



Classificação mínima: 40%. Sem consulta. Duração: 2h30m.
Por favor, responda a cada parte em conjuntos de folhas separados.

Parte I

1 (1 valor)

Considere um sistema com um conjunto de servidores (do mesmo tipo) e uma fila (como no caso de uma agência bancária, com fila simples).

a) Construa um DCA que represente esse sistema. Não se esqueça de representar as entidades no exterior, a entrada, a fila de espera pelo serviço, o serviço, e o lugar onde permanecem os servidores quando estão livres. Para a entrada, pode utilizar uma entidade fictícia auxiliar (porta), se achar conveniente.

b) Acrescente no modelo o que entender necessário para representar a possibilidade de 2% dos clientes, desistirem de ser atendidos, saindo logo após a entrada, regressando de imediato ao exterior.

2 (1 valor)

a) As opções a seguir indicadas contêm expressões que modelam o “tempo médio entre chegadas” (tal como as usadas nos módulos de CREATE do Arena). Considerando que a unidade de tempo utilizada é o minuto, seleccione aquela(s) que é/são relativa(s) a distribuições aleatórias que modelam a chegada de 10 unidades por hora (em média):

- i) UNIFORME(5,15) ii) EXPONencial(10) iii) EXPONencial(6) iv) NORMAl(6,2) v) NORMAl(10,5)

b) O bloco DECIDE do Arena (que tem a forma de um losango) utiliza-se para especificar caminhos alternativos para as entidades que passarem nesses módulos. Identifique, na seguinte lista de opções, aquela(s) que correspondem a modalidades de uso do DECIDE e justifique, explicando sucintamente em que casos ou para que fins utilizaria essa(s) opção(ões).

- i) “N way by Dispose” ii) “1 way by Chance” iii) “2 way by Schedule”
iv) “N way by Condition” v) “N way by Batch” vi) “2 way by Chance”

3 (1 valor)

Observe o extracto de um relatório final de uma simulação no Arena. Considere que cada fila precede um processo (A, B ou C).

a) Qual o processo menos congestionado? Justifique a sua resposta, fazendo referência aos valores da tabela. (unidade de tempo: minuto).

b) Qual dos processos provoca filas de espera de maiores dimensões? Justifique a sua resposta, fazendo referência aos valores da tabela.

Waiting Time	Average	Minimum Value	Maximum Value
A.Queue	9.9451	0.00	57.3377
B.Queue	17.2772	0.00	87.3996
C.Queue	47.1766	0.00	189.70
Number Waiting	Average	Minimum Value	Maximum Value
A.Queue	1.6778	0.00	10.0000
B.Queue	2.4725	0.00	14.0000
C.Queue	1.2502	0.00	7.0000

Parte II

4 (2 valores)

Um funcionário dos Serviços Acadêmicos de uma Universidade está encarregue de atender todos os alunos de pós-graduação dessa Universidade. Estima-se que chega um aluno em cada 25 minutos e que, em média, o seu atendimento demora 10 minutos. Considere que o pressuposto de se tratar de um sistema de filas de espera de Markov é aceitável.

a)

Qual a probabilidade de estarem dois ou mais alunos à espera de serem atendidos?

b)

Considerando que o Serviço passa a contar com dois funcionários, qual a percentagem de tempo que um aluno passa à espera de ser atendido em relação ao tempo desde que entra nos Serviços Acadêmicos até que sai?

c)

“Num sistema de filas de espera M/M/2 com disciplina FIFO, um cliente que chega antes de outro sai do sistema sempre mais cedo.” Indique a veracidade da afirmação anterior, justificando sucintamente.

5 (2 valores)

a)

Na Figura é apresentado um modelo de Fluxo de Custo Mínimo que foi resolvido no Solver do Excel.

1. Represente o mesmo modelo numa rede.
2. Indique o significado dos valores das células C2:J2 e da célula L11.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2			20	0	0	30	0	30	0	25				
3														
4			x12	x13	x14	x23	x25	x34	x35	x45				
5	1	1	1	1							20	=	20	
6	2	-1			1	1					10	=	10	
7	3		-1		-1		1	1			0	=	0	
8	4			-1			-1		1		-5	=	-5	
9	5					-1		-1	-1		-25	=	-25	
10														
11			4	5	6	7	2	4	6	7	585			
12														

b)

Uma empresa de valorização e tratamento de resíduos sólidos pretende proceder à recolha de resíduos de três locais (A, B e C) e transportá-los para três estações de tratamento (E1, E2 e E3). As quantidades existentes nos locais são 3, 12 e 20 toneladas, pretendendo-se que a estação E1 receba 13 toneladas, a estação E2 receba 8 toneladas e a estação E3 receba 14 toneladas. Os custos (em Unidades Monetárias por tonelada) de transporte entre cada local e cada estação são dados na tabela seguinte.

	E1	E2	E3
A	1	2	3
B	2	10	5
C	9	1	8

Qual a melhor forma de transportar os resíduos para as estações de tratamento e qual o custo que lhe está associado?

6 (2 valores)

Considere o problema de determinar a ordem pela qual um conjunto de seis tarefas (A, B, C, D, E e F) deve ser executado numa máquina. O tempo de execução de cada tarefa na máquina é independente da ordem pela qual as tarefas são realizadas. No entanto, o tempo de preparação da máquina para a realização de cada tarefa depende da tarefa que foi realizada imediatamente antes.

Na tabela seguinte são dados os tempos de execução e os tempos de preparação (em minutos) de cada tarefa. Por exemplo, a tarefa A demora 3 minutos a ser preparada se a tarefa anterior foi a B, a tarefa A demora 2 minutos a ser preparada se a tarefa anterior foi a C, e assim sucessivamente. Ainda por exemplo, a tarefa A demora 14 minutos a ser executada.

		Tarefa seguinte					
Tarefa anterior		A	B	C	D	E	F
	A	–	7	5	6	4	8
	B	3	–	4	6	7	8
	C	2	7	–	3	7	1
	D	3	2	8	–	2	9
	E	4	4	3	1	–	3
	F	7	4	2	2	4	–
	Tempo de execução	14	25	19	18	13	21

Dado que o processo produtivo é contínuo, no final da execução da última tarefa é de novo executada a primeira tarefa e a sequência repete-se.

Apresente um modelo de rede que tenha como objectivo minimizar o tempo em que a máquina está a ser preparada.

7 (1 valor)

Na instalação de uma rede com sete computadores pretende-se gastar o menor comprimento de cabo que seja possível, assegurando que todos os computadores podem comunicar entre eles. As distâncias (em metros) entre os locais onde estão os computadores são as dadas na tabela. O sinal “–” indica que não é possível a ligação directa entre os dois computadores em causa. Por exemplo, o comprimento do cabo entre o computador A e o computador B é de 60 metros.

	A	B	C	D	E	F	G
A	–	60	160	260	–	–	–
B	60	–	120	–	170	–	–
C	160	120	–	50	110	80	–
D	260	–	50	–	–	90	–
E	–	170	110	–	–	–	310
F	–	–	80	90	–	–	60
G	–	–	–	–	310	60	–

Como devem ser efectuadas as ligações entre os computadores?

Considere um projecto constituído pelas actividades, durações e relações de precedência dadas na Tabela seguinte.

Actividade	Predecessoras imediatas	Duração
A	–	2
B	–	11
C	A,B	5
D	C	7
E	C	3
F	C,D,E	13
G	E	17

a)

Apresente a rede de actividades nos nodos.

b)

Indique as actividades críticas e as folgas das actividades não críticas.

Formulário

M/M/1

$$\begin{aligned}
 p_0 &= 1 - r \\
 p_n &= r^n p_0 = r^n (1 - r), n \geq 1 \\
 L_q &= \frac{r^2}{1 - r} \\
 L_s &= r \\
 L &= \frac{r}{1 - r} \\
 W_q &= \frac{r}{m(1 - r)} \\
 W_s &= 1/m \\
 W &= \frac{1}{m(1 - r)} \\
 W_q(t) &= \begin{cases} r, & \text{para } t = 0 \\ re^{-m(1-r)t}, & \text{para } t \geq 0 \end{cases}
 \end{aligned}$$

M/M/s

$$\begin{aligned}
 p_0 &= \left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(sr)^n}{n!} + \frac{(sr)^s}{s!(1-r)} \right]^{-1} \\
 p_n &= \begin{cases} \frac{(sr)^n p_0}{n!}, & \text{para } 1 \leq n \leq s \\ \frac{s^s r^n p_0}{s!}, & \text{para } n \geq s \end{cases} \\
 P_B &= \frac{p_s}{1 - r} \\
 L_q &= \frac{s^s r^{s+1} p_0}{s!(1-r)^2} \\
 L_s &= 1/m \\
 W_q &= L_q / 1 \\
 W_s &= 1/m \\
 W_q(t) &= \begin{cases} 1 - \frac{(sr)^s p_0}{s!(1-r)}, & \text{para } t = 0 \\ \frac{(sr)^s p_0}{s!(1-r)} e^{-sm(1-r)t}, & \text{para } t > 0 \end{cases}
 \end{aligned}$$