



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**Profesor:** Fernando Ordóñez P.

**Semestre:** Otoño 2010

**Fecha:** 30 de Abril de 2010

## IN47B Ingeniería de Operaciones Control N<sup>o</sup> 1

### Problema 1 (50 %)

1. (0.5 pts) Explique si es posible o no hacer una simulación de Monte Carlo que represente el sistema de una cola de un banco.
2. (0.5 pts) Sea  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ , donde  $x_1, \dots, x_n$ , son un sampleo i.i.d. de una variable aleatoria  $X$ . Muestre que  $\bar{x}$  es un estimador insesgado de la esperanza de  $X$ .
3. (0.5 pts) Si  $x_1, \dots, x_n$  son el resultado de  $n$  corridas independientes de un simulador, y se conoce además  $n$  resultados de una variable aleatoria  $Z$  que tiene  $E(Z) = 4$ ,  $\text{Var}(Z) = 6$  y  $\text{Cov}(X, Z) = -0,5$ . Encuentre el mejor intervalo de confianza posible en torno a  $E(X)$ .
4. Considere el algoritmo Euclidiano para encontrar el máximo común divisor entre dos números:

---

#### Algorithm 1 ALGORITMO EUCLIDIANO

---

```
Input  $a$  y  $b$ 
if  $a = 0$  then return  $b$ 
while  $b \neq 0$  do
  if  $a > b$  then
     $a := a - b$ 
  else
     $b := b - a$ 
  end if
end while
return  $a$ 
```

---

- a) (0.25 pts) ¿Como se mide el tamaño de una instancia para el problema de encontrar el máximo común divisor? (note que el tamaño de un problema esta relacionado con el trabajo necesario para resolverlo)
- b) (0.25 pts) Suponiendo que sumas, restas, asignaciones y comparaciones son 1 operación, ¿Cuántas operaciones se demora el algoritmo Euclidiano en el peor caso? ¿Y en el mejor caso?. Resuma el número de operaciones en el término que crece más rápidamente cuando el tamaño del problema aumenta.

5. (0.5 pts) ¿Que ocurre con las reglas  $EMSR_a$  y  $EMSR_b$  cuando el supuesto que los clientes mas baratos compran primero no es valido?
6. (0.5 pts) ¿Para que sirven los cupones en Revenue Management? De dos ejemplos más de prácticas en RM que logran el mismo objetivo.

## Problema 2 (50 %)

Usted decide simular un sistema de venta de pasajes de avion para observar el impacto de distintas formas de asignar la capacidad a las distintas clases. En el caso de un vuelo en particular, los estudios de demanda estiman que llegan tres tipos de clientes: los dispuestos a pagar tarifa economica (tipo e), ejecutiva (tipo j) y primera clase (tipo p). Los tiempos entre llegadas para todos los clientes estan distribuidos como una exponencial adonde el tiempo promedio entre llegadas es diferente para los distintos tipos y si falta mas de un mes para el vuelo o no. Es decir, los pasajeros economicos aparecen con tiempos entre llegadas distribuidas de forma exponencial con un promedio  $\mu_{e1}$  si falta mas de un mes para el vuelo y  $\mu_{e2}$  si falta menos de un mes para el vuelo. Similarmente para los tipos j y p. Cuando aparece un cliente se usa  $EMSR_b$  para decidir si se vende el pasaje o no. Se recalculan las probabilidades de llegada de clientes cada semana o si la capacidad del vuelo baja mas del 10% desde el último calculo.

1. (0.5 pts) Si no dispone de un generador de variables aleatorias exponenciales, ¿Como puede generar las variables aleatóreas que representan los tiempos entre llegadas?
2. (0.5 pts) ¿Cuales son las variables de estado y eventos de este sistema?
3. (0.7 pts) Indique como determina el tiempo que debe durar la simulación. Describa el procedimiento para avanzar el tiempo en la simulación.
4. (0.5 pts) Proponga políticas de control que podría evaluar usando este simulador. ¿Que estadísticos usaría para determinar la mejor política.
5. (0.8 pts) Suponga que al comienzo de la ultima semana, llega un cliente de tarifa ejecutiva y quedan 2 asientos disponibles aún. Si se tienen los siguientes parametros: precios  $c_e = 1000$ ,  $c_j = 2000$ ,  $c_p = 3500$  y tiempos promedio entre llegadas  $\mu_{e2} = 7$  días,  $\mu_{j2} = 10$  días,  $\mu_{p2} = 13$  días. ¿Se le vende o no se vende asiento al cliente ejecutivo?
6. (BONUS 0.5 pts) En la tarea de simulación se debía realizar la carga/descarga de los camiones a una cierta tasa dada. Señale en qué afecta a los resultados si en el modelo la carga/descarga de cada camión se realiza en una única vez, estimando el tiempo que llevaría realizarlo y efectuándola al final de éste, en vez de realizar la carga/descarga de forma continua (o minuto a minuto, por ejemplo). ¿Cual de las dos opciones se ajusta más a la realidad? ¿Por qué?