Resueltos Guia de Ejercicios 2020

Investigación Operativa UTN FRBA
Curso Miercoles Noche I4051

Ayudante: Juan Piro
Docente: Martin Palazzo

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires

Resumen El siguiente documento se ha desarrollado con el fin de preparar la sección práctica de la materia Investigación Operativa de la carrera de Ingeniería Industrial.

Práctica Filas de Esperas: Ejercicio 10.

En una fábrica, un mecánico destinado al mantenimiento de las máquinas atiende todos los desperfectos que en ellas se presentan. Si una máquina presenta un desperfecto, deja de funcionar hasta que el mecánico completa la reparación. Se observa que la demanda de reparaciones sigue una ley Poisson con una media de 2.5 máquinas por mes y que el mecánico atiende los pedidos a una velocidad promedio de 4.6 máquinas por mes. Se solicita:

1. El número promedio de máquinas sin funcionar por desperfectos.

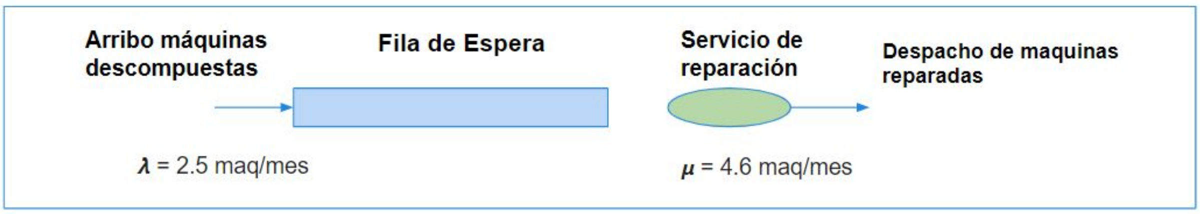
2. El número promedio de máquinas en espera de ser atendidas.

3. Tiempo promedio en el cual las máquinas vuelven a estar activas.

4. Determinar si conviene o no pagar un incentivo al mecánico para que eleve su rendimiento un 30% (y de igual incremento % el incentivo $) si la hora hombre cuesta $200 y la hora máquina $500.

Resolución

Comenzamos analizando los datos:



1. El número promedio de máquinas sin funcionar por desperfectos.

Averiguamos cual es la cantidad promedio de maquinas descompuestas en la totalidad del sistema.

Es decir el Ls.

- λ=2.5 maq/mes
- μ=4.6 maq/mes
- M=1

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \qquad L = \lambda . W_s = L_q + \rho = \frac{\rho}{1-\rho}$$

Con los datos, reemplazamos en las ecuaciones:

$$\rho = \frac{2.5}{4.6} = 0.5434$$

2. El número promedio de máquinas en espera de ser atendidas.

El ejercicio propone calcular **Lq,** es decir, las máquinas esperando su reparación.

$$L_q = \lambda . W_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Reemplazamos por los datos:

$$Lq = \frac{2.5^2}{4.6(4.6 - 2.5)} = 0.6469\ Maquinas$$

3. Tiempo promedio en el cual las máquinas vuelven a estar activas.

Para que una máquina vuelva a estar activa deben considerarse tanto el tiempo de espera para ser reparada, como el propio tiempo del servicio. De esta manera debemos calcular el tiempo promedio que una máquina estará en todo el sistema, es decir, el **Ws.**

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$Ws = \frac{1}{4.6 - 2.5} = 0.4761\ Meses \cong 14.28\ dias$$

4. Determinar si conviene o no pagar un incentivo al mecánico para que eleve su rendimiento un 30% (y de igual incremento % el incentivo $) si la hora hombre cuesta $200 y la hora máquina $500.

El objetivo principal del análisis de las filas de espera es lograr un balance entre el Costo Operativo y Costo de Oportunidad, buscando minimizar los Costos Totales.

Consideramos en un primer análisis un mes con 30 dias:

- e = 500 $/(u.h) -> 360.000 $/(u.mes)
- Cm = 200 $/h -> 144.00 $/(u.mes)

Con los datos calculados anteriormente y las ecuaciones de Costos, calculamos:

$$Copo = \lambda[u/mes] * Ws\ [mes] * e\ [\$/(u.mes)] = 2.5 * 0.47 * 360.000 = 423.000\ [\$/\text{mes}]$$

$$Cope = M * Cm = 1\ [canal] * 144.000\ [\$/(mes.canal)] = 144.000\ [\$/mes]$$

Sumando ambos costos obtenemos:

$Costo\ Total\ Sin\ Incentivo = 567.000\ [\$/mes]$

Ahora, el ejercicio propone analizar la posibilidad de otorgarle un incentivo al mecánico del 30% a cambio de que aumente su rendimiento en el mismo porcentaje. Que el mecánico mejore su rendimiento se traduce matemáticamente a un aumento de la tasa de servicio "mu". Al aumentar dicho valor, el Ws será menor por lo que en primera instancia el Costo Oportunidad tenderá a bajar.

Sin embargo también habla de un aumento de la variable Cm por medio del incentivo (el costo del recurso humano por hora) por lo que hace el que el Costo Operativo suba. De esta manera para poder saber efectivamente cual es la variación correcta del Costo de Oportunidad debemos hacer un análisis cuantitativo de las variables en juego:

$$\mu' = \mu * (1 + 30\%) = 4.6\ (1 + 30\%)\ Maq/mes = e' = 5.98\ [Maq/Mes]$$

$$Cm' = Cm * (1 + 30\%) = 200\ (1 + 30\%)\ \$/h = 260\ \$/h = 187.200\ [\$/(u.mes)]$$

Ahora calculamos el nuevo tiempo promedio que una máquina estará en el sistema **(Ws')**.

$$Ws' = 1/(\mu' - \lambda) = 1 / (5.98 - 2.5) = 0.28\ [\text{mes}]$$

$$Ws' < Ws$$

Seguimos calculando el Costo Total Del sistema considerando el incentivo:

$$Copo' = \lambda * Ws' * e = 2.5\ [u/mes] * 0.28\ [mes] * 360.000\ [\$/(u.mes)] = 252.000\ [\$/mes]$$

$$Cope' = Cope = M * Cm' = 1\ [u] * 187.200\ [\$/(u.mes)] = 187.200\ [\$/mes]$$

Obtenemos:

$$Costo\ Total\ Con\ Incentivo = 439200\ [\$/mes]$$

Se puede concluir que el incentivo monetario genera un doble efecto:

- Aumenta el costo operativo, lo cual no es deseado
- Aumenta la tasa de servicio disminuyendo el tiempo de espera en el sistema e impactando directamente en una disminución del costo de oportunidad. Efecto deseado.
- El ahorro en el costo de oportunidad es mayor que el aumento en el costo operativo, generando que el costo total sea menor gracias al incentivo.

.