



## Solución CTP 4

### Martes 26 de Octubre de 2004

1. El sistema queda de la siguiente forma:

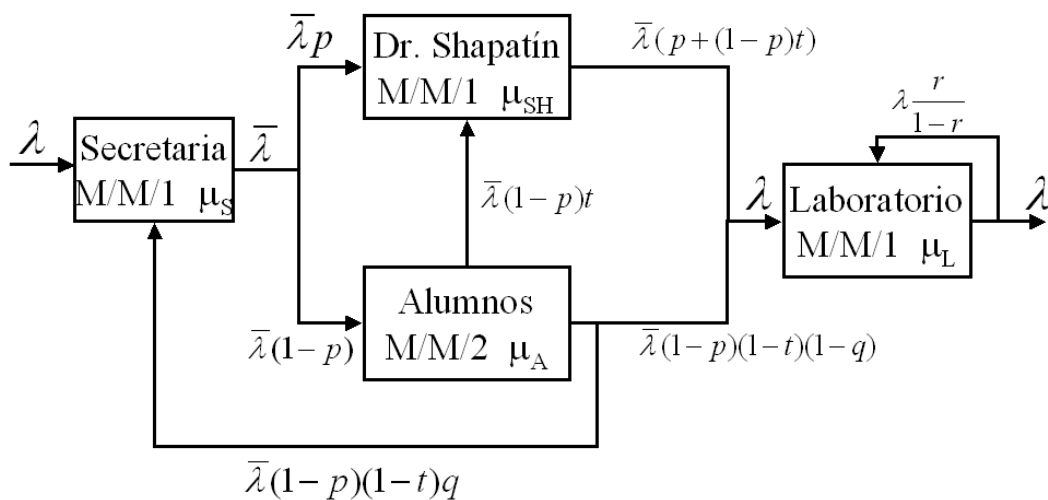


Figura 1: Centro Médico

Es necesario notar que, debido al reflujo de las pacientes que desean recibir una nueva atención infiltrándose en la fila de la *Secretaria*, es necesario calcular la tasa efectiva de entrada a este sistema.

$$\bar{\lambda} = \lambda + \bar{\lambda}(1-p)(1-t)q$$

Despejando esta expresión se obtiene el valor de  $\bar{\lambda}$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{1-(1-p)(1-t)q}$$

La tasa de llegada al *Laboratorio* debe considerar el reflujo producido por la repetición de los exámenes fallidos.

$$\lambda_L = \lambda + r\lambda_L$$

$$\lambda_L = \frac{\lambda}{1-r}$$

De esta forma se tiene que las tasas efectivas son las siguientes:

Sistema	Tasa Efectiva	Valor
Secretaria	$\lambda_S$	$\bar{\lambda}$
Dr. Shapatín	$\lambda_{SH}$	$\bar{\lambda}(p + (1-p)t)$
Alumnos en Práctica	$\lambda_A$	$\bar{\lambda}(1-p)$
Laboratorio	$\lambda_L$	$\frac{\lambda}{1-r}$

Respecto a las condiciones de estado estacionario, éstas son las siguientes:

Sistema	Condición
Secretaria	$\frac{\lambda_S}{\mu_S} < 1$
Dr. Shapatín	$\frac{\lambda_{SH}}{\mu_{SH}} < 1$
Alumnos en Práctica	$\frac{\lambda_A}{2\mu_A} < 1$
Laboratorio	$\frac{\lambda_L}{\mu_L} < 1$

2. La fracción de pacientes provenientes de los *Alumnos en Práctica* que atiende el *Dr. Shapatín* corresponde a:

$$\frac{\bar{\lambda}(1-p)t}{\bar{\lambda}(p+(1-p)t)} = \frac{(1-p)t}{p+(1-p)t}$$

3. Se está pidiendo el tiempo de alguien que siguió la ruta *Secretaria-Dr. Shapatín-Laboratorio*, este tiempo corresponde a:

$$W_S + W_{SH} + \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot r^{i-1} \cdot (1-r)W_L = W_S + W_{SH} + \frac{W_L}{1-r}$$

Los valores de  $W$  se pueden obtener a través de la ecuación de Little como  $W = \frac{L}{\lambda}$ , de esta forma se tiene:

$$W_S = \frac{1}{\mu_S - \lambda_S}$$

$$W_{SH} = \frac{1}{\mu_{SH} - \lambda_{SH}}$$

$$W_L = \frac{1}{\mu_L - \lambda_L}$$

De esta forma

$$\frac{1}{\mu_S - \lambda_S} + \frac{1}{\mu_{SH} - \lambda_{SH}} + \frac{1}{1-r} \cdot \frac{1}{\mu_L - \lambda_L}$$

4. Al eliminar la posibilidad de que las pacientes atendidas por los *Alumnos en Práctica*, el el tiempo que demoran las pacientes que avanzan por esta ruta dentro del sistema corresponde a:

$$W_{antes} = W_S + W_A + \frac{W_L}{1-r}$$

La nueva situación sólo afecta al sitema de los *Alumnos en Práctica*, por lo que la reducción de tiempo puede escribirse como:

$$W_{despues} - W_{antes} = W_S + W'_A + \frac{W_L}{1-r} - W_{antes} = W'_A - W_A$$

El menor tiempo que se puede permanecer en el sistema de los *Alumnos en Práctica* es cuando se contratan infinitos Alumnos en Práctica para que atiendan en el centro médico pasando este sistema a ser una cola  $M/M/\infty$ , luego:

$$W'_A = \frac{1}{\mu_A}$$

Para encontrarr la cota superior a la reducción de tiempo es necesario calcular  $W_A$ , que corresponde al tiempo en una cola  $M/M/2$ .

$$W_A = \frac{1}{\mu_A (1 - (\frac{\lambda_A}{2\mu_A})^2)}$$

Así la máxima reducción posile en el tiempo de quienes deben seguir esta ruta es:

$$W'_A - W_A = \frac{1}{\mu_A} - \frac{1}{\mu_A (1 - (\frac{\lambda_A}{2\mu_A})^2)}$$

Dudas, consultas y comentarios a  
dyung@ing.uchile.cl