

## Guía de Problemas a resolver e investigar

### Problemas generales

1. Indique y describa brevemente las etapas a seguir en un estudio de evaluación del rendimiento utilizando modelos de redes de espera.

---
2. Describa brevemente los tipos de carga de trabajo que se pueden representar en un modelo de red de espera.

---
3. Utilizando la Ley de Little deduzca paso a paso la fórmula para el tiempo de residencia en un centro de servicio de un modelo abierto.

---
4. Use el teorema de llegada instantánea para demostrar que en un modelo cerrado balanceado, con **K** centros de servicio, nivel de multiprogramación **N**, y demanda de servicio **D<sub>k</sub>**, el caudal del sistema está dado por:  
$$X = N / (N + K - 1) * (1/D_k)$$

---
5. **Resolver lo siguiente:**
  - (a) ¿Qué diferencia hay entre un modelo de rendimiento cerrado y uno abierto?
  - (b) ¿Qué significa "validar" un modelo de rendimiento? ¿Porqué es necesario efectuar una "validación" del modelo?
  - (c) Indique en qué condiciones, en un sistema real puede ser efectivo que  $X = \lambda$ .

---
6. ¿Qué significa efectuar una "validación" y un "análisis de sensibilidad" de un modelo de rendimiento?

---
7. Considere un modelo de un sistema interactivo con limitaciones de memoria en el que, además de representar el subsistema central (CPU y discos), se considera una cola de memoria. Una interacción desde un terminal debe esperar por una partición de memoria antes de poder ser procesada por el subsistema central.  
  
Se tienen 23 terminales activos con un tiempo de respuesta promedio del sistema (en el terminal) de 30 segs., un caudal de 0.45 interacciones/seg y un número promedio de 1.9 interacciones ocupando memoria. La demanda de servicio de Cpu es de 0.63 segs por interacción.  
  
¿Cuál es el tiempo de pensamiento promedio en el terminal. ¿En promedio, cuántos usuarios estaban intentando obtener servicio en el sistema? ¿Cuántos estaban en cola esperando por memoria? ¿En promedio, cuál fue el tiempo de espera por memoria? ¿Cuál fue la utilización de la Cpu?

---
8. Dadas las estadísticas de un monitor de muestreo como "SPM" y de un monitor de eventos como "Account", indique (y explique) las distintas maneras como se podrían calcular los siguientes parámetros para un modelo de múltiples clases:
  - a) clasificación de procesos en tipo batch, interactivo y transaccional
  - b) tasa de llegada de clases transaccionales
  - c) niveles de multiprogramación de clases batch
  - d) número promedio de terminales activos **N** y tiempos de pensamiento **Z** para clases interactivas
  - e) demandas de servicio de Cpu, por clase

f) demandas de servicio de cada discos, por clase

---

9. Suponga un modelo abierto, de dos clases transaccionales, con los siguientes parámetros (unidades de tiempo en segundos):

$$\lambda_1 = 0.25 \text{ procesos/seg} ; \lambda_2 = 0.3 \text{ procesos/seg}$$

$$V_{1,CPU} = 95 \quad V_{1,disco1} = 30 \quad V_{1,disco2} = 70$$

$$V_{2,CPU} = 105 \quad V_{2,disco1} = 20 \quad V_{2,disco2} = 75$$

$$S_{CPU} = 0.01 \quad S_{disco1} = 0.03 \quad S_{disco2} = 0.02$$

Calcule lo siguiente:

(a) utilización de CPU, disco1 y disco2, (b) tiempos de respuesta para cada clase de procesos y del sistema, (c) largo de cola en la CPU, disco1 y disco2, (d) nivel de multiprogramación promedio del sistema, (f) ¿Qué aconsejaría al administrador para mejorar el desempeño del sistema? Justifique.

---

10. Considere un modelo de un sistema interactivo con limitaciones de memoria en el que, además de representar el subsistema central (CPU y discos), se considera una cola de memoria. Una interacción desde un terminal debe esperar por una partición de memoria antes de poder ser procesada por el subsistema central.

Se tienen 25 terminales activos con un tiempo de respuesta promedio del sistema (en el terminal) de 30 segs., un caudal de 0.45 interacciones/seg y un número promedio de 1.7 interacciones ocupando memoria. La demanda de servicio de Cpu es de 0.43 segs por interacción.

¿Cuál es el tiempo de pensamiento promedio en el terminal. ¿En promedio, cuántos usuarios estaban pensando?

¿Cuántos estaban en cola esperando por memoria? ¿En promedio, cuál fue el tiempo de espera por memoria? ¿Cuál fue la utilización de la Cpu?

---

11. Suponga Ud. que se tiene un aeropuerto con tres pistas de aterrizaje/despegue, y con 10 mangas para el embarque/desembarque de pasajeros. Una manga sólo puede atender a un avión a la vez, lo mismo que cada pista.

Para entrar al aeropuerto, los aviones deben pedir autorización por radio. Si todas las pistas están siendo utilizadas, deben esperar en el aire hasta que les avisen que pueden entrar. Lo mismo ocurre cuando solicitan pista para despegar: si están todas ocupadas, deben salir de la manga y esperar en la zona de espera de pistas.

Una vez que un avión ha aterrizado, si todas las mangas están ocupadas, debe esperar (en una zona de espera) a que alguna se desocupe.

Antes de despegar, el avión debe ser visitado por un equipo técnico (único en el aeropuerto) para asegurar las buenas condiciones de las turbinas.

Para efectos prácticos, se puede asumir que los tiempos de movimiento de entrada/salida a/de las mangas es insignificante con respecto a los tiempos de carga/descarga y de revisión de los aviones.

Existen cuatro tipos de aviones:

(a) los que llevan en promedio 100 personas, (b) los que llevan en promedio 300 personas, (c) los que traen y llevan mercaderías (correo, ropa, hardware, software, etc.), y (d) los que traen narcotraficantes.

Suponga que pueden ocurrir las siguientes situaciones:

(a) Períodos de mucha carga en que los aviones deben esperar fuera del puerto y van entrando ordenadamente en la medida que se desocupan pistas y mangas.

(b) Períodos de carga normal en que los aviones van llegando y siempre hay pistas y muelles desocupados donde pueden aterrizar/despegar y cargar/descargar.

Como modelaría Ud. el problema de rendimiento de este aeropuerto, utilizando las técnicas de modelación vistas en clase? Indique tipo de modelo, centros de servicio, tipos de cargas, clases de procesos, demandas de servicio, etc.

¿Indique cuales supuestos de modelos separables se cumplen y cuales no ... justifique.

12. Explique la aplicación de la Ley de Little (interpretación de parámetros) en los siguientes casos: (a) dispositivo (por ej., un disco) sin cola, (b) dispositivo con su cola, (c) modelo cliente-servidor, (d) modelo interactivo.
- 

## Modelos Mixtos

13. Demuestre que en un modelo mixto de múltiples clases,

$$R_{c,k} = (D_{c,k} * (1 + Q_{b,k})) / (1 - U_{a,k})$$

donde :

$R_{c,k}$  representa el tiempo de residencia en la unidad k de un proceso de clase abierta C.

$D_{c,k}$  representa la demanda de servicio en la unidad k de un proceso de clase abierta C.

$Q_{b,k}$  representa el largo de cola en la unidad k que producen los procesos de todas las clases cerradas B.

$U_{a,k}$  representa la contribución a la utilización de la unidad k que producen todas la clases abiertas A.

---

14. Suponga un modelo con una CPU y un disco, y con una clase interactiva (**int**) y una clase transaccional (**trans**), con los siguientes parámetros:

$$D_{int,cpu} = 0.87 \text{ segs } D_{trans,cpu} = 0.7 \text{ segs}$$

$$D_{int,disco} = 0.69 \text{ segs } D_{trans,disco} = 0.3 \text{ segs}$$

$$N_{int} = 2 \text{ tasa llegada trans} = 0.7 \text{ trans/seg}$$

$$Z_{int} = 15 \text{ segs}$$

Utilizando el algoritmo MVA para clases mixtas (y el algoritmo de MVA exacto para modelos de una sola clase de tipo interactiva) calcule lo siguiente:

- (a) utilización de la CPU y el disco
  - (b) tiempo de respuesta de cada clase
- 

## Modelos cerrados

15. Desarrollar las siguientes preguntas:

(a) ¿Qué supuesto/ecuación permite resolver en forma exacta un modelo cerrado a través de una iteración desde 1 a N terminales activos?

(b) ¿Qué supuesto/ecuación permite resolver en forma aproximada un modelo cerrado a través de una iteración que termina cuando se encuentran dos pasos suficientemente cercanos? ¿Se podría mejorar este supuesto para acelerar la iteración?

(c) Deduzca y justifique los requerimientos de tiempo y espacio de los algoritmos MVA de solución exacta de modelos cerrados para una sola clase y para múltiples clases.

- 1. Deduzca y justifique los requerimientos de tiempo y espacio de los algoritmos MVA de solución aproximada de modelos cerrados para una sola clase y para múltiples clases.

## Discos y E/S

16. Porqué en las mediciones (a través de un monitor) de los tiempos de servicio de un disco, se encuentra incluido el tiempo de contención por controlador?
- 

17. Considere los modelos de contención de canal (o controlador) de discos RPS y no-RPS. Demuestre que para los mismos tiempos de búsqueda ("seek"), de rotación, de transferencia y las mismas visitas, la "demanda de servicio efectiva" será menor para discos RPS que para discos no-RPS, para cualquier caudal  $X$  que no sature al canal.
- 

18. Considere una nueva tecnología de discos RPS, en la cual cada disco contiene un buffer. Asuma un subsistema de E/S compuesto sólo de estos discos y controladores, que funciona de la siguiente manera. Cuando se realiza una operación de lectura, la búsqueda y latencia se efectúan en forma independiente del controlador. Si el controlador se encuentra disponible al momento en que el bloque a ser transmitido pasa por la cabeza lectora, el bloque es efectivamente transferido a memoria.

En caso de que el controlador no esté disponible, el bloque es almacenado en el buffer del disco, y el disco espera (en FCFS) a que se libere el controlador para transmitir el bloque de datos. Más aún si el dato a ser leído estaba ya en el buffer, no es necesario efectuar la búsqueda y latencia. Frente a una operación de escritura, el buffer no tiene ningún efecto (es decir, funciona como un disco RPS normal).

Deduzca una expresión para el tiempo de servicio efectivo de este tipo de disco. ¿Qué parámetros de entrada son necesarios?

---

## Markov

19. Indique y justifique brevemente en que casos Ud. utilizaría técnicas de balance global y de simulación, en vez de las técnicas de modelos analíticos separables de redes de espera (basados en el análisis operacional).
- 

20. Considere un modelo cerrado, con carga tipo interactiva, con una CPU y un disco D1. Suponga también que existen dos clases de procesos, A y B, con un terminal activo de clase A y dos terminales activos de clase B. La clase A tiene prioridad sobre la clase B en el uso de la CPU. El tiempo de pensamiento  $Z$  para ambas clases de procesos es de 50 segundos.

Las visitas que ejecuta un proceso a cada centro de servicio son las siguientes:

$$V[A,cpu] = 16 \quad V[A,D1] = 15$$

$$V[B,cpu] = 11 \quad V[B,D1] = 4$$

Los tiempos de servicio para cada visita son los siguientes:

$$S[A,cpu] = 15 \quad S[A,D1] = 20$$

$$S[B,cpu] = 13 \quad S[B,D1] = 20$$

Utilice un sistema de ecuaciones lineales balanceadas (cadena de Markov) para encontrar:

- (1) El caudal (throughput) global de cada clase,
- (2) Los largos de cola en la CPU de ambas clases,
- (3) La utilización de la CPU por cada clase, y
- (4) El tiempo de respuesta para cada clase.