

SIMULACIÓN DE FILAS DE ESPERA EN UN PROCESO INDUSTRIAL

Najem Amin Nabhan Lambraño

William Corrales Ricardo
Código estudiantil: 201911415134

Anderson De Jesús Cantillo Zarco
Código estudiantil: 202011424907

Diana Sofía Chávez Gómez
Código estudiantil: 202011425840

Daniela Peña Santos
Código estudiantil: 202011426198

Trabajo de Investigación del Programa de **Ingeniería Industrial**

Tutor(es):

Alexander De Jesús Pulido Rojano

RESUMEN

La teoría de colas es una recolección de modelos matemáticos que describen sistemas de líneas de espera particulares o de sistemas de colas. Los modelos se utilizan para hallar las características de cada fase estable de la cola, como la longitud promedio de la línea y el tiempo de espera promedio para un sistema determinado. Hoy en día tanto en los negocios de la industria y el gobierno, se ven obligados a tener procesos de manufactura eficientes para poder producir productos de alta calidad a tiempo y al menor costo posible para sobrevivir en un mercado muy competitivo, todo con el fin de entregar mejores resultados y lograr la satisfacción del cliente. Existen varias alternativas, una de las cuales es realizar experimentos directamente sobre un sistema real, lo que se traduce en costos muy altos. El método Lean & Green se aplica al sistema de producción en la industria, así como para mejorar la productividad, identificar y eliminar cuellos de botella en las líneas de producción (Lopez Sanchez, Gonzalez Lara, & Alacaraz Corona, 2019, pág. 1). También se dice que la mayor parte de esta problemática son los que se estudian por la llamada teoría de las colas o de las filas (Chavez Lopez & Espinoza Guzman, 2004, pág. 3). Se han realizado investigaciones de las complicaciones de las publicaciones de la simulación en la teoría de colas. Estos estudios nos señalan que el resultado exitoso que se obtenga al emplearla como técnica de investigación depende, hasta cierto punto, de que el usuario conozca detalladamente los conceptos de la simulación y la elaboración de modelos, las diferentes indicaciones que le ofrecen los lenguajes de programación y las metodologías estadísticas necesarias que se emplean para lograr el comportamiento deseado de los datos de entrada y analizar el comportamiento de los resultados o datos de salida. Cabe resaltar que las simulaciones de las filas de espera en un proceso industrial van de la mano con la tecnología 4.0. Uno de los grandes avances de la Teoría de cola en los últimos tiempos ha sido el IOT (Internet of Things) que se ha expandido por todo el mundo como una de las tecnologías más eficientes e importantes de la actualidad. Muchos dispositivos del mundo tecnológico que forman parte de la cuarta revolución industrial 4.0 pueden compartir y recopilar datos o información bajo la supervisión o programación de una persona, todo esto para atender a personas en línea a través del internet, ya en países avanzados en tecnologías se hacen entregas a través de drones para agilizar el proceso de espera y hacer que los clientes no esperen mucho tiempo. En este fantástico avance de las tecnologías que cada vez nos sorprenden más, los sistemas digitales pueden registrar, monitorear y ajustar cada interacción entre las cosas conectadas. El mundo físico y el mundo digital van de la mano y cooperan entre sí (Vargas Barbosa, Castrillón, & Giraldo García, 2022, pág. 2.3). En la mayoría de las empresas los procesos de manufactura y servicios tienen colas. Esto se debe a que casi siempre la potencia de servicio en algún momento es menor que la potencia requerida. Este proceso de

cola conlleva diferentes tipos de deficiencias que aparecen a corto y mediano plazo, es aquí donde los modelos se disponen a encontrar un equilibrio entre unidades y servidores que satisfagan la demanda del servicio, en algunas situaciones el investigador debe confiar en la simulación para analizar el fenómeno de las colas de manera más flexible y completa (Portilla de Arias, Arias Montoya, & Fernández Henao, 2010).

Palabras clave: Servicio al cliente, Filas de espera, simulación, eventos discretos.

ABSTRACT

Queuing theory is a collection of mathematical models that describe particular waiting line systems or queuing systems. The models are used to find the characteristics of each stable phase of the queue, such as the average line length and average waiting time for a given system. Today, both industry and government businesses are forced to have efficient manufacturing processes in order to produce high-quality products on time and at the lowest possible cost to survive in a very competitive market, all in order to deliver better results and achieve customer satisfaction. There are several alternatives, one of which is to perform experiments directly on a real system, which translates into very high costs. The Lean & Green method is applied to the production system in the industry, as well as to improve productivity, identify and eliminate bottlenecks in production lines (Lopez Sanchez, Gonzalez Lara, & Alacaraz Corona, 2019, page 1). It is also said that most of these problems are those that are studied by the so-called theory of queues or lines (Chavez Lopez & Espinoza Guzman, 2004, p. 3). Investigations of the complications of simulation publications in queuing theory have been done. These studies indicate that the successful result obtained when using it as a research technique depends, to a certain extent, on the user knowing in detail the concepts of simulation and modeling, the different indications offered by programming languages and the necessary statistical methodologies used to achieve the desired behavior of the input data and to analyze the behavior of the output data or results. It should be noted that simulations of waiting lines in an industrial process go hand in hand with 4.0 technology. One of the great advances of the Queue Theory in recent times has been the IOT (Internet of Things) that has spread throughout the world as one of the most efficient and important technologies today. Many devices in the technological world that are part of the fourth industrial revolution 4.0 can share and collect data or information under the supervision or programming of a person, all this to serve people online through the internet, already in advanced countries in technology They make deliveries via drones to streamline the waiting process and keep customers from waiting long. In this fantastic advance of technologies that surprise us more and more, digital systems can record, monitor and adjust every interaction between connected things. The physical world and the digital world go hand in hand and cooperate with each other (Vargas Barbosa, Castrillón, & Giraldo García, 2022, p. 2.3). In most companies, manufacturing and service processes have queues. This is because almost always the service power at some point is less than the required power. This queuing process entails different types of deficiencies that appear in the short and medium term, it is here where the models are set to find a balance between units and servers that satisfy the demand for the service, in some situations the researcher must rely on the simulation to analyze the phenomenon of queues in a more flexible and complete way (Portilla de Arias, Arias Montoya, & Fernández Henao, 2010).

KeyWords: Customer service, Queues, simulation, discrete events.

REFERENCIAS

- [1] A. Y. Lopez Sanchez, A. L. Gonzalez Lara y S. Alacaraz Corona, «Simulación para la optimización de la producción de ejes en la línea de ensamblaje,» Google Académico, enero 2019. [En línea]. Available: <https://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/v20n1-05.php>.
- [2] M. E. Chavez Lopez y A. Espinoza Guzman, «Google Academico,» 2004. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/HP%20Laptop/Downloads/Dialnet-MinimizarElTiempoDeReinscripcionMedianteUnSistemaD-6483667.pdf>.
- [3] J. M. Vargas Barbosa, O. D. Castrillón y J. A. Giraldo García, «Informacion Tecnologica,» Scielo, Colombia, 2022.
- [4] L. M. Portilla de Arias, L. Arias Montoya y S. A. Fernández Henao, «Análisis de líneas de espera a través de teoría de colas y simulación,» Dialnet, Pereira, 2010.
- [5] E. J. D. Oliva, «Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición,» Innovar, Bogotá, 2005.
- [6] S. Zuñiga, «repositorio.uchile.cl,» 2013. [En línea]. Available: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115379>.
- [7] J. C. Vergara Schmalbach, T. Fontalvo Herrera y J. Morelos Gómez, «SIMULACIÓN DE LÍNEAS DE ESPERA EMPLEANDO DINÁMICA DE SISTEMAS,» Eumed Net, Cartagena, 2011.
- [8] Aguilar Gabirela, Cruz Mayra, Regalado Helbert, «Modelo de la teoría de colas para optimizar los,» 2015. [En línea]. Available: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6815>.
- [9] S. Medina, M. Amalia y A. Gonzalez, «Reducir tiempos de espera de pacientes en el departamento de emergencias de un hospital utilizando simulación,» *industrial data*, pp. 67-76, 2010.
- [10] Arribasplata Deysi, Diaz Claudia., «Influencia de un sistema de simulación aplicando la teoría de colas en el área de consultorios externos en el Hospital Regional de Cajamarca, para reducir tiempos de espera,» *repositorio.upn.edu.pe*, 2016.
- [11] J. Hurtado, «Optimización del transporte aplicando simulación de la teoría de líneas de espera en la Unidad Minera Cobriza,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6238>.
- [12] E. V. E. Correa, «Universidad Politecnica Salesiana Ecuador,» 2022. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23223/1/UPS-GT003932.pdf>.
- [13] N. Freivald, «Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo,» 2009. [En línea].
- [14] J. A. J. Batanero, «Universidad Militar Nueva Granada,» 2013. [En línea]. Available: <https://repositorio.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11013/L%EDneas%20de%20espera.pdf;jsessionid=D70660A589123E8C32F1A2600A3B832A?sequence=1>.
- [15] M. Dong, «Virginia Polytechnic Institute and State University,» 2001. [En línea].
- [16] L. Felipe, R. Herrera y J. A. Soto Mejía, «Core.ac.uk,» 2012. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/153513319.pdf>.
- [17] L. Soto, D. Castro y L. G. Rodolfo Perez, «Core.ac.uk,» Octubre 2008. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/153513319.pdf>.
- [18] Borrer, «La Teoría. De Las Colas,» Edu.co, 2004.
- [19] M. Chingaté Ávila, «ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE LÍNEAS DE ESPERA EN BANCAMÍA S.A. EMPLEANDO SIMULACIÓN DISCRETA,» Repositorio UniLibre, Bogotá, 2012.
- [20] E. García Linares, «Diseño de una página web sobre teoría de colas,» 2008. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/5457>.
- [21] L. K. L. Muños, «Línea de consulta de una,» Lima Peru, 2009.
- [22] R. C. P. & D. G. Gomez, «Modelos de líneas de espera,» 02 Marzo 2017. [En línea]. Available: http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1622/1/17_modelos_lineas_espera.pdf.
- [23] G. p. Siqueiros, «lic.mat.uson.mx,» 06 Febrero 2013. [En línea]. Available: https://lic.mat.uson.mx/tesis/044_Gerardo_FabianPS.pdf.
- [24] R. C. Abad, «introducción a la simulación y a la teoría de colas,» de *introducción a la simulación y a la teoría de colas*, Coruña, Netbiblo, S.L., A, 2002, p. 220.

- [25] W. Patefield, «Algorithm AS 159: An Efficient Method of Generating Random $R \times C$ Tables with Given Row and Column Totals,» de *Algorithm AS 159: An Efficient Method of Generating Random $R \times C$ Tables with Given Row and Column Totals*, Mendeley, Journal of the Royal Statistical Society, 1981, p. 7.
- [26] A. Féliz Blasco y M. J. Oliveros Colay, «Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos,» 2014. [En línea]. Available: <https://zaguan.unizar.es/record/13409#>.
- [27] P. S. G. Vera, «repositorio.upct.es,» 13 Enero 2012. [En línea]. Available: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3660/tfg299.pdf>.
- [28] F. S. Hillier y G. J. Lieberman, «Introducción a la investigación de operaciones,» 2010, p. 673.
- [29] K. Mathur, «El arte de toma de decisiones,» de *El arte de toma de decisiones*, Mexico, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996.
- [30] A. I. A. Pabon, «Aplicación de la Teoría de Colas en Tiempos de Espera para la Atención de Usuarios en el Laboratorio Clínico de la Empresa IPS Unipsalud 2000 Guaduas Ltda.,» IPS Unipsalud 2000 Guaduas Ltda., 2018, 2018.
- [31] G. Hernández-Escobedo, Enfoque de líneas de espera e impacto en la producción, Mexico: Uabc.mx., 2019, p. 7.
- [32] D. R. Anderson, D. J. Sweeney, T. A. Williams, J. D. Camm y K. Martin, *Metodos cuantitativos para los negocios*, Mexico: Cengage Learning, 2011.
- [33] C. Ortega, «questionpro.com,» 17 12 2020. [En línea]. Available: www.questionpro.com/blog/es/investigacion-aplicada/.
- [34] W. Corrales y A. Cantillo, *Informacion que hemos adquirido sobre el tema Teoria de colas*, Barranquilla: Unisimon, 2023.
- [35] F. Rodriguez, «dialnet.uniroja.net,» 2007. [En línea]. Available: <https://dialnet.uniroja.es/descarga/articulo/4942053.pdf>.
- [36] M. E. Riffino, «CONCEPTOS.DE,» 13 08 2020. [En línea]. Available: <https://concepto.de/metodos-de-investigacion/>. [Último acceso: 27 09 2020].
- [37] B. Camacho, «repositorio.uptc.edu.co/,» 2008. [En línea]. Available: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/4557/1/3266.pdf>.