

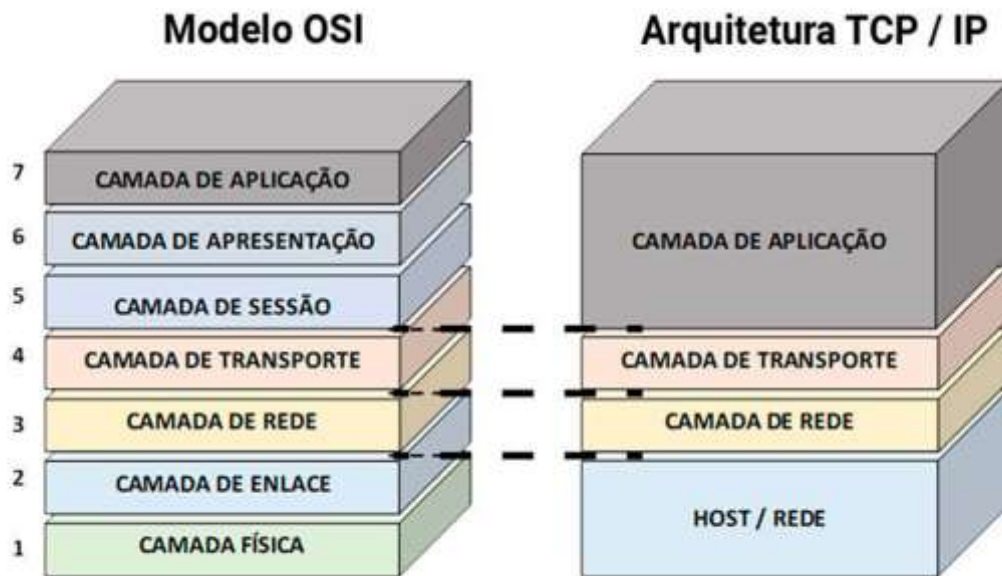


CAMADA OSI

Conceitos básicos da camada de rede no modelo OSI

Camada de rede

No Modelo OSI, a camada de rede situa-se logo acima da camada de enlace, utilizando os serviços oferecidos por essa camada.



A **camada de enlace** tem como objetivo organizar a comunicação em nível de enlace, ou seja, ela deve garantir que um hospedeiro consiga se comunicar com o hospedeiro vizinho.

O objetivo da **camada de rede** é, a partir desse serviço de comunicação lado a lado, promover uma comunicação de âmbito global, permitindo que a informação que sai de um hospedeiro chegue a seu destino não importando em qual local da rede esteja esse destino. Para isso, ele deve realizar duas grandes funções: definir um esquema de endereçamento que seja aceito por toda a grande rede, e realizar o roteamento.

Conceitos básicos da camada de rede

A quantidade máxima de dados que podem ser trocados entre entidades da camada de rede possui um tamanho limitado. Para que as mensagens maiores que o limite possam ser trocadas entre aplicações, a camada de transporte deverá segmentar tais mensagens em partes menores e colocar cada segmento em uma unidade de dados da camada de rede.

Essa unidade de dados trocada entre entidades da camada de rede recebe a denominação de pacote.

Comentário

É um trabalho diferente daquele realizado pela camada de enlace, que necessita apenas entregar a informação na outra extremidade do meio de transmissão.

A camada de enlace de dados cuida apenas da comunicação de um hospedeiro com outro que esteja diretamente conectado a ele por intermédio de um meio de comunicação. Já a camada de rede vai encaminhar os pacotes permitindo que ocorra a comunicação fim a fim.

Para conseguir realizar essa comunicação, a camada de rede deve:

- Conhecer toda a topologia da sub-rede de comunicação.
- Escolher rotas que evitem sobrecarregar partes da rede enquanto outras ficam ociosas.
- Compatibilizar a comunicação entre os diferentes tipos de sub-redes existentes.

Na origem, a camada de rede cria um pacote com dados provenientes da camada superior e acrescenta a ele um cabeçalho com informações de endereço origem e destino. Em sistemas com mais de uma interface de rede deve também consultar suas tabelas de repasse para determinar por qual interface o pacote deve ser encaminhado.

Nos hospedeiros intermediários, a camada de rede deve receber o pacote, consultar suas tabelas de roteamento e enviar o pacote pela interface de rede apropriada.

No destino, a camada de rede deve verificar se o endereço destino do pacote é o mesmo do hospedeiro e, caso seja, entregar o pacote à camada superior (camada de transporte).

Comutação na camada de rede

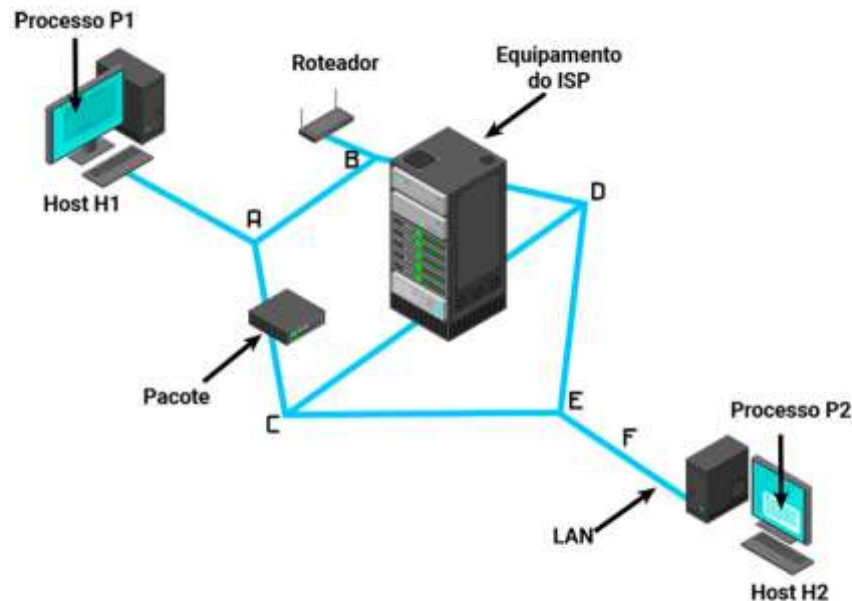
Comutação de pacotes store and forward

Neste momento você deve estar se perguntando como o pacote vai da origem até o destino. Diretamente? Saltando de hospedeiro em hospedeiro?

Lembre-se de que, no Modelo OSI, uma camada utiliza os serviços da camada imediatamente inferior para realizar seus trabalhos e oferecer serviços para a camada superior. Assim, um hospedeiro com um pacote a enviar o transmite para o roteador mais próximo. O pacote é então totalmente recebido pelo

roteador e, após ter chegado por completo, é conferido. Em seguida, ele é encaminhado para o próximo roteador ao longo do caminho até alcançar o hospedeiro de destino, onde é entregue. Esse mecanismo que tem como base armazenar totalmente o pacote antes de enviá-lo ao próximo hospedeiro é conhecido como comutação de pacotes store and forward.

Confira esse passo a passo na imagem abaixo:



Entenda as diferenças entre repasse e roteamento:

1. Repasse

Um roteador é um equipamento que possui, normalmente, várias interfaces de rede. Quando um pacote chega por uma de suas interfaces, o roteador deve verificar o destino desse pacote e decidir por qual de suas linhas o pacote deve ser enviado para que consiga chegar ao destino. Chamamos de repasse o trabalho (local) de escolher por qual das interfaces deve seguir o pacote que chega.

2. Roteamento

Cabe à camada de rede decidir o caminho a ser seguido por um pacote para que este chegue ao seu destino, fazendo o melhor caminho possível. Para isso, os roteadores devem trocar informações entre si sobre o estado da rede, de forma a decidirem o melhor caminho para cada destino. Chamamos de roteamento o trabalho (global) de escolher os caminhos por uma rede para que o repasse possa ser realizado.

O algoritmo que realiza esta tarefa é conhecido como algoritmo de roteamento.

O repasse refere-se a uma ação realizada localmente por um roteador sobre um pacote que chega, enquanto no roteamento há uma ação global envolvendo todos os roteadores de uma sub-rede para a escolha do melhor caminho.

Você já deve ter percebido que existe uma relação bastante próxima entre repasse e roteamento, mas como é essa relação?

Vamos iniciar pelos algoritmos de roteamento. Para escolher a melhor rota, um conjunto de roteadores precisa trocar informações sobre a situação da rede em sua vizinhança, de modo que os roteadores do conjunto possam decidir sobre o caminho a ser seguido em cada situação. Diferentes algoritmos com diferentes propriedades podem ser utilizados nessa tarefa.

Como funcionam esses algoritmos e de que forma eles se diferenciam, estudaremos adiante. Por ora, o importante é que existem algoritmos capazes de encontrar o melhor caminho em uma rede.

O mesmo algoritmo é então executado nos roteadores da sub-rede, trocando informações de tráfego e calculando a melhor rota. Uma vez calculadas as rotas para cada destino, os algoritmos de roteamento criam as chamadas tabelas de repasse, as quais são indexadas pelos possíveis endereços destino de um pacote e indicam a interface pela qual o pacote deve ser enviado com base em seu endereço destino.

Ao chegar um pacote em um roteador, e sendo necessário fazer seu repasse, o processo responsável por essa função verifica o endereço de destino do pacote, consulta a tabela de repasse utilizando o endereço destino como índice e obtém a interface pela qual o pacote deve seguir. Resumidamente, as tabelas de repasse são montadas pelos algoritmos de roteamento e consultadas pelo processo de repasse para determinar por qual interface deve seguir um pacote que chega.

Circuitos virtuais e datagramas

Há basicamente duas formas para a organização da camada de rede de uma sub-rede: uma utilizando **conexões** e a outra trabalhando sem conexão. Na camada de rede, um serviço orientado à conexão costuma ser chamado de circuito virtual, enquanto um serviço que realiza a entrega de pacotes independentes, **sem conexão**, costuma ser chamado de serviço de datagramas.

A camada de transporte também oferece serviços com conexão e sem conexão, mas estes se diferem dos serviços oferecidos pela camada de rede.

Comentário

Pensando na arquitetura TCP/IP, a camada cliente da camada de transporte é a camada de aplicação, portanto, o serviço de transporte com conexão é um serviço aplicação a aplicação, ou seja, uma conexão de transporte conecta diretamente duas aplicações. Já a camada de rede é voltada para a interligação de hospedeiros, logo, uma conexão da camada de rede é uma conexão hospedeiro a hospedeiro.

Encaminhamento por circuitos virtuais

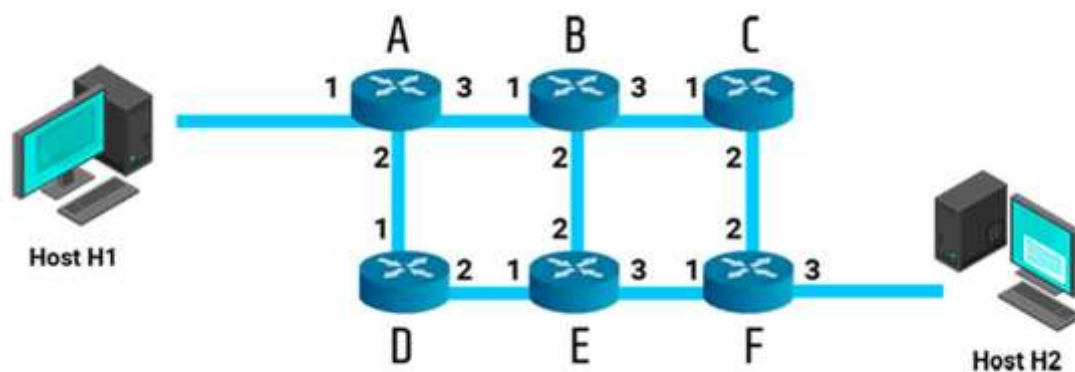
Circuitos virtuais

A ideia dos **circuitos virtuais** é evitar a necessidade de escolher uma nova rota para cada pacote que passa, sendo por isso utilizado em sub-redes com serviço de rede orientado à conexão. Ao se estabelecer uma conexão, é criada uma rota entre o hospedeiro origem e o hospedeiro destino como parte do estabelecimento da conexão. Essa rota é utilizada por todo o tráfego que flui pela conexão entre os hospedeiros. Quando a conexão é liberada, o circuito virtual deixa de existir.

Um circuito virtual (CV) consiste em:

- Um caminho definido entre origem e destino;
- Números de identificação de circuitos virtuais, um para cada enlace ao longo do caminho;
- Registros em tabelas de comutadores ao longo do caminho.

Considere a rede da figura a seguir. Os números em cada extremidade dos enlaces representam o número da interface do comutador naquele enlace.



O hospedeiro H1 solicita à rede que estabeleça um circuito virtual até o hospedeiro H2, e a rede estabelece o caminho H1-A-B-E-F-H2, atribuindo respectivamente os seguintes circuitos virtuais: 23, 8, 37, 22, e 16 (numerações aleatórias).

Com base nessas informações são montadas as seguintes tabelas de repasse em cada um dos comutadores ao longo do caminho:

Tabela de repasse de A			
Entrada		Saída	
Linha	CV	Linha	CV
1	23	3	8

Tabela de repasse de B			
Entrada		Saída	
Linha	CV	Linha	CV
1	8	2	37

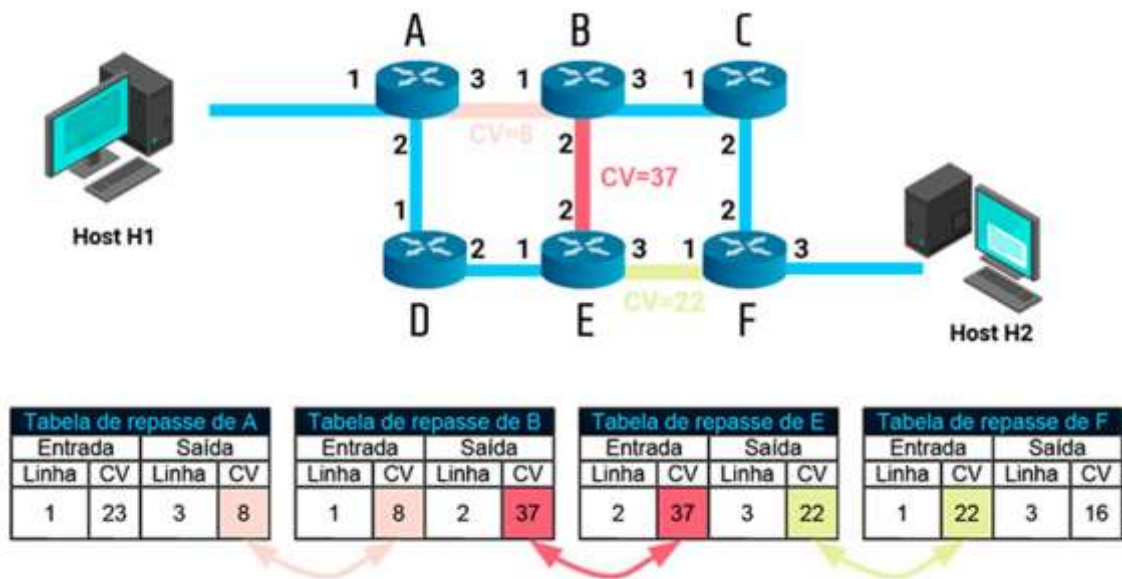
Tabela de repasse de E			
Entrada		Saída	
Linha	CV	Linha	CV
2	37	3	22

Tabela de repasse de F			
Entrada		Saída	
Linha	CV	Linha	CV
1	22	3	16

Sempre que um novo circuito virtual (CV) é estabelecido através de um comutador, um registro para este CV é adicionado à tabela do comutador. De forma análoga, sempre que um CV termina, suas informações são removidas das tabelas do comutador ao longo do percurso.

A utilização de diferentes identificadores para os CVs, ao longo do caminho, simplifica o trabalho, uma vez que, a utilização de um mesmo CV durante todo o trajeto iria requerer a concordância de todos os comutadores participantes da rota. O importante para que os comutadores possam definir o caminho é que o número de saída do CV de um comutador seja o mesmo número de entrada do CV do comutador seguinte.

No exemplo, o circuito estabelecido entre os comutadores E e F possui CV 22 (o CV 22 sai pela linha 3 de E e entra como CV 22 pela linha 1 de F). Da mesma forma, o CV entre A e B possui valor 8 e o CV entre B e E possui valor 37. Reveja as figuras com os circuitos em destaque.



Ao estabelecer um caminho dessa forma, é como se fosse colocado um circuito físico (como um cabo de rede) ligando diretamente os hospedeiros, por isso o nome circuito virtual.

Outra característica da rede de circuitos virtuais é que, como os pacotes seguem sempre pelo mesmo caminho, eles chegam ao destino na mesma ordem em que saíram da origem.

Existem 3 fases que podem ser identificadas em um circuito virtual:

1. Estabelecimento do CV

Nesta fase, os comutadores estabelecem os parâmetros da conexão e o caminho pelo qual os pacotes irão seguir durante a fase de transferência de dados.

2. Transferência de dados

Fase seguinte ao estabelecimento do CV, durante a qual ocorre a transferência de pacotes desde a origem até o destino. Todos os pacotes seguem pelo caminho definido durante a fase de estabelecimento do CV.

3. Encerramento do CV

Fase na qual o circuito virtual é desfeito. Necessária para que os comutadores sejam avisados do encerramento e possam retirar de suas tabelas as informações sobre o circuito virtual encerrado.

Encaminhamento por datagramas

Datagramas

Em uma sub-rede de datagramas, **nenhuma rota é previamente definida**. Ao ser transmitido, um pacote passa por uma série de roteadores, e cada roteador, ao longo do caminho, utiliza o endereço destino para determinar por qual interface de saída enviar o pacote (realiza o repasse).

Como não há estabelecimento de circuitos para as transferências, os roteadores, ao longo do caminho, deverão manter tabelas de repasse baseadas no endereço destino do pacote, qualquer que seja o destino. Significa dizer que, se as tabelas de repasse forem alteradas durante uma transferência, os datagramas de uma mensagem podem fazer caminhos diferentes até o destino.

Exemplo

Suponha que você esteja assistindo a um filme pela rede e que o vídeo seja enviado até seu equipamento por uma sub-rede de datagramas. Parece real? Sim, é real. Atualmente, assistimos a filmes pela Internet e ela é uma rede de datagramas.

O filme possui cerca de 90 minutos. Será que as rotas de uma rede mudam durante 90 minutos? Sim, essa é uma possibilidade. Isso significa que, em determinado momento, as tabelas de repasse mudarão, então, os datagramas passarão a fazer outro caminho até chegarem em seu equipamento. Assim, vemos que, ao contrário dos circuitos virtuais, os pacotes em uma rede de datagramas não seguem sempre pelo mesmo caminho.

Por que a rota é alterada?

Uma possibilidade é que os pacotes estavam passando por uma região que ficou sobrecarregada, e os roteadores descobriram outra região com melhores condições de tráfego, preferindo enviar os pacotes por essa nova região. Uma consequência disso é que os primeiros pacotes que estão seguindo pelo novo caminho podem chegar ao destino antes de alguns dos pacotes que seguiram pelo caminho antigo.

Assim sendo, existe a possibilidade de que alguns pacotes cheguem ao destino fora de ordem.

Os problemas que podem acontecer em uma rede de datagramas são:

- A perda de datagramas
- Datagramas chegarem com erro
- Datagramas chegarem fora de ordem
- Datagramas serem duplicados

Endereçamento na camada de rede

Endereçamento

Alguns tipos de rede permitem que sejam criados vários endereços por hospedeiro, enquanto outros tipos de rede permitem a utilização de apenas um por hospedeiro. Porém, qualquer que seja o tipo de rede, **o endereçamento deve ser completamente independente do endereçamento dos protocolos de outras camadas**. A camada de rede tem a função de unificar toda a comunicação da rede, portanto ela deve definir uma forma de identificação dos hospedeiros que seja aceita por toda a rede.

Basicamente dois tipos de endereçamento são possíveis:

Endereçamento hierárquico

No **endereçamento hierárquico**, o endereço de uma entidade é constituído de acordo com os endereços correspondentes aos vários níveis da hierarquia da qual faz parte. O endereço hierárquico é o método sugerido pelo ITU-T para interconexão de redes públicas de telefonia. Nessa recomendação, os endereços são números decimais formados por três campos: um código do país, um código para a rede, e um campo para o endereçamento dentro da rede.

Observação: setor da ITU (International Telecommunication Union) responsável pela elaboração de padrões e normas consensuais sobre tecnologia que garantam o funcionamento, a interoperabilidade e a integração dos sistemas de comunicação em todo o mundo, com a finalidade de facilitar o acesso das indústrias aos diferentes mercados de cada país.

Endereçamento horizontal

No **endereço horizontal**, os endereços não têm relação alguma com o lugar onde estão as entidades dentro da rede. Um exemplo comum desse tipo de endereçamento são os endereços utilizados nas placas de rede ethernet, que são gravados durante seu processo de fabricação e serão sempre os mesmos, não importando em qual lugar do mundo a placa seja utilizada.

Observação: placa de rede ethernet é um dispositivo de hardware que permite a ligação de um computador a uma rede de computadores padrão ethernet.



Considerações sobre o roteamento indicam vantagens na utilização de endereçamento hierárquico, uma vez que este contém informações explícitas sobre o local onde se localizam as entidades. Já o endereçamento horizontal permite uma mobilidade das entidades sem reconfiguração.

Apesar do endereçamento universal ser realizado pela camada de rede, o envio dos pacotes é realizado por camada inferior que possui seu próprio esquema de endereçamento específico da tecnologia da rede física em uso. Ocorre, portanto, um mapeamento entre os endereços físicos e de rede, e essa tarefa deve ser realizada pela camada de rede. Existem duas técnicas usuais para essa conversão: **resolução por meio de mapeamento direto e resolução por meio de vinculação dinâmica.**

1. Mapeamento direto

A estação sabe como computar o endereço de enlace por intermédio de uma função que mapeia o endereço de rede no endereço de enlace. Por exemplo, o endereçamento hierárquico onde o campo de endereçamento dentro da rede corresponda exatamente ao endereço físico da estação. Conversões mais complexas podem ser realizadas por

meio de tabelas de conversão e técnicas de acesso rápido a essas tabelas.

2. Vinculação dinâmica

Para evitar o uso de tabelas de conversão, uma vinculação dinâmica pode ser efetuada entre o endereço de rede e o físico por intermédio da utilização de algum protocolo de resolução. A exemplo, temos o protocolo ARP, o qual estudaremos mais adiante.