



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
MECÁNICA**
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Tópico de la especialidad: Robótica

Clase 8: Teoría de control

René Torres

Universidad de Santiago de Chile
Departamento de Ingeniería Mecánica
e-mail: rene.torres.a@usach.cl

24 de septiembre de 2023

Sistema

Un sistema es una **representación** de la realidad.

Ejemplos de sistemas:

La climatización de un edificio, el sistema de tracción de un auto, el equipo de bombeo de un depósito, un avión, una nave espacial, un robot, etc.

Sistema

Un sistema es una **representación** de la realidad.

Ejemplos de sistemas:

La climatización de un edificio, el sistema de tracción de un auto, el equipo de bombeo de un depósito, un avión, una nave espacial, un robot, etc.

Al sistema que queremos controlar se le llama planta.



Sistema

Un sistema es una **representación** de la realidad.

Ejemplos de sistemas:

La climatización de un edificio, el sistema de tracción de un auto, el equipo de bombeo de un depósito, un avión, una nave espacial, un robot, etc.

Al sistema que queremos controlar se le llama planta.



¿Cómo generar la entrada apropiada para que nuestro sistema responda a una salida deseada?

Controlador

El controlador es un componente que se sitúa previamente a las entradas de nuestro proceso para intervenir sobre ellas con el fin de lograr que la salida presente características específicas.

Controlador

El controlador es un componente que se sitúa previamente a las entradas de nuestro proceso para intervenir sobre ellas con el fin de lograr que la salida presente características específicas.

Por ejemplo:

Se puede controlar la temperatura de un edificio regulando la caldera, la velocidad de un automóvil ajustando el motor o el nivel de un depósito regulando el bombeo.

Controlador

El controlador es un componente que se sitúa previamente a las entradas de nuestro proceso para intervenir sobre ellas con el fin de lograr que la salida presente características específicas.

Por ejemplo:

Se puede controlar la temperatura de un edificio regulando la caldera, la velocidad de un automóvil ajustando el motor o el nivel de un depósito regulando el bombeo.

La entrada sobre la cual se desea actuar debe tener una influencia directa en la salida que se quiere controlar.



Características de la salida

Queremos que la salida tenga un **valor específico**.

Características de la salida

Queremos que la salida tenga un **valor específico**.

Por ejemplo:

Que la temperatura sea de 24° , que la velocidad de un vehículo sea 80 km/h, o que el nivel de un embalse sea de 100 m.

Características de la salida

Queremos que la salida tenga un **valor específico**.

Por ejemplo:

Que la temperatura sea de 24° , que la velocidad de un vehículo sea 80 km/h, o que el nivel de un embalse sea de 100 m.

En terminos generales:

Se desea que la salida se mantenga **estable a largo plazo**, que **converja al valor de la consigna**, que el **tiempo de respuesta sea rápido**, que **no presente oscilaciones** y que **no sobrepase el valor deseado**.

Características de la salida

Queremos que la salida tenga un **valor específico**.

Por ejemplo:

Que la temperatura sea de 24° , que la velocidad de un vehículo sea 80 km/h, o que el nivel de un embalse sea de 100 m.

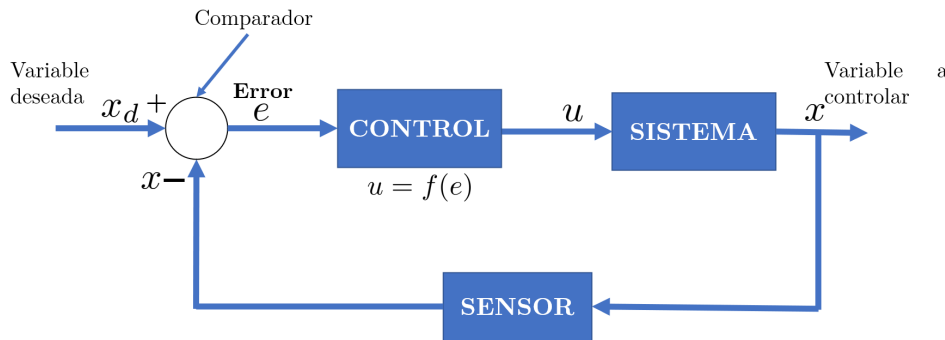
En terminos generales:

Se desea que la salida se mantenga **estable a largo plazo**, que **converja al valor de la consigna**, que el **tiempo de respuesta sea rápido**, que **no presente oscilaciones** y que **no sobrepase el valor deseado**.

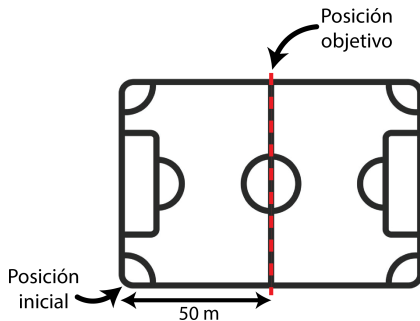
*No se pueden tener todas a la vez, hay que sacrificar algunas

Control lazo cerrado

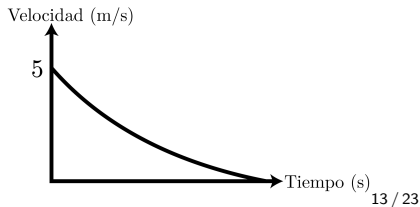
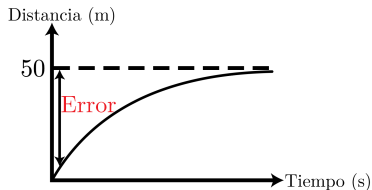
Para que un controlador funcione debe tener realimentación. Esto significa que el controlador debe saber como es la salida que esta intentando controlar.



Ejemplo control proporcional



Usemos un controlador proporcional $K_p = 0.1$

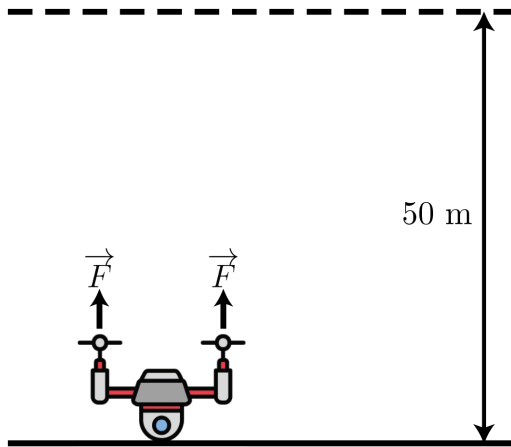


Control Proporcional

¿El controlador Proporcional funcionará para todos los sistemas?

Control Proporcional

¿El controlador Proporcional funcionará para todos los sistemas?



Asumamos que el dron se mantiene estable a 100 *rpm*

Control Proporcional

Ajustemos la ganancia

Error	Ganancia K_p	Velocidad [rpm]
50	2	$50 \cdot 2 = 100$
20	5	$20 \cdot 5 = 100$
10	10	$10 \cdot 10 = 100$
1	100	$1 \cdot 100 = 100$

Siempre existe un error! A dicho error se le llama **error en estado estable** o **error estacionario**.

Control Proporcional

Ajustemos la ganancia

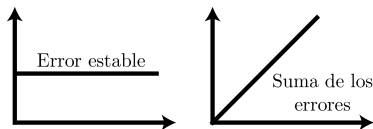
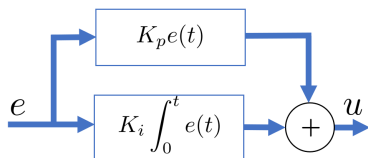
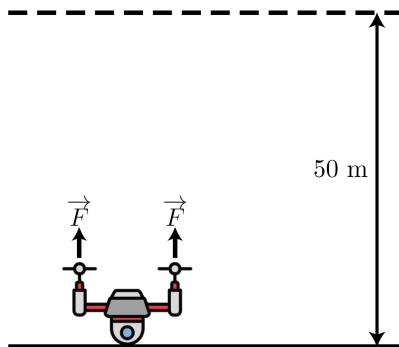
Error	Ganancia K_p	Velocidad [rpm]
50	2	$50 \cdot 2 = 100$
20	5	$20 \cdot 5 = 100$
10	10	$10 \cdot 10 = 100$
1	100	$1 \cdot 100 = 100$

Siempre existe un error! A dicho error se le llama **error en estado estable** o **error estacionario**.

¿Cómo mejoramos el controlador?

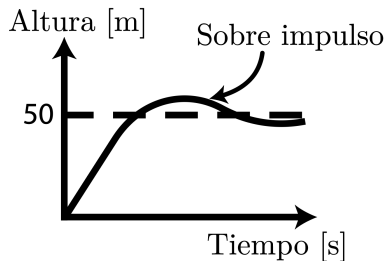
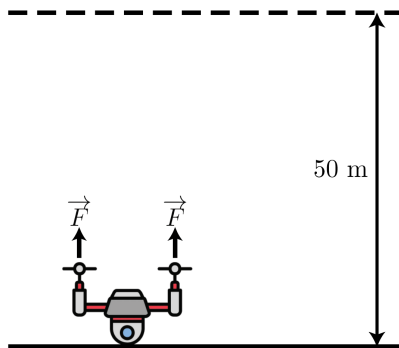
Control Proporcional integrador (PI)

Incorporamos un controlador integrador



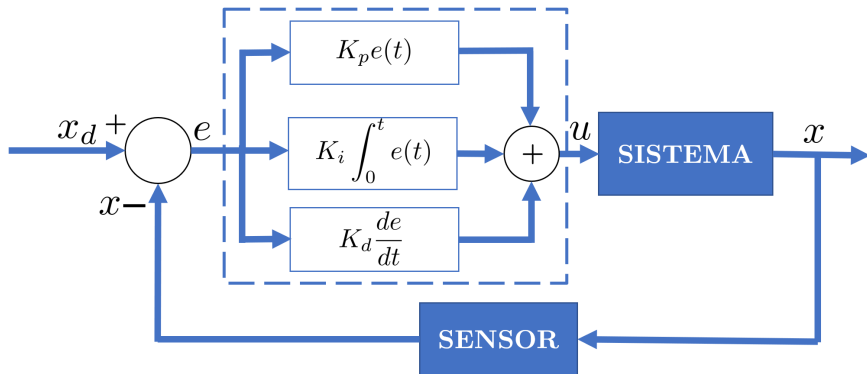
Control PI

Problema con el control PI



Control PID

Es necesario un control agregar un control derivativo



$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int_0^t e(t) \cdot dt + K_d \cdot \frac{de}{dt}$$

Control PID

El control PID (Proporcional-Integral-Derivativo) es un método de control de sistemas que utiliza una combinación de tres términos para ajustar la salida del sistema y mantenerla en un valor deseado.

Control PID

El control PID (Proporcional-Integral-Derivativo) es un método de control de sistemas que utiliza una combinación de tres términos para ajustar la salida del sistema y mantenerla en un valor deseado.

Es ampliamente utilizado en la automatización industrial, la robótica y otros sistemas de control en los que se requiere una respuesta precisa y rápida.

Control PID

El control PID (Proporcional-Integral-Derivativo) es un método de control de sistemas que utiliza una combinación de tres términos para ajustar la salida del sistema y mantenerla en un valor deseado.

Es ampliamente utilizado en la automatización industrial, la robótica y otros sistemas de control en los que se requiere una respuesta precisa y rápida.

Es uno de los métodos de control más utilizados debido a su simplicidad, efectividad y facilidad de implementación.