



Aplicaciones de la Simulación en la Industria Petrolera

Profesor Ebert Brea, PhD

`ebert.brea@ucv.ve`

Universidad Central de Venezuela

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Eléctrica

Caracas, 26 de junio de 2014



Agenda

1. La simulación
 - 1.1. Sistemas Dinámicos de Eventos Discretos
 - 1.2. Sistemas Estáticos: Monte Carlo
2. Pasado
 - 2.1. Modelo Operacional (MOper)
 - 2.2. Modelo Estratégico del Negocio del Gas (MEGAS)
3. Presente
 - 3.1. Modelos de Análisis de Riesgo
 - 3.2. Modelos de Planificación de Cartera de Proyectos
 - 3.3. Optimización por Búsqueda Directa
4. Futuro
 - 4.1. Optimización por Simulación
 - 4.2. Futuras Investigaciones



1. La Simulación

Propósito

El desarrollo y empleo de modelos de simulación, bien sean mediante su representación dinámica o estática, tiene como objetivo, en algunos casos, la identificación de la óptima operación del sistema bajo estudio, para lo cual se necesitan métodos eficaces de optimización, desde la perspectiva del número de evaluaciones ejecutadas sobre el modelo de simulación.



1. La Simulación

1.1. Sistemas Dinámicos de Eventos Discretos

Un sistema dinámico de eventos discreto es un sistemas en donde la respuesta de éste depende entre otras variables, de los estados pasados alcanzados por el sistema y por cambios en el sistema provenientes de eventos asociados a aleatoriedades.



1. La Simulación

1.1. Sistemas Dinámicos de Eventos Discretos

- a) Sistemas de redes de cola
- b) Sistema de recepción y despacho de productos
- c) Sistemas sociales



2. Pasado

2.1. Modelo Operacional (MOper)

El MOper, desarrollado por Brea (1996), tuvo como propósito evaluar los programas de entrega y recepción de crudo y de productos derivados del petróleo, a los efectos de poder determinar la factibilidad de los programas, tomando en cuenta las aleatoriedades presente en la puntualidad de las llegadas y salidas de buques petroleros; los retardos de disponibilidad del crudo en el muelle para su carga; las fallas en el sistema del muelle, el programa de mantenimiento de los muelles; la eventualidades asociadas a condiciones climática adversa; entre otras.

2. Pasado

2.1. Modelo Operacional (MOper)

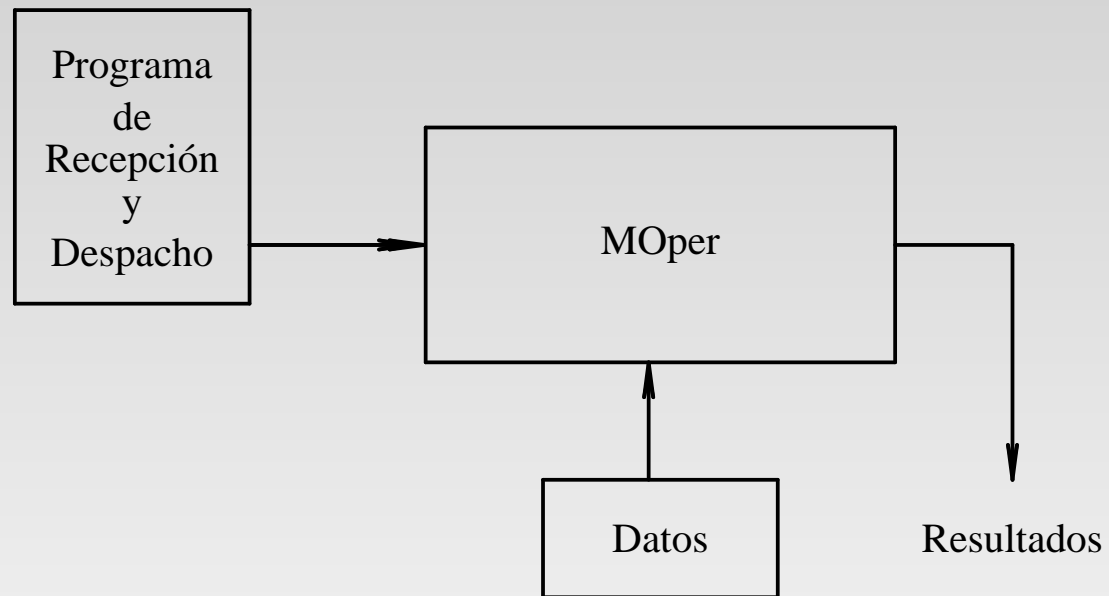


Figura 2.1. Diagrama de Bloque del MOper

2. Pasado

2.1. Modelo Operacional (MOper)

- a) Número de barcos que llegan al sistema
- b) Número de barcos atendidos
- c) Porcentaje de utilización de cada muelle
- d) Longitud de colas
- e) Tipo de barcos atendidos
- f) Diagrama de ocupación de cada muelle



2. Pasado

2.2. Modelo Estratégico del Negocio del Gas (MEGAS)

El MEGAS, desarrollado por Díaz *et al.* (1996b), Díaz *et al.* (1996a), tuvo como principal propósito describir la red principal de gasoducto de Venezuela, para así poder tomar decisiones sobre la evaluación de los nuevos proyectos asociados a la red de gasoducto de Venezuela, en aquel entonces, administrada por Corpoven, S. A.



2. Pasado

2.2. Modelo Estratégico del Negocio del Gas (MEGAS)

VARIABLES QUE CONSIDERA EL MEGAS

- a) Pronóstico de demanda de gas: residencial, comercial e industrial
- b) Pronóstico de las fuente de gas
- c) Extracción y fraccionamiento del NGL
- d) Capacidad de transmisión
- e) Plantas compresoras de gas
- f) Contenido condensable de hidrocarburo (GPM)
- g) Balance económico por centro de costo



2. Pasado

2.2. Modelo Estratégico del Negocio del Gas (MEGAS)

Resultados del MEGAS

- a) Estado financiero
- b) Efectos de nuevos proyectos en la industria
- c) Pronóstico del estado de la red



3. Presente

3.1. Modelo de Análisis de Riesgo

Análisis de Riesgo

Conduce a la estimación de probabilidad de condiciones o situación consideradas indeseables.

En el caso de un sistema, éste puede referirse a la estimación de la probabilidad de que el sistema deje de operar o también de que el sistema alcance una condición de vulnerabilidad.

3. Presente

3.1. Modelos de Análisis de Riesgo

Modelos basados en simulación por Monte Carlo.

Se basan en la representación de aquellas cantidades (variables o parámetros) del sistema consideradas aleatorias, a través de su representación mediante números pseudoaleatorios

- Brea (2009) aplicó la técnica de Monte Carlo para optimizar el balance de carga en redes de transmisión de energía eléctrica.



3. Presente

3.1. Modelos de Análisis de Riesgo

El modelo matemático.

Se requiere del conjunto de relación lógicas matemáticas que permitan representar las relación entre las cantidades del sistema, para lograr contar con un modelo matemático y con éste poder representar las variables aleatorias en el modelo matemático, y así ejecutar la simulación.

3. Presente

3.1. Modelos de Análisis de Riesgo

Un ejemplo.

$$B(I, E) = I - E, \quad (3.1)$$

donde $I \sim U(1000, 1500)$ y $E \sim Exp(500)$

Pregunta:

¿Cual es la probabilidad de que el balance sea negativo?



3. Presente

3.1. Modelos de Análisis de Riesgo

$$I = 500 R + 1000; \quad (3.2a)$$

$$E = -\frac{1}{500} \ln(1 - R), \quad (3.2b)$$

donde R es un generador de números pseudoaleatorios entre 0 y 1.

3. Presente

3.1. Modelos de Análisis de Riesgo

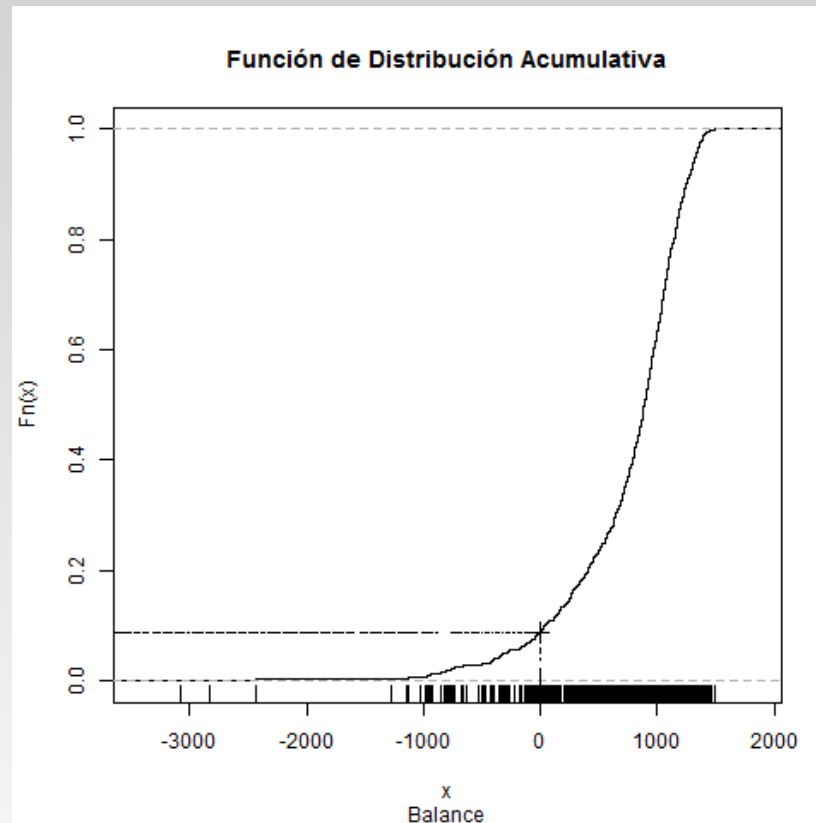


Figura 3.2. Probabilidad de Ruina



3. Presente

3.2. Modelo de Planificación de Cartera de Proyectos

- a) Sistemas de redes de oleoductos
- b) Sistemas de almacenamiento de crudo
- c) Sistemas de redes de suministros



3. Presente

3.3. Optimización por Búsqueda Directa

Desarrollo de algoritmos de optimización de búsqueda directa.

- a) Algoritmo Simplex Entero Mixto (ASEM) desarrollado por Brea (2013)
- b) Mixed Integer Randomized Pattern Search Algorithm (MIRPSA) desarrollado por Brea (2014)



4. Futuro

4.1. Optimización por Simulación

Un ejemplo de la reciprocidad entre la simulación y la optimización fue presentada por Brea (2005), en donde muestra cómo la simulación puede valerse de la optimización y cómo la optimización emplea la simulación.



4. Futuro

4.1. Futuras investigaciones

- a) Desarrollo de nuevos métodos de optimización a problemas enteros mixtos
- b) Estudio de condiciones de optimalidad en problemas enteros mixtos
- c) Desarrollo de un software para el modelado de sistemas para el análisis de riesgo.



Referencias

- Brea, E. 1996. Modelo de simulación para pronosticar las operaciones en un puerto petrolero. *Revista de la Facultad de Ingeniería UCV*, 11(2):35–42.
- Brea, E. 2005. ¿Optimización por Simulación u Optimización para la Simulación? In *II Seminario de Modelos y Modelado: Concepto, técnicas y aplicaciones*, Caracas.
- Brea, E. 2009. Optimización de Balance de Cargas en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 24(3):59–73.
- Brea, E. 2013. Una extensión del método de Nelder Mead a problemas de optimización no lineales enteros mixtos. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 29(3):163–174.
- Brea, E. 2014. On the convergence of the Mixed Integer Randomized Pattern Search Algorithm. *INFORMS Journal on Computing*. Article in preparation (preprint).
- Díaz, R., Brea, E., Marín, S., y Uzcátegui, R. 1996a. Caracterización de consumidores de gas para un modelo de simulación de un sistema de manejo de energía. In *70 Congreso Latinoamericano y XV Simposio Nacional de Control Automático, AADECA'96*, volume 2, pages 720–726, Buenos Aires, Argentina.
- Díaz, R., Brea, E., Marín, S., y Uzcátegui, R. 1996b. Modelo de simulación de estrategias para el