

## Tema 2

## MODELACION DE SISTEMAS

### I.- Introducción.

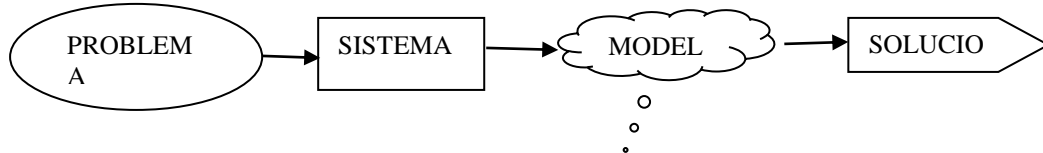
La construcción y posterior aplicación de modelos son en la actualidad muy utilizadas en diferentes ingenierías y ciencias exactas, ya que los resultados de los mismos han dado soluciones satisfactorias. Para modelar o construir modelos se emplea la mezcla del arte y la ciencia, esto se adquiere mediante la experiencia y la intuición, además de conocimientos diversos en diferentes áreas.

### 2.- Concepto de modelo

Un modelo es una representación o abstracción de una parte de la realidad, se dice que un modelo no puede representar todos los aspectos de la realidad, porque es una aproximación del objeto o sistema real o situación. Por eso un modelo es también una herramienta utilizada para poder responder a preguntas sin tener que experimentarla de forma real.

Según sea el "sistema en estudio" se clasificará y posteriormente se construirá el modelo apropiado, por tal razón existen diversos tipos de modelos como por ejemplo se puede citar: un mapa es un modelo, un gráfico es un modelo, una maqueta, una ecuación, un dibujo, etc.

La Ingeniería de sistema principalmente aplica la modelación o modelaje de sistemas en la resolución de problemas de sistemas, así es aconsejable tomar en cuenta lo siguiente:



Ejemplos:

Problema	Sistema	Modelo	Solución posible
Procesos no automatizados	Sistema de Información	modelo grafico (DFD)	Software
Optimizar ingresos Planificación de producción	Sistema de producción	Modelo matemático	Solución del modelo
Asignación de recursos	Sistema de Gestión	Modelo estadístico	Generación de gráficos
Previsión o preedición de datos	Sistema dinámico	MDS	Simulación
Inadecuado manejo de fondos económicos	Sistema económico (financiero)	Modelo de previsión	Datos estadísticos generados
Colas de espera	Sistema de Espera	Modelo matemático	Simulación
Comunicación	Sistema de Redes	Modelo de Red	Implementación de la Red

### **3.- Consideraciones que se deben tomar en cuenta:**

- ◆ Un modelo no es el sistema real
- ◆ El desarrollo del modelo y la posterior implementación reduce en gran parte los costos reales que se gastarían implementando un sistema real
- ◆ Para un sistema pueden construirse alternativamente mas de un modelo
- ◆ Una vez que se llega a la solución, esto se convierte como una alternativa mas de solución dentro de las otras que probablemente el gerente o el dueño de la empresa obtenga.

### **4.- IMPORTANCIA DE LOS MODELOS**

La importancia de los modelos en la Ingeniería de Sistemas surge de los objetivos de la misma, es decir investigar las irregularidades y el comportamiento del sistema con el objetivo de planear, diseñar y en caso extremo poner en marcha o implementar la modelo solución

### **5.- MODELOS DE SOLUCION**

La selección de un procedimiento para deducir de un modelo, depende básicamente de tres aspectos:

1. Tomar en cuenta el objetivo principal y particular del estudio del sistema, a donde se quiere o desea llegar
2. Las técnicas para la obtención del modelo que se usen
3. La cantidad y calidad de conocimiento disponible acerca de la problemática y del sistema en sí

Existen básicamente dos procedimientos:

- a) Analítico, tienen esencialmente carácter deductivo
- b) Numéricos, tienen carácter inductivo

### **6.- PROPOSITOS DEL MODELO**

El porque se debe recurrir a utilizar modelos, es porque un modelo tiene una infinidad de propósitos de las cuales mencionaremos algunas:

Un modelo hace posible que un investigador organice sus conocimientos teóricos y sus observaciones empíricas acerca del sistema en estudio y deduzca consecuencias lógicas de esta organización.

Un modelo favorece a una mejor comprensión del sistema en si, aprecia la necesidad de un cierto detalle y permite a su vez acelerar el análisis del mismo.

Un modelo constituye un marco de referencia del sistema para probar la aceptación o no de ciertas modificaciones del sistema

Un modelo hace más fácil la manipulación del sistema en si y permite por otra parte controlar mas fuentes de variación que el sistema en si contiene.

Un modelo permite que el trabajo con el mismo sea menos costoso que el sistema real y en muchos casos puede emplear menos tiempo.

## 7.- CLASIFICACION DE MODELOS

Existe una variedad de clasificación de modelos desde diferentes enfoques y desde diferentes autores, hasta el momento no existe una categorización única y uniforme de modelos, por la misma razón de que existe una infinidad de sistemas (tipos de sistemas), los cuales tienen diferentes comportamientos.

Sin embargo a continuación se muestra un cuadro donde se observa una posible clasificación de modelos extraído del libro "Ingeniería de Sistemas" de Eduardo Arbones, pag 71.

Criterio de clasificación	Categoría de modelo
Grado de abstracción	Físico Grafico Esquemático Analógico Matemático
Características de proceder	Estático Dinámico
Grado de Certidumbre	Determinístico Probabilístico
Forma (estructura)	Asignación Inventario Reemplazo
Método de solución	Analítico Simulación

Sin embargo realizaremos un esquema de los modelos más usuales y daremos énfasis en el tipo de modelos que concierne exclusivamente a la Ingeniería de Sistemas.

### Modelos materiales

- Modelos replican
- Modelos cuasi replica
- Modelos analógicos

Los modelos de replica son los que conservan la dimensionalidad del sistema al que representan.

Ejemplo: Molinos experimentales, Planta industrial (experimental)

Los de tipo cuasi replica son los que no conservan la dimensionalidad, son realizados generalmente a escala

Ejemplo una maqueta

Los analógicos son los que sustituyen a otro sistema debido a que en las características básicas existe una correspondencia biunívoca entre sus elementos. Ejemplo: sistema mecánicos, sistema eléctrico, acústico.

### **Modelos formales**

Denominados también simbólicos, se caracterizan por que para la construcción de los mismos se hace uso de principios y normas del lenguaje natural y del lenguaje de la lógica de las matemáticas. Dentro de esta categoría se distinguen: modelos formales descriptivos, modelos formales semánticos o simulativos

Los modelos formales descriptivos son los que tienen menor abstracción dentro los modelos formales y se caracterizan porque constituyen un conjunto de aseveraciones lógicas bien organizadas, que son expresadas en lenguaje natural, es decir siguiendo las normas y reglas de la gramática. Ejemplo la constitución política del estado, los diez mandamientos,

Los modelos formales semánticas tienen mayor abstracción, también están basados en un conjunto de aseveraciones lógicas y formalizadas que se expresan ya no en lenguaje natural, sino utilizando un lenguaje especializado, lenguaje de programación, lenguaje de simulación. Ejemplo los programas

Los modelos formales formalizados son los que tienen el mas elevado nivel de abstracción y se caracterizan porque vienen expresados a través de expresiones lógico matemáticas, es decir emplean las reglas sintácticas y semánticas, así como del lenguaje de la lógica matemática, física y química. Ejemplo: modelo de inventarios.

Se dividen a su vez en analíticos y numéricos.

Los analíticos son aquellos para los cuales las expresiones o ecuaciones matemáticas poseen una solución general. Ejemplo:  $X'' = 5$

Según sus características funcionales se clasifican en:

Modelos descriptivos

Modelos de comportamiento

Modelos de tiempo

Modelos de costo

### **8.- Modelos matemáticos**

A) Según el grado de certidumbre

Determinístico

Probabilístico (estocástico)

B) Según la conformación de sus variables

Lineal

No lineal

C) Según las características de proceder

- Estático
- Dinámico
- D) Según el comportamiento a través del tiempo
  - Continuo
  - Discreto
- E) Según su función
  - Predictivos
  - Evaluativos

Un modelo determinístico asume condiciones de certidumbre completa y perfectamente conocida, además existe una relación exacta entre las variables. Ejemplo modelos de programación lineal, modelos de transporte, modelos físicos (eléctricos)

Un modelo probabilística o estocástico corresponde a situaciones que no se pueden predecir con certidumbre, sus variables tienen valores probables. Ejemplo modelos de simulación. modelos estadísticos

Un modelo lineal es cuando las variables no tiene exponente o están elevadas al exponente 1

Un modelo No lineal es cuando las incógnitas están elevadas a otro número que no sea uno.

Un modelo Estático no considera dentro de su ecuación la variable tiempo, es decir es independiente del tiempo, no considera el impacto de cambios. Está dado generalmente por ecuaciones simples. Ejemplo sistema mecánico ( $F = K \cdot x$ )

Un modelo Dinámico es aquel que considera e incluye dentro de su estudio la variable tiempo y admite el impacto de cambios en el transcurso de tiempo. Se da generalmente por ecuaciones diferenciales o diferencias finitas. Ejemplo un modelo de producción en un determinado periodo, un condensador eléctrico ( $dv/dt = 1/c \cdot i(t)$ ).

Un modelo continuo es un modelo que cambia en el tiempo, por lo tanto la variable tiempo puede tomar cualquier valor real, aunque a veces se restringe solamente a valores positivos, pero según las circunstancias del caso puede describirse por funciones que van desde reales positivos a reales negativos.

Un modelo discreto es cuando la variable tiempo toma valores limitados en ciertos puntos de la recta real, usualmente estos valores están afectados en un intervalo.

Un modelo predictivo nos informa el comportamiento de la variable en el futuro, es decir lo que debería ser, están basados generalmente en estadística

## 9.- CONSTRUCCION DE MODELOS

Cuando se estudian sistemas complejos y de grandes dimensiones donde el empleo de modelos es imprescindible, en mi práctica de desarrollo de modelos, la experiencia me dice que no existe una metodología o una receta única la cual se debe seguir al pie de la letra desde un inicio hasta un final, ya que volvemos a reiterar que la construcción de modelos es una mezcla de intuición, experimentación, y conocimiento (arte y ciencia), sin embargo se sugiere seguir una serie de etapas para desarrollar modelos, las cuales se indican:

**a) Análisis preliminar de la situación (sistema)**

Siempre dije que el Ingeniero de Sistemas debe pensar sistémicamente o adquirir el pensamiento sistémico antes de abordar cualquier tipo de situación o problemática (denominado sistema) que quiera estudiar, por tal razón la determinación del sistema junto con su objetivo y sus componentes, debe estar claramente establecidos

**b) Proposición y Formulación del modelo**

Como dijimos anteriormente ya un modelo representa a un sistema podemos decir que un modelo es también un sistema, por lo tanto muchas veces los componentes del sistema suelen convertirse en variables del sistema, según sea el objetivo de nuestro sistema en estudio.

En esta etapa se debe proponer cual o cuales modelos pueden coadyubar a resolver el problema en particular, basándonos siempre en el conocimiento previo del propio sistema y los conceptos teóricos acerca de la clasificación tanto de sistemas como de modelos, y no cometer errores y/o ambigüedades posteriores.

**c) Análisis del modelo**

El análisis del modelo consiste primero también determinar los componentes del modelo es decir las variables, además aislar aquellos componentes que no contribuyen al objetivo común, estableciendo así las relaciones funcionales entre variables y saber cuales son endógenas o exógenas, y que variables de estado existen. Este análisis nos ayuda a determinar de manera casi exacta que tipo de modelo y cuales son las características del modelo que voy a emplear

**d) Síntesis del modelo**

Una vez que se analiza el modelo, se debe realizar una síntesis del modelo empleado, esto se relaciona directamente con el diseño del modelo o construcción del modelo y determinar la estructura, forma y categoría del modelo.

**e) Verificación del modelo**

Consiste en determinar si el modelo propuesto cumple de alguna forma con nuestros objetivos determinados en el sistema, para ello incluso se puede implementar el modelo utilizando una herramienta adecuada para observar los primeros resultados.

**f) Validación del modelo**

Si los primeros resultados satisfacen totalmente o de manera parcial los objetivos, podemos decir que es valido nuestro modelo, eso significa que con este modelo o una mejor versión del modelo se resuelve el problema.

Inferencias del modelo

Un modelo ya construido no es para siempre, porque recordemos que el modelo solamente representa el sistema, por tal razón, se pueden comparar los resultados del modelo con los resultados del sistema real (en ciertos casos ) con el fin de contrastar los resultados y da una conclusión. Además este modelo puede posteriormente sufrir adecuaciones o cambios según vaya cambiando el sistema real.

## **10.- CARACTERISTICAS DESEABLES EN LOS MODELOS**

Exactitud

Realista

Robusto

Generalizable

Util

## **11.- LIMITACIONES**

- ✓ Cuando el sistema es complejo el modelo pierde su exactitud
- ✓ Modelos complejos involucran uso de muchas horas
- ✓ No se dispone conocimientos teóricos-prácticos de todas las áreas o especializaciones, por lo que se recurre a la investigación autodidacta o al trabajo grupal e integral
- ✓ Ciertos modelos entregan resultados sub-optimos, lo cual no es aconsejable.