

UNIVERSIDAD SALESIANA DE BOLIVIA

INGENIERIA DE SISTEMAS



DOSSIER INGENIERIA DE SISTEMAS II

Noveno Semestre

- Ing. Erlinda Elvira Gutierrez Poma

II - 2011

UNIDAD I

TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

1. INTRODUCCION

La teoría general de sistemas (TGS) o teoría de sistemas o enfoque sistémico es un esfuerzo de estudio interdisciplinario que trata de encontrar las propiedades comunes a entidades llamadas sistemas. Éstos se presentan en todos los niveles de la realidad, pero son objetivos de diferentes áreas. A mediados del siglo XX, su nombre y puesta en marcha se debe al biólogo austriaco Ludwig von Bertalanffy

2. HISTORIA DE LA TGS

En 1948 y 1955 W. Ross Ashby y Norbert Wiener desarrollaron la teoría matemática de la comunicación y control de sistemas a través de la regulación de la retro-alimentación (cibernética), se encuentra estrecha relación con la Teoría de control. En 1950 Bertalanffy plantea la Teoría general de sistemas. En 1970 René Thom y E.C. Zeeman plantean la Teoría de catástrofes, rama de las matemáticas de acuerdo con bifurcaciones en sistemas dinámicos, que clasifica los fenómenos caracterizados por súbitos desplazamientos en su conducta.

En 1980 David Ruelle, Edward Lorenz, Mitchell Feigenbaum, Steve Smale y James A. Yorke describen la Teoría del Caos, una teoría mat. de sistemas dinámicos no lineales que describen atracciones y movimientos caóticos. John H. Holland, Murray Gell-Mann, Harold Morowitz, W. Brian Arthur, y otros en 1990 plantean el Sistema adaptativo complejo (CAS), una *nueva* ciencia de la complejidad que describe surgimiento, adaptación y auto-organización, está basada en simulaciones informáticas.

3. DEFINICIONES

3.1 TEORIA GENERAL DE SISTEMAS

La Teoría General de Sistemas (TGS), aparece como una *metateoría*, una teoría de teorías, que busca reglas de valor general, aplicables a cualquier sistema y en cualquier nivel de la realidad.

La TGS surgió debido a la necesidad de comprender los *sistemas concretos* que forman la realidad, generalmente complejos y únicos, resultantes de una historia particular

La TGS no es el primer intento histórico de lograr una metateoría capaz de abordar diferentes niveles de la realidad, surge en el siglo XX como un nuevo esfuerzo en la búsqueda de conceptos y leyes válidos para la descripción e interpretación de toda clase de sistemas reales o físicos.

Pensamiento y Teoría General de Sistemas (TGS)

TGS es vista como un intento de superación en torno a la realidad y al conocimiento, donde se formulan conceptos de propiedades emergentes que sirven para reafirmar la autonomía de

fenómenos buscando analíticamente aspectos esenciales en su composición y en su dinámica que puedan ser objeto de generalización. Norbert Wiener fundador de la Cibernética llamó sistemas teleológicos a los que tienen su comportamiento regulado por retroalimentación negativa

3.2 OBJETIVO DE LA TGS

La TGS contempla la elaboración de herramientas que capaciten a otras ramas de la ciencia en su investigación práctica. Por sí sola, no demuestra ni deja de mostrar efectos prácticos. Para que una teoría de cualquier rama científica esté sólidamente fundamentada, ha de partir de una sólida coherencia sostenida por la TGS, dando un contexto adecuado que permitirá dar soporte a una nueva explicación, que permitirá poner a prueba y verificar su exactitud.

La TGS busca en distintos niveles de la realidad lo siguiente:

- Usar los mismos términos y conceptos para describir rasgos esenciales de sistemas reales muy diferentes; y encontrar leyes generales aplicables a la comprensión de su dinámica.
- Formalizar las descripciones de la realidad; luego, a partir de ella, permitir la modelización de las interpretaciones que se hacen de ella.
- Facilitar el desarrollo teórico en campos en los que es difícil la abstracción del objeto; o por su complejidad, o por su historicidad, es decir, por su carácter único.
- Los sistemas históricos están dotados de memoria, y no se les puede comprender sin conocer y tener en cuenta su particular trayectoria en el tiempo.
- Superar la oposición entre las dos aproximaciones al conocimiento de la realidad:
 - La analítica, basada en operaciones de reducción.
 - La sistémica, basada en la composición.

La aproximación analítica está en el origen de la explosión de la ciencia desde el Renacimiento, pero no resultaba apropiada, en su forma tradicional, para el estudio de sistemas complejos.

4. CARACTERISTICAS

La TGS es una ciencia dominada por las operaciones de reducción características del método analítico es una herramienta global primero se debe partir de una idea de lo que se pretende demostrar, definir o poner a prueba Teniendo claro el resultado (partiendo de la observación en cualquiera de sus vertientes), entonces se le aplica un concepto que, lo mejor que se puede asimilar resultando familiar y fácil de entender, es a los métodos matemáticos trata de ir desengranando los factores que intervienen en el resultado final, a cada factor le otorga un valor conceptual que fundamenta la coherencia de lo observado

enumera todos los valores y trata de analizar todos por separado y, en el proceso de la elaboración de un postulado, trata de ver cuantos conceptos son comunes y no comunes con un mayor índice de repetición, así como los que son comunes con un menor índice de repetición

Con la abstracción de los resultados se les asignan a conjuntos (teoría de conjuntos), formando objetos.

Con la lista de objetos declarados y sus propiedades correspondientes se conjeturan las interacciones que existen entre ellos, mediante la generación de un modelo informático que pone a prueba si dichos objetos, virtualizados, mostrando un resultado con unos márgenes de error aceptables.

los factores enumerados que intervienen en estos procesos de investigación y desarrollo no alteran el producto final, aunque sí pueden alterar los tiempos para obtener los resultados y la calidad de los mismos; ofreciendo una mayor o menor resistencia económica a la hora de obtener soluciones. En un último paso, se realizan las pruebas y nace la teoría.

APLICACIÓN

La principal aplicación de esta teoría solo estuvo orientada a la empresa científica, los sistemas complejos, como los organismos o las sociedades, permiten este tipo de aproximación con muchas limitaciones. En la aplicación de estudios de modelos sociales, la solución a menudo era negar la pertinencia científica de la investigación de problemas relativos a esos niveles de la realidad, como cuando una sociedad científica prohibió debatir en sus sesiones el contexto del problema de lo que es y no es la conciencia.

Principio de libertad asintótica

Cuando el sistema aparenta alcanzar el estado preferente, es indicación de que los medios por los cuales transfiere la información no están capacitados para procesar la suficiente como para adaptarse a las nuevas necesidades impuestas por el cambio de un medio dinámico. Por lo que el medio cambia más rápido de lo que el sistema podrá adaptarse dentro de su periodo de existencia. Esto marca el paso del tiempo de forma relativa al sistema, observando el futuro más lejano para dicho sistema como el estado en el que las propiedades que lo definen como sistema X dejan de expresarse, siendo de uso por otros sistemas que demandan fragmentos de información útiles. Esto define otro principio base de los sistemas: La simetría.

5. PRINCIPIOS DE LA TGS

5.1 PRINCIPIO DE SIMETRÍA DISCRETA (TGS)

La simetría física es aquella que solo se puede conceptualizar en la mente, pues dicho estado del sistema inhibe todo tipo de comunicación, al ser esta altamente incierta o con un grado de incertidumbre tan extremo, que no se pueden obtener paquetes claros. Por lo que se requiere un estudio profundo del sistema investigado en base a la estadística.

Proceso

Se registra lo directamente observado, se asocia un registro de causa y efecto, y para aquellas que han quedado solas (se observa la causa pero se desconoce el efecto) son propiedades diferenciales, estas nacen de la necesidad de dar explicación al porqué lo observado no corresponde con lo esperado.

Proceso 2: Se establecen unos métodos que, aplicados, rompen dicha simetría obteniendo resultados físicos medibles en laboratorio. Los que no se corroboran, se abandonan y se especulan otras posibilidades.

5.2 NEGENTROPÍA

La construcción de modelos desde la cosmovisión de la teoría general de los sistemas permite la observación de los fenómenos de un todo, a la vez que se analiza cada una de sus partes sin descuidar la interrelación entre ellas y su impacto sobre el fenómeno general entendiendo al fenómeno como el sistema, a sus partes integrantes como Subsistemas y al fenómeno general como suprasistema.

La Teoría de los Sistemas, para solucionar estos inconvenientes, pretende introducir una semántica científica de utilización universal.

Sistema:

Es un conjunto organizado de cosas o partes interactuantes e interdependientes, que se relacionan formando un todo unitario y complejo.

Entradas:

Las entradas son los ingresos del sistema que pueden ser recursos materiales, recursos humanos o información.

Las entradas constituyen la fuerza de arranque que suministra al sistema sus necesidades operativas.

Las entradas pueden ser:

- en serie: es el resultado o la salida de un sistema anterior con el cual el sistema en estudio está relacionado en forma directa.
- aleatoria: es decir, al azar, donde el término "azar" se utiliza en el sentido estadístico. Las entradas aleatorias representan entradas potenciales para un sistema.
- retroacción: es la reintroducción de una parte de las salidas del sistema en sí mismo.

Clasificación extraída de apunte de cátedra.

Proceso:

El proceso es lo que transforma una entrada en salida, como tal puede ser una máquina, un individuo, una computadora, un producto químico, una tarea realizada por un miembro de la organización, etc.

En la transformación de entradas en salidas debemos saber siempre como se efectúa esa transformación. Con frecuencia el procesador puede ser diseñado por el administrador.

Caja Negra:

La caja negra se utiliza para representar a los sistemas cuando no sabemos que elementos o cosas componen al sistema o proceso, pero sabemos que a determinadas corresponden determinadas salidas y con ello poder inducir las variables funcionaran en cierto sentido.

Salidas:

Las salidas de los sistemas son los resultados que se obtienen de procesar las entradas. Al igual que las entradas estas pueden adoptar la forma de productos, servicios e información. Las mismas son el resultado del funcionamiento del sistema o, alternativamente, el propósito para el cual existe el sistema.

Las salidas de un sistema se convierte en entrada de otro, que la procesará para convertirla en otra salida, repitiéndose este ciclo indefinidamente.

Relaciones:

Las relaciones son los enlaces que vinculan entre sí a los objetos o subsistemas que componen a un sistema complejo.

Podemos clasificarlas en :

- Simbióticas: es aquella en que los sistemas conectados no pueden seguir funcionando solos. A su vez puede subdividirse en unipolar cuando un sistema no puede vivir sin el otro sistema , bipolar cuando ambos sistemas dependen entre si.
- Sinérgica: es una relación que no es necesaria para el funcionamiento pero que resulta útil, ya que su desempeño mejora sustancialmente al desempeño del sistema. Sinergia significa "acción combinada". Sin embargo, para la teoría de los sistemas el término significa algo más que el esfuerzo cooperativo. En las relaciones sinérgicas la acción cooperativa de subsistemas semi-independientes
 - Superflua: Son las que repiten otras relaciones, estas aumentan la probabilidad de que un sistema funcione todo el tiempo y no una parte del mismo. Estas relaciones tienen un problema que es su costo

Contexto:

Un sistema siempre estará relacionado con el contexto que lo rodea, o sea, el conjunto de objetos exteriores al sistema, pero que influyen decididamente a éste, y a su vez el sistema influye, aunque en una menor proporción, influye sobre el contexto; se trata de una relación mutua de contexto-sistema.

Tanto en la Teoría de los Sistemas como en el método científico, existe un concepto que es común a ambos: el foco de atención, el elemento que se aísla para estudiar.

El contexto a analizar depende fundamentalmente del foco de atención que se fije. Ese foco de atención, en términos de sistemas, se llama límite de interés.

Homeostasis y entropía:

La homeostasis es la propiedad de un sistema que define su nivel de respuesta y de adaptación al contexto.

Es el nivel de adaptación permanente del sistema o su tendencia a la supervivencia dinámica. Los sistemas altamente homeostáticos sufren transformaciones estructurales en igual medida que el contexto sufre transformaciones, ambos actúan como condicionantes del nivel de evolución.

La entropía de un sistema es el desgaste que el sistema presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. Los sistemas altamente entrópicos tienden a desaparecer por el desgaste generado por su proceso sistémico. En un sistema cerrado la entropía siempre debe ser positiva. Sin embargo en los sistemas abiertos biológicos o sociales, la entropía puede ser reducida o mejor aun transformarse en entropía negativa, es decir, un proceso de organización más completo y de capacidad para transformar los recursos, porque en los sistemas abiertos los recursos utilizados para reducir el proceso de entropía se toman del medio externo.

5. APLICACIÓN DE LA TGS

La TGS surgió en el campo de la Biología, pronto se vio su capacidad de inspirar desarrollos en campos distintos constituyéndose el campo de la *sistémica* o de las *ciencias de los sistemas*, con especialidades como la cibernética, la teoría de la información, la teoría de juegos, la teoría del caos o la teoría de las catástrofes.

UNIDAD II

DINAMICA DE SISTEMAS

1. INTRODUCCION

Dinámica de sistemas se refiere a que las distintas variables que puedan ser asociadas sufren cambios a lo largo del tiempo, como consecuencia de las interacciones que se producen entre ellas.

2. HISTORIA DE LA DINAMICA DE SISTEMAS

La dinámica de sistemas se origino por los años 50s por el Prof. Jay Forrester de la Escuela de Administración Sloan, del Instituto Tecnológico de Massachusets. Las ideas de Forrester sobre las bases comunes que existen en la Ingeniería y la Administración le sirvieron para la creación de la Dinámica de Sistemas. Le sirvió mucho su experiencia previa de trabajo en la General Electric. Las

simulaciones (cálculos) a mano que hizo sobre la estructura de Inventario-Flujo-Retroalimentación, para explicar la inestabilidad de la fuerza de trabajo fueron el inicio de este campo.

Luego Forrester y su equipo pasaron de la etapa manual de cálculos al estadio de modelaje por computadoras. El primer lenguaje de modelaje en Dinámica de Sistemas se llamó SIMPLE, creado por Richard Bennet en 1958. Después, en 1959, Phyllis Fox y Alexander Pugh fueron los autores de DYNAMO que fue una versión mejorada de SIMPLE. El Prof. Forrester publicó su clásico libro Industrial Dynamics en 1961.

En 1968 la colaboración de John Collins y el Prof. Forrester dio origen a la publicación del libro Urban Dynamics, presentando el modelo Urban Dynamics, la primera aplicación no-corporativa de la Dinámica de Sistemas.

En 1970 el Club de Roma invitó al Prof. Forrester a una reunión en Suiza donde se le preguntó si la Dinámica de Sistemas podría utilizarse para abordar la crisis global del mundo que podría ocurrir debido a las demandas de recursos por una creciente población mundial. La respuesta de Forrester fue afirmativa. Luego él creó el primer borrador de un modelo de Dinámica de Sistemas del sistema socioeconómico mundial al que llamó WORLD1. Una segunda versión de este modelo WORLD2 fue publicada por Forrester en un libro titulado World Dynamics.

3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS

MODELO

Un **MODELO** es una representación simplificada de un sistema elaborado para comprender, predecir y controlar el comportamiento de dicho sistema. La representación de modelos puede adoptar distintas formas:

Mentales: visión personal de un país o ideología

Físicas: de una casa, un puente, una computadora

Un modelo está siempre relacionado con el sistema y experimento, ya que un modelo de un sistema puede ser válido para un experimento y no serlo para otro. En este sentido, ningún modelo de un

sistema es válido para todos los posibles experimentos excepto el propio sistema o una copia idéntica del mismo.

DINAMICA DE SISTEMAS

La "dinámica de sistemas" es un lenguaje que permite descubrir y describir problemas y sistemas de manera sistemática. Se refiere especialmente al hecho que el mundo y sus partes están cambiando de manera compleja; en estas circunstancias, no es fácil diseñar una organización o una política de decisión, una estrategia o un sistema social.

La dinámica de Sistemas es una metodología para estudiar el comportamiento de sistemas dinámicos mediante el desarrollo de modelos matemáticos (simulación) estableciendo estrategias de solución.

El objetivo básico de la Dinámica de Sistemas es comprender las causas estructurales del comportamiento de un sistema. Aumentar el conocimiento sobre los elementos del sistema y ver cómo las acciones sobre esos elementos determinan modifican el comportamiento del mismo. La Dinámica de Sistemas se va a ocupar solamente de aquellos sistemas que pueden ser representados en forma continua y determinista

SIMULACION

Según Granino Korn “ Una simulación es un experimento realizado sobre un modelo, está en el subconjunto de simulaciones que son codificables como programas de computador (simulaciones matemáticas)”. Donde, una simulación matemática es una descripción codificada de un experimento que hace referencia al modelo al cual se aplica.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA DS

- No pretende predecir con detalle el futuro
- Plantea hipótesis
- Ensayo nuevas políticas y evalúa resultados.
- Enfoque a largo plazo
- Requiere una correcta selección de variables
- Permite construcción de modelos, después de análisis cuidadoso de los elementos del sistema.
- El análisis de la lógica interna del sistema y las relaciones estructurales en el modelo son aspectos básicos.

Esta metodología permite:

- Identificar el problema
- Desarrollar hipótesis para explicar sus causas
- Construir un modelo de simulación del sistema
- Verificar que el modelo se corresponde con la realidad observada
- Probar en el modelo las diferentes alternativas de solución
- Implementar la mejor solución

5. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO

El proceso de desarrollo de un modelo esta en base a 3 fases principales: Conceptualización, Formulación y Análisis-Evaluación.

- a. Conceptualización

Obtención de una perspectiva y una comprensión clara de cierto fenómeno del mundo real.

Comprende:

Familiarización con el problema, opinion de expertos, experiencias propias.

Descripción Verbal del Sistema

Definición precisa del Problema

Modo de Referencia

Horizonte Temporal

Construcción de un Diagrama Causal

Es la definición precisa de los aspectos del problema y descritos en forma clara, breve y precisa.

Esta etapa implica la descripción del comportamiento dinámico, de esta descripción se graficará el comportamiento temporal de las principales magnitudes de interés, lo cual constituye el llamado Modo de Referencia y sirve como una imagen aproximada de las gráficas que se deberán obtener del modelo inicial.

Si se modela un fenómeno pasado, se representará el comportamiento histórico registrado para reproducir el modelo.

Si se modelan situaciones futuras deberá ser capaz de abarcar variaciones de parámetros, el conjunto de diferentes tipos para determinar el Horizonte Temporal del modelo.

b. FORMULACIÓN

En base al Diagrama Causal se procede a la formulación del sistema. Los pasos a seguir son:

- Construir el diagrama de Forrester
- Partiendo del diagrama de Forrester, escribir las ecuaciones del modelo
- Establecimiento de las Ecuaciones para Simulación
- Asignar valores a los parámetros.

c. EVALUACIÓN

Se ensayan por medio de simulaciones, las hipótesis sobre las cuales se ha construido el modelo y su consistencia.

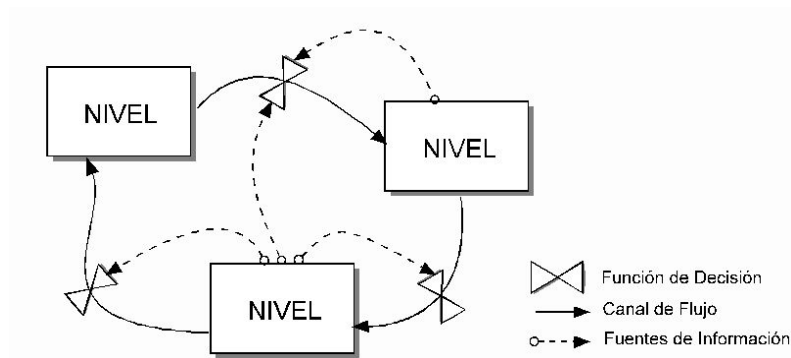
En esta etapa se realiza un análisis de sensibilidad, analizando las variaciones de los valores de los parámetros y el comportamiento del modelo ante distintas políticas alternativas y se elaboran recomendaciones.

Este proceso no es lineal, sino que algunos pasos se repiten varias veces.

6. ESTRUCTURA BASICA DE LOS DS

En la estructura básica aparecen en forma alterna niveles interconectados por flujos controlados, de la siguiente forma:

Figura 1: Estructura Básica de un Modelo.



La Figura 1 contiene 3 características principales que son:

- Varios niveles.
- Flujos que transportan el contenido de un nivel a otro.
- Funciones de Decisión (dibujadas como válvulas) que controlan la rapidez de los flujos entre los niveles.

NIVELES

Los niveles son acumulaciones dentro del sistema, son valores presentes de aquellas variables que han resultado de la diferencia acumulada entre los flujos de entrada y los de salida, existen en 6 redes que son: información, materiales, órdenes, dinero, personal y equipos de producción. Ejemplos de ellos son inventarios, bienes en tránsito, balances bancarios y número de empleados.

TASAS (RATES)

La tasa define el presente, el flujo instantáneo entre los niveles del sistema. Las tasas son determinadas por los niveles del sistema de acuerdo a las reglas definidas por las funciones de decisión.

FUNCIONES DE DECISIÓN

Son las instrucciones sobre políticas que determinan cómo la información disponible acerca de los niveles, conduce a la toma de decisiones. Todas las decisiones corresponden a una acción y pueden expresarse como rapidezces (generación de órdenes, construcción de equipos, contratación de personal). Las funciones de decisión corresponden a decisiones gerenciales y a aquellas acciones que sean resultados inherentes del estado físico del sistema.

Una función de decisión puede aparecer como una simple ecuación que determina, de alguna manera, un flujo en respuesta a la condición de uno o dos niveles (por ejemplo, la salida de un sistema de transporte que bien podría ser representado por los bienes en tránsito, que son un nivel, y el promedio de retardo en el transporte, que es una constante).

7. DIAGRAMAS CAUSALES

El diagrama causal toma los elementos mas importantes del sistema y sus relaciones, al conocer las diferentes variables del sistema y sus relaciones causales entre ellas, se representa gráficamente, las relaciones que existe entre las diferentes variables se representan por medio de flechas, las flechas deberán ir acompañadas por un signo positivo o un signo negativo, cuando las flechas están acompañadas con un signo positivo (+) las variables actuan del siguiente modo; un incremento de A produce un incremento de B, o una disminución de A produce una disminución en B.

Ejemplo:

Al haber mas nacimientos----->hay mas poblacion

Mas demanda en el mercado----->mas ofertas en el mercado

Menos tiempo libre----->menos actividades recreativas

Cuando la flecha este acompañada por un signo negativo (-) las variables actuan de la siguiente forma; un incremento de A produce una disminución en B, o una disminución en A produce un incremento en B.

Ejemplo:

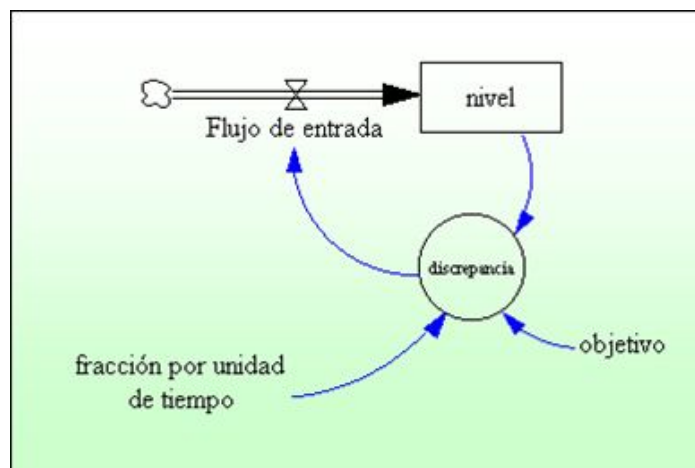
Mas trabajo----->Menos tiempo libre

Mas saludable----->Menos te enfermas

Menos estudias----->Mas repruebas

Tambien en el sistema se encuentran bucles, que son cadenas cerradas de relaciones causales..

8. DIAGRAMAS DE FORRESTER



El Diagrama de Flujos, también denominado Diagrama de Forrester, es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Es una traducción del Diagrama Causal a una terminología que permite la escritura de las ecuaciones en el ordenador para así poder validar el modelo, observar la evolución temporal de las variables y hacer análisis de sensibilidad.

No hay unas reglas precisas de como hacer esta transformación, pero si hay alguna forma de abordar este proceso. Pasos a seguir:

1°. Hacer una fotografía mental al sistema y lo que salga en ella (personas, km², litros, animales,..) eso son Niveles.

2°. Buscar o crear unos elementos que sean "la variación de los Niveles", (personas/día, litros/hora, ...) y esos son los Flujos.

3°. El resto de elementos son las Variables Auxiliares.

Como regla general esto sirve para empezar. Después ya se pueden ir haciendo retoques, y así los Niveles que vayan a permanecer constantes (m² de la habitación) en vez de definirlos como Niveles se pueden definir como variables auxiliares tipo constante que es más sencillo. Este es todo el procedimiento. Ahora veremos con más detalle como se representan estos elementos.

Los "Niveles" son aquellos elementos que nos muestran en cada instante la situación del modelo, presentan una acumulación y varían solo en función de otros elementos denominados "flujos". Las "nubes" dentro del diagrama de flujos son niveles de contenido inagotable. Los niveles se representan por un rectángulo.

Los "Flujos" son elementos que pueden definirse como funciones temporales. Puede decirse que recogen las acciones resultantes de las decisiones tomadas en el sistema, determinando las variaciones de los niveles.

Las "Variables auxiliares" y las "Constantes", son parámetros que permiten una visualización mejor de los aspectos que condicionan el comportamiento de los flujos.

Las magnitudes físicas entre flujos y niveles se transmiten a través de los denominados "canales materiales". Por otra parte existen los llamados "canales de información", que transmiten información que por su naturaleza no se conservan.

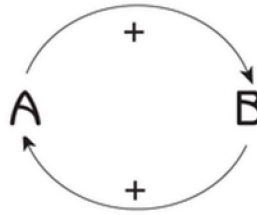
Por último quedan los "retardos", que simulan los retrasos de tiempo en la transmisión de la información. En los sistemas socioeconómicos es frecuente la existencia de retardos en la transmisión de la información y de los materiales y tienen gran importancia en el comportamiento del sistema.

9. SISTEMAS DINÁMICOS DE PRIMER ORDEN

Este tipo de sistemas dinámicos poseen un único nivel en su estructura y pueden estar formados por bucles de retroalimentación positiva o negativa.

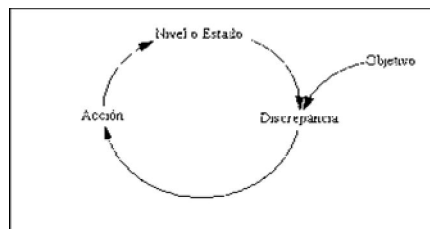
9.1 SISTEMAS DE PRIMER ORDEN CON RETROALIMENTACIÓN POSITIVA

Relaciona a fenómenos de crecimiento, con comportamiento explosivo, como por ejemplo el crecimiento desmedido en la población



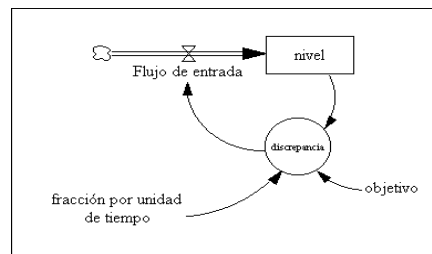
9.2 SISTEMAS DE PRIMER ORDEN CON RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA.

Se caracterizan por tener un comportamiento determinado por un objetivo. Los sistemas de retroalimentación negativa también son llamados sistemas autorreguladores y homeostáticos, e nivel es el objeto de control que representa la acumulación de todas las acciones pasadas, además este solo puede ser variado por medio del flujo. En la figura 1.21, se muestra un diagrama causal de la regulación de una variable de nivel con relación de un objetivo.



A continuación se observa el diagrama de Forrester correspondiente al diagrama causal anterior, el cual requiere para su construcción, el empleo de un nivel, un flujo y una variable auxiliar.

Diagrama de Forrester de un sistema de Primer orden con realimentación negativa.



9.2 SISTEMAS DINÁMICOS DE SEGUNDO ORDEN

Los sistemas dinámicos de segundo orden cuentan con dos niveles de en su estructura. Estos niveles se encuentran inmersos en un número de hasta tres bucles realimentados, siendo uno de estos el principal y dos bucles más que son los secundarios. El bucle principal conecta a los dos



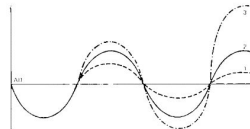
niveles mientras los secundarios conectan a un nivel consigo mismo. La característica más importante de los sistemas de segundo orden es el hecho de que tienen la posibilidad de presentar oscilaciones, dado esto por la presencia de los dos niveles en su estructura.

TIPOS DE OSCILACIONES

Un sistema dinámico de segundo orden puede presentar oscilaciones, las cuales pueden clasificarse en Amortiguadas, Mantenidas y Crecientes, como se muestran en la siguiente figura:

OSCILACIONES EN UN SISTEMA DE SEGUNDO ORDEN

Los sistemas oscilantes abundan en la naturaleza, por ejemplo el número de manchas solares, la



economía nacional, el péndulo del reloj antiguo del abuelo, etc. Mientras que una persona promedio observa un sin número de sistemas oscilantes a través de la vida, comprender el por que de ese comportamiento resulta ser interesante.

Los sistemas de segundo orden necesitan algunos requerimientos estructurales para realizar oscilaciones, estas son:

1. El sistema debe ser un bucle de realimentación negativa
2. El sistema debe tener como mínimo dos variables de nivel

UNIDAD III

APLICACIÓN DE LA DINAMICA DE SISTEMAS

1. INTRODUCCION

La **dinámica de sistemas** es un enfoque para entender el comportamiento de sistemas complejos a través del tiempo, se aplica en el diseño de grandes y pequeños proyectos ,en el ámbito de la Gestión de la Producción, la DS permite comprender mejor la causa de algunos problemas como los retrasos en la producción o las oscilaciones en el número de piezas que existen en el almacén de productos acabados, y simular de una forma transparente el impacto de diferentes formas de

organizar la producción. Dentro de la Gestión de Procesos un modelo de Dinámica de Sistemas permite simular la estructura de cada proceso y realizar el análisis de sensibilidad de sus diferentes fases, n modelo de simulación de Dinámica de Sistemas ayuda a identificar el impacto de pequeñas variaciones aleatorias en la evolución general del proceso e identificar aquellos puntos del proceso que presentan retrasos, al objeto de organizar el conjunto del proceso productivo teniendo presente este aspecto, sin crear por ello falsas señales de alarma.

2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

CRECIMIENTO EXPONENCIAL

El crecimiento exponencial es producido por un bucle de retroalimentación positiva entre los componentes de un sistema. Muchos sistemas habituales muestran el comportamiento exponencial propio de un de un proceso que se alimenta a sí mismo. Por ejemplo, en un sistema ecológico, el nacimiento de venados incrementa la población de venados, otro ejemplo es el sistema de conocimiento y aprendizaje, mientras más sabe, más rápido aprende y entonces adquiere más conocimiento.

3. DESARROLLO DE MODELOS CON LA DINAMICA DE SISTEMAS

Los pasos necesarios para construir un modelo de un sistema mediante esta metodología de Dinámica de Sistemas, se resume de la siguiente forma:

OBSERVACIÓN

La observación cuidadosa del sistema real, incluyendo la recogida de datos, El proceso de modelado es dinámico y no lineal.

VERIFICACION

Comprobar que el modelo responde a los requisitos de diseño que el mismo modelador se ha impuesto.

VALIDACION

Valorar la utilidad del modelo dentro del contexto de aplicación, es más valido cuanto más refleje la realidad del sistema empírico.

Los modelos informaticos y matemáticos son modelos formales, la diferencia es que están expresados en lenguajes diferentes.

MODELO FORMAL

Es un conjunto de proposiciones que se admiten como ciertas (axiomas) más un conjunto de reglas de inferencia que pueden usarse para deducir nuevas proposiciones a partir de los axiomas y de proposiciones inferidas previamente.

MODELO INFORMATICO

Es un modelo formal y la simulación es una herramienta que permite estudiarlo más allá de los límites actuales de las matemáticas.

ETAPAS PARA EL MODELADO

Abstracción

Definir objetivos concretos a alcanzar con el modelado, identificar los componentes importantes del sistema y sus interacciones y describir relaciones causales relevantes.

Diseño y Codificación

Representar el modelo formal ajustándose a las especificaciones del experto.

Inferencia

Aplicar procesos deductivos para averiguar el conjunto de proposiciones que se derivan lógicamente de los axiomas y reglas del modelo.

Análisis

Realizar el análisis de los resultados utilizando técnicas tales como: contrastes de hipótesis y otras técnicas estadísticas, teoría de procesos estocásticos, aproximaciones de campo medio, visualizaciones de datos interactivas, o simple inspección.

Interpretación

Asignar significado a los resultados obtenidos con el modelo formal, previamente analizados

Aplicación

Aplicar sobre el sistema real el conocimiento adquirido sobre nuestra abstracción

4. ESTRUCTURAS GENÉRICAS DE PRIMER ORDEN

Las estructuras genéricas son estructuras relativamente simples que se presentan en situaciones diversas. por ejemplo, se muestra que los modelos de una cuenta bancaria y una población de venados comparten la misma estructura básica La posibilidad de que un mismo tipo de estructura sirva para explicar sistemas diferentes hace que el estudio de las estructuras genéricas tenga una gran importancia en dinámica de sistemas.

Las estructuras genéricas muestran el entendimiento de la relación entre la estructura y el comportamiento de un sistema. Se puede aplicar el conocimiento que tengamos acerca de una estructura genérica en un sistema para entender el comportamiento de otros sistemas que contienen la misma estructura .Nuestro conocimiento de estructuras genéricas y de los comportamientos que producen es transferible a nuevos sistemas.

4.1 DIAGRAMA DEL MODELO

nivel

flujo

fracción de crecimiento o constante de tiempo

El diagrama del modelo de esta estructura genérica positiva de primer orden se muestra en la siguiente figura .

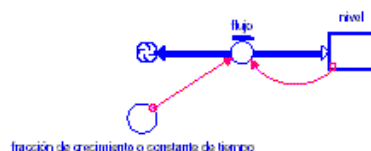


Figura Modelo de la estructura genérica subyacente

En la ecuación de la tasa, multiplicamos el nivel por una fracción de incremento o dividimos el nivel por una constante de tiempo. La constante de tiempo es simplemente el recíproco de la fracción de incremento.

ECUACIÓN DEL MODELO

Las ecuaciones para la estructura genérica son

$$\mathbf{nivel}(t) = \mathbf{nivel}(t - dt) + (\mathbf{flujo}) * dt$$

Ejemplo

DOCUMENTACIÓN: Este es el nivel del sistema. Corresponde a la población de venados, el saldo bancario y la cantidad de conocimiento de los ejemplos anteriores.

UNIDADES: unidades

FLUJOS DE ENTRADA: **flujo** = nivel * fracción de crecimiento

El flujo es la proporción del nivel que fluye hacia el sistema por unidad de tiempo. Corresponde a los nacimientos, el interés ganado y el aprendizaje de los ejemplos anteriores.

UNIDADES: unidades/tiempo

fracción de crecimiento = una constante

De la comparación de las dos ecuaciones posibles para la tasa, notamos que el multiplicador en la ecuación de la tasa está dado por multiplicador (para el nivel) en la ecuación de la tasa = fracción de crecimiento

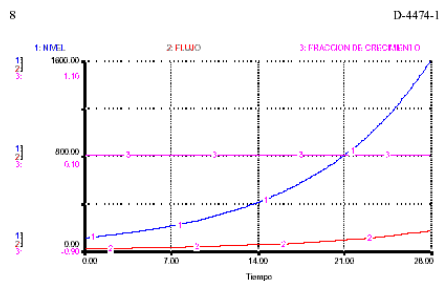


Figura 6 Resultados de una simulación de la estructura genérica de retroalimentación

COMPORTAMIENTO DEL MODELO

La principal característica del crecimiento exponencial es su tiempo de duplicación constante, es decir, el tiempo que el nivel necesita para duplicar su valor permanece constante. Por ejemplo en la figura, el nivel tarda 7 años para duplicarse de 100 a 200 y toma el mismo tiempo duplicarse de 800 a 1600

5. ESTRUCTURAS GENÉRICAS DE SEGUNDO ORDEN

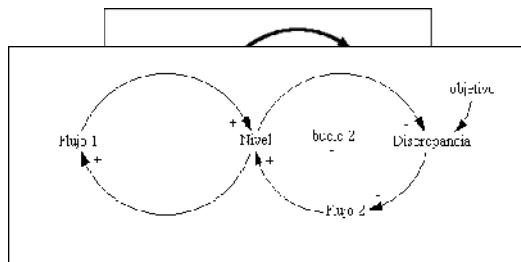
También denominado **Crecimiento en S**, este tipo de crecimiento se caracteriza por tener en su régimen transitorio dos fases, una de ellas en crecimiento exponencial y la otra en decrecimiento asintótico. La realimentación positiva que genera el crecimiento exponencial, se estrecha por la realimentación negativa, que conduce a la estabilización del crecimiento. Esto es que todo proceso exponencial pasa por un proceso estabilizador que limita el crecimiento. El crecimiento en S se encuentra ampliamente en la realidad, por ejemplo, en estudios ecológicos, áreas sociales, la urbanización de cierta área, los rumores, epidemias, el crecimiento celular de una planta, la saturación del mercado, la religión, la difusión de una moda, incluso el desarrollo físico y mental de un niño.

Ejemplo

Se trata de estudiar como una población sana pasa a formar parte de una población enferma, para ello se consideran las siguientes hipótesis:

1. La población es constante, es decir no se producen fenómenos migratorios.
2. La enfermedad es lo suficientemente suave como para que los enfermos no dejen de hacer vida normal, y éstos no se curan completamente durante el período de la epidemia; con ello se evita la re infección.
3. La población enferma y la sana se encuentran homogéneamente mezcladas.
4. Ejecutar el modelo.

La estructura de un crecimiento en S se basa en considerar que durante un tiempo el comportamiento es similar al de un sistema de realimentación positiva, pasando después a un 2º periodo que es análogo a un sistema de realimentación negativa, es decir que el cambio en el dominio de la curva produce el crecimiento en S; como se muestra en la siguiente figura, donde un diagrama causal esta formado por un bucle 1 de realimentación positiva y un bucle 2 de realimentación negativa.



Un gran incremento en la curva positiva conduce a una curva negativa, la curva negativa no aparece espontáneamente y esta presente en todo momento, pero su efecto depende de la influencia de una variable en la curva positiva. Cuando la curva positiva empieza a aumentar a todas las variables envueltas en el ciclo, la curva negativa también aumenta hasta que el dominio cambia y se forma la curva negativa.

UNIDAD IV

SISTEMAS DINAMICOS DISCRETOS Y ESTOCASTICOS

1. INTRODUCCION

La teoría de los procesos estocásticos se centra en el estudio y modelización de sistemas que evolucionan a lo largo del tiempo o del espacio, de acuerdo a unas leyes no determinísticas, esto es, de carácter aleatorio.

La forma habitual de describir la evolución del sistema es mediante sucesiones o colecciones de variables aleatorias, así se puede estudiar cómo evoluciona una variable aleatoria a lo largo del tiempo.

Por ejemplo, el número de personas que espera ante una ventanilla de un banco en un instante t de tiempo; el precio de las acciones de una empresa a lo largo de un año.

La primera idea básica es identificar un proceso estocástico con una sucesión de variable aleatoria $[X_n,]$ donde el subíndice indica el instante de tiempo (o espacio) correspondiente.

Los procesos estocásticos intentan ajustar un modelo teórico que permita hacer predicciones sobre el comportamiento futuro de un proceso.

Por ejemplo las denominadas “Series de Tiempo” o “Series Temporales”, que registran observaciones de determinado proceso en función del tiempo.

2. DEFINICION

Definición 1: se denomina **proceso aleatorio o estocástico** a toda variable que evoluciona a lo largo del tiempo de forma total o parcialmente aleatoria. Un ejemplo, es la temperatura en La Paz aumenta durante el día y baja durante la noche; aumenta en el verano y desciende mucho en invierno, su variación es parcialmente determinística y parcialmente aleatoria.

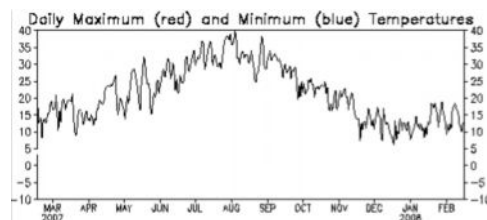


Figura 2.1: Temperaturas máximas y mínimas en La Paz

Definición 2: es toda experiencia que genere una secuencia de valores modelizables como variables aleatorias. Cada experiencia individual tiene un posicionamiento, o sea un orden en la experiencia global.

Definición 3: el conjunto de funciones temporales que resultan de un experimento particular, es decir, cada vez que se realiza el experimento, se produce como salida una determinada señal. La aleatoriedad radica en saber cual de todas las funciones saldrá. Además, en cada instante de tiempo t_k , se puede definir una variable aleatoria que podría llamarse x_{t_k} . Queda claro que la

diferencia fundamental entre una variable aleatoria y un proceso aleatorio es la dependencia con la variable tiempo.

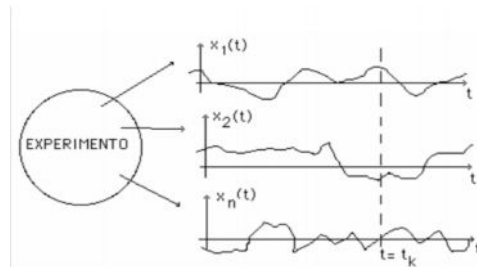


Figura 2.2: Procesos Estocásticos

Definición 4: un proceso estocástico es una colección de variables aleatorias $\{X_t : t \in T\}$ parametrizada por un conjunto T llamado espacio parametral y con valores en un conjunto S llamado espacio de estados (conjunto de posibles valores que pueden tomar las variables aleatorias $\{X_t\}_{t \in T}$).

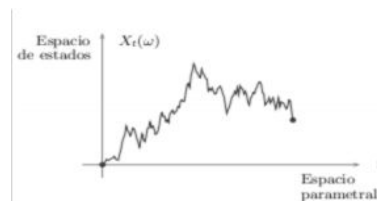


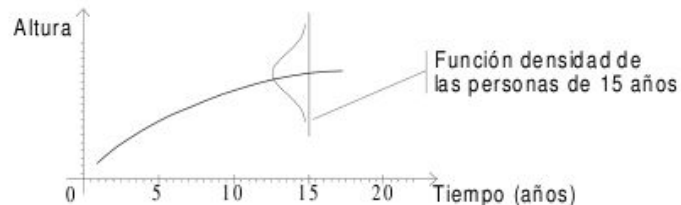
Figura 2.3: Proceso Estocástico

Nota: en general, se piensa en el subíndice t como el indicativo del tiempo y en X_t como el estado o posición del proceso estocástico en el instante t .

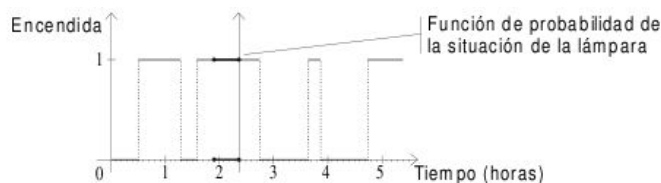
TIPOS DE PROCESOS ALEATORIOS

Los procesos estocásticos se clasifican en:

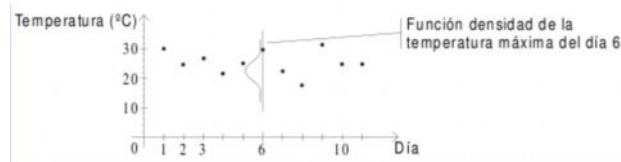
Continuo de variable continua: el crecimiento de las personas.



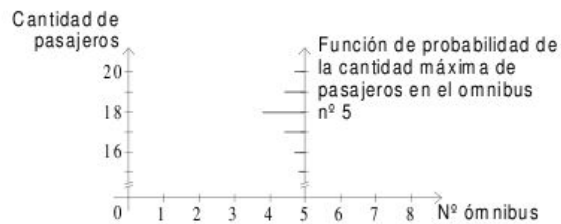
Continuo de variable discreta: situación de encendido o apagado de una lámpara.



Discreto de variable continua: temperatura máxima de cada día



Discreto de variable discreta: cantidad de pasajeros en cada ómnibus (autobús) que llega



3. CARACTERÍSTICAS DE LOS SD DISCRETOS Y ESTOCÁSTICOS

Los Modelos de Eventos Discretos son *modelos dinámicos, estocásticos y discretos* en los que las variables de estado cambian de valor en instantes no periódicos del tiempo. Estos instantes de tiempo se corresponden con la ocurrencia de un evento.

Un *evento* se define como una acción instantánea que puede cambiar el estado de un modelo. Ejemplo



Figura 12.5. Esquema del procesamiento de órdenes.

Los parámetros más significativos del sistema son:

- Hay 4 trabajadores por cada turno diario de 8 horas.
- Se trabaja desde las 9 de la mañana hasta las 5 de la tarde.

No obstante, la jornada laboral se alarga si no ha sido posible expedir todas las órdenes recibidas a lo largo del día.

- Sólo se aceptan órdenes hasta las 13 horas.

- En promedio, se reciben 10 órdenes cada día.
- Hay dos tipos de órdenes, las ordinarias (el 40%) y las prioritarias (el 60% restante).
- En promedio, una orden prioritaria requiere 4 horas de proceso, mientras que una ordinaria sólo 2 horas.

4. PROCESOS ESTOCÁSTICOS

Un proceso estocástico se define como una colección indexada de variables aleatorias $\{X_t\}$, donde el subíndice t toma valores de un conjunto T dado. Con frecuencia T se toma como el conjunto de enteros no negativos y X_t representa una característica de interés medible en el tiempo t .

Por ejemplo, el proceso estocástico, X_1, X_2, X_3, \dots , Puede representar la colección de niveles de inventario semanales (o mensuales) de un producto dado, o puede representar la colección de demandas semanales (o mensuales) de este producto.

Un estudio del comportamiento de un sistema de operación durante algún periodo suele llevar al análisis de un proceso estocástico con la siguiente estructura. En puntos específicos del tiempo t , el sistema se encuentra exactamente en una de un número finito de estados mutuamente excluyentes y exhaustivos, etiquetados $0, 1, \dots, S$. Los periodos en el tiempo pueden encontrarse a intervalos iguales o su esparcimiento puede depender del comportamiento general del sistema en el que se encuentra sumergido el proceso estocástico. Aunque los estados pueden constituir una caracterización tanto cualitativa como cuantitativa del sistema, no hay pérdida de generalidad con las etiquetas numéricas $0, 1, \dots, M$, que se usarán en adelante para denotar los estados posibles del sistema. Así la representación matemática del sistema físico es la de un proceso estocástico $\{X_t\}$, en donde las variables aleatorias se observan en $t = 0, 1, 2, \dots$, y en donde cada variable aleatoria puede tomar el valor de cualquiera de los $M + 1$ enteros $0, 1, \dots, M$. Estos enteros son una caracterización de los $M + 1$ estados del proceso.

TIPOS DE PROCESOS ESTOCÁSTICOS

Los diferentes tipos de procesos estocásticos se obtienen para: el espacio parametral, el espacio de estados, las características de las trayectorias, y principalmente las relaciones de dependencia entre las variables aleatorias que conforman el proceso. Estos son procesos que cumplen una cierta propiedad particular, no necesariamente excluyentes unas de otras. Los siguientes son algunos ejemplos generales de procesos estocásticos.

1.- Proceso de ensayos independientes: el proceso a tiempo discreto $\{X_n : n = 0, 1, \dots\}$ puede estar constituido por variables aleatorias independientes. Este modelo corresponde al experimento de realizar una sucesión de ensayos independientes de un mismo experimento aleatorio, por ejemplo, lanzar un dado o una moneda repetidas veces. El resultado u observación del proceso en un momento cualquiera es, por lo tanto, independiente de cualquier otra observación pasada o futura del proceso.

2.- Procesos con incrementos independientes: se dice que un proceso $\{X_t : t \geq 0\}$ tiene incrementos independientes si para cualesquiera tiempos $0 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_n$, las variables $X_{t_1}, X_{t_2} - X_{t_1}, \dots, X_{t_n} - X_{t_{n-1}}$ son independientes.

4.- Procesos estacionarios: se dice que un proceso $\{X_t : t \geq 0\}$ es estacionario (en el sentido estricto) si para cualesquiera tiempos t_1, \dots, t_n , la distribución del vector $(X_{t_1}, \dots, X_{t_n})$ es la misma que la del vector $(X_{t_1+h}, \dots, X_{t_n+h})$ para cualquier valor de $h > 0$. En particular, la distribución de X_t es la misma que la de X_{t+h} para cualquier $h > 0$, y entonces esta distribución es la misma para cualquier valor de t .

5.- Procesos con incrementos estacionarios: se dice que un proceso $\{X_t : t \geq 0\}$ tiene incrementos estacionarios si para cualesquiera tiempos $s < t$, y para cualquier $h > 0$, las variables $X_{t+h} - X_{s+h}$ y $X_t - X_s$ tienen la misma distribución de probabilidad. Es decir, el incremento que sufre el proceso entre los tiempos s y t sólo depende de estos tiempos a través de la diferencia $t - s$, y no de los valores específicos de s y t .

Nota: investigar Martingala, proceso de Lévy y procesos Gaussianos.

PROCESO DE BERNOULLI (PROCESO BERNOULLIANO DE ENSAYOS INDEPENDIENTES)

La distribución de bernoulli se refiere a un experimento aleatorio discreto que solo puede tomar dos valores, 0 ó 1 y más comúnmente éxito o fracaso para el cual la probabilidad p del resultado éxito ó 1 es conocida.

$$P(1) = P(\text{éxito}) = p$$

$$P(0) = P(\text{fracaso}) = 1 - p = q$$

Distribución de probabilidad es:

$$p(x) = p^x(1-p)^{1-x} \text{ para } x = 0, 1$$

Existen cantidad de fenómenos aleatorios que obedecen a este modelo:

- El lanzamiento de una moneda; cara o sello.
- El nacimiento de un niño: varón o hembra.
- Cursar la materia procesos estocásticos: se aprueba o se reprueba.

La repetición de estos experimentos Bernoullianos, como por ejemplo el lanzamiento de una moneda más de una vez, o la observación del sexo de varios hijos de una misma pareja, etc, es llamado **proceso Bernoulliano de ensayos independientes**.

5. CADENAS DE MARKOV

Una cadena de Markov, que recibe su nombre del matemático ruso Andrei Markov, es una serie de eventos, en la cual la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior. En efecto, las cadenas de este tipo tienen memoria. “ Recuerdan” el último evento y esto condiciona las posibilidades de los eventos futuros. Esta dependencia del evento anterior distingue a las cadenas de Markov de las series de eventos independientes, como tirar una moneda al aire o un dado.

En matemáticas, se define como un proceso estocástico discreto que cumple con la Propiedad de Markov, es decir, si se conoce la historia del sistema hasta su instante actual, su estado presente resume toda la información relevante para describir en probabilidad su estado futuro.

Una cadena de Markov es una secuencia X_1, X_2, X_3, \dots de variables aleatorias. El rango de estas variables, es llamado espacio estado, el valor de X_n es el estado del proceso en el tiempo n . Si la distribución de probabilidad condicional de X_{n+1} en estados pasados es una función de X_n por sí sola, entonces:

Donde x_i es el estado del proceso en el instante i . La identidad mostrada es la Propiedad de Markov.

Permite encontrar el promedio a la larga o las probabilidades de estado estable para cada estado. Con esta información se puede predecir el comportamiento del sistema a través del tiempo.

La tarea más difícil es reconocer cuándo puede aplicarse. La característica más importante que hay que buscar en la memoria de un evento a otro.

FORMULACIÓN DE LAS CADENAS DE MARKOV.

Una cadena de Markov es una serie de eventos, en la cual la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior. En efecto, las cadenas de este tipo tienen memoria. “Recuerdan” el último evento y esto condiciona las posibilidades de los eventos futuros.

En la figura 4.1.1 se muestra el proceso para formular una cadena de Markov. El generador de Markov produce uno de n eventos posibles, E_j , donde $j = 1, 2, \dots, n$, a intervalos discretos de tiempo (que no tiene que ser iguales). Las probabilidades de ocurrencia para cada uno de estos eventos depende del estado del generador. Este estado se describe por el último evento generado.

6. PROPIEDADES DE LAS CADENAS DE MARKOV

Propiedad Markoviana de 1o. orden

Se dice que un proceso estocástico tiene la propiedad markoviana si

$$P_{X_{t+1} = j | X_t = i} = P_{X_{t+1} = j}, \text{ para toda } t = 0, 1, \dots \text{ y toda sucesión } i, j, K_0, K_1, \dots, K_{t-1}.$$

Se puede demostrar que esta propiedad markoviana es equivalente a establecer una probabilidad condicional de cualquier “evento” futuro dados cualquier “evento” pasado y el estado actual $X_t = i$, es independiente del evento pasado y sólo depende del estado actual del proceso. Las probabilidades condicionales $P_{X_{t+1} = j}$ se llaman probabilidades de transición. Si para cada i y j , $P_{X_{t+1} = j} = p_{ij}$, para toda $t = 0, 1, \dots$

Entonces se dice que las probabilidades de transición (de un paso) son estacionarias y por lo general se denotan por p_{ij} . Así, tener probabilidades de transición estacionarias implican que las probabilidades de transición no cambian con el tiempo. La existencia de probabilidades de transición (de un paso) estacionarias también implica que, para cada i, j y n ($n = 0, 1, 2, \dots$),

$$P_{X_{t+n} = j} = p_{ij}^n,$$

Para toda $t = 0, 1, \dots$. Estas probabilidades condicionales se denotan por $p_{ij}^{(n)}$ y se llaman probabilidades de transición de n pasos. Así, es simplemente la probabilidad condicional de que la

variable aleatoria X , comenzando en el estado i , se encuentre en el estado j después de n pasos (unidades de tiempo).

Como las son probabilidades condicionales, deben satisfacer las propiedades:

Probabilidad de transición de un solo paso.

7. ORIGEN DEL METODO MONTE CARLO

La invención del método de Montecarlo se asigna a [Stanislaw Ulam](#) y a [John von Neumann](#). Ulam explico cómo se le ocurrió la idea mientras jugaba un solitario durante una enfermedad en 1946, la idea consistía en probar con experimentos mentales las miles de posibilidades, y en cada etapa, determinar por casualidad, por un número aleatorio distribuido según las probabilidades, qué sucedería y totalizar todas las posibilidades, teniendo una idea de la conducta del proceso físico. Podían utilizar computadoras que comenzaban a estar disponibles, para efectuar las pruebas numéricas y en efecto reemplazar el aparato experimental del físico. Durante una de las visitas de von Neumann a Los Álamos en 1946, Ulam le mencionó el método. Después de cierto escepticismo inicial, von Neumann se entusiasmó con la idea y pronto comenzó a desarrollar sus posibilidades en un procedimiento sistemático.

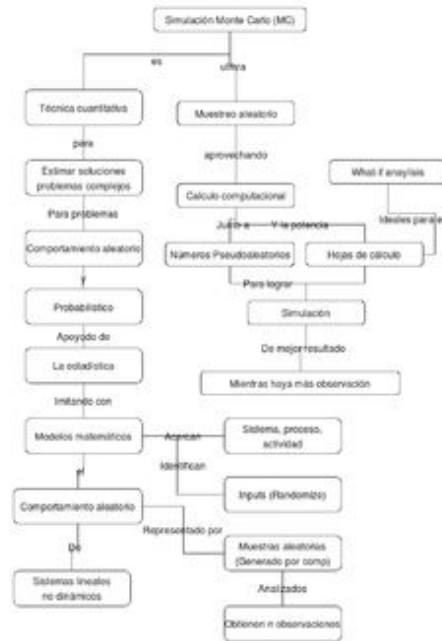
A principios de 1947 Von Neumann envió una carta a Richtmyer a Los Álamos en la que expuso de modo influyente tal vez el primer informe por escrito del método de Montecarlo. Su carta fue encuadrada junto con la respuesta de Richtmyer como un informe de Los Álamos y distribuida entre los miembros del laboratorio. Von Neumann sugería aplicar el método para rastrear la generación isótropa de neutrones desde una composición variable de material activo a lo largo del radio de una esfera. Sostenía que el problema era adecuado para el ENIAC y estimaba que llevaría 5 horas calcular la acción

El uso de los métodos de Montecarlo como herramienta de investigación, proviene del trabajo realizado en el desarrollo de la bomba atómica durante la Segunda Guerra Mundial en el Laboratorio Nacional de Los Álamos en EE.UU.

8. METODO MONTECARLO

El **método de Montecarlo** es no determinístico o estadístico numérico, usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar con exactitud. El método se llamó así en referencia al Casino de Montecarlo (Principado de Mónaco) por ser “la capital del juego de azar”, al ser la ruleta un generador simple de números aleatorios.

Esta difusión posee un comportamiento eminentemente aleatorio. En la actualidad es parte fundamental de los algoritmos de Raytracing para la generación de imágenes 3D.



El método es aplicable a cualquier tipo de problema, ya sea estocástico o determinista. A diferencia de los métodos numéricos que se basan en evaluaciones en N puntos en un espacio M-dimensional para producir una solución aproximada, el método de Montecarlo tiene un error

absoluto de la estimación que decrece como $\frac{1}{\sqrt{N}}$ en virtud del teorema del límite central

UNIDAD V

IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS

1. INTRODUCCION

La creciente capacidad de las computadoras y la inmensa investigación en el campo de la Ciencia de la Computación otorgan nuevas herramientas para apoyar el proceso de la toma de decisiones en diversas disciplinas y áreas de diseño y manejo de la industria. La Simulación es una de las herramientas más importantes y más interdisciplinarias. En pocas palabras podemos decir, que la simulación realiza cuando la computadora finge ser una tienda, un avión o un mercado de abarrotes. El usuario define la estructura del sistema que quiere simular. Una corrida del programa de simulación correspondiente le dice cual será el comportamiento dinámico de su empresa o de la maquina que esta diseñando. Así podemos ver los pronósticos para la demanda y utilidad de nuestro producto, o ver cuando un mecanismo pueda fallar en las condiciones adversas del ambiente donde funcionará.

Las aplicaciones de la simulación parecen no tener límites. Actualmente se simulan los comportamientos hasta las partes más pequeñas de un mecanismo, el desarrollo de las epidemias, el sistema inmunológico humano, las plantas productivas, sucursales bancarias, el sistema de repartición de pizzas en la Ciudad de México, crecimiento de poblaciones de especies de animales, partidos y torneos de fútbol, movimiento de los planetas y la evolución del universo, para mencionar unos pocos ejemplos de las aplicaciones de esta herramienta. Cabe mencionar la creciente importancia de la Simulación en la Investigación de operaciones y en sus aplicaciones industriales. En los países altamente desarrollados la simulación es una herramienta principal de en los procesos de toma de decisiones, en el manejo de empresas y el planeación de la producción. Además, la Simulación es cada vez más “amigable” para el usuario, que no tiene que ser un especialista en computación.

2. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS

La simulación es una técnica muy poderosa y ampliamente usada en las ciencias para analizar y estudiar sistemas complejos. En Investigaciones se formularon modelos que se resolvían en forma analítica. En casi todos estos modelos la meta era determinar soluciones óptimas. Sin embargo, debido a la complejidad, las relaciones estocásticas, etc., no todos los problemas del mundo real se pueden representar adecuadamente en forma de modelo. Cuando se intenta utilizar modelos analíticos para sistemas como éstos, en general necesitan de tantas hipótesis de simplificación que es probable que las soluciones no sean buenas, o bien, sean inadecuadas para su realización. En ese caso, con frecuencia la única opción de modelado y análisis de que dispone quien toma decisiones es la simulación. Simular, es reproducir artificialmente un fenómeno o las relaciones entrada-salida de un sistema. Esto ocurre siempre cuando la operación de un sistema o la experimentación en él son imposibles, costosas, peligrosas o poco prácticas, como en el entrenamiento de personal de operación, pilotos de aviones, etc.

Si esta reproducción está basada en la ejecución de un programa en una computadora digital, entonces la simulación se llama digital y usualmente se conoce como simulación por computadora, aunque esto incluye la simulación en las computadoras analógicas. La simulación por computadora está relacionada con los simuladores. Por simulador entendemos no sólo un programa de simulación y la computadora que lo realiza, sino también un aparato que muestra visualmente y a menudo físicamente las entradas y salidas (resultados) de la simulación, como es el caso de los simuladores profesionales de vuelo, aunque en este curso no se hablará sobre los simuladores ni sobre la simulación analógica. A partir del advenimiento de las computadoras electrónicas, la simulación ha sido una de las herramientas más importantes y útiles para analizar el diseño y operación de complejos procesos o sistemas. Simular, según el Diccionario Universitario Webster, es “fingir, llegar a la esencia de algo, prescindiendo de la realidad”.

Se puede definir a la simulación como la técnica que imita el funcionamiento de un sistema del mundo real cuando evoluciona en el tiempo. Esto se hace por lo general al crear un modelo de simulación. En síntesis, cada modelo o representación de una cosa es una forma de simulación. La simulación es un tema muy amplio y mal definido que es muy importante para los responsables del diseño de sistemas, así como para los responsables de su operación.

3. USO DE DATOS EN EL MODELADO

El uso de datos en el modelado permite descubrir el comportamiento de un sistema para postular teorías o hipótesis que expliquen el comportamiento observado y usar esas teorías para predecir el

comportamiento futuro del sistema, es decir mirar los efectos que se producirían en el sistema mediante los cambios dentro de él o en su **método** de operación (tiempo en minutos)

4. FASES DEL DESARROLLO DE UN MODELO

Las fases del modelo se describen de la siguiente forma:

$$E = F(X_i, Y_i)$$

Donde

E: Es el efecto del comportamiento del sistema

X_i: Son las **variables** y parámetros que nosotros podemos controlar

Y_i: Las variables y los parámetros que nosotros no podemos controlar

F: Es la **función** con la cual relacionamos X_i con Y_i con el fin de modificar o dar origen a E

Los modelos presentan las siguientes propiedades

COMPONENTES

Son las partes de un conjunto que forman el sistema

VARIABLES

Pueden ser de dos tipos (Exógenos, Endógenos)

- Exógenas: Entradas son originadas por causas externas al sistema

- Endógenas: Son producidas dentro del sistema que resultan de causas internas, las cuales pueden ser de **Estado** o de Salida

i. Estado: Muestran las condiciones iniciales del sistema

ii. Salida: Son aquellas variables que resultan del sistema

Estadísticamente a las variables exógenas se las denomina como variables independientes

PARAMETROS

Son cantidades a las cuales el operador del modelo puede asignarle **valores** arbitrarios lo cual se diferencia de las variables.

Los parámetros una vez establecidos se convierten en constantes.

RELACIONES FUNCIONALES

Describen a los parámetros de tal manera que muestran su comportamiento dentro de un componente o entre componentes de un sistema.

Las relaciones funcionales pueden ser de tipo determinísticos o estocásticos.

- Determinísticas: Sus definiciones que relacionan ciertas variables o parámetros donde una salida del proceso es singularmente determinada por una entrada dada.

- Estocásticas: Cuando el proceso tiene una salida indefinida, para una entrada determinada las relaciones

5. ESTIMACIÓN DE RESPUESTA TRANSITORIA

Como el recorrido inicia en cero, es intuitivamente claro que después de dar un número par de pasos la cadena sólo puede terminar en una posición par, y si se efectúan un número impar de pasos la posición final sólo puede ser un número impar. Además, es claro que después de efectuar n pasos, la caminata sólo puede llegar a una distancia máxima de n unidades, a la izquierda o a la derecha. Teniendo esto en mente, en el siguiente resultado se presenta la distribución de X_n .

Proposición

Para cualesquiera números enteros x y n tales que $-n \leq x \leq n$, y siendo x y n ambos pares o ambos impares,

$$P(X_n = x | X_0 = 0) = \binom{n}{\frac{1}{2}(n+x)} p^{\frac{1}{2}(n+x)} q^{\frac{1}{2}(n-x)}$$

Probabilidad de regreso a la posición de origen

Se plantea ahora el problema de encontrar la probabilidad de que una caminata aleatoria que inicia en el origen, regrese eventualmente al punto de partida. Para el caso asimétrico, $p \neq 1/2$, la probabilidad de tal evento es menor que uno, es decir, no es seguro que ello ocurra, pero en el caso simétrico, $p = 1/2$, se cumple que con probabilidad uno la caminata regresa eventualmente al origen.

Proposición

Para una caminata aleatoria sobre Z , la probabilidad de un eventual regreso al punto de partida es

$$1 - p - q = \begin{cases} 1 & \text{si } p = q \\ < 1 & \text{si } p \neq q \end{cases}$$

Es decir, sólo en el caso simétrico, $p = q$, se tiene la certeza de un eventual retorno, sin embargo el tiempo promedio de regreso en tal caso es infinito.

Puede considerarse también el caso de una caminata en donde sea posible permanecer en el mismo estado después de una unidad de tiempo. Esta situación se ilustra en la figura (a), en donde p , q y r son probabilidades tales que $p + q + r = 1$. También pueden considerarse caminatas aleatorias en Z^2 como la que se muestra en la figura (b), en donde $p + q + r + s = 1$, o más generalmente en Z^n o cualquier otro conjunto reticulado.

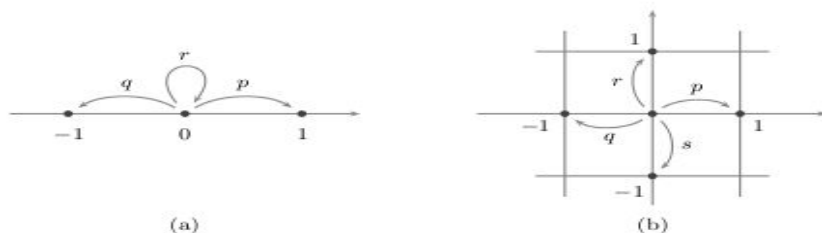


Figura 2.6. Caminatas Aleatorias: mismo estado y en Z^2

6. ESTIMACIÓN DE FUNCIONES DE FRECUENCIA

Dado un punto $x \in X$ la siguiente sucesión será la órbita de x bajo f : $x; f(x); f^2(x); f^3(x); \dots; f^n(x)$

La dinámica de f aparece cuando consideramos cada órbita, $o(x; f)$, como las distintas posiciones que va recorriendo un objeto al paso del tiempo. En $t = 0$ estaba en x ; en $t = 1$ en $f(x)$; en $t = 2$ en $f^2(x)$; y así sucesivamente

Cada x en X da lugar a una órbita, es decir, a una secuencia de movimientos. Bajo este punto de vista la función f genera un sistema dinámico discreto. Decir que nos interesa estudiar las propiedades dinámicas de f es sólo otra manera de expresar que nos interesa conocer cómo son todas las órbitas que ella y los puntos que la producen.

En estas notas nuestro interés principal es el estudio de las propiedades dinámicas de las funciones continuas. En todas las proposiciones y en todos los ejercicios asumiremos, como parte de las hipótesis, que la función con la que trabajamos es continua en su dominio.