

IV.1 INTRODUCCION

La técnica de simulación es desde hace mucho tiempo una herramienta importante para el diseñador. Durante muchos años, se han usado modelos a escala de máquinas, para simular la distribución de planta. La simulación común se uso inicialmente en la investigación de operaciones, surgió por primera vez en el trabajo de John Von Neumann y Stanislaw Ulam, en los últimos años de la década de los 40. Quienes a través del análisis de Montecarlo en conjunto con una técnica matemática, resolvieron problemas relacionados con las barreras nucleares de protección, demasiado costosas para someterlas a pruebas de experimentación o demasiado complejas para realizar sus análisis. Un avance importante de las computadoras, en los primeros años de la década de los 50, la simulación experimentó un avance substancial. En la actualidad se resuelven incontables problemas de negocios, puesto que la simulación en la computadora es un método económico y rápido para efectuar la vasta cantidad de cálculos que se requieren.

IV. 1 .1 USOS Y RAZONES DE LA SIMULACION Las áreas de aplicación de la simulación son muy amplias, numerosas y diversas, basta mencionar sólo algunas de ellas: Análisis del impacto ambiental causado por diversas fuentes Análisis y diseño de sistemas de manufactura Análisis y diseño de sistemas de comunicaciones. Evaluación del diseño de organismos prestadores de servicios públicos (por ejemplo: hospitales, oficinas de correos, telégrafos, casas de cambio, etc.). Análisis de sistemas de transporte terrestre, marítimo o por aire. Análisis de grandes equipos de cómputo. Análisis de un departamento dentro de una fábrica. Adiestramiento de operadores (centrales carboeléctricas, termoeléctricas, nucleoeléctricas, aviones, etc.). Análisis de sistemas de acondicionamiento de aire. Planeación para la producción de bienes. Análisis financiero de sistemas económicos. Evaluación de sistemas tácticos o de defensa militar. La simulación se utiliza en la etapa de diseño para auxiliar en el logro o mejoramiento de un proceso o diseño o bien a un sistema ya existente para explorar algunas modificaciones. Se recomienda la aplicación de la simulación a sistemas ya existentes cuando existe algún problema de operación o bien cuando se requiere llevar a cabo una mejora en el comportamiento. El efecto que sobre el sistema ocurre cuando se cambia alguno de sus componentes se puede examinar antes de que ocurra el cambio físico en la planta para asegurar que el problema de operación se soluciona o bien para determinar el medio más económico para lograr la mejora deseada. Todos los modelos de simulación se llaman modelos de entrada-salida. Es decir, producen la salida del sistema si se les da la entrada a sus subsistemas interactuantes. Por tanto los modelos de simulación se corren en vez de resolverse, a fin de obtener la información o los resultados deseados. Son incapaces de generar una solución por sí mismos en el sentido de los modelos analíticos; solo pueden servir como herramienta para el análisis del comportamiento de un sistema en condiciones especificadas por el experimentador. Por tanto la simulación es una teoría, si no una metodología de resolución de problemas. Además la simulación es solo uno de varios planteamientos valiosos para resolver problemas que están disponibles para el análisis de sistemas. Pero ¿Cuándo es útil utilizar la simulación? Cuando existan una o más de las siguientes condiciones: 1.- No existe una completa formulación matemática del problema o los métodos analíticos para resolver el modelo matemático no se han desarrollado aún. Muchos modelos de líneas de espera corresponden a esta categoría. 2.- Los métodos analíticos están disponibles, pero los procedimientos matemáticos son tan complejos y difíciles, que la simulación proporciona un método más simple de solución. 3.- Las soluciones analíticas existen y son posibles, pero están más allá de la habilidad matemática del personal disponible. El costo del diseño, la prueba y la corrida de una simulación debe entonces evaluarse contra el costo de obtener ayuda externa. 4.- Se desea observar el trayecto histórico simulado del proceso sobre un período, además de estimar ciertos parámetros. 5.- La simulación puede ser la única posibilidad, debido a la dificultad para realizar experimentos y observar fenómenos en su entorno real, por ejemplo, estudios de vehículos espaciales en sus vuelos interplanetarios. 6.- Se requiere la aceleración del tiempo para sistemas o procesos que requieren de largo tiempo para realizarse. La simulación proporciona un control sobre el tiempo, debido a que un fenómeno se puede acelerar o retardar según se desee.

IV. 1. 2 PROCESO DE SIMULACION

Antes de especificar los aspectos más importantes que se presentan al formular problemas de simulación, será útil definir esta. La simulación es la utilización de un modelo de sistemas, que tiene las características deseadas de la realidad, a fin de reproducir la esencia de las operaciones reales. También se le ha definido como una representación de la realidad mediante el empleo de un modelo u otro sistema que reaccione de la misma manera que la realidad, en un conjunto de condiciones dadas. Ninguna de estas definiciones incluye todos requisitos fundamentales de esta, como son, el uso de los modelos matemáticos, las computadoras, los procesos estadísticos o estocásticos, los casos las suposiciones y los cursos de acción alternativos. La definición más general y amplia de esta: una técnica cuantitativa que utiliza un modelo matemático computarizado para representar la toma real de decisiones bajo condiciones de incertidumbre, con objeto de evaluar cursos alternativos de acción con base en hechos y suposiciones.

La simulación es útil en la resolución de problema de negocios cuando no se conocen parcialmente las variables con anticipación y no existe una manera fácil de encontrar estos valores. El problema se parece que al de la secuencia, para la cual no se conoce una fórmula ya elaborada por encontrar el enésimo (o último) terminó. El único hecho conocido es una regla (relación recursiva) que permite encontrar el siguiente término a partir de los últimos. Básicamente, la única manera de descubrir el enésimo término es aplicando la misma regla una y otra vez hasta llegar a dicho término. La simulación utiliza un método para encontrar estos estados sucesivos en un problema, aplicando repetidamente las reglas bajo las que operan el sistema. Este eslabonamiento sucesivo de un estado particular con otros anteriores es una característica importante de la simulación.

Generalmente, la simulación implica la construcción de un modelo matemático que describa el funcionamiento de sistema en cuanto a eventos y componentes individuales. Además, el sistema se divide en los elementos y las interrelaciones de aquellos elementos de comportamiento previsible, al menos en función de una distribución de probabilidades, para cada uno de los diversos estados del sistema y sus insumos. La simulación es un medio de dividir el proceso de elaboración de modelos en parte componentes más pequeñas y combinarlas en el orden natural o lógico. Lo que permite el análisis en computadoras de los efectos de las interacciones mutuas entre esta. Debido al error estadístico, es imposible garantizar que se encontrará la respuesta óptima, no obstante la respuesta estará por lo menos próxima a la óptima si el problema se simula correctamente. En esencia, el modelo de simulación realiza experimentos sobre los datos de una muestra más que sobre el universo entero, ya que esto sería demasiado tardado, inconveniente y costoso.

Planificar un proceso de simulación requiere de los siguientes pasos:

- a) Formulación del problema.
- b) Recolección y procesamiento de la información requerida.
- c) Formulación del modelo matemático.
- d) Evaluación de las características de la información procesada.
- e) Formulación de un programa de computadora.
- f) Validación del programa de computadora.
- g) Diseño de experimentos de simulación.
- h) Análisis de resultados y validación de la simulación.

A continuación se resumen las principales características asociadas a cada paso.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Generalmente un problema se presenta por síntomas, no por el diagnóstico. Por lo que antes de generar soluciones en un sistema, se deben buscar el mayor número de síntomas.

Según Acoff y Sasieni, las condiciones para que exista el más simple de los problemas son:

- Debe existir por lo menos un individuo que se encuentra dentro de un marco de referencia, el cual se puede atribuir el problema del sistema.
- El individuo debe tener por lo menos un par de alternativas para resolver su problema, en caso contrario no existe tal problema.
- Deben de existir por lo menos, un par de soluciones, una de las cuales debe tener mayor aceptación que la otra en el individuo. En caso contrario, no existe el problema. Esta preferencia está asociada a un cierto objetivo dentro del marco de referencia en donde se encuentra el individuo del sistema.
- La selección de cualquiera de las soluciones debe repercutir de manera diferente en los objetivos del sistema, es decir existe una eficiencia y/o efectividad asociada con cada solución. Estas eficiencias y/o efectividades deben ser diferentes, puesto que de lo contrario no existe problema.
- Por último el individuo que toma las decisiones ignora las soluciones y/o eficiencia y/o efectividades asociadas con las soluciones del problema.

Si las cinco condiciones anteriores existen, entonces se tiene un problema. Esta situación puede complicarse en los siguientes casos:

- El problema recae en un grupo, no en un individuo.
- El marco de referencia donde se encuentra el grupo, cambia en forma dinámica.
- El número de alternativas que el grupo puede escoger es bastante grande, pero finito.
- El grupo dentro del sistema puede tener objetivos múltiples. Peor aún, no necesariamente estos objetivos son consistentes entre sí.
- Las alternativas que selecciona el grupo son ejecutadas por otro grupo ajeno, al cual no se le puede considerar como elemento independiente del sistema.
- Los efectos de la decisión del grupo pueden sentirse por elementos que aun siendo ajenos al sistema considerando, influyen directa o indirectamente, favorable o desfavorablemente hacia el (político, consumidor, etc.).

Para formular un problema se necesita la siguiente información:

- ¿Existe un problema?.
- ¿De quien es el problema?.
- ¿Cuál es el marco de referencia del sistema donde se encuentra el problema?.
- ¿Quién o quienes toman las decisiones?.
- ¿Cuáles son sus objetivos?.
- Cuáles son los componentes controlables del sistema y cuáles no lo son?.
- ¿Cuáles son las interrelaciones más importantes del sistema?.
- ¿Cómo se emplearan los resultados del proyecto? ¿Por quien? ¿que efectos tendrá?.
- ¿Las soluciones tendrán efecto a corto o largo plazo?.
- ¿Podrán los efectos de las soluciones modificarse o cambiarse fácilmente?.
- ¿Cuantos elementos del sistema se afectaran por las soluciones del proyecto? ¿En qué grado?.

FORMULAR UN PROBLEMA REQUIERE:

- Identificar las componentes controlables de un sistema.
- Identificar posibles rutas de acción dadas por las componentes, controlables.
- Definir el marco de referencia, dado por las componentes no controlables
- Definir los objetivos que se persiguen y clasificarlos por su orden de importancia.

Identificar las relaciones importantes entre las diferentes componentes del sistema, este paso equivale a encontrar las restricciones que existen, a la vez que permite más adelante representar estas interrelaciones en forma matemática.

La identificación de la estructura del sistema (componentes, canales, interrelaciones, etc.), se hace a través de un proceso sistemático, que se conoce como diseño de sistemas.

El diseño de sistemas se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Se ubica al sistema considerando dentro de sistemas más grandes.
- Se determinan las componentes del sistema.
- Se determinan los canales de comunicación entre las componentes del sistema y de este hacia los elementos de otros sistemas que van a tener influencia directa o indirecta.
- Se determinan de que manera se tiene acceso a la información requerida como se procesa esta y como se transmite entre las diferentes componentes del sistema.

IV.1.3 GENERACIÓN DE VALORES DE UNA VARIABLE ALEATORIA

INTRODUCCIÓN.

Métodos más utilizados para generar números aleatorios y pseudoaleatorios con computadora.

Antes de continuar, es necesario establecer la siguiente terminología. El término variable aleatoria se emplea para nombrar una función de valor real, definida sobre un espacio muestral asociado con los resultados de un experimento conceptual, de naturaleza azoriza. El valor numérico resultante de un experimento, de cada una de las variables aleatorias, se llama número aleatorio. Se utilizan letras mayúsculas para denotar las variables aleatorias y minúsculas, para denotar valores de éstas variables aleatorias y minúsculas, para denotar valores de éstas variables, es decir, para los números aleatorios. Por ejemplo, $F(x)$; la función de distribución acumulada para una variable aleatoria X , indica la probabilidad de que X sea menor o igual al particular valor x de la función de probabilidad de la variable aleatoria X , cuando $X = x$.

TECNICAS PARA GENERAR NÚMEROS ALEATORIOS.

Se han venido usando cuatro métodos alternativos para generar las sucesiones de números aleatorios, estos son:

Métodos manuales

Lanzamiento de monedas

Lanzamiento de dados

Barajas

Dispositivos mecánicos

Dispositivos electrónicos

Ventajas: Son aleatorios

Desventajas: No reproducibles

TABLAS DE BIBLIOTECA.

Son números aleatorios que se han publicado; por ejemplo a Millon Random Digits, de la Corporación Rand, de los cuales podemos encontrar listas de los en los libros de probabilidad y tablas de matemáticas. Estos números fueron generados por alguno de los métodos de computación analógica, los cuales mencionados a continuación.

Ventaja: Provienen de un fenómeno aleatorio y son reproducibles.

Desventaja: No se obtiene en tiempo real.

MÉTODOS DE COMPUTACIÓN ANALÓGICA

Los métodos de computación analógica dependen de ciertos procesos físicos aleatorios (por ejemplo, el comportamiento de una corriente eléctrica), por lo que se considera que conducen verdaderos números aleatorios.

Ventaja: Aleatorios.

Desventaja: No reproducible.

MÉTODOS DE COMPUTACIÓN DIGITAL

Se distinguen tres métodos para producir números aleatorio cuando se usa la computación digital (computadoras), los cuales son:

PROVISIÓN EXTERNA. Consiste en grabar en la memoria de la computadora, las tablas Randa, a fin de tratar estos números como datos de entrada para un determinado problema.

GENERACIÓN POR MEDIO DE PROCESOS FÍSICOS ALEATORIOS. Consiste en usar algún aditamento especial de la computadora, para registrar los resultados de algún proceso aleatorio y además, reduzca estas resultados a sucesiones de dígitos.

GENERACIÓN INTERNA POR MEDIO DE UNA RELACIÓN DE RECURRENCIA. Consiste en generar números pseudoaleatorios por medio de ecuaciones de rrecurrencia, en las que necesariamente se tiene que dar un valor inicial o semilla, para generar los siguientes valores. Vamos ha centrar nuestra atención en este último método de computación digital, y los describiremos ampliamente.

Ventaja: Son reproducibles.

Desventaja: Son pseudoaleatorios.

CARACTERISTICAS DE LOS NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS

- Uniformemente distribuidos
- Estadísticamente independientes
- Reproducibles
- Sin repetición dentro de una longitud determinada

METODOS QUE UTILIZAN ECUACIONES DE RECURRENCIA PARA GENERAR NUMEROS PSEUDOALEATORIOS.

Aquí describiremos los métodos de generación de números pseudoaleatorios, usando ecuaciones de recurrencia.

METODOS DE GENERACIÓN DE NUM. PSEUDOALEATORIOS U(0,1).

–Métodos congruenciales 69

reglas:

- C debe ser un entero impar, no divisible ni por 3 ni por 5
- a usualmente puede ser cualquier constante sin embargo para asegurar buenos resultados, seleccione a de tal forma que $(a) \text{ mod } 8 = 5$ para una computadora binaria o $(a) \text{ mod } 200 = 21$ para una computadora decimal.
- M debe ser el número entero más grande que la computadora acepte

De acuerdo con Hull y Debelle, los mejores resultados para un generador congruencial mixto en una computadora binaria son:

- $a = 8 * c$