

## **Sistema**

Conjunto de elementos o partes que constituyen un todo y que interactúan para cumplir un fin o tarea que es definida por el hombre o por la naturaleza.

## **Control**

Regulación de la relación entre los elementos y entradas a un sistema para obtener la respuesta (salida) deseada del mismo.

## **Acción de control**

Procedimiento utilizado por el controlador para generar la señal de control.

## **Error**

Alteración en la constante de proporcionalidad que relaciona la entrada o entradas a un sistema (planta o proceso) con la salida o salidas del mismo.

## **Tipos de controladores típicos en sistemas en tiempo continuo:**

Control Proporcional (P)

Control Proporcional Derivativo (PD)

Control Proporcional Integral (PI)

Control Proporcional Integral Derivativo (PID)

## **Control proporcional (P)**

Es el más simple de todos los tipos de control, genera a la salida del controlador una señal que es proporcional a la señal de error. La función de transferencia de este tipo de control se reduce a una variable real, denominada  $K_P$  (ganancia proporcional), cuando mayor es la  $K_P$ , mayor es la señal de control para un mismo valor del error. Teóricamente, en este tipo de controlador si la señal de error es cero, la salida del controlador también será cero. En teoría la respuesta es instantánea, sin embargo en la práctica esto no es así. Si la variación de la señal de entrada es muy rápida, el controlador no puede seguir dicha variación y seguirá una trayectoria exponencial hasta alcanzar la salida deseada. El control proporcional tiende a la inestabilidad o a ser críticamente estable, tendrá siempre un error de estado permanente y se utiliza generalmente en procesos con una respuesta muy rápida.

## **Acción de control derivativa (D)**

Esta acción de control genera una señal proporcional a la derivada de la señal de error, dicha señal es multiplicada posteriormente por la constante  $K_D$  (constante de tiempo de la acción derivativa), con la cual es posible conocer la manera en la cual la magnitud de la señal de error aumenta o se reduce y produce una corrección antes de que el valor del error sea excesivo, esta acción da sensibilidad al sistema y añade un efecto al que se le designa como acción anticipativa y tiene un aumento de estabilidad relativa, tiende a hacer que la respuesta sea un poco más rápida, se emplea para agregar amortiguamiento

al sistema, si el error es constante, la señal de control será igual a cero; no puede aplicarse de forma individual ya que no responde a una señal de error constante.

### **Acción de control integrativa (I)**

El control integral tiene como propósito disminuir y eliminar el error en estado permanente, tiende a hacer la respuesta del sistema sea subamortiguada. La acción de control se produce mediante la integral de la señal de error en el tiempo. El error es promediado o sumado por un período determinado, para posteriormente ser multiplicado por una constante  $K_I$  (constante de tiempo de la acción integral). La señal de control es fruto del historial de comportamiento del error y con esto permite obtener una señal de control distinta a cero, a pesar de que el valor del error sea igual a cero. La acción integral degrada la estabilidad relativa del sistema, incrementa el sobreimpulso en la respuesta transitoria, pudiendo llegar a la inestabilidad del sistema. Por lo anterior no es recomendable utilizar un controlador puramente integral.

### **Control Proporcional Derivativo (PD)**

El control PD es un control anticipativo que tiene efecto en el error de estado estable únicamente si la magnitud de la señal de error varía en el tiempo, el control PD se comporta como un filtro paso altas que acentúa el ruido a frecuencias altas, reduce el tiempo de levantamiento para la respuesta a una entrada escalón, el control PD no es efectivo para un sistema inicialmente inestable.

### **Control Proporcional Integral (PI)**

El control PI, es en esencia un filtro paso bajas, si el error permanece constante el control PI lo hace igual a cero, esto si el sistema permanece estable, mejora el amortiguamiento y reduce el sobrepaso máximo, incrementa el tiempo de levantamiento, filtra el ruido de alta frecuencia, disminuye el ancho de banda, mejora el margen de ganancia.

### **Control PID**

Aprovecha las características de las acciones proporcional (**P**), derivativa (**D**) e integral (**I**), de forma que si la señal de error varía lentamente en el tiempo, predomina la acción proporcional e integral y, si la señal de error varía rápidamente, predomina la acción derivativa. Tiene la ventaja de tener una respuesta más rápida y una inmediata compensación de la señal de error en el caso de cambios o perturbaciones. Tiene como desventaja que es más propenso a oscilar y los ajustes son más difíciles de realizar.