimento. Ao formar o quadro, a camada de enlace da Ethernet adiciona um cabeçalho e um trailer à PDU da Camada 3.

Ao realizarmos o enquadramento, podemos identificar os bits que compõem o quadro, através de delimitadores, o que favorece a sincronização entre os nós transmissores e receptores.

O processo de encapsulamento também fornece endereçamento da camada de Enlace de Dados. Cada cabeçalho Ethernet adicionado ao quadro contém o endereço físico (endereço MAC) que permite que um quadro seja entregue a um nó de destino.

Uma função adicional do encapsulamento de dados é a detecção de erros. Cada quadro Ethernet contém um trailer com verificação de redundância cíclica (**CRC**) ([glossário](#)) do conteúdo do quadro. Esse método permite que o receptor verifique se o quadro foi recebido sem erros.

O CONTROLE DE ACESSO AO MEIO FÍSICO

As implementações iniciais de Ethernet utilizavam, do ponto de vista lógico, uma topologia em **barramento** ([glossário](#)) multi-acesso. Isso significa que todos os nós (dispositivos) naquele segmento de rede compartilham o meio. Isso também significa que todos os nós naquele segmento recebem todos os quadros transmitidos por qualquer nó.

Como todos os nós recebem todos os quadros, cada nó precisa determinar se um quadro deve ser aceito e processado, para tal deve existir algum método tipo de endereçamento no quadro, o que é fornecido pelo endereço MAC. O método de controle de acesso ao meio para a Ethernet clássica é o Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD).

ENDEREÇAMENTO DE CAMADA DE ENLACE

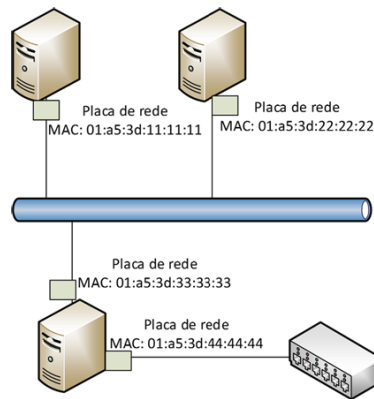


Figura 1 – Endereço MAC

Para permitir a comunicação entre os computadores em uma rede, cada um precisa ser identificado de forma única. Assim, cada interface de rede de um computador tem um endereço físico, chamado de endereço Media Access Control (ou endereço MAC), que está gravado na placa de rede.

Para ler mais sobre os endereçamentos MAC, clique [aqui](#). (galeria/aula3/docs/A3_t01.pdf)

TRANSMISSÃO NA CAMADA DE ENLACE

Quando um dispositivo em um segmento de rede quer enviar dados para outro dispositivo, ele pode endereçar o quadro colocando seu MAC como origem e o MAC do outro dispositivo como Destino. Como esse quadro trafega pelos meios da rede, a placa de rede em cada dispositivo verifica se o seu endereço MAC corresponde ao endereço de destino físico carregado pelo quadro de dados. Se não corresponder, a placa de rede descarta o quadro de dados. Quando os dados passam pela sua estação de destino, a placa de rede dessa estação faz uma cópia, retira os dados do envelope e os passa ao computador.

galeria/aula3/img/slidertransicao/s09.jpg

Observe a Figura 2, Vamos supor que o computador à direita deseja mandar um pacote para o servidor de impressão:

galeria/aula3/img/slidertransicao/s10.jpg

O pacote de dados descerá pelas várias camadas e ao atingir a camada 2 serão colocados no quadro o endereço de origem (02608c036592) e o endereço do destinatário (02608c428197).

O quadro é então transmitido segundo as normas da camada 1. Todos os computadores ligados ao meio recebem o quadro e ao recebê-lo verificam se o mesmo é endereçado a ele.

galeria/aula3/img/slidertransicao/s11.jpg

Na Figura 4 podemos observar que o computador do meio (endereço MAC 02608c741965) compara seu endereço com o endereço do destinatário (02608c428197). Como são diferentes ele despreza o quadro.

galeria/aula3/img/slidertransicao/s12.jpg

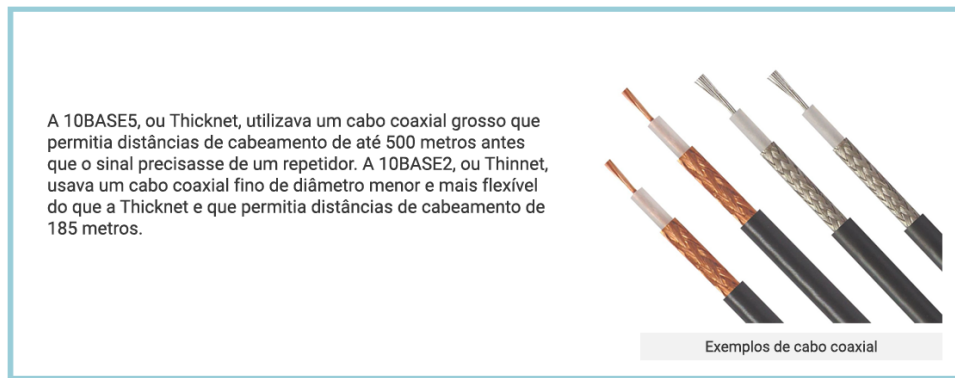
O pacote continua seu percurso no cabo e atinge o servidor de impressão. A placa de rede do servidor compara seu endereço MAC com o endereço do destinatário (02608c428197). Como são iguais, ela copia o quadro e inicia o processo de desencapsulamento. (Figura 5)

galeria/aula3/img/slidertransicao/s13.jpg

O pacote então sobe pelas camadas do modelo OSI, sendo desencapsulado. Ao atingir a camada de aplicação temos os dados recuperados e o servidor de impressão pode, então, encaminhar o documento para a impressora. (Figura 6)

EVOLUÇÃO DA ETHERNET

Os primeiros padrões de Ethernet, conhecidas como Thicknet (10BASE5) e Thinnet (10BASE2), usavam cabo coaxial para conectar computadores em uma topologia de barramento. Cada computador era diretamente conectado ao backbone.



Esses primeiros padrões foram feitos pensando em um ambiente de baixa largura de banda, sendo o acesso aos meios realizado pelo CSMA que evolui para o CSMA/CD. Além de ser uma topologia de barramento lógica na camada de Enlace de Dados, a Ethernet também usava uma topologia de barramento física.



Fonte da Imagem:

Com a evolução da tecnologia, os meios físicos de cabo coaxial foram substituídos pelas primeiras categorias de cabos UTP. Os cabos UTP eram mais fáceis de trabalhar que cabos coaxiais, mais leves e mais baratos. Dando origem ao padrão 10BASET em que o ponto central do segmento de rede normalmente era um [hub \(glossário\)](#).

Durante períodos de baixa atividade de comunicação, as poucas colisões que ocorrem são gerenciadas pelo CSMA/CD, com pouco ou nenhum impacto no desempenho. No entanto, à medida que o número de dispositivos e o consequente tráfego de dados cresce, o aumento das colisões pode ter impacto considerável no trabalho dos usuários.



A Figura 7 mostra uma topologia estrela com hub. Nesta, PC1 tenta enviar um quadro para PC2 e ao mesmo tempo PC4 tenta enviar um quadro para PC3. Como o hub é half-duplex ocorre uma colisão, representada na Figura pelos pacotes em chama. Dessa forma, podemos notar que todos os computadores da topologia estão no mesmo **domínio de colisão (glossário)**.

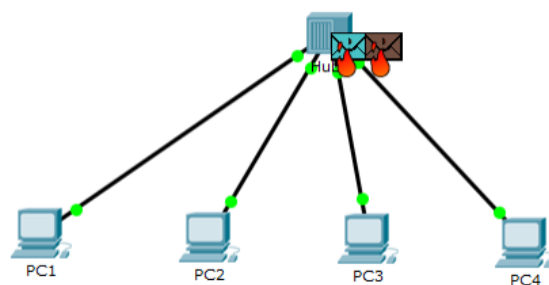


Figura 7 – Colisão
Fonte autor

CSMA/CD (CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS WITH COLLISION DETECTION)

O CSMA/CD é método de acesso padrão da Ethernet. A parte **CSMA (glossário)** do método determina que:

CSMA – MEIO LIVRE

Quando uma estação deseja transmitir, ela “escuta” o canal, se ele estiver livre, ela pode transmitir:

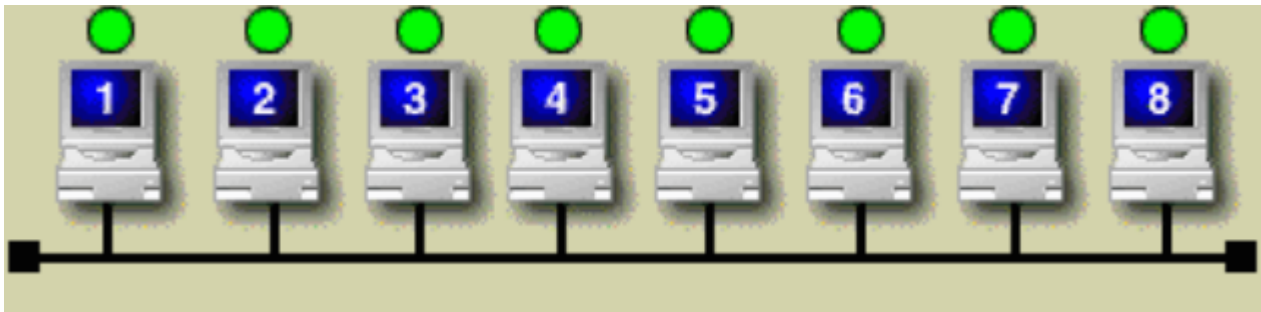


Figura 8 – CSMA – Meio Livre

Fonte: adaptado de curso Network Essencial da Microsoft

CSMA – MEIO OCUPADO

Se estiver ocupado, ela deve esperar até que o meio esteja livre.

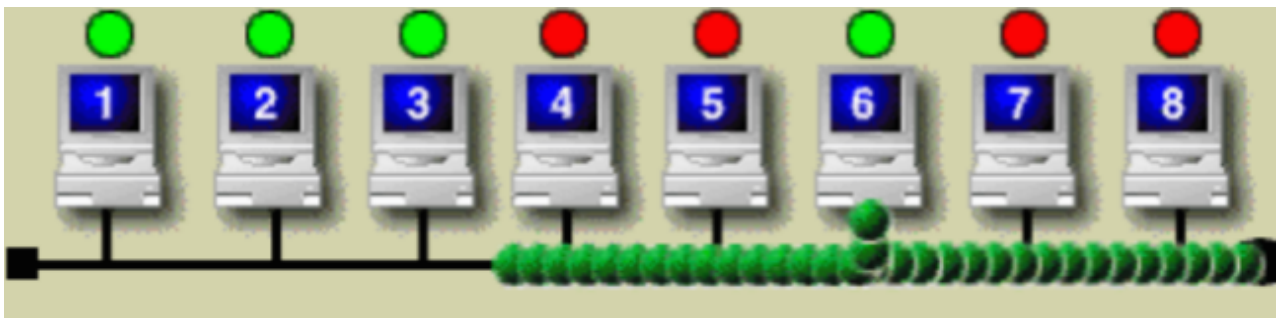


Figura 9 – CSMA – Meio Ocupado

Fonte: adaptado de curso Network Essencial da Microsoft

CSMA – DUAS ESTAÇÕES PERCEBEM O MEIO LIVRE E TRANSMITEM

Esta regra diminui as colisões, mas não as impede, já que duas estações podem perceber o canal como livre ao mesmo tempo e realizarem a transmissão.

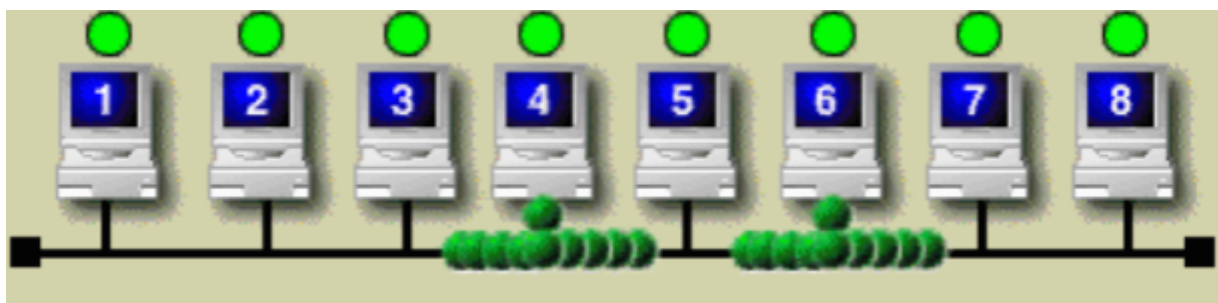


Figura 10 – CSMA – Duas estações percebem o meio livre e transmitem

Fonte: adaptado de curso Network Essencial da Microsoft

CSMA – COLISÃO

O que provoca uma colisão.

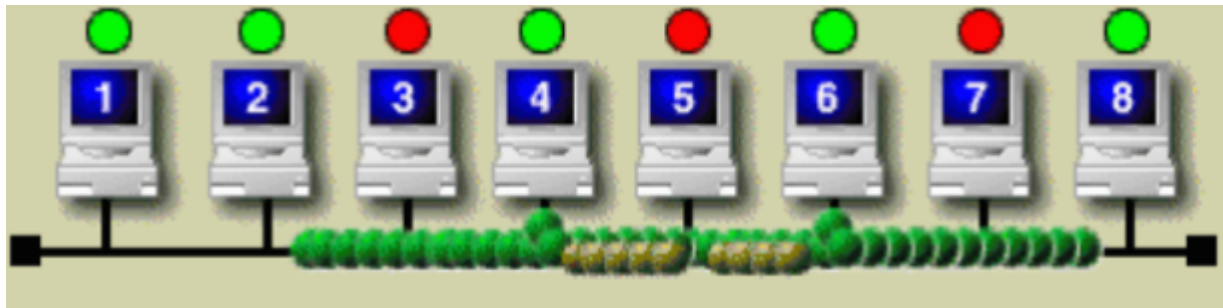


Figura 11 – CSMA – Colisão

Fonte: adaptado de curso Network Essencial da Microsoft

A parte **CD (glossário)** do método estabelece que a detecção de **colisão** é realizada durante a transmissão. Ao transmitir, uma estação fica o tempo todo escutando o meio e, notando uma colisão, aborta a transmissão (Figura 12). Detectada a colisão, a estação espera por um **tempo aleatório (glossário)** para tentar a retransmissão. (figuras 13 e 14).

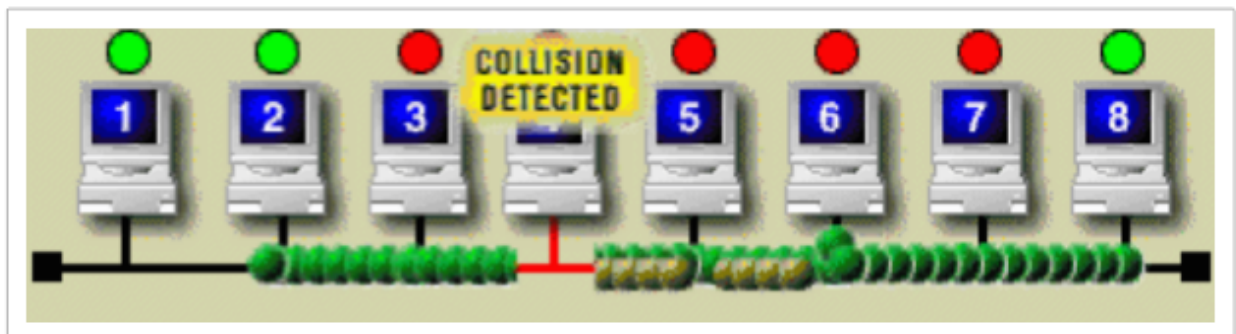


Figura 12 – CSMA/CD – Detecção de Colisão

Fonte: adaptado de curso Network Essencial da Microsoft

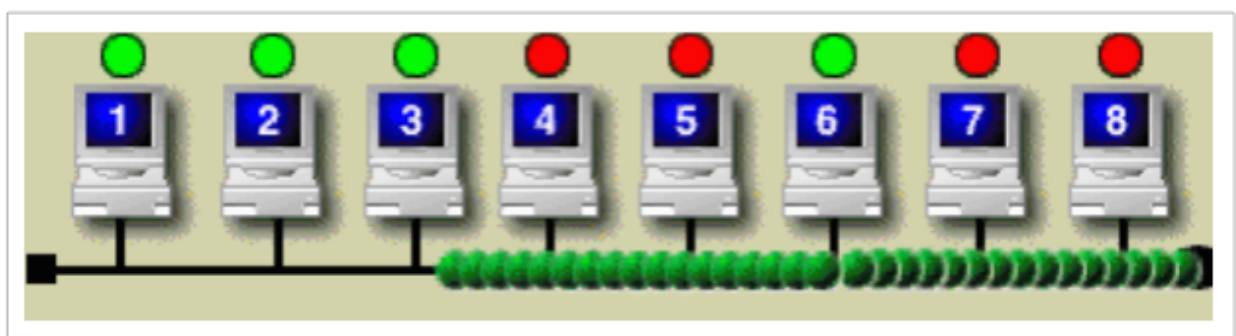


Figura 13 – CSMA/CD – Estação 6 retransmite

Fonte: adaptado de curso Network Essencial da Microsoft

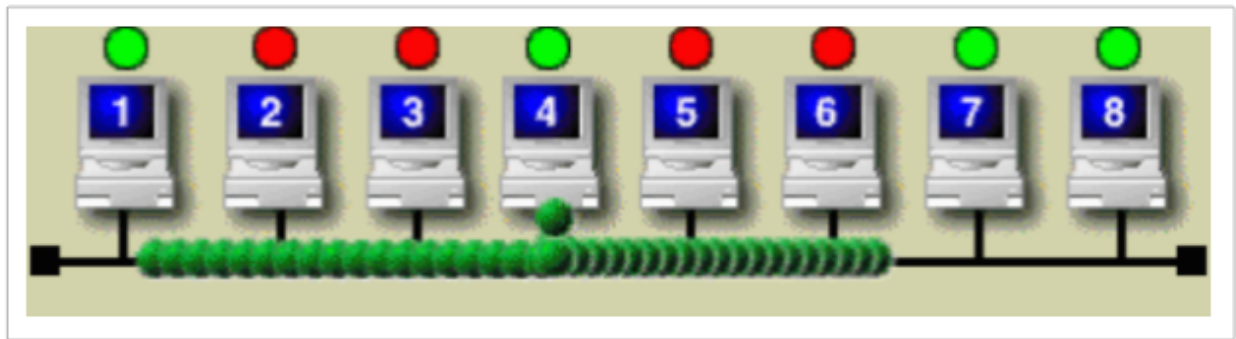


Figura 14 – CSMA/CD – Estação 4 retransmite

Fonte: adaptado de curso Network Essencial da Microsoft

ETHERNET COMUTADA

A evolução tecnológica levou a substituição dos hubs pelos comutadores (switches) em redes Ethernet. Os comutadores podem controlar o fluxo de dados ao isolar cada porta e enviar um quadro apenas a seu destino adequado (se este for conhecido), em vez de enviar cada quadro a cada dispositivo.

A Fig. 15 mostra uma topologia estrela com switch. Nesta PC1 tenta enviar um quadro para PC2 e ao mesmo tempo PC4 tenta enviar o um quadro para PC3, como o comutador pode chavear entre os destinos diferentes não ocorre a colisão, o que melhora o desempenho da rede.

O comutador reduz o número de dispositivos que recebe cada quadro, o que, por sua vez, diminui ou minimiza a possibilidade de colisões. Isso, e a introdução posterior das comunicações full-duplex (ter uma conexão que possa transmitir e receber sinais ao mesmo tempo), permitiu o desenvolvimento da Ethernet 1 Gbps e na prática eliminou as colisões.

Na mesma situação da Fig. 15 considere agora que o PC1 tenta enviar um quadro para PC2 e ao mesmo tempo PC4 tenta enviar o um quadro para PC1, note que PC1 precisará transmitir e receber ao mesmo tempo, como o switch é full-duplex não ocorre a colisão, e a transmissão ocorre nos dois sentidos simultaneamente.

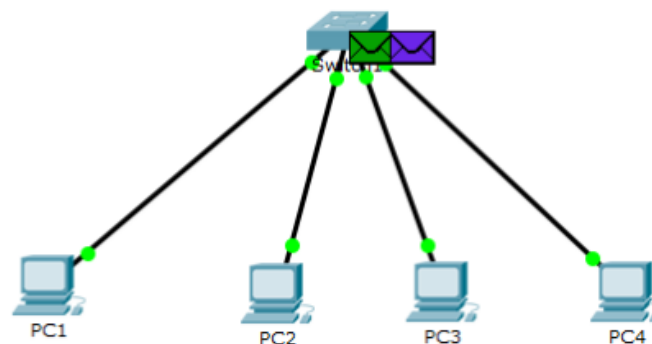
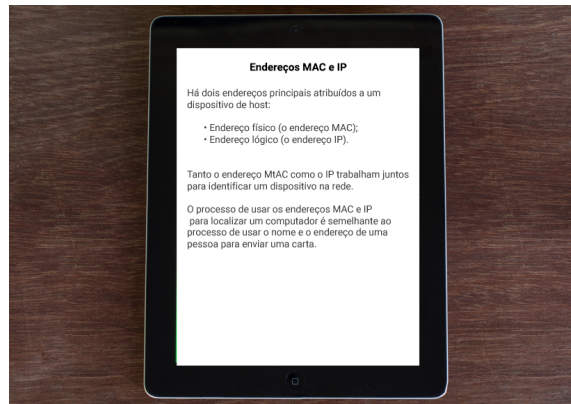


Figura 15 – Ethernet com comutador – Livre de colisão

Fonte autor



O nome de uma pessoa geralmente não muda. O endereço de uma pessoa, por outro lado, refere-se ao local onde mora e pode ser alterado.

Assim como o nome de uma pessoa, o endereço MAC de um host não muda; ele é atribuído fisicamente à placa de rede do host e é conhecido como endereço físico. O endereço físico permanece o mesmo, independentemente de onde o host está colocado.

O endereço IP é semelhante ao endereço de uma pessoa. Esse endereço baseia-se no local em que o host realmente se encontra. Por meio desse endereço, é possível que um quadro determine o local a partir do qual um quadro deve ser enviado.

O endereço IP, ou o endereço de rede, é conhecido como um endereço lógico por ser atribuído logicamente. Ele é atribuído a cada host por um administrador de rede com base na rede local em que o host está conectado.

Os endereços MAC físico e IP lógico são necessários para que um computador se comunique em uma rede hierárquica, assim como o nome e o endereço de uma pessoa são necessários para enviar uma carta.

A Ethernet Comutada utiliza uma topologia física em:

☐

a) Mesh.

☐

b) Estrela.

☐

c) Barramento.

☐

d) Anel.

☐

e) Híbrida.

☐☐☐☐☐☐

Justificativa

Segundo o CSMA/CD, quando ocorre uma colisão os hosts envolvidos:

☐

a) Continuam transmitindo.

☐

b) Desistem de transmitir.

☐

c) Param a transmissão tentam retransmitir imediatamente.

☐

d) Param a transmissão tentam retransmitir após um tempo fixo.

☐

e) Param a transmissão tentam retransmitir após um retardo aleatório.

☐☐☐



Justificativa

Quando realizamos uma transmissão, o host de destino aceita o quadro se o endereço de destino for igual ao seu:



a) Endereço de Rede.



b) Endereço de Host.



c) Endereço Lógico.



d) Endereço MAC.



e) Endereço IP.



Justificativa

Glossário

IEEE 802.3

Assista ao vídeo: <http://migre.me/vm4nn> (<https://www.youtube.com/watch?v=7xa7TjEebEM>)

CRC

Se desejar saber mais a respeito do funcionamento do CRC assista aos vídeos:

<http://migre.me/vm4py> (<https://www.youtube.com/watch?v=XWcJcybL3JQ>) e <http://migre.me/vm4q0> (<https://www.youtube.com/watch?v=wyUNSzDbFjg>)

BARRAMENTO

Como veremos mais à frente, a Ethernet original utilizava uma topologia física em barramento, e mesmo implementações posteriores em estrela utilizavam um hub, equipamento de camada 1, funcionavam como se fosse um barramento do ponto de vista lógico.

HUB

Os hubs concentram as conexões. Em outras palavras, eles pegam um grupo de nós e permitem que a rede os veja como uma só unidade. Quando o sinal (bit) chega em uma porta, é copiado para as outras portas para que todos os segmentos na LAN recebam o quadro. Utilizar o hub nesta topologia de barramento aumentou a confiabilidade da rede a permitir que qualquer cabo falhe sem interromper toda a rede. O hub fornece um meio compartilhado half-duplex que continua sujeito as colisões.

DOMÍNIO DE COLISÃO

Os dispositivos conectados que acessam um meio físico compartilhado por meio de um hub ou uma série de hubs diretamente conectados compõem o que chamamos de domínio de colisão. O domínio de colisão também é conhecido como segmento de rede sendo composto por todos os nós que são afetados por uma colisão. Os hubs e repetidores contribuem para o aumento do tamanho do domínio de colisão.

Para saber mais a respeito de domínios de colisão assista ao vídeo: <http://migre.me/vm4tJ>
(https://www.youtube.com/watch?v=To9_rydzO6A)

CSMA

Para saber mais sobre CSMA, assista aos seguintes vídeos: <http://migre.me/vm2ex>
(<https://www.youtube.com/watch?v=h9cgT0JJfFE&feature=youtu.be>)
<http://migre.me/vm2fc> (<https://www.youtube.com/watch?v=EVjOriC44nY&feature=youtu.be>)
<http://migre.me/vm2fy> (<https://www.youtube.com/watch?v=sYvBjoYTVHs&feature=youtu.be>)

CD

Para saber mais a respeito do CD assista ao vídeo: <http://migre.me/vm37c>
(<https://www.youtube.com/watch?v=IdP6YNmIUQ&feature=youtu.be>)

TEMPO ALEATÓRIO

Se as estações envolvidas na colisão tentassem retransmitir esperando o mesmo tempo ocorreria uma nova colisão. Por isso, o tempo que cada uma espera para tentar a retransmissão deve ser diferente.