Universidade de Aveiro
Mestrado Integrado em Eng. de Computadores e Telemática
Exame de Desempenho e Dimensionamento de Redes – 19 de junho de 2020

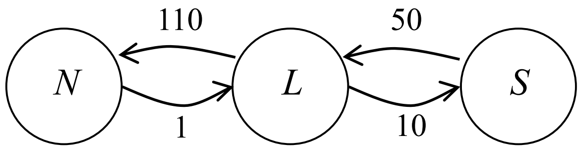
Duração: 2 horas. Sem consulta. Justifique cuidadosamente todas as respostas.

1. Considere um sistema de deteção de mensagens spam de um servidor de correio eletrónico que tem uma probabilidade de 1% de falsos positivos (i.e., mensagens legítimas classificadas como spam) e uma probabilidade 5% de falsos negativos (i.e., mensagens spam classificadas como legítimas). Num determinado dia, um utilizador recebe 50 mensagens de correio eletrónico das quais 2 são spam e as restantes 48 são legítimas. Determine justificadamente a probabilidade de:

   a) as 50 mensagens de correio eletrónico serem classificadas corretamente, (*1.0 valores*)

   b) as 50 mensagens de correio eletrónico serem todas classificadas como legítimas. (*1.0 valores*)

2. Considere que uma ligação sem fios para comunicação de pacotes pode estar num de 3 estados possíveis – Normal (N), Interferência Ligeira (L) ou Interferência Severa (S) – de acordo com a cadeia de Markov seguinte (taxas em número de transições por hora):



   a) Determine a probabilidade do estado N, em percentagem. (*1.0 valores*)

   b) Determine o tempo médio de permanência no estado L, em minutos. (*1.0 valores*)

3. Considere uma ligação ponto-a-ponto de 10 Mbps com uma fila de espera infinita a suportar um fluxo de pacotes de tamanho constante em que a chegada de pacotes é um processo de Poisson. Sabendo que o tempo de transmissão de cada pacote é de 0.4 milissegundos e que o tempo médio entre chegadas de pacotes é de 0.5 milissegundos, determine justificadamente:

   a) a taxa de chegada de pacotes, em pacotes por segundo, (*1.0 valores*)

   b) o atraso médio que os pacotes sofrem na fila de espera. (*1.5 valores*)

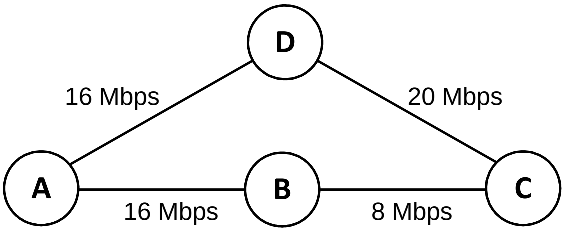
4. Considere uma ligação ponto-a-ponto com 4 circuitos de capacidade e que suporta dois fluxos de chamadas de Poisson. No fluxo A, as chamadas chegam a uma taxa de 8 chamadas/hora e ocupam um circuito cada. No fluxo B, as chamadas chegam a uma taxa de 2 chamadas/hora e ocupam dois circuitos cada. As chamadas têm duração exponencialmente distribuída com média de 3 minutos no fluxo A e 6 minutos no fluxo B.

   a) Determine a cadeia de Markov que representa o estado da ligação. (*1.5 valores*)

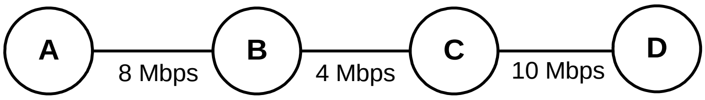
   b) Indique justificadamente qual dos 2 fluxos tem maior probabilidade de bloqueio. (*1.5 valores*)

5. Considere um sistema de transmissão de pacotes ponto-a-ponto de 5 Mbps com uma fila de espera infinita e que suporta um fluxo de pacotes de 4 Mbps cujas chegadas são um processo de Poisson. O tamanho dos pacotes é de 100 Bytes, 400 Bytes, 600 Bytes ou 900 Bytes e todos os tamanhos são igualmente prováveis. O sistema serve os pacotes com tamanho maior que 500 Bytes com maior prioridade que os pacotes com tamanho menor que 500 Bytes. Determine o atraso médio que os pacotes de 100 Bytes sofrem no sistema. (*3.0 valores*)

6. Considere a rede com comutação de pacotes da figura ao lado. A rede suporta 3 fluxos de pacotes: Fluxo 1 de A para B de 8 Mbps no percurso direto, Fluxo 2 de 4 Mbps de B para C no percurso direto e Fluxo 3 de 10 Mbps de A para C bifurcado em 30% pelo percurso via B e 70% pelo percurso via D. Os pacotes de todos os fluxos são exponencialmente distribuídos com média de 400 Bytes. Determine o atraso médio por pacote introduzido pela rede usando a aproximação de Kleinrock. (*3.0 valores*)



7. Considere a rede seguinte com comutação de pacotes que suporta os fluxos A→B, A→C, A→D e C→D. A rede permite controlar a taxa de transmissão máxima de cada fluxo através de um qualquer mecanismo adequado. Calcule que taxas de transmissão máximas se devem atribuir a cada fluxo segundo o princípio de equidade do tipo *max-min*. (*2.5 valores*)



8. Nas redes de comutação de pacotes, descreva a função dos algoritmos de escalonamento e dos métodos de descarte e, para cada um dos casos, indique justificadamente que parâmetros de desempenho eles controlam. (*2.0 valores*)

FORMULÁRIO

Teorema de Little: $L = \lambda W$ Atraso médio no sistema M/M/1: $W = \dfrac{1}{\mu - \lambda}$

Atraso médio no sistema M/G/1: $W = \dfrac{\lambda E[S^2]}{2(1-\lambda E[S])} + E[S]$

Atraso médio na fila de espera no sistema M/G/1 com prioridades do tipo não-preemptivo:

$$W_{Qk} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \lambda_i E(S_i^2)}{2(1-\rho_1-\cdots-\rho_{k-1})(1-\rho_1-\cdots-\rho_k)} \text{ onde } \rho_k = \lambda_k / \mu_k .$$

Fórmula de ErlangB: $P_m = \dfrac{(\lambda/\mu)^m / m!}{\sum_{n=0}^{m} (\lambda/\mu)^n / n!}$

Probabilidades limite dos estados (processo de nascimento e morte):

$$P_0 = \frac{1}{1+\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda_0\lambda_1\cdots\lambda_{n-1}}{\mu_1\mu_2\cdots\mu_n}},\ P_n = \frac{\lambda_0\lambda_1\cdots\lambda_{n-1}}{\mu_1\mu_2\cdots\mu_n\left(1+\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda_0\lambda_1\cdots\lambda_{n-1}}{\mu_1\mu_2\cdots\mu_n}\right)},\ n \geq 1$$

Probabilidades limite dos estados (comutação de circuitos):

$$P(\mathbf{n}) = \frac{1}{G}\prod_{k=1}^{K} \frac{\rho_k^{n_k}}{n_k!} \qquad \mathbf{n} \in S \qquad \text{em que: } G = \sum_{\mathbf{n}\in S}\prod_{k=1}^{K} \frac{\rho_k^{n_k}}{n_k!}$$

WFQ: $RN(\tau_i + t) = RN(\tau_i) + \dfrac{1}{\sum_{j\ ativas} \phi_j} t$ $FN_{i,k} = \max(FN_{i,k-1}, RN) + \dfrac{L_k / C}{\phi_i}$

SCFQ: $FN_{i,k} = \max(FN_{i,k-1}, FN_s) + \dfrac{L_k}{\phi_i}$

WFQ com *Leaky Bucket*: $D_i = \dfrac{\sigma_i + (n-1)L_i}{r_i} + \sum_{j=1}^{n} \dfrac{L_{max}}{C_j} + \Gamma$