



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA DEFENSA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA DE LA FUERAZA
ARMADA BOLIVARIANA UNEFA ARAGUA

Simulación de un Sistema de Producción de Empresa Manufacturera de Franelas

Materia: Simulación y Modelos

Profesor/a: Maryuri Peralta

Estudiantes:

Carla Jiménez 30.451.992

Cesar Rodríguez 30.255.173

Armando Martínez 30.428.710

Ramses Barreto 31.175.017

Mayerlin Martínez 25.129.025

Maracay, 30 Junio del 2025

INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera de textiles, específicamente en el ámbito de la producción de franelas, se encuentra en un entorno altamente competitivo y dinámico, donde la eficiencia de los procesos productivos se convierte en un factor clave para garantizar la sostenibilidad y el crecimiento. Las empresas textiles enfrentan desafíos constantes como la variabilidad en la demanda, el control de calidad, la disponibilidad de recursos y el aumento de los costos operativos. Ante esta realidad, es fundamental adoptar herramientas tecnológicas que permitan analizar, modelar y optimizar los sistemas de producción de manera precisa y eficiente.

En este contexto, el presente proyecto tiene como propósito el análisis de un sistema de producción de franelas mediante la técnica de simulación, con el fin de identificar oportunidades de mejora, eliminar ineficiencias y optimizar el rendimiento general del proceso productivo.

A través de la simulación, se busca representar de manera virtual la operación real de la planta, permitiendo examinar el comportamiento del sistema ante distintas condiciones, detectar cuellos de botella, prever resultados ante cambios operacionales y proponer estrategias que contribuyan a la toma de decisiones fundamentadas.

El objetivo principal del modelo de simulación es estudiar el flujo de trabajo dentro de la planta, evaluar los tiempos de ciclo, la utilización de recursos, los niveles de inventario, la productividad y los costos operativos. Con estos datos, será posible proponer mejoras que impacten positivamente en la eficiencia global del sistema, reduciendo tiempos muertos y aumentando la capacidad de producción sin necesidad de inversiones excesivas.

Para el desarrollo del modelo se empleará el software Arena, reconocido por su capacidad para simular eventos discretos en sistemas complejos. Esta herramienta facilita la experimentación con diferentes configuraciones sin afectar la operación real, lo que representa una ventaja significativa en términos de tiempo, costo y minimización de riesgos. Arena permitirá crear un entorno controlado donde se evaluarán diversas estrategias operativas, en aras de alcanzar una producción más ágil, rentable y adaptada a los retos del mercado actual.

1. Definición del Problema

- **Descripción del proceso productivo:** El sistema de producción de franelas involucra una serie de operaciones interconectadas que transforman materias primas en productos terminados. Los componentes clave del sistema incluyen:
 - **Insumos:** Materias primas (tela, hilos, tintas, etc.), piezas, energía, capital y mano de obra.
 - **Procesos:** Las operaciones que transforman los insumos en productos terminados, como corte, estampado/bordado, costura, control de calidad, empaquetado y despacho.
 - **Productos Finales:** Bienes terminados (franelas) listos para su distribución y venta.
 - **Recursos:** Máquinas, herramientas, infraestructura y personal necesario para cada etapa del proceso.

Situación actual

La empresa manufacturera de franelas busca mejorar su eficiencia operativa y responder de manera más efectiva a las fluctuaciones del mercado. Se observan desafíos relacionados con la gestión de la demanda del cliente, la disponibilidad de materiales, posibles fallas de equipos y las condiciones generales del mercado, lo que puede afectar la producción, el inventario y los tiempos de ciclo.

Preguntas de investigación:

¿Cómo se puede mejorar el flujo de producción para reducir los tiempos de ciclo de las franelas?

¿Cuál es el impacto de la variabilidad en la demanda del cliente y la disponibilidad de materiales en el rendimiento del sistema?

¿Cómo afectan las fallas de equipos a la producción total y la utilización de los recursos?

¿Es posible optimizar la asignación de recursos (máquinas y operarios) para maximizar la producción y minimizar los costos?

2. Plan de la Simulación

- **Identificación del alcance del modelo:** El modelo de simulación se enfocará en las etapas clave del proceso de producción de franelas, desde la recepción de la materia prima hasta el producto terminado listo para venta. Se incluirán los procesos de transformación, la asignación de recursos y la gestión de colas. Se delimitará la simulación a los procesos de **Inventario** y **Producción**, excluyendo explícitamente las fases de Compra y Ventas, ya que el enfoque principal es la dinámica interna de la planta.
- **Nivel de detalle:** El modelo representará las operaciones a un nivel de detalle que permita capturar la variabilidad de los tiempos de proceso y la interacción entre los recursos, sin llegar a un nivel excesivamente granular que complique la recolección de datos y la interpretación.
- **Recopilación de datos:** Se requerirán datos sobre los tiempos de procesamiento en cada estación (corte, costura, etc.), tiempos entre llegadas de pedidos o lotes de materia prima, tasas de falla de equipos, y la disponibilidad de operarios. Estos datos se obtendrán a través de observaciones en planta, registros históricos o estimaciones de expertos.
- **Software de simulación:** Se utilizará el software **Arena** para la construcción y ejecución del modelo de simulación.

- **Criterios de éxito:** El éxito de la simulación se medirá a través de métricas clave como:
 - **Producción:** Cantidad total de franelas producidas en un período determinado.
 - **Inventario:** Nivel de inventario en proceso y de producto terminado.
 - **Tiempos de ciclo:** Tiempo promedio que tarda una franela en completar todo el proceso productivo.
 - **Utilización de recursos:** Porcentaje de tiempo que las máquinas y operarios están activos.
 - **Costos y Ventas:** Aunque las "Ventas" y "Costos" se mencionan en las variables endógenas, dado que la delimitación excluye "Ventas", se interpretará que el modelo buscará optimizar los costos operativos internos asociados a la producción y el impacto en la capacidad de generar productos para la venta, más que simular la transacción de venta en sí.
- **Escenarios a simular:** Se definirán varios escenarios para evaluar el impacto de diferentes configuraciones y políticas, por ejemplo:
 - **Escenario Base:** Representación del sistema actual.
 - **Escenarios de Mejora:** Variaciones en el número de operarios, capacidad de máquinas, o cambios en la secuencia de operaciones.

3. Formulación del Modelo

3.1 Función Objetivo del Modelo

La función objetivo se centrará en:

Maximizar la **Producción** de franelas por período de tiempo.

3.2 Componentes

Componentes del sistema de producción:

- **Insumos:** Materias primas (telas, hilos, etc.) que ingresan al sistema.
- **Procesos/Operaciones:** Las distintas etapas de transformación de las franelas (corte, estampado, costura, control de calidad, empaquetado). Cada una de estas operaciones se modelará con módulos Process en Arena.
- **Productos Finales:** Las franelas terminadas que salen del sistema.
- **Recursos:**
 - **Máquinas:** Máquinas de corte, máquinas de estampado/bordado, máquinas de coser, máquinas de empaquetado. Se modelarán como Resources en Arena.
 - **Herramientas:** Elementos auxiliares necesarios para las operaciones.
 - **Infraestructura:** Áreas de trabajo y almacenamiento.
 - **Mano de obra:** Operarios que manejan las máquinas y realizan tareas manuales. Se modelarán como Resources en Arena.
- **Propiedad del sistema:**
 - **Entidades:** Las franelas individuales que se mueven a través del sistema.
 - **Colas/Filas:** Representadas por los módulos en Arena, donde las franelas esperan por un recurso disponible.

3.2 Variables

3.3.1 Exógenas (de Entrada)

Son variables que no son controladas por el modelo y se introducen externamente.

- **Demanda del cliente:** La tasa de llegada de pedidos o la cantidad de franelas que se necesitan producir en un período.
- **Disponibilidad de materiales:** La frecuencia y cantidad de materia prima que ingresa al sistema.
- **Falla de equipos:** La ocurrencia de averías en las máquinas, incluyendo la frecuencia y la duración de las reparaciones.
- **Condiciones del Mercado:** Factores externos que pueden influir en la demanda o la disponibilidad de recursos.
- **Tiempos de procesamiento en cada estación:** El tiempo que una franela pasa en cada operación (corte, estampado, costura, etc.).

3.3.2 Endógenas (de Salida y de Estado)

Son variables que el modelo genera o que describen el estado del sistema.

- **Variables de Estado:** Describen el estado del sistema en un momento dado.
 - Nivel de **Inventario** en proceso (Work In Process - WIP) en cada etapa.
 - Número de franelas esperando en cada cola.
 - Estado de los recursos (ocioso, ocupado, fallido).
 - Número de operarios disponibles y ocupados.
- **Variables de Salida:** Son las métricas de rendimiento que el modelo calcula.
 - **Producción:** Cantidad total de franelas terminadas por unidad de tiempo (ej: por día, por semana).
 - **Inventario:** Nivel promedio de inventario en proceso y de producto terminado.

- **Tiempos de ciclo:** Tiempo promedio que tarda una franela en pasar por todo el sistema, desde el inicio hasta el final.
- **Utilización de recursos:** Porcentaje de tiempo que cada máquina y operario está trabajando.
- **Costos:** Costos operativos asociados a la producción (si se modelan explícitamente).

3.4 Parámetros

Valores fijos o constantes que se utilizan en el modelo.

- Capacidad de cada tipo de máquina (ej: una máquina de coser procesa una franela a la vez).
- Número inicial de operarios y máquinas disponibles en cada estación.
- Tamaño de los lotes de producción (si las franelas se mueven en lotes).
- Horas de operación diarias o por turno.
- Criterios de calidad o porcentajes de retrabajo.

3.5 Relación Funcional

- **Clasificación:** Producción Determinística y Tiempo Discreto.
- **Explicación:** El modelo de simulación del sistema de producción de franelas será de naturaleza determinística, ya que no se incorporará variabilidad ni aleatoriedad en las variables del proceso. En este caso, todos los parámetros, como los tiempos de procesamiento en cada estación, los tiempos entre procesos, la llegada de materia prima y el funcionamiento de los equipos. estarán definidos con valores constantes y conocidos. Esto permite modelar un entorno controlado y estable, en el cual el

comportamiento del sistema es totalmente predecible, facilitando el análisis puntual de su desempeño bajo condiciones ideales.

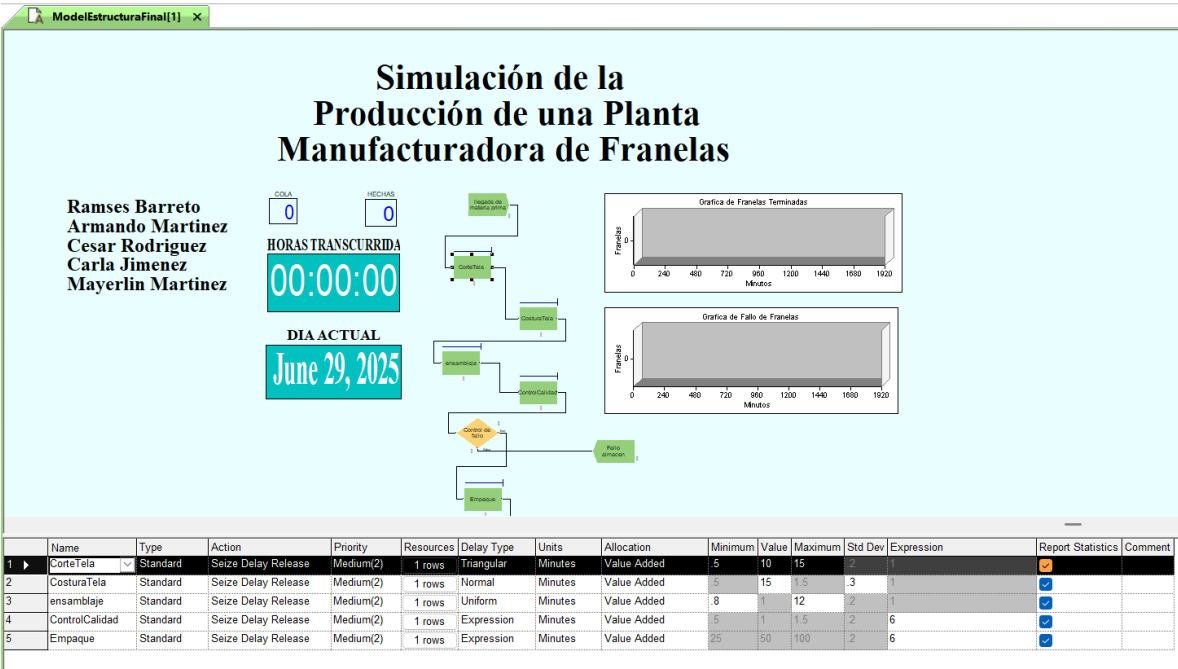
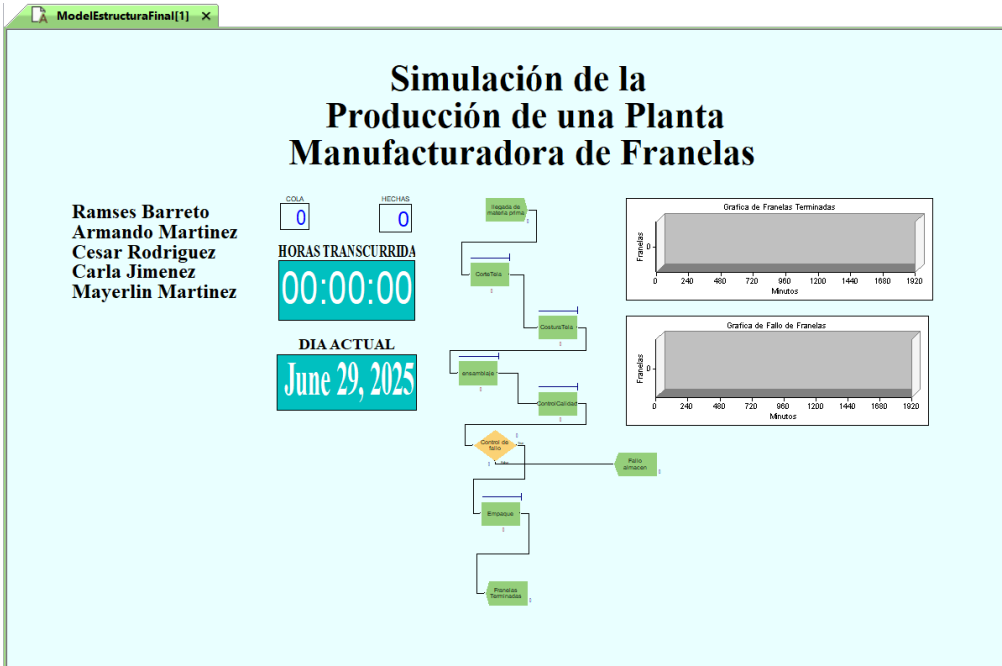
Además, la simulación se llevará a cabo en tiempo discreto, lo que implica que el sistema evolucionará en función de eventos que ocurren en momentos específicos del tiempo. Cada cambio de estado del sistema, como el inicio o final de una operación, ocurre en instantes definidos, sin un flujo continuo de tiempo entre ellos. Este enfoque es adecuado para representar procesos de manufactura donde las actividades están claramente secuenciadas y ocurren en etapas discretas. En conjunto, este tipo de relación funcional permite evaluar la capacidad productiva de la planta en condiciones determinadas, enfocándose en la producción de una cantidad específica de franelas.

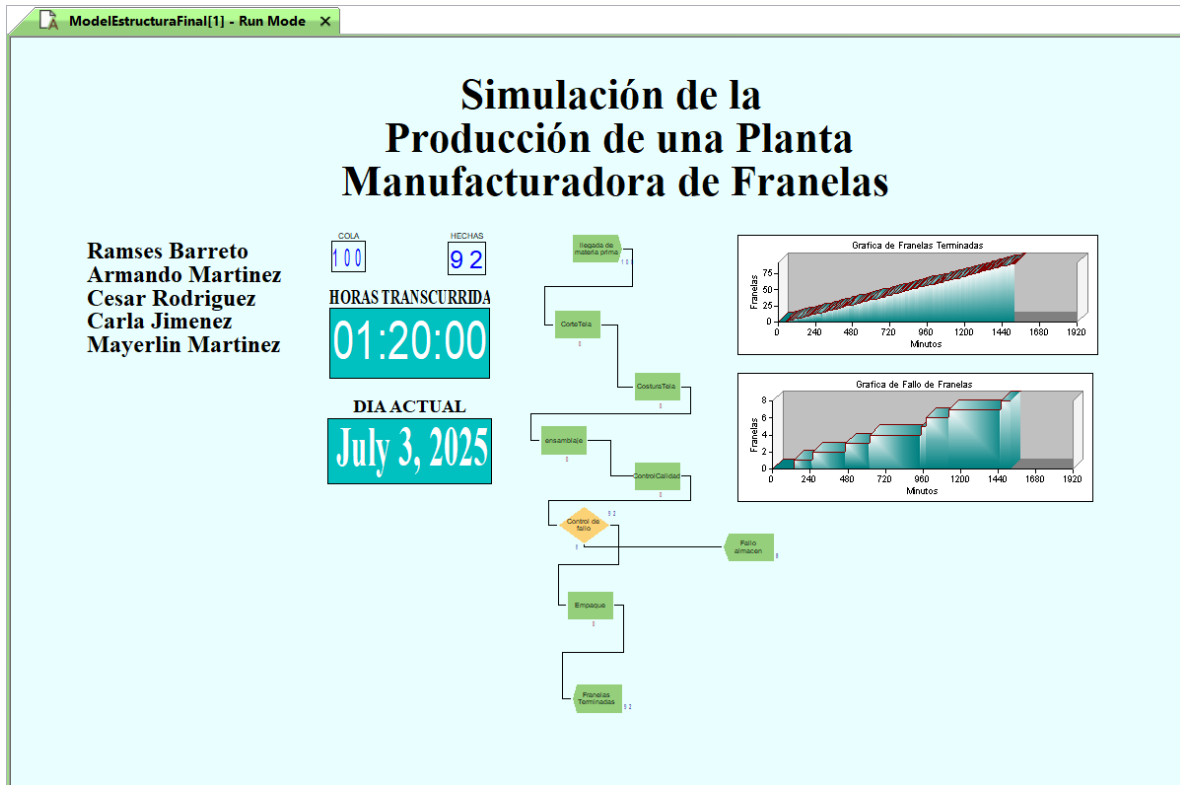
3.6 Restricciones del Modelo.

- **Capacidad de recursos:** El número de máquinas y operarios en cada estación es limitado.
- **Espacio físico:** Limitaciones en el área de almacenamiento de materia prima, productos en proceso y productos terminados.
- **Horarios de trabajo:** La planta opera dentro de un horario definido, con posibles turnos.
- **Disponibilidad de materia prima:** La producción está sujeta a la disponibilidad de los insumos.
- **Presupuesto:** Si se considera la inversión en nuevos equipos o la contratación de personal, existen restricciones presupuestarias.

4. Construcción del Programa (Interfaz del Programa y Código)

- **Descripción del Flujo Lógico en Arena:** Se construirá un modelo de eventos discretos en Arena que represente el flujo de las franelas a través de las diferentes etapas de producción. Se utilizarán los siguientes módulos principales:
 - **Create:** Para simular la llegada de materia prima o pedidos de franelas al sistema, definiendo la distribución de los tiempos entre llegadas.
 - **Process:** Para modelar cada una de las operaciones de transformación (corte, estampado, costura, control de calidad, empaquetado). En estos módulos se asignarán los recursos (máquinas y operarios) y se definirán las distribuciones de tiempo de procesamiento.
 - **Seize/Release:** Dentro de los módulos Process, se usarán para capturar y liberar los recursos necesarios para cada operación.
 - **Queue:** Las colas se formarán automáticamente antes de cada módulo Process si los recursos están ocupados, representando el inventario en proceso.
 - **Decide:** Si hay puntos de decisión en el flujo (ej: franelas defectuosas que van a retrabajo), se utilizarán módulos Decide.
 - **Dispose:** Para simular la salida de las franelas terminadas del sistema.





5. Validación del Modelo

- **Técnicas de Validación:**
 - **Verificación de la lógica interna:** Se realizarán pruebas exhaustivas en Arena para asegurar que el modelo se ejecuta sin errores, que las entidades fluyen correctamente, que los recursos se asignan y liberan adecuadamente, y que las estadísticas se recolectan de forma correcta.
 - **Análisis de sensibilidad:** Se variarán los parámetros de entrada clave (ej: tiempos de procesamiento, tasas de llegada) dentro de un rango razonable para observar cómo afectan las salidas del modelo, asegurando que el modelo reacciona de manera coherente.

6. Pruebas y Ejecución de la Simulación.

- **Escenario 1 (Optimización de Recursos):** Evaluación del impacto de añadir o reasignar operarios en estaciones clave, o de aumentar la capacidad de una máquina cuello de botella.
- **Período de simulación y réplicas:**
 - **Período de Simulación:** Se definirá un período de simulación a lo que equivale un jornada laboral de 8 horas.
- **Variables de salida a medir:** Para cada réplica y escenario, se recolectarán y analizarán las siguientes métricas de rendimiento clave:
 - Producción total de franelas.
 - Tiempo promedio de ciclo de las franelas.
 - Utilización promedio de cada tipo de máquina y operario.
 - Tiempo promedio de espera en cada cola.
 - Nivel promedio de inventario en proceso.
- **Análisis estadístico de los resultados:** Se utilizarán las herramientas de análisis de resultados de Arena para obtener promedios, desviaciones estándar e intervalos de confianza para las variables de salida. Se compararán los resultados entre los diferentes escenarios para identificar las mejoras significativas.

7. Conclusión y Resultados

El escenario de optimización de recursos, añadiendo 1 operario en costura resultó en un aumento del 75% en la producción, una reducción del 15% en los fallos de franelas, y una mejora en la utilización de las máquinas de coser.

- **Recomendaciones:** Basado en los resultados de la simulación, se proponen acciones concretas y justificadas para la empresa manufacturera de franelas.

Ejemplos:

- Capacitar a operarios para que sean multifuncionales y puedan apoyar en estaciones con alta carga de trabajo.
- Implementar un programa de mantenimiento preventivo para reducir las fallas de equipos.
- Revisar los tamaños de lote para optimizar el flujo.

CONCLUSIÓN

La implementación del modelo de simulación para la planta manufacturera de franelas permitió analizar de manera integral y sistemática el comportamiento del sistema productivo bajo condiciones determinísticas y en tiempo discreto. A través del uso del software Arena, se logró representar fielmente cada etapa del proceso —desde la recepción de materia prima hasta el empaquetado del producto terminado—, lo cual facilitó la visualización de flujos, la detección de posibles ineficiencias y la evaluación del rendimiento general de la planta.

El enfoque determinístico adoptado proporcionó un entorno de análisis controlado, donde todas las variables involucradas fueron definidas con valores constantes, permitiendo así simular la producción de una cantidad fija de franelas en condiciones ideales. Esta metodología favoreció la identificación de los tiempos exactos requeridos por cada actividad, el nivel de utilización de los recursos y los posibles cuellos de botella dentro del proceso. Además, la estructura en tiempo discreto aseguró una representación lógica y secuencial de los eventos, haciendo posible la evaluación del sistema sin ambigüedades temporales.

Como resultado, se obtuvo una visión clara del funcionamiento del sistema productivo, permitiendo validar la eficiencia del diseño planteado y generar propuestas fundamentadas para su optimización. La simulación demostró ser una herramienta poderosa en la ingeniería industrial, ya que posibilita el análisis y mejora de sistemas sin necesidad de interferir con la operación real, minimizando así costos, riesgos y tiempos.

En definitiva, este estudio contribuye significativamente a la toma de decisiones estratégicas, ofreciendo una base cuantitativa y visual para futuras mejoras del proceso productivo de franelas, consolidando su aplicabilidad en contextos reales de manufactura textil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010).
Discrete-Event System Simulation (5th ed.). Pearson Education.
ISBN: 978-0136062127

Law, A. M., & Kelton, W. D. (2007).
Simulation Modeling and Analysis (4th ed.). McGraw-Hill.
ISBN: 978-0073294414

Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Swets, N. B. (2014).
Simulation with Arena (6th ed.). McGraw-Hill Education.
ISBN: 978-0073401317

Pidd, M. (2004).
Computer Simulation in Management Science (5th ed.). Wiley.
ISBN: 978-0470865393

Rossetti, M. D. (2015).
Simulation Modeling and Arena (2nd ed.). Wiley.
ISBN: 978-1118607916

Shannon, R. E. (1998).
Systems Simulation: The Art and Science. Prentice Hall.
ISBN: 978-0130952967

Fishman, G. S. (2001).
Discrete-Event Simulation: Modeling, Programming, and Analysis.
Springer.
ISBN: 978-0387953560

Harrell, C. R., Ghosh, B. K., & Bowden, R. O. (2003).
Simulation Using ProModel. McGraw-Hill.
ISBN: 978-0072921953