

**Profesores:** Daniel Espinoza G. - Jaime Miranda P.

**Semestre:** Primavera 2006

**Fecha:** 28 de septiembre de 2006

# IN47B Ingeniería de Operaciones

## Control N°1

### Problema 1 (50 %)

1. (1ptos.) Considere el problema de asignar trabajos a distintas máquinas. Asuma que el conjunto de máquinas está dado por el conjunto  $M$ , y el conjunto de trabajos está dado por el conjunto  $T$ . Asuma que cada máquina  $m \in M$  puede realizar sólo un sub-conjunto de trabajos  $T_m \subseteq T$ , y obtener un beneficio  $c_{mj}$  para cada  $j \in T_m$ .

a) Formule un modelo matemático que modele el problema de asignar exactamente una máquina a cada trabajo a beneficio máximo, ¿Que supuestos extras son necesarios para que el problema sea factible?

Definimos variables  $x_{mj}$  por cada máquina  $m \in M$  y trabajo  $j \in T_m$ , que representa la asignación de la máquina  $m$  al trabajo  $j$ . Con esto el modelo se puede escribir

$$\begin{aligned}
 \text{máx} \quad & \sum_{m \in M, j \in T_m} c_{mj} x_{mj} \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{m \in M: j \in T_m} x_{mj} = 1 \quad \forall j \in T \\
 & \sum_{j \in T_m} x_{mj} \leq 1 \quad \forall m \in M \\
 & x_{mj} \in \{0, 1\} \quad \forall m \in M, j \in T_m.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Note que para factibilidad se debe cumplir que  $|\{m : j \in T_m\}| \geq 1$  para todo  $j \in T$ , y más exactamente, se debe tener que para todo  $T' \subset T$   $|\{m : T_m \cap T' \neq \emptyset\}| \geq |T'|$ , lo que implica que  $|M| \geq |T|$ . De hecho,

estas condiciones son necesarias y suficientes para la factibilidad del problema (1). Para obtener puntaje completo, al menos alguna de estas condiciones debe ser mencionada.

- b) Formule un modelo matemático que modele el problema de asignar a lo más una máquina a cada trabajo a beneficio máximo. ¿Que supuestos extras se pueden hacer en términos de  $c_{mj}$ ?

Usando las mismas variables y definiciones anteriores, el modelo se puede escribir como

$$\begin{aligned}
 & \text{máx} \quad \sum_{m \in M, j \in T_m} c_{mj} x_{mj} \\
 & \text{s.t.} \quad \sum_{m \in M: j \in T_m} x_{mj} \leq 1 \quad \forall j \in T \\
 & \quad \sum_{j \in T_m} x_{mj} \leq 1 \quad \forall m \in M \\
 & \quad x_{mj} \in \{0, 1\} \quad \forall m \in M, j \in T_m.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Note que el problema 2 siempre es factible, sin embargo, dado que estamos maximizando, cualquier asignación con beneficio negativo, no se llevara a cabo, por que existe una solución alternativa, de mejor costo, sin esa asignación. Esto significa que podemos asumir que  $c_{mj} > 0$ .

2. (1ptos) Indique en qué condiciones resulta beneficioso enfrentar el problema de transporte con (no mas de cinco líneas por tipo):

- a) Vehículos propios.

Cuando el transporte es parte central del negocio de la empresa, y la demanda es bastante estable en el mediano plazo, la alternativa de vehículos propios resulta particularmente beneficiosa. Algunos ejemplos de estas situaciones son el transporte de carga en grandes volúmenes, u operaciones de extracción no sujetas a estacionalidad, por ejemplo en minería. Note que también en el caso que contratar capacidad extra en períodos de alta demanda es imposible, esta estrategia es la mejor, un ejemplo de esto es la industria aérea y en ferrocarril de pasajeros.

- b) Vehículos propios y sub-contratados (sistema mixto).

Nuevamente cuando el transporte es parte central del negocio de la empresa, pero la demanda esta sujeta a fuertes variaciones estacionales, es una situación donde esta alternativa es atractiva, ejemplos de

esto son FEDEX y UPS, transporte de pasajeros por bus, etc. Situaciones donde se quiere prestar servicio especial o garantizado a algunos clientes también cae en esta categoría.

c) Vehículos sub-contratados.

Finalmente, en la medida que el volumen del transporte sea menor, o la demanda tiene una fuerte estacionalidad con períodos de demanda casi cero, o transporte en si mismo no es parte esencial del negocio de la empresa, la alternativa de sub-contratar el transporte es la más atractiva. Ejemplos de esto son la industria del agro en general, despacho en general de pequeña empresas, etc.

3. (1ptos.) Indique y describa brevemente los elementos de la cadena de suministro (no mas de 10 líneas).

Los componentes de la cadena de suministro incluye todo el proceso de procurar materias primas (a veces incluso su fabricación), transporte hasta los centros de producción, organización del proceso de transformación de materias primas a bienes intermedios y finales, transporte y almacenaje, estimación de demandas, y manejo de canales de ventas. Incluye también la colaboración con proveedores y con clientes, el manejo de *reclamos* y *devoluciones* y el control de calidad. Esto esta íntimamente ligado con lo sistemas computacionales y de información que permiten el desarrollo de todas estas actividades, por lo que también se le considera parte de la cadena de suministro.

## Problema 2 (50 %)

a) (1.2 ptos.) ¿Este sistema lo simularía con un enfoque transiente o estacionario? Qué puede decir respecto de las condiciones iniciales del sistema?

El sistema debe ser simulado considerando un estado transiente. Esto se justifica debido a que el sistema tiene un tiempo finito de operación (de 6 : 00 – 24 : 00 hrs.), lo que genera que el sistema este cerrado. Esto implica que las condiciones iniciales son relevantes para la simulación.

b) (1.2 ptos.) ¿Qué entidades definiría para la simulación? ¿Cuáles deberían ser los atributos principales a manejar para estas entidades? ¿Con qué recursos se cuenta?

Existen dos tipos de entidades, por un lado son las personas que llegan al local de comida rápida y, por otro, los pedidos que son entregados en el

mesón a la hora de la compra.

Los atributos que se deben considerar están asociados a la compra misma, por ejemplo si paga con efectivo o tarjeta de crédito, la descripción del pedido como por ejemplo: tipo de sandwich, tipo de bebestible, si compra postres u otros productos.

Los recursos utilizados por este sistema son: los insumos para preparar los pedidos, la infraestructura del local, los utensilios de cocina, etc.

- c) **(1.2 ptos.)** ¿Qué variables sería necesario definir para realizar una corrida de simulación? ¿Cómo definiría y calcularía los indicadores de desempeño relevantes para este problema?

Las variables que se deben medir son los tiempos de llegada de los clientes, las características de los pedidos, los tiempos de atención de los operadores, tanto en caja, preparación de pedidos y entrega de los mismos. Se debería además, estimar la capacidad del sistema y los potenciales abandonos por capacidad o máxima disponibilidad de espera.

Los indicadores de desempeño relevantes se relacionan a dos aspectos. El primer aspecto corresponde a los indicadores de desempeño del sistema en si, como lo son el largo y tiempo promedio en cola y la utilización de los operarios. El segundo aspecto se relaciona con los indicadores del negocio, como por ejemplo los abandonos por capacidad y espera máxima.

Las variables deben ser d

- d) **(1.2 ptos.)** Construya un diagrama *IDEFO* que permita entender este proceso considerando todo lo definido en los puntos anteriores.

Figura 1: Diagrama del Sistema.

- e) **(1.2 ptos.)** ¿Cómo definiría y obtendría la información necesaria de entrada para la construcción de un modelo de simulación?

La información de entrada se representa principalmente por los elementos básicos de un sistema de espera. Se debe definir el proceso de llegada, tanto los instantes de llegada y como si estas son individuales o en batch. se debe definir los tiempos de atención o de operación de cada actividad de la entrega de servicio (preparación, cocina y entrega) y al igual que en el caso anterior si estos pedidos son individuales o en batch.

## Bono (0.7 ptos.)

Responda en no mas de cuatro líneas las siguientes preguntas:

- a) Describa brevemente el modelo de negocios de DayJet.

Brindar servicio de transporte aéreo flexible (sin rutas ni itinerarios fijos) a *bajos* precios y con una amplia cobertura.

- b) ¿Cuáles fueron, a su juicio, los elementos principales que permitieron obtener soluciones para problemas con 300 aviones?

Un modelo de optimización efectivo para pequeños problemas, y el uso masivo de poder computacional paralelo para obtener soluciones heurísticas basadas en este modelo de optimización.

- c) Nombre, a su juicio, los tres problemas más relevantes que debe resolver DayJet.

Algunos ejemplos son los siguientes: Predecir demanda, aceptar/rechazar clientes en línea, optimización de las rutas a volar cada día, definir zonas de atención, manejo del mantenimiento en general en forma coordinada con las operaciones.