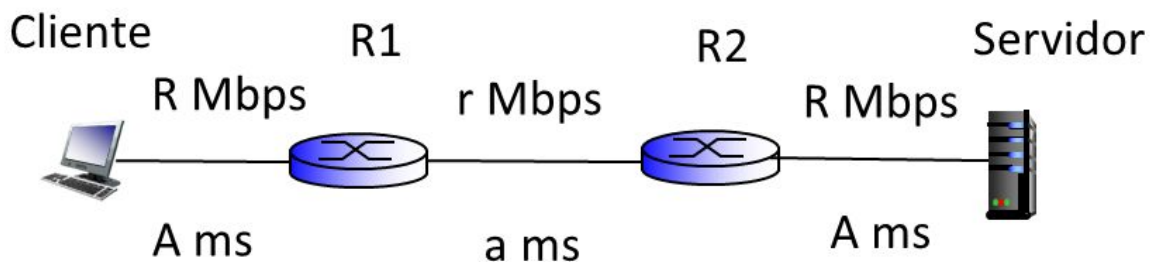


Nome do(a) aluno(a): Gabriel Nogueira Leite

Número de Matrícula/CPF: 398.068.608-61

1ª Questão – 4 Pontos

Considere a rede de comutação de pacotes como apresentada na figura. Um Cliente está conectado ao roteador R1, que por sua vez está conectado ao roteador R2, que por sua vez está conectado ao Servidor. A taxa de transmissão de cada enlace e os atrasos de propagação são apresentados na figura. Os roteadores são do tipo “store-and-forward” e possuem memória de $3L$ KB ($L > 0$) para armazenamento de pacotes na fila. Assuma que inicialmente a rede esteja completamente vazia. A rede é bidirecional, tendo caminho de ida e volta independentes, mas com as mesmas características.

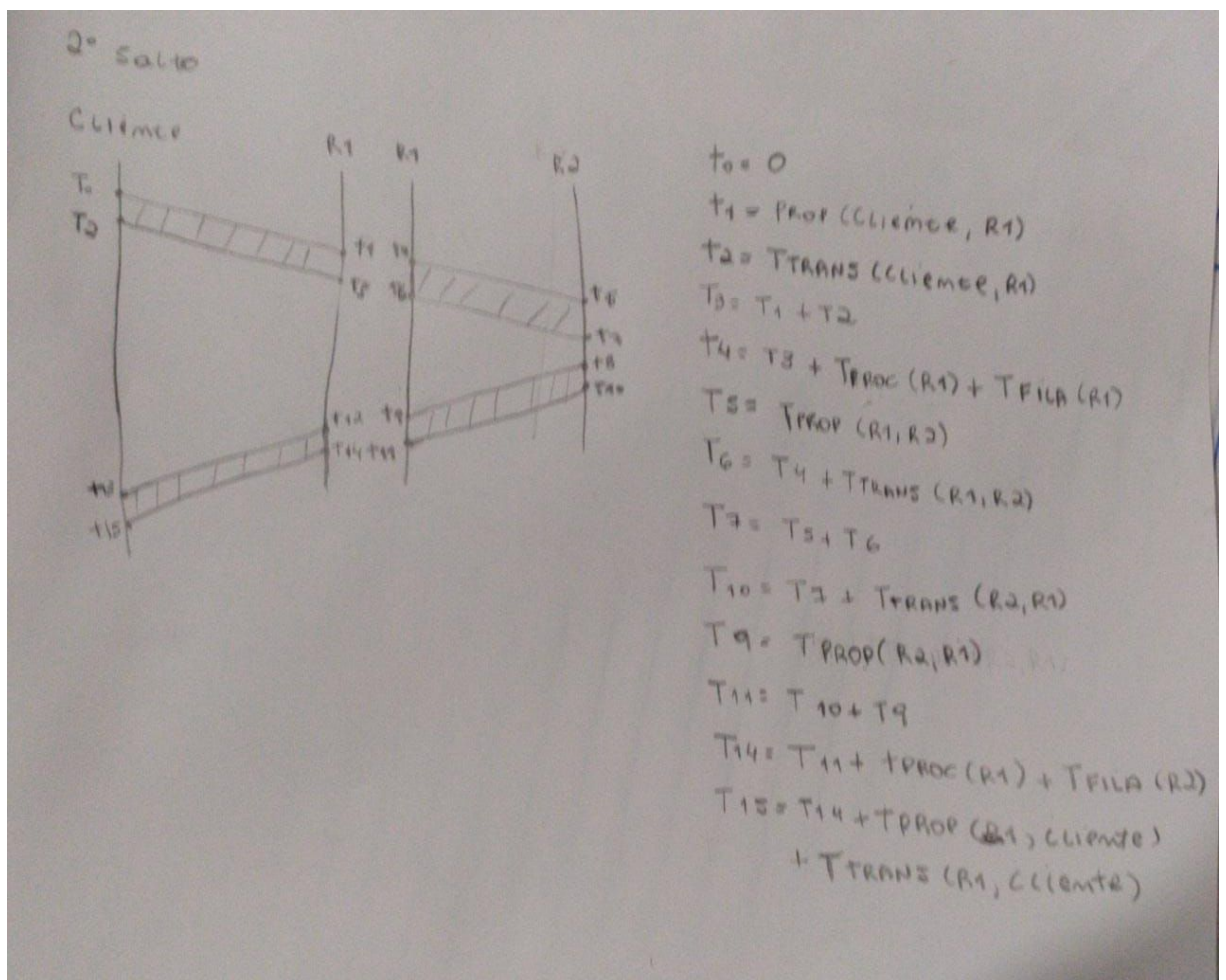
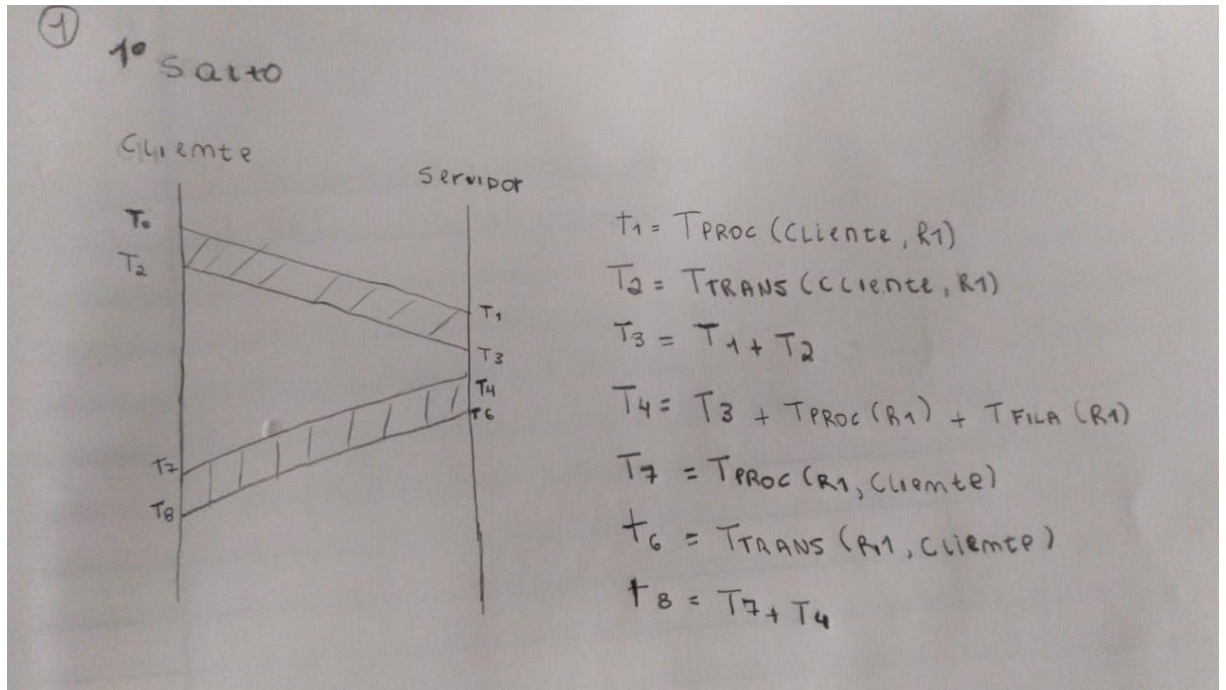


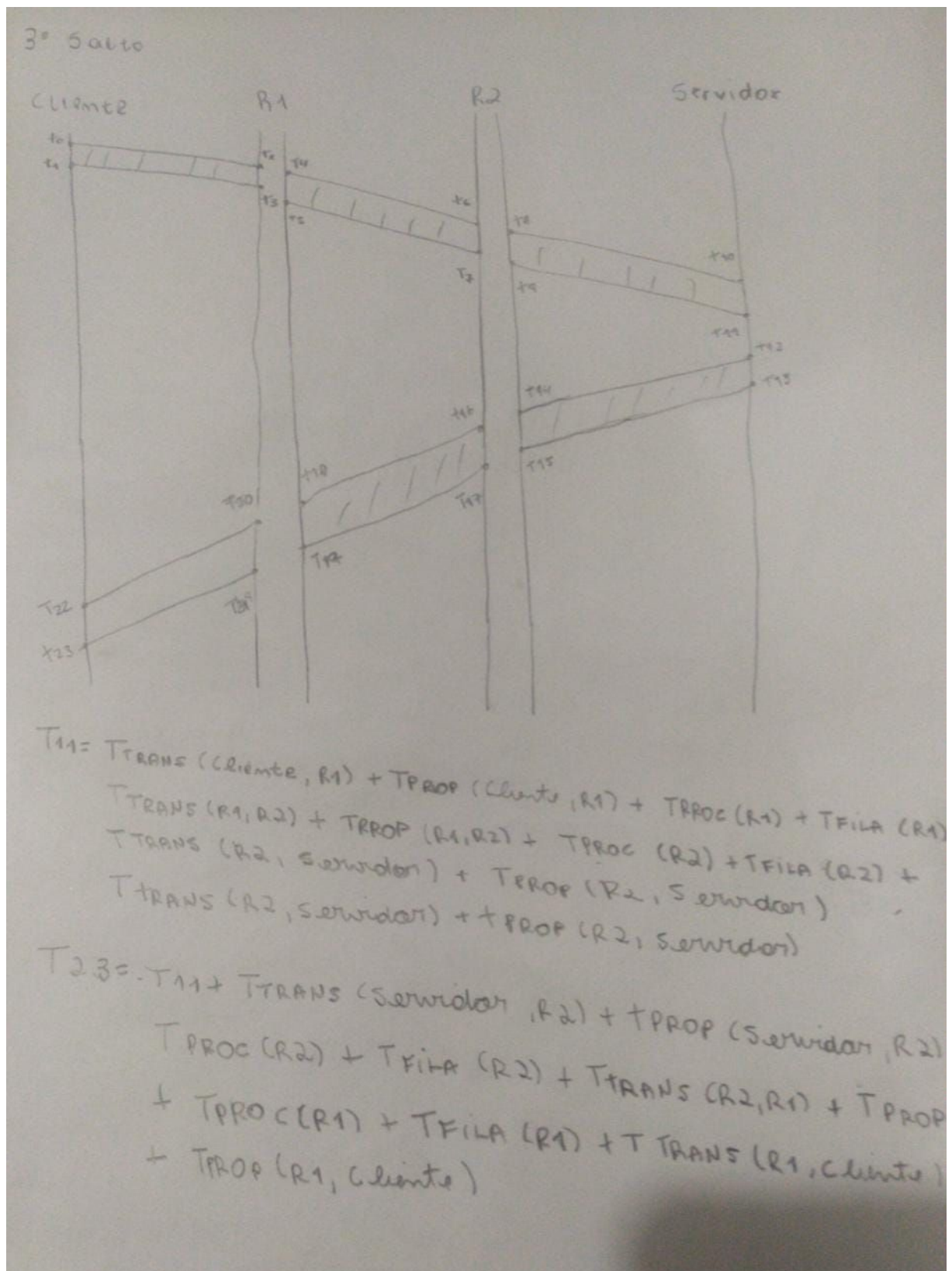
Um aluno desenvolve um mini traceroute para rodar no servidor. Seu programa é exatamente igual ao traceroute original, exceto pelo fato de que em vez de enviar 3 probes para cada salto, apenas 1 probe é enviado para cada salto. Assuma que o tempo aguardando por uma resposta seja suficiente pra não haver *timeout*. Tanto o probe quanto a resposta possuem L bits. Assuma que os roteadores ao receberem um probe ao qual devem responder (e não reencaminhar) precisam de P μ s ($P > 0$) para tratar o probe recebido e iniciar o envio da resposta. Um probe é considerado recebido quando seu último bit chega. No caso de reencaminhamento de pacote para outro salto, o atraso de processamento nos roteadores também é de P μ s ($P > 0$). Não há atraso de processamento nos demais dispositivos. Todos os dispositivos da rede respondem a traceroute. Pede-se:

- a) (0,5 ponto) Apresente na Tabela a seguir o resultado do mini traceroute do servidor para o cliente. Apresente os atrasos em segundos. Não há necessidade de simplificar ao máximo os resultados. Os cálculos e justificativas devem ser apresentados no item (b) deste quesito.

Salto N°	Atraso	Salto (nome)
1	$T = T_{trans}(\text{Cliente}, R1) + T_{prop}(\text{Cliente}, R1) + T_{proc}(R1) + T_{fila}(R1) + T_{trans}(R1, \text{Cliente}) + T_{prop}(R1, \text{Cliente})$	R1
2	$T = T_{trans}(\text{Cliente}, R1) + T_{prop}(\text{Cliente}, R1) + T_{proc}(R1) + T_{fila}(R1) + T_{trans}(R1, R2) + T_{prop}(R1, R2) + T_{proc}(R2) + T_{fila}(R2) + T_{trans}(R2, R1) + T_{prop}(R2, R1) + T_{proc}(R1) + T_{fila}(R1) + T_{trans}(R1, \text{Cliente}) + T_{prop}(R1, \text{Cliente})$	R2
3	$T = T_{trans}(\text{Cliente}, R1) + T_{prop}(\text{Cliente}, R1) + T_{proc}(R1) + T_{fila}(R1) + T_{trans}(R1, R2) + T_{prop}(R1, R2) + T_{proc}(R2) + T_{fila}(R2) + T_{trans}(R2, \text{Servidor}) + T_{prop}(R2, \text{Servidor}) + T_{trans}(\text{Servidor}, R2) + T_{prop}(\text{Servidor}, R2) + T_{proc}(R2) + T_{fila}(R2) + T_{trans}(R2, R1) + T_{prop}(R2, R1) + T_{proc}(R1) + T_{fila}(R1) + T_{trans}(R1, \text{Cliente}) + T_{prop}(R1, \text{Cliente})$	R3

- b) (2,5 pontos) Apresente todos os cálculos para o item (a) justificando sua resposta. Organize sua resposta por cada linha da tabela.





- c) (1,0 ponto) Considerando individualmente cada tipo de atraso total (propagação, transmissão, fila e processamento) sofrido por um probe, explicita quais seriam fixos e quais seriam variáveis se tivéssemos enviado 03 probes, explicando o porquê para os dois casos a seguir:

c.1) (0,5 ponto) Considerando a rede e os dados da questão 1.

R: Nos atrasos fixos temos os atrasos de transmissão, propagação e processamento, já o atraso variável é o de fila, pois depende da quantidade de pacotes suportada pelo *buffer* do roteador.

c.2) (0,5 ponto) Considerando um cenário real de transmissão via Internet com múltiplas fontes de dados compartilhando os enlaces ao longo do caminho da origem do probe até o destino.

R: Analisando um cenário real, podemos avaliar os atrasos de fila e processamento como os variáveis, devido a alguns fatores, tais quais, perda de bits, congestionamento causado por grande quantidade de pacotes, o roteador estar ou não configurado para responder a *traceroute*, entre outros fatores. Já os atrasos de propagação e transmissão continuarão fixos.

2ª Questão – 0,5 Ponto

Um aluno criou um programa cliente-servidor para a transferência de arquivos zipados usando o protocolo de transporte UDP. Ao receber um pedido de transferência de arquivo, o servidor “quebra” o arquivo solicitado em mensagens pequenas do primeiro ao último byte do arquivo. Cada mensagem é encapsulada em 1 segmento UDP, o qual é enviado ao cliente na mesma ordenação de quebra do arquivo. Ao receber um segmento do servidor, o cliente desencapsula o pedaço do arquivo recebido e o entrega à aplicação que vai remontado o arquivo na mesma ordem em que os pedaços são recebidos. O aluno transferiu um arquivo de 1Gbyte do servidor para o cliente. Ao remontar o arquivo no cliente e tentar abri-lo, tudo funcionou corretamente, ou seja, o arquivo não estava corrompido. Ao realizar um segundo teste de transferência, o aluno percebeu que todos os pacotes enviados foram recebidos pelo cliente e o arquivo remontado possuía exatamente 1Gbyte. Contudo, o arquivo estava corrompido. Tendo como base o funcionamento básico de redes e eventos que podem ocorrer com pacotes dentro da rede, explique o que pode ter acontecido.

R: O UDP é um protocolo de transporte simplificado, leve, com um modelo de serviço minimalista. É um serviço não orientado para conexão; portanto, não há apresentação antes que os dois processos comecem a se comunicar. O UDP provê um serviço não confiável de transferência de dados — isto é, quando um processo envia uma mensagem para dentro de um socket UDP, o protocolo não oferece garantias de que a mensagem chegará ao processo receptor. Além do mais, mensagens que chegam de fato ao processo receptor podem chegar fora de ordem. O UDP não inclui um mecanismo de controle de congestionamento; portanto, um processo originador pode bombear dados para dentro de uma camada abaixo (a de rede) à taxa que quiser. (Observe, entretanto, que a vazão fim a fim real pode ser menor do que essa taxa por causa da capacidade de transmissão limitada de enlaces intervenientes ou pelo congestionamento.) (Kurose, pg 69). Tendo isso em mente, podemos dar como possíveis causas para o arquivo chegar corrompido os seguintes fatores: congestionamento na rota pela qual os datagramas foram enviados, por conta disso pode ter ocorrido de o *buffer* de fila estar cheio e haver perda de pacotes, bem como também por conta do congestionamento, ter sido escolhida outra rota

durante o caminho até o destinatário, por conta disso os pacotes podem ter chegado fora de ordem, logo montados fora de ordem e por conta disso o arquivo completo ficou corrompido.

3ª Questão – 2,5 Pontos

Considere a discussão na Seção 1.3 do livro sobre comutação de pacotes e comutação de circuitos na qual é dado o exemplo de enlace de transmissão de 1 Mbps. Além disso, os usuários estão gerando dados a uma taxa de 100 kbps quando ativos, mas estão ativos somente $p=10\%$ do tempo. Suponha que o enlace de 1 Mbps seja substituído por um enlace de 1,5 Gbps e responda:

- a) (0,5 pontos) Qual a quantidade máxima N de usuários que é suportada pela rede de comutação de circuitos?

R: $\frac{1,5 \cdot 10^9}{100 \cdot 10^3} = 1500 \text{ usuários}$

- b) (2,0 pontos) Considerando uma população de M usuários na rede de comutação de pacotes, indique a expressão matemática (em termos de p , M e N) da probabilidade de haver mais de N usuários enviando dados simultaneamente.

R: Temos que:

M = população de usuários

N = usuários simultâneos

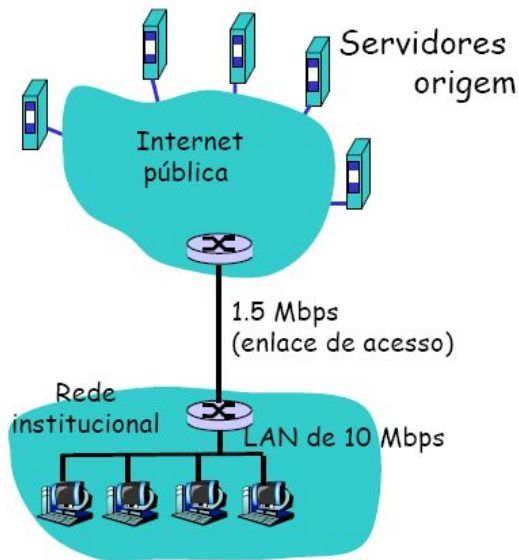
P = Probabilidade do estar ativo

A probabilidade de N usuários estarem ativos simultaneamente é dada por uma distribuição binomial, onde:

$$1 - \left[\sum_{i=0}^N \text{combina}(M; i) * p^i * (1-p)^{M-i} \right]$$

4ª Questão – 3,0 Pontos

Considere a Figuras a seguir. Ela apresenta uma LAN de 10 Mbps em uma rede institucional. O enlace de acesso para a Internet é bidirecional e possui banda passante de 1,5 Mbps. Os servidores de origem, são servidores WWW na Internet pública.



O administrador da rede institucional descobriu que havia uma taxa média de X requisições por segundo para os servidores de origem. O tamanho médio dos objetos requisitados era de 100 Kbits. Ao analisar esses dados, ele concluiu que o enlace de acesso estava congestionado com intensidade de tráfego $I=1,2$. Calcule o valor de X que suporta a afirmação do administrador. Em seguida, calcule o valor máximo de X para que o enlace de acesso não seja mais considerando congestionado. Explique os seus cálculos.

R: Temos que:

$$a = X$$

$$L = 100 \text{ Kbits} = 10^5 \text{ bits}$$

$$R = 1,5 \text{ Mbps} = 1,5 * 10^6 \text{ bps}$$

$$I = 1,2$$

Sabemos que I é dado por:

$$I = \frac{a * L}{R}$$

substituindo, temos

$$1,2 = \frac{X * 10^5}{1,5 * 10^6}$$

logo,

$$X = \frac{1,2 * 1,5 * 10^6}{10^5}$$

$$X = 18 \text{ requisições por segundo}$$

Sabemos que para um enlace estar congestionado precisamos que a intensidade de tráfego seja em torno de 0,8. Para que essa situação não ocorra precisamos que I seja menor ou igual a 0,8. O problema pede o valor máximo para X , com isso usaremos o valor limite para I , no caso 0,8.

$$\text{Temos que, } I = \frac{a * L}{R} \Rightarrow 0,8 = \frac{X * 10^5}{1,5 * 10^6} \Rightarrow X = \frac{0,8 * 1,5 * 10^6}{10^5} \Rightarrow X = 12 \text{ requisições por segundo}$$

Boa Sorte!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KUROSE, J. F. e ROSS, K. - Redes de Computadores e a Internet - 6ª Ed., Pearson, 2010.