



# **SIMULACION DE EVENTOS**

**CLAVE: LII 210**

**PROFESOR: MTRO. ALEJANDRO SALAZAR GUERRERO**

## **1. LA SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS.**

- 1.1 Definición de Eventos Discretos.
- 1.2 Estructura de la simulación de eventos discretos.
- 1.3 Característica de la simulación de eventos discretos.
- 1.4 Sistemas.
- 1.5 Modelos.
- 1.6 Control.
- 1.7 Mecanismos de tiempo fijo.
- 1.8 Metodología
  - 1.8.1 Formulación del Problema.
  - 1.8.2 Recolección de datos.
  - 1.8.3 Desarrollo del modelo.
  - 1.8.4 Verificación.
  - 1.8.5 Validación.
  - 1.8.6 Experimentación de resultados.
  - 1.8.7 Optimización de resultados.

## **2. NÚMEROS ALEATORIOS Y PSEUDOALEATORIOS.**

- 2.1 Números aleatorios definición propiedades.
  - 2.1.1 Generadores.
  - 2.1.2 Tablas.
- 2.2 Números pseudoaleatorios propiedades.
  - 2.2.1 Técnicas para generar números pseudoaleatorios
    - 2.2.1.1 Métodos de centros al cuadrado.
    - 2.2.1.2 Métodos de congruencia.
    - 2.2.1.3 Multiplicativo.
    - 2.2.1.4 Mixto.
- 2.3 Pruebas de aleatoriedad.
- 2.4 Método de Montecarlo.
  - 2.4.1 Simulación de procesos aleatorios.
  - 2.4.2 Usando números.
  - 2.4.3 Manuales.
  - 2.4.4 Lenguajes de propósito general como.
    - 2.4.4.1 C, C++.
    - 2.4.4.2 Delphi.
    - 2.4.4.3 Visual.
  - 2.4.5 Sistemas productivos.
  - 2.4.6 Calidad.
  - 2.4.7 Inventarios.
  - 2.4.8 Económicos.

## **3. VARIABLES ALEATORIAS.**

### 3.1 Métodos para generar variables aleatorias.

- 3.1.1 Transformadas Inversas.
- 3.1.2 Aceptación rechazo.
- 3.1.3 Convolution.
- 3.1.4 Directos.
  - 3.1.4.1 Generación de variables aleatorias discretas.
  - 3.1.4.2 Distribuciones Poisson.
  - 3.1.4.3 Binomial.
  - 3.1.4.4 Geométrica.
  - 3.1.4.5 Generación de variables aleatorias continuas.
  - 3.1.4.6 Distribución uniforme.
  - 3.1.4.7 Exponencial.
  - 3.1.4.8 Normal.
  - 3.1.4.9 Erlang.
  - 3.1.4.10 Gamma.
  - 3.1.4.11 Beta.
  - 3.1.4.12 Triangular.
- 3.1.5 Distribuciones empíricas de probabilidad.
- 3.1.6 Simulación de procesos aleatorios manuales.
- 3.1.7 Sistemas productivos.
- 3.1.8 Calidad.
- 3.1.9 Inventarios.
- 3.1.10 Económicos.

## 4. LENGUAJES DE SIMULACIÓN Y SIMULADORES DE EVENTOS DISCRETOS.

### 4.1 Lenguajes de simulación y simuladores.

- 4.1.1 Características
- 4.1.2 Aplicación y uso lenguajes
  - 4.1.2.1 SLAM
  - 4.1.2.2 ECSL
  - 4.1.2.3 SIMAN
  - 4.1.2.4 GPSS
- 4.1.3 Simuladores
  - 4.1.3.1 PROMODEL
  - 4.1.3.2 TAYLOR ED
  - 4.1.3.3 ARENA
  - 4.1.3.4 WITNESS

### 4.2 Aprendizaje y uso de un simulador

- 4.2.1 Características del Software
- 4.2.2 Elementos del modelo
- 4.2.3 Menús principales
- 4.2.4 Construcción del modelo
- 4.2.5 El uso del simulador de problemas aplicados a servicios
- 4.2.6 Sistemas productivos
- 4.2.7 Calidad
- 4.2.8 Inventarios

## 4.2.9 Económicos

**1. LA SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS.**

- 1.1 Definición de Eventos Discretos.
- 1.2 Estructura de la simulación de eventos discretos.
- 1.3 Característica de la simulación de eventos discretos.
- 1.4 Sistemas.
- 1.5 Modelos.
- 1.6 Control.
- 1.7 Mecanismos de tiempo fijo.
  - 1.8.1 Formulación del Problema.
  - 1.8.2 Recolección de datos.
  - 1.8.3 Desarrollo del modelo.
  - 1.8.4 Verificación.
  - 1.8.5 Validación.
  - 1.8.6 Experimentación de resultados.
  - 1.8.7 Optimización de resultados.

**1.1 Definición de Eventos Discretos.**

Los eventos discretos son todas aquellas acciones o resultados de un experimento que tienen como resultado un número entero. Por ejemplo, el número de productos dañados en un embarque, el número de personas que abordan un autobús, el número de estudiantes que se titulan al final de sus estudios. Por el contrario los eventos continuos producen números continuos, es decir que tienen decimales, tales como el peso, la cantidad de líquido, el tiempo, la intensidad luminosa y el calor.

Ejemplo:

1. Un experimento consiste en contar el número de personas que abordan un autobús en cierto cruce, si "y" es un variable discreta que representa el resultado después de un periodo de quince minutos, entonces  $y = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ , es decir y es una variable entera.
2. Por otra parte, otro experimento consiste en registrar las variaciones en temperatura en cierto lugar durante determinado tiempo, por lo tanto,  $y = 25.3, 22.5, 19.8, \dots$  unidades de temperatura, y en donde se observa el uso de cifras decimales.

En matemáticas, este tipo de eventos representan una parte importante de su estudio, en el área de matemáticas discretas, dando lugar a importantes resultados tales como la combinatoria, árboles, grafos, con aplicaciones significativas en áreas como el diseño de circuitos digitales y en general todas las ramas de diseño digital.

## 1.2 Estructura de la simulación de eventos discretos.

La simulación de eventos discretos se refiere a la modelación computacional de sistemas que evolucionan en el tiempo mediante cambios instantáneos en las variables de estado. Los cambios ocurren en puntos separados del tiempo. En términos más matemáticos, diríamos que los cambios del sistema ocurren en un conjunto contable de puntos del tiempo.

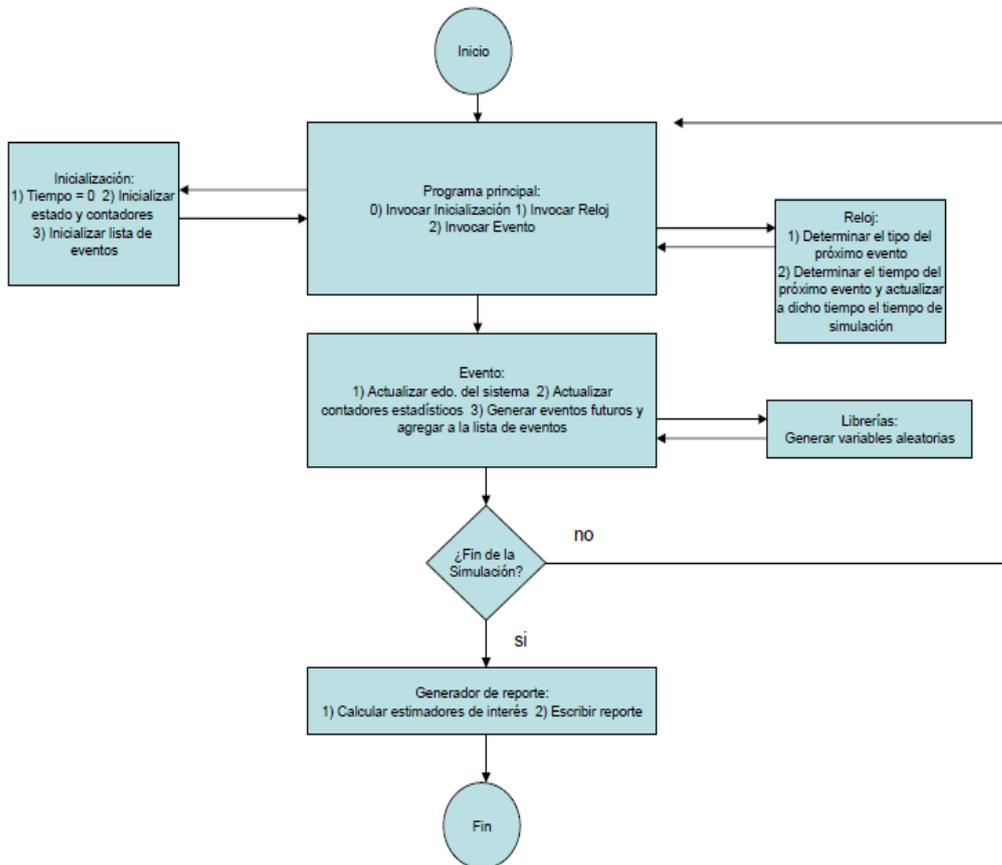
En términos generales, el modelo contiene tres elementos principales, entrada, proceso y salida. En el primer caso la entrada esta representada por una variable de tipo discreto la cual asume valores enteros, posteriormente, el modelo de simulación representa la situación que evalúa los valores de entrada, generalmente un modelo matemático, aunque también es posible representarlo por otros tipos de modelos. Finalmente, la salida esta conformada por un grupo de valores que representan la información derivada de los dos elementos anteriores y que permitirán tener una idea de los resultados que pudiesen presentarse en la realidad, de darse el caso.



Figura 1.- estructura general de un modelo de simulación.

Los modelos matemáticos que conforman la base de la simulación pueden ser tan simples como una suma, un promedio, o tan complejos como una ecuación diferencial, un sistema de ecuaciones, etc.

Como ejemplo, se muestra en la siguiente figura un diagrama de flujo general para una simulación de eventos discretos. El programa principal llama a las rutinas de Inicialización, Reloj y Evento. La rutina Inicialización asigna valores iniciales a las variables de estado, contadores, listas de eventos y tiempo. La rutina Reloj determina el tipo y tiempo del próximo evento y actualiza el tiempo de simulación a dicho instante. La rutina Evento actualiza el estado del sistema y los contadores estadísticos. Luego mediante generadores de números aleatorios, determina el tiempo del próximo evento de su tipo y lo añade a la lista de eventos. El estado del sistema se caracteriza mediante valores en los atributos de diferentes entidades. Entidades con propiedades en común se agrupan en listas. En el sistema por ejemplo, las entidades son el servidor y los clientes en el sistema. El servidor tiene un atributo de estado, que puede valer ocupado o vacío. Los clientes tienen el atributo "tiempo de llegada". Los clientes de la fila pueden agruparse juntos en una lista.



### Simulación del sistema. Estimadores de interés.

Previamente a entrar en los detalles de la simulación del sistema, veamos como obtener medidas de algunas cantidades que son útiles para caracterizar el sistema.

1) El valor esperado del tiempo que un cliente permanece en la fila (retardo esperado),  $d(n)$ . Notemos que una ejecución de la simulación representa una muestra de tamaño 1 de todos los posibles caminos que pueden seguir las variables de estado bajo las mismas condiciones a partir del mismo estado inicial. A esta muestra se le llama realización. Si se promedian los tiempos en cola de cada uno de los  $n$  clientes en una realización, se obtiene un estimador del retardo esperado. Dicho estimador es en sí mismo una variable aleatoria.

El estimador se calcula mediante

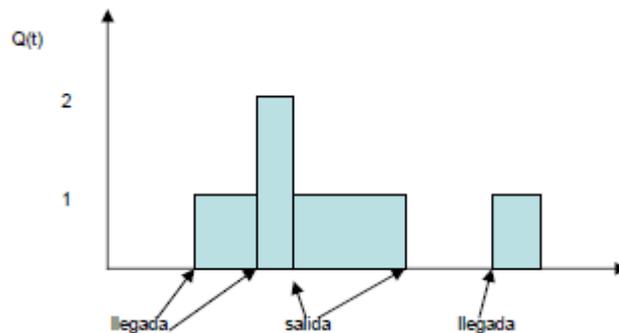
$$\hat{d}(n) = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

donde las variables  $D_i$  son los retardos individuales. Es importante tomar en la suma a los clientes que entran inmediatamente en el servicio, es decir, los retardos de cero, para dar una estimación correcta donde las variables  $D_i$  son los retardos individuales.

2) El número esperado de clientes en la fila,  $q(n)$ . Esta cantidad se estima promediando sobre el tiempo que dura el proceso simulado, es decir, desde  $T = 0$  hasta el tiempo en que el último cliente es servido,  $T(n)$ . El número de clientes en la fila es una cantidad que varía de forma continua en el tiempo. La denotamos por  $Q(t)$ . El estimador buscado se escribe entonces como:

$$\hat{q}(n) = \frac{\int_0^{T(n)} Q(t) dt}{T(n)}$$

¿Cómo calcular una integral a partir de la simulación discreta? Recordemos que la integral puede interpretarse como el área bajo la curva  $Q(t)$ . La curva  $Q(t)$  es una secuencia de rectángulos cuyas bases y alturas cambian cada vez que ocurre un evento, como en la siguiente figura:



Por lo tanto, para calcular el estimador basta con actualizar una suma de áreas cada vez que ocurre un evento. Las áreas a sumar se obtienen restando el tiempo del evento actual del tiempo del evento anterior y multiplicando dicha resta por el número de clientes en cola en el tiempo del evento actual. 3) Utilización esperada del servidor,  $u(n)$ . Es la fracción esperada de tiempo que el servidor se encuentra ocupado. Introduciendo la función de utilización

0, vacío en el intervalo  $t$  dt  
1, ocupado en el intervalo  $t$  dt

escribimos el estimador para  $u(n)$  como

$$\hat{u}(n) = \frac{\int_0^{T(n)} B(t)dt}{T(n)}$$

Un caso relativamente complejo pero que permite tener una buena idea de la forma en que se pueden llegar a emplear estos instrumentos de cálculo.

### 1.3 Características de la simulación de eventos discretos.

- a) Se basa en un modelo de cálculo.
- b) Puede contener una o varias variables de entrada y de salida.
- c) Las variables de entrada son discretas.
- d) Sirve para evaluar los efectos de ciertas situaciones ante determinadas decisiones.
- e) Apoya la toma de decisiones para que esta sea rápida y segura.

### 1.4 Sistemas.

Un sistema es un conjunto de elementos que interactúan con el propósito de lograr un objetivo específico. Los sistemas se emplean para ordenar una serie de elementos y relacionarlos de forma tal que su empleo se óptimo y no se dispersen al tratar de lograr un objetivo común. Están formados por tres elementos principales: objetivos, componentes y funciones. Los objetivos representan lo que se quiere lograr, un sistema puede tener uno o varios objetivos, lo importante es que se encuentren bien definidos, claro que al tener más objetivos el sistema se volverá más complejo, sin embargo el control que se logra por medio de un sistema, permite lograr un avance ordenado hacia los mismos. Los componentes son los recursos del sistema, por medio de los cuales se logra el objetivo, entre ellos se encuentran los recursos financieros, técnicos, humanos y materiales, y también los métodos y mecanismos de control empleados para conducir el sistema hacia la meta deseada. Finalmente, las relaciones establecen las formas de combinar los elementos para que interactúen en beneficio del logro de los objetivos.

Un ejemplo de sistema lo constituye el sistema de pagos a los empleados de una empresa. El objetivo es pagarles el importe derivado del tiempo que han estado trabajando durante el mes, los componentes son los procedimientos, las computadoras, el personal administrativo, las instalaciones, el dinero y las cuentas bancarias para depositarles. Aunque existen muchos más objetos que podrían mencionarse, sólo se incluyen aquellos que por su importancia representan un aspecto significativo en la definición del sistema. Finalmente, las relaciones están definidas por los procedimientos administrativos para el cálculo de los sueldos, las deducciones, así como las políticas de pago de la empresa.

Existen diversas clasificaciones de sistemas, dependiendo de sus características: determinísticos, aleatorios, permanentes, temporales, estáticos, dinámicos.

### 1.5 Modelos.

Un modelo es una representación simbólica o física de un fenómeno que se presenta en la realidad y del cual se desea obtener información por medio de la manipulación de sus elementos. Los modelos simbólicos pueden elaborarse en base a una descripción, a una ecuación matemática, a una figura, etc. En el diccionario Webster se define un modelo como un ente que representa de forma precisa algo que será realizado o que ya existe. Para los efectos de simulación de sistemas, se considera un modelo a una descripción matemática de un sistema físico que puede obtenerse a partir de la evaluación de su conducta basada en mediciones estimadas, observadas o realizadas directamente sobre el sistema que se pretende modelar.

En el campo de las ciencias aplicadas, un modelo matemático es un tipo de modelo científico que utiliza algún formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables o entidades y operaciones.

Estos modelos se utilizan para analizar los comportamientos de sistemas complejos ante situaciones que resultan difíciles de observar en la realidad. En las matemáticas propiamente dichas, un modelo matemático es un conjunto sobre el cual se han definido relaciones unarias, binarias y trinarias y que permite satisfacer las proposiciones derivadas del conjunto de axiomas de la teoría. La teoría de los modelos es la rama de la matemática que se dedica al estudio sistemático de las propiedades de los modelos. Los modelos de las ciencias físicas constituyen una traducción de la realidad física para posibilitar la aplicación de los instrumentos y las técnicas de las teorías matemáticas en el estudio del comportamiento de los sistemas complejos. Siguiendo el camino inverso, pueden traducirse los resultados numéricos en la realidad física.

Los modelos matemáticos pueden dividirse en deterministas (si no hay incertidumbre respecto a la forma del resultado y los datos son completamente conocidos y determinados) y estocásticos (son modelos probabilísticos, ya que no se conoce el resultado esperado sino su probabilidad).

Respecto al origen de la información utilizada, los modelos matemáticos pueden clasificarse en heurísticos (se basan en las explicaciones sobre las causas o mecanismos naturales que dan origen al fenómeno estudiado) o empíricos (se basan en las observaciones directas o los resultados de experimentos del fenómeno estudiado).

## 1.6 Control.

El control se refiere principalmente a la manera en que se dirigen las acciones de un sistema hacia el objetivo. Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados.

Los sistemas de control deben conseguir los siguientes objetivos:

1. Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
2. Ser eficiente según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales.

Estos sistemas se caracterizan por:

- Ser sencillos y de fácil concepto.

- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

Los sistemas de control son agrupados en tres tipos básicos:

1. Hechos por el hombre. Como los sistemas eléctricos o electrónicos que están permanentemente capturando señales de estado del sistema bajo su control y que al detectar una desviación de los parámetros pre-establecidos del funcionamiento normal del sistema, actúan mediante sensores y actuadores, para llevar al sistema de vuelta a sus condiciones operacionales normales de funcionamiento. Un claro ejemplo de este será un termostato, el cual capta consecutivamente señales de temperatura. En el momento en que la temperatura desciende o aumenta y sale del rango, este actúa encendiendo un sistema de refrigeración o de calefacción.

- 1.1 Por su causalidad pueden ser: causales y no causales. Un sistema es causal si existe una relación de causalidad entre las salidas y las entradas del sistema, más explícitamente, entre la salida y los valores futuros de la entrada.
- 1.2 Según el número de entradas y salidas del sistema, se denominan:
  - 1.2.1 De una entrada y una salida o SISO (single input, single output).
  - 1.2.2 De una entrada y múltiples salidas o SIMO (single input, multiple output).
  - 1.2.3 De múltiples entradas y una salida o MISO (multiple input, single output).
  - 1.2.4 De múltiples entradas y múltiples salidas o MIMO (multiple input, multiple output).
- 1.3 Según la ecuación que define el sistema, se denomina:
  - 1.3.1 Lineal, si la ecuación diferencial que lo define es lineal.
  - 1.3.2 No lineal, si la ecuación diferencial que lo define es no lineal.
- 1.4 Las señales o variables de los sistemas dinámicos son función del tiempo. Y de acuerdo con ello estos sistemas son:
  - 1.4.1 De tiempo continuo, si el modelo del sistema es una ecuación diferencial, y por tanto el tiempo se considera infinitamente divisible. Las variables de tiempo continuo se denominan también analógicas.
  - 1.4.2 De tiempo discreto, si el sistema está definido por una ecuación por diferencias. El tiempo se considera dividido en períodos de valor constante. Los valores de las variables son digitales (sistemas binario, hexadecimal, etc), y su valor solo se conoce en cada período.
  - 1.4.3 De eventos discretos, si el sistema evoluciona de acuerdo con variables cuyo valor se conoce al producirse un determinado evento.
- 1.5 Según la relación entre las variables de los sistemas, diremos que:
  - 1.5.1 Dos sistemas están acoplados, cuando las variables de uno de ellos están relacionadas con las del otro sistema.
  - 1.5.2 Dos sistemas están desacoplados, si las variables de ambos sistemas no tienen ninguna relación.
- 1.6 En función de la evolución de las variables de un sistema en el tiempo y el espacio, pueden ser:
  - 1.6.1 Estacionarios, cuando sus variables son constantes en el tiempo y en el espacio.
  - 1.6.2 No estacionarios, cuando sus variables no son constantes en el tiempo o en el espacio.
- 1.7 Según sea la respuesta del sistema (valor de la salida) respecto a la variación de la entrada del sistema:
  - 1.7.1 El sistema se considera estable cuando ante una variación muy rápida de la entrada se produce una respuesta acotada de la salida.

1.7.2 El sistema se considera inestable cuando ante una entrada igual a la anteriormente se produce una respuesta no acotada de la salida.

1.8 Si se comparan o no, la entrada y la salida de un sistema, para controlar esta última, el sistema se denomina:

1.8.1 Sistema en lazo abierto, cuando la salida para ser controlada, no se compara con el valor de la señal de entrada o señal de referencia.

1.8.2 Sistema en lazo cerrado, cuando la salida para ser controlada, se compara con la señal de referencia. La señal de salida que es llevada junto a la señal de entrada, para ser comparada, se denomina señal de feedback o de retroalimentación.

1.9 Según la posibilidad de predecir el comportamiento de un sistema, es decir su respuesta, se clasifican en:

1.9.1 Sistema determinista, cuando su comportamiento futuro es predecible dentro de unos límites de tolerancia.

1.9.2 Sistema estocástico, si es imposible predecir el comportamiento futuro. Las variables del sistema se denominan aleatorias.

2. Naturales, incluyendo sistemas biológicos. Por ejemplo, los movimientos corporales humanos como el acto de indicar un objeto que incluye como componentes del sistema de control biológico los ojos, el brazo, la mano, el dedo y el cerebro del hombre. En la entrada se procesa el movimiento y la salida es la dirección hacia la cual se hace referencia.

3. Cuyos componentes están unos hechos por el hombre y los otros son naturales. Se encuentra el sistema de control de un hombre que conduce su vehículo. Éste sistema está compuesto por los ojos, las manos, el cerebro y el vehículo. La entrada se manifiesta en el rumbo que el conductor debe seguir sobre la vía y la salida es la dirección actual del automóvil. Otro ejemplo puede ser las decisiones que toma un político antes de unas elecciones. Éste sistema está compuesto por ojos, cerebro, oídos, boca. La entrada se manifiesta en las promesas que anuncia el político y la salida es el grado de aceptación de la propuesta por parte de la población.

4. Un sistema de control puede ser neumático, eléctrico, mecánico o de cualquier tipo, su función es recibir entradas y coordinar una o varias respuestas según su lazo de control (para lo que está programado).

5. Control Predictivo, son los sistemas de control que trabajan con un sistema predictivo, y no activo como el tradicional (ejecutan la solución al problema antes de que empiece a afectar al proceso). De esta manera, mejora la eficiencia del proceso contrarrestando rápidamente los efectos.

Características de un Sistema de Control.

1. Señal de Corriente de Entrada: Considerada como estímulo aplicado a un sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica.
2. Señal de Corriente de Salida: Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.
3. Variable Manipulada: Es el elemento al cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada. Es decir, se manipula la entrada del proceso.
4. Variable Controlada: Es el elemento que se desea controlar. Se puede decir que es la salida del proceso.
5. Conversión: Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.
6. Variaciones Externas: Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.

7. Fuente de Energía: Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema.
8. Retroalimentación: La retroalimentación es una característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables del sistema. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, este puede apoyar o no una decisión, cuando en el sistema se produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa; si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva.

### La Ingeniería en los Sistemas de Control

Los problemas considerados en la ingeniería de los sistemas de control, básicamente se tratan mediante dos pasos fundamentales como son:

1. El análisis.
2. El diseño.

En el análisis se investiga las características de un sistema existente. Mientras que en el diseño se escogen los componentes para crear un sistema de control que posteriormente ejecute una tarea particular. Existen dos métodos de diseño:

1. Diseño por análisis.
2. Diseño por síntesis.

El diseño por análisis modifica las características de un sistema existente o de un modelo estándar del sistema y el diseño por síntesis en el cual se define la forma del sistema a partir de sus especificaciones.

La representación de los problemas en los sistemas de control se lleva a cabo mediante tres representaciones básicas o modelos:

1. Ecuaciones diferenciales, integrales, derivadas y otras relaciones matemáticas.
2. Diagramas en bloque.
3. Gráficas en flujo de análisis.

Los diagramas en bloque y las gráficas de flujo son representaciones gráficas que pretenden el acortamiento del proceso correctivo del sistema, sin importar si está caracterizado de manera esquemática o mediante ecuaciones matemáticas. Las ecuaciones diferenciales y otras relaciones matemáticas, se emplean cuando se requieren relaciones detalladas del sistema. Cada sistema de control se puede representar teóricamente por sus ecuaciones matemáticas. El uso de operaciones matemáticas es patente en todos los controladores de tipo P, PI y PID, que debido a la combinación y superposición de cálculos matemáticos ayuda a controlar circuitos, montajes y sistemas industriales para así ayudar en el perfeccionamiento de los mismos.

#### 1.7 Mecanismos de tiempo fijo.

Este tipo de artefactos dentro del tema de la simulación, representan elementos que permiten observar el comportamiento de un sistema durante un período determinado de tiempo, variando diversas condiciones, a fin de poder medir las variaciones de los mismos.

Por ejemplo observar los resultados de los exámenes de matemáticas cuando se aplican durante una hora, el número de usuarios que llegan a una estación de servicio durante cierto intervalo de tiempo, el número de llamadas que recibe un conmutador durante cierta hora del día, el número de enfermos durante una estación del año, etc.

### 1.8 Metodología

Existen diversas maneras de llevar a cabo una simulación, de hecho cada persona y cada situación establece las condiciones propicias para diseñar los experimentos en la forma que nos permita obtener la información que deseamos. Un ejemplo podría ser la lista de actividades que a continuación se presenta:

- Formulación del Problema.
- Recolección de datos.
- Desarrollo del modelo.
- Verificación.
- Validación.
- Experimentación de resultados.
- Optimización de resultados.

Esta metodología representa una forma ordenada y lógica de llevar a cabo las actividades para la realización de una simulación. En primer lugar, se establece el objetivo y las condiciones del evento que se quiere observar. A continuación se especifican las observaciones que se realizarán y que estarán registradas a través de datos. En esta parte se especifican las preguntas que habrán de responderse una vez que se obtenga la información. A continuación se diseña el modelo que habrá de servir de base para la medición de los resultados, por lo general es un modelo de tipo matemático, basado en fórmulas. Este modelo puede estar complementado con un sistema de procesamiento de datos, que de alguna manera también conforma un modelo y complementa al anterior. La verificación consiste en revisar la consistencia de los resultados, generalmente se plantean hipótesis a fin de establecer la manera en que se espera obtener los resultados del modelo, rangos de números, velocidad, medidas, etcétera. Posteriormente se lleva a cabo el experimento, variando diversos elementos y observando el comportamiento del sistema, hasta establecer un patrón característico y lograr un nivel de control sobre el sistema que permita tener una idea clara de las relaciones entre sus componentes, las variables externas e incluso los eventos inesperados. La optimización de los resultados como etapa final, consiste en lograr la máxima cantidad de información con la cantidad de recursos disponibles en el momento.