

Sistemas y Organizaciones

Unidad 1.1: Teoría General de Sistemas

Cintia Aguado

Universidad de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur
Hipólito Yrigoyen 879, Ushuaia

`caaguado@untdf.edu.ar`

13 de marzo de 2023

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

Objetivo:

- En general los objetos (físicos o abstractos) del mundo que nos rodea, son complejos.
- Para comprenderlos y manejarlos, necesitamos absorber de alguna forma esta complejidad.
- Pero las capacidades que tenemos para realizar esto son limitadas: dependen de nuestra propia complejidad.
- Para poder manejar sistemas de mayor complejidad que la nuestra, debemos usar herramientas (físicas o conceptuales).

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

Enfoque clásico (Reduccionismo):

- Reduccionismo: Descomposicion y reducción de algo a sus elementos fundamentales y simples. Como consecuencia surgen gran diversidad de ciencias. (VISIÓN ORIENTADA A LOS ELEMENTOS).
- Pensamiento analítico: Descomponer el todo en sus partes simples, independientes e indivisibles; permite explicar las cosas con más facilidad, y luego integrar la descripción de cada una de las partes.
- Mecanicismo: El principio de la relacion Causa – Efecto, es necesario y suficiente para explicar un fenomeno.
- Determinismo: Explicacion del comportamiento por la identificacion de las causas.

- La Teoría General de Sistemas (TGS) tiene su origen en los mismos orígenes de la filosofía y la ciencia.
- Aristoteles dijo que “el todo es más que la suma de sus partes” en su libro “Metafísica”.
- Se le atribuyen a George Wilhem Friedrich Hegel (1770 – 1831) el planteamiento de las siguientes ideas:
 - El todo es más que la suma de las partes.
 - El todo determina la naturaleza de las partes.
 - Las partes no pueden comprenderse si se consideran en forma aislada del todo.
 - Las partes están dinámicamente interrelacionadas o son interdependientes.

- El biólogo y epistemólogo Ludwing von Bertalanffy presenta en la década de 1950 los planteamientos iniciales de la TGS, que terminan de plasmar en su libro Teoría

General de los Sistemas; Fundamentos, Desarrollo y Aplicaciones en 1968.

- La idea de Bertalanffy surge a partir de la no existencia de conceptos y elementos que le permitieran estudiar los sistemas vivos, ya que éstos son sistemas complejos con propiedades particulares y diferentes a las de los sistemas mecánicos.
- Igualmente, considera la tendencia hacia la integración de diferentes tipos de ciencias naturales, sociales e incluso exactas, con el fin de dar soluciones más integradas a los

problemas presentes en los sistemas; y en oposición a la creciente especialización del conocimiento.

Algunas disciplinas y personas que aportaron:

- Psicología de la Gestalt (Christian von Ehrenfels).
- Teoría de la Información (Claude Elwood Shannon).
- Cibernética (Norbert Wiener).
- Sociología (Talcott Parsons).
- Fisiología (Walter Brandford Cannon).
- Bioquímica (Lawrence J. Henderson).
- Teoría de juegos (John von Newman).
- Cibernética (Ross W. Ashby).
- Economía (Kenneth Boulding).
- Ecología (Eugene Pleasants Odum).
- Administración (Robert Lilienfeld).

Actualidad:

- La teoría general de sistemas, si bien ha sido un fracaso en sus presupuestos de partida (construir algo así como una metaciencia), sí ha conseguido logros muy importantes.
- En la actualidad se considera que el enfoque de sistemas más que una teoría es una forma de pensar el mundo, que la complejidad del mundo natural y social, y la relación entre sociedad y medio ambiente necesita nuevos enfoques para su comprensión.
- Igualmente, que el enfoque reduccionista es limitado y erróneo para obtener la solución de problemas y adquirir conocimiento, en la medida que no permite el análisis de una gran parte de las variables involucradas.

Enfoque Sistémico (Síntesis):

- **Expansionismo:** Todo fenomeno es parte de uno mayor; evalúa el desempeño del sistema en relación con el que lo contiene; no negar la constitucion en partes. (VISIÓN ORIENTADA AL TODO).
- **Pensamiento sistémico:** Un sistema se explica como parte de uno mayor y en términos del papel que desempeña; el interés de su utilizacion consiste en unir las cosas.
- **Teleología:** El principio de la relacion Causa – Efecto, es necesario pero no suficiente para explicar un fenomeno.
- **Probabilismo:** Estudio del comportamiento orientado al logro de objetivos, relacion entre variables y fuerzas recíprocas, considera el todo como diferente de sus partes.

Con que vamos a trabajar:

- Nosotros vamos a trabajar con la teoría general de sistemas o el enfoque sistémico planteado por George Klir en su libro “Teoría General de Sistemas, un enfoque metodológico”.
- Plantea una notación simbólica apoyada en la teoría de conjuntos, que nos permite formalizar nuestras definiciones, eliminando ambigüedades (o eso intenta).

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

La primera pregunta que no surge es:

¿Que es un SISTEMA?

¿Que dice la R.A.E. al respecto?

- 1** m. Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.
- 2** m. Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.
- 3** m. Biol. Conjunto de organos que intervienen en alguna de las principales funciones vegetativas. Sistema nervioso.
- 4** m. Ling. Conjunto estructurado de unidades relacionadas entre sí que se definen por oposicion; p. ej., la lengua o los distintos componentes de la descripcion lingüística.

La definicion de sistema que propone Gomez-Pallete, definición que utiliza en un estudio sobre organizacion y gestión de empresas:

- Un conjunto de elementos.
- Relacionados entre sí.
- Actuando en un determinado entorno.
- Con el fin de alcanzar objetivos comunes.
- Y con capacidad de autocontrol.

¿Que es un sistema?

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

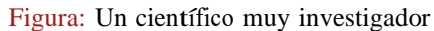
Bibliografía

Nosotros vamos a tomar una definición más general y acotada, para ser en lo posible, más abarcativos.

Definicion: (Sistema)

Sistema: Conjunto de elementos relacionados e interactuantes [con un objetivo común].

!A ponernos el traje de científico investigador;



¿Cuándo comenzamos una investigación, sobre que nos enfocamos?

- Cuando investigamos la realidad, limitamos nuestro examen a una parte de la misma que nos interesa durante un cierto tiempo.
- Esta parte de la realidad lo denominamos el objeto, a la parte restante la llamamos ambiente.
- En muchas ocasiones, existe incertidumbre en la separación entre un objeto y su ambiente (¿Qué forma parte del objeto y que forma parte del ambiente?).

Definiciones:

Definicion: (Objeto)

Objeto: Porcion de la realidad sobre la cual realizamos nuestro trabajo de investigacion.

Definicion: (Ambiente)

Ambiente: El resto de la realidad que no forma parte de la porcion en la que estamos interesados.

Definicion: (Límite o frontera)

Límite o frontera: Lo que define el alcance del sistema y lo separa de su ambiente.

¿Sobre que aspectos del objeto de estudio nos enfocamos?

- Nuestras aptitudes no nos permiten estudiar objetos en toda su complejidad.
- Sobre el objeto elegido, observamos o medimos apariencias de ciertos atributos o características, es decir, observamos o medimos valores de ciertas variables.
- Su eleccion depende de lo que consideramos de interés en el objeto dado, o lo que consideramos importante de acuerdo al objetivo fijado.

Definiciones:

Definicion: (Variable o cantidad)

Variable o cantidad: Característica o propiedad relevante para el objetivo propuesto.

Definicion: (Variable o cantidad externa)

Variable o cantidad externa: Vía a través de la cual el sistema se comunica con su ambiente.

Definicion: (Observacion)

Observacion: El estado registrable de cada una de las variables externas en un momento dado.

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

Definiciones:

Definicion: (Estado observable)

Estado observable: El valor (cuanti o cualitativo) que podemos observar (con instrumentos o los sentidos) en una variable externa en un momento dado.

Definicion: (Estado registrable)

Estado registrable: El conjunto de valores que decidimos registrar. Pueden coincidir o no con los estados observables.

¿Donde vamos a realizar nuestra investigacion?

- Cada variable bajo consideracion debe determinarse en el espacio. Es lo que se denomina la especificacion espacial.
- Si la posicion es relevante en este caso, debe considerarse como una variable separada.
- No siempre necesitamos, especificar la posición absoluta en el universo, a veces basta con una posición relativa en funcion de las posiciones de otras variables consideradas.

¿Cuándo vamos a realizar nuestra investigación?

- Además de la especificación espacial, las variables deben referirse también a un tiempo, es decir, debemos especificar el comienzo de nuestras observaciones o mediciones (y posiblemente también su final).
- Es lo que se conoce como especificación espacial
- El comienzo de nuestra investigación es el instante de tiempo de referencia considerado generalmente como tiempo o instante cero (t_0).

Ambos tipos de especificaciones que hemos mencionado:

- Especificacion espacial
- Especificacion temporal

Las denominaremos con un nombre común:

Definicion: (Especificacion espacio-temporal)

Especificacion espacio-temporal: La indicacion de la posición del objeto en el espacio y el tiempo.

Pueden ser:

- Relevantes o no relevantes
- Absolutas o relativas

¿Con que precision y frecuencia vamos a observar?

- Una vez determinemos las variables a observar o medir debemos decidir la precision y la frecuencia en su recogida.
- Esta característica de nuestras observaciones o mediciones será denominada el nivel de resolución.
- Cuanto más precisos y/o más frecuentes sean las observaciones o medidas, mayor es el nivel de resolución, y viceversa.

Una vez definido el nivel de resolución, comenzamos a realizar las observaciones.

Vamos registrando cada una, en una tabla de actividad.

instante	variable ₁	...	variable _n
0	estadoVariable ₁	...	estadoVariable _n
1	estadoVariable ₁	...	estadoVariable _n
2	estadoVariable ₁	...	estadoVariable _n
3	estadoVariable ₁	...	estadoVariable _n
4	estadoVariable ₁	...	estadoVariable _n
5	estadoVariable ₁	...	estadoVariable _n
...	estadoVariable ₁	...	estadoVariable _n
m	estadoVariable ₁	...	estadoVariable _n

Definiciones:

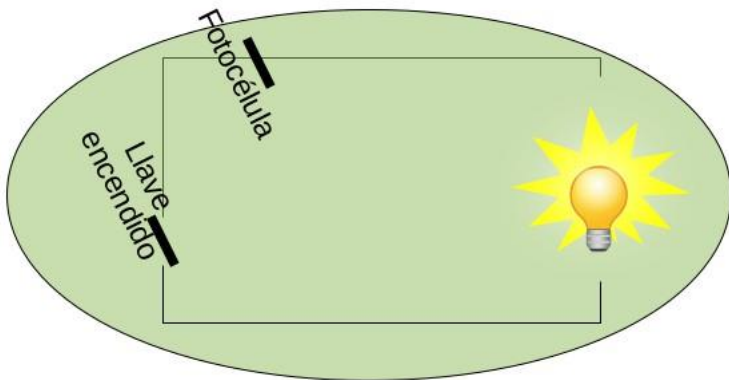
Definicion: (Nivel de resolucion)

Nivel de resolucion: La especificacion espacio-temporal del objeto, junto con el conjunto de los conjuntos de valores registrables de cada variable externa consideradas.

Definicion: (Actividad)

Actividad: Una secuencia de observaciones en momentos determinados del tiempo. Nos dice que es lo que ha estado ocurriendo en la porcion de la realidad que nos interesa cuando la observamos a través del sistema definido.

Para ejemplificar las definiciones que siguen, vamos a utilizar como objeto de estudio, un sistema de iluminacion. El objetivo es explicar su funcionamiento.



SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

Primera definicion de sistemas de Klir:

Por sus Variables y su Nivel de Resolucion

Definimos las variables a considerar:

Sean x_1, x_2, \dots, x_n las variables externas de un sistema.

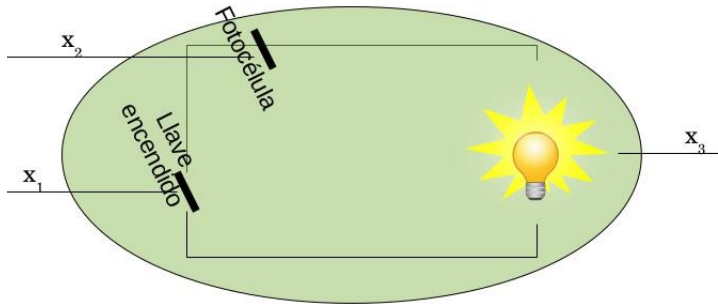
■ Definimos el conjunto de todas las variables:

- Sea $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ el conjunto de todas las variables externas de un sistema.

Ejemplo:

- Variables externas:
 - $x_1 =$ Llave de encendido
 - $x_2 =$ Fococélula
 - $x_3 =$ Lamparita
- Conjunto de variables:
 - $X = \{x_1, x_2, x_3\}$

Veamos gráficamente la definición de las variables.



Definimos los estados registrables de cada una de las variables externas:

- Sean $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n$ los conjuntos de estados registrables de las variables externas x_1, x_2, \dots, x_n respectivamente.

Ejemplo:

- Estados registrables de las variables externas:
 - $\bar{x}_1 = \{\text{arriba, abajo}\}$
 - $\bar{x}_2 = \{\text{alta, media, baja}\}$
 - $\bar{x}_3 = \{\text{encendida, apagada}\}$

Realizamos la especificación temporal:

- Sea t el tiempo y $T = \{t_0, t_1, \dots, t_n\}$ el conjunto de instantes o intervalos de tiempo en los que se llevan a cabo las observaciones.

Definimos el nivel de resolución:

- Sea $L = \{T, \bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n\}$

Realizamos la primera definición formal:

- Sea $Z = \{X, t, L\}$

Ejemplo:

- Especificacion temporal:
 - $t_i = \text{¿Cada cuanto tiempo les parece observar?}$
 - $T = \{t_i\}$
- Nivel de resolucion:
 - $L = \{T, \bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3\}$
- Primera definicion formal:
 - $Z = \{X, t, L\}$

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

Segunda definición de sistemas de Klir:

Por su Actividad

Registramos la actividad del sistema, en una tabla de actividad:

t	x_1	x_2	x_3
0	baja	baja	apagada
1	baja	media	apagada
2	baja	alta	apagada
3	arriba	alta	apagada
4	arriba	media	apagada
5	arriba	baja	prendida

Realizamos la segunda definición formal:

- Sea $Z = \{(x_{1(t)}, x_{2(t)}, \dots, x_{n(t)}) \mid t \in T \wedge x_{1(t)} \in \underline{x}_1 \wedge x_{2(t)} \in \underline{x}_2 \wedge \dots \wedge x_{n(t)} \in \underline{x}_n\}$

Ejemplo:

- Segunda definicion formal:
 - $\underline{Z} = \{(x_{1(t)}, \underline{x}_{2(t)}, x_{3(t)}) \mid t \in T \wedge x_{1(t)} \in \bar{\underline{x}}_1 \wedge x_{2(t)} \in \underline{x}_2 \wedge x_{3(t)} \in \underline{x}_3\}$

¿Es posible predecir las observaciones futuras?

- Resulta sumamente útil o necesario poder predecir las observaciones futuras. Para ello necesitamos conocer su comportamiento.
- El comportamiento es una relacion atemporal (independiente del tiempo) entre las variables, que se verifica dentro de un cierto intervalo de tiempo.
- En general, algunos de los valores pasados y/o algunos de los valores futuros de las variables observadas pueden incluirse en la relacion, además de sus valores instantáneos.

Definiciones:

Definición: (Predicción)

Predicción: Buscamos algo que nos permita predecir de alguna forma las observaciones futuras.

Definición: (Comportamiento)

Comportamiento: Una relación atemporal (independiente del tiempo) entre las variables externas al nivel de resolución dado. Una relación entre los valores actuales, pasados y/o futuros

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

Tercera definicion de sistemas de Klir:

Por su Comportamiento

Definimos las variables principales:

- Sean p_1, p_2, \dots, p_m las variables principales del sistema.
- Cada variable principal p_j se define por una correspondencia biunívoca $j \iff (i, a)$ de modo que:
 - $p_j = \underline{x}_{i(t+a)}$ con $t \in T \wedge (t + a) \in T$
 - $p_j \in \underline{x}_i \wedge x_{i(t+a)} \in \underline{x}_i$
 - $j \in [1..m] \wedge i \in [1..n] \wedge m \geq n$

Ejemplo:

- Variables principales:
 - $p_1 = x_{1(t)}$
 - $p_2 = x_{2(t)}$
 - $p_3 = x_{3(t)}$

Definimos los estados registrables de las variables principales:

- Sean $\bar{p}_j = \bar{x}_i \iff p_j = x_{i(t+a)}$, los estados registrables de la variable principal p_j .

Ejemplo:

- Estados registrables de las variables principales:
 - $\bar{p}_1 = \bar{x}_1$
 - $\bar{p}_2 = \bar{x}_2$
 - $\bar{p}_3 = \bar{x}_3$

Definimos el comportamiento del sistema:

- Sean $P = \bar{p}_1 \times \bar{p}_2 \times \dots \bar{p}_m$, el producto cartesiano de los estados registrables de las variables principales.
- Sea $K \subseteq P$, el comportamiento del sistema.
- Tercera definicion formal $Z = K$

Ejemplo:

- Tercera definicion formal:
 - $K = \{(p_1, p_2, p_3) \mid p_3 = \text{prendida} \iff p_1 = \text{arriba} \wedge p_2 = \text{baja}\}$
 - $Z = K$

¿Porque el sistema exhibe un comportamiento particular?

- Si el sistema exhibe un comportamiento particular, debe poseer, ciertas propiedades que produzcan tal comportamiento.
- Estas propiedades serán llamadas la organizacion del sistema.
- El comportamiento del sistema puede cambiar, por lo que debemos suponer que esta organizacion también puede cambiar.

La organización del sistema

- Será ventajoso definir la parte constante y la parte variable en la organización del sistema.
- A la parte constante la llamaremos la estructura del sistema.
- A la parte variable la llamaremos el programa.

Teoría General de Sistemas

Definiciones:

Definicion: (Organizacion del sistema)

Organizacion del sistema: Las propiedades del sistema que producen el comportamiento observado.

Definicion: (Estructura)

Estructura: Parte constante de la organizacion responsable del comportamiento permanente o relativamente permanente.

Definicion: (Programa)

Programa: Parte variable de la organizacion responsable de cada uno de los comportamientos temporales.

Composición

- El sistema está compuesto de elementos, estos son sistemas más simples (subsistemas).
- Cada elemento del sistema se caracteriza a su vez, por su comportamiento.
- El conjunto de todos los elementos de un sistema definidos de esta manera constituye el universo del discurso del sistema.

Teoría General de Sistemas

Definiciones:

Definicion: (Elemento)

Elemento: Un sistema más simple (subsistema) que forma parte del sistema original.

Definicion: (Elementos)

Elementos: Los elementos se caracterizan por su comportamiento. Como sistema tienen una organización definida, que no nos interesa en el contexto dado.

Definiciones:

Definicion: (Universo del discurso)

Universo del discurso: El conjunto de todos los elementos que componen el sistema, definidos por su comportamiento.

Definicion: (Composicion)

Composicion: El comportamiento del sistema queda definido por una cierta composicion de los comportamientos de sus elementos.

Definicion: (Posibilidad de la composicion)

Posibilidad de la composicion: Para hablar de composición de comportamientos, los elementos deben tener variables externas comunes.

Definiciones:

Definicion: (Acoplamientos)

Acoplamientos: El conjunto de variables externas comunes a dos elementos del sistema.

Definicion: (Estructura UC)

Estructura del universo del discurso y sus acoplamientos: El conjunto de todos los elementos y los acoplamientos entre ellos.

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

Cuarta definición de sistemas de Klir:

Por el Universo del Discurso y de sus Acoplamientos

Definiciones

Definimos los elementos del sistema:

- Sea a_0 el ambiente.
- Sean a_1, a_2, \dots, a_n los elementos del sistema.
- Sea $A = \{a_0, a_1, a_2, \dots, a_n\}$ el conjunto de elementos del sistema.

Ejemplo:

- $a_1 =$ el interruptor.
- $a_2 =$ la fotocélula.
- $a_3 =$ la lamparita.
- $A = \{a_0, a_1, a_2, a_3\}$

Definiciones

Definimos las variables principales de cada elemento:

- Sea E_i el conjunto de variables principales del elemento a_i , con $i \in [0..n]$.

Definimos el comportamiento de cada elemento:

- Sea b_i el comportamiento del elemento a_i , con $i \in [1..n]$.
- Sea $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ el conjunto de los comportamientos de los elementos.

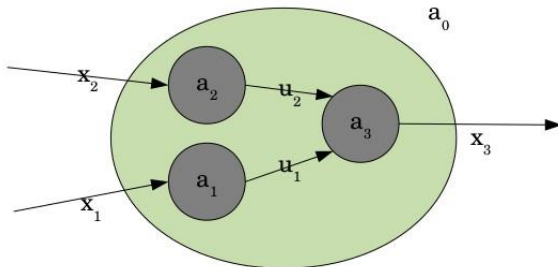
Definimos los acoplamientos entre elementos:

- Sea $d_{ij} = E_i \cap E_j$ el acoplamiento entre a_i y a_j .
- Sea $D = \{d_{ij} \mid i \in [0..n] \wedge j \in [0..n]\}$ la característica del sistema.

Realizamos la cuarta definición formal:

- Cuarta definicion formal $Z = \{B, D\}$

Veamos gráficamente la definición de los elementos:



Ejemplo, elemento a_0 :

- Variables $E_0 = \{x_1, x_2, x_3\}$.

Ejemplo, elemento a_1 :

- Variables $E_1 = \{x_1, u_1\}$.
- Estados registrables de variables internas $\underline{u}_1 = \{0, 1\}$.
- Variables principales $p_1 = x_{1(t)}$ y $w_1 = u_{1(t)}$.
- Comportamiento
 $b_1 = \{(p_1, w_1) \mid w_1 = 1 \iff p_1 = \text{arriba}\}$.

Ejemplo, elemento a_2 :

Variables $E_2 = \{x_2, u_2\}$.

- Estados registrables de variables internas $\bar{u}_2 = \{0, 1\}$.
- Variables principales $p_2 = x_{2(t)}$ y $w_2 = u_{2(t)}$.
- Comportamiento
 $b_2 = \{(p_2, w_2) \mid w_2 = 1 \iff p_2 = \text{baja}\}$.

Ejemplo, elemento a_3 :

- Variables $E_3 = \{x_3, u_1, u_2\}$.
- Estados registrables de variables internas $\bar{u}_1 = \bar{u}_2 = \{0, 1\}$.
- Variables principales $p_3 = x_{3(t)}$, $w_1 = u_{1(t)}$ y $w_2 = u_{2(t)}$.
- Comportamiento
 $b_3 = \{(p_3, w_1, w_2) \mid p_3 = \text{encendida} \iff w_1 = w_2 = 1\}$.
- $B = \{b_1, b_2, b_3\}$.

Definiciones

Ejemplo, acoplamientos:

- Entre a_0 y $a_1 \implies d_{01} = E_0 \cap E_1 = \{x1\}$.
- Entre a_0 y $a_2 \implies d_{02} = E_0 \cap E_2 = \{x2\}$.
- Entre a_1 y $a_3 \implies d_{13} = E_1 \cap E_3 = \{u1\}$.
- Entre a_2 y $a_3 \implies d_{23} = E_2 \cap E_3 = \{u2\}$.
- Entre a_3 y $a_0 \implies d_{30} = E_3 \cap E_0 = \{x3\}$.
- $C = \{d_{01}, d_{02}, d_{13}, d_{23}, d_{30}\}$

Realizamos la cuarta definición formal:

- Cuarta definicion formal $Z = \{B, C\}$

El estado del sistema

- El conjunto de los valores actuales de todas las variables del sistema (externas e internas) se denomina generalmente el estado del sistema.
- Igualmente, el conjunto de los valores actuales de todas las variables internas del sistema se llamará estado interno del sistema.

El programa

- Siendo en general variable, el programa completo contiene una parte constante, esto es, el conjunto de todos los estados y el conjunto de todas las transiciones entre ellos.
- A esta parte de la misma la denominaremos estructura de estados- transiciones, que definimos como el conjunto completo de estados, junto con el conjunto de todas las transiciones entre ellos.

Definiciones:

Definición: (Estados)

Estados: Conjunto de los valores actuales de todas las variables del sistema.

Definición: (Transiciones)

Transiciones: El paso de un estado en un instante dado, a otro estado del sistema.

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

Quinta definición de sistemas de Klir:

Por sus Estados y Transiciones

Definimos los estados del sistema:

- Sean s_1, s_2, \dots, s_n los estados del sistema.
- Sea $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ el conjunto de estados del sistema.

Ejemplo:

- $s_1 = (\text{abajo}, \text{alta}, \text{apagada})$
- $s_2 = (\text{abajo}, \text{media}, \text{apagada})$
- $s_3 = (\text{abajo}, \text{baja}, \text{apagada})$
- $s_4 = (\text{arriba}, \text{alta}, \text{apagada})$
- $s_5 = (\text{arriba}, \text{media}, \text{apagada})$
- $s_6 = (\text{arriba}, \text{baja}, \text{encendida})$
- $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6\}$

Definimos las transiciones entre los estados:

- Sea el conjunto $R \subseteq S \times S$ el conjunto completo de transiciones.
- La quinta definicion $Z = \{S, R\}$.

Ejemplo:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| $r_1 = (s_1, s_2)$ | ■ $r_8 = (s_4, s_5)$ |
| ■ $r_2 = (s_1, s_4)$ | ■ $r_9 = (s_4, s_1)$ |
| ■ $r_3 = (s_2, s_5)$ | ■ $r_{10} = (s_5, s_4)$ |
| ■ $r_4 = (s_2, s_3)$ | ■ $r_{11} = (s_5, s_6)$ |
| ■ $r_5 = (s_2, s_1)$ | ■ $r_{12} = (s_5, s_2)$ |
| $r_6 = (s_3, s_6)$ | ■ $r_{13} = (s_6, s_5)$ |
| ■ $r_7 = (s_3, s_2)$ | ■ $r_{14} = (s_6, s_3)$ |

- $R = \{r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6, r_7, r_8, r_9, r_{10}, r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{14}\}$
- La quinta definicion $Z = \{S, R\}$.

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

SyO

Aguado

Objetivo

Historia

TGS

Bibliografía



Arabany Ramirez C. Teoría de sistemas. Universidad Nacional de Colombia, 2002.



Van Gigch, John P. John P. Teoría general de sistemas. Trillas, 1987.



Klir, George J., Francisco José Valero Lopez y Eduardo Bueno Campos. Teoría general de sistemas: un enfoque metodológico. Ice, 1981.