

MODELOS DE LÍNEA DE ESPERA UTILIZADOS PARA HACER MÁS EFICIENTE EL SERVICIO EN LA TIENDA DE AUTOSERVICIO "CASCO" PARA MANTENER UN EQUILIBRIO ENTRE EL COSTE DE SERVICIO Y LOS TIEMPOS EN LA LÍNEA DE ESPERA

Alejandro Álvarez Bárcenas

Tecnológico Nacional de México en Celaya

alejandro.alvarezl@itcelaya.edu.mx

Jorge Antonio Andrade Herrejón

Tecnológico Nacional de México en Celaya

15030411@itcelaya.edu.mx

Resumen

En la actualidad existen empresas dedicadas a proveer productos, en los cuales la mayoría de las personas invierten su tiempo. De lo anterior se ha derivado un problema significativo: las líneas de espera, lo cual resulta ser irritante para el cliente. Con este proyecto se pretende reducir el tiempo de espera invertido por los clientes, dicho proyecto se enfocará en tiendas de bienes y servicios, puesto que en este tipo de establecimientos se ha detectado de manera marcada la problemática de las líneas de espera, en determinadas horas, en días específicos de la semana y del año.

La metodología utilizada consistirá en el desarrollo de una estructura típica de colas; varias líneas, múltiples servidores. Para lo cual se desea aplicar el modelo M/M/c, ya que cumple con las características presentes en Casco tienda de autoservicio. (Sistema de colas MMC, José Mendoza, 26/09/13)

El objetivo es hacer uso de herramientas relacionadas al estudio de líneas de espera, buscando conseguir un servicio más eficiente en Casco tienda de

autoservicio, manteniendo un equilibrio entre el coste del servicio y los tiempos en las líneas de espera.

Palabras clave: Líneas de espera, Teoría de colas, modelo M/M/C, Tienda de autoservicio.

Abstract

Currently there are companies dedicated to providing products, in which most people invest their time. From the above, a significant problem has arisen: the waiting lines, which turns out to be irritating for the client. With this project it is intended to reduce the waiting time invested by the clients, this project will focus on stores of goods and services, since in this type of establishments the problem of waiting lines has been detected in a marked way, in certain hours, on specific days of the week and year.

The methodology used will consist in the development of a typical queue structure; several lines, multiple servers. For which you want to apply the M / M / c model, as it meets the characteristics present in Casco self-service store. (System of MMC queues, José Mendoza, 09/26/13).

The objective is to make use of tools related to the study of waiting lines, seeking to achieve a more efficient service in Casco self-service store, maintaining a balance between the cost of the service and the times in the waiting lines.

Keywords: *Model M/M/C, Waiting lines, Queue theory, Self-service shop.*

1. Introducción

En todos los lugares a donde vamos en nuestra vida cotidiana, ya sea para hacer un trámite que necesitemos, para pagar algún servicio o producto que precisemos, al momento de comenzar cualquier proceso o cualquier movimiento es necesario, preciso y hasta en ciertas ocasiones obligatorio, esperar un cierto tiempo para que nuestras necesidades sean cubiertas al 100% con todo lo que queremos.

Ya que existen ciertos factores como las personas en la espera, el tiempo, el espacio, la organización, la infraestructura, etc.; que influyen en el momento en el

que una persona está dentro de una fila y el tiempo de espera dentro de ella es totalmente largo. Es por esta misma razón, que es de suma importancia conocer como es el comportamiento y el proceso de dichas líneas de espera, dentro de un determinado horario en el día, dentro de una estación o época del año, en cierto tipo de filas y en cierto tipo de empresas o comercios; para que así se conozca y se entienda como es que se va a atacar el tiempo en las líneas de espera y el costo que esto conlleva. Por ello, que es esencial conocer y preparar algunas técnicas para poder aminorar estos problemas en las líneas de espera y así eficientar todo este proceso de la mejor manera; mediante el estudio de dichas líneas de espera dentro una empresa de autoservicio, dedicada al surtido al mayoreo de abarrotes en general, llamada Casco.

Para efectos de este estudio, se analizarán los resultados que se obtengan dentro de dicha empresa, a fin de conocer cuáles son las principales causas por las que la línea de espera puede llegar a detenerse durante cierto tiempo y conocer cuáles son las mejoras que se pueden generar en el momento, para así, facilitar la estancia del cliente y generar más ingresos y reducir el tiempo de espera.

2. Métodos

Para la recolección de información acerca de la tienda de autoservicio Casco se solicitó información a un empleado actualmente activo, el cual brindo al estudio información detallada de los horarios y días de mayor demanda, así como los horarios y días con menor demanda. Dicho estudio se realizó durante los meses de agosto y septiembre. En base a los datos recolectados se estableció la necesidad de aplicar teoría de colas, partiendo de que una cola se define como una línea de espera. La teoría de colas es un conjunto de modelos matemáticos que describen sistemas de línea de espera particulares con la finalidad de encontrar el estado estable del sistema y determinar una capacidad de servicio apropiada (Teoría de colas, Ing. Julio Rito Vargas Avilés, 12/06/09, Universidad Nacional de Ingeniería Uni-Norte).

Un sistema de colas se divide en dos componentes principales; la cola, es decir, la línea de espera de clientes y la instalación del servicio, definida como el lugar en

el que se brinda servicio particular al cliente. Para analizar adecuadamente un sistema de colas es importante tomar en cuenta dos factores importantes relacionados al costo. El primero consiste en el valor del tiempo del cliente, el costo de oportunidad del tiempo perdido y es conocido como costo de tiempo de espera, un bajo costo de espera implica una fuente importante de competitividad. Mientras que el segundo se encuentra relacionado al costo económico que genera el brindar un servicio, conocido como costo de servicio. La finalidad de los modelos matemáticos es encontrar el costo total mínimo posible y los factores que este conlleva, considerando como costo total la suma del costo del tiempo de espera y el costo del servicio (Teoría de colas, Ing. Julio Rito Vargas Avilés, 12/06/09, Universidad Nacional de Ingeniería Uni-Norte).

Se realizó un análisis con la finalidad de identificar el modelo matemático de teoría de colas que mejor definía la situación de la empresa Casco. El modelo matemático seleccionado fue M/M/c, el cual cumple con las siguientes características (Teoría de líneas de espera, De La Fuente García, R.P.D, Universidad de Oviedo, 2001). El proceso de llegadas es de Poisson homogéneo con tasa $\lambda > 0$, Siempre que el servidor esté ocupado, el proceso de salida es de Poisson homogéneo de tasa $\lambda > 0$, existen dos o más servidores en el sistema.

Para efectos prácticos del sistema se define eficiencia (ρ) mediante ecuación 1. Donde λ es la tasa de llegada y μ la tasa promedio de servicio.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (1)$$

El tiempo el que el sistema está vacío está dado por ecuación 2.

$$\rho_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{m-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \frac{1}{m!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m \frac{m\mu}{m\mu - \lambda}} \quad (2)$$

Número promedio de personas o unidades en el sistema (L_s) por ecuación 3.

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m}{(m-1)! (m\mu - \lambda)^2} \rho_0 + \rho \quad (3)$$

El tiempo promedio que una unidad permanece en el sistema (W_s) (en la cola y siendo atendida), ecuación 4.

$$W_s = \frac{\mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m}{(m-1)! (m\mu - \lambda)^2} \rho_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda} \quad (4)$$

Número promedio de personas o unidades en la línea o cola (L_q) (en espera de servicio), ecuación 5.

$$L_q = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m}{(m-1)! (m\mu - \lambda)^2} \rho_0 \quad (5)$$

Y el tiempo promedio que una persona o unidad se tarda en la cola esperando por el servicio (W_q), ecuación 6.

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (6)$$

Metodología

- Realizar muestreo (Definir muestra, recopilar datos y calcular desviación estándar)
- Cálculos de teoría de colas (Realizar cálculos, obtener conclusiones, proponer mejoras).
- Simulación del sistema (Correr el programa, obtener gráficos de resultados, analizar resultados y proponer mejoras).

Desarrollo

Se obtuvo una muestra aleatoria de 30 personas, adquiriendo datos del tiempo (minutos) que esperan en la cola (tabla 1) y el tiempo de servicio (tabla 2). Los datos del tiempo de espera se tomaron desde el momento en que el cliente se formó en la línea de espera hasta que el cajero recibió su tarjeta para comenzar a realizar el cobro, mientras que el tiempo de servicio se tomó desde el momento en que comenzó el cobro hasta que recibió su ticket de compra.

Tabla 1 Tiempo de espera del cliente en minutos.

n	min	n	min	n	min	n	min
1	2	9	1	17	6	25	2
2	3	10	5	18	5	26	3
3	7	11	1	19	5	27	3
4	1	12	1	20	4	28	2
5	1	13	1	21	1	29	1
6	1	14	4	22	1	30	3
7	1	15	4	23	1	Media	2.56
8	3	16	3	24	1	σ	1.75

Tabla 2 Tiempo de servicio en minutos.

n	min	n	min	n	min	n	min
1	6	9	4	17	4	25	3
2	2	10	4	18	1	26	2
3	3	11	4	19	3	27	3
4	2	12	3	20	4	28	5
5	1	13	2	21	3	29	2
6	5	14	10	22	1	30	4
7	2	15	4	23	10	Media	3.56
8	2	16	5	24	3	σ	2.16

Con base al análisis de los datos se muestran resultados (ecuaciones 1 a 5) en tabla 3.

Tabla 3 Resultados obtenidos.

Variable	Valor
ρ	70%
ρ_0	0.49
L_s	1 cliente
W_s	0.30 min
L_q	0.2 clientes
W_q	0.007 min

3. Resultados

En este trabajo se estudió, el comportamiento de las líneas de espera de los clientes que llegan a la empresa llamada cosco, con lo que ahora podemos estimar distintos valores, gracias a ver utilizado el método de líneas de espera.

Los resultados de la investigación una simulación que es un proceso de llevar el modelo que obtuvimos gracias a la aplicación de muestro y métodos estadísticos, tales como la prueba de Poisson entre otros. Obteniendo un numero promedio de personas en el sistema de 1 cliente, con un tiempo promedio de 0.39 minutos que el cliente permanece en el sistema, un numero promedio de personas en espera en el sistema de 0.2 clientes, y un tiempo promedio de espera en el sistema de alrededor de 0.007 minutos.

4. Conclusiones y discusiones

Es importante observar los resultados obtenidos de una manera subjetiva, ya que los datos que nos arrojó la investigación, nos arrojan un sistema de líneas de espera eficiente, desafortunadamente en la práctica es necesario observar el comportamiento de cada cliente asi como el de las personas que se encargan de cobrar, ya que son este tipo de acciones de toma de decisión personal, lo que provoca un retraso en el sistema.

Recomendaciones

El análisis estadístico nos indica que en la empresa Casco cuenta con un sistema eficiente, sin embargo, el análisis de líneas de espera para esta organización se seleccionó porque en la vida cotidiana se aprecia un sistema poco eficiente y los tiempos de espera son más variados a como se manejaron en el estudio.

Las líneas de espera son un sistema donde no se pueden controlar los factores importantes que intervienen en estas como lo son los horarios y el número de personas que requieren de un servicio. Esta investigación queda abierta para aquellos interesados, se recomienda buscar una mejor manera de controlar los factores que intervienen y que a su vez ayuden para su cuantificación para obtener resultados más acertados.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] De la Fuente García, R.P.D. "Teoría de líneas de espera," Modelo de Colas, Universidad de Oviedo, 2001.

- [2] Izar Landeta, J.M. "Modelos de líneas de espera" Fundamentos de Investigación de Operaciones para Administración, Vol. 2, 1998.
- [3] Mendoza Heredia, J.A. "Sistema de colas M/M/C", Instituto Tecnológico de Morelia, 25 de septiembre de 2013.
- [4] Vargas Avilés, J.R. "Teoría de colas" Universidad Nacional de Ingeniería Uni: Norte, 12 de junio de 2009.