

### CONTROL N°3

#### Pregunta 1

Considere la operación discutida en clases de Kristen's Cookie. La siguiente tabla resume este proceso. Note que en el Step 1(Mix & Spoon) el recipiente para la mezcla puede contener ingredientes hasta para 3 docenas de galletas.

| Processing Times for Each Step (1 tray = 1 dozen cookies) |          |        |          |           |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------|----------|-----------|
| Step 1                                                    | Step 2   | Step 3 | Step 4   | Step 5    |
| Mix & Spoon                                               | Bake     | Cool   | Pack     | Pay       |
| Setup: 6 min                                              | 10       | 5 min  | 2        | 1         |
| Runtime: 2 min/tray                                       | min/tray |        | min/tray | min/order |

Suponga que Kristen recibe órdenes de 6 pm a 12 am todas las noches. Las llegadas del cliente promedio se muestran en la tabla siguiente (asuma que cada cliente ordena 1 docena de galletas).

| Time         | Customers Arriving |
|--------------|--------------------|
| 6pm to 7pm   | 3                  |
| 7pm to 8pm   | 6                  |
| 8pm to 9pm   | 8                  |
| 9pm to 10pm  | 10                 |
| 10pm to 11pm | 8                  |
| 11pm to 12am | 1                  |

Suponga que las ordenes son personalizadas, es decir, Kristen necesita esperar que lleguen las órdenes antes que ella pueda empezar a procesarlas y ella no puede mezclar más de una orden a la vez en el Paso 1.

a) (2points)Cuál es la capacidad del sistema?

**Capacidad = 6 docenas por hora (Horno es el cuello de botella.)**

b) (5 points) Puede Kristen procesar todas las órdenes antes de las 12 am? Si no es así, Cuanto sobre tiempo necesita?

No, durante las 6 horas de operación hay exactamente 36 órdenes, las que llegan con un patrón no uniforme. La siguiente tabla muestra el número de ordenes esperando ser procesadas al final de cada periodo.

| Time            | Customers Arriving | Orders in Queue |
|-----------------|--------------------|-----------------|
| 6pm to 7pm      | 3                  | 0               |
| 7pm to 8pm      | 6                  | 0               |
| 8pm to 9pm      | 8                  | 2               |
| 9pm to 10pm     | 10                 | 6               |
| 10pm to 11pm    | 8                  | 8               |
| 11pm to 12am    | 1                  | 3               |
| 12am to 12:30am | 0                  | 0               |

Para calcular el sobre tiempo se puede utilizar cualquiera de las siguientes alternativas:

**Alternativa A:** Proceso Continuo. No debemos tomar en consideración el efecto del Flujo de Tiempo de la primera orden en la capacidad de producción. Por esto el sistema siempre puede procesar 6 órdenes en una hora.

A las 12 am hay 3 clientes esperando. El sistema necesita 30 minutos de sobre tiempo

**Alternativa B:** Proceso discreto. Debemos tener en consideración el efecto del Flujo de Tiempo de la primera unidad. Asumiendo un proceso de producción discreto, el tiempo total  $T$  para procesar  $Q$  unidades con un Flujo de Tiempo  $F$  y una capacidad  $C$  está dado por

$$T = F + \frac{Q-1}{C}$$

En este caso, despues de las 7 pm el sistema está trabajando a toda su capacidad. Hay un total de  $Q=33$  unidades trabajando entre 7pm y 12 am y el flujo de tiempo es  $F=26$  minutos. Como la capacidad es 6 unidades por hora (0,1 unidades por minuto), tenemos

$$T=26+ (32)/ (0.1) =346 \text{ minutes} = 5 \text{ hours and } 46 \text{ minutes.}$$

Asumiendo un proceso discreto, la producción está terminada a las 12:46, con un sobre tiempo de 46 minutos.

- c) (5 points) Cual es el máximo tiempo de espera de un cliente (desde el momento de poner la orden hasta que recibe sus galletas)?

Como la cola maxima es de 8 clientes, toma  $8/6 = 1.33$  horas=80 minutos limpiar la cola, + 26 minutos de flujo de tiempo. El máximo tiempo de espera es de 106 minutos.

- d) (8 points) Suponga ahora que Kristen decide estandarizar su producción a un solo tipo de galletas. Este cambio permite inventariar galletas terminadas (se puede suplir una orden con galletas inventariadas). Explique cómo su respuesta en la parte (b) y (c) pueden cambiar. Asuma el mismo patrón de llegadas de la tabla antes presentada.

La siguiente tabla muestra el inventario de (docenas) galletas y el número de órdenes esperando al final de cada periodo.

| Time         | Customers Arriving | Inventory | Orders in Queue |
|--------------|--------------------|-----------|-----------------|
| 6pm to 7pm   | 3                  | 3         | 0               |
| 7pm to 8pm   | 6                  | 3         | 0               |
| 8pm to 9pm   | 8                  | 1         | 0               |
| 9pm to 10pm  | 10                 | 0         | 3               |
| 10pm to 11pm | 8                  | 0         | 5               |
| 11pm to 12am | 1                  | 0         | 0               |

**SOBRETIEMPO:**

**Alternativa A:** Proceso Continuo: En este caso no hay necesidad de sobre tiempo.

**Alternativa B:** Proceso Discreto. En este caso el proceso trabaja a toda capacidad empezando a las 6 pm para producir 36 unidades. Entonces,

$$T=26+ (36-1)/0.1= 376 \text{ minutos} = 6 \text{ horas y } 16 \text{ minutos.}$$

La producción está terminada a las 12:16 pm, con 16 minutos de sobretiempo.

Máximo tiempo de espera:

En este caso el máximo largo de cola es de 5 órdenes, esto toma  $5/6=0,833$  horas = 50 minutos para limpiar la cola + 26 minutos de Tiempo de Flujo. El tiempo máximo de espera para un cliente es de 76 minutos.

## Pregunta 2

### Parte 1

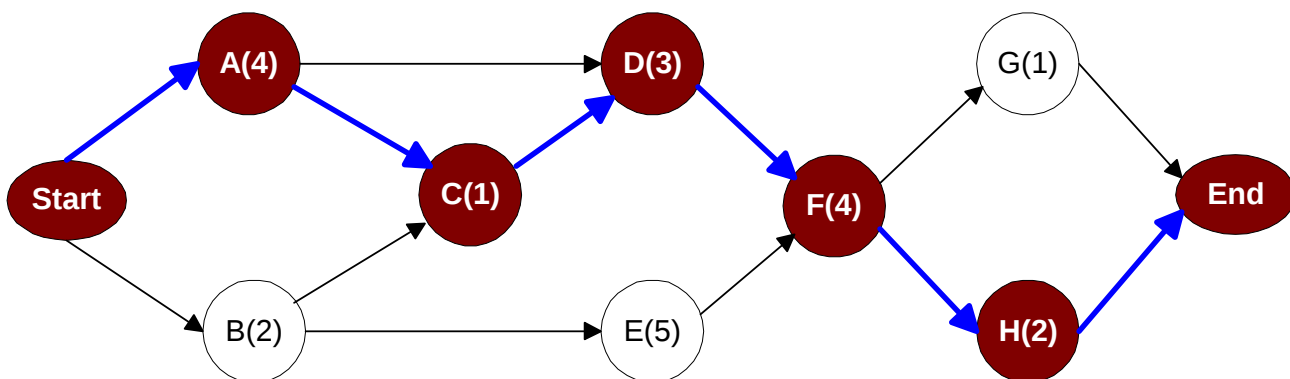
Considere el siguiente proyecto

| Activity | Predecessor | Normal         |           | Crash          |           | Crashing Cost (\$/day) |
|----------|-------------|----------------|-----------|----------------|-----------|------------------------|
|          |             | Duration (day) | Cost (\$) | Duration (day) | Cost (\$) |                        |
| A        | -           | 4              | 100       | 2              | 200       | 50                     |
| B        | -           | 2              | 50        | 1              | 150       | 100                    |
| C        | A-B         | 1              | 200       | 1              | 200       | -                      |
| D        | A-C         | 3              | 100       | 2              | 140       | 40                     |
| E        | B           | 5              | 200       | 3              | 300       | 50                     |
| F        | D-E         | 4              | 50        | 3              | 130       | 80                     |
| G        | F           | 1              | 120       | 1              | 120       | -                      |
| H        | F           | 2              | 100       | 1              | 250       | 150                    |
|          |             | Normal Cost =  |           | 920            |           |                        |

- a) (10 points) Dibuje la red (nodos y arcos) para este proyecto y complete la tabla de los tiempos de holgura. Cuál es la duración normal del proyecto? Qué actividades son críticas? Identifique TODOS los caminos críticos. Use una línea doble para identificarlos.

| Activity | Early |    | Late |    | Slack |
|----------|-------|----|------|----|-------|
|          | ES    | EF | LS   | LF |       |
| A        | 0     | 4  | 0    | 4  | 0     |
| B        | 0     | 2  | 1    | 3  | 1     |
| C        | 4     | 5  | 4    | 5  | 0     |
| D        | 5     | 8  | 5    | 8  | 0     |
| E        | 2     | 7  | 3    | 8  | 1     |
| F        | 8     | 12 | 8    | 12 | 0     |
| G        | 12    | 13 | 13   | 14 | 1     |
| H        | 12    | 14 | 12   | 14 | 0     |

*La duración normal del proyecto es de 14 días.*



*El proyecto tiene un solo camino crítico  $\{A - C - D - F - H\}$ .*

- b) (10 points) Suponga que el proyecto comienza con 2 días de atraso y el costo por terminar el proyecto tarde es de \$70 por día. Esta penalidad está basada en la duración normal que calculó en la parte a). Determine la estrategia óptima (crashing) que minimice el costo total del proyecto (incluyendo penalidades y costos de crashing).

*No hacer nada: Si no se hace ningún “crashing” el proyecto se atrasa 3 días con una penalidad de \$210??.*

*“Crashing” de un día: Dado que hay un solo camino critic, podemos disminuir la duración del proyecto un día realizando “Crashing” de la actividad más barata en este camino. Dicha actividad es D a un costo de \$40. Como la penalidad es mayor que el costo de “Crashing” es conveniente reducir la duración del camino. Despues de esto, las actividades críticas son B y D y el proyecto tiene 2 rutas críticas  $\{A - C - D - F - H\}$  y  $\{B - E - F - H\}$*

*“Crashing” de dos días: Dados los dos caminos críticos las combinaciones de “Crashing” más efectivas son  $\{A, E\}$  a un costo de \$100, F a un costo de \$80 y H a un costo de \$150. La major opción es F, pero excede la penalidad. Económicamente no es conveniente.*

*En resumen, realizamos “crashing” del proyecto de un solo día y el costo total es el de la ejecución normal \$920 además del costo por “crashing” de \$40 y el costo de atraso de 1 día de \$70. Costo total = \$1030*

## Parte 1

### Elija 5 de 6 preguntas a continuación.

1) Un proyecto tiene 4 caminos con duraciones de 7, 8, 9 y 10 semanas. Si el camino de 10 semanas es comprimido a 8 semanas, entonces (elija la mayor respuesta):

- a) Ahora hay 2 caminos críticos.
- b) El camino de 9 semanas
- c) Sólo el camino de 7 semanas tiene holgura.
- ☒ d) No hay información suficiente para decir algo concretamente.

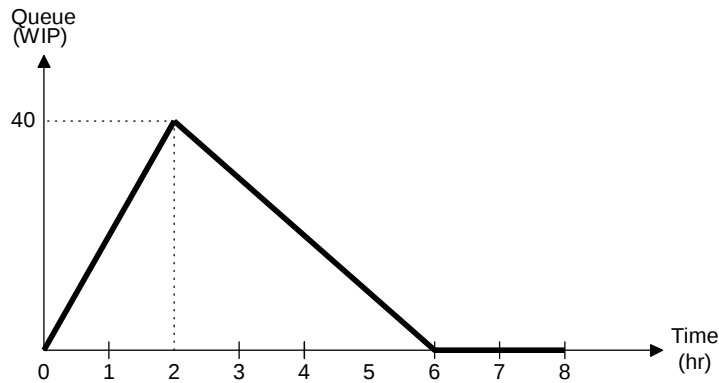
2) Si una actividad en el camino crítico demora más tiempo que el anticipado, entonces (elija una):

- ☒ a) Actividades que no están en el camino crítico tienen el mismo o más tiempo de holgura.
- b) Actividades que no están en el camino crítico tienen menos tiempo de holgura.
- c) Caminos críticos adicionales aparecen.
- d) Ninguna de las anteriores.

3) Marque todas las respuestas correctas.

- a) En una línea de ensamble, si tu doblas la capacidad del cuello de botella el tiempo de ciclo del sistema se reduce a la mitad.
- ☒ b) Para la operación de Benihana, la área del bar representa un buffer donde los clientes esperan hasta que una mesa se libera. Entonces, si a un tiempo dado el área de comida está a un 80% de su capacidad, entonces el área del bar debe estar vacía.
- ☒ c) En una operación perfectamente balanceada cada estación es un cuello de botella.
- ☒ d) En la operación de Kristen's Cookies, si Kristen compra un Nuevo horno el Tiempo de Flujo para una orden se mantiene.

4) La siguiente figura representa el inventario de trabajos en proceso (WIP) fpara un proceso sobre un turno de 8 horas diarias.



La capacidad de este proceso es constante sobre el curso del día y igual a 20 unidades por hora. Marque todas las respuestas correctas.

- a) La tasa de llegada para las primeras dos horas de operación es 60 clientes por hora.
- ☒ b) El largo de cola promedio durante las 8 horas es de 15 ordenes.
- ☒ c) El tiempo máximo que una orden tarda en el sistema es dos horas.
- d) Para las últimas dos horas de operación la tasa de llegada cae a cero.
- ☒ e) El tiempo de espera promedio por orden en el sistema es menor o igual a una hora.

5) Wendy's procesa un promedio de 5,000lb. de hamburguesas a la semana. El inventario típico de carne es 2,500lb. Cuál es el Tiempo de Flujo promedio por hamburguesa?

*Usando la Ley de Little ( $I=RT$ ) tenemos*

$$T = I/R = 2500/5000 = 0.5 \text{ semanas}$$

6) PERT assume un solo camino critic con una duración con distribución normal. Como resultado, esta metodología (Marque todas las respuestas correctas):

- a) Sobreestima la duración del proyecto.
- ☒ b) Subestima la duración del proyecto.
- ☒ c) Sobreestima la varianza de la duración del proyecto.
- d) Subestima la varianza de la duración del proyecto.
- e) Ninguna de las anteriores.

### Pregunta 3

#### Parte 1

South Tree produce y vende circuitos integrados. Actualmente, la empresa cobra un margen bruto de 40% por sobre los costos de producción (sin incluir los costos de calidad por defectuosos). Los estándares de calidad del mercado son tales que South Tree opera dentro de 2-sigma de estas especificaciones. (Considere que la manufactura tiene un costo de \$1, considerando costos directos de materiales y mano de obra)

- a) Calcule el Margen Neto por unidad al tomar en cuenta los costos por defectuosos.

Si South Tree opera dentro de 2-sigma, entonces su producción tiene 4,5% de defectuosos. Entonces el margen neto por unidad es

$$\text{Margen Neto por Unidad} = 1,4 - \frac{1}{95,5\%} = 0,353$$

- b) Cuánto estaría la empresa dispuesta a bajar los precios con objeto de disminuir los estándares de mercado y operar dentro de 3-sigmas?.

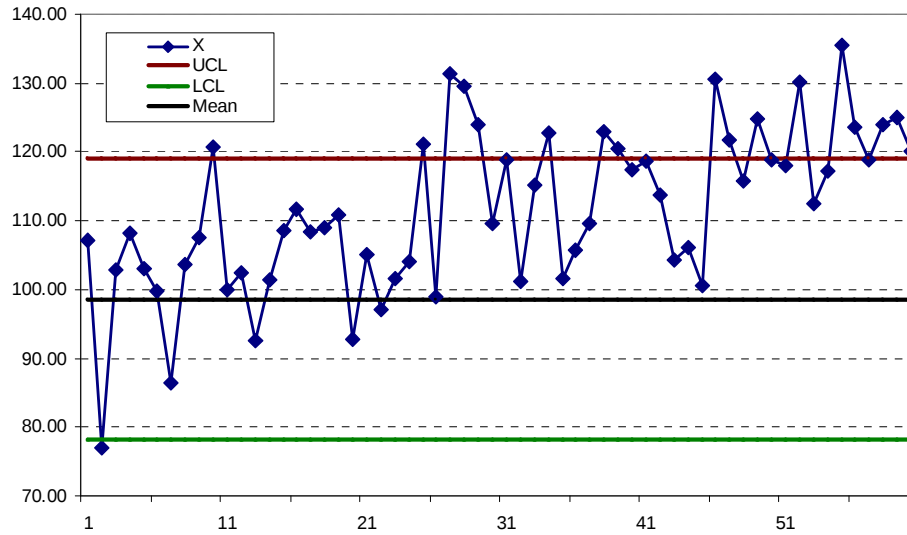
Asumiendo que el margen es x%, entonces el precio por unidad es \$(1+x). En este caso, South Tree opera dentro de 3-sigma, entonces su producción es del 99,73%. El margen resultante es :

$$\text{Margen Neto por Unidad} = 1 + x - \frac{1}{99,73\%} = x - 0,00271$$

South Tree es indiferente entre alternativa mostrada en punto a) y la mostrada en punto b) si  $x=35,6\%$ . Entonces, South Tree está dispuesta a reducir a lo más su margen de 40% a 35,6%.

#### Parte 2

- a) Explique brevemente por qué Toyota instaló su primera fábrica en USA en la ciudad de Georgetown, Kentucky en lugar de Detroit.
- b) Explique como el sistema Kanban permite materializar JIT en la línea de producción. Por qué se dice que es un sistema “Pull”?
- c) El siguiente gráfico corresponde a la operación de un proceso con una media de 98 y una desviación estándar de 20. El límite de control superior e inferior están seteados en 118 y 78, respectivamente.  
Basado en la información disponible, diga cuando hubiera usted parado la producción por primera vez.



*Lo primero que hay que notar es que se trata de un proceso 2-sigma. Entonces, hay un 16% de probabilidad que un punto caiga abajo (o arriba) de la LCI (LCS). Entonces, parar la primera vez que la muestra se sale del área de control es muy conservador. Lo correcto es identificar el primer evento con relatividad demasiado baja, por ejemplo, los primeros 6 puntos seguidos sobre la media (probabilidad de 1,6%).*