

Universidade do Minho

Mestrado Integrado em Engenharia Informática
REDES DE COMPUTADORES

TP2, Protocolo IP
Parte II
(3 aulas PL)

Endereçamento e Encaminhamento IP

1. Objectivos

Neste trabalho continua-se o estudo do protocolo IPv4 com ênfase no endereçamento e encaminhamento IP. Serão estudadas algumas das técnicas mais relevantes que foram propostas para aumentar a escalabilidade do protocolo IP, mitigar a exaustão dos endereços IPv4 e também reduzir os recursos de memória necessários nos *routers* para manter as tabelas de encaminhamento. Das técnicas mais comuns, destacam-se:

- 1) *Classless InterDomain Routing*¹ (CIDR) - RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- 2) Sub-redes (*Subnetting*)
- 3) Variable Length Subnet Masking² (VLSM) - RFC 1009
- 4) Sumarização de Rotas (*Supernetting*)
- 5) IP não numerados
- 6) Atribuição dinâmica de endereços usando o DHCP³
- 7) Utilização de endereços privados - RFC 1918

Relativamente à exaustão de endereços as técnicas acima referidas apenas solucionam o problema no curto prazo. Uma solução para responder ao aumento significativo do número de endereços que se antevem necessários a médio e longo prazo é o uso progressivo do *Internet Protocol* versão 6 (IPv6).

2. Endereçamento e Encaminhamento IP

Recorda-se que um endereço IP identifica a interface de rede de um *host* numa determinada rede IP.

Originalmente, os endereços IP foram organizados em classes. Nesse esquema, o identificador de *host* e de rede estão pré-definidos. A classe A foi definida para redes de grande dimensão, a classe B para redes de média dimensão e a C para redes de pequena dimensão. A classe D é usada para comunicação em grupo (*multicast*) e a classe E é reservada. Atualmente, é usada a notação CIDR que, com auxílio de uma máscara de rede (*netmask*), permite determinar a parte do endereço IP que identifica a rede e o *host*.

Tomando como exemplo um endereço classe A 10.10.10.10, por defeito, a máscara de rede é sempre 255.0.0.0. Isto significa que o endereço de rede corresponde ao primeiro byte e o identificador de *host* aos três últimos bytes do endereço. Na notação CIDR especifica-se o número de bits (/n) usados para identificar o endereço de rede, e.g. 10.10.10.10/8, podendo o valor de /n variar. Assim, no esquema de endereçamento sem classes, a máscara de rede é variável e determinada de acordo com o valor /n.

¹ Encaminhamento Inter-Domínio sem Classes

² Máscaras de sub-rede de comprimento variável

³ *Dynamic Host Configuration Protocol*

Caso de estudo:

Considere que a organização MIEI-RC é constituída por quatro departamentos (A, B, C e D) e cada departamento possui um *router* de acesso à sua rede local. Estes *routers* de acesso (R_a , R_b , R_c , e R_d) estão interligados entre si por ligações Ethernet a 1 Gbps, formando um anel. Por sua vez, existe um servidor (S_1) na rede do departamento A e, pelo menos, três *laptops* por departamento, interligados ao *router* respectivo através de um comutador (*switch*). S_1 tem uma ligação a 1 Gbps e os *laptops* ligações a 100 Mbps. Considere apenas a existência de um comutador por departamento.

A conectividade IP externa da organização é assegurada através de um *router* de acesso R_{ext} conectado a R_d por uma ligação ponto-a-ponto a 10 Gbps.

Construa uma topologia CORE que reflita a rede local da empresa. Para facilitar a visualização pode ocultar o endereçamento IPv6.

- 1) Atenda aos endereços IP atribuídos automaticamente pelo CORE aos diversos equipamentos da topologia.
 - a. Indique que endereços IP e máscaras de rede foram atribuídos pelo CORE a cada equipamento. Para simplificar, pode incluir uma imagem que ilustre de forma clara a topologia definida e o endereçamento usado.
 - b. Trata-se de endereços públicos ou privados? Porquê?
 - c. Por que razão não é atribuído um endereço IP aos *switches*?
 - d. Usando o comando *ping* certifique-se que existe conectividade IP entre os *laptops* dos vários departamentos e o servidor do departamento A (basta certificar-se da conectividade de um *laptop* por departamento).
 - e. Verifique se existe conectividade IP do *router* de acesso R_{ext} para o servidor S_1 .
- 2) Para o *router* e um *laptop* do departamento B:
 - a. Execute o comando `netstat -rn` por forma a poder consultar a tabela de encaminhamento *unicast* (IPv4). Inclua no seu relatório as tabelas de encaminhamento obtidas; interprete as várias entradas de cada tabela. Se necessário, consulte o manual respetivo (`man netstat`).
 - b. Diga, justificando, se está a ser usado encaminhamento estático ou dinâmico (sugestão: analise que processos estão a correr em cada sistema).
 - c. Admita que, por questões administrativas, a rota por defeito (0.0.0.0 ou *default*) deve ser retirada definitivamente da tabela de encaminhamento do servidor S_1 localizado no departamento A. Use o comando `route delete` para o efeito. Que implicação tem esta medida para os utilizadores da empresa que acedem ao servidor? Justifique.
 - d. Adicione as rotas estáticas necessárias para restaurar a conectividade para o servidor S_1 por forma a contornar a restrição imposta na alínea c). Utilize para o efeito o comando `route add` e registe os comandos que usou.
 - e. Teste a nova política de encaminhamento garantindo que o servidor está novamente acessível utilizando para o efeito o comando *ping*. Registe a nova tabela de encaminhamento do servidor.

3. Definição de Sub-redes

Por forma a minimizar a falta de endereços IPv4 é comum a utilização de sub-redes. Além disso, a definição de sub-redes permite uma melhor organização do espaço de endereçamento das redes em questão.

Para definir endereços de sub-rede é necessário usar a parte prevista para endereçamento de *host*, não sendo possível alterar o endereço de rede original. Recorda-se que o *subnetting*, ao recorrer ao espaço de endereçamento para *host*, implica que possam ser endereçados menos *hosts*.

Considere a topologia definida anteriormente. Assuma que o endereçamento entre os routers se mantém inalterado, contudo, o endereçamento em cada departamento deve ser redefinido.

- 1) Considere que dispõe apenas do endereço de rede IP 172.yyx.32.0/20, em que “yy” são os dígitos correspondendo ao seu número de grupo (Gyy) e “x” é o dígito correspondente ao seu turno prático (PLx). Defina um novo esquema de endereçamento para as redes dos departamentos (mantendo a rede de acesso e core inalteradas) e atribua endereços às interfaces dos vários sistemas envolvidos. Deve justificar as opções usadas.
- 2) Qual a máscara de rede que usou (em notação decimal)? Quantos *interfaces* IP pode interligar em cada departamento? Justifique.
- 3) Garanta e verifique que a conectividade IP entre as várias redes locais da organização MIEI-RC é mantida. Explique como procedeu.

O trabalho é para ser realizado nas aulas PL correspondentes. Não serão aceites trabalhos "resolvidos em casa".

Relatório

Deve entregar um relatório no final da resolução do trabalho completo (todas as partes) e que deve incluir, para além duma página inicial de identificação:

- Uma secção "Questões e Respostas" relativa ao enunciado acima, incluindo para cada questão: a questão, a resposta e a prova da realização da mesma (se aplicável);
- Uma secção de "Conclusões" que auto-avalie os resultados da aprendizagem decorrentes das várias vertentes estudadas no trabalho.

O relatório pode um formato livre ou o formato LNCS. A submissão/*upload* do relatório e outros documentos do trabalho prático devem ser feitos através da opção de "Troca de Arquivos" nas ferramentas de cada grupo no *black-board*. **O upload deve ser feito até ao final do dia (23:59) da aula prevista para a conclusão de todas as partes do trabalho.** A partir dessa hora/data limite a equipa docente fará uma cópia dos respetivos documentos existentes. *Uploads* depois dos prazos poderão ser ainda considerados mas sofrerão uma penalização adequada.

Os nomes dos ficheiros devem ser suficientemente explícitos para se poder identificar o trabalho e a sua autoria. De preferência, deve ser utilizado a seguinte sintaxe para a nomeação dos ficheiros: TP2.PLx.Gyy.PDF (em que "x" é o dígito identificando o turno e "yy" são os dígitos identificando o grupo no turno). Por norma, faça *upload* apenas de ficheiros do tipo PDF.

Bibliografia

Internetworking - Protocolo IP (Notas de Apoio das Aulas Teóricas)
Internet Protocol (IP): <http://tools.ietf.org/html/rfc791>