



TEORÍA DE CONTROL

Técnicas clásicas de Control

I - Introducción

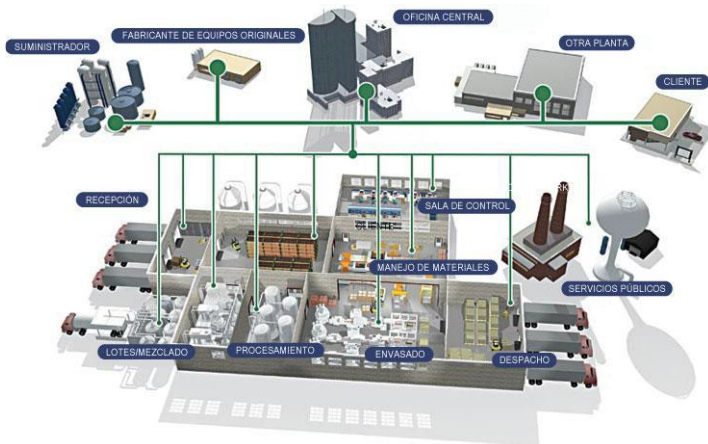
Grado de Robótica
Curso 2021-2022

Objetivos

- ¿Qué es la ingeniería del control?
- Historia de la ingeniería del control
- Definiciones y clasificación de sistemas

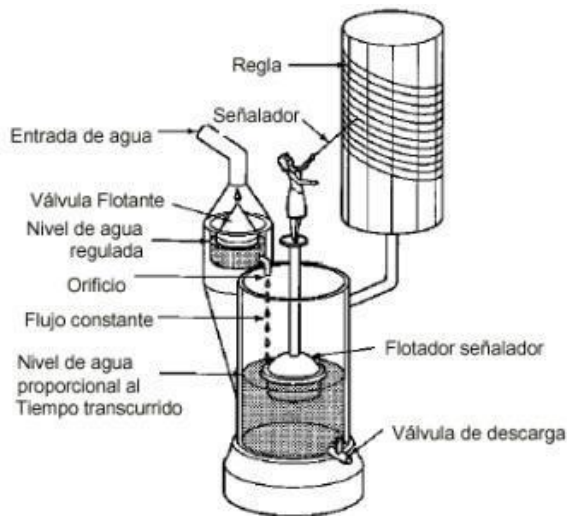
¿Qué es la ingeniería de control?

- Enfoque interdisciplinario para el control de sistemas y dispositivos. Combina áreas como la eléctrica, electrónica, computación e informática, mecánica, química, ingeniería de procesos y **matemáticas**



Historia de la Ingeniería de control

Las primeras aplicaciones se remontan a los mecanismos reguladores con flotador en Grecia.

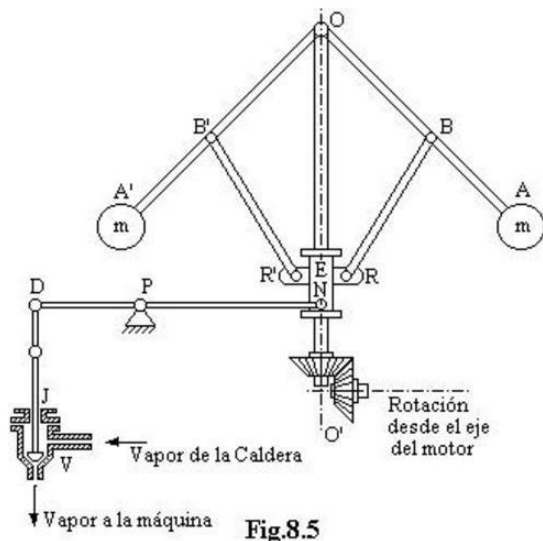


El reloj de Ktesibius construido alrededor del año 250 AC.

Considerado el primer sistema de control automático de la historia.

Historia de la Ingeniería de control

El primer trabajo significativo en control con realimentación automática es el regulador centrífugo de James Watt (1788)



Historia de la Ingeniería de control

Hasta finales del siglo XIX el control automático seguía un proceso de diseño basado en la intuición.

Pero a medida que fue necesario controlar las **respuestas transitorias** y la **exactitud y repetitividad** de los sistemas, surge la **TEORÍA DE CONTROL**.

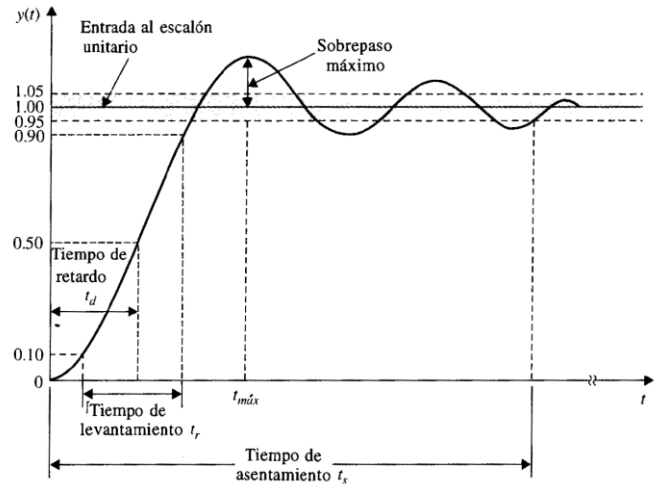


Figura 7-11 Respuesta típica al escalón unitario de un sistema de control.

Historia de la Ingeniería de control

Principales hitos en la historia de la Teoría de Control:

1868: J.C. Maxwell analiza la estabilidad del regulador de Watt formulando la primera formulación matemática de la teoría de control:

<https://doi.org/10.1098/rspl.1867.0055>

<https://doi.org/10.1109/MCS.2016.2584358>

1892: A.M. Lyapunov estudia la estabilidad a partir de ecuaciones diferenciales no lineales, empleando un concepto generalizado energía:

<https://doi.org/10.1080/00207179208934253>

https://en.wikipedia.org/wiki/Lyapunov_stability

Historia de la Ingeniería de control

Principales hitos en la historia de la Teoría de Control:

1922: N. Minorsky trabaja con controladores automáticos de dirección en barcos y analiza su estabilidad a partir de las ecuaciones diferenciales descriptivas. Emplea el primer controlador PID:

<https://doi.org/10.1111/j.1559-3584.1922.tb04958.x>

1932: H. Nyquist desarrolla un procedimiento relativamente simple para determinar la estabilidad de un sistema en lazo cerrado a partir de la respuesta en lazo abierto:

https://en.wikipedia.org/wiki/Nyquist_stability_criterion

Historia de la Ingeniería de control

Principales hitos en la historia de la Teoría de Control:

1934: H.L. Hazen introduce el término servomecanismo, para un sistema de control de posición, desarrollando el sistema de control de repetidores capaces de seguir una señal móvil (control de torretas de cañones).

<https://doi.org/10.1080/00207178508933409>

1938: H. W. Bode desarrolla el diagrama de Bode, que permite ver de forma clara la respuesta de un sistema, introduciendo nuevos métodos para el estudio de estabilidad de sistemas

https://web.njit.edu/~levkov/classes_files/ECE232/Handouts/Frequency%20Response.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Bode_plot

Historia de la Ingeniería de control

Principales hitos en la historia de la Teoría de Control:

1948: W.R. Evans desarrolla la técnica de análisis de el lugar de las raíces trabajando en North American Aviation.

http://www.idea2ic.com/Manuals/Manual_spirrul.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Root_locus

1950: J.R. Ragazzini, G. Franklin, L.A. Zadeh, E.I. Jury, B.C. Kuo y otros, desarrollan en la Univ. de Columbia (USA) la teoría sobre sistemas de datos muestreados y surge la idea de emplear ordenadores digitales para el control de procesos industriales.

Historia de la Ingeniería de control

Principales hitos en la historia de la Teoría de Control:

La Segunda Guerra Mundial define el inicio del “período clásico de la teoría de control”. Aparecen los primeros libros de texto y se desarrollan las primeras herramientas de diseño de sistemas de control con soluciones garantizadas a problemas de diseño, combinaban cálculos a mano y técnicas gráficas.

Historia de la Ingeniería de control

Principales hitos en la historia de la Teoría de Control:

1955: se desarrollan métodos temporales, para aplicaciones aeroespaciales a raíz del desarrollo de la computadoras digitales, que sirven como plataforma tecnológica para el desarrollo, prueba e implantación de los sistemas de control.

En la Unión Soviética se desarrollan los métodos de descripción interna (Modelo de Estado) en el estudio de sistemas continuos

Historia de la Ingeniería de control

Principales hitos en la historia de la Teoría de Control:

1960: R. Kalman et al. realiza aportaciones para el control de sistemas no lineales en el dominio temporal, el control óptimo de sistemas con las ecuaciones del regulador cuadrático lineal y la técnica de filtrado y teoría de estimación que conduce al desarrollo del *filtro digital de Kalman*.

Y continua con la Ingeniería de Control Moderno:

- Lógica Borrosa (Fuzzy Logic)
- Control adaptativo.
- Redes neuronales
-

Importancia del control automático

- Forma parte importante de los procesos modernos industriales y de manufactura.
- Es esencial en operaciones industriales que requieran control de variables (presión, temperatura, humedad, viscosidad, flujos...)
- Aporta los elementos necesarios para un desempeño óptimo de los sistemas dinámicos, mejorando su productividad, realizando operaciones repetitivas y con la precisión requerida, aportando calidad y seguridad al proceso.

Definiciones

La **variable controlada** es la cantidad o condición que se mide o se controla.
Variable de salida.

La **variable manipulada** es la cantidad o condición que el controlador modifica para afectar al valor de la variable controlada.

Un **sistema** es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. El concepto de sistema debe interpretarse como una implicación de sistemas físicos, biológicos, económicos u otros similares.

Una **planta** es un conjunto de partes, cuyo propósito es la de ejecutar una operación particular.

Un **proceso** es cualquier operación que se va a controlar y conducen a un resultado o propósito determinados.

Una **perturbación** es una señal que tiene afecta negativamente la salida de un sistema. Puede ser interna (generada en el sistema) o externa (generada fuera del sistema y se trata como una entrada).

Clasificación de sistemas

SISTEMAS LINEALES o NO LINEALES:

Un sistema lineal es un sistema que obedece las propiedades de escalado (homogeneidad) y de superposición (aditiva), mientras que un sistema no-lineal es cualquier sistema que no obedece al menos una de estas propiedades.

SISTEMAS INVARIANTE o VARIANTE EN EL TIEMPO:

Un sistema invariante en el tiempo es aquel que no depende de cuando ocurre: la forma de la salida no cambia con el retraso de la entrada.

SISTEMAS DE PARÁMETROS DISTRIBUIDOS o CONCENTRADOS

En los sistemas de parámetros concentrados, las variables que parametrizan las relaciones constitutivas de los componentes del sistema se asumen independientes de coordenadas espaciales (los parámetros están concentrados espacialmente)

SISTEMAS EN TIEMPO CONTINUO o DISCRETO

En el mundo macroscópico las variables a considerar son de naturaleza continua, no obstante a ello, ya sea por un particular procesamiento de las señales o por su medición pueden hacerse intermitentes o discretas

Clasificación de sistemas

CONTROL EN LAZO ABIERTO o CERRADO:

En un sistema en lazo abierto la acción de control es independiente del valor de la variable controlada. En un sistema de lazo cerrado la acción del controlador depende tanto del valor deseado como del valor real de la variable controlada. En un sistema en lazo cerrado, el controlador recibe información a través de un **lazo de realimentación** del estado del sistema que modifica su acción en función del valor deseado de la variable controlada (**setpoint o punto de ajuste**)