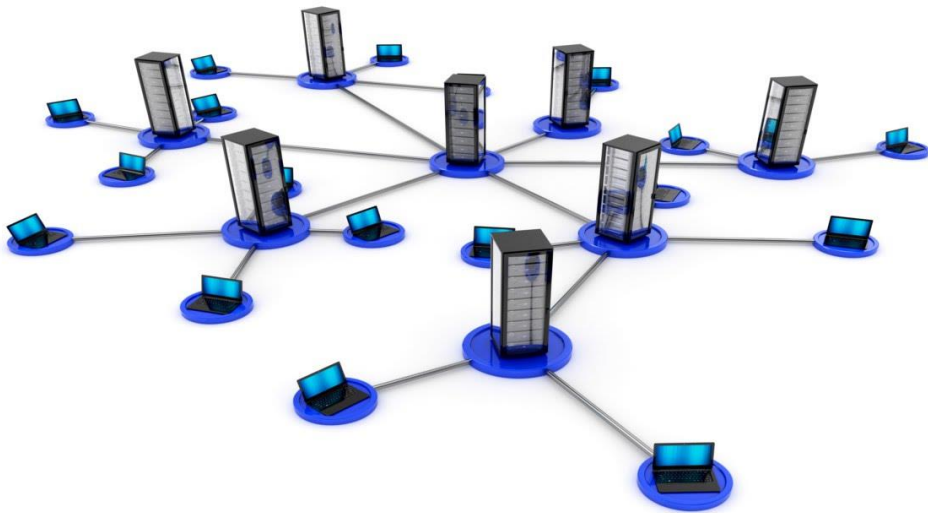


Redes Locais: Arquitetura de Redes

Elementos de Rede



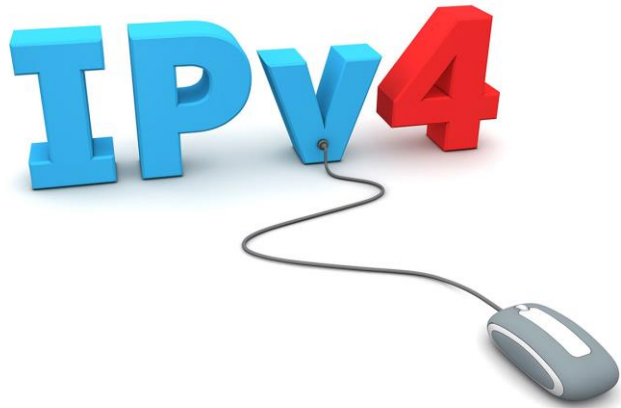
- Para entender melhor como ocorre a comunicação nessas redes é preciso conhecer os requisitos necessários para que ocorra a transmissão de informações entre origem e destino, que são:
- Regras;
- Mensagem;
- Dispositivos;
- Meio físico.

Elementos de Rede

Regras

- As regras são os protocolos de comunicação necessários para organizar a transmissão.
- Os protocolos fornecem:
 - O formato ou estrutura da mensagem;
 - O método pelo qual os dispositivos de rede compartilham informações sobre rotas com outras redes;
 - Como e quando mensagens de erro e de sistema são passadas entre dispositivos;
 - A configuração e término das sessões de transferência de dados.

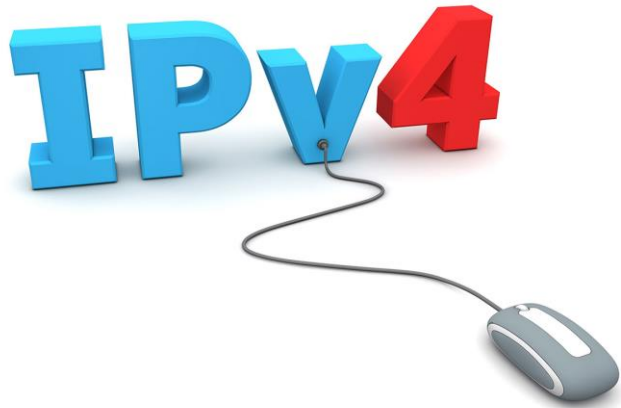
Protocolo IPv4



IPv4

- O protocolo IPv4 é o protocolo mais utilizado atualmente, e que faz a maior rede de comunicação existente hoje (INTERNET) **funcionar** e permitir todas as facilidades de roteamento e endereçamento necessárias.
- Uma das grandes características deste protocolo é **permitir a sua utilização em qualquer tipo de rede física**, permitindo com isso, uma interoperabilidade perfeita entre as diversas tecnologias de redes existentes, exatamente como o modelo de camadas define.

Protocolo IPv4

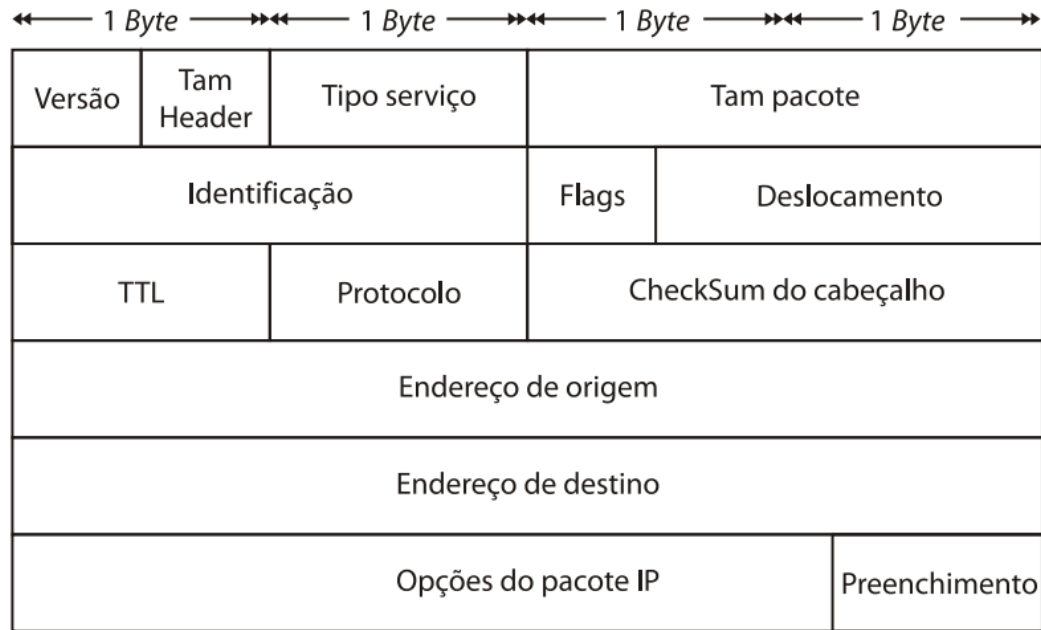


IPv4

- Cada pacote criado pelo IPv4 em uma comunicação, é tratado isoladamente durante toda a sua vida durante o tráfego na rede. Por este motivo, é dito que o IPv4 é um **protocolo sem conexão**, no qual seus pacotes **são tratados e avaliados em cada equipamento** por onde os mesmos trafegam.
- Por serem tratados de forma isolada durante a comunicação, os pacotes **IP's** podem ser entregues no destino, **fora da ordem de saída**, por isto, os protocolos das camadas superiores, normalmente a camada de transporte, são responsáveis por ordenar as informações recebidas.

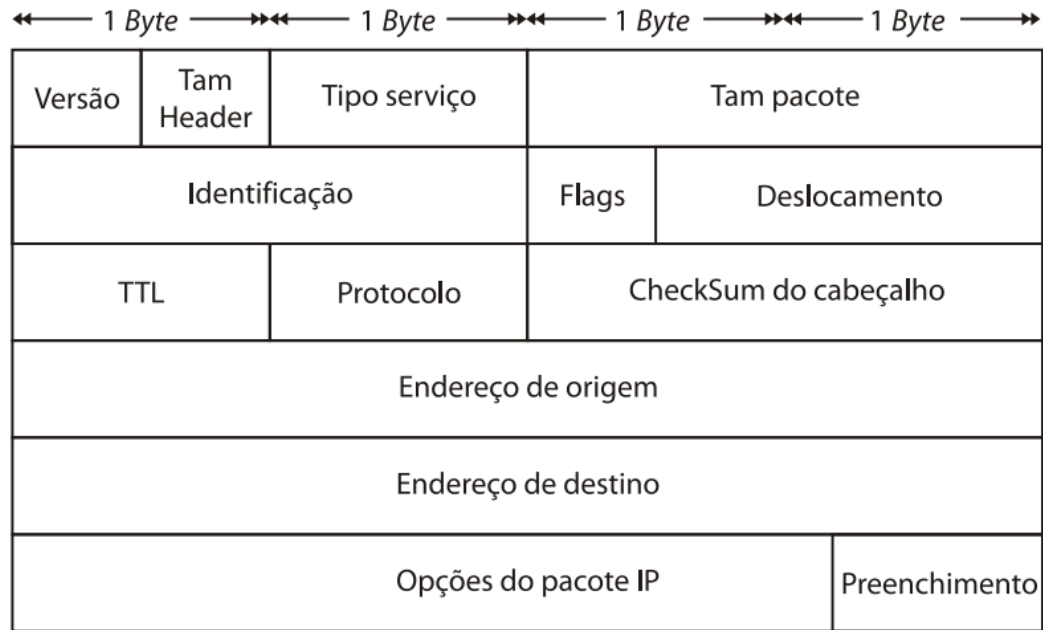
Protocolo IPv4

Pacote IP



- O pacote IP, também chamado de datagrama, é a unidade básica de transferência da camada de rede. É ele que define o layout dos pacotes a serem transferidos.
- Dois componentes básicos estão presentes no pacote IP.:
 - **Cabeçalho** – é o conjunto de campos que definem diversas propriedades do pacote, permitindo com isso, o encaminhamento do pacote de forma correta até o destino.
 - **Dados** – é o conjunto de dados recebidos da camada de transporte para a camada de rede.

Protocolo IPv4



Pacote IP

- O cabeçalho de um pacote IP é composto por diversos campos que são utilizados para **permitir o endereçamento e roteamento correto** dos pacotes pela rede.

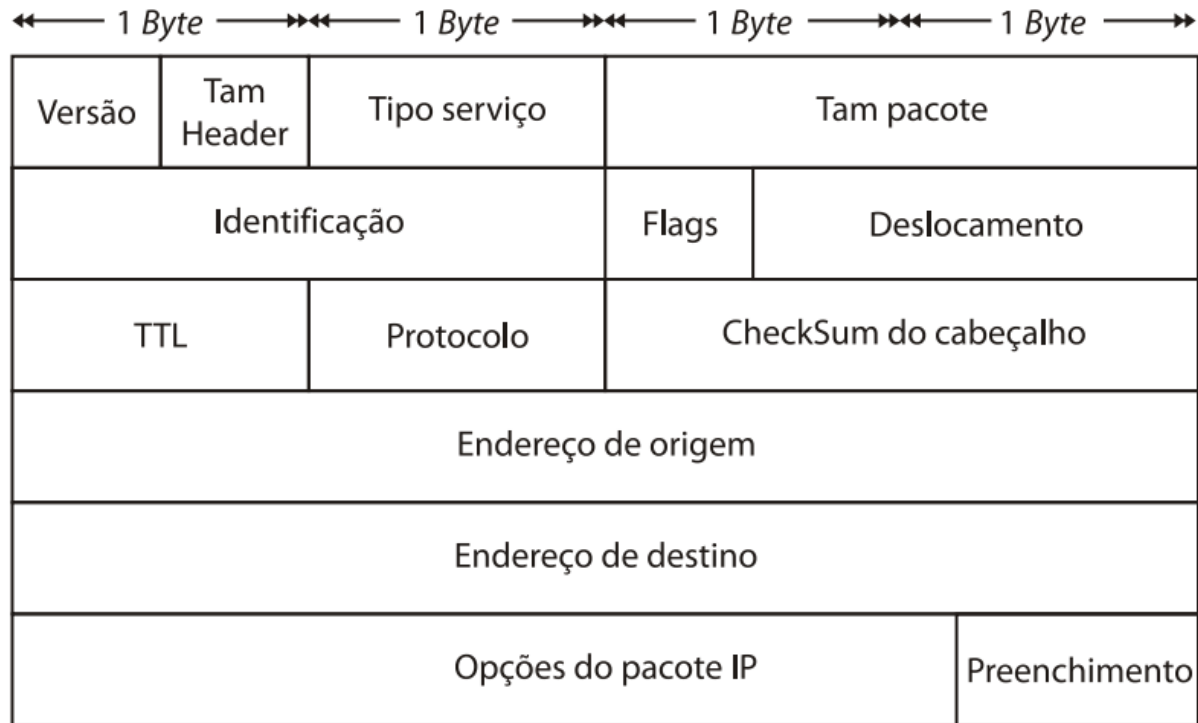
Protocolo IPv4

Veja uma análise dos principais campos do pacote IP.

| | | | | | | | |
|---------------------|------------|--------------|--|-----------------------|---------------|------------|--|
| ← 1 Byte → | | ← 1 Byte → | | ← 1 Byte → | | ← 1 Byte → | |
| Versão | Tam Header | Tipo serviço | | Tam pacote | | | |
| Identificação | | | | Flags | Deslocamento | | |
| TTL | | Protocolo | | Checksum do cabeçalho | | | |
| Endereço de origem | | | | | | | |
| Endereço de destino | | | | | | | |
| Opções do pacote IP | | | | | Preenchimento | | |

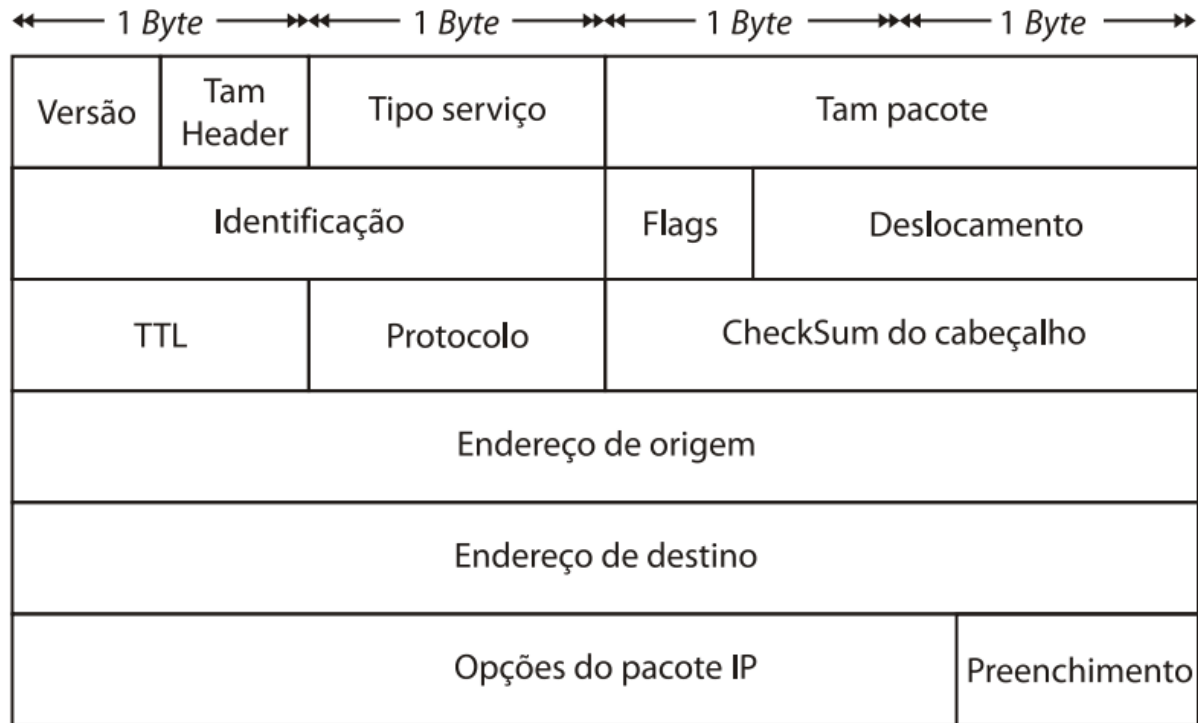
- **Versão:** versão do protocolo, no caso 4.
- **Tam. header:** corresponde ao tamanho do cabeçalho contado em números de palavras de 32 bits (4 bytes).
- **Tipo serviço:** é o campo que contém a indicação de qualidade do serviço desejado para o encaminhamento do pacote. Esse campo possui 8 bits.

Protocolo IPv4



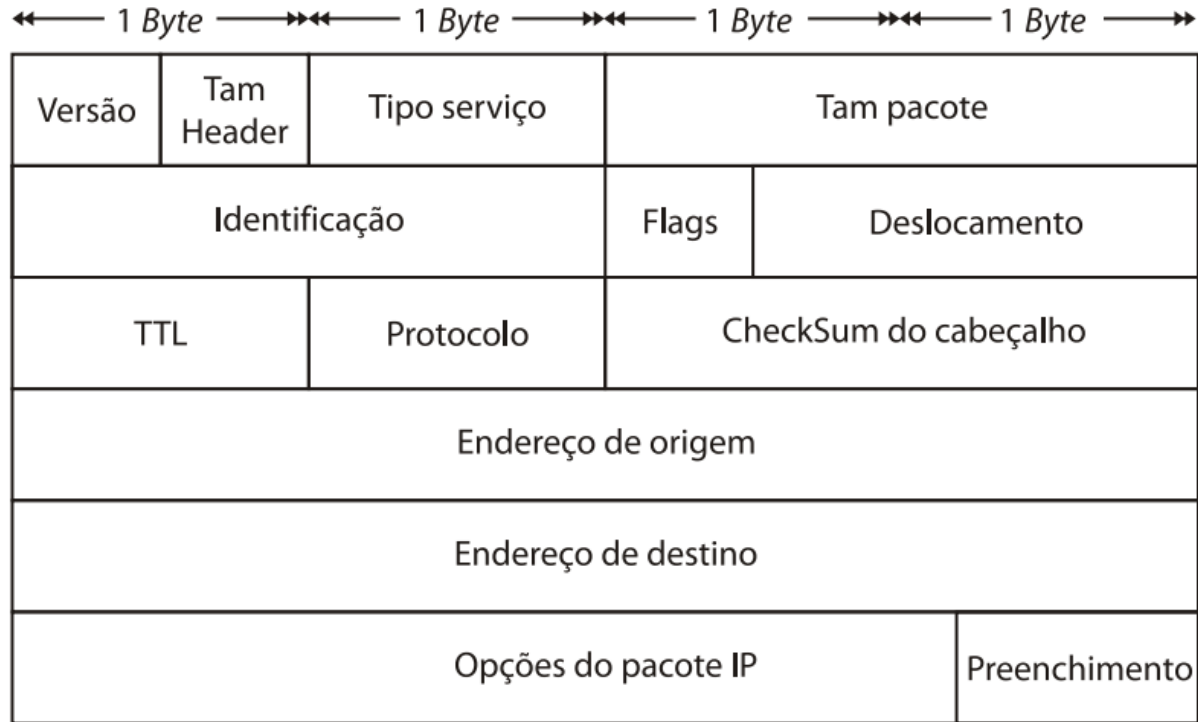
- **Tam. pacote:** campo que contém o tamanho do pacote em quantidade de octetos (bytes). O valor máximo é 65.535 bits (512KB).
- **Identificação:** é o campo preenchido pela origem do pacote que o identifica. É utilizado na montagem da sequência dos pacotes no destino. Um pacote que precisa ser fragmentado por outro equipamento no caminho até o seu destino, utiliza, neste campo, o mesmo valor para todos os fragmentos resultantes.

Protocolo IPv4



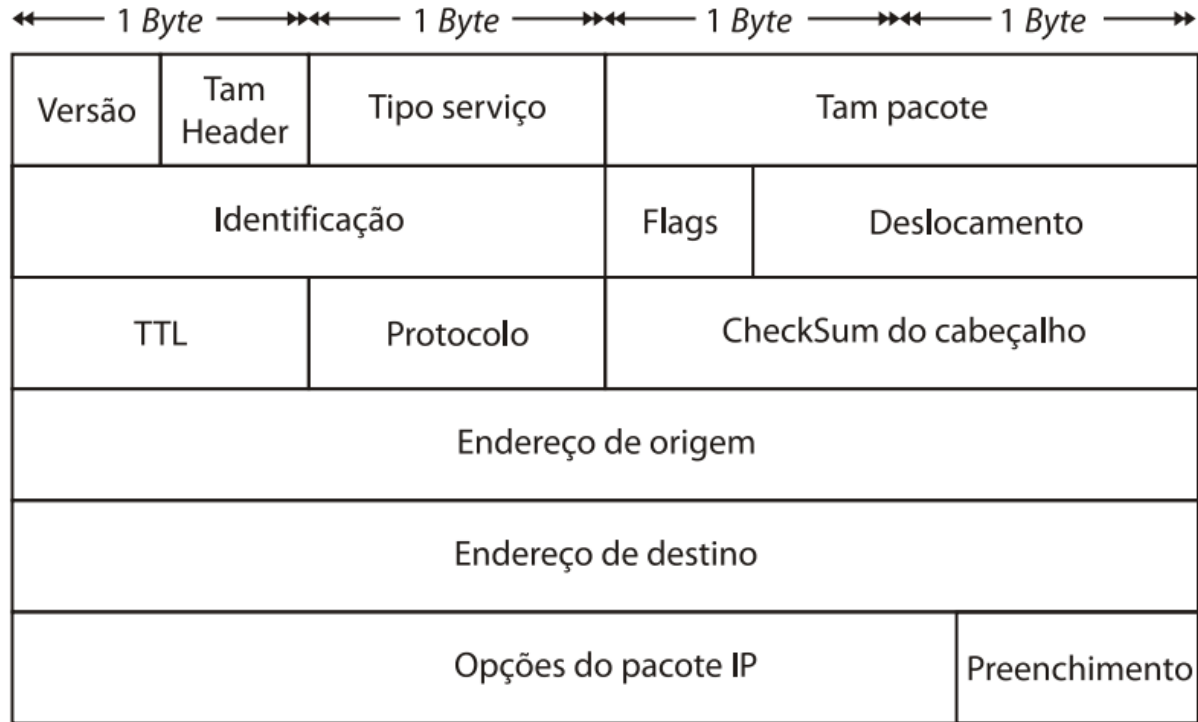
- **Flags:** campo de 3 bits que identifica se o pacote pode ser fragmentado no caminho até o destino e também se já ocorreu fragmentação. O primeiro bit é sempre 0, o segundo bit indica se pode ou não fragmentar (0 = pode fragmentar, 1 = não pode fragmentar), e o terceiro bit indica se este pacote é (1) ou não é (0) o último fragmento.
- **Deslocamento:** caso tenha ocorrido fragmentação, este campo indica o deslocamento dos dados do pacote em relação ao campo de dados do pacote original (antes da fragmentação). Este campo é primordial para a remontagem do pacote e considera como unidade um octeto (1byte).

Protocolo IPv4



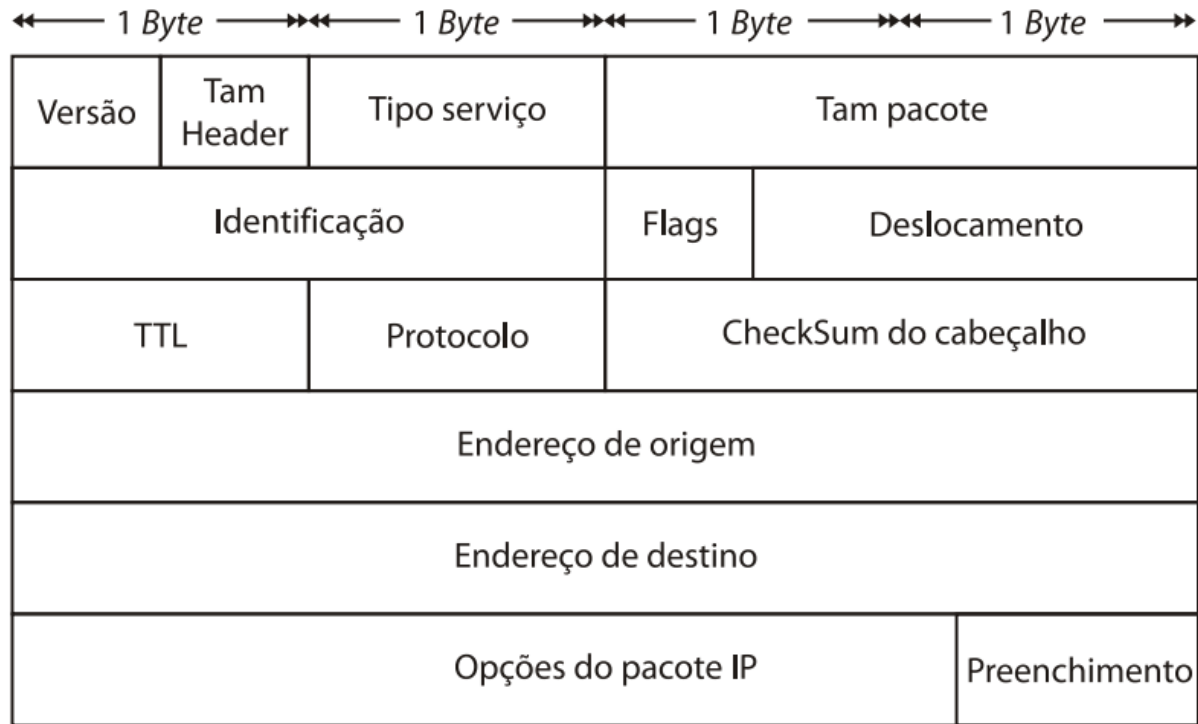
- **TTL** (Time to live): representa a quantidade de saltos por onde um pacote pode trafegar. Cada ativo de rede que roteia este pacote diminui o TTL de 1, sendo descartado quando este valor chega a zero.
- **Protocolo**: campo preenchido com um valor numérico que identifica para qual protocolo da camada superior a camada de rede deve entregar o conteúdo deste pacote, no momento em que o mesmo chegar ao destino.
 - Exemplo: 6 – TCP, 17 – UDP, 1 – ICMP, 89 – OSPF, etc.

Protocolo IPv4



- **Checksum do cabeçalho:** é o campo calculado e checado para cada salto que o pacote passa na rede, a fim de verificar a integridade do cabeçalho.
- **Endereço de origem:** é o endereço de origem do pacote, composto por 32 bits.
- **Endereço de destino:** é o endereço de destino do pacote, composto por 32 bits.

Protocolo IPv4



- **Opções do pacote IP:** este campo é opcional, mas requerido para algumas implementações. A origem do pacote colocará nesse campo as opções selecionadas. Esse campo é variável em seu tamanho e vai depender das opções definidas pela origem.
- **Preenchimento:** é o campo para preencher o cabeçalho mantendo sempre o alinhamento do mesmo em 32 bits.

Protocolo IPv4

Endereçamento IPv4

- As redes encontram-se quase que todas interligadas e consistem normalmente em uma quantidade enorme de hosts e equipamentos de redes. O melhor exemplo desta integração é a Internet.
- Hoje temos milhões de hosts interligados por meio da Internet, trocando informações. Um dos principais pontos que permitiram esta integração, que hoje parece tão fácil e normal, foi a estrutura de endereçamento existente no protocolo IPv4.

Protocolo IPv4

Endereçamento IPv4

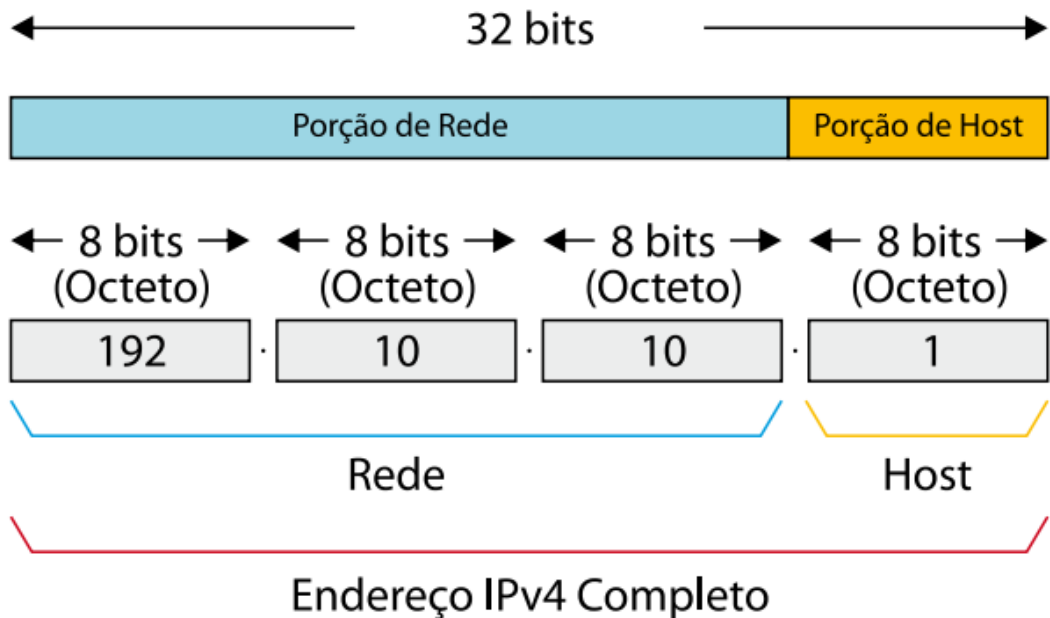
- Quando o protocolo foi idealizado, consideraram-se diversos requisitos, como, por exemplo:
 - **a)** cada host deverá ter um endereço único na rede;
 - **b)** as redes poderão ser divididas em sub-redes para melhor gerenciamento e interligação de redes diferentes;
 - **c)** possibilidade de enviar informações para diversos hosts com o envio de apenas um pacote.

Protocolo IPv4

Endereçamento IPv4

- O endereçamento do IPv4 possui diversas características importantes que auxiliam no atendimento de alguns destes requisitos.
- Uma das grandes características do endereçamento IPv4 é ser hierárquico, ou seja, conseguir identificar em uma rede cada host de maneira única e permitir com isso que, ao juntarmos redes, as mesmas consigam identificar em que parte da rede este equipamento se encontra e, a partir dos gateways e roteadores, conseguir entregar os pacotes ao seu destino.
- Podemos fazer uma analogia com o endereçamento postal, onde em qualquer endereço temos uma hierarquia que permite com que as cartas consigam ser entregues aos seus destinos.

Protocolo IPv4



- O endereço IP é representado por um conjunto de 32 bits que identificam exclusivamente o equipamento em uma rede.

- O endereço IP também é representado pela divisão dos 32 bits em 4 octetos.

11000000.00001010.00001010.00000001

- Estes bits podem também ser representados em formato decimal, chamado de notação decimal, separada por pontos.

192.10.10.1

- Este endereço é utilizado nos pacotes IPs nos campos de origem e destino para identificar o dispositivo de origem e destino do pacote. No endereçamento hierárquico do IP, o endereço dos dispositivos são divididos em duas partes, uma parte rede e a outra, Host.

Protocolo IPv4

Classes de Endereços IP

- Os endereços IPs foram separados por classes criadas (A, B, C, D e E), acomodando todos os IPs possíveis.
- As classes A, B e C são usadas comercialmente na atribuição de endereços IPs aos dispositivos de rede.
- A classe D é usada para endereçamento multicast, onde um único endereço representa um grupo específico de dispositivos.
- A classe E é utilizada para fins experimentais pela **IANA** (Internet Assigned Numbers Authority).

| Classe A | Rede | Host | | |
|----------|------|------|------|------|
| OCTETO | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Classe B | Rede | | Host | |
| OCTETO | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Classe C | Rede | | | Host |
| OCTETO | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Classe D | Host | | | |
| OCTETO | 1 | 2 | 3 | 4 |

Os endereços de Classe D são usados para grupos *multicast*. Não é necessário alocar octetos ou bits para separar os endereços de rede e host. Os endereços de Classe E são reservados apenas para pesquisas.

Fonte: Cisco Networking Academy (2011)

Protocolo IPv4

| Classes de IP's | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|--|
| Classe | Endereço Inicial | Endereço Final | Divisão Rede/Dispositivo |
| A | 0.0.0.0 | 127.255.255.255 | R . D . D . D |
| B | 128.0.0.0 | 191.255.255.255 | R . R . D . D |
| C | 192.0.0.0 | 223.255.255.255 | R . R . R . D |
| D | 224.0.0.0 | 239.255.255.255 | (Multicast – mensagens para vários destinos) |
| E | 240.0.0.0 | 255.255.255.255 | (Não utilizada – reservada para o futuro) |

- A **classe A** é uma classe para ser utilizada em redes onde a quantidade de hosts é muito grande, acima de 65534 hosts. O primeiro bit de uma rede classe A sempre será o bit 0, sendo assim, poderemos ter números de 0 até 127 no primeiro octeto. Redes que comecem com 0 ou com 127 não podem ser usadas porque são reservadas para a rede padrão e endereços de *loopback* (exemplo: 127.0.0.1).

Protocolo IPv4

Classes de IP's

| Classe | Endereço Inicial | Endereço Final | Divisão Rede/Dispositivo |
|--------|------------------|-----------------|--|
| A | 0.0.0.0 | 127.255.255.255 | R . D . D . D |
| B | 128.0.0.0 | 191.255.255.255 | R . R . D . D |
| C | 192.0.0.0 | 223.255.255.255 | R . R . R . D |
| D | 224.0.0.0 | 239.255.255.255 | (Multicast – mensagens para vários destinos) |
| E | 240.0.0.0 | 255.255.255.255 | (Não utilizada – reservada para o futuro) |

- Endereços de **classe B** utilizam os dois primeiros octetos para identificar redes e os outros dois octetos restantes representam os hosts.
- As redes de classe B são usadas para endereçar redes de médio à grande porte. Os primeiros dois bits de uma classe B sempre serão **10** (bits de ordem superior), sendo assim, poderemos ter até 16.384 redes. O primeiro octeto em decimal sempre estará entre **128 e 191**.
- Como sobraram 16 bits (dois octetos) para representar hosts, poderemos ter até 65534 endereços possíveis em uma rede classe B.

Protocolo IPv4

Classes de IP's

| Classe | Endereço Inicial | Endereço Final | Divisão Rede/Dispositivo |
|--------|------------------|-----------------|--|
| A | 0.0.0.0 | 127.255.255.255 | R . D . D . D |
| B | 128.0.0.0 | 191.255.255.255 | R . R . D . D |
| C | 192.0.0.0 | 223.255.255.255 | R . R . R . D |
| D | 224.0.0.0 | 239.255.255.255 | (Multicast – mensagens para vários destinos) |
| E | 240.0.0.0 | 255.255.255.255 | (Não utilizada – reservada para o futuro) |

- Os endereços de **classe C** utilizam os três primeiros octetos para representar redes e somente o último octeto para representar hosts.
- Por este motivo, existe uma grande quantidade de redes classes C, onde cada rede destas poderá ter 254 endereços.
- Os primeiros três bits de uma classe C sempre serão 110 (bits de ordem superior), sendo assim, o primeiro octeto utilizará um número decimal de 192 até 223.

Protocolo IPv4

Endereços privados

- Os endereços privados não são roteados pela Internet, ou seja, os roteadores de borda dos ISP (Internet Service Provider) não encaminharão pacotes pela Internet que contenham endereços privados, que só poderão ser utilizados em redes internas.
- Para que os dispositivos finais de uma rede interna possam navegar na Internet será necessário o uso do NAT (Network Address Translation). O NAT fará a tradução de um endereço privado para um endereço público para que o pacote possa ser destinado à rede pública, sendo assim, o pacote será roteado até o destino final.

| Classe | Endereço Inicial | Endereço Final | Distribuição dentro da classe |
|--------|------------------|-----------------|---------------------------------|
| A | 10.0.0.0 | 10.255.255.255 | 1 rede com 16.777.216 endereços |
| B | 172.16.0.0 | 172.31.255.255 | 16 redes com 65.536 endereços |
| C | 192.168.0.0 | 192.168.255.255 | 256 redes com 256 endereços |

Máscara de Sub-Redes

- Uma sub-rede é uma subdivisão lógica de uma rede IP.
- A subdivisão de uma rede grande em redes menores resulta num tráfego de rede reduzido, administração simplificada e melhor performance de rede.
- Dispositivos que pertencem a uma sub-rede são endereçados com um grupo de bit mais significativo comum e idêntico em seus endereços IP. Isto resulta na divisão lógica de um endereço IP em dois campos, um número de rede ou prefixo de roteamento e o restante do campo ou identificador de host. O campo restante é um identificador para uma interface de hospedeiro ou rede específicos.
- O prefixo de roteamento pode ser expressado em notação de *Classes Inter-Domain Routing (CIDR)* escrito como o primeiro endereço de uma rede, seguido por um caractere barra (/), e finalizando com o comprimento de bit do prefixo.
- Por exemplo, **192.168.1.0/24** é o prefixo da rede IPv4 começando no endereço fornecido, possuindo 24 bits aplicados para o prefixo de rede e os restantes 8 bits reservados para endereçamento de host.

Máscara de Sub-Redes

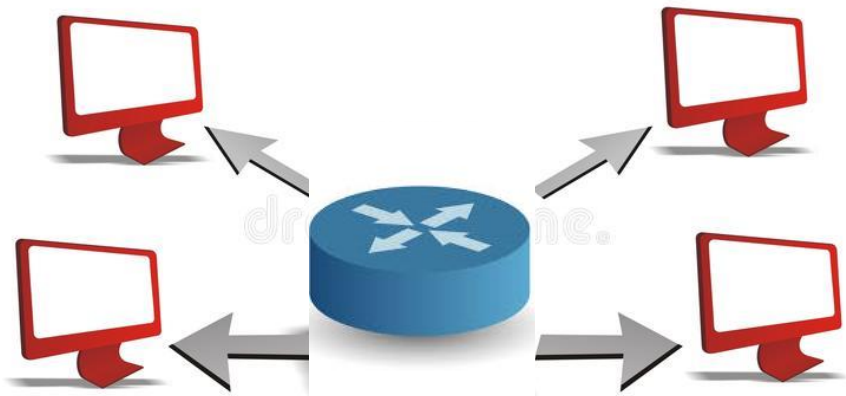
- Para IPv4, uma rede pode ser caracterizada por sua máscara de sub-rede ou máscara de rede, que é a máscara de bit que quando aplicada por uma operação de lógica para qualquer endereço IP na rede, produz o prefixo de roteamento.
- Máscaras de sub-rede também são expressadas na notação ponto-decimal como um endereço. Por exemplo, **255.255.255.0** é a máscara de sub-rede para o prefixo **192.168.1.0/24**.
- Para criar sub-redes, qualquer máquina tem que ter uma máscara de sub-rede que define qual parte do seu endereço IP será usada como identificador da sub-rede e qual será usada como identificador dos hosts.
- **Sub-redes são parte do protocolo IP** que atua na camada de rede.

Máscaras de Sub-Redes

| Classe | Notação CIDR | Máscara de sub-rede (binário) | Máscara de sub-rede (decimal) | Nº de Hosts |
|--------|--------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| | /4 | 11110000 00000000 00000000 00000000 | 240.0.0.0 | 240.435.456 |
| | /5 | 11111000 00000000 00000000 00000000 | 248.0.0.0 | 134.217.728 |
| | /6 | 11111100 00000000 00000000 00000000 | 252.0.0.0 | 67.108.864 |
| | /7 | 11111110 00000000 00000000 00000000 | 254.0.0.0 | 33.554.432 |
| A | /8 | 11111111 00000000 00000000 00000000 | 255.0.0.0 | 16.777.216 |
| | /9 | 11111111 10000000 00000000 00000000 | 255.128.0.0 | 8.388.608 |
| | /10 | 11111111 11000000 00000000 00000000 | 255.192.0.0 | 4.194.304 |
| | /11 | 11111111 11100000 00000000 00000000 | 255.224.0.0 | 2.097.152 |
| | /12 | 11111111 11110000 00000000 00000000 | 255.240.0.0 | 1.048.576 |
| | /13 | 11111111 11111000 00000000 00000000 | 255.248.0.0 | 524.288 |
| | /14 | 11111111 11111100 00000000 00000000 | 255.252.0.0 | 262.144 |
| | /15 | 11111111 11111110 00000000 00000000 | 255.254.0.0 | 131.072 |
| B | /16 | 11111111 11111111 00000000 00000000 | 255.255.0.0 | 65.534 |
| | /17 | 11111111 11111111 10000000 00000000 | 255.255.128.0 | 32.768 |
| | /18 | 11111111 11111111 11000000 00000000 | 255.255.192.0 | 16.384 |
| | /19 | 11111111 11111111 11100000 00000000 | 255.255.224.0 | 8.192 |
| | /20 | 11111111 11111111 11110000 00000000 | 255.255.240.0 | 4.096 |
| | /21 | 11111111 11111111 11111000 00000000 | 255.255.248.0 | 2.048 |
| | /22 | 11111111 11111111 11111100 00000000 | 255.255.252.0 | 1.024 |
| | /23 | 11111111 11111111 11111110 00000000 | 255.255.254.0 | 512 |
| C | /24 | 11111111 11111111 11111111 00000000 | 255.255.255.0 | 256 |
| | /25 | 11111111 11111111 11111111 10000000 | 255.255.255.128 | 128 |
| | /26 | 11111111 11111111 11111111 11000000 | 255.255.255.192 | 64 |
| | /27 | 11111111 11111111 11111111 11100000 | 255.255.255.224 | 32 |
| | /28 | 11111111 11111111 11111111 11110000 | 255.255.255.240 | 16 |
| | /29 | 11111111 11111111 11111111 11111000 | 255.255.255.248 | 8 |
| | /30 | 11111111 11111111 11111111 11111100 | 255.255.255.252 | 4 |

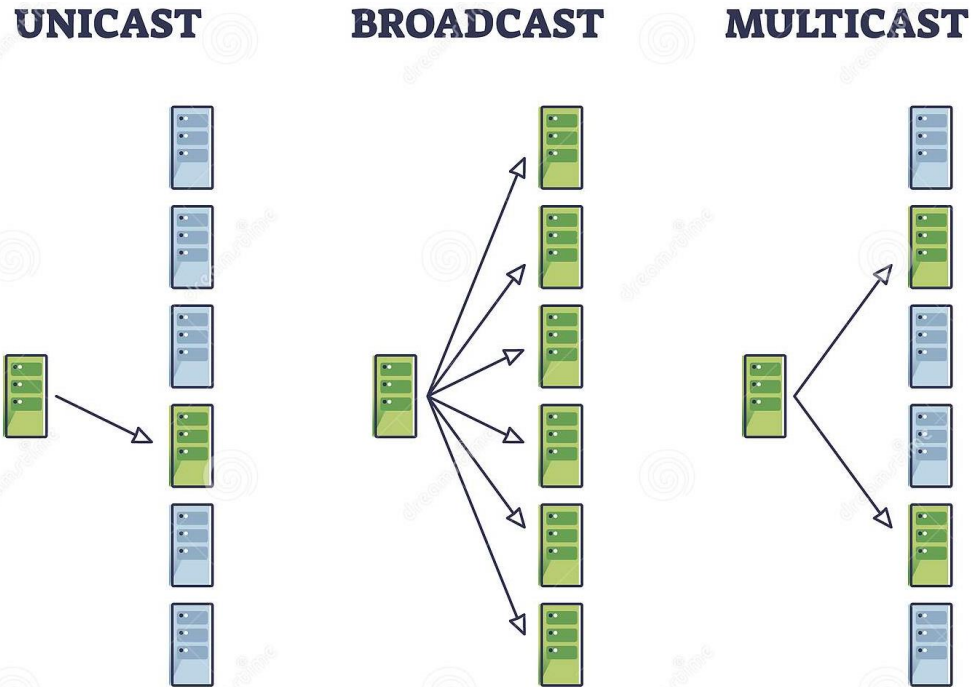
Mensagem - Tipos de Comunicação

Mensagem



- A mensagem é a informação que precisa ser transmitida entre origem e destino. Qualquer informação que precisa ser transportada entre dispositivos finais é um exemplo de mensagem, como um e-mail, página de web, mensagens instantâneas e até mesmo jogos on-line.
- Em Redes de Computadores, o roteamento de pacotes designa o processo de reencaminhamento de pacotes, que se baseia no endereço IP e máscara de rede dos mesmos.
- O roteamento é uma atividade da terceira camada do modelo OSI.
- O roteamento é a principal forma utilizada na Internet para a entrega de pacotes de dados entre hosts. Este processo visa encaminhar pacotes de uma rede para outra.
- Quando o pacote deve passar de uma sub-rede para outra, o responsável por esse repasse é conhecido como **roteador**, que pode ser tanto um software quanto um hardware.

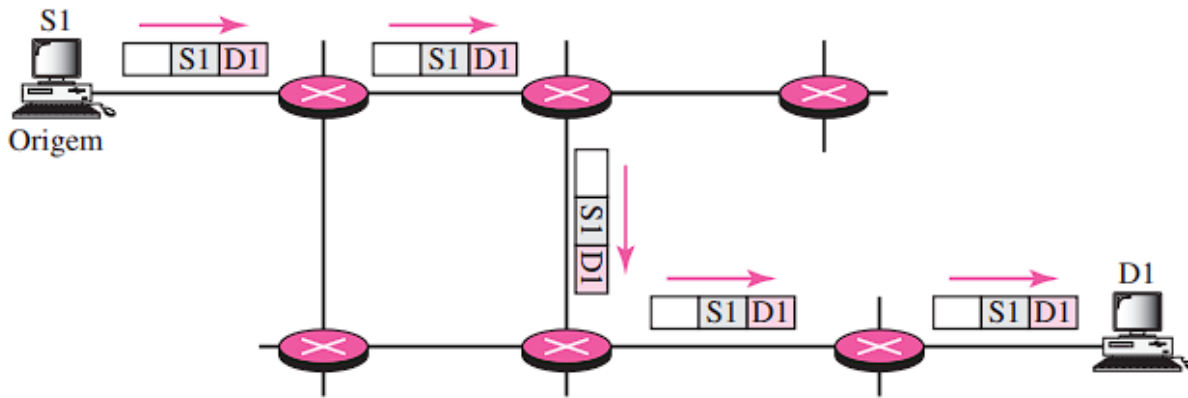
Mensagem - Tipos de Comunicação



- O encaminhamento dos pacotes ocorre segundo o modelo conhecido como *hop-by-hop* (*salto-por-salto*). O roteador recebe o pacote e verifica qual é o destino através do cabeçalho IP e calcula o próximo salto. Este processo se repete até que o pacote seja entregue ao destinatário.
- Quando nos referimos a Comunicação de uma Rede do tipo “Comutada”, esta pode ser realizada basicamente de três formas de transmissão:
 - **Unicast;**
 - **Multicast;**
 - **Broadcast.**

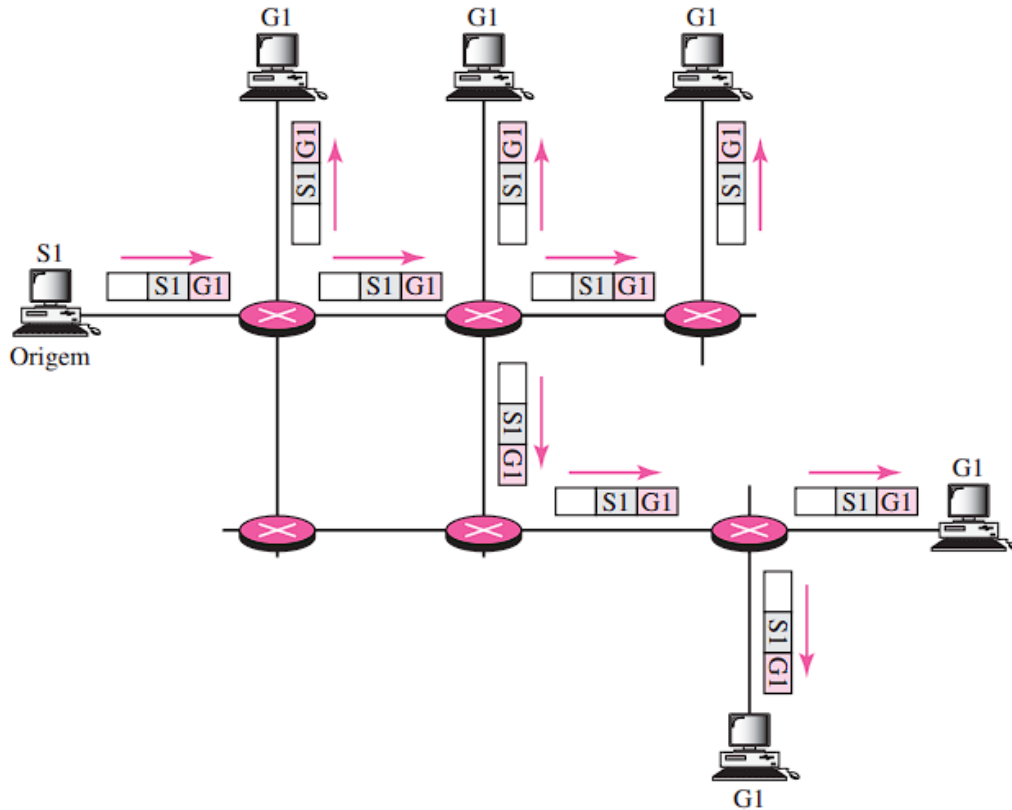
Mensagem - Tipos de Comunicação

Unicast



- Na comunicação unicast, existem apenas uma origem e um destino. A relação entre a origem e o destino é um-para-um.
- Nesse tipo de comunicação, tanto o endereço de origem como o de destino, no datagrama IP, são os endereços unicast atribuídos aos hosts (ou interfaces de host, para ser mais exato).
- Na Figura, um pacote unicast parte da origem S1 e passa por roteadores para chegar ao destino D1. Apresentamos as redes como um enlace entre os roteadores de modo a simplificar a figura.
- Note que, no unicast, quando um roteador recebe um pacote, ele o encaminha por meio de apenas uma de suas interfaces (aquela pertencente ao caminho ótimo) conforme definido na tabela de roteamento.
- O roteador poderá descartar o pacote, caso não consiga encontrar o endereço de destino em sua tabela de roteamento.

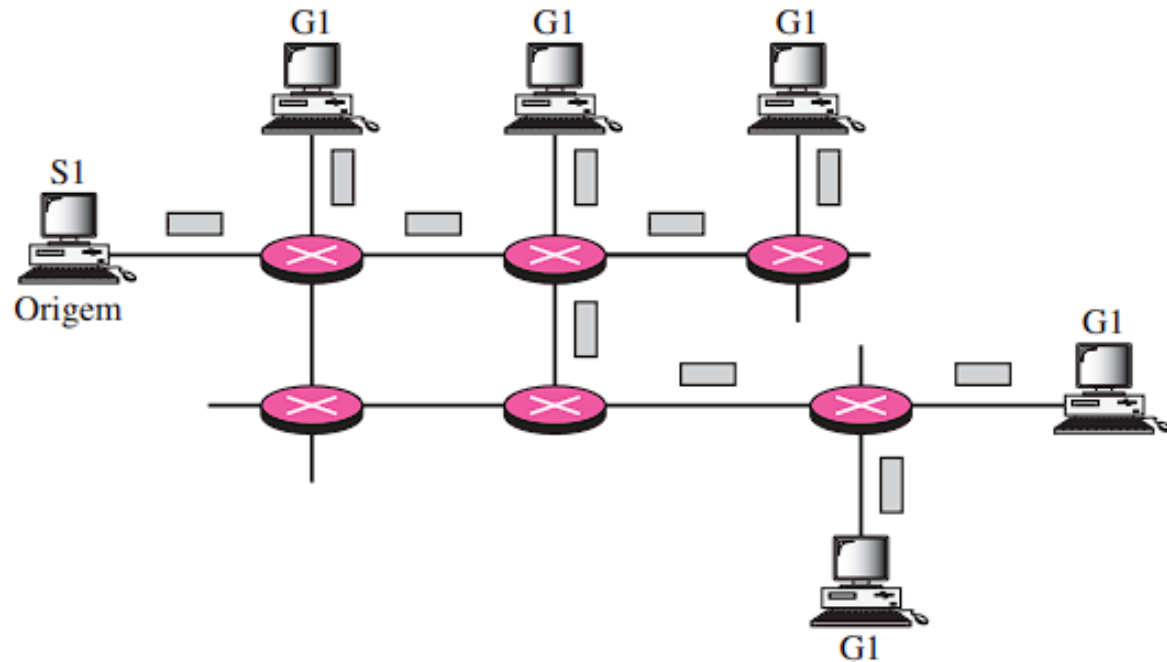
Mensagem - Tipos de Comunicação



Multicast

- Na comunicação multicast, existe uma origem e um grupo de destinos. A relação é um-para vários.
- Nesse tipo de comunicação, o endereço de origem é um endereço unicast, mas o endereço de destino é um endereço de grupo, que define um ou mais destinos. O endereço de grupo identifica seus membros. A Figura mostra o conceito por trás do multicast.
- Um pacote multicast parte da origem S1 e vai para todos os destinos pertencentes ao grupo G1.
- Em multicast, quando um roteador recebe um pacote, poderá encaminhá-lo por meio de várias de suas interfaces.

Mensagem - Tipos de Comunicação



Broadcast

- Na comunicação broadcast, a relação entre a origem e o destino é um-para-todos.
- Existe apenas uma origem, mas todos os demais hosts são os destinos.
- A Internet não oferece explicitamente suporte à broadcast em virtude da quantidade enorme de tráfego que ela provocaria, bem como da largura de banda que seria necessária.
- Imagine o tráfego gerado na Internet se uma pessoa quisesse enviar uma mensagem a todo mundo que estivesse conectado à rede mundial.

Exercícios

1. Quais as três formas básicas de comunicação? Descreva a diferença entre elas.
2. Preencha a tabela com um exemplo de endereço IPv4 de cada tipo solicitado.

| CLASSE | Endereço Público | Endereço Privado | Máscara de sub-rede (referente ao end. Privado) |
|--------|------------------|------------------|--|
| A | | | |
| B | | | |
| C | | | |
| D | | Não se aplica | Não se aplica |
| E | | Não se aplica | Não se aplica |