Retirado de apontamentos de IO da FEUP:

Serviço de emergência:

(a) Probabilidade do médico estar ocupado = 0.8;
(b) Tempo médio de espera de um doente até ser atendido:
W_q = 1,3333 horas
(c) Tempo médio de espera de um doente até ser atendido:
W_q = 0,1111 horas
(d) O tempo dos médicos será utilizado a 40%.
(e) Tempo médio de espera de um doente até ser atendido:
W_q = 0,0635 horas
(f) O tempo médio total de um doente no serviço de atendimento no caso de o atendimento ser feito por dois médicos é W = 0,3968 horas.
No caso de o atendimento ser feito por um médico com um assistente, o tempo médio total de um doente no serviço de atendimento é W = 0,2777 horas.

Veterinária:

O tempo médio de espera na fila: W_q = 0,8555 dias:
Logo a afirmação de Edmundo Terra é incorreta, dado que as chamadas estão menos de um dia à espera para serem atendidas.

Estação de correios:

O tempo total médio que será gasto com o atendimento num dia são 826, 5 minutos. O tempo de atendimento disponível será = S *8 *60 minutos. A taxa de inatividade dos funcionários será portanto de 14% para dois servidores, 43% para três servidores e 57% para quatro servidores.

Porto de mar:

A ampliação do cais justifica-se se a redução de custos com imobilização e desvio de navios for superior a 1000 e/dia, o encargo adicional com a ampliação.
Como a redução de custo (19 102 euros/dia - 16 809 euros/dia = 2 293 euros/dia) é superior ao encargo adicional de 1 000 e/dia, compensa ampliar o cais de modo a receber 3 navios.

Boeingavela:

(a) Tempo médio de espera no sistema:
W = 0,3328 horas:
(b) P_3 = 0,1354, os clientes perdidos serão 13.54%.
(c) Tempo médio de espera no sistema:
W = 0,1139 horas.

Gasolineira:

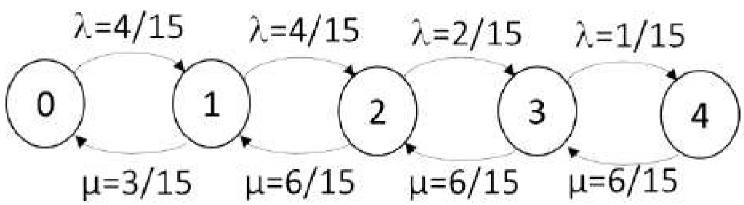
Como a taxa de entrada depende do estado do sistema (isto é, varia de acordo com a configuração do sistema), não se pode usar o formulário do sistema M/M/2, com capacidade limitada (K=4).

É necessário definir o diagrama de transição entre estados e determinar as equações de equilíbrio do sistema.

Taxa de chegada de clientes → Poisson $\lambda_0 = 4$ clientes/15 minutos
$\lambda_1 = 4$ clientes/15 minutos
$\lambda_2 = 2$ clientes/15 minutos
$\lambda_3 = 1$ clientes/15 minutos

Tempo de atendimento → Exponencial negativa ($\frac{1}{\mu} = 5$ minutos)

Taxa de atendimento → Poisson ($\mu = \frac{1}{5}$ / minuto $\Leftrightarrow$ $\mu = 3$ / 15 minutos)



(a) Equações de equilíbrio do sistema:

$$\begin{cases} \lambda_0 P_0 = \mu P_1 \\ (\lambda_1 + \mu) P_1 = \lambda_0 P_0 + 2\mu P_2 \\ (\lambda_2 + 2\mu) P_2 = \lambda_1 P_1 + 2\mu P_3 \\ (\lambda_3 + 2\mu) P_3 = \lambda_2 P_2 + 2\mu P_4 \\ P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} 4P_0 - 3P_1 = 0 \\ -4P_0 + 7P_1 - 6P_2 = 0 \\ -4P_1 + 8P_2 - 6P_3 = 0 \\ -2P_2 + 7P_3 - 6P_4 = 0 \\ P_1 + P_2 + P_3 + P_4 P_5 = 1 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} P_0 = 0.280 \\ P_1 = 0.374 \\ P_2 = 0.249 \\ P_3 = 0.083 \\ P_4 = 0.014 \end{cases}$$

(b) Percentagem de clientes perdidos:

$(\lambda - \bar{\lambda})/\lambda = (4 - 3.197)/4 = 0.201$

$$\bar{\lambda} = 4P_0 + 4P_1 + 2P_2 + 1P_3 + 0P_4 = 3.197 \text{ clientes / 15 minutos}$$

A percentagem de clientes perdidos é 20.1%.

(c) **Tempo médio no sistema:**

$W = L/\bar{\lambda} = 1.177/3.197 = 0.368$

Note-se que este valor está em unidades de 15 minutos (ou um quarto de hora), de forma que será necessário multiplicar por 15 para converter o valor em minutos.

$W = 0.368 \times 15 = 5.52$ minutos

$$L = 0P_0 + 1P_1 + 2P_2 + 3P_3 + 4P_4 = 1.177$$

Tempo médio na fila de espera:

$W_q = L_q/\bar{\lambda} = 0.111/3.197 = 0.0347$ (note-se que este valor está em unidades de 15 minutos (ou um quarto de hora), de forma que será necessário multiplicar por 15 para converter o valor em minutos.

$W_q = 0.0347 \times 15 = 0.52$ minutos

$$L_q = 0P_0 + 0P_1 + 0P_2 + 1P_3 + 2P_4 = 0.083 + 2 \times 0.014 = 0.111$$

Este valor do tempo médio na fila de espera poderia ter sido obtido subtraindo o tempo de atendimento (5 minutos) ao tempo médio no sistema (W):

$W_q = W - 5 = 5.52 - 5 = 0.52$ minutos