

Respostas aos Exercícios de Leis Operacionais (cap 8)

1 – Durante um período de observação de 10 segundos, 400 pacotes são processados por um *gateway* cujo processador tem capacidade de processar até 300 *pps* (pacotes por segundo). Calcule a taxa de utilização deste *gateway*.

$$\text{Throughput} = X = 400/10 = 40 \text{ pac/seg},$$

$$\text{Tempo de serviço médio por pacote} \rightarrow S = 1/300 \text{ seg}$$

$$\text{Lei da Utilização} \rightarrow U = XS = 40/300 = 0,133 \rightarrow 13,33\%$$

2 – O *throughput* de um sistema interativo foi monitorado durante 10 minutos. Observa-se que durante este período, 3000 transações são realizadas. Verifica-se, também, que o número médio de transações no sistema é quatro. Com estes dados calcule o tempo médio de resposta.

$$N = 4,$$

$$T = 600 \text{ seg}$$

$$X = 3000/600 = 5 \text{ tps},$$

$$\text{Lei de Little} \rightarrow N = XR \rightarrow R = N/X = 4/5 \text{ seg}$$

3 – Durante um período de observação de 10 segundos verificam-se 40 requisições num servidor de arquivos. Cada requisição realiza dois acessos a disco. O tempo médio de serviço no disco é 30 milissegundos. Calcule a utilização média do disco durante este período.

$$X = 40 \text{ req}/10 \text{ seg} = 4 \text{ req/s}$$

$$V_{\text{disk}} = 2 \text{ visitas ao disco}$$

$$\text{Lei do Fluxo Forçado} \rightarrow X_{\text{disk}} = X * V_{\text{disk}} = 8$$

$$S_{\text{disk}} = 0,030$$

$$U_{\text{disk}} = X_{\text{disk}} * S_{\text{disk}} = 0,24 \text{ ou } 24\%$$

4 – Uma universidade pública provê aos seus alunos e servidores serviços de Internet. Dentre estes serviços, um dos mais utilizados é o de *e-mail*. O número de usuários atualmente é de 35.000. Ao início da noite, entre as 19h00min e as 20h00min verifica-se o período de maior intensidade de utilização do serviço de *e-mail*, quando cerca de 20% dos usuários enviam mensagens. A monitoração do sistema revela que as mensagens podem ser classificadas segundo seu tamanho como: pequenas (75%), tamanho médio de 1.000 bytes; média (20%), tamanho médio de 10.000 bytes; grandes (5%) tamanho médio de 100.000 bytes. Considere que durante este período, cada usuário envia, em média, 5 mensagens. Com a atual capacidade de processamento e transmissão, os usuários têm verificado que, em média, para ser processada e enviada à caixa postal do destinatário toma 3 seg.

a - Você entende que a capacidade de armazenamento temporário (*spool*) de 0,5 MBytes para dar suporte as mensagens enviadas é suficiente?

$$T = 3600 \text{ seg}$$

Usuários = 20 % da pop = $35.000 \times 0,20 = 7000$ estudantes

Mensagens = 7000 estudantes * 5 mensagens/estudante = 35.000 mensagens

Pela Lei de Little:

Num. Médio de Mensagens = Throughput * Tempo de Resposta

Tempo de Resposta = 3 seg

Throughput = $35.000 / 3.600 = 9,72 \sim 10$ mensagens/seg

Num. Médio de Mensagens = 10 mensagens/seg * 3 seg = 30 mensagens

75% = pequenas = 1.000 bytes

20% = médias = 10.000 bytes

5% = grandes = 100.000 bytes

TAM. médio mensagem = $(1000 \times 0,75) + (10000 \times 0,20) + (100.000 \times 0,05) = 7750$ bytes/mensagem,

Área de Spool = Num. médio de mensagens X Tamanho médio de uma mensagem

= 30 mensagens * 7750 bytes/mensagem = 232.500 bytes ~ 227 Kbytes

Logo, 0,5 MBytes são suficientes

b - Considere que a universidade esteja pensando em estender este serviço aos familiares dos atuais usuários para fins de inclusão digital. Um cálculo inicial estima que o número de usuários passe para 350.000. A área de *spool* deve ser alterada?

Throughput = $350.000 / 3.600 = 97,2 \sim 100$ mensagens/seg

Num. Médio de Mensagens = 10 mensagens/seg * 3 seg = 300 mensagens

Área de Spool = 300 mensagens * 7750 bytes/mensagem = 2.325.000 bytes ~ 2270 Kbytes

Nesse caso a necessidade será de $\sim 2,2$ Mbytes.

5 – A largura de banda de um link *Ethernet* é 100 Kbps. O link é utilizado para a transmissão de pacotes de 1500 bytes. O *throughput* médio monitorado é de 5 pacotes/segundo.

$X_{\text{Link}} = \text{Throughput do Link} = 5$ pacotes/seg.

Tempo médio de Serviço/pacote = Tempo de transmissão/pacote

1500 bytes/pacote x 8 bits/byte = 12.000 bits/pacote

$(12.000 \text{ bits/pacote}) / (100.000 \text{ bits/seg.}) = 0,1232$ seg/pacote

Pela Lei da Utilização, $U_{\text{Link}} = S_{\text{Link}} \times X_{\text{Link}}$

= $0,120 \text{ seg/pacote} \times 5 \text{ pacotes/seg} = 0,60 = 60\%$

(a) A taxa de utilização do link.

60%

(b) Estima-se que o crescimento das comunicações triplique dentro de 2 anos. Você entende que a capacidade atual do link se esgotará?

Sim, 15 pacotes/seg Sim, $\rightarrow 184,8 \%$

- (c) Considere prudente que a utilização do link seja de, no máximo, 70% da sua capacidade nominal. Considerando o crescimento estimado no item (b) qual deverá ser a nova capacidade nominal do link para o limite de utilização não ser ultrapassado?

256 Kbps (70 %)