

## Aula 03 - Parte 1 – Redes de Computadores

### Introdução

Esta aula aborda a conexão entre redes de diversos tipos, o *internetworking* ou conexão inter-redes. Para isto vamos apresentar os protocolos da camada 2 do TCP/IP, o protocolo IP e falar sobre o endereçamento IP.

Leitura recomendada:

- Tanenbaum, 2011 – Seções 5.5 e 5.6.
- Kurose, 2003 – Seções 4.1, 4.4, 4.6 e 4.7.

### Contextualizando

#### O que é o *internetworking*?

Na atualidade é comum que redes de uma mesma organização estejam dispersas geograficamente. Também é comum a ligação de duas redes distintas, sejam do mesmo tipo, ou de diferentes tipos. A conexão ou roteamento entre duas redes é chamada de *internetworking* ou conexão inter-redes, e é tratada na camada 2 do protocolo TCP/IP, principalmente pelo protocolo IP.

As redes podem ser caracterizadas com base em vários parâmetros, tais como os protocolos empregados, a topologia e a sistemática ou esquema de endereçamento. No ambiente de *internetworking*, os roteadores têm conhecimento dos endereços de outros roteadores e dos endereços de outras redes além da qual eles pertencem. Esta informação pode ser configurada estaticamente ou os roteadores podem “aprender” os endereços usando um protocolo de roteamento de *internetworking*.

#### Protocolos de roteamento

Os protocolos de roteamento utilizados na rede interna de da organização são chamados protocolos de gateway interior ou *Interior Gateway Protocol* (IGP), como por exemplo os protocolos RIP e OSPF. Roteamento entre diferentes organizações requerem o *Exterior Gateway Protocol* (EGP), e há apenas um EGP para cada rede, normalmente o *Border Gateway Protocol* (BGP).

**Pesquisa:**

- Existem outros protocolos de roteamento?
- Como funcionam?
- Que tal procurar na bibliografia da disciplina e na internet, entre outros?

***Internetworking no TCP/IP e no ISO/OSI***

No modelo TCP/IP a camada de Rede combina as camadas de enlace de dados (*link*) e a física do modelo ISO/OSI (camadas 1 e 2) para que haja independência da infraestrutura de rede, lembra-se? A camada superior – camada 2 ou inter-rede, equivalente à camada de rede (camada 3) do modelo ISO/OSI, trata do roteamento ou encaminhamento de pacotes entre os nós das redes.

No modelo TCP/IP as camadas de Aplicação, Apresentação e Sessão - camadas 7, 6 e 5 do modelo ISO/OSI - são combinadas e formam a camada de aplicação. Nesta camada estão presentes os seguintes protocolos ou serviços, entre outros:

- **DNS** - *Domain Name Service* ou serviço de nomes do domínio;
- **SMTP** – *Simple Mail Transfer Protocol* ou protocolo simples de transferência de correio
- **FTP** – *File Transfer Protocol* ou protocolo de transferência de arquivo;
- **Ping** – serviço / programa de teste de tráfego entre *hosts* e redes que funciona por meio de um “eco” de pacotes;
- **HTTP** – *Hyper Text Transfer Protocol* ou protocolo de transferência de hipertexto;
- **NFS** – *Network File System* ou sistema de arquivo em rede;
- **POP** – *Post Office Protocol* ou protocolo de correio;
- **Telnet** – *Terminal Link over Network* ou Terminal Virtual da Rede.

As camadas de Enlace e Física – camadas 2 e 1 do modelo ISO/OSI são unificadas na camada de Rede – camada 1 do TCP/IP. Como já visto, isto se deve à necessidade de preservar, no TCP/IP, a independência da rede.

## Pilha de protocolos

Na camada 2 do TCP/IP – camada inter-redes, são definidos os protocolos responsáveis por tratar da comunicação entre as redes, a saber:

- **IP – Internet Protocol** ou protocolo internet, é o mais conhecido e mais importante protocolo desta camada, responsável, entre outras funcionalidades, pelo endereçamento dos *hosts* na Internet, que também chamamos **endereço IP**. O IP faz o encaminhamento dos pacotes entre as redes utilizando o endereço IP do *host*, a máscara de rede e o *gateway* padrão. Por exemplo: endereço do *host* **192.168.1.25**, máscara de rede **255.255.255.0** e *gateway* padrão **192.168.1.1**;
- **ARP – Address Resolution Protocol**, ou protocolo de resolução de endereço, busca o endereço físico da interface de rede que corresponde a um IP. Este endereço, também chamado *MAC Address*, é um número de 48 bits, geralmente representado em hexadecimal, como por exemplo:

**94-eb-cd-26-5d-16**

O ARP cria uma tabela em memória com a equivalência entre endereço físico e endereço IP. É possível acessar esta tabela com o comando **ARP -a** na linha de comando do Windows, por exemplo:

```
Microsoft Windows [versão 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Users\LuisGonzaga>arp -a

Interface: 192.168.25.79 --- 0x3
Endereço IP      Endereço físico      Tipo
192.168.25.1      06-e0-58-0f-c3-e8    dinâmico
192.168.25.8      2c-e4-12-03-46-4e    dinâmico
192.168.25.11     10-78-d2-49-a1-e1    dinâmico
192.168.25.25     78-e7-d1-55-d3-53    dinâmico
192.168.25.177    88-a7-3c-a6-3e-6f    dinâmico
192.168.25.202    2c-e4-12-00-56-77    dinâmico
192.168.25.255    ff-ff-ff-ff-ff-ff    estático
224.0.0.2         01-00-5e-00-00-02    estático
224.0.0.22        01-00-5e-00-00-16    estático
224.0.0.252       01-00-5e-00-00-fc    estático
224.0.0.253       01-00-5e-00-00-fd    estático
239.255.255.250   01-00-5e-7f-ff-fa    estático
```

Neste exemplo são mostrados todos os endereços IP com os quais o *host* pode trocar informações e seus endereços físicos, isto é, os *Mac Address*.

- **RARP - *Reverse Address Resolution Protocol*** ou Protocolo de Resolução Reversa de Endereços associa um endereço físico (*MAC Address*) conhecido a um endereço IP. É necessário haver um servidor ou serviço RARP na rede para responder às solicitações dos *hosts*, retornando o IP ligado ao *MAC Address* fornecido. Como o próprio nome diz, faz o trabalho reverso do ARP.
- **ICMP - *O Internet Control Message Protocol*** ou Protocolo Internet de Controle de Mensagem permite informar os erros ocorridos no processo de comunicação entre *hosts*. O protocolo IP não trata os erros, mas os informa às camadas subjacentes que podem tratar, registrar ou comunicar os erros. Os switches e os routers utilizam o ICMP para assinalar erros (*delivery problem*). Um exemplo do uso do ICMP é o comando *ping*, que faz uso de mensagens ICMP. O comando solicita um “eco” para um *host* destino. Se o *host* destino devolver o pacote enviado à origem, então pode ser alcançado pela comunicação.
- **IGMP - *Internet Group Management Protocol*** serve para controlar os membros de um grupo de *multicast* controlando a entrada e a saída dos *hosts* deste grupo. Desta forma o protocolo otimiza os recursos de uma rede, pois os roteadores só enviam *multicast* para os *hosts* de um determinado grupo. *Multicast* é a transmissão de áudio e/ou vídeo de um *host* para um grupo ou conjunto de outros *hosts* previamente conhecidos. Como exemplos de uso de *multicast* estão os jogos em rede, as videoconferências e a distribuição de vídeo pela rede no formato de *Video on Demand* - VOD e *IP Television* – IPTV.

### Exemplos de *internetworking*

---

São exemplos típicos de *internetworking*:

- A comunicação ponto-a-ponto entre dois *hosts* de redes fisicamente separadas;
- Conexões entre *hosts* de uma rede local espalhados por locais distintos;
- Uma rede local, podendo ser a de um provedor de conteúdo (ISP), conectada à internet.

## Aula 03 - Parte 2 – Redes de Computadores

### Introdução

O material na sequência dá continuidade ao estudo da interconexão entre redes, o *internetworking*, abordando o endereçamento IP nas duas versões: IPv4 e IPv6.

### Endereçamento IP

---

Todo *host* conectado à uma rede TCP/IP requer uma identificação exclusiva e universal perante a rede, de forma que os pacotes endereçados a ele cheguem somente até ele. Para esta identificação o *host* é designado por um endereço IP. O endereço é um número binário de 32 bits, que pode endereçar até 4.294.967.296 *hosts*. Este número, o endereço, pode ser representado em binário:

**01110101 10010101 00011101 00000010**

Ou em decimal pontuado, que é a notação mais comum e mais fácil de entender e memorizar:

**117.149.29.2**

A notação decimal é resultado da transformação de cada conjunto de oito bits (octetos ou *bytes*) em um número decimal, que pode variar de 0 a 255, representando um intervalo de 256 valores (2<sup>8</sup>). Os endereços IPv4 contêm 32 bits e são divididos em **endereço da rede** e **endereço do host**. As **máscaras de subrede** ou simplesmente *Mask* são conjuntos de bits que mostram onde o endereço de rede termina e o onde o endereço de host começa. Para isto são utilizados os *bits* 1 para as posições do endereço que representam a rede e os *bits* 0 para as posições reservadas ao endereço dos *hosts* da rede.

### Endereçamento IP - Classes

---

O endereço é composto de identificação da rede (**endereço da rede** ou *NetID*) e identificação do host (**endereço do host** ou *HostID*). A organização de NetID e de HostID define a **classe de endereço**, e a máscara de rede ajuda a identificar o NetID e o HostID, como mostrado a seguir:



As classes são designadas pelas letras A, B, C, D e E. Na **Classe A** o primeiro bit do endereço é sempre 0 (zero), resultando em  $2^{24}$  ou 16.777.216 possíveis endereços de *hosts* (7 bits para NetID e 24 para HostID). Na **Classe B** os primeiros bits do endereço são sempre 10 (um, zero), resultando em  $2^{16}$  ou 65.536 possíveis endereços de *hosts* (14 bits para NetID e 16 para HostID). Na **Classe C** os primeiros bits do endereço são sempre 110 (um, um, zero), resultando em  $2^8$  ou 256 possíveis endereços de *hosts* (21 bits para NetID e 8 para HostID). Na **Classe D** os primeiros bits do endereço são sempre 1110 (um, um, um, zero). Esta classe é conhecida por *Multicast ID*, dada a sua utilização padrão para grupos de *multicast*. Na **Classe E** os primeiros bits do endereço são 1111 (um, um, um, um). Esta classe é de uso reservado pelos gestores de endereços globais para uso em projetos de pesquisa e testes. A seguir uma demonstração destas classes, na qual “n” refere-se ao NetID e “h” ao HostID.

#### Classe A (128 Redes - 16.777.216 Hosts)

0nnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh

00000000.00000000.00000000.00000000 = 0.0.0.0/8 (primeira rede)

01111111.00000000.00000000.00000000 = 127.0.0.0/8 (última rede)

#### Classe B (16.384 Redes - 65.536 Hosts)

10nnnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh

10000000.00000000.00000000.00000000 = 128.0.0.0/16 (primeira rede)

10111111.11111111.00000000.00000000 = 191.255.0.0/16 (última rede)

#### Classe C (2.097.152 Redes - 256 Hosts)

110nnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh

11000000.00000000.00000000.00000000 = 192.0.0.0/24 (primeira rede)

11011111.11111111.11111111.00000000 = 223.255.255.0/24 (última rede)



#### Classe D (Multicast)

1110xxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx  
11100000.00000000.00000000.00000000 = 224.0.0.0  
11101111.11111111.11111111.11111111 = 239.255.255.255

#### Classe E (Reservado para fins experimentais)

1111xxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx  
11110000.00000000.00000000.00000000 = 240.0.0.0  
11111111.11111111.11111111.11111110 = 255.255.255.254

### Endereçamento IP – Endereços reservados

Além dos endereços da Classe E existem determinados endereços que são reservados para uso específico, isto é, nenhum *host* ou ativo de rede pode ser designado por estes endereços. São os seguintes, os endereços reservados:

- 127.x.x.x - Reservados para testes internos (também chamado de *localhost* ou *loopback*);
- O primeiro e o último endereço da classe ou da sub-rede: O **primeiro**, por exemplo **192.168.10.0**, é o endereço da rede. O **último**, por exemplo **192.168.255.255**, é o endereço de *broadcast* para a rede em questão.

Além disso existem os endereços específicos recomendados para as redes locais ou redes internas conectadas à Internet. As faixas recomendadas para redes locais (internas) são:

- 10.0.0.0 a 10.255.255.255
- 172.16.0.0 a 172.31.255.255
- 192.168.0.0 a 192.168.255.255

É por isto que sempre se verifica a ocorrência destes endereços nos *hosts* das redes locais.

### Notação Standard e CIDR

Notação Standard começa com o endereço e contém o prefixo que determina o tamanho (máscara) da rede. Por exemplo, a representação 192.168.0.0 /24 corresponde a uma sub-rede que contém 254 endereços possíveis, de 192.168.0.1 até 192.168.0.254, com

192.168.0.0 sendo o endereço de rede e 192.168.0.255 sendo o endereço de *broadcast* para esta rede.

Na representação 192.168.0.0 /22 tem-se uma sub-rede com 1022 possíveis endereços de *hosts*, de 192.168.0.1 até 192.168.3.254, com 192.168.0.0 sendo o endereço de rede e 192.168.3.255 sendo o endereço de *broadcast* para esta rede.

Para o IPv4, uma representação alternativa usa o endereço de rede, escrito na forma decimal com pontos, seguido da máscara de sub-rede após uma barra. Desta forma o endereço 192.168.0.0 /24 pode ser escrito como 192.168.0.0 255.255.255.0, pois contando os 24 bits da esquerda para a direita temos:

11111111.11111111.11111111.00000000

Já o endereço 192.168.0.0 /22 pode ser escrito como 192.168.0.0 255.255.252.0, pois contando os 22 bits da esquerda para a direita, temos:

11111111.11111111.11111100.00000000

A representação com a barra torna mais flexível o endereçamento, liberando-o do emprego somente das classes-padrão de endereçamento. Por isto é chamada também de CIDR - *Classless Inter-Domain Routing* ou Roteamento inter-domínio sem uso de classes, e serve para o endereçamento e agregação de sub-redes, flexibilizando as máscaras de rede e permitindo um maior aproveitamento dos endereços.

## Endereçamento IP – IPv6

O IPv6 é a versão mais atual do protocolo IP, desenvolvida em função do esgotamento de faixas de endereço do IPv4. Os endereços são representados por números de 128 bits, permitindo assim a representação de  $2^{128}$  *hosts*. O de, normalmente escritos como oito grupos de 4 dígitos hexadecimais, como por exemplo:

**2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344**

Ao escrever o endereço os grupos de vários dígitos seguidos de zeros (0000) podem ser omitidos, como por exemplo:

**2001:0db8:85a3:0000:0000:0000:0000:7344** é o mesmo endereço IPv6 que 2001:0db8:85a3::7344.



## Endereçamento IP – DHCP

---

O DHCP - *Dynamic Host Configuration Protocol* ou Protocolo de configuração dinâmica de host é um protocolo de serviço TCP/IP que oferece configuração dinâmica, concessão de endereços IP de host, máscara de sub-rede e *Default Gateway* (*Gateway* Padrão). Isto evita o cansativo e recorrente trabalho de atribuição de endereços aos *hosts* de uma rede. O DHCP funciona do seguinte modo: um *host* envia um pacote **UDP** em *broadcast* com uma requisição **DHCP** para a porta **67**. Um servidor **DHCP** que capturar este pacote irá responder, caso o cliente se enquadrar numa série de critérios, para a porta 68 do *host* solicitante, com um pacote contendo um endereço IP, uma máscara de rede e outros dados, como o *default gateway*, servidores de DNS, etc.

## Endereçamento IP – NAT

---

O NAT - *Network Address Translation* ou Tradução de Endereços de Rede é uma técnica que permite reescrever o endereço de um *host* de uma rede interna quando este é colocado na Internet, e vice-versa. Desta forma os endereços da rede interna (rede local), geralmente padronizados, não são publicados na internet. Desde modo o uso de NAT torna a rede interna mais protegida e reduz o número de endereços IP necessários para a rede externa. Porém só é possível utilizar NAT com os protocolos TCP e UDP. É bom ressaltar que o NAT permite um máximo de 65535 conexões ativas concorrentes, devido ao uso de 16 bits para a identificação das portas utilizadas para a conversão.

## Trocando Ideias

Acesse o fórum sobre ENDEREÇAMENTO e compartilhe suas descobertas, suas experiências, exponha suas dúvidas. Faça contato com seus colegas de curso e de turma e discuta o que aprendeu. Esclareça suas dúvidas.

## Síntese

Nessa aula foi apresentado o conceito de *internetworking* e o endereçamento IP nas versões IPv4 e IPv6, tratando também das classes de endereçamento e das máscaras de rede.

## Compartilhando

Que tal compartilhar o que você aprendeu? Discuta sobre os protocolos com seus colegas de curso e de trabalho. Procure reforçar o entendimento sobre o conteúdo apresentado.

## Autoavaliação

- 1) Cite os intervalos das redes privadas classe A, B e C assim como suas máscaras padrões.
- 2) Indique os endereços IP válidos para a rede 192.168.15.0, com máscara 255.255.255.0, além do endereço de broadcast desta rede.
- 3) Informe a qual classe de endereçamento IP pertence cada um dos endereços IP abaixo, se este é válido, ou se é de rede, de *host*, *broadcast* ou *loopback*:
  - a) 145.32.59.24
  - b) 200. 42.129.16
  - c) 127.0.23.21
  - d) 192.128.23.0
  - e) 172.16.11.255
  - f) 10.23.20.2
  - g) 200.234.34.23
  - h) 136.23.0.2
- 4) Uma rede composta de 10 *hosts* necessita de um esquema que represente o layout ou mapa desta rede, o endereço IP e a máscara de cada um dos hosts. Observação: o endereço da rede é 192.168.0.0. Você consegue elaborar? Que tal tentar em equipe?
- 5) Considere a sub-rede da estação de endereço IP 192.168.100.20 e máscara 255.255.255.248. Pergunta-se: Qual é o endereço de broadcast desta rede?
  - a) 192.168.100.0
  - b) 192.168.100.23
  - c) 192.168.100.255

- d)192.168.100.248  
e)192.168.255.255
- 6) Uma empresa tem um endereço de rede classe C 200.10.57.0. Para subdividir a rede física em 3 sub-redes de pelo menos 20 hosts por sub-rede, qual dos endereços a seguir é um IP válido para uma nova rede?
- a)200.10.57.5  
b)200.10.57.65  
c)200.10.57.161  
d)200.10.57.194  
e)200.10.57.227
- 7) A rede interna de uma empresa tem os seguintes *hosts* que não estão conseguindo comunicar-se uns com os outros.
- a) IP = 192.168.0.1, Mask = 255.255.255.0  
b) IP = 192.168.0.2, Mask = 255.255.0.255  
c) IP = 192.168.10.3, Mask = 255.255.255.0  
d) IP = 193.168.0.4, Mask = 255.255.255
- Resolva o problema refazendo o endereçamento.

### Referências

- Tanenbaum, Andrew S.; Wetheral, David. **Redes de Computadores - 5ª edição**. São Paulo. Pearson, 2011.
- Kurose, James F.; Ross, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet: uma nova abordagem**. São Paulo. Pearson, 2003.

### Na internet:

- <http://www.vivaolinux.com.br/artigo/255.255.255.0-A-matematica-das-mascaras-de-rede/?pagina=6>
- <http://www.subnet-calculator.com/>
- <http://www.vivaolinux.com.br/script/Calculadora-de-host-de-uma-rede>

## **Rota de Aprendizagem**

### **Redes de Computadores**

#### **Aula 03**

- <http://www.vivaolinux.com.br/dica/GIP-Calculadora-de-Endereco-IP/>
- <http://meuip.net.br/calculadora-ip.asp>
- <http://www.calculadora-redes.com/>