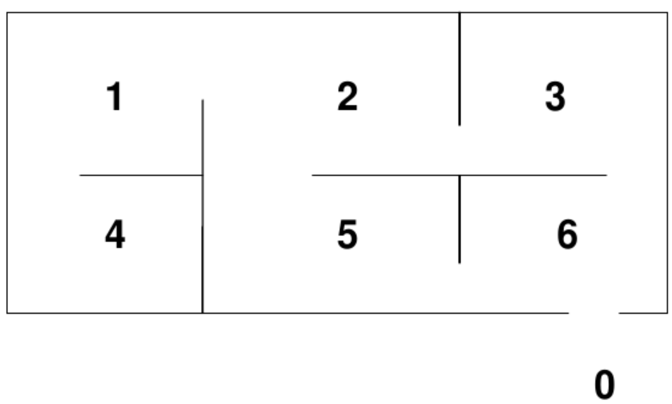
Avaliação de Desempenho Modelagem e Simulação
Lista #1

Albert De La Fuente Vigliotti - NUSP: 8489827
Prof. Wilson Ruggiero

Entrega: sem data

1 Problema 01

1ª. Questão) Um camundongo é colocado num labirinto constituído de 6 células, numeradas de 1 a 6, como mostrado na figura abaixo:



O camundongo se move de célula em célula aleatoriamente e pode deixar o labirinto se a célula em que ele se encontra possui uma saída. Todos os seus movimentos são independentes dos movimentos anteriores. O lado de fora do labirinto deve ser representado como célula **0**. Uma vez fora do labirinto o camundongo nunca mais retorna ao labirinto novamente.
Seja **X0** a célula na qual o camundongo é colocado inicialmente e **Xn** a posição (célula) em que o camundongo se encontra depois de **n** deslocamentos.
Pergunta-se:
a) A seqüência de valores **{Xn}** se constitui numa cadeia de Markov?
b) Esta cadeia possui uma matriz de transição de probabilidades homogênea?
c) Determine a matriz de transição de probabilidades P para esta cadeia.
d) Calcule P[**X2** = 2 | **X0** = 2].

Figura 1: Problema 01

- Variável de estado: Célula onde se encontra o camundongo
- Diagrama de estado Figura 2

Questão a: Sim, constitui uma cadena de Markov pois o estado seguinte só depende do anterior

(falta de memoria)

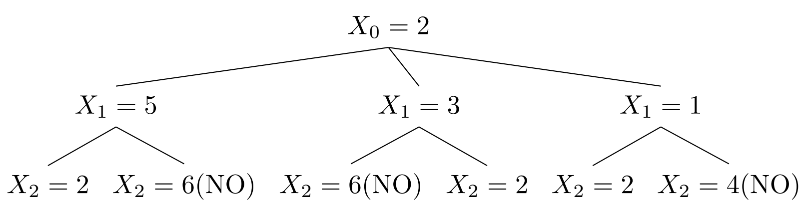
Questão b: Sim, e homogênea porque não depende do tempo

Questão c: Matriz de transição:

$P =$

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	
0	1/2	0	1/2	0	0	0	[1]
1/3	0	1/3	0	1/3	0	0	[2]
0	1/2	0	0	0	1/2	0	[3]
1	0	0	0	0	0	0	[4]
0	1/2	0	0	0	1/2	0	[5]
0	0	1/3	0	1/3	0	1/3	[6]
0	0	0	0	0	0	1	[7]

Questão d: Determinar $P[X_2 = 2|X_0 = 2] = P^2_{2,2}$ (ir desde 2 ate 2 em 2 passos)



$$
\begin{aligned}
P[X_2 = 2|X_0 = 2] &= P^2_{2,2} \\
&= \sum_{i=1}^{6} P_{2,r} \times P_{r,2} \\
&= P_{2,1} \times P_{1,2} + P_{2,3} \times P_{3,2} + P_{2,5} \times P_{5,2} \\
&= \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \\
&= \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \times 3 \\
&= \frac{1}{2}
\end{aligned}
$$

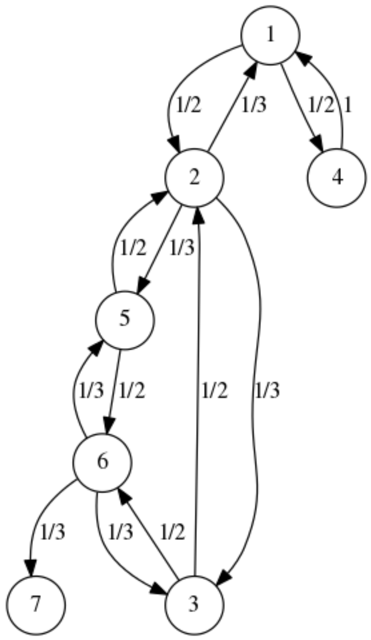


Figura 2: Diagrama de estados do problema 1

2 Problema 02

2ª. Questão) Para as 3 matrizes de transição de probabilidades abaixo quais das cadeias de Markov equivalentes são irredutíveis?

$$Pa = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad Pb = \begin{bmatrix} 0.2 & 0 & 0.8 \\ 0.6 & 0.2 & 0.2 \\ 0.8 & 0 & 0.2 \end{bmatrix}, \quad Pc = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

Para cada uma das cadeias de Markov, ache as probabilidades de estado em regime permanente.

Figura 3: Problema 02

Diagramas de estado:

Matriz a)

Questão a: Conforme o diagrama da Figura 4 e irredutível, porque todos os estados são alcançáveis desde qualquer estado.
Questão b: Probabilidades de estado em regime permanente:

Para calcular as probabilidades de estado permanente devemos resolver o sistema de equações derivado de:

$$\begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

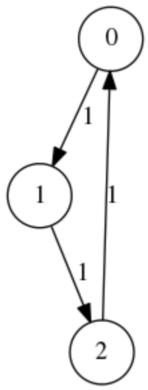


Figura 4: Matriz a

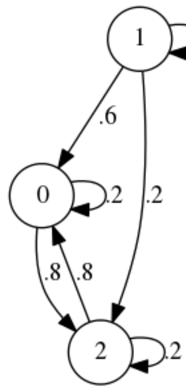


Figura 5: Matriz b

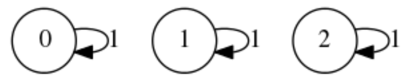


Figura 6: Matriz c

De onde surgem as seguintes equações:

$$\pi_0 = \pi_1 \tag{1a}$$
$$\pi_1 = \pi_2 \tag{1b}$$
$$\pi_2 = \pi_0 \tag{1c}$$

Por ser um sistema de equações dependente, eliminamos a equação 1c, e adicionamos a equação da soma das probabilidades, isto e $\sum_i \pi_i = 1$, ficando:

$$\pi_0 = \pi_1 \tag{2a}$$
$$\pi_1 = \pi_2 \tag{2b}$$
$$\pi_0 + \pi_1 + \pi_2 = 1 \tag{2c}$$

Deixando a equação 2c em função de π_0 temos que $\pi_0 = 1 - \pi_1 - \pi_2$, substituindo na equação 2a, temos que $1 - \pi_1 - \pi_2 = \pi_1 \therefore 1 - \pi_2 = 2\pi_1 \therefore \pi_1 = \frac{1-\pi_2}{2}$. Se substituímos essa ultima equação em 2b temos que $1 - \pi_2 = 2\pi_2 \therefore 1 = 3\pi_2$, logo $\pi_2 = \frac{1}{3} = \pi_0 = \pi_1$.

A probabilidade do sistema estar no estado π_0, π_1 ou no estado π_2 e a mesma: $\frac{1}{3}$.

Matriz b)

Questão a: Conforme o diagrama da Figura 5, não e irredutível porque o estado 1 não e alcançável desde os outros estados.
Questão b: Probabilidades de estado em regime permanente:

Novamente para calcular as probabilidades de estado permanente devemos resolver o sistema de equações derivado de:

$$\begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} .2 & 0 & .8 \\ .6 & .2 & .2 \\ .8 & 0 & .2 \end{bmatrix}$$

De onde surgem as seguintes equações, onde 3c e substituída por 2:

$$\pi_0 = .2\pi_0 + .6\pi_1 + .8\pi_2 \tag{3a}$$
$$\pi_1 = .2\pi_1 \tag{3b}$$
$$\cancel{\pi_2 = .8\pi_0 + .2\pi_1 + .2\pi_2} \tag{3c}$$
$$\pi_0 + \pi_1 + \pi_2 = 1 \tag{3d}$$

Sabemos que $\pi_1 = 0$, e se deixamos a equação em função de π_0 temos que $\pi_0 = 1 - \pi_2$, substituindo na equação 3a, temos que $1 - \pi_2 = .2(1 - \pi_2) + .8\pi_2 \therefore 1 - \pi_2 = .2 - .2\pi_2 + .8\pi_2 \therefore .8 = 1.6\pi_2$.

A probabilidade do sistema estar no estado $\pi_0 = 0.5$, $\pi_1 = 0$ ou no estado $\pi_2 = 0.5$.

<u>Matriz c)</u>

<u>Questão a:</u> Conforme o diagrama da Figura 6 não e irredutível porque o sistema fica no estado onde começa.
<u>Questão b:</u> Probabilidades de estado em regime permanente:

Novamente para calcular as probabilidades de estado permanente devemos resolver o sistema de equações derivado de:

$$\begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

De onde surgem as seguintes equações, onde 4c e substituída por 4d:

$$\pi_0 = \pi_0 \tag{4a}$$
$$\pi_1 = \pi_1 \tag{4b}$$
$$\cancel{\pi_2 = \pi_2} \tag{4c}$$
$$\pi_0 + \pi_1 + \pi_2 = 1 \tag{4d}$$

Que e um sistema de equações dependentes sem solução.

3 Problema 03

3ª. Questão) Considere a matriz de transição de probabilidades P:

$$P = \begin{bmatrix} p_0 & p_1 & p_2 & p_3 & \cdots \\ 1 & 0 & 0 & 0 & \cdots \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \cdots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{bmatrix}$$ onde $\mathbf{p_j > 0}$ para todo **j** e $\sum_{j=0}^{\infty} p_j = 1$.

a) Esta cadeia é irredutível?

b) Qual é a probabilidade de retornar ao estado **0**? Todos os estados são recorrentes?

c) Sob que condições o tempo médio de retorno ao estado **0** é infinito? Todos os estados são recorrentes positivos?

d) Todos os estados são recorrentes nulos?

e) Determine as condições para que existam as probabilidades de estado em regime permanente.

Determine o vetor $\boldsymbol{\pi}$.

f) Determine o tempo médio de retorno ao estado **23**.

Figura 7: Problema 03

Questão a: Sim, e irredutível pois todos os estados são alcançáveis.

Questão b: A probabilidade de voltar ao estado 0 e sempre 1, pois todos os estados voltam ao estado 0 com probabilidade 1, seja qual for o estado.

Questão c.1: Quando ha infinitos estados, o tempo médio de retorno ao estado 0 e infinito.

Questão c.2: Quando ha infinitos estados, o sistema e recorrente nulo e não tem estabilidade. Os estados seriam recorrentes positivos só quando ha um numero finito de estados, pois nesse caso o tempo médio de retorno a qualquer estado e calculável.

Questão d: Sim, quando o sistema possui infinitos estados.

Questão e: As condições para o sistema possuir regime de permanência e ter um numero finito de estados.

Novamente para calcular as probabilidades de estado permanente devemos resolver o sistema de equações derivado de:

$$\begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_1 & \dots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_1 & \dots \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} P_0 & P_1 & P_2 \dots \\ 1 & 0 & 0 \dots \\ 0 & 1 & 0 \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix}$$

De onde surgem as seguintes equações:

$$\pi_0 = \pi_0 P_0 + \pi_1 \tag{5a}$$
$$\pi_1 = \pi_0 P_1 + \pi_2 \tag{5b}$$
$$\pi_2 = \pi_0 P_2 + \pi_3 \tag{5c}$$
$$\dots \tag{5d}$$
$$\pi_n = \pi_0 P_n + \pi_{n+1} \tag{5e}$$
$$\pi_0 + \pi_1 + \pi_2 + \ldots + \pi_n = 1 \tag{5f}$$

Que deixando cada π_i em função dos anteriores de forma recursiva temos:

$$\pi_1 = (1 - P_0)\pi_0 \tag{6a}$$
$$\pi_2 = (1 - P_0 - P_1)\pi_0 \tag{6b}$$
$$\dots \tag{6c}$$
$$\pi_n = (1 - P_0 - P_1 \ldots - P_{n-1})\pi_0 \tag{6d}$$
$$\pi_0 + \pi_1 + \pi_2 + \ldots + \pi_n = 1 \tag{6e}$$

Por tanto $\vec{\pi} = [\pi_i]$, $\forall \pi_i = (1 - P_0 - P_1 \ldots - P_{i-1})\pi_0$

Questão f: O tempo médio de retorno ao estado 23 e infinito.

4 Problema 04

4ª. Questão) Uma empresa possui 3 máquinas. Em um dia, cada máquina que se encontra funcionando pode quebrar com probabilidade **p,** independente das outras máquinas. No final de cada dia, as máquinas que quebraram são enviadas para reparo. Elas são reparadas uma a uma. Quando o reparador possui uma ou mais máquinas para reparar, ele consegue colocar em funcionamento uma única máquina ao término desse dia.
Seja **Xn = 0** o número de máquinas ao final do dia **n** (ou começo do dia n+1) depois que todas as quebras e reparos tenham ocorrido.
a) Qual a fração de dias que começam com **j** máquinas em funcionamento, j = 0, 1,2,3 ?
b) Qual é o número médio de máquinas em funcionamento no início de um dia?
c) Se uma máquina em funcionamento produz uma receita de **$r** por dia, e cada máquina que é reparada custa **$c** por máquina, qual é a receita líquida (receita – custo) por dia?

Figura 8: Problema 04

- Variável de estado: Numero de maquinas funcionando
- Tabela de relação de maquinas hoje vs. Amanhã

Maquinas Funcionando hoje	Maquinas Em reparo hoje	Maquinas Amanhã	Descrição
0	3	1	Sempre
1	2	1	1 quebra
		2	1 não quebra + 1 reparada
2	1	1	2 quebram + 1 reparada
		2	1 quebra + 1 reparada
		3	2 não quebram + 1 reparada
3	0	0	3 quebram
		1	2 quebram + 1 não quebra
		2	1 quebra + 2 não quebram
		3	3 não quebram

Novamente para calcular as probabilidades de estado permanente devemos resolver o sistema de equações derivado de:

$$\begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & p & 1-p & 0 \\ 0 & p^2 & \binom{2}{1}p(1-p) & (1-p)^2 \\ p^3 & \binom{3}{1}p^2(1-p) & \binom{3}{2}p(1-p)^2 & (1-p)^3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_0 & \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & p & 1-p & 0 \\ 0 & p^2 & 2p(1-p) & (1-p)^2 \\ p^3 & 3p^2(1-p) & 3p(1-p)^2 & (1-p)^3 \end{bmatrix}$$

Questão a: Resolvendo o sistema usando Sage, temos que $\pi_0 = \pi_1 = \pi_2 = \pi_3 = \frac{1}{4}$, por tanto 25% dos dias começa com zero maquinas, 25% dos dias começa com uma maquina, e assim por diante.

Questão b:

$\frac{1}{4} \times 0 + \frac{1}{4} \times 1 + \frac{1}{4} \times 2 + \frac{1}{4} \times 3 = \frac{6}{4} = 1.5$. Não tenho certeza

Questão c:

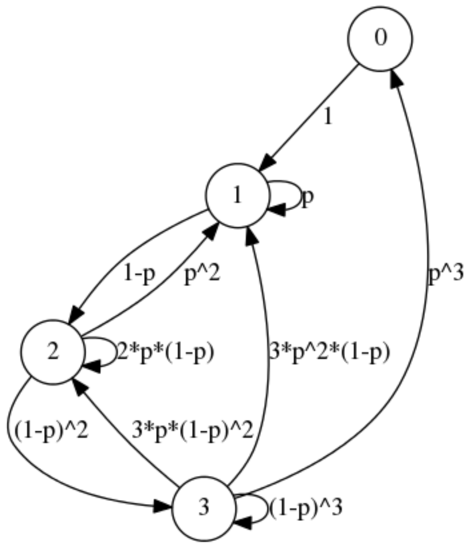


Figura 9: Diagrama de estados

Seja α o numero médio de maquinas funcionando calculado anteriormente, e β o complemento, ou seja $\beta = 1 - \alpha = 1.5$. A receita liquida seria $\alpha \times r - \beta \times c$. Não tenho certeza

5 Exercício 05

5ª. Questão) Suponha uma seqüência de condições climáticas como uma cadeia de Markov com 4 estados com os seguintes estados:
Estado 0: clima frio e céu claro
Estado 1: clima frio com nebulosidade
Estado 2: clima quente e céu claro
Estado 3: clima chuvoso.
A matriz de transição de probabilidades para esta cadeia é:

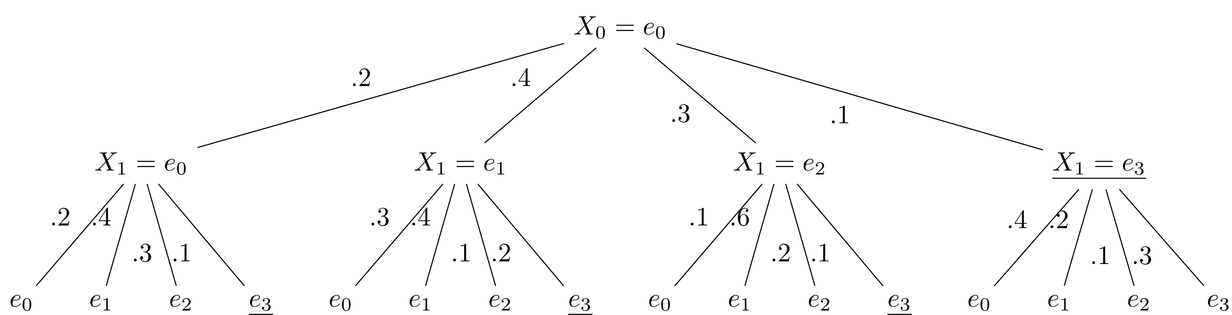
$$P = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.2 \\ 0.1 & 0.6 & 0.2 & 0.1 \\ 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0.3 \end{bmatrix},$$

Figura 10: Problema 05a

Hoje está frio e com céu claro em **Caxias do Sul** (Rio Grande do Sul), as uvas não estão maduras. Um outro dia quente seria suficiente para amadurecê-las, mas um dia de chuva antes desse dia quente poderia arruinar a colheita. O plantador precisa decidir se colhe as uvas agora com menor produtividade ou se aposta num dia a mais de calor para colher mais uvas.
Você que é conhecedor profundo do processo de solução de cadeias de Markov e se propõe a ajudá-lo. Qual seria o seu conselho para esse plantador de uvas?

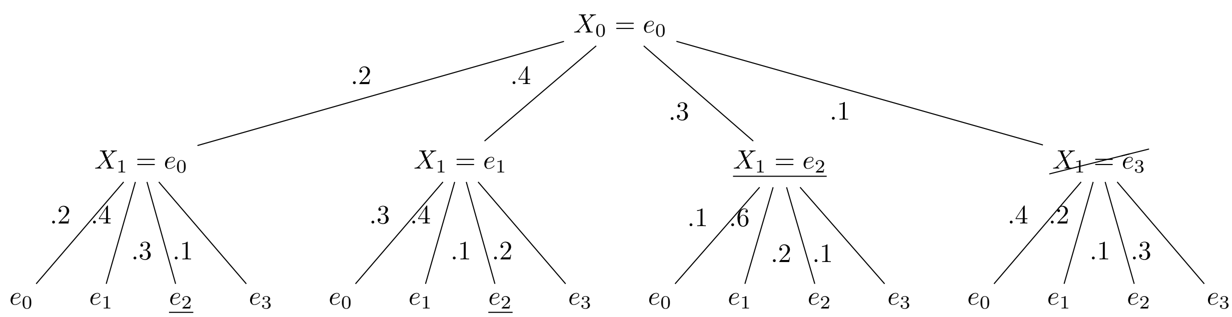
Figura 11: Problema 05b

Primeiro vamos calcular a probabilidade de perder a colheita (nos marcados)



$$\begin{aligned} P[X_2 = e_3 | X_0 = e_0] &= 0.1 + 0.3 * 0.1 + 0.4 * .02 + 0.2 * 0.1 \\ &= 0.23 \end{aligned}$$

Agora vamos calcular a probabilidade de um dia com sol (nos marcados)



$$
\begin{aligned}
P[X_2 = e_3 | X_0 = e_0] &= 0.3 + 0.4 * 0.1 + 0.2 * .03 \\
&= 0.4
\end{aligned}
$$

Como a probabilidade daqui a dois dias ser um dia de sol (40%) e maior do que ser um dia de chuva (23%), a recomendação e: aguardar.

Adicionalmente calculamos as probabilidades do sistema em permanência, e deu 25% para cada tipo de dia.

6 Exercício 06

6ª. Questão) Considere um protocolo simples de comunicação. Esse protocolo opera num canal unidirecional com uma taxa de erro β, ou seja, a probabilidade de uma mensagem apresentar erro após a sua transmissão pelo canal é β. Esse protocolo opera com o mecanismo de créditos, ou seja, o lado transmissor permanece enviando mensagens sem ter recebido o reconhecimento das mesmas enquanto ele possuir créditos em seu poder. Quando os créditos se esgotam, o transmissor deve esperar pelo recebimento de uma mensagem de reconhecimento para poder enviar uma nova mensagem para o lado receptor. O lado receptor precisa processar cada mensagem recebida para poder transmitir o reconhecimento. O tempo de processamento de cada mensagem no lado receptor é **Tm**, uma variável aleatória distribuída exponencialmente. Do lado transmissor, são necessários **Tp** unidades de tempo para se preparar uma nova mensagem para transmissão. **Tp** também é uma variável aleatória distribuída exponencialmente. Novas mensagens são geradas no lado transmissor a uma taxa de λ mensagens por segundo com uma distribuição exponencial.
Este protocolo se utiliza um mecanismo de "**time-out**" para se recuperar de mensagens ou reconhecimentos perdidos. O valor do "time-out" é **Tout** também com uma distribuição exponencial.

Supondo que o lado transmissor possua no máximo **2** créditos no início das interações e que o tempo de transmissão de uma mensagem seja de **Tx**, também distribuído exponencialmente, pergunta-se:

a) Faça o modelo de redes de Petri Temporal e Estocástica Generalizada (**GSPN**) para este sistema;
b) Determine a cadeia de Markov equivalente a esta rede de Petri. Baseado na resolução dessa cadeia de Markov responda os seguintes itens desta questão:
c) Qual é a máxima vazão alcançável por este protocolo?
d) Qual é o tempo médio de utilização de um crédito?
e) Qual é o fator de utilização do canal de comunicação operado por este tipo de protocolo?

Figura 12: Problema 06

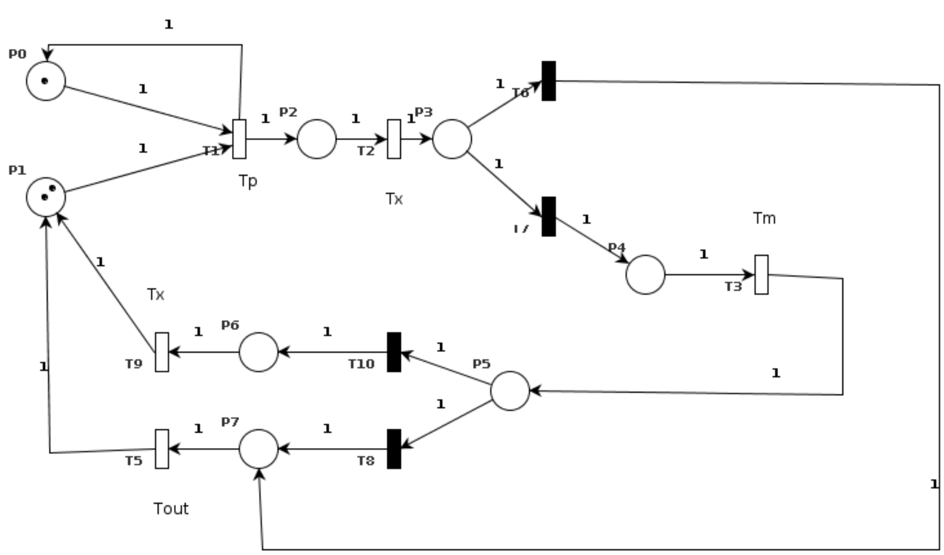


Figura 13: Rede de Petri

Questão a: Conforme mostrado na Figura 13.

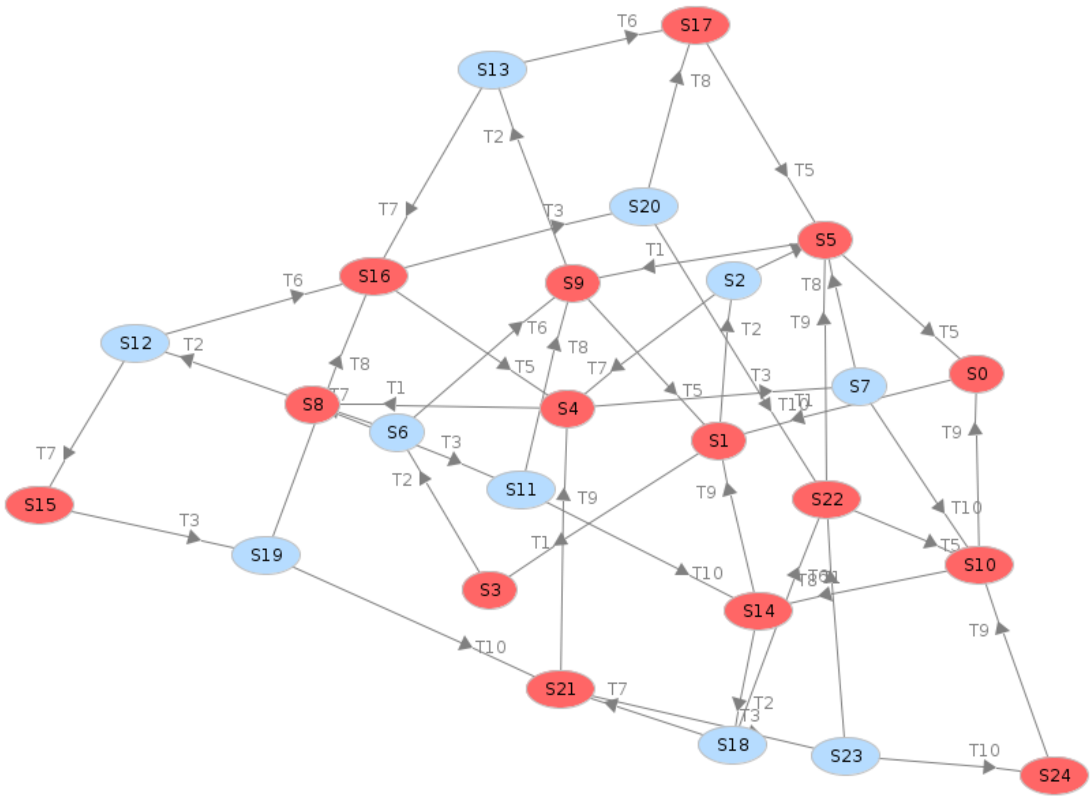


Figura 14: Diagrama de estados

Questão b: Como tem muitos estados apenas e anexo o diagrama de estados da cadeia de Markov14.
Questão c: A vazão máxima e throughput da transição T9 (que retorna o ACK) e por tanto e de: 74.7242 unidades/segundo
Questão d:

Não sei fazer isto =(O tempo médio de utilização de um credito e: 1/0.3554=2.8137 em P1, 1/0.2009=4.9776 em P2, 1/0=??? em P3, 1/0.3551=2.8161 em P4, 1/0=??? em P5, 1/0.0023=434.7826 em P6 e 1/0.0293=34.1296 em P7

Questão e:

Não sei bem fazer isto =(

O fator de utilização seria 74.7242 / 75.024 (TX=T2) = 99.60%, com 0.3% de erro

7 Exercício 07

7ª. Questão) Considere um roteador pertencente a uma rede de pacotes. Esse roteador possui a função de encaminhar e filtrar pacotes. Existem **n** linhas de entrada no roteador e **m** linhas de saída. Em cada uma das linhas de entrada chegam pacotes a uma taxa de λ_i pacotes por segundo. Associado a cada uma das linhas de saída existe canais de comunicação com capacidade de transmissão de μ_j pacotes por segundo. O tempo necessário para rotear um pacote é uma variável aleatória distribuída exponencialmente com valor médio μ_{rot} e o tempo de filtragem também é distribuído de maneira análoga com valor médio μ_{fil}. A memória desse roteador tem capacidade para armazenar até **K** pacotes completos.

Considerando que desejamos utilizar esse roteador como um elemento do "backbone" de uma rede de pacotes, onde as funções de encaminhamento de pacotes são muito mais importantes que as de filtragem, pede-se:

a) Aplique os cinco primeiros passos da metodologia de avaliação de desempenho ensinada no curso, produzindo e documentando todos os seus resultados;

Figura 15: Problema 07a

b) Faça um modelo baseado em redes de Petri Temporal e Estocástica Generalizada (**GSPN**) do roteador sendo modelado;

c) Determine a árvore de alcançabilidade dessa rede de Petri;

d) Determine a cadeia de Markov associada a essa rede de Petri;

e) Suponha que você já tenha resolvido essa cadeia e determinado os valores de π_i para todos os estados da cadeia em regime permanente. Baseado nesses valores determine:

- **i.** Qual o fator de utilização do roteador nessa operação?
- **ii.** Determine a taxa de chegada de pacotes no roteador que provoca a sua saturação;
- **iii.** Qual é o elemento "gargalo" no roteador, ou seja, aquele que estabelece o limite para a carga de saturação do equipamento;
- **iv.** Qual o tempo médio de passagem pelo roteador de cada pacote;
- **v.** Qual o número médio de pacotes na fila do roteador;
- **vi.** Qual a taxa de perda de pacotes por falta de memória no roteador;
- **vii.** Qual o tamanho da memória do roteador para que a taxa de perda de pacotes seja menor que **0,1 %**.

Figura 16: Problema 07a

Questão a: As cinco primeiros passos da metodologia

PASSO 1. Estabeleça os objetivos e defina claramente o sistema:

- O primeiro passo em qualquer projeto de análise é o estabelecimento dos gols e a definição do que faz parte do sistema a ser estudado;
- A escolha das fronteiras do sistema afeta significativamente as métricas de desempenho e a carga de trabalho a ser usada na análise.

Funções (caracterização do sistema):

- N linhas de entrada e M linhas de saída
- O tempo de roteamento e distribuído exponencialmente com taxa μ_{rot}

- O tempo de filtragem e distribuído exponencialmente com taxa μ_{fil}
- O roteador pode armazenar K pacotes completos
- Tamanho de pacotes fixo P
- Roteamento + Filtragem de pacotes
- Pacotes com erros são descartados

Caracterização da carga:

- Trafego de entrada distribuído exponencialmente com taxas λ_i
- Trafego de entrada combinado (Poisson?) com taxa λ
- Trafego de saída distribuído exponencialmente com taxas μ_i
- Trafego de saída combinado (Poisson?) com taxa μ
- O tamanho dos pacotes e fixo, de tamanho P

PASSO 2. Lista de serviços e resultados:

- Associado aos serviços existem uma série de resultados que podem ser produzidos pelo sistema;
- Esta lista de serviços e resultados influencia fortemente a definição dos parâmetros e suas métricas, assim como a carga de trabalho.

Serviços:

- Roteamento + Filtragem de pacotes

PASSO 3. Seleção das Métricas de desempenho:

- O próximo passo é a seleção dos critérios que serão usados para avaliar o desempenho do sistema;
- Estes critérios são chamados de métricas de desempenho;
- Em geral, estas métricas estão relacionadas com a velocidade, a precisão e a disponibilidade do sistema.

Métricas (objetivos da modelagem): *Objetivos da modelagem*:

- Estimar o tempo de passagem de pacotes pelo roteador
- Estimar a vazão de pacotes por segundo do roteador
- Estimar o numero médio de pacotes no roteador

PASSO 4. Lista completa de parâmetros:

- Os parâmetros estão relacionados com as características do sistema e da carga de trabalho;
- Deve ser feita uma lista completa de todos os parâmetros que afetam o desempenho;
- Esta lista deve ser dividida em: parâmetros do sistema e parâmetros da carga de trabalho;
- Esta lista permite ao analista definir quais os experimentos a serem feitos e quais os dados a serem coletados.

Parâmetros:

- Trafego de entrada distribuído exponencialmente com taxas λ_i
- Trafego de saída distribuído exponencialmente com taxas μ_i
- O tempo de roteamento e distribuído exponencialmente com taxa μ_{rot}

- O tempo de filtragem e distribuído exponencialmente com taxa μ_{fil}
- O tempo combinado de filtragem e roteamento e γ

PASSO 5. Selecione os Fatores a serem estudados:

- Parâmetros que podem variar durante o estudo são chamados de fatores;
- A lista de parâmetros deve ser dividida em duas partes: aqueles que variam e aqueles que não variam;
- Os possíveis valores associados aos fatores são chamados de níveis;
- Deve-se escolher uma lista pequena de fatores com seus respectivos níveis, para que o número de experimentos e dados a serem coletados sejam viáveis.

Fatores:

- N: Numero de linhas de entrada
- M: Numero de linhas de saída
- K: Tamanho da memoria (limitado a 10 pacotes)
- P: Tamanho dos pacotes (todos iguais)
- E: Probabilidade de erro 0.005 (0.5%)

```
                                          --> out-1
                                         /
lambda p/s                         beta  /
------------>  |||| -> Fil+Route     |---
                    mu_fil+mu_rot p/s  |   \
                                     |    \
                                   Erro    --> out-M
                                  (1-beta)     p/s com taxa mu
```

Questão b: Rede de Petri conforme a Figura 17

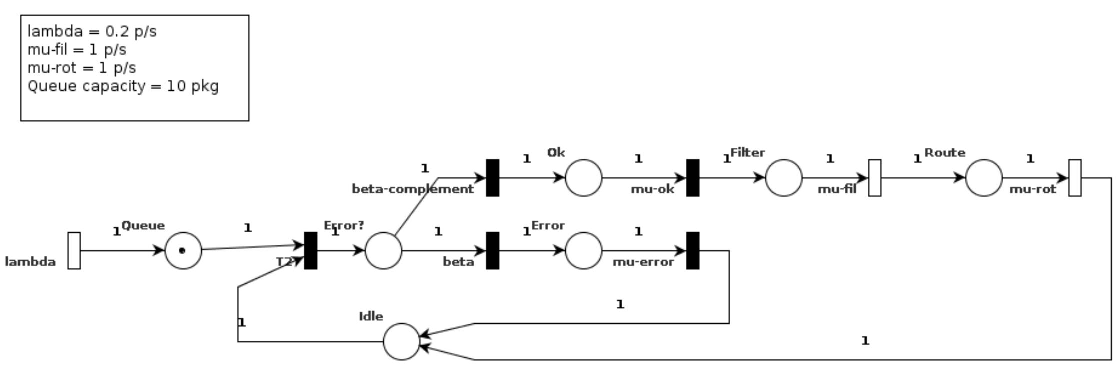


Figura 17: Rede de Petri ex 07

Questão c:

Não sei fazer isso =(

Questão d:

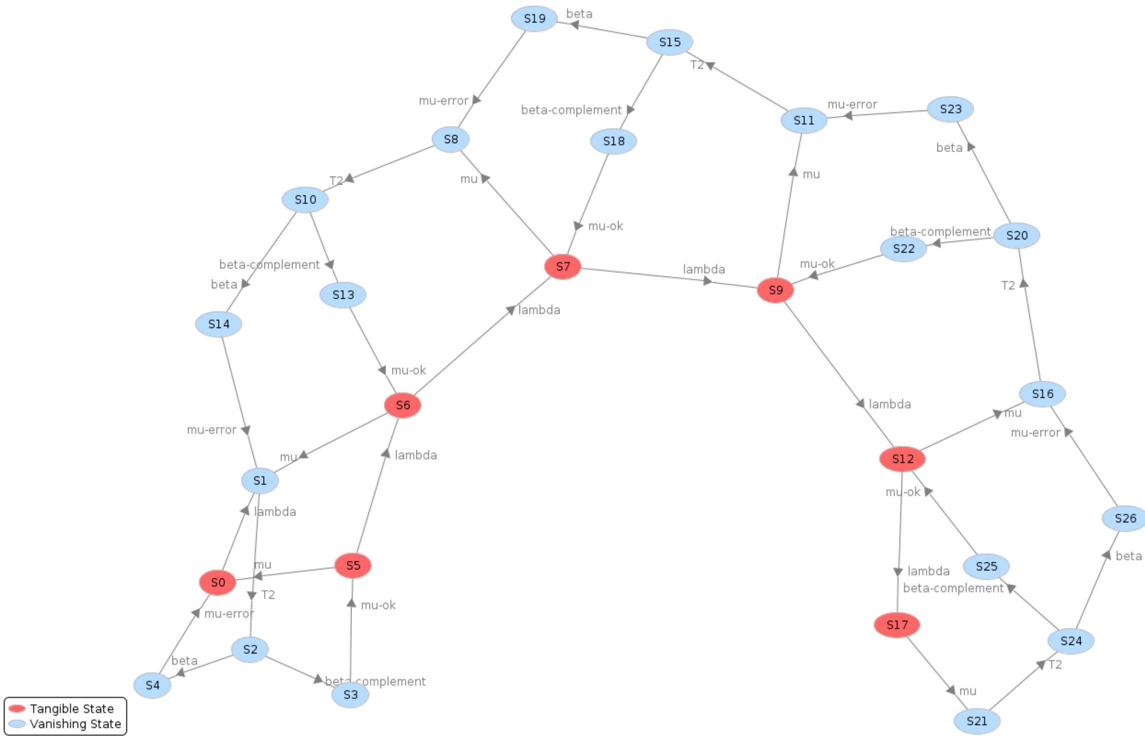


Figura 18: Cadeia de Markov ex 07 limitada a uma fila de tamanho 10

Simplificando o modelo e assumindo que não tem erros, e que a taxa de processamento e única μ (composta de $\mu_{fil}+\mu_{rot}$), o processo pode ser modelado como um processo marcoviano de nascimento e morte, com taxa λ para crescimento e μ para decrescimento.

As respostas as seguintes questões assumem um modelo simplificado de rede de Petri com taxa de chegada λ e taxa μ de saída conforme a Figura 19

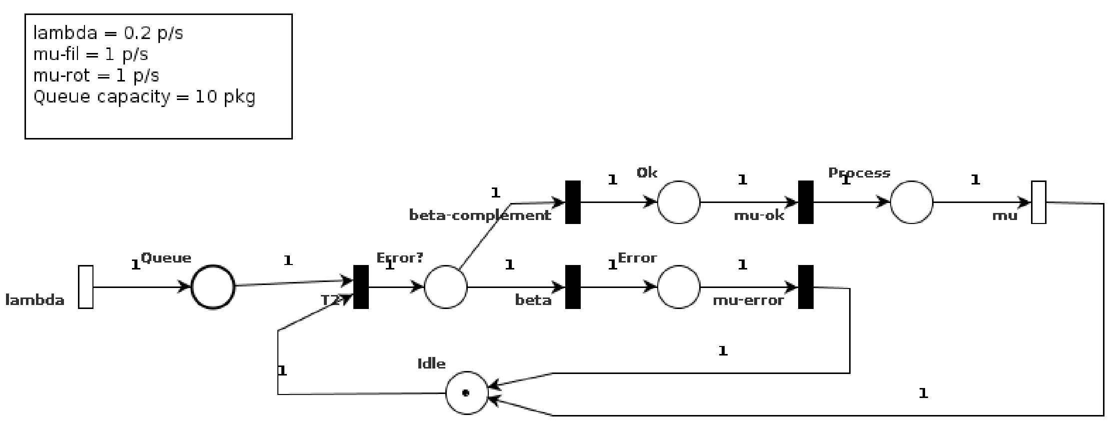


Figura 19: Rede de Petri ex 07

<u>Questão e.i:</u>

O fator de utilização seria a fracão de uso dada por $\frac{\lambda}{\mu}$

Questão e.ii:

A taxa de chegada que provocaria saturação seria qualquer $\lambda \geq \mu$

Questão e.iii:

Se a taxa de entrada (λ) for maior que a taxa de saída (μ), então o gargalo seria o processamento, caso contrario o sistema não teria gargalo e a fila estaria maiormente vazia.

Questão e.iv:

Não sei responder.

Questão e.v:

Assumindo $\lambda = 5$ p/s e $\mu = 10$ p/s, o numero médio de pacotes na fila e 3.

Questão e.vi:

A modelagem atual não contempla tamanho de memoria =(

Questão e.vii:

A modelagem atual não contempla tamanho de memoria =(