

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
Disciplina: Redes de Computadores II
AD1 - GABARITO - 2º semestre de 2007

1. **[1 ponto]** Quais são as duas principais funcionalidades da camada de redes? Explique cada uma delas de forma sucinta, indicando a diferença entre elas.

As duas principais funcionalidades da camada de redes são o encaminhamento e o roteamento. O encaminhamento determina como um pacote deve atravessar um roteador. Ou seja, dado um determinado pacote e sua porta de chegada, o encaminhamento define a porta de saída pela qual o pacote deve ser transmitido. O roteamento define a rota que os pacotes devem seguir desde a origem até o destino. O algoritmo de roteamento determina como o encaminhamento nos roteadores deve ser feito.

2. **[1 ponto]** Em uma rede sem conexão, como a Internet, do que consiste a tabela de roteamento? Explique como tal informação é utilizada para rotear pacotes.

A tabela de roteamento na Internet consiste de um prefixo e de uma porta de saída. Esta informação é utilizada para encaminhar os pacotes da seguinte forma: ao chegar um pacote, o roteador utiliza o endereço destino do pacote e faz uma busca na tabela de roteamento pelo prefixo mais longo que coincide com tal endereço. O pacote então é encaminhado pela porta de saída correspondente.

3. **[1 ponto]** Roteadores possuem números IPs? Caso positivo, quantos?

Sim. Em geral, roteadores possuem um endereço IP por porta de entrada/saída. Em geral, uma porta de um roteador serve tanto como porta de entrada (recebimento de pacotes) como porta de saída (transmissão de pacotes), e neste caso possuem mesmo endereço IP.

4. **[1 ponto]** Suponha que um aplicativo envia 40 bytes de dados através de um socket TCP. Tal informação é encapsulada em um segmento TCP e posteriormente em um pacote IP. Qual o tamanho do pacote depois destes dois encapsulamentos? Qual o percentual de *overhead* (tamanho dos cabeçalhos dividido pelo tamanho total)?

Tamanho do pacote será de 80 bytes: 40 bytes de dados + 20 bytes do cabeçalho IP + 20 bytes do cabeçalho TCP. O overhead neste caso será de $40/80 = 50\%$.

5. **[3 pontos]** Suponha que um roteador da Internet possua 4 portas, enumeradas de 0 a 4, onde os pacotes devem encaminhar de acordo com a tabela abaixo:

Faixa do Endereço Destino	Interface
11110000 00000000 00000000 00000000 à 11110000 11111111 11111111 11111111	0
11110010 00000000 11000000 00000000 à 11110010 00000000 11111111 11111111	1
11110010 00000000 11001111 00000000 à 11110010 00000000 11001111 11111111	2
11110110 10000000 11100000 10000000 à 11110110 10000000 11100000 11111111	2
caso contrário	3

- (a) Construa a tabela de roteamento com base nas informações acima. Sua tabela deve conter 4 entradas, utilizar prefixo mais longo e encaminhar os pacotes para as interfaces corretas.

Prefixo	Interface
11110000	0
11110010 00000000 11000111	2
11110010 00000000 11	1
11110110 10000000 11100000 1	2
-	3

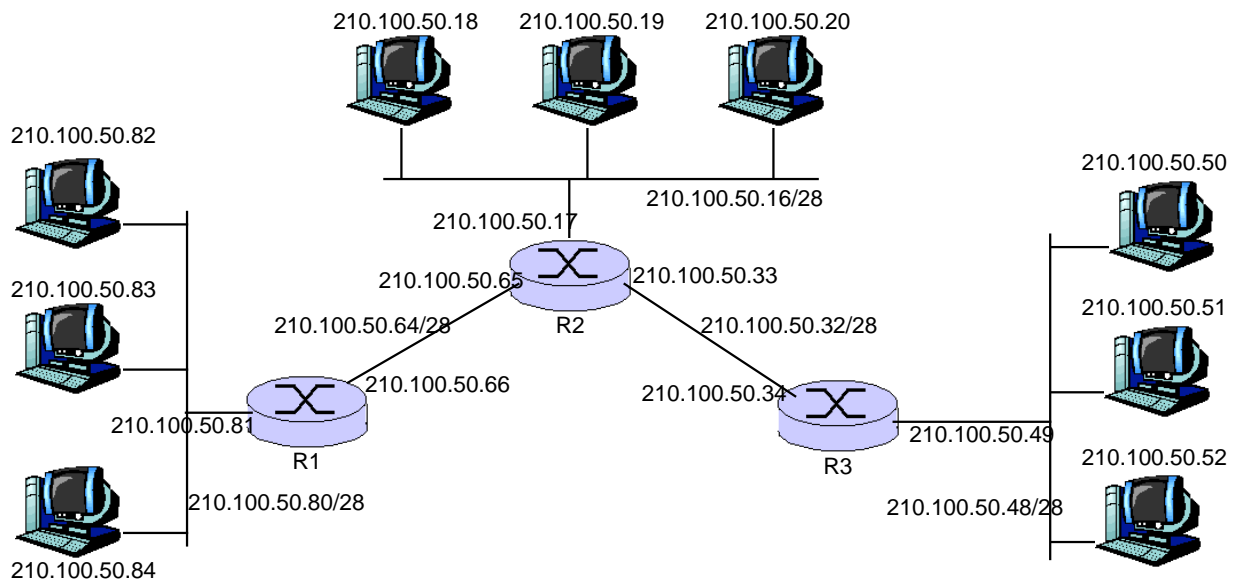
- (b) Escreva a tabela de roteamento do item acima utilizando a notação $a.b.c.d/x$ ao invés de utilizar números binários.

Prefixo	Interface
240.0.0.0/8	0
242.0.199.0/24	2
242.0.192/18	1
246.128.224.128/25	2
0.0.0.0/0	3

- (c) Descreva para qual porta de saída os pacotes com os seguintes endereços destino serão encaminhados:

Ver tabela com resultados.

Endereço Destino do Pacote	Porta de saída
11110000 11110010 11001011 11000111	0
11110010 00000000 11110001 10111010	1
11110010 00000000 11000111 00001111	2
11110110 10000000 11100000 11100011	2
11110110 10000000 11111100 11100011	3
11111000 10000000 11111100 11100011	3



6. [1 ponto] Considere a rede ilustrada na figura acima. Suponha que todos os endereços IPs desta rede precisam pertencer à classe 210.100.50.x/24. Configure a rede atribuindo endereços IPs a cada uma das interfaces e também a cada uma das sub-redes, utilizando neste caso a notação $a.b.c.d/x$.

A figura acima ilustra apenas uma das muitas soluções possíveis com relação ao endereçamento. Nesta solução, definimos todas as redes locais como sendo /28. Repare que temos 5 redes locais distintas, o que requer ao menos 5 endereços de redes distintos.

7. [1 ponto] Considere um único roteador que interconecta três redes locais, L_1 , L_2 , e L_3 . Suponha que todas as interfaces (i.e., números IPs) destas redes precisam obrigatoriamente pertencer a rede 223.1.17.0/24. Você deseja alocar 120 números IPs para a rede local L_1 , 60 números IPs para a rede local L_2 e 40 para a rede local L_3 . Forneça os endereços das redes locais na forma $a.b.c.d/x$ para atender tais requerimentos (repare que há várias soluções corretas).

Repare que temos um endereço /24, o que nos permite ter até 255 endereços IPs distintos. Entretanto, tais IPs precisam estar divididos em três redes locais distintas. Vamos definir então três diferentes endereços de rede local, da seguinte forma. Para a rede local L_1 temos 223.1.17.128/25, o que nos dá um total de 127 endereços IPs. Para a rede local L_2 temos 223.1.17.64/26, o que nos dá um total de 63 endereços IPs. Para a rede local L_3 temos 223.1.17.0/26, o que nos dá um total de 63 endereços IPs. Repare que esta solução atende os requerimentos. Repare que existe apenas uma outra solução (e não várias).

8. [1 ponto] Suponha que um aplicativo envia de uma só vez 5000 bytes de dados que irão

atravessar um link que possui um MTU de 1500 bytes (que é o caso do link Ethernet). Quantos pacotes na camada de rede serão gerados? Suponha que o primeiro fragmento possua número de identificação 3212. Quais os números de identificação e *offset* que serão utilizados em cada pacote?

Ignorando o cabeçalho introduzido pelos protocolos de transporte e de redes, temos um total de 4 pacotes transmitidos, pois $\lceil 5000/1500 \rceil = 4$. O primeiro pacote possui número de identificação 3212 e offset 0, o segundo pacote identificação 3212 e offset 1500, o terceiro pacote identificação 3212 e offset 3000, e o quarto pacote identificação 3212 e offset 4500. Repare que todos os pacotes possuem o mesmo número de identificação.

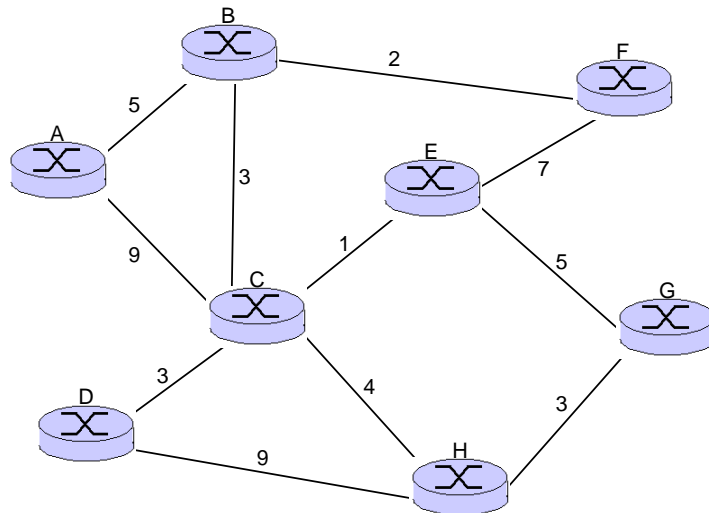
9. **[1 ponto]** Suponha que você irá baixar um arquivo MP3 da Internet que possui 4.5MB (1MB = 10^6 bytes) de tamanho. Se você está ligado a uma rede local tipo Ethernet, cujo MTU é 1500 bytes, quantos pacotes IP serão necessários (no mínimo) para efetuar esta transferência. Faça as contas ignorando os cabeçalhos dos protocolos TCP e IP, e depois refaça as contas considerando estes dois cabeçalhos.

Ignorando o cabeçalho introduzido pelos protocolos TCP e IP, temos um total de 3000 pacotes (no mínimo devido a possíveis retransmissões), pois $\lceil 4500000/1500 \rceil = 3000$. O cabeçalho dos protocolos TCP e IP, juntos, adicionam 40 bytes (20 bytes de cada protocolo). Assim sendo, a aplicação consegue enviar somente 1460 bytes por pacote, pois $1500 - 40 = 1460$. Logo serão necessários 3083 pacotes para efetuar a transmissão, pois $\lceil 4500000/1460 \rceil = 3083$.

10. **[1.5 pontos]** Explique como funciona o mecanismo NAT. Dê um exemplo para facilitar sua explicação onde um *host* dentro da sub-rede do NAT abre uma conexão com um *host* na Internet. Cite ainda as vantagens e desvantagens deste mecanismo.

O NAT é um mecanismo que permite criar uma rede local privada, com endereços IPs que não são vistos diretamente por hosts na Internet pública. O NAT-box é um computador especial que permite que um host na rede local privada faça uma conexão com um host na rede pública da Internet, traduzindo os endereços. Ao abrir uma conexão TCP com um servidor Web na Internet, por exemplo, um host na rede privada atravessa o NAT-box de forma transparente para ambos (host e servidor Web). O NAT-box anota o endereço e porta de origem do pacote vindo da rede local privada, e muda a porta e o endereço do pacote antes de transmiti-lo pelo link de saída (que dá acesso a Internet). O NAT-box mantém uma tabela com este mapeamento. O novo endereço de origem deste pacote é o endereço IP público do NAT-box. Ao receber um pacote vindo da Internet, o NAT-box consulta sua tabela de mapeamento e faz o procedimento reverso.

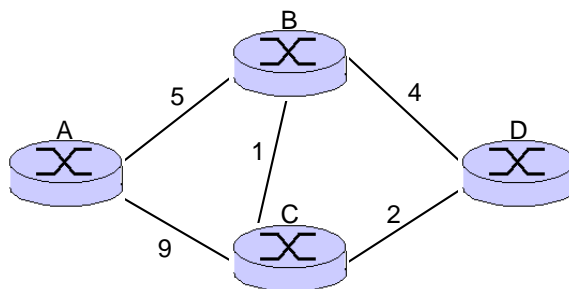
Algumas vantagens do mecanismo NAT é ter um endereçamento dos hosts independente de endereços IPs válidos na Internet pública. Isto permite um melhor gerenciamento da rede, pois não restringe a alocação de endereços. Outra vantagem é a segurança, uma vez que hosts na rede local privada não podem ser acessados diretamente de um host na Internet pública. Uma desvantagem é exatamente esta vantagem, pois devido a esta característica, aplicativos que se comunicam diretamente com os hosts podem não funcionar (como aplicativos peer-to-peer, por exemplo). Outra desvantagem é o possível gargalo que pode ser formado no NAT-box, degradando o desempenho da rede como um todo.



11. [2.5 pontos] Considere a rede ilustrada acima, onde os enlaces estão anotados com seus respectivos custos. Utilize o algoritmo de Dijkstra para calcular o caminho mais curto do nó *A* para todos os outros nós da rede. Construa uma tabela igual a mostrada em aula que demonstra o funcionamento do algoritmo de forma iterativa.

Resultado do processo iterativo está ilustrado na tabela abaixo:

Passo	N'	d(B),p(B)	d(C),p(C)	d(D),p(D)	d(E),p(E)	d(F),p(F)	d(G),p(G)	d(H),p(H)
0	A	5,A	9,A	∞	∞	∞	∞	∞
1	AB		8,B	∞	∞	7,B	∞	∞
2	ABF		8,B	∞	14,F		∞	∞
3	ABFC			11,C	9,C		∞	12,C
4	ABFCE			11,C			14,E	12,C
5	ABFCED						14,E	12,C
6	ABFCEDH						14,E	
7	ABFCEDHG							



12. [2.5 pontos] Considere a rede ilustrada acima, onde os enlaces estão anotados com seus respectivos custos. Utilize o algoritmo *distance vector* para calcular as tabelas de distância de cada um dos nós. Assuma uma versão síncrona do algoritmo, e mostre a evolução das tabelas em cada nó, conforme visto em aula.

Ver resposta na figura 1.

Passo 0

tabela do nó A

		custo até		
		B	C	D
via	B	5	oo	oo
	C	oo	9	oo

tabela do nó B

		custo até		
		A	C	D
via	A	5	oo	oo
	C	oo	1	oo
	D	oo	oo	4

tabela do nó C

		custo até		
		A	B	D
via	A	9	oo	oo
	B	oo	1	oo
	D	oo	oo	2

tabela do nó D

		custo até		
		A	B	C
via	B	oo	4	oo
	C	oo	oo	2

Passo 1

tabela do nó A

		custo até		
		B	C	D
via	B	5	6	9
	C	10	9	11

tabela do nó B

		custo até		
		A	C	D
via	A	5	14	oo
	C	10	1	3
	D	oo	6	4

tabela do nó C

		custo até		
		A	B	D
via	A	9	14	oo
	B	6	1	5
	D	oo	6	2

tabela do nó D

		custo até		
		A	B	C
via	B	9	4	5
	C	11	3	2

Passo 2

tabela do nó A

		custo até		
		B	C	D
via	B	5	6	8
	C	10	9	11

tabela do nó B

		custo até		
		A	C	D
via	A	5	14	14
	C	10	1	3
	D	13	6	4

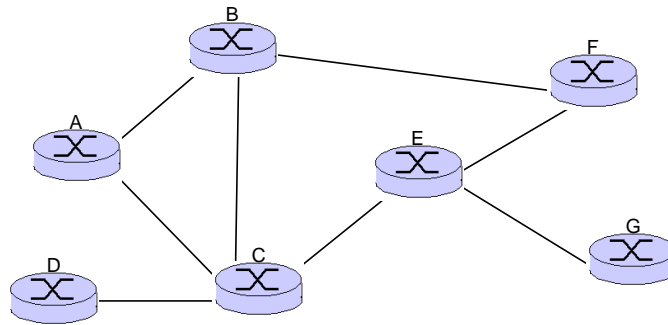
tabela do nó C

		custo até		
		A	B	D
via	A	9	14	18
	B	6	1	5
	D	11	5	2

tabela do nó D

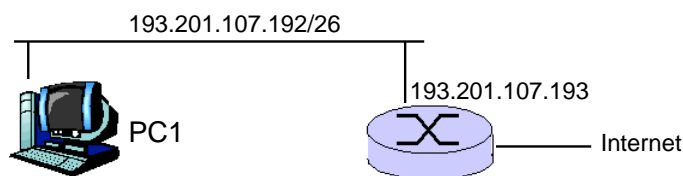
		custo até		
		A	B	C
via	B	9	4	5
	C	8	3	2

Figura 1: Evolução das tabelas do algoritmo distance vector.



13. [1.5 pontos] Considere a rede ilustrada acima. Suponha que o nó A deseja enviar uma determinada informação a todos os outros nós da rede. Utilizando o algoritmo de *flooding*, mostre os pacotes que serão enviados por cada nó da rede, indicando também o instante de transmissão de cada um deles (a ser decidido por você). Por exemplo, $A \rightarrow B, t = 1$.

Mensagens enviadas
$A \rightarrow B, t = 1$
$A \rightarrow C, t = 1$
$B \rightarrow C, t = 2$
$B \rightarrow F, t = 2$
$C \rightarrow B, t = 2$
$C \rightarrow D, t = 2$
$C \rightarrow E, t = 2$
$E \rightarrow F, t = 3$
$E \rightarrow G, t = 3$
$F \rightarrow E, t = 3$



14. [1 ponto] Considere a rede local ilustrada na figura acima. Suponha que o computador PC1 está rodando Linux. Configure o endereço IP e o gateway de saída do PC1, dando os comandos necessários (vistos na aula prática). Escolha qualquer endereço IP válido da rede local para o PC1.

Comando: **ifconfig eth0 193.201.107.194 netmask 255.255.255.192 up**

Qualquer endereço IP na faixa 193.201.107.193 - 193.201.107.255 pode ser usado nesta subrede (num total de 63 endereços).