

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Priscilla Cunha
pcunha@uni9.pro.br

Agenda





**CAMADA DE
ENLACE**

- É a camada que trata as limitações da camada física.
- Para cada limitação na camada física, a camada de enlace tem uma solução.
- Usa processo de endereçamento físico para os hosts, através do endereço MAC das máquinas.

- A camada de enlace:
 - Se comunica com as camadas de nível superior através do Logical Link Control (LLC);
 - Usa um processo de endereçamento (ou nomeação) para os computadores;
 - Usa o enquadramento para organizar ou agrupar os bits.

- Sua função é oferecer uma forma de comunicação confiável entre componentes da camada de rede.
- O nível físico transporta bits do transmissor ao receptor. Durante a transmissão os bits podem sofrer alterações e é função da camada de enlace detectar e opcionalmente, corrigir os erros que por ventura ocorram no nível físico.

- Para executar esta função, a cadeia de bits enviada ao nível de enlace é organizada em conjuntos de bits denominados **quadros** (unidade de transmissão da camada de enlace).

- A camada de enlace faz:
 - Controle de erros;
 - Delimitação de quadros;
 - Controle de fluxo de transmissão.



**ENVIO DE
QUADROS**

Quadro

- Um quadro consiste de um conjunto de dados contendo centenas de bytes.
- Com o objetivo de permitir um controle de erros mais eficiente, aos quadros são adicionados códigos de controle de erro.
- Dessa forma, o receptor poderá verificar se o código enviado no contexto de um quadro contém erros.

Formato de quadro genérico

Tamanho dos campos, em bytes					
A	B	C	D	E	F
Campo Iniciar quadro	Campo Endereço	Campo Tipo/ Tamanho	Campo Dados	Campo FCS	Campo Parar quadro

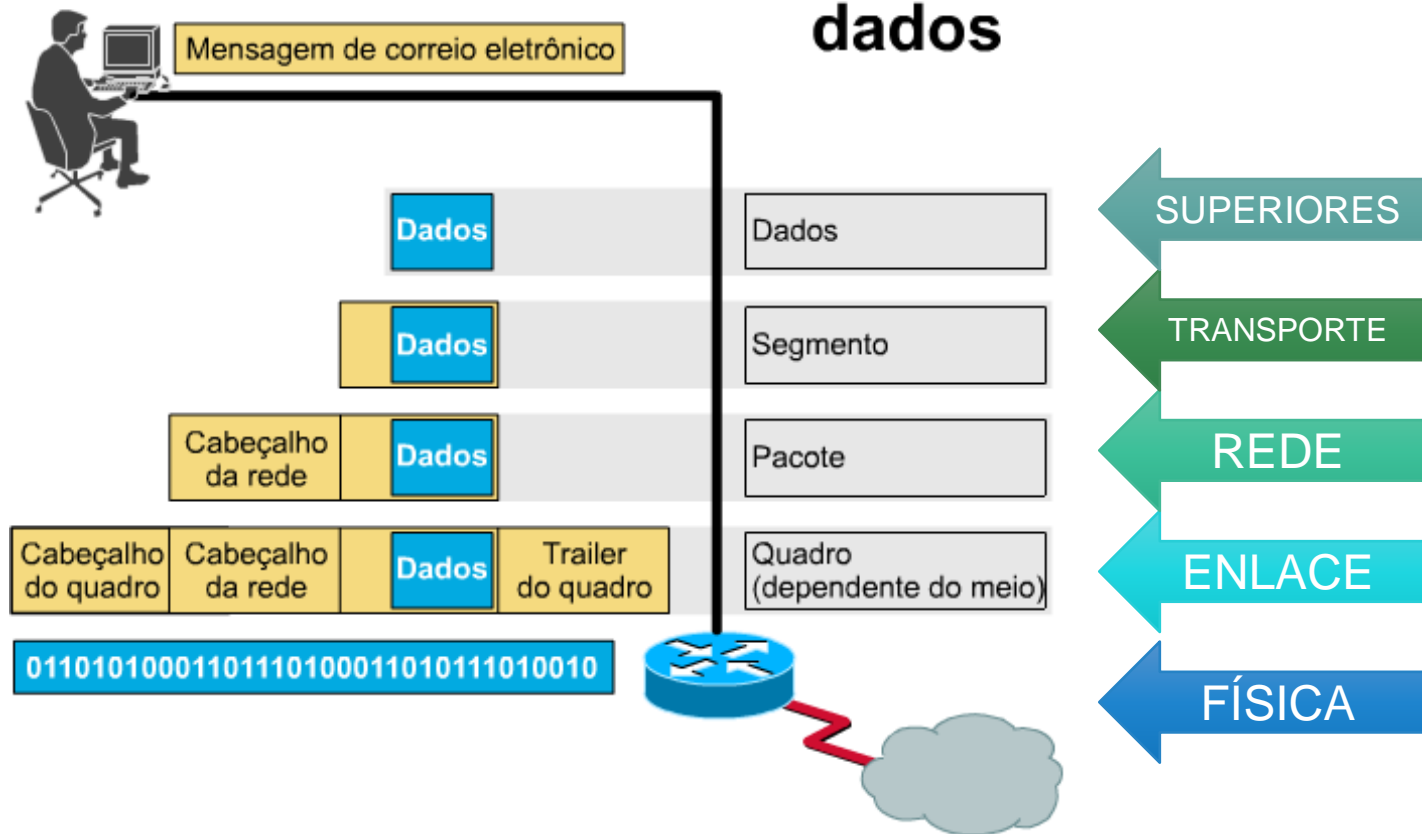
- Sendo:
 - A = Delimitação do quadro
 - B = identificador do computador de origem (endereço MAC) e de destino (endereço MAC).
 - C = A maioria dos quadros tem alguns campos especializados. Em algumas tecnologias, um campo de comprimento especifica o comprimento exato de um quadro. Alguns têm um campo de tipo, que especifica que o protocolo da camada 3 está fazendo o pedido de envio. Há também um conjunto de tecnologias em que campos como esses não são usados.
 - D = A finalidade do envio de quadros é a obtenção de dados de camadas superiores, essencialmente os dados de aplicativos do usuário, do computador de origem para o computador de destino.
 - E = Todos os quadros são suscetíveis a erros. O campo Frame Check Sequence (FCS) contém um número calculado pelo computador de origem e é baseado nos dados do quadro. Quando o computador de destino receber o quadro, ele calculará novamente o número FCS e o comparará ao número FCS do quadro. Se os dois números forem diferentes, conclui-se que há um erro, o quadro será ignorado e a retransmissão será solicitada à origem.
 - F = indica o fim do quadro e o quadro é considerado concluído depois do FCS.

Envio de Quadros (Encapsulamento)

- A finalidade do envio de quadros é a obtenção de dados de camadas superiores, essencialmente os dados de aplicativos do usuário, do computador de origem para o computador de destino.

- O quadro transmitido tem 2 partes:
 - Mensagem transmitida
 - Bytes encapsulados para controle e bytes de enchimento
 - Os bytes de enchimento são adicionados para que os quadros tenham um comprimento mínimo por causa da temporização.

Exemplo de encapsulamento de dados



- Para executar sua função, a camada de enlace faz com que o transmissor divida os dados de entrada em quadros de dados, e transmita os quadros sequencialmente.
- Se o serviço for confiável, o receptor confirmará a recepção correta de cada quadro, enviando de volta um quadro de confirmação.

- Outra questão que surge na camada de enlace é impedir que um transmissor rápido envie uma quantidade excessiva de dados a um receptor lento.
- Frequentemente é necessário algum mecanismo que regule o tráfego para informar ao transmissor quanto espaço o buffer do receptor tem no momento.
- Muitas vezes, esse controle de fluxo e o tratamento de erros estão integrados.



Quando há uma transmissão em rede, espera-se que os dados cheguem íntegros da origem ao destino.

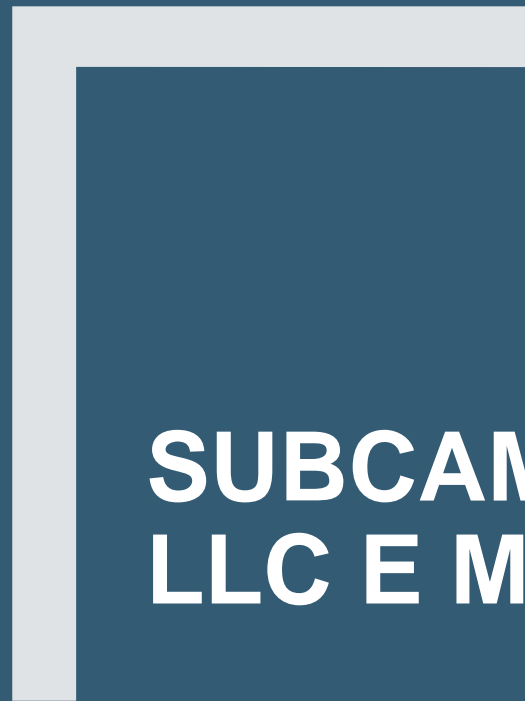


Porém, erros acontecem quando ocorre uma transmissão, e mecanismos que permitam detectar e corrigir esses erros se fazem necessários.



A forma mais simples de identificar se erros ocorreram é ter uma resposta do destino.

- Normalmente, o protocolo solicita que o receptor retorne quadros de controle especiais com confirmações positivas ou negativas sobre os quadros recebidos.
- Se receber uma confirmação positiva sobre um quadro, o transmissor saberá que o quadro chegou em segurança ao destino.
- Por outro lado, uma confirmação negativa significa que algo saiu errado e que o quadro deve ser retransmitido.



**SUBCAMADAS
LLC E MAC**


- LLC e MAC
 - São subcamadas da camada de enlace
 - Ambas se complementam
 - São subcamadas de enlace lógicas que permitem que a camada de enlace se comunique com as camadas superiores independente da tecnologia usada

The background of the slide features a stylized, blue-toned image of a circuit board. The board is populated with various electronic components like resistors and capacitors, and is overlaid with a pattern of binary digits (0s and 1s) in a glowing, digital font. The overall aesthetic is high-tech and digital.

Subcamada LLC (logical link control – controle de ligação lógica)

- Padrão IEEE 802.2
- Responsável por estabelecer uma interface padronizada para protocolos de comunicação diferentes, controlando o fluxo de dados e garantindo que os dados cheguem ao seu destino.
- A LLC insere os dados no quadro, e os encaminha a subcamada MAC, que atribui os endereços de hardware específicos para os quadros

- Quando a camada de enlace conclui seu trabalho, passa os dados para a camada física, que os transforma em sinais elétricos e os envia
- A LLC fornece a capacidade para qualquer das camadas superiores transmitirem dados sem ter se preocupar com o tipo de rede que utilizada para o encaminhamento de dados
- A camada de enlace pode oferecer diversos serviços, variando de sistema para sistema.

The background of the slide features a stylized, blue-toned image of a circuit board. The board is populated with various electronic components, including integrated circuits, resistors, and capacitors. Overlaid on the circuitry are patterns of binary code (0s and 1s) in a glowing, light blue font, giving it a digital and technological appearance.

Subcamada MAC (media access control – controle de acesso ao meio)

- Padrão IEEE 802.3
- Responsável pela execução dos protocolos de métodos de acesso ao meio de transmissão
- Podemos usar CSMA/CD ou Passagem de Token para realizar controle de acesso ao meio de transmissão



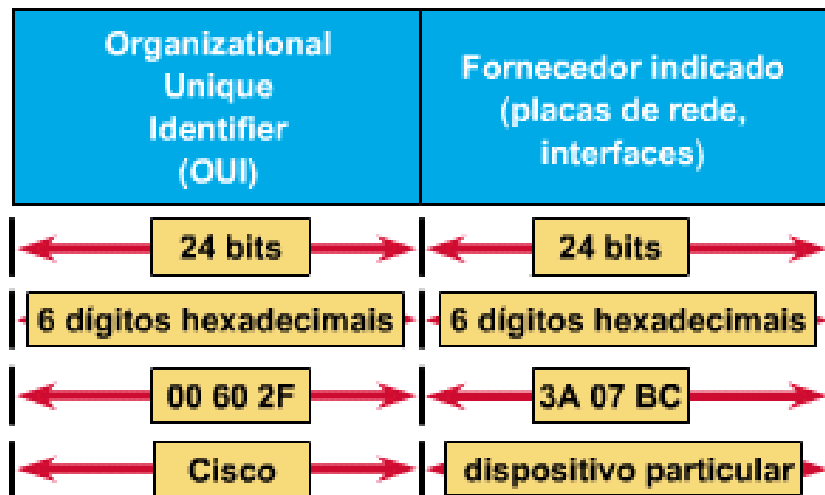
**ENDEREÇO MAC
(MAC ADDRESS)**

- Todos os computadores têm uma forma exclusiva de se identificar.
- Cada computador tem um endereço físico, que encontra-se em um chip na placa de rede.
- Como o endereço MAC está localizado na placa de rede, se a placa de rede for trocada, o endereço físico da estação muda para o novo endereço MAC.

- Tem 48 bits de comprimento
- É expresso em 12 dígitos hexadecimais, sendo os primeiros 6 para identificar o fabricante e os últimos 6 são um número em série
- Existem 2 formatos:
 - 0000.0C12.3456 OU
 - 00.00.0C.12.34.56
- É um sistema de identificação simples, sequencial e não hierárquico

- É composto de duas partes: os campos OUI e o NIC Specific.
 - OUI (Organizationally Unique Address) define o código do fabricante da interface (placa) de rede;
 - NIC Specific define o número de série da interface de rede do fabricante.

Formato do endereço MAC



```

Command Prompt

Node Type . . . . . : Hybrid
IP Routing Enabled. . . . . : No
WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Wireless LAN adapter Wi-Fi:
Connection-specific DNS Suffix . : 
Description . . . . . : Linksys AE3000
Physical Address. . . . . : 20-AA-4B-64-6A-53
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::cd3b:be08:2147:e25c%16(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.102(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Friday, October 12, 2012 1:48:39 PM
Lease Expires . . . . . : Saturday, October 13, 2012 1:48:43 PM
Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1
DHCP Server . . . . . : 192.168.1.1
DHCPv6 IAD . . . . . : 371239499
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-17-BA-E1-91-E0-69-95-DA-67-EC

```

Este é o endereço
MAC do seu
computador

```

C:\Windows\system32\cmd.exe

Microsoft Windows [versao 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Users\?virtual>ipconfig /all

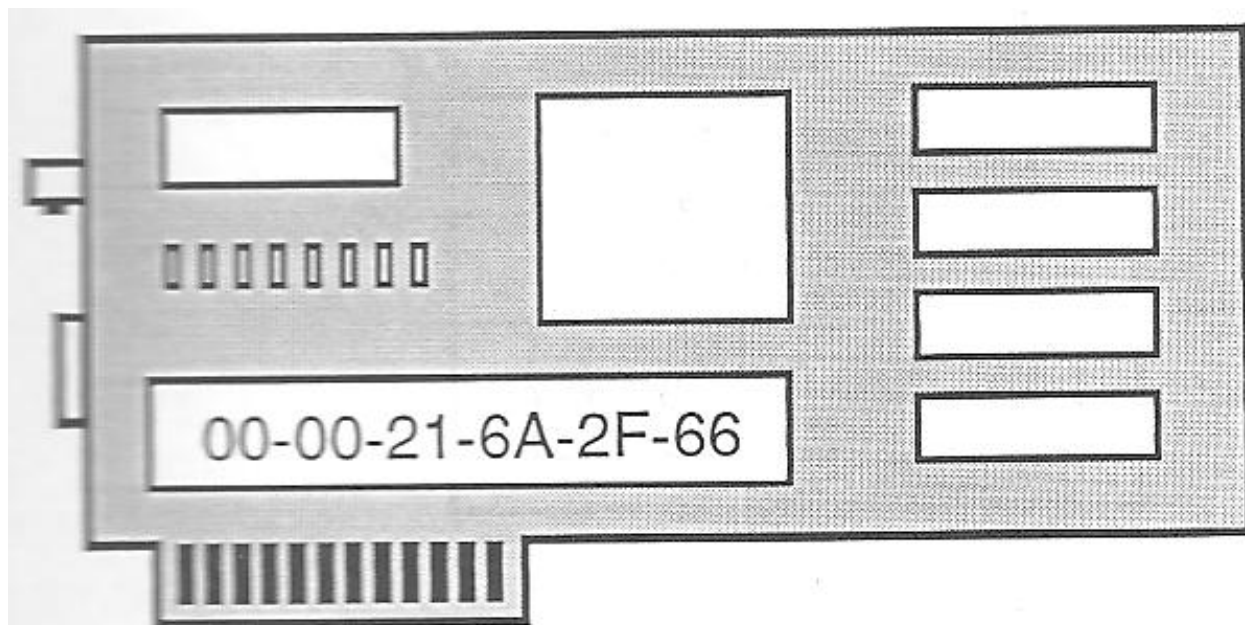
Configuração de IP do Windows

Nome do host. . . . . : LogandoTi-win7
Sufixo DNS primário . . . . . : 
Tipo de nó. . . . . : híbrido
Roteamento de IP ativado. . . . . : nao
Proxy WINS ativado. . . . . : nao

Adaptador Ethernet Conexao local:

Sufixo DNS específico de conexao. . . . . : 
Descrição . . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Network Co
Endereço Físico . . . . . : 00-0C-29-85-73-A7
DHCP Habilitado . . . . . : Nao
Configuração Automática Habilitada. . . . . : Sim
Endereço IPv4. . . . . : 192.168.0.25(Preferencial)
Máscara de Sub-rede . . . . . : 255.255.255.0
Gateway Padrão. . . . . : 192.168.0.3
Servidores DNS. . . . . : 192.168.0.3
NetBIOS em Tcpip. . . . . : Habilitado

```



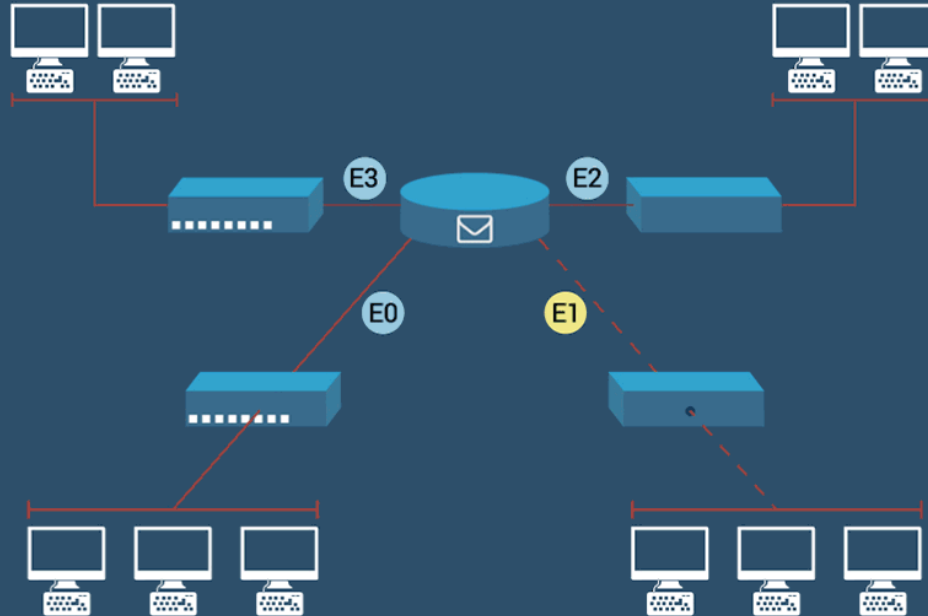
- O endereço MAC pode ser usado para endereçar um quadro IEEE 802.3 conforme a seguir:
 - UNICAST: um host se comunica com outro, de maneira específica e exclusiva;
 - MULTICAST: um host envia mensagem a um grupo restrito de hosts de uma rede.
 - BROADCAST: um host envia mensagem a todos os hosts de uma rede.

COMUNICAÇÃO

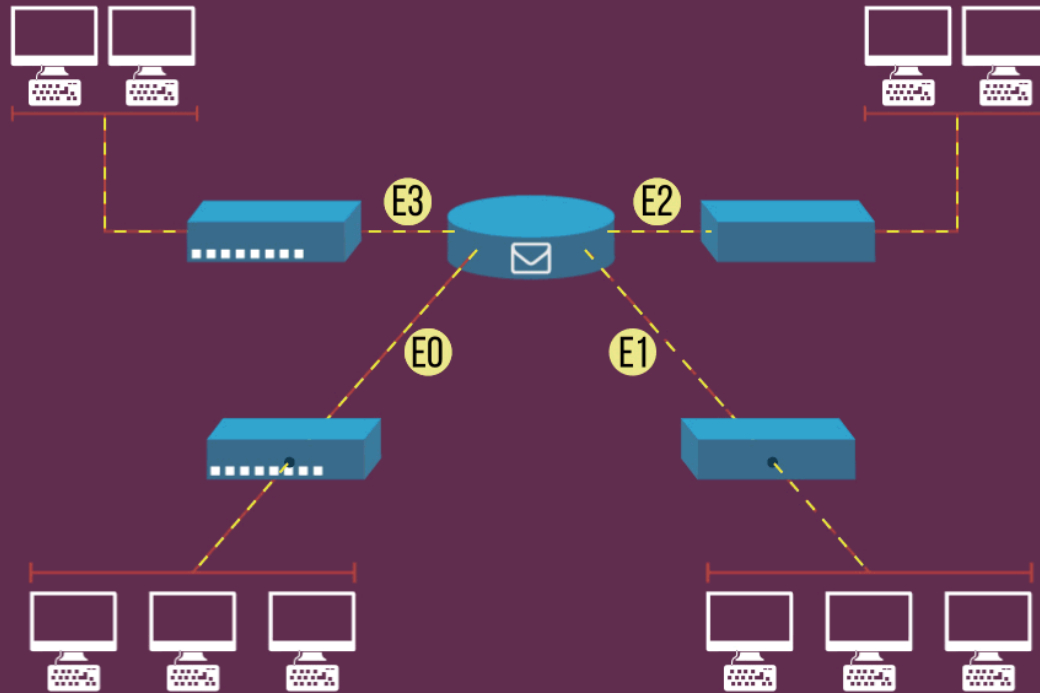
UNICAST



MULTICASTING



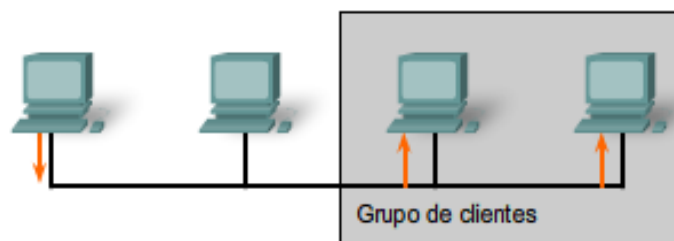
BROADCASTING



Unicast:
Um remetente e um receptor



Multicast:
Um remetente para um grupo de endereços



Broadcast:
Um remetente para todos os outros endereços



- As redes locais são redes de broadcast e todos os hosts veem os mesmos quadros e devem examinar todos os quadros para determinar se o host é o destino.
- Quando um dispositivo quer enviar dados para outro dispositivo, ele abre um caminho de comunicação com o outro dispositivo usando o seu endereço MAC.
- Quando a origem envia dados em uma rede, os dados carregam o endereço MAC do destino.

- Como esses dados trafegam pelos meios da rede, a placa de rede em cada dispositivo na rede verifica se o seu endereço MAC corresponde ao endereço de destino físico carregado pelo pacote de dados.
- Se não houver correspondência, a placa de rede ignora o pacote de dados e permite que ele continue sua viagem pela rede até a estação seguinte.

- A medida que os dados trafegam pelo meio de transmissão, a placa de rede faz essa verificação em cada host.
- A placa de rede verifica o endereço de destino no cabeçalho do pacote para determinar se o pacote está endereçado adequadamente.
- Quando os dados passam pelo host de destino, a placa de rede dessa estação faz uma cópia, retira os dados do quadro e os passa ao computador.



ATIVIDADE DE FIXAÇÃO



Acessar o classroom
para fazer a atividade.



Aguardar 1 minuto até a
atividade ser liberada

Qual a função básica da camada de enlace?

Tratar as limitações da camada física

Fazer a escolha do melhor caminho entre origem e destino

Estabelecer a conexão entre os hosts

Fazer a representação dos dados

Qual a unidade de transmissão da camada de enlace?

Quadro

Bit

Segmento

Pacote

Dados

Qual o objetivo básico da camada física?

Transmitir dados definindo as especificações elétricas dos mesmos

Tratar as limitações da camada física

Fazer a escolha do melhor caminho entre origem e destino

Estabelecer a conexão entre os hosts

Fazer a representação dos dados

Qual a principal diferença entre o repetidor e o hub?

O repetidor tem apenas uma porta de entrada e uma de saída, enquanto o hub tem várias portas

O hub faz gerenciamento da comunicação, sendo um dispositivo “inteligente”

O repetidor faz gerenciamento da comunicação, sendo um dispositivo “inteligente”

O hub tem apenas uma porta de entrada e uma de saída, enquanto o repetidor tem várias portas

Quais formas de endereçamento que o endereço MAC pode fornecer que permite a um host enviar mensagem a um grupo restrito de hosts de uma rede?

Multicast

Unicast

Broadcast

Broadband

A regra regra 5-4-3 dos repetidores define que:

Pode-se conectar cinco segmentos de rede ponto a ponto, usando quatro repetidores, mas apenas três segmentos podem ter computadores.

Pode-se conectar cinco hosts, usando quatro segmentos de rede ponto a ponto, mas apenas três repetidores.

Pode-se conectar cinco repetidores, usando quatro segmentos de rede ponto a ponto, mas apenas três segmentos podem ter computadores.

Em que tipo de comunicação emissor e receptor “conversam” simultaneamente?

Full duplex

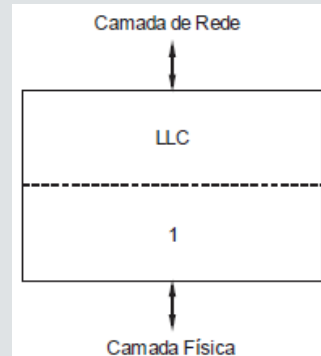
Broadcast

Half duplex

Simplex

A figura abaixo apresenta o enquadramento do padrão Ethernet na camada de enlace de dados do modelo OSI.

A subcamada da camada de Enlace de dados representada pelo número 1 é denominado:



MAC

IP

LLP

CSMA

Simplex

Sobre o modelo OSI, avalie as seguintes afirmativas e assinale a alternativa CORRETA:

I - As camadas são empilhadas na seguinte ordem: 7. Camada de aplicação; 6. Camada de apresentação; 5. Camada de sessão; 4. Camada de transporte; 3. Camada de rede; 2. Camada de enlace; 1. Camada física.

II - A camada de enlace é capaz de identificar e corrigir erros que possam acontecer na camada física, sendo responsável por controlar a recepção, delimitação e transmissão dos quadros.

III – Nenhum dispositivo da camada física examina qualquer um dos cabeçalhos ou dados de um pacote encapsulado

Todas as afirmações estão corretas

Apenas a afirmação I está correta

Apenas as afirmações II e III estão corretas

Nenhuma afirmação está correta

Apenas a afirmação II está correta

O Endereço MAC é um endereço físico associado à placa de rede do host. O MAC é um endereço “único”, não havendo duas portas com a mesma numeração, é usado para controle de acesso em redes de computadores. Qual das alternativas abaixo apresenta um exemplo de endereço MAC? Assinale a alternativa CORRETA:

AC-9E-17-DF-99-B1

192.168.0.1

2001:0:DB8:1::200

192.168.0.1:8090

192.168.0.1/23

Dúvidas???

