

## Justificando la Simulación

La Justificación para la Adquisición y uso de Simulaciones gira alrededor de 2 puntos clave:

1. ¿Por qué es mejor utilizar Simulación que cualquier otra herramienta?
2. ¿La simulación se justifica por sí sola?

### Por qué quisiéramos utilizar simulación más que cualquier otra herramienta?

#### Comparada contra hojas electrónicas de cálculo

Cualquier análisis puede ser hecho manualmente, sin embargo cuando la complejidad aumenta, la necesidad de usar una herramienta basada en computadora también aumenta. Una hoja de cálculo puede ser utilizada para hacer muchos cálculos complejos, para determinar el estatus operacional de cualquier sistema bajo estudio. La limitación de la hoja de cálculo es su falta de habilidad para incluir la aleatoriedad que ocurre en el modelo, así como las interdependencias que los recursos y las entidades moviéndose en el modelo tienen unos contra otras y viceversa. Los análisis de qué pasa si ? pueden ser análisis hechos a través de muchas corridas de los cálculos, sin embargo, los números promedio que son utilizados en una hoja de cálculo como la tasa de llegadas telefónicas, o la duración de las actividades (como la atención de la llamada) y la inesperada falla en la disponibilidad de los recursos (turnos, descansos, etc.), no representan la realidad.

La Simulación captura la aleatoriedad y las interdependencias de la realidad, y permite utilizar distribuciones de probabilidad en lugar de promedios.

La Simulación permite al analista imitar la realidad, incluyendo la aleatoriedad que ocurre basado en una distribución de probabilidad identificada apropiadamente, o una distribución tomada de los datos. Por ejemplo, el tiempo para realizar una actividad puede ser en promedio 10 minutos, pero pudiera llevar hasta 45 minutos dependiendo del tipo de producto o de cliente. También, la simulación permite la inclusión de la interdependencia de una entidad o un recurso sobre los demás. Por ejemplo, las llegadas de las ordenes pueden colocar un componente en cada una de 2 áreas de producción, pero el operario pudiera operar sólo una a la vez. Con Simulación, los eventos de llegadas y servicio son rastreadas en forma única, y el tiempo en la fila es identificado perfectamente. Con una hoja de cálculo, el operador se asume que está parcialmente disponible en ambas estaciones simultáneamente, y eso no es realista.

#### Simulación comparada contra Técnicas de Optimización

Las técnicas de optimización como la programación lineal, programación por metas y programación dinámica, son muy útiles cuando se desea una sola meta, para minimizar o maximizar (por ejemplo, menor costo, mayor utilización, mayores ventas, y menor tiempo de espera). Desafortunadamente, las técnicas de optimización se limitan a alcanzar el mejor resultado pero para una sola meta, sacrificando otras metas secundarias que pudieran

---

ser importantes. Estas técnicas no permiten la entrada de aleatoriedad, que si ocurre en la realidad, relegando al analista a utilizar tiempos de proceso promedios y tasas de llegadas que pueden llevarnos a resultados equivocados. La Simulación permite al analista examinar metas múltiples simultáneamente.

La Simulación permite analizar el desempeño de un sistema, con respecto a varios factores: tiempos para realizar actividades, tasas de llegadas, tasas de salida del sistema, costos y ventas, utilización del personal y del equipo. Esto proporciona información para disciplinas múltiples en el sistema bajo estudio, para determinar el mejor sistema y la mejor estrategia. Cada grupo de trabajo o departamento, con un voto en el proceso de decisión puede hacer sus análisis con el mismo modelo de simulación. Así, es más fácil lograr consenso.

Nota: El paquete de Simrunner que trabaja directamente con Promodel / Medmodel / Servicemodel, para realizar optimizaciones de los modelos de simulación. Simrunner acepta parámetros que pueden ser cambiados en el modelo y sobre los que se tiene control (número de funcionarios, prioridades de servicio) y acepta funciones objetivo para maximizar o minimizar (con factores de peso en cada función) y corre la simulación con escenarios múltiples para alcanzar automáticamente la solución óptima basada en las funciones objetivo.

SimRunner utiliza algoritmos de optimización para producir un diseño de experimentos de tal manera que el número menor de escenarios sea ejecutado para obtener la solución óptima. Los detalles de salida del resultado de optimización pueden ser analizados en forma de reporte y en forma gráfica.

### **Comparado contra Teoría de Filas**

La Simulación rastrea los eventos como van ocurriendo, conservando toda la información relativa al tiempo para propósitos del reporte al final de la simulación. La información disponible acerca de la operación del sistema es más completa con simulación que con otras técnicas. Por ejemplo, con el análisis estático como la teoría de filas y hojas de cálculo, el tiempo promedio y el número de unidades en una fila son conocidas, pero no hay forma de examinar valores mínimos, y máximos, intervalos de confianza en el rango de esos valores, ver un histograma de la distribución de los datos, y una gráfica a través del tiempo de los valores. No sería más interesante conocer que el número de piezas en la fila será mayor a 10 solamente el 5% del tiempo, mas que solamente saber que el tamaño promedio de la fila es 2?

### **Comparado contra el análisis estático**

Dado que las técnicas de análisis estático permiten solamente parámetros promedio para ser utilizados, el analista puede llegar a conclusiones incorrectas de capacidad, sobreestimando o subestimando el cálculo de una determinada situación. Por ejemplo, el movimiento de órdenes de producción debe ser asumido sin restricción en una hoja de cálculo, cuando de hecho el operador debe ser el que hace el movimiento. Esto puede llevarnos a un cálculo sobre-estimado de la capacidad del sistema. La Simulación proporciona una descripción más adecuada de la realidad.

### **Comparado contra las herramientas de Secuenciación y Programación**

---

La técnica de simulación muestra qué pasaría a un sistema en una configuración en particular. Esta configuración incluye el programa para el sistema, el arreglo físico de las máquinas, las reglas del flujo de información y trabajo, así como las fallas y turnos esperados. Las reglas se pueden incluir en el ruteo para darle mayor prioridad a ciertas cosas que a otras, inclusive la interrupción de las actividades por otra actividad más importante. Se pueden generar archivos para mostrar el tiempo esperado de inicio y terminación para cada trabajo. Así, la simulación puede realizar funciones de secuenciación una vez que la información básica del proceso y de las órdenes está en el modelo. De hecho, se pueden alimentar programas de producción alternativos vía hojas electrónicas de cálculo, y se pueden crear escenarios distintos para considerar varias alternativas. El resultado de cada escenario puede analizado simultáneamente, de tal manera que la mejor secuencia pueda ser escogida. Sin embargo, la simulación no es un sistema de programación pura, como en un MRP II, o un paquete de programación de la producción. Para que la simulación tenga credibilidad, las ocurrencias de la vida real como la aleatoriedad y la interdependencia entre los recursos y las piezas, los operadores, etcétera, mientras que en un programa de producción eso no se puede considerar.

Cuando se utiliza una aplicación con simulación se produce una gráfica de gantt de las actividades ocurriendo en el modelo, y una lista de las actividades en cada estación, el modelo puede usar datos reales para definir cuando el trabajo se espera que se inicie y termine.

### **Comparado contra herramientas inanimadas**

La Animación que está disponible con la simulación puede ser extremadamente poderosa en 3 formas: Primero, el constructor del modelo puede usar la animación como retroalimentación para asegurarse que el flujo de actividades en el modelo hacen lo que se supone que deben hacer.

Por ejemplo, si la animación muestra que no hay unidades en una estación de trabajo a lo largo del día, entonces el Ingeniero de Simulación se puede dar cuenta que los datos de llegada no son los correctos. Segundo, después de que el modelo se ha validado para la precisión de los flujos de procesamiento, la animación puede dar indicaciones visuales que nos ayudan a identificar los cuellos de botella. Finalmente, la animación es una herramienta excelente de presentaciones. El analista puede utilizar la animación gráfica para vender ideas nuevas, como entrenamiento al staff en sus deberes (y sobre todo las consecuencias de no hacer sus deberes en la forma indicada).

### **¿La Simulación se paga por sí sola?**

Los proyectos de simulación son como cualquier otro proyecto en el cual los gastos se deben de comparar contra los beneficios. Los gastos en proyectos de simulación incluyen lo siguiente:

- Adquisición del Software.
- Tiempo del Ingeniero que hace la Simulación.
- Adquisición de la Computadora.
- Tiempo del Entrenamiento

Los Beneficios que se obtienen al hacer el estudio de simulación, incluyen:

---

- Ahorros Gigantes:
    - Evitar inversiones innecesarias.  
Por ejemplo: Aumentar la utilización de una instalación existente, entonces no hay necesidad de expansión; seleccionar la mejor alternativa que minimice el costo.
    - Evitar nuevas contrataciones innecesarias.  
Por ejemplo: Rediseñar el proceso y las funciones para lograr mejores alineaciones de proceso.
    - Evitar retrabajos innecesarios en las plantas y oficinas.  
Por ejemplo: Encontrar el mejor diseño a la primera, evitando esfuerzos duplicados, hacer un mayor uso de las instalaciones.
  
  - Ahorros
    - Incremento en la productividad.  
Por ejemplo, menores tiempos de viaje del staff debido al reacomodo físico de las instalaciones o a la reasignación de las tareas.
    - Incremento de la satisfacción del cliente.  
Por ejemplo: menor tiempo de espera de ordenes de producción a lo largo del sistema.
    - Mejores y más información para la adecuada toma de decisiones.  
Por ejemplo: Más que solo el tiempo promedio de espera en una fila, también el mínimo, máximo, un histograma, una gráfica a través del tiempo, y un intervalo de confianza.
  - Ahorros en el tiempo del Ingeniero que hace los análisis. Comparado contra el tiempo de hacer el análisis en forma manual, o utilizando técnicas que consumen mucho más tiempo.  
Por ejemplo: Muchos datos de tiempo y costo pueden ser desarrollados rápidamente, con simulación, comparado contra el uso de una hoja electrónica de cálculo cuando hay variaciones en los datos de entrada.
  - Beneficios Intangibles:
    - Educación.  
La Simulación fuerza la necesidad de entender el proceso en forma completa, así como el problema bajo estudio.
    - Trabajo en Equipo y Comunicación.  
Debido a que las gráficas y la habilidad de replicar la realidad, la gente tiene a involucrarse en el proyecto más fácilmente, y tiende a entender más fácilmente las ramificaciones de los cambios propuestos. La validación en el proyecto, por el equipo, fuerza a la coordinación puntual de las ideas.
-