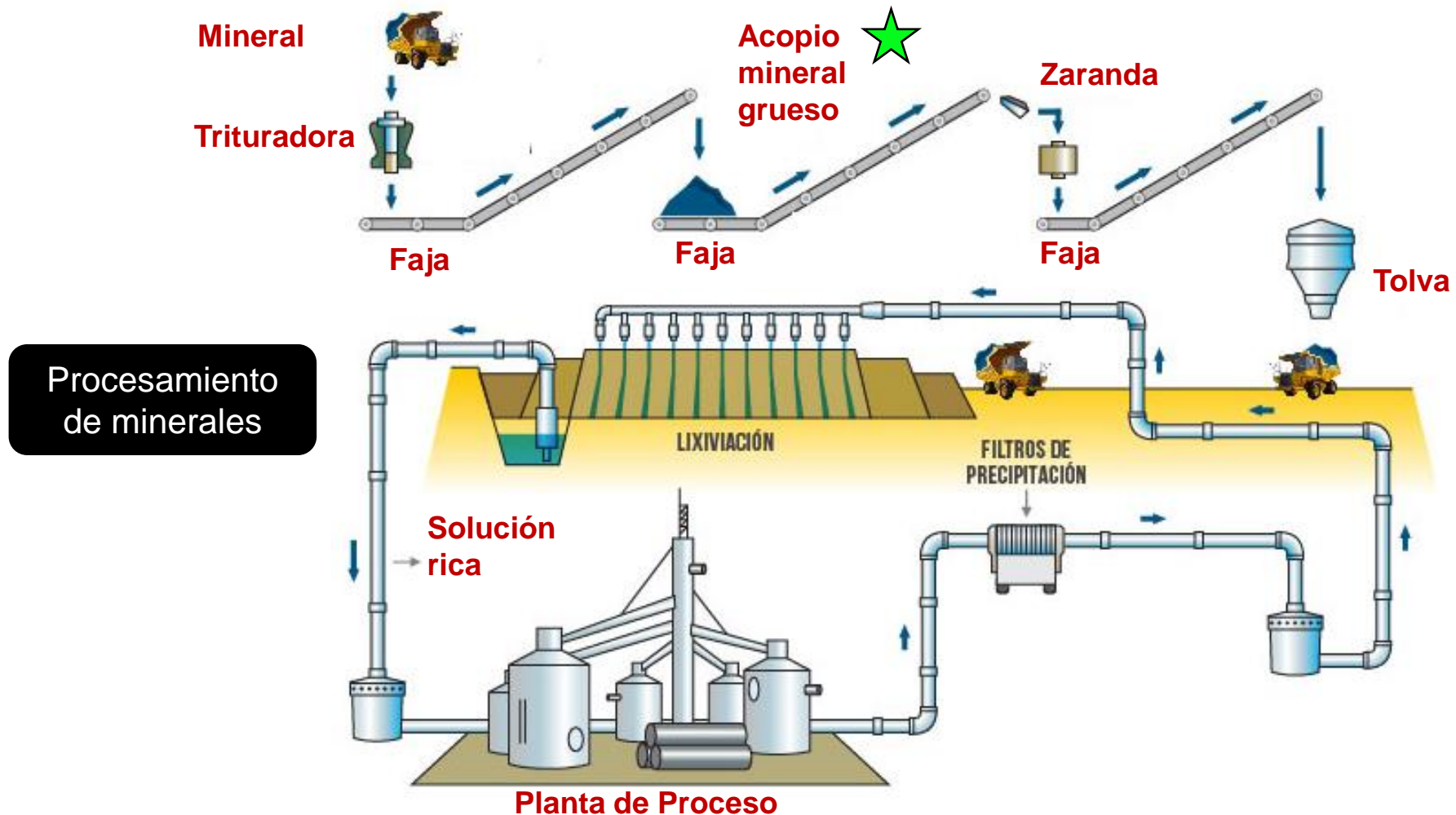


Proceso, planta y sistema

Ing. Eddie Angel
Sobrado Malpartida

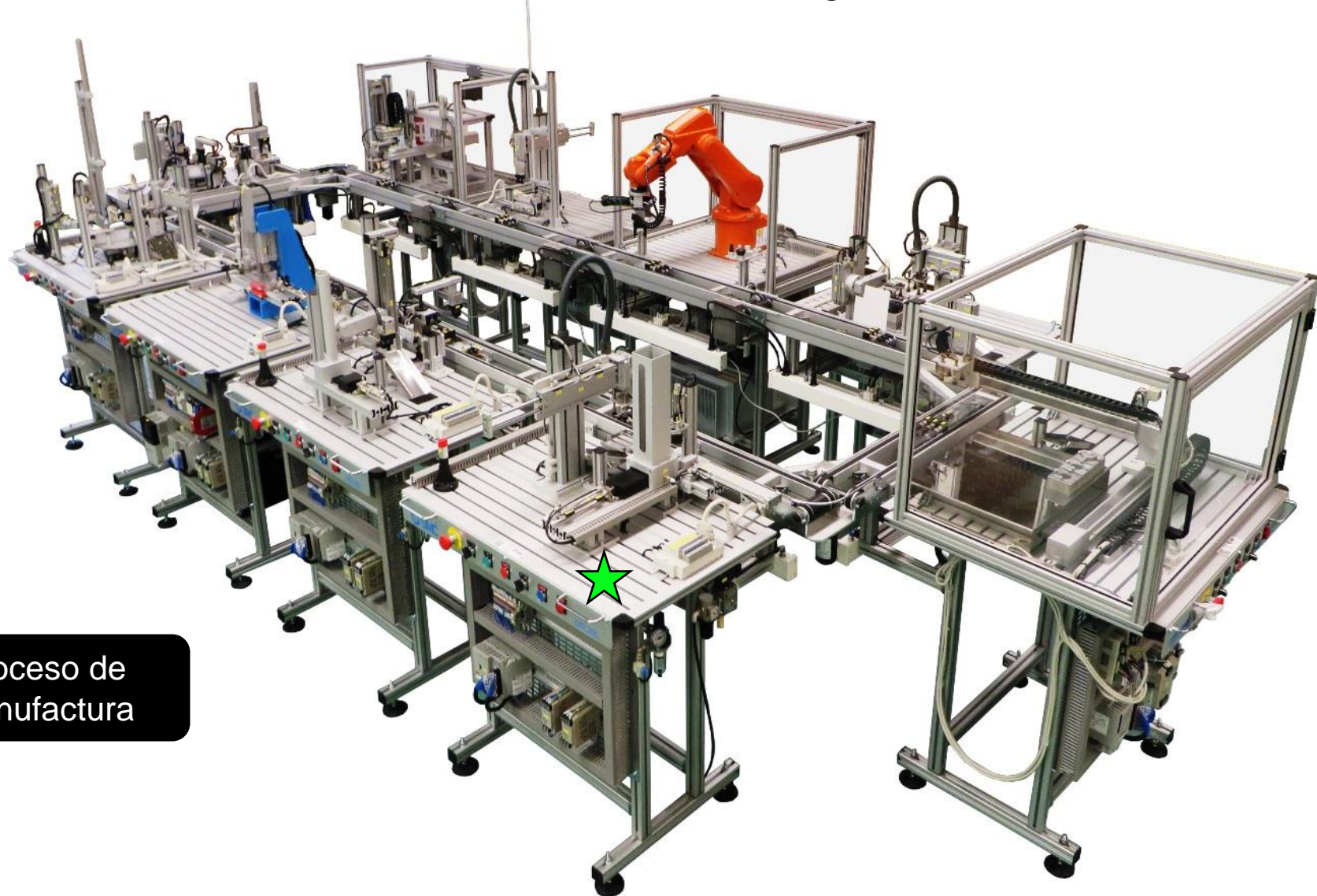
Proceso

- Operación o desarrollo natural, progresivamente continua, caracterizada por una serie de **cambios graduales** que tienden a un **determinado resultado**.



Proceso

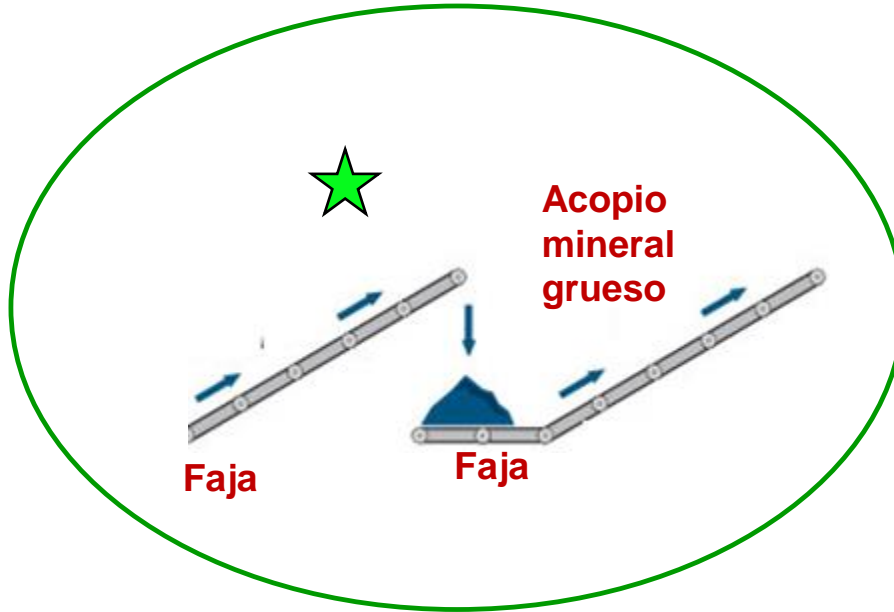
- **Ejemplo:** Procesos manufactura, alimentos, energía, hidrocarburos, etc.



Proceso de
manufactura

Proceso y/o subprocessos

...en el ejemplo de procesamiento de mineral y de manufactura:



En un proceso hay
subprocesos u
otros procesos
mas pequeños



Proceso y/o subprocessos

- **Columna de Destilación:** separación de componentes en diferentes niveles.
Variables: caudal, temperatura, composición.



Proceso y/o subprocessos

- **Horno de Crackeo:** petróleo crudo se rompe en productos más livianos por transferencia térmica a partir de una combustión.

Variables: caudal, temperatura, composiciones.

*Las unidades de **craqueo** a vapor son instalaciones en las que una materia prima como nafta, gas licuado de petróleo (GLP), etano, propano o butano se agrieta térmicamente mediante el uso de vapor en un banco de **hornos** de pirólisis para producir hidrocarburos más ligeros **que** sirven para fabricar productos petroquímicos.*



Proceso y/o subprocessos

- **Intercambiador de Calor tubular:** el fluido de proceso se pone en contacto térmico con otro fluido calefactor o refrigerante.

Variables: temperaturas, caudales

- **Reactor Agitado (CSTR):** se controla la temperatura del reactor con un refrigerante que circula por una camisa.

Variables: temperaturas, caudales, concentraciones.

Planta

- Conjunto de **equipos** o **elementos de maquinas** que actúan juntos con el propósito de realizar una operación en particular.



Planta

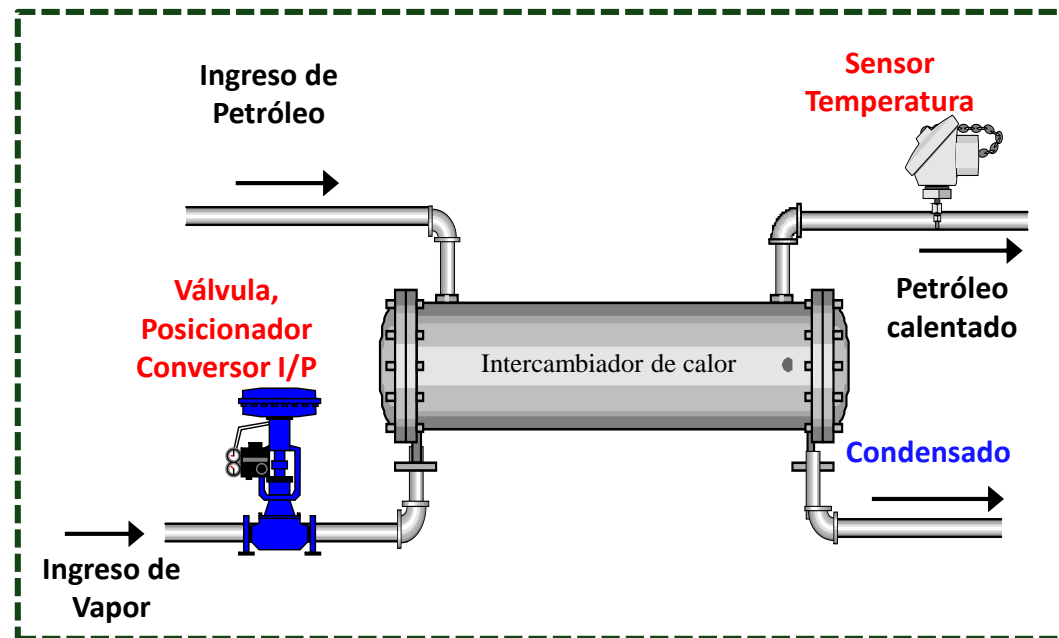
- Ejemplo: Plantas eléctricas, de Gas, Químicas, Hidroeléctricas, energía nuclear, de fabricación, entre otros.



Planta

- Cualquier **objeto físico** cuya **respuesta** se desea controlar (**nave espacial, horno, reactor, etc**).
- La planta es una parte de un equipo, conjunto de elementos de una maquina que funcionan juntos
- Las plantas se pueden representar por **sistemas**

¿ cual es la entrada?

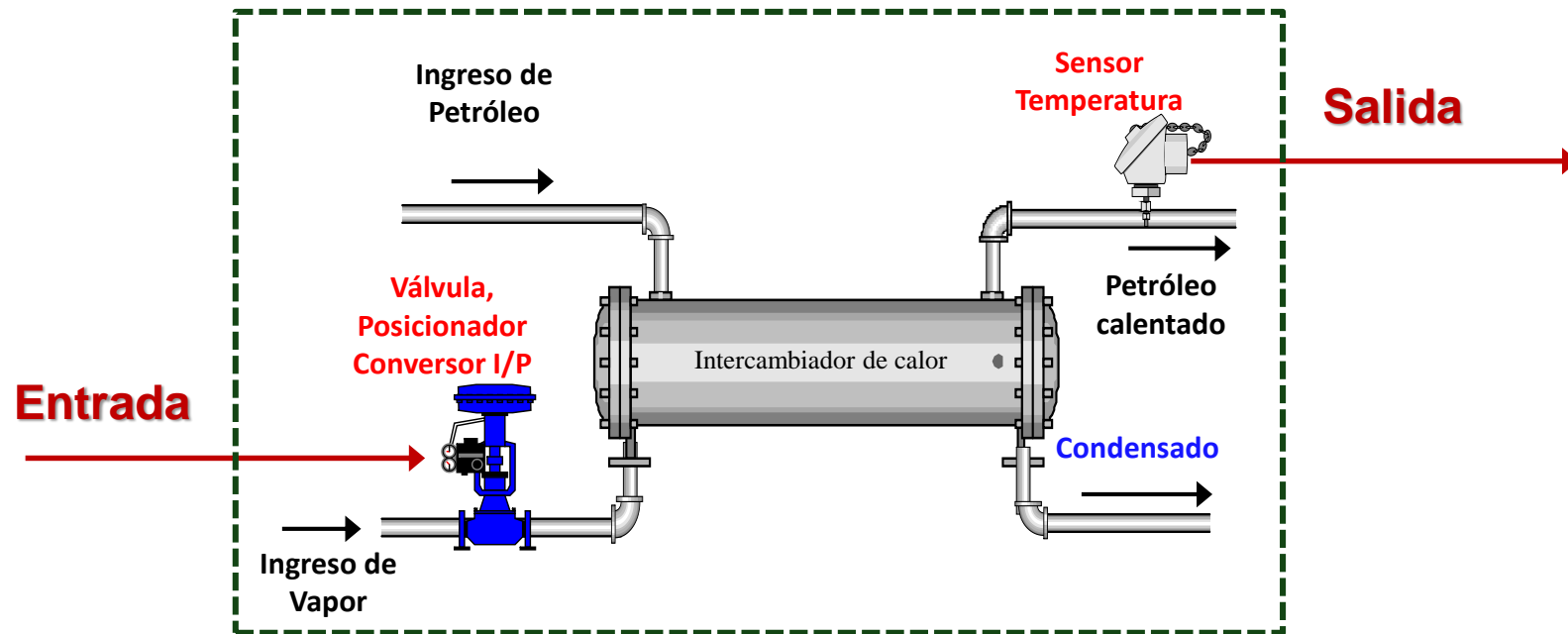


¿ cual es la Salida?



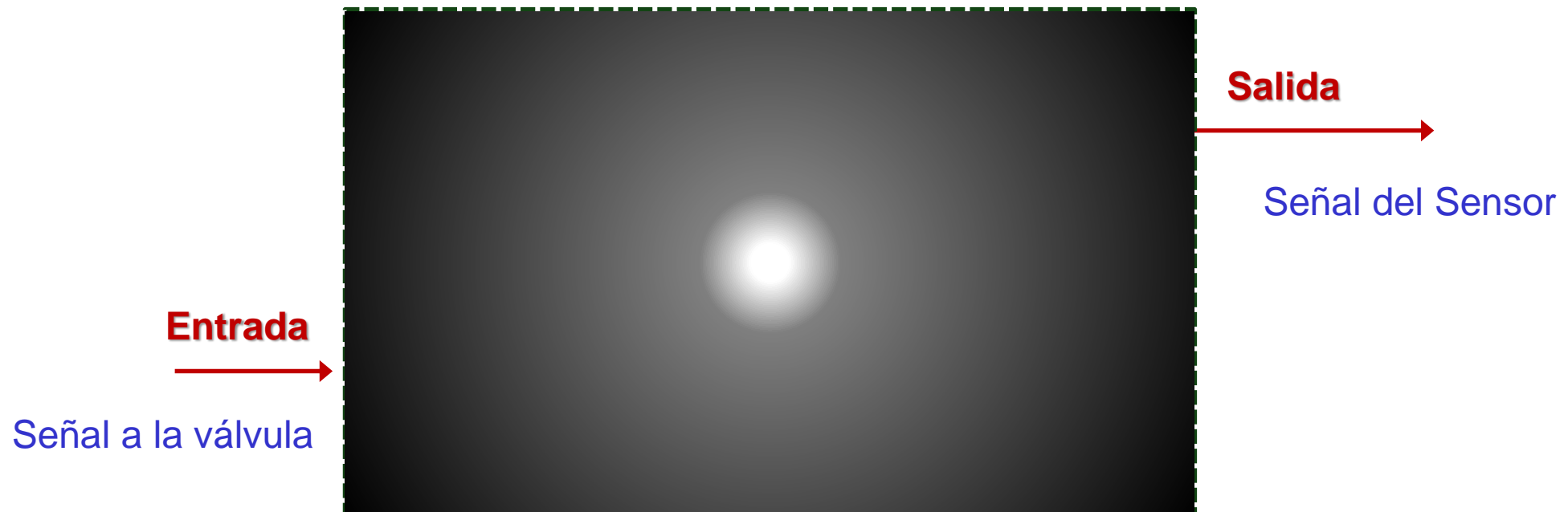
Planta

- Cualquier **objeto físico** cuya **respuesta** se desea controlar (**nave espacial, horno, reactor, etc**).
- La planta es una parte de un equipo, conjunto de elementos de una maquina que funcionan juntos
- Las plantas se pueden representar por **sistemas**



Planta

- Cualquier **objeto físico** cuya **respuesta** se desea controlar (**nave espacial, horno, reactor, etc**).
- La planta es una parte de un equipo, conjunto de elementos de una maquina que funcionan juntos
- Las plantas se pueden representar por **sistemas**

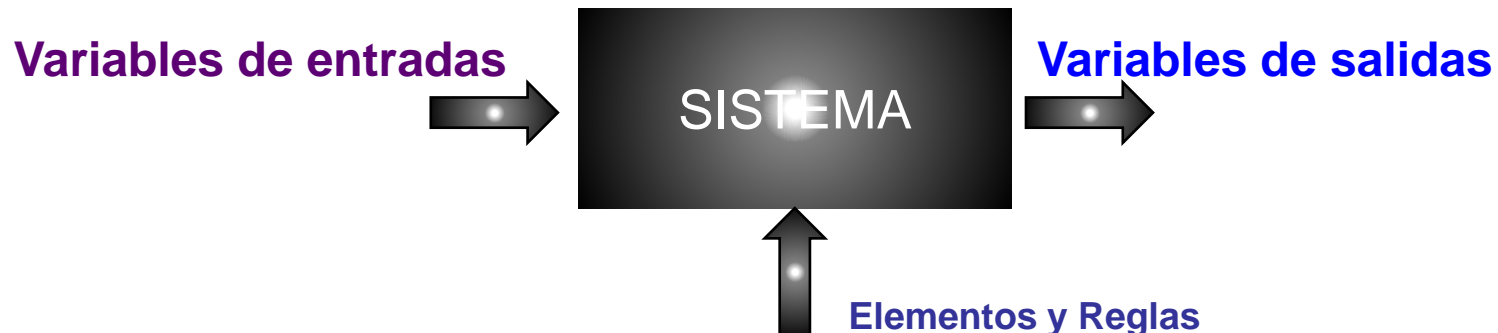


Sistema

- Conjunto de **elementos** y **reglas** que **organizados** e **interrelacionados** entre si, contribuyen a generar un **resultado**. Poseen características propias que los definen, que pueden ser constantes (parámetros del sistema) y cambiantes en el tiempo (variables del sistema) las cuales permiten determinar su comportamiento.

Ejemplos:

- ✓ **Sistemas de procesamiento de transacciones bancarias**
- ✓ **Sistema financiero**
- ✓ **Sistema solar.**
- ✓ **Sistemas informáticos**



Sistema

- En nuestro caso, un **SISTEMA** puede definirse conceptualmente como un ente que recibe unas **acciones externas** o variables de entrada, y cuya respuesta a estas **acciones externas** son las denominadas variables de salida que será que queremos controlar



Sistema

Variables de entradas

- ✓ Variables de control
- ✓ Perturbaciones



Variables de salidas

- Variables de salida: variables o señales que reflejan el estado de la variable física de un proceso (temperatura, flujo, presión, etc).
- Variables de control: señales que afectan el estado o comportamiento de la variable física del proceso (variables de salida) y pueden ser comandadas por el humano o por una señal eléctrica que genera un equipo electrónico (generador de voltaje o corriente, controlador) .
- Perturbaciones: ‘señales’, eventos, situaciones que afectan el comportamiento o estado de la variable física (variable de salida) . Pueden o no presentarse y sobre el cual no es posible ningún tipo de control.

Sistema: Ejemplos

Voltaje al motor



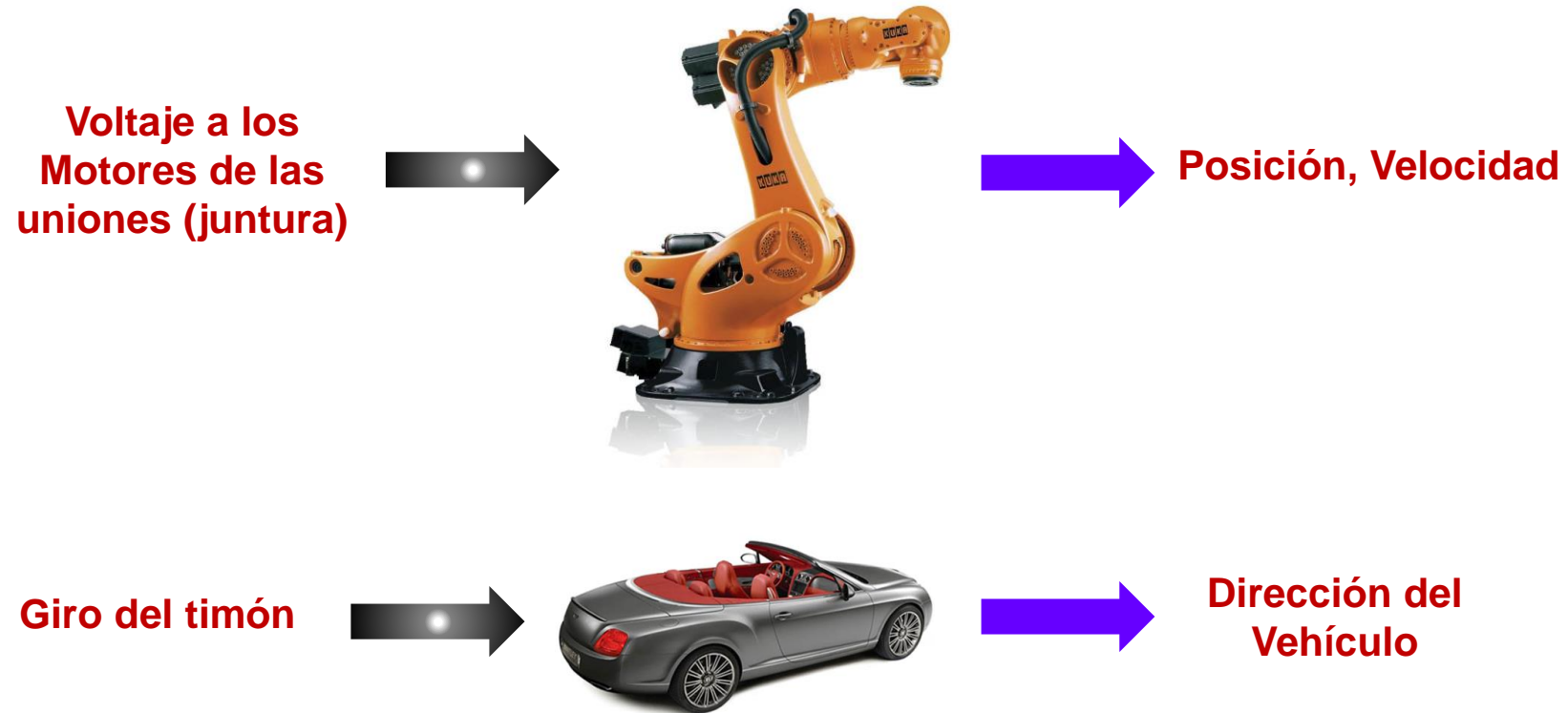
Velocidad de lavado

Voltaje para accionar el compresor



Temperatura

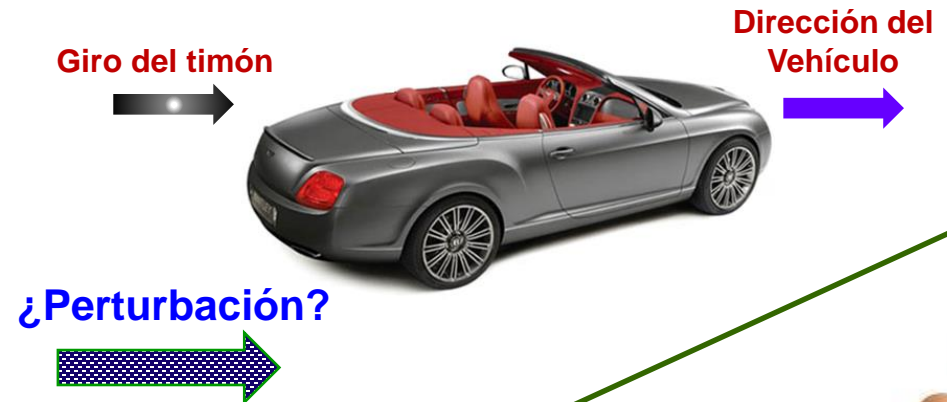
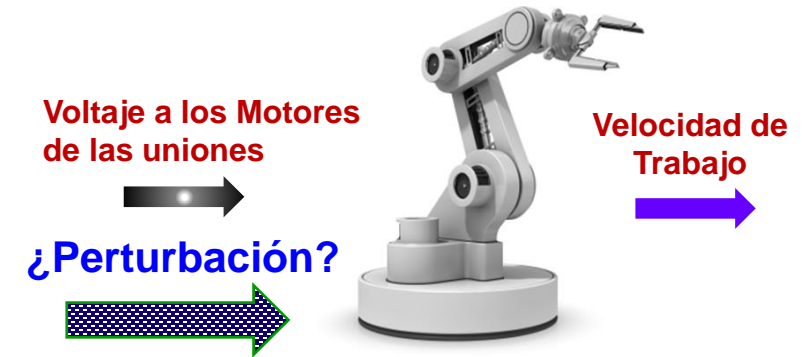
Sistema: Ejemplos



Sistema: perturbaciones

- Una perturbación es una **señal de entrada** sobre el sistema que lo afectan y pueden tener un **impacto significativo en el rendimiento adecuado del sistema**
- Todos los sistemas reales están afectados por perturbaciones **externas** o **internas**
- Ejemplo:
 - ✓ los aviones están sujetos a **ráfagas de vientos y pozos de aire**;
 - ✓ Los automóviles deben adecuarse a diferentes condiciones de la ruta y diferentes **cargas del vehículo**.

Sistema: ejemplo de perturbaciones



Clima Invernadero: Entradas-Salidas

Perturbaciones

Variables de entrada

Ventilación



Calefacción



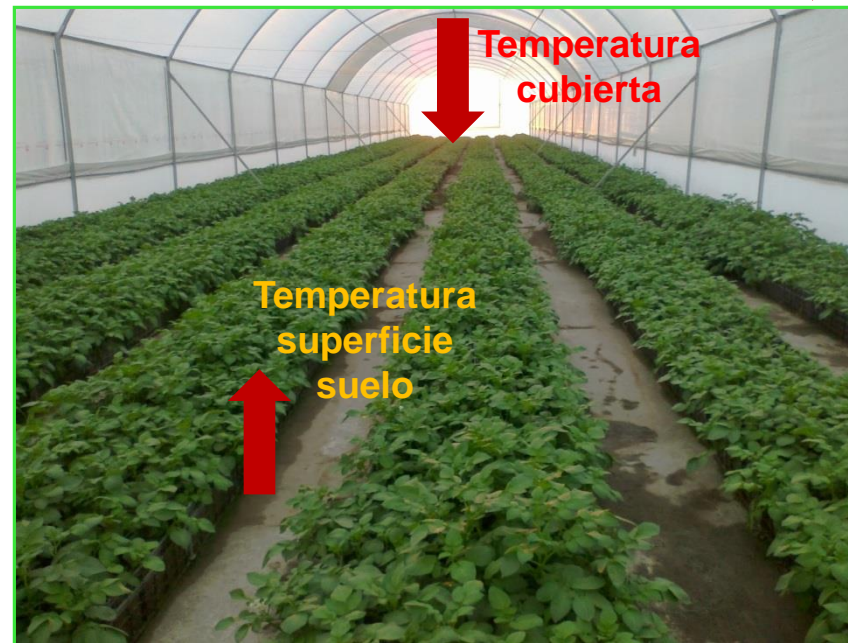
Malla Sombreo



¿ Variables de control ?



Temperatura exterior Velocidad viento Humedad exterior Radiación exterior Dirección viento



Variables de salida

→ Temperatura aire

→ Radiación PAR

→ Humedad aire

¿ Variables a controlar ?



Sistemas

Clasificación o Tipos de Sistema

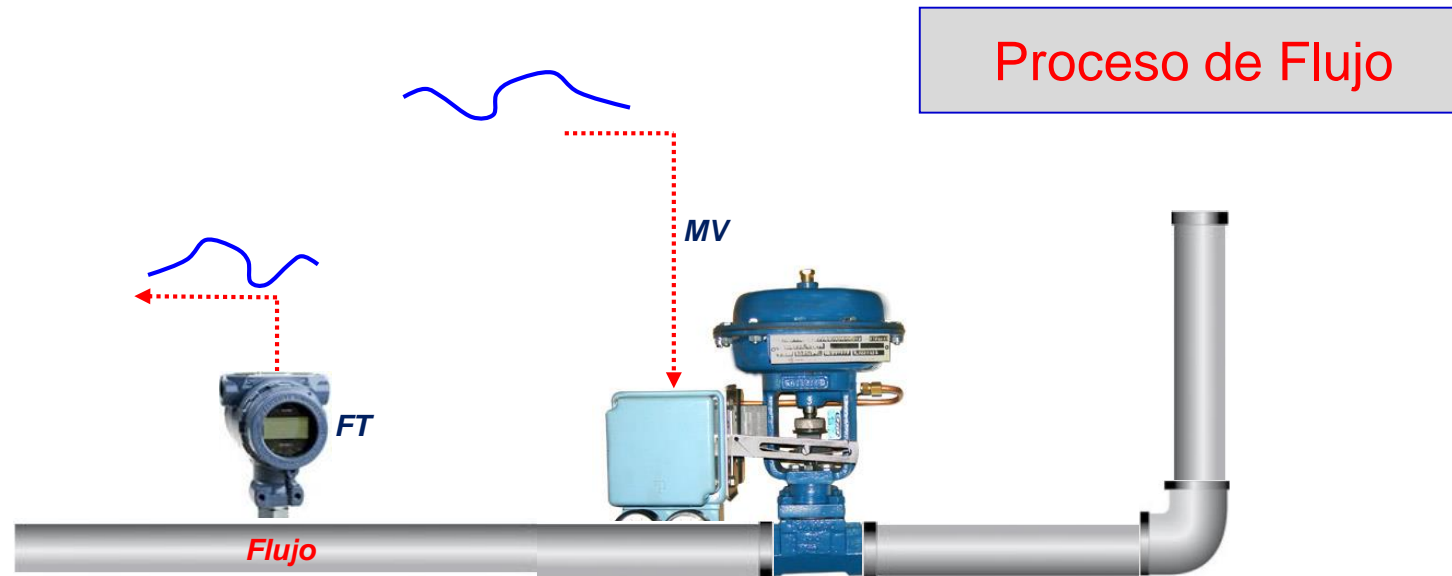
Tipos de Sistemas

- Según su dimensión
- Según el conocimiento de sus parámetros
- Según su estructura matemática
- Según el numero de entrada y salidas
- Según el comportamiento de sus parámetros

Según el tipo de continuidad: Continuo

- **Sistemas Continuos.** La ley de control actúa en todo instante de tiempo. Su representación de su dinámica es en el dominio del tiempo análogo

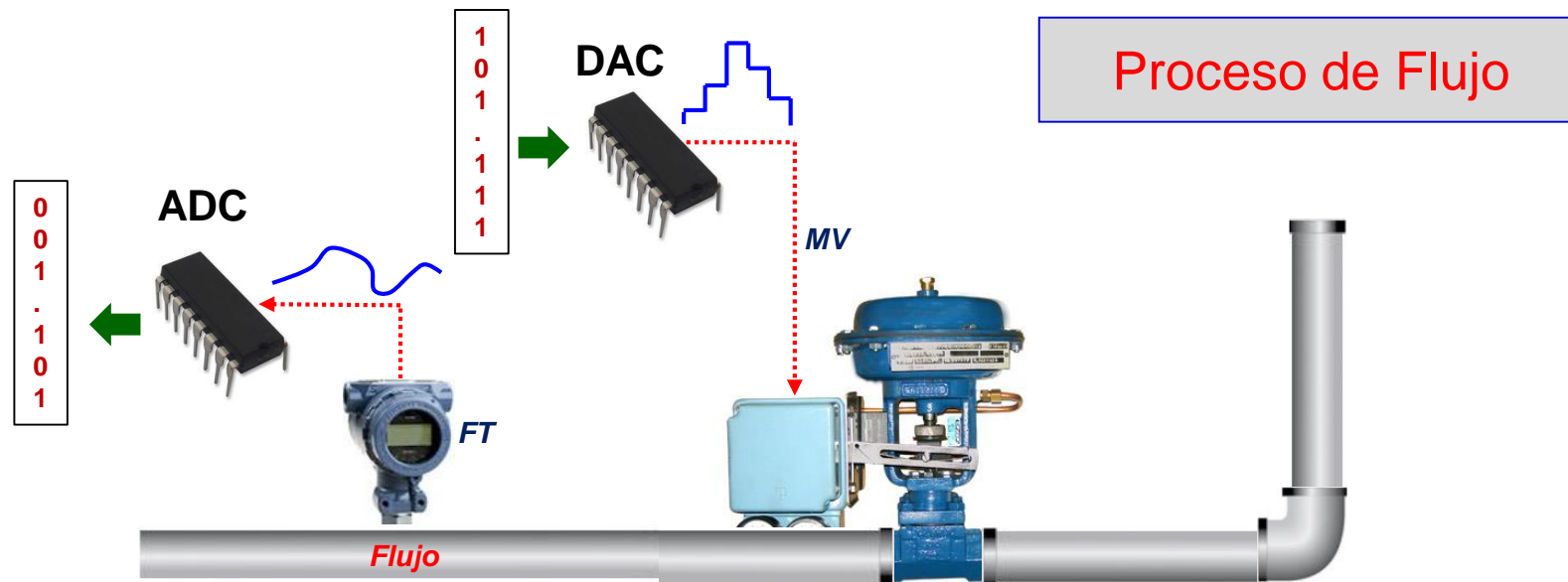
$$\tau \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = u(t)$$



Según el tipo de continuidad: **Discreto**

- **Sistemas discretos.** La ley de control recibe información y actúa en determinados instantes que suele imponer un reloj. Su representación de su dinámica es en el dominio del **tiempo discreto**

$$y(k) = \left(1 - \frac{T}{\tau}\right) y(k-1) + \frac{T}{\tau} u(k-1)$$

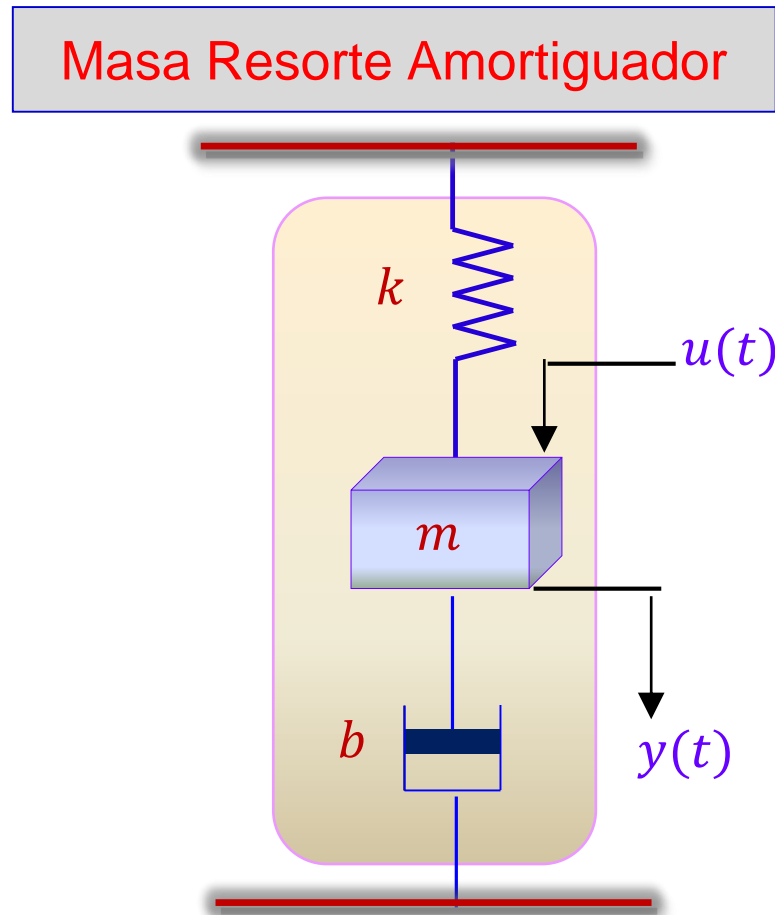


Según su estructura matemática : **Lineal**

- **Sistemas lineales:** Su comportamiento puede ser representado por una línea recta. Se puede aplicar el principio de superposición.
- **Sistemas no-lineales:** Sistemas que no pueden ser representados por una línea recta en su totalidad o en una porción del mismo, así esta porción sea muy pequeña.

Según su estructura matemática : **Lineal**

- **Sistemas Lineales.** Las ecuaciones diferenciales que describen al sistema, tanto a la planta como al controlador son lineales



$$m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + \frac{dy(t)}{dt} + k \cdot y = u(t)$$

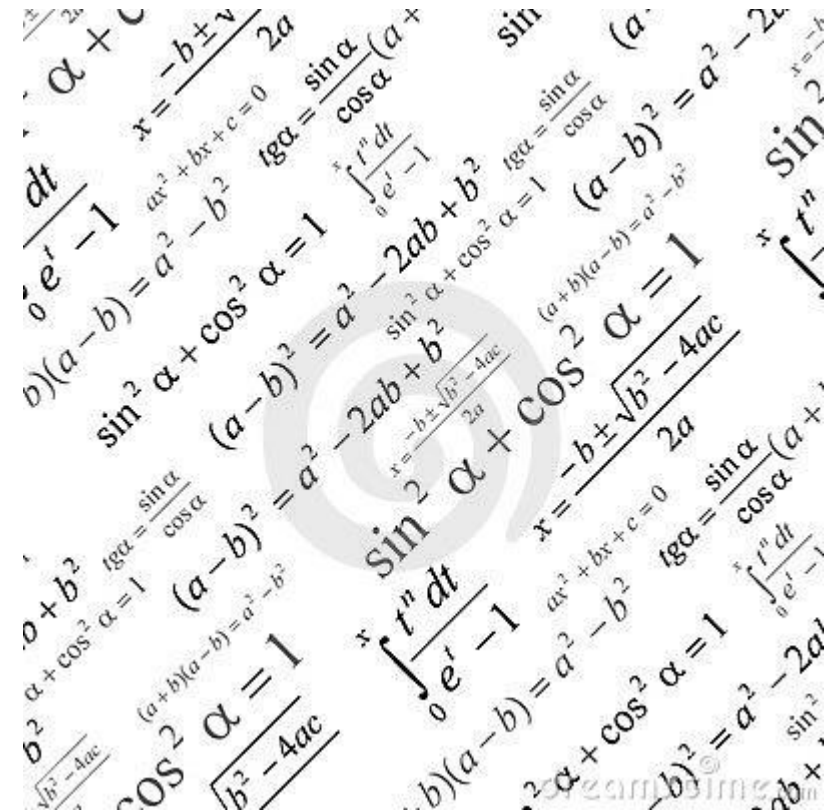


Según su estructura matemática : **NO Lineal**

- Es de notar que los **sistemas reales son todos no lineales**, sin embargo en muchos casos la extensión de las variables del sistema no es amplia y se puede **linealizar el sistema dentro de un rango relativamente estrecho** de valores de variables

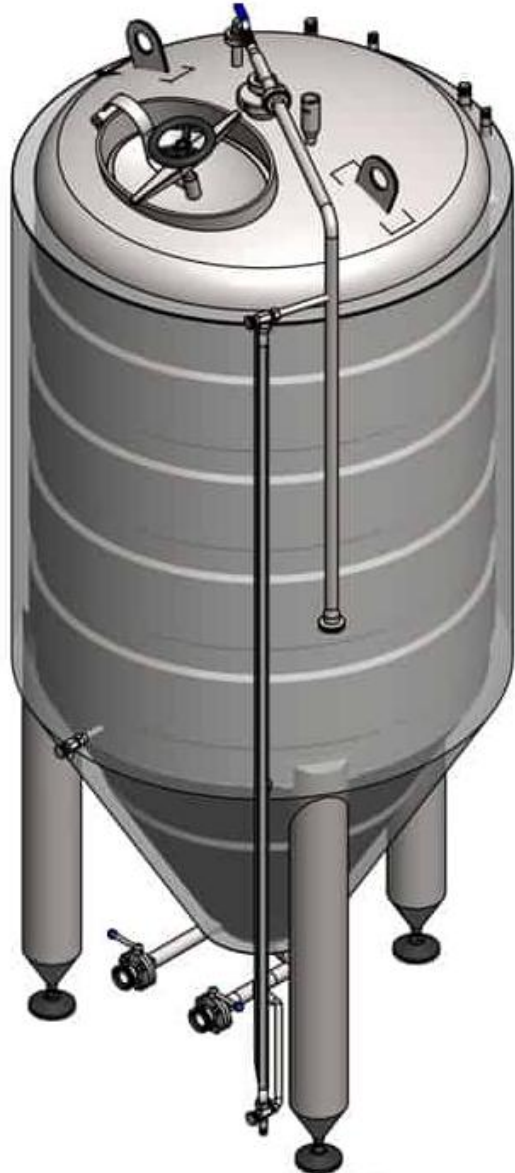


Puente grúa



Según su estructura matemática : **NO Lineal**

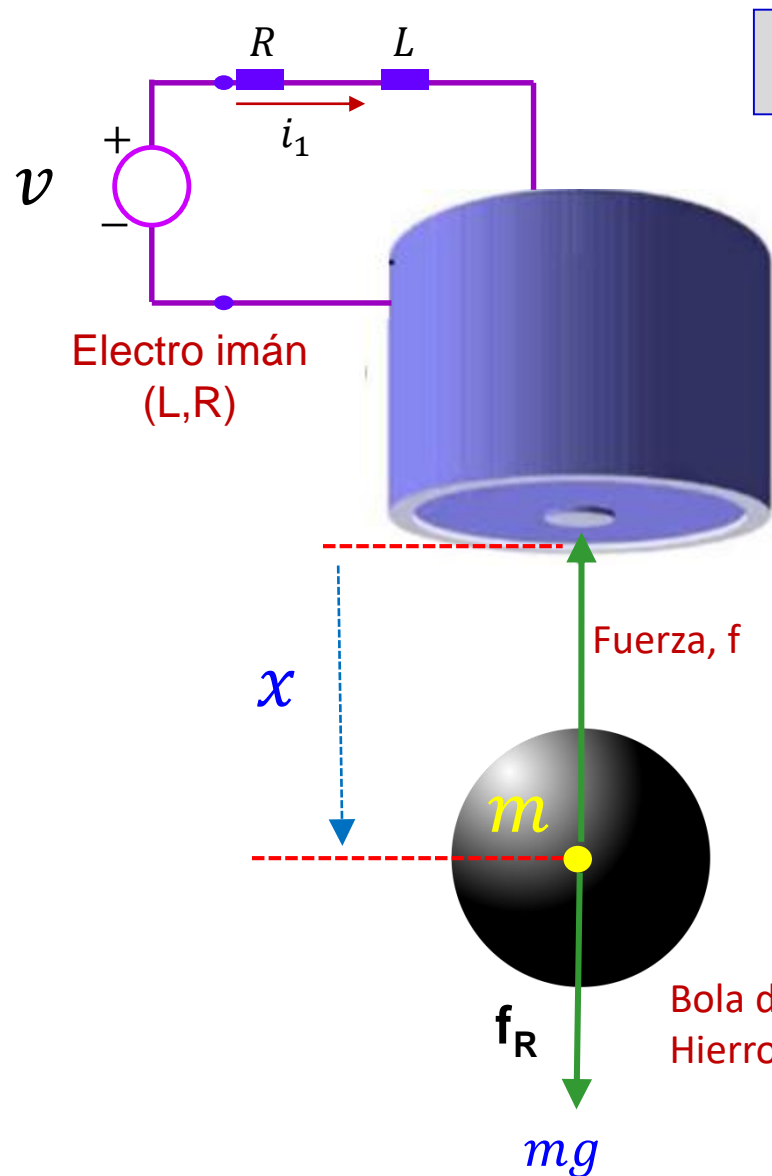
Nivel en un Tanque



$$A \frac{dH}{dt} + k\sqrt{H} = Q_1$$

↑
Parte NO
Lineal

Según su estructura matemática : **NO Lineal**



Levitación Magnética

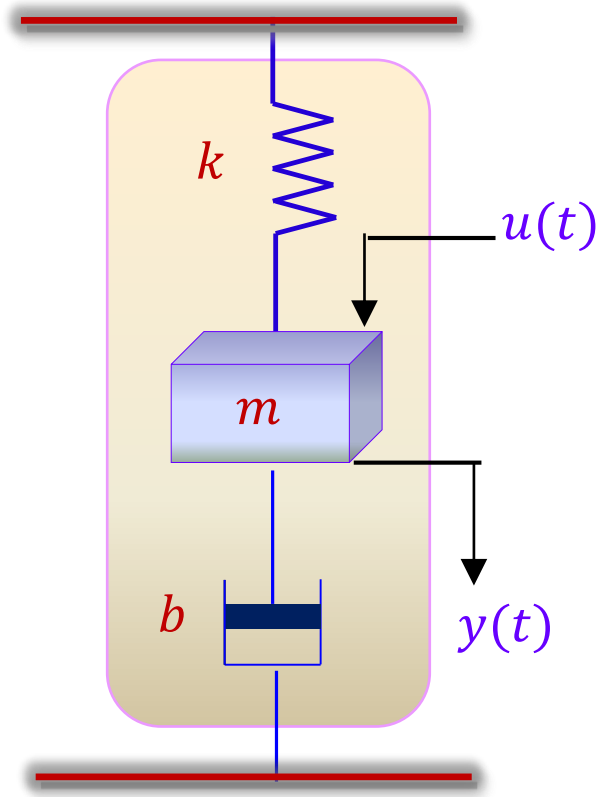
$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = mg - K \left(\frac{i_1}{x} \right)^2$$

$$f_m(t) = K \left(\frac{i_1}{x} \right)^2$$

Parte NO
Lineal

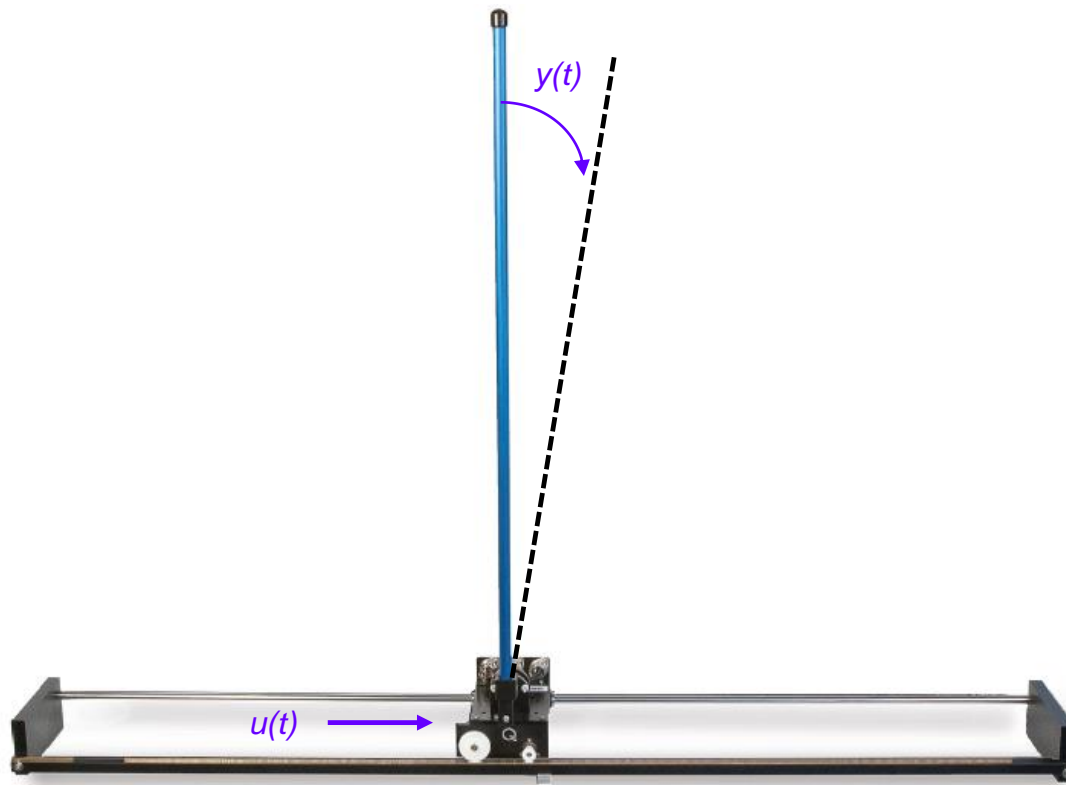
Según el numero de entrada y salidas: **SISO Lineal**

Masa Resorte Amortiguador

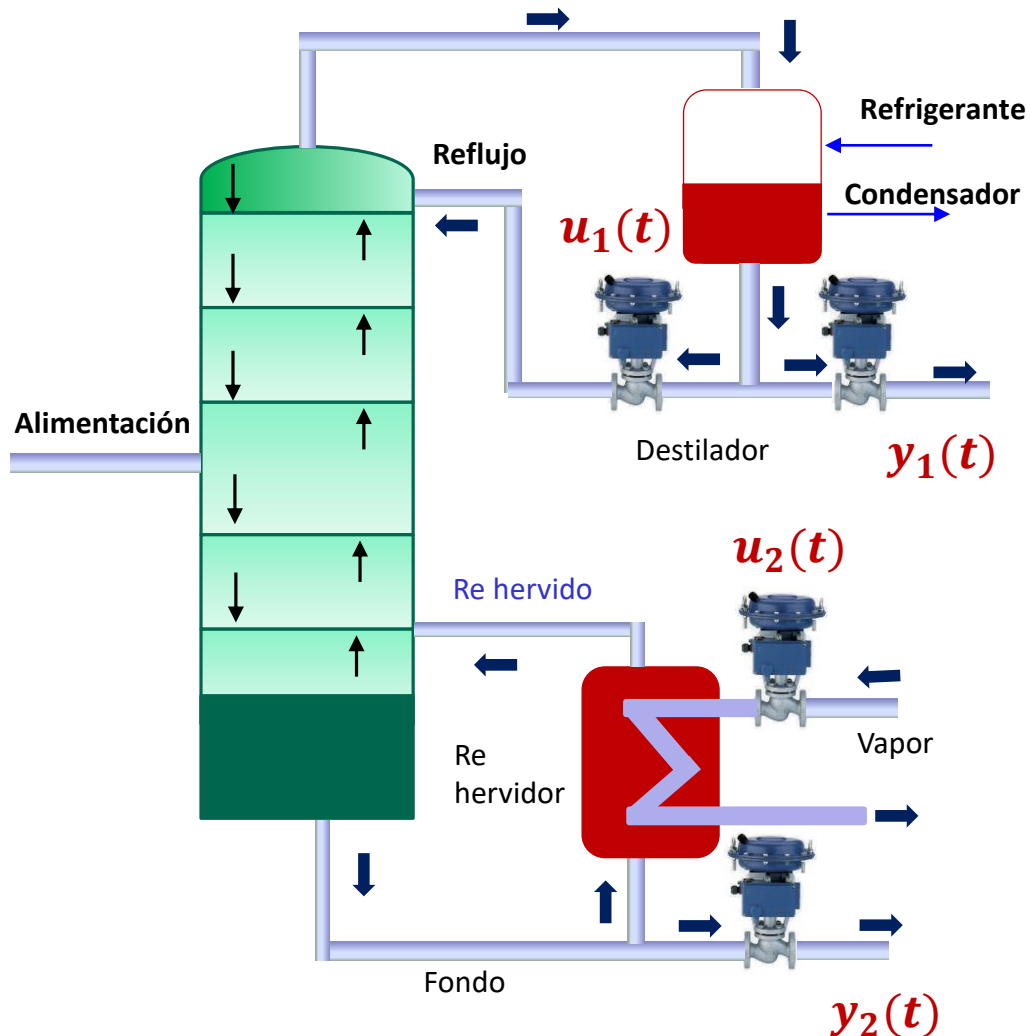


Según el numero de entrada y salidas: **SISO NO Lineal**

Péndulo Invertido



Según el numero de entrada y salidas: MIMO



- Columna piloto de destilación de mezcla agua-metanol.
- **Variables claves controladas:** dos entradas de control: el caudal de reflujo, $u_1(t)$ para controlar la concentración de etanol en el destilado, $y_1(t)$ y el caudal de vapor de rehervido, $u_2(t)$ para controlar la composición del producto de fondo, medida por la temperatura del fondo de la columna $y_2(t)$

Según el comportamiento de sus parámetros

- **Sistemas invariantes en el tiempo:** Sistema cuyos **parámetros** son **fijos** o estacionarios para todos los instantes de tiempo, es decir, sus **características no cambian** al pasar el tiempo. Por ejemplo un sistema de suspensión mecánica.
- **Sistemas variantes en el tiempo:** Sistemas cuyos **parámetros cambian** conforme va transcurriendo el tiempo. Por ejemplo la masa de un cohete o de un carro fórmula 1, volumen de cuerpos sometidos a diferentes temperaturas, y otros similares.

Sistema Invariante en el tiempo

- Es aquel que tiene **parámetros fijos** o estacionarios con **respecto al tiempo**, es decir, sus **características no cambian al pasar el tiempo** o dicho de otra forma, sus **propiedades son invariantes** con traslaciones en el tiempo.



Invariantes en el Tiempo

Los parámetros del sistema no van cambiando a través del tiempo y que por lo tanto, una misma entrada nos dará el mismo resultado en cualquier momento (ya sea ahora o después)

Sistema Variante en el tiempo

- En un sistema variable en el tiempo los **parámetros varían con el tiempo**. Por ejemplo en un sistema de control de vehículo espacial en el cual la **masa disminuye al consumirse el combustible** durante el vuelo.
- **Por el contrario**, en los modelos **probabilísticos** o **estocásticos** se introduce el principio de incertidumbre y, por lo tanto, las variables o **parámetros** utilizados para describir las relaciones entrada-salida y la **estructura de los elementos** (y las restricciones) no son conocidos con precisión.



Tipos de Sistemas: según su dimensión

- a. **Sistemas de parámetros concentrados:** Sistemas representados por ecuaciones diferenciales, de diferencias u otra expresión que le dé carácter finito.
- b. **Sistemas de parámetros distribuidos:** Sistemas de carácter infinito por lo que requieren de derivadas parciales dentro de su representación. Por ejemplo el modelo de un oleoducto.

Tipos de Sistemas: según el conocimiento de sus parámetros

- **Sistemas determinísticos:** Sistemas de parámetros conocidos.
- **Sistemas estocásticos:** Sistemas donde algunos o todos sus parámetros son conocidos probabilísticamente.

Recomendación

