

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS TELEMÁTICOS I (01A)

Introducción a la teoría general de sistemas

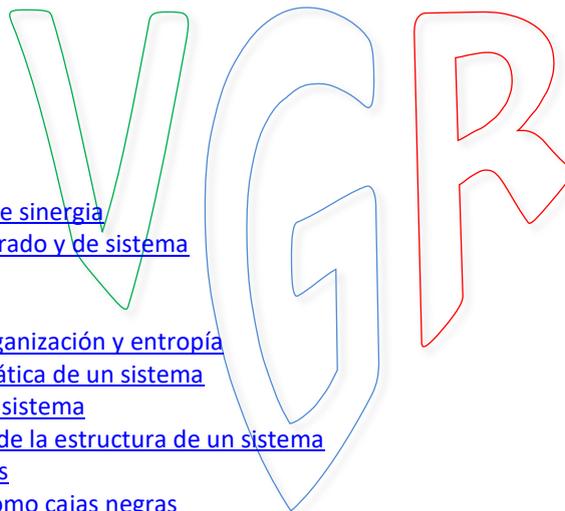
[Ir a NIBBEL AUTOMATION](#)

[Fin del artículo](#)

Venancio Guntiñas Rodríguez
vguntinas2@gmail.com

Índice

[Estudio de la realidad](#)
[Definición de objeto y de sinergia](#)
[Definición de conglomerado y de sistema](#)
[Estado de un sistema](#)
[Frontera de un sistema](#)
[Definición de orden, organización y entropía](#)
[Representación matemática de un sistema](#)
[Comportamiento de un sistema](#)
[Representación gráfica de la estructura de un sistema](#)
[Clasificación de sistemas](#)
[Los sistemas abiertos como cajas negras](#)
[Representación del comportamiento de un sistema](#)
[Problemas básicos en el estudio de sistemas](#)
[Niveles de complejidad](#)
[Sistemas jerárquicos](#)
[Diseño descendente](#)



ESTUDIO DE LA REALIDAD

En nuestro vivir cotidiano, nos damos cuenta de que existe una realidad externa a nosotros, con la cual nos relacionamos.

En la actualidad existen dos métodos para estudiar la realidad:

- **Método reduccionista:** un fenómeno complejo se estudia analizando sus partes componentes de una manera independiente y cada parte es estudiada por una ciencia distinta.
- **Teoría general de sistemas:** se considera que la realidad es una totalidad superior a la suma de sus partes. Posee un carácter interdisciplinar y trata de encontrar un cierto número de principios que puedan aplicarse a las diversas partes y a la totalidad de la realidad. Así mismo, intenta desarrollar una teoría general que permita a un especialista en un campo de la ciencia, comprender y ser comprendido, por un especialista en otro campo.

A continuación veremos una serie de conceptos e ideas utilizados en la teoría de sistemas.

[Inicio](#)
[fin artículo](#)

DEFINICIÓN DE OBJETO Y DE SINERGIA

Un **objeto** es todo ser que ocupa un lugar en el espacio y/o en el tiempo.

Un objeto posee **sinergia**, cuando considerado en su totalidad es algo más que la suma de sus partes. Las diversas partes interactúan entre sí. Cuando un objeto posee sinergia, el estudio de cada una de sus partes de forma aislada no puede explicar o predecir el comportamiento del sistema total.

[Inicio](#)

[fin artículo](#)

DEFINICIÓN DE CONGLOMERADO Y DE SISTEMA

Llamaremos **conglomerado** a un objeto que no posee sinergia, es decir, la suma de sus partes es igual al todo, pues, no existen interacciones entre sus partes.

La palabra **sistema** es una de las más utilizadas en la ciencia, apareciendo en casi todas sus ramas. Se trata de un concepto muy general y de alguna manera muy impreciso. Etimológicamente proviene del vocablo griego "systema" (conjunto) y este de "synistemi" (reunir).

Un **sistema** es un conjunto de elementos o partes relacionadas entre sí, formando un todo unificado, para realizar una función o conseguir unos objetivos. Los elementos o partes suelen llamarse **componentes**, las relaciones entre los componentes **enlaces** y la función que realiza el sistema define su **comportamiento**. Por ejemplo, en el **sistema solar**, los componentes son el sol, los planetas y sus satélites. Los enlaces son la fuerza de la gravedad y la distancia. En una **cadena de alta fidelidad**, los componentes son el sintonizador, el magnetofón, el fonochasis (tocabiscos), la unidad de discos compactos, el amplificador, el ecualizador y los altavoces. Los enlaces son los cables eléctricos.

La función o **comportamiento del sistema**, es algo que, ninguna de sus partes pueden hacer por sí solas, es más, el comportamiento del sistema no puede determinarse estudiando cada una de sus partes de forma aislada.

Todo sistema posee sinergia.

Un **sistema** es **complejo** cuando está formado por gran número de componentes relacionados de una manera sutil o difícil de comprender. La comprensión de un sistema suele ser inversamente proporcional a su complejidad. Se llama **subsistema** a una parte de un sistema que a su vez es sistema, y se llama **supersistema** a un sistema cuyas partes son sistemas.

[Inicio](#)

[fin artículo](#)

ESTADO DE UN SISTEMA

El **comportamiento** de un sistema queda determinado por un conjunto de **magnitudes fundamentales**. Se llama **estado del sistema en un cierto instante**, al conjunto de los valores que toman las magnitudes fundamentales en dicho instante.

[Inicio](#)

[fin artículo](#)

FRONTERA DE UN SISTEMA

A medida que los **sistemas** van siendo **más complejos** (poseen un mayor número de elementos y una relación entre ellos más complicada), para explicar el comportamiento del sistema se hace necesario tener en cuenta el **medio ambiente o entorno** del sistema.

Por **frontera de un sistema** entendemos aquella línea o superficie que separa el sistema de su entorno y que define lo que le pertenece y lo que queda fuera de él.

No siempre es fácil establecer la frontera de un sistema. Para fijar la frontera de un sistema se tendrá en cuenta lo que se quiere observar o estudiar. En la naturaleza suele existir una zona de transición entre el sistema y su entorno. Por ejemplo, si tenemos dos circuitos de corriente alterna no conectados eléctricamente, debido a la inducción magnética, se podrán considerar como dos sistemas independientes o como un solo sistema, según cual sea la distancia que los separe y la frecuencia de la corriente que los recorre.

En las fronteras entre dos naciones, los usos y costumbres y en general la cultura no sufren un cambio brusco al atravesar los límites geográficos, pues, los habitantes de los pueblos fronterizos intercambian sus culturas.

[Inicio](#)

[fin artículo](#)

DEFINICIÓN DE ORDEN, ORGANIZACIÓN Y ENTROPÍA

Se dice que existe **orden** en un conjunto cuando entre sus elementos se ha establecido una relación de orden. La clave de la relación de orden es la **propiedad antisimétrica**, que establece una jerarquía o desigualdad entre los elementos del conjunto.

Análogamente, **ordenar un sistema, es establecer una jerarquía entre sus componentes**. El máximo desorden en un sistema, se produce cuando todos los componentes del sistema poseen la misma jerarquía, es decir, son indistinguibles.

Un sistema posee **organización** si sus componentes están ordenados de una manera determinada según ciertas leyes.

Puede decirse que la organización es lo contrario del **azar** (ausencia de leyes).

Llamaremos **entropía** a una magnitud física que nos indica la cantidad de desorden que existe en un sistema, a mayor entropía, más desordenado (más homogéneo) es un sistema.

Por ejemplo, al borrar una cinta magnetofónica, la cabeza de borrado no extrae nada de la cinta, lo único que hace es desordenar las direcciones de los dominios magnéticos establecidas por la cabeza grabadora, pues, una distribución al azar de dichas direcciones estará desorganizada y no contiene ninguna información.

Un ser vivo se distingue del conjunto de átomos que lo forman por su organización. Si el ser vivo se descompone a altas temperaturas o se disuelve en un líquido corrosivo, en las cenizas y gases residuales o en la disolución siguen estando presentes todos los átomos que lo formaban, pero, el ser vivo ya no existe porque se ha deshecho su organización.

[Inicio](#)

[fin artículo](#)

REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DE UN SISTEMA

Los componentes, los enlaces y las propiedades de un sistema se representan mediante conjuntos. En un sistema general que posee n componentes, m enlaces y r propiedades, se representará cada conjunto de la siguiente manera:

Conjunto de componentes: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$

Conjunto de enlaces: $L = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$

Conjunto de propiedades: $P = \{P_1, P_2, \dots, P_r\}$

En general, un sistema S estará formado por una tríada: $S = \{C, L, P\}$

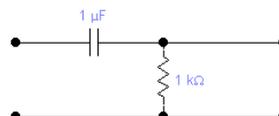
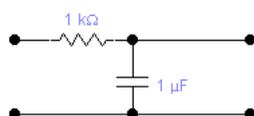
Al conjunto de enlaces " L " se le llama **característica del sistema**.

A cada par ordenado (C, P) formado por componentes que poseen propiedades comunes, se le llama **universo del sistema**: $U = (C, P)$.

Al par ordenado (C, L) formado por los componentes y enlaces del sistema se le llama **estructura del sistema**: $T = (C; L)$.

Los componentes C , pueden ser a su vez sistemas y por lo tanto poseer una característica R' .

Sobre mismo universo (C, P) pueden definirse diversos sistemas, basta con considerar características (enlaces) diferentes. Por ejemplo, sea el conjunto formado por una resistencia y un condensador con las propiedades que definen a cada uno. Con la misma resistencia y el mismo condensador se pueden formar dos sistemas diferentes:



Uno es un filtro pasa bajos y el otro es un filtro pasa altos.

Un sistema en el que todos sus componentes poseen las mismas propiedades tiene un solo universo y se llama **sistema homogéneo**. Si todos los componentes no poseen las mismas propiedades, poseerá varios universos y se llama **sistema heterogéneo**.

[Inicio](#)

[fin artículo](#)

COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA

La estructura y el comportamiento de un sistema, son independientes. Conocer la estructura de un sistema, no implica conocer su comportamiento o viceversa.

Por ejemplo, a partir de un esquema de circuitos se puede construir un sistema electrónico complejo pero sin saber como funciona.

Recíprocamente, se puede conocer el funcionamiento de un sistema complejo (ordenador) pero no conocer su estructura.

[Inicio](#)
[fin artículo](#)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ESTRUCTURA DE UN SISTEMA

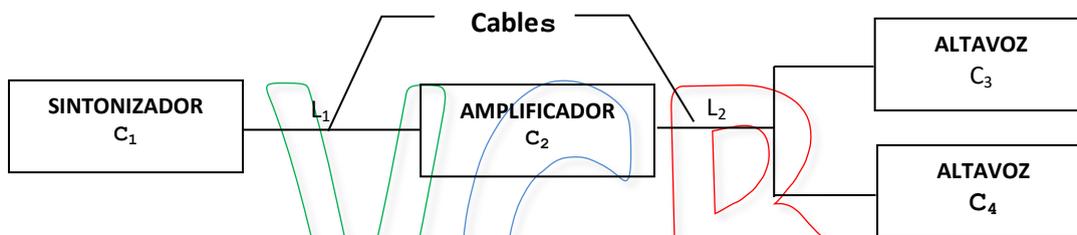
La estructura de un sistema puede representarse de varias maneras, dos de las más usadas son las siguientes:

DIAGRAMA DE BLOQUES

Los componentes se representan por cajas rectangulares llamadas bloques. Generalmente la función que realiza cada bloque se escribe en su interior.

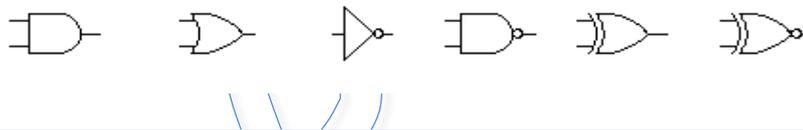
Los enlaces se representan por líneas que conectan los bloques entre si. El nombre o función de un enlace puede escribirse junto a la línea correspondiente.

Ejemplo:



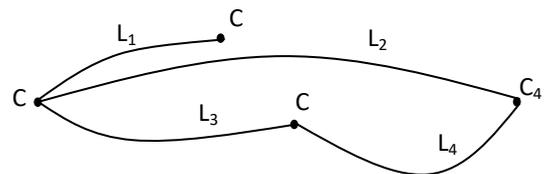
Cuando el número de tipos de componentes es pequeño, suelen utilizarse símbolos distintos para los diversos tipos de componentes pues, de esta manera, aumenta la claridad de la representación del sistema.

Ejemplo:



GRAFOS

Cuando para estudiar el comportamiento de un sistema no se necesita conocer ni las propiedades (P) ni la característica (R') de sus componentes, al representar la estructura del sistema, los componentes se representan por puntos llamados **nodos** y los enlaces por líneas llamadas **arcos**.



[Inicio](#)
[fin artículo](#)

CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS

Los sistemas se pueden clasificar de muchas maneras, atendiendo a diversos criterios. Por ejemplo:

Según la relación con el medio pueden ser:

- Sistemas cerrados:** el sistema no realiza ningún intercambio con el medio, su comportamiento no es afectado por ningún factor externo al sistema.
- sistemas abiertos:** intercambian con su entorno o con otro sistema algo de sí mismos. Estos intercambios producen cambios en el propio sistema, bien en su universo, bien en su característica, bien en su estructura. El comportamiento del sistema depende del medio en que se encuentre.

Según la relación con el hombre pueden ser:

- **Naturales:** existen sin la intervención del hombre.
- **Artificiales:** han sido realizados por el hombre.

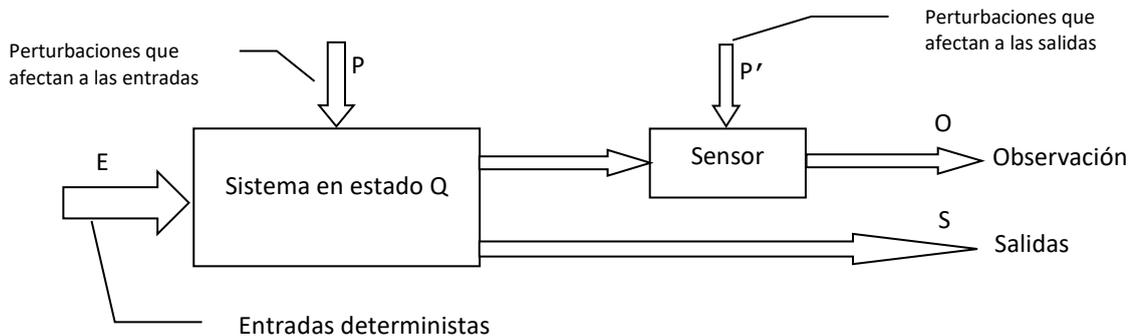
[Inicio](#)
[fin artículo](#)

LOS SISTEMAS ABIERTOS COMO CAJAS NEGRAS

Al considerar un sistema como caja negra, sólo consideramos las relaciones del sistema con el medio y no nos preocupamos por lo que ocurre dentro del sistema.

Un **sistema abierto** puede considerarse como una **caja negra**, con ciertas entradas que pueden manipularse de alguna manera para influir en el comportamiento de ciertas salidas observables.

De una manera esquemática se puede representar un sistema de la siguiente manera:



Los factores a considerar son:

1- **Estímulos, excitaciones o entradas:** conjunto de entes que actúan sobre el sistema.

Pueden ser:

- deterministas:** se eligen a voluntad y actúan sobre el sistema de una manera controlada. Se introducen para que el sistema realice su función.
- perturbaciones:** actúan sobre el sistema de una manera imprevista, y alteran la función del sistema.

2- **Respuestas o salidas :** son cambios en el comportamiento del sistema provocados por los estímulos.

3- **Observación de las respuestas:** puede hacerse:

- directamente** mediante nuestros sentidos.
- indirectamente** mediante sensores artificiales.

Si $P' = 0$, la observación coincide con la salida.

Si $P' = P = 0$, el sistema es determinista y puede predecirse su comportamiento.

Este enfoque, permite identificar los subsistemas que intervienen en un fenómeno, estudiar las relaciones que existen entre ellos, identificar los **cuellos de botella** (subsistemas que limitan la acción del sistema total, no permitiéndole alcanzar sus objetivos) y los **subsistemas críticos** (aquellos cuya variación cambia la respuesta del sistema).

[Inicio](#)
[fin artículo](#)

REPRESENTACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA

El comportamiento de un sistema puede representarse de varias maneras:

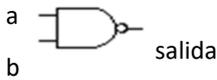
TABLAS DE VERDAD

En general, un sistema recibe un conjunto de **señales de entrada** $E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ procedentes de otro sistema que, utiliza para generar un conjunto de señales de salida $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ que puede transmitir a otros sistemas.

El comportamiento del sistema se conoce si para cada entrada E_i se conoce la correspondiente señal de salida R_i producida por el sistema. Puede definirse completamente el comportamiento del sistema, especificando todas las combinaciones posibles de los valores de las señales de entrada y los valores de las salidas correspondientes. Esto se hace mediante una tabla llamada **tabla de verdad**. En esta tabla existe una fila para cada posible combinación de las variables de entrada y a su lado se representa la salida correspondiente.

Ejemplo:

En una **puerta Nand**:



a	b	Salida
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

LENGUAJES FORMALES

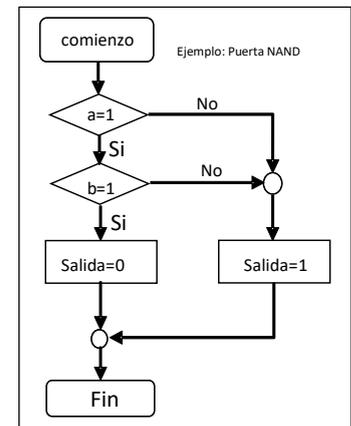
El comportamiento de un sistema puede especificarse mediante sentencias de una lengua común (inglés, español) formalizadas.

Por ejemplo, el comportamiento de una puerta Nand puede especificarse de la siguiente manera:

“Salida=0 si y sólo si $A=1$ y $B=1$ ”, “Si $A=0$ o $B=0$ entonces salida=1”.

ORGANIGRAMAS

El comportamiento del sistema se determina trazando todos los posibles caminos desde el instante inicial (rotulado “comienzo”) hasta el instante final (rotulado “fin”). Cada bloque rectangular define ciertas acciones de entrada/salida que deben ocurrir cuando se llega a él. Las flechas salientes de cada bloque se dirigen al conjunto siguiente de acciones en el camino en curso. Una bifurcación en un camino se indica con una caja en forma de rombo. Si la condición especificada en el rombo es verdad, se sigue la flecha de salida rotulada con Si, y si la condición no es verdad se sigue la flecha rotulada con NO.



Las tres descripciones de la puerta nand contienen la misma información.

[Inicio](#)
[fin artículo](#)

PROBLEMAS BÁSICOS EN EL ESTUDIO DE SISTEMAS

MODELADO

La misión de un **modelo** es ayudar a explicar algo desconocido. Dado un sistema del cual no poseemos una teoría adecuada para su estudio, lo sustituimos por otro que llamamos **modelo**, de tal manera que:

- dentro de un determinado dominio, el modelo posee un comportamiento equivalente al del sistema original.
- se conoce una teoría para estudiar el modelo.

En general, los modelos serán **de tipo matemático** y nos darán las relaciones que existen entre las magnitudes fundamentales del sistema (entradas, estado, perturbaciones, salidas y observaciones). Para el modelado matemático de un sistema, hay que conocer las leyes que rigen el comportamiento del sistema (leyes de la Física si el sistema es físico, leyes económicas si el sistema es económico, etc.), pero, una vez conocido el modelo, éste pierde su carácter concreto y se convierte en algo abstracto que puede manipularse matemáticamente. Sin embargo, **el modelo es algo más que una ecuación matemática**, pues, para aplicarlo a la realidad es necesario interpretar dicha ecuación, por lo que, habrá que establecer normas para interpretar las ecuaciones matemáticas. Es decir, **un modelo matemático está formado por ecuaciones matemáticas y normas para su interpretación**. A veces, al obtener el modelo matemático de un sistema aparecen ecuaciones conocidas que ya han sido utilizadas en sistemas más sencillos, esto, nos permite dar una interpretación a dichas ecuaciones.

Un buen modelo debe predecir el comportamiento del sistema en cualquiera de las situaciones en que se vaya a encontrar.

TIPOS DE MODELOS

En un sistema complejo se pueden establecer dos tipos de modelos fundamentales.

1.- El **modelo funcional o macromodelo**: nos da el comportamiento externo del sistema, pero no nos dice nada de su estructura interna.

2.- El **Modelo físico o micromodelo**: nos permite estudiar tanto el comportamiento interno como el comportamiento externo del sistema, pues, en él, cada componente se modela adecuadamente.

Los modelos físicos son más complicados y sólo se utilizan cuando los modelos funcionales son inadecuados. **Si bien el objetivo de un científico es obtener el modelo más fiel a la realidad, el oficio de un técnico consiste en elegir el modelo más sencillo que sea adecuado al objetivo perseguido.** Un modelo más complejo de lo necesario requiere un tiempo de cálculo demasiado grande y no aporta mejoras notables en la predicción del comportamiento del sistema. **Un modelo es un compromiso entre la sencillez y la fidelidad o precisión.** Se utilizará un modelo u otro según el tipo de trabajo que se realice. Es poco eficaz obtener un modelo que caracterice el comportamiento del sistema con un error del 0,1% en los valores de las variables, si el sistema posee componentes cuyas tolerancias son del 20%.

Un modelo sólo representa el comportamiento del sistema en ciertas condiciones de funcionamiento. Nunca se deben extrapolar los resultados que predice un modelo, fuera de su zona de validez. Suele ser mucho más razonable, obtener una familia de modelos para el sistema, cada uno de los cuales se aplica con ciertas condiciones, que obtener un modelo que represente al sistema en cualquier circunstancia, pues, este modelo sería demasiado complejo. Una de las principales características de un buen técnico es su capacidad para elegir el modelo adecuado.

ANÁLISIS

El análisis de un sistema consiste en determinar el comportamiento del sistema conociendo su estructura y las entradas al sistema. Para realizar el análisis deben tenerse en cuenta diversos aspectos:

- Definir cual es el sistema total.
- Definir el medio en que actuará el sistema.
- Establecer la función que debe realizar el sistema.
- Establecer los componentes del sistema.
- Establecer como contribuyen los componentes a la obtención de los objetivos.

ESTIMACIÓN

Consiste en utilizar las observaciones realizadas sobre el sistema para estimar (calcular, inferir, adivinar) propiedades del sistema real. Pueden considerarse tres tipos:

- **Estimación de estados**: las magnitudes observables se utilizan para estimar el estado del sistema, admitiendo que el modelo que tenemos es perfecto.

Cuando el tiempo es la variable independiente se presentan tres tipos de estimación de estados:

- **Filtrado**: consiste en estimar el estado presente a partir de los valores presentes y pasados de las observaciones.
- **Predicción**: consiste en estimar el estado futuro a partir de los valores presentes y pasados de las observaciones.
- **Interpolación**: consiste en estimar el estado en un instante intermedio al de dos observaciones.
- **Identificación**: a menudo, no puede obtenerse un modelo matemático completamente especificado para el sistema físico. En la identificación se utiliza la observación para completar el modelo.
- **Estimación adaptable**: es una estimación de estados cuando el propio sistema requiere identificación. Es una combinación de estimación de estados y de identificación del sistema.

CONTROL

Consiste en establecer la función de control necesaria para que el sistema se comporte de una manera predeterminada. Puede realizarse de una manera determinista o con presencia de incertidumbre. La solución puede obtenerse de dos maneras:

- **Control en lazo abierto**: la solución se obtiene en función del estado inicial y del tiempo.

- **Control con realimentación:** parte de la salida se reintroduce a la entrada. El control se obtiene explícitamente en función de las observaciones.

SÍNTESIS O DISEÑO

En este caso el sistema no existe y se trata de determinar una estructura del sistema para que posea un cierto comportamiento si se producen ciertas entradas conocidas. En general, la solución no es única, por lo que habrá que encontrar la solución óptima cuando se utilizan ciertos tipos de componentes y enlaces. Para ello, se seguirán ciertos **criterios y objetivos de optimización**.

Uno de los objetivos más comunes es **minimizar el coste total** de los componentes y enlaces que forman el sistema. Otro objetivo es **maximizar el rendimiento** de funcionamiento o prestaciones del sistema, por ejemplo, que tenga la máxima velocidad de funcionamiento o el mínimo consumo de energía. **En general, existen varias alternativas de diseño que presentan un compromiso entre el coste y las prestaciones. Será función del diseñador, elegir el sistema que mejor se ajuste a una situación dada.**

IMPLEMENTACIÓN

Consiste en la realización material del sistema.

En la práctica, los problemas anteriores pueden estar tan interconectados entre si que sea imposible estudiarlos por separado. A menudo, se comienza con un modelado, se continúa con análisis, se sigue con una estimación y se vuelve a empezar por descubrirse que el modelo no es correcto.

[Inicio](#)
[fin artículo](#)

NIVELES DE COMPLEJIDAD

Un sistema es tanto más complejo cuanto mayor es el número de interacciones entre sus elementos y cuanto mayor es el número de estados posibles que puede alcanzar.

Hay sistemas (por ejemplo los grandes ordenadores) que contienen miles de componentes y millones de enlaces. Los modernos sistemas operativos que controlan el funcionamiento de un ordenador, contienen decenas de millones de instrucciones. Sin embargo, las personas humanas tienen dificultades en comprender la estructura o el comportamiento de los sistemas que contienen unas pocas decenas de componentes. Por este motivo, para manejar sistemas de gran complejidad, se utiliza el **principio de la división del trabajo** que consiste en dividir el sistema en subsistemas de complejidad manejable.

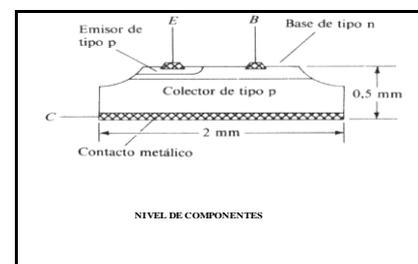
En el análisis de un sistema, se divide el sistema (S) en subsistemas menos complejos (S_1, S_2, \dots, S_n), cada uno de estos subsistemas se subdivide en otros sistemas menos complejos y así sucesivamente. Se obtiene así una serie de diferentes niveles de complejidad, cada uno de los cuales, posee unos componentes y enlaces específicos. Para estudiar la estructura de los componentes de un nivel hay que bajar al nivel inmediatamente inferior.

Cuanto mayor es el nivel de complejidad considerado, menos componentes se necesitan para describir el sistema, pero, los componentes son más complejos. Por otro lado, incrementar el nivel de complejidad implica combinar varios componentes de un nivel inferior en un solo componente del nivel superior. Por este motivo, al aumentar el nivel de complejidad se simplifica la descripción del comportamiento del sistema.

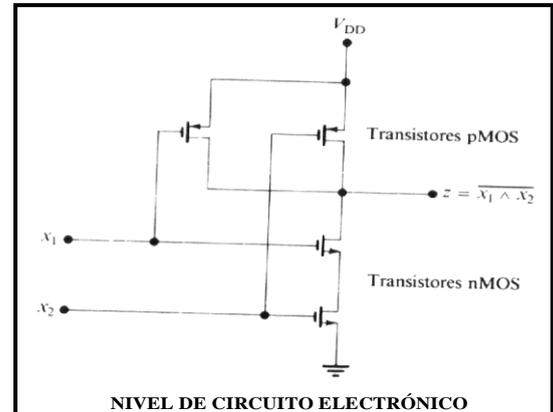
En general, al diseñar un sistema complejo, se divide el diseño en varios niveles de complejidad, ocupándose diferentes personas del diseño en cada nivel.

La realización de los ordenadores actuales se basa en la electrónica digital. El estudio de la electrónica digital puede dividirse en niveles. Los elementos de cada nivel son los sistemas construidos en el nivel inferior. Cada nivel se diferencia por un lenguaje distinto para describir su estructura y funcionamiento, por unas leyes de comportamiento y por unas reglas de diseño propias.

-Nivel 1: "Nivel de componentes".- Se aplican las leyes de la electrónica-física y de la física del estado sólido. Los componentes son semiconductores, aislantes, metales y otros. Los sistemas construidos son resistores, condensadores, diodos, transistores, etc...

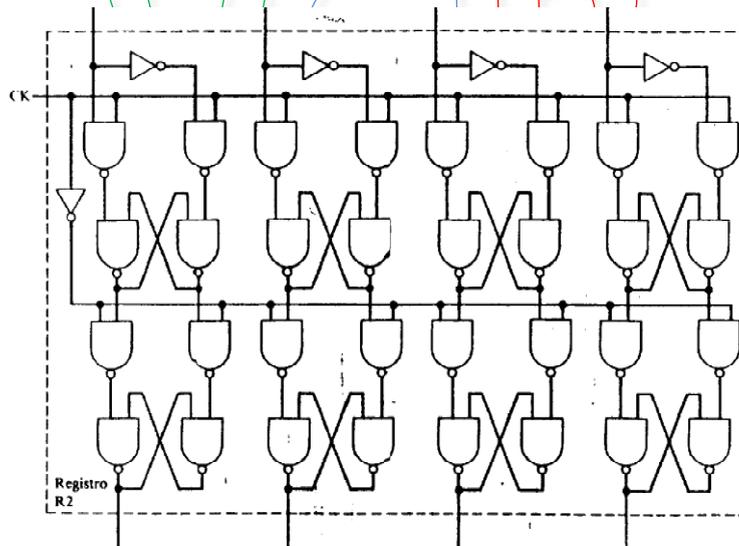


-Nivel 2: "Nivel de circuito electrónico".- Se aplican las leyes de las redes eléctricas que gobiernan magnitudes como tensión, intensidad de la corriente, potencia,...
 Los componentes son resistores, diodos, transistores, etc.
 Los sistemas construidos son inversores, puertas lógicas, biestables, etc, estudiados como circuitos electrónicos.

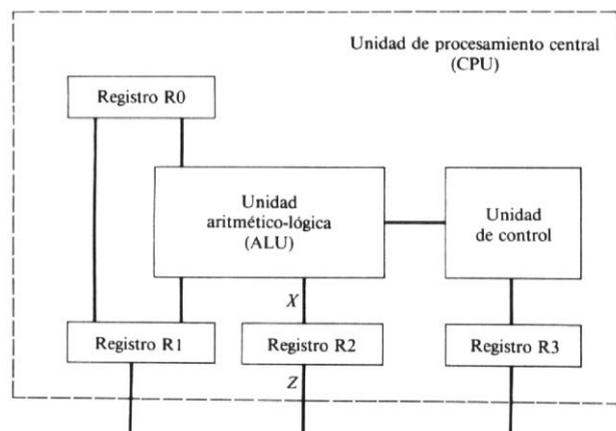


-Nivel 3: "Nivel de circuito digital".- Pueden distinguirse dos subniveles:

- 1) **Sistemas combinacionales**,.-se utilizan las leyes del álgebra de Boole y en concreto el álgebra de conmutación, los componentes son puertas lógicas y los sistemas que se obtienen son Multiplexores, Codificadores, Decodificadores ...
- 2) **Sistemas secuenciales**.- se utilizan las leyes de los autómatas finitos. Los componentes son los biestables, puertas lógicas, y los sistemas que se obtienen son Registros, Contadores, Generadores de Secuencia...

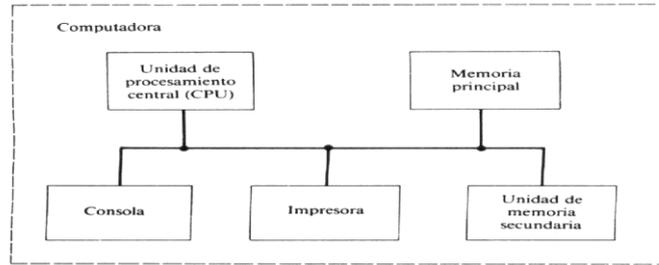


-Nivel 4: "Nivel de transferencias entre registros":
 Se estudia la máquina centrándose en el flujo de información que se envía de un registro a otro, pudiendo pasar por un sistema combinacional que la encamina o transforma. Los componentes son Registros, Alu, Pla, Contadores, etc. Los sistemas construidos son entre otros: Unidades de Control, Microprocesadores, Ordenadores.
 Es el nivel más interesante cuando se estudia la organización y funcionamiento de un computador.



-Nivel 5: "Nivel PMS (Processor, Memory, Switch)":

Los componentes son CPUs, memorias, procesadores auxiliares, etc. Los sistemas construidos son computadores complejos, generalmente con procesamiento en paralelo, redes y otros.



Nivel PMS

[Inicio](#)
[fin artículo](#)

SISTEMAS JERÁRQUICOS

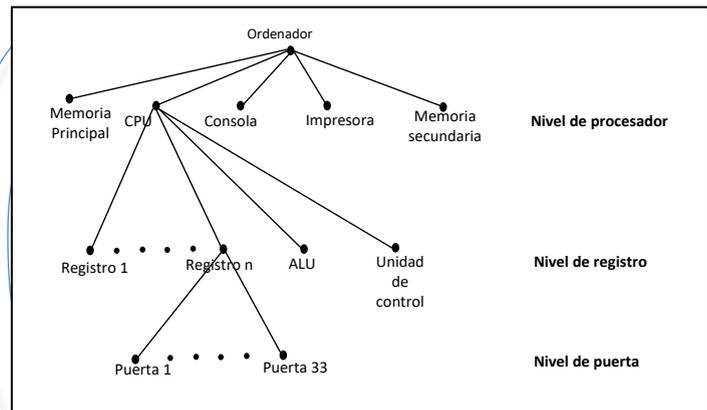
Son sistemas que pueden organizarse mediante niveles de complejidad de la siguiente manera:

- los componentes de cada nivel se representan por puntos de una fila
- existe una fila por cada nivel
- la fila superior corresponde al nivel más complejo y las inferiores a CP los niveles de menor complejidad
- cada componente se conecta mediante una línea a todos los componentes del nivel inferior que contribuyen a formar su estructura interna.

En el caso de un ordenador se tendría el siguiente esquema:

Como puede verse, el diagrama presenta un orden jerárquico.

[Inicio](#)
[fin artículo](#)



DISEÑO DESCENDENTE

El diseño y análisis de sistemas jerárquicos complejos puede simplificarse estudiando su organización jerárquica.

Ejemplo: consideremos un **sistema S** con **tres niveles de complejidad**. Supongamos que en el primer nivel existen 25 componentes incluidos en 5 tipos diferentes. Supongamos que cada componente del nivel 1 se puede descomponer en 25 componentes del nivel 2 de 5 tipos diferentes y que cada componentes del nivel 2 se puede descomponer en 25 componentes del nivel 3 de 5 tipos diferentes.

Nº total de componentes de S = $25 \cdot 25 \cdot 25 = 15625$ componentes del nivel 3.

Si intentamos diseñar el sistema directamente en el nivel 3, la complejidad del diseño será excesiva. Es más eficaz diseñar el sistema nivel a nivel realizando los pasos siguientes:

- 1.- Diseñar S utilizando componentes del nivel 1.
- 2.- Diseñar cada uno de los 5 tipos del nivel 1 utilizando componentes del nivel 2.
- 3.- Diseñar cada uno de los 5 tipos de nivel 2 utilizando componentes del nivel 3.

Este procedimiento de diseño se llama **diseño descendente de arriba abajo** y reduce el diseño de S al diseño de $1 + 5 + 5 = 11$ sistemas de 25 componentes, cada uno de los cuales, utiliza 5 tipos de componentes, con lo que, directamente sólo trataremos con $11 \cdot 25 = 275$ componentes, número mucho menor que si el diseño se hubiera hecho directamente en el nivel 3.

[Inicio](#)