

Primer Avance de proyecto Final de Simulación.

Siguiendo la Metodología general para Simulación, revisa las siguientes descripciones para la integración de tu proyecto.

Paso 1. Formulación del problema. Este paso es crucial ya que se debe tener perfectamente claro cuál es el problema ya que de esto depende el enfoque que debe tomarse para solucionarlo. Por ejemplo, el problema puede ser de tal naturaleza que pueda resolverse usando algún método analítico en lugar de usar la simulación. En todo caso, debe verse a la simulación como un medio y no como un fin. La simulación no proporciona soluciones sino que ayuda a la toma de decisiones. Cada estudio debe iniciar con una exposición del problema en donde debemos asegurarnos de que el problema se está describiendo de la manera correcta y que todos los que estén involucrados en el proyecto de simulación estén de acuerdo en dicha formulación. Usted, como ingeniero industrial, conoce muchas herramientas para poder distinguir de manera contundente los problemas vitales de los triviales. Si uno es principiante en los estudios de simulación es preferible abordar un problema no tan complejo. Muchos proyectos no se han concluido o bien no han arrojado los resultados esperados por no haberse seleccionado un problema adecuadamente. Es conveniente seleccionar un proyecto que tenga mucha probabilidad de tener éxito. El éxito lo define un modelo de simulación que demuestre su valor para la organización en el corto plazo.

Karl y Krahl (2011) aconsejan que “el proceso ideal del modelo para el primer proyecto será lo suficientemente complejo de forma que el comportamiento no sea completamente obvio, pero lo suficientemente sencillo como para ser modelado sin rodeos.” Recuerde que algunos problemas es preferible resolverlos de manera analítica y no forzar el análisis a través de una simulación. Otra observación que hacen es que “un pequeño modelo puede ser muy útil para identificar la información clave acerca de un proceso. No comience modelando su cadena de suministro. En cambio, modele un único, interesante e importante punto de inventario.” Otra característica de un buen proyecto de partida es el apoyo de la administración. Si usted se puede dar el lujo de escoger entre los diferentes departamentos, seleccione el que tiene el gerente que sea reconocido como un verdadero líder y entienda mejor la problemática de su propio proceso.

Paso 2. Definir el objetivo, el alcance y los requerimientos. Definición del objetivo Una vez que se ha decidido que la mejor manera de abordar el problema es a través de un modelo de simulación se debe definir el objetivo de ésta. “El objetivo de una simulación define el propósito o la razón de conducir el estudio de simulación” (Harrell, et al, 2003). Debe aclararse que un estudio de simulación puede tener uno o más objetivos dependiendo de la naturaleza del problema y que, de acuerdo a la figura 1.5, puede(n) ser modificado(s) o aún redefinido(s) a medida que el estudio avance. Lo más importante es que deberán ser realistas y alcanzables. Los objetivos pueden caer en cualquiera de las siguientes categorías generales: análisis de desempeño, análisis de capacidad/restricciones, comparación de la configuración, análisis de sensibilidad y visualización.

Harrell, et al, (2003), proponen como lista de verificación, una serie de preguntas para facilitar el establecimiento de los objetivos específicos del estudio de simulación, los cuales pueden caer en dos categorías: decisiones de diseño o en decisiones operativas.

Decisiones de diseño	Decisiones operativas
¿Qué división y secuencia de actividades de procesamiento proporcionan el mejor flujo?	¿Cuál es la mejor manera de enrutar el material, los clientes o las llamadas a través del sistema?
¿Cuál es la mejor distribución de oficinas, máquinas, equipo y otras áreas de trabajo para minimizar el tiempo de recorrido y la congestión?	¿Cuál es la mejor manera de asignar al personal un conjunto particular de tareas?
¿Cuánto personal operativo es necesario para lograr los niveles de producción o de servicio requeridos?	¿Cuál es el mejor programa para el mantenimiento preventivo?
¿Qué nivel de automatización es el de costo más efectivo?	¿Cuánto mantenimiento preventivo será realizado?
¿Cuántas máquinas, herramientas, accesorios o contenedores se necesitan para lograr los requerimientos de rendimiento?	¿Cuál es la mejor regla de prioridad para seleccionar trabajos y tareas?
¿Cuál es el método de manejo de materiales o de transporte de costo mínimo que alcance los requerimientos de procesamiento?	¿Cuál es el mejor programa para producir una mezcla de productos o clientes?
¿Cuál es el número apropiado y la ubicación de los puntos de recogida y de entrega en el sistema de manejo de materiales o de transporte que minimicen los tiempos de espera?	¿Cuál es la mejor política de reaprovisionamiento del inventario?
¿Cuál es el número óptimo y el tamaño de las áreas de espera, áreas de almacenamiento, colas y amortiguadores?	¿Cuánto inventario de materia prima y trabajo en proceso deberá mantenerse?
¿Cuál es el efecto de localizar en lugar de centralizar el almacenamiento de material, grupos de recursos, etcétera?	¿Cuál es el mejor método de producción? (Kanban, por ejemplo)
¿Cuál lógica de automatización de control proporciona la mejor utilización de recursos?	¿Cuál es la secuencia óptima para producir un conjunto particular de trabajos o procesar un conjunto dado de clientes?
¿Cuál es la carga unitaria o el tamaño de lote óptimos para el procesamiento?	¿Cuánto personal deberá programarse para un turno particular?
¿Dónde están los cuellos de botella en el sistema y cómo pueden eliminarse?	
¿Cuántos turnos se necesitan para alcanzar un nivel de producción o de servicio específico?	
¿Qué velocidad es la mejor para operar transportadores u otros equipos de manejo de materiales o de transporte para lograr las demandas de movimiento?	

Definición del alcance del proyecto

Se entiende por alcance del proyecto la especificación del trabajo que debe realizarse y en el cual todos deben estar de acuerdo.

Para Harrell, et al, (2003) el alcance deberá incluir lo siguiente:

- Alcance del modelo
- Nivel de detalle
- Responsabilidades para la obtención de los datos
- Experimentación

- Forma de resultados

Alcance del modelo. Aquí se determina cuáles elementos del sistema deben quedar representados en el modelo. Derivado de esto es necesario definir las fronteras del modelo lo que obliga a estudiar el efecto que tiene cada una de las actividades sobre las demás. Debe tenerse en mente que un sistema completo está formado por subsistemas y que en alguno de estos últimos puede encontrarse el área problemática. En resumen, el alcance del modelo nos define qué es lo que incluiremos en el modelo, excluyendo todo aquello que sea irrelevante o no tenga ninguna relación con el problema planteado y los objetivos definidos.

Nivel de detalle. El nivel de detalle determina la profundidad de un modelo. A mayor detalle la dificultad y el tiempo para desarrollar el modelo y depurarlo crecen de manera notable y, en el otro extremo, poco detalle puede conducir a un modelo completamente irreal. Todo depende de qué tipo de resultados se desean, para los más exactos entonces el nivel de detalle aumenta si, por el contrario, se desea solamente una estimación aproximada, entonces no se justifica un modelo detallado.

Asignación de las responsabilidades para la recopilación de datos. La tarea de recopilar datos en un proyecto de simulación es la más ardua y la que lleva más tiempo. El éxito del proyecto de simulación depende en gran medida de la calidad de los datos y oportunidad con la que éstos sean recogidos. Por lo tanto, es necesario ser muy cuidadosos al seleccionar a las personas encargadas de esta actividad ya que estas personas deben tener una buena relación con quienes poseen la información, por ejemplo, los vendedores del equipo, los ingenieros, los técnicos, personal de mano de obra directa y supervisores, entre otros.

Para asegurar la oportunidad de la obtención de los datos es necesario fijar la fecha en la que debe terminar esta fase de recopilación ya que de no hacerse puede llevar al retraso importante en la conclusión del proyecto o aún a su fracaso. Otro aspecto importante en esta parte es que todos los involucrados en el estudio de simulación estén de acuerdo en las suposiciones básicas sobre las cuales se irá desarrollando el modelo ya que en la mayoría de los casos la información está incompleta o se carece de ella.

Planeación de la experimentación. Dependiendo de la naturaleza del problema y de las restricciones de tiempo y recursos, el número de escenarios o configuraciones alternativas que deben evaluarse se planean desde el principio del estudio con el fin de asignar el tiempo necesario. El estudio puede requerir, por ejemplo, de un solo modelo cuando se están evaluando escenarios ligeramente diferentes y hacerle sólo pequeñas modificaciones para correr cada escenario. En cambio, si las configuraciones son completamente distintas, entonces se deben construir modelos distintos.

Forma de resultados. Esta decisión se refiere a la forma en que serán presentados los resultados. Debe enfocarse en proporcionar la información adecuada y efectiva de visualización que coadyuve a la mejor toma de decisiones. Por lo tanto el reporte de resultados puede ser desde uno simple que muestre si un sistema es capaz de alcanzar los requerimientos de producción o niveles de servicio. En otros casos, es necesario incluir un documento completo que incluya todos los objetivos y metas, las fuentes de datos, suposiciones, procedimientos de modelación, experimentos, análisis de resultados y recomendaciones, (Harrell, et al, 2003).

Una simulación que incluya animaciones y gráficas dinámicas puede además hacer más creíble y entendible los resultados de la simulación, mostrar los cuellos de botella o hacer comparaciones

entre distintos escenarios alternativos. En el capítulo 4 se discutirá más ampliamente sobre la forma de los reportes en los lenguajes de simulación (GPSS) y los simuladores (ProModel).

Requerimientos del proyecto. Este paso tiene el propósito de desarrollar un presupuesto y programación para el proyecto. Se parte de la premisa de que de nada sirve una simulación que resuelva un problema si el tiempo para hacer la simulación se extiende más allá de la fecha límite para aplicar la solución o el costo para aplicar la solución excede el beneficio esperado.

El presupuesto y la programación deben ser completamente realistas por lo que es necesario que quien los elabore debe tener un conocimiento pleno de las necesidades del proyecto.

“En el mejor de los escenarios, un proyecto de simulación exitoso es aquel que proporciona información útil en el momento oportuno para apoyar una decisión significativa” (Sadowski y Grabau, 1999). Esto nos lleva a considerar aquellos aspectos por los cuales un proyecto de simulación está destinado al fracaso, entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- Abordar el problema equivocado.
- Trabajar sobre el problema correcto en el tiempo equivocado
- Faltan las señales de peligro del "mal de los datos", muy pocos datos o datos excesivos.
- Perderse en el detalle, dejar el análisis para el final, entretenerse mucho con la animación, probar al final del proyecto.
- Objetivos no claros.
- Modeladores no calificados.
- Expectativas no gestionadas.
- Administración que no apoya.
- Requerimientos subestimados.
- Propietarios del proceso que no se involucran.

Obtención de datos. Este segundo avance estará enfocado a la obtención de datos. Para ello se tienen que considerar los siguientes aspectos:

- a. Elegir un procedimiento para la obtención de datos.
- b. Los tipos de datos que deben obtenerse.
- c. Fuentes que deben usarse cuando se obtienen los datos.
- d. Tipo de análisis que deben realizarse a los datos.
- e. Selección de la distribución de probabilidad correcta que represente a los datos.

Los aspectos anteriores deberán ser los adecuados para el modelo que está bajo estudio, sin embargo, para este segundo avance sólo se considerarán los primeros tres incisos, dejando los otros dos para el tercer avance. Esta guía está basada en lo que recomiendan Harrell et al (2003).

1. Guía para la obtención de los datos:

- a. Identificar los eventos desencadenantes. Es importante identificar las causas o condiciones que desencadenan las actividades. Para validar un modelo se necesita capturar los eventos desencadenantes correctos que inician las actividades dentro del sistema.

b. Enfocarse solamente en los factores clave de impacto. Debe usarse la discriminación cuando se obtienen datos para prevenir el desperdicio de tiempo buscando información poco importante.

c. Aislar los tiempos de actividad reales. Al determinar los tiempos de actividad, es importante aislar solamente el tiempo que toma hacer la actividad misma, excluyendo cualquier tiempo extraño por espera de material y recursos de forma que la actividad pueda ejecutarse. Los tiempos de espera no deben incluirse, esto lo arrojará la simulación una vez que sea corrida.

d. Buscar agrupamientos comunes. Cuando existe gran cantidad de tipos de partes o perfiles de clientes es mejor reducir los datos a comportamientos y patrones comunes. Una manera de agrupar datos comunes es primero identificar las categorías principales en las cuales todos los datos pueden ser asignados. Luego se calcula el porcentaje de casos que caen dentro de cada categoría.

e. Enfocarse en la esencia más que en la sustancia. Un sistema debe ser abstraído al más alto nivel posible mientras se preserve la esencia de la operación del sistema.

f. Separar las variables de entrada de las variables de respuesta. Las variables de entrada definen cómo funciona el sistema (tales como los tiempos de actividad, secuencia de rutas, etc.) y deben enfocar la obtención de datos. En cambio, las variables de respuesta describen cómo responde el sistema a un conjunto dado de variables de entrada (por ejemplo, la cantidad de trabajo en proceso, la utilización de los recursos, etc.)

2. *Determinar las necesidades de datos.* Se debe determinar qué datos son necesarios para construir el modelo. Para esto se debe tomar en consideración el alcance del modelo y el nivel de detalle requerido para lograr los objetivos del estudio. Incluye:

a. Datos estructurales. Incluyen todos los objetos en el sistema que se está modelando. Incluye las *entidades* (productos, clientes, etc.), *recursos* (operadores, máquinas) y *localizaciones* (áreas de espera, estaciones de trabajo). Describe el *layout* o configuración del sistema.

b. Datos operacionales. Explican cómo funciona el sistema. Incluyen toda la información de comportamiento o lógica, como las rutas, programas, comportamiento de paros y asignación de recursos.

c. Datos numéricos. Proporcionan información cuantitativa acerca del sistema. Incluye: capacidades, tasas de llegadas, tiempos de actividad y tiempos entre fallas.

d. Uso de un cuestionario. Es útil usar un cuestionario como el siguiente:

i. ¿Qué tipo de entidades se procesan en el sistema?

ii. ¿Cuál es la secuencia de ruta para cada tipo de entidad?

iii. ¿Dónde, cuándo y en qué cantidades entran las entidades al sistema?

- iv. ¿Cuáles son los requerimientos de tiempo y recursos para cada operación y movimiento?
- v. ¿En qué cantidades las entidades son procesadas y movidas? (Para cada localización).
- vi. ¿Qué dispara el movimiento de la entidad de localización a localización (terminación de la operación, acumulación de un lote, etc.)?
- vii. ¿Cómo las localizaciones y los recursos determinan cuál trabajo sigue (el más antiguo esperando, la más alta prioridad, etc.)?
- viii. ¿Cómo se toman las decisiones de rutas y operaciones alternativas (porcentaje, condición, etc.)?
- ix. ¿Qué tan a menudo ocurren las interrupciones (preparaciones, paros, etc.) y qué recursos y tiempos son necesarios cuando suceden?
- x. ¿Cuál es el programa de disponibilidad para las localizaciones y recursos (turnos, tiempos de paro, intervalos de mantenimiento programado, etc.)?

3. Identificar las fuentes de datos.

Los datos se pueden obtener de las siguientes fuentes:

- a. Registros históricos
- b. Documentación del sistema
- c. Observación personal
- d. Entrevistas personales
- e. Comparación con sistemas similares
- f. Demandas del cliente
- g. Estimaciones de diseño
- h. Literatura de investigación

4. Recolectar los datos.

Se aconseja ir de lo general a lo específico siguiendo la siguiente secuencia:

- a. Definir el flujo general de la entidad. El flujo de la entidad se define siguiendo el movimiento de la entidad a través del sistema. Use un diagrama de flujo o sobreponiendo el flujo de la entidad en el *layout* del sistema.
- b. Desarrollar una descripción de la operación. La descripción de la operación puede hacerse paso a paso, en forma de una breve narración o representarse en forma tabular.
 - i. Los requerimientos de tiempo y recursos de la actividad u operación
 - ii. Dónde, cuándo y en qué cantidades las entidades toman la siguiente ruta.
 - iii. Los requerimientos de tiempo y recursos para mover la entidad a la siguiente localización.

c. Definir detalles incidentales y refinar los valores de los datos. Una vez que el modelo básico se ha construido y probado, pueden añadirse algunos detalles adicionales como paros, preparaciones y prioridades del trabajo.

Esta información no es esencial para obtener un modelo que corra, pero es necesario para un modelo completo y exacto. También es necesario considerar el tamaño de la muestra, que sea lo suficientemente grande para proporcionar una imagen exacta y no tan grande que la haga costosa sin añadir información adicional.

Como quedó asentado arriba, el tipo de análisis que debe realizarse a los datos y la selección de la distribución de probabilidad correcta que represente a los datos, se deja para el tercer avance, una vez que se revise el aspecto de la generación de variables aleatorias y sus pruebas estadísticas.