

LAZO DE REGULACIÓN PID

Este tipo de regulación es un Control Proporcional en el que se incluye la acción derivativa y la acción integral simultáneamente. De esta forma el regulador se adelanta, en su respuesta, a la inercia del sistema y por otro lado intenta evitar el error estacionario.

La fórmula a aplicar para explicar su funcionamiento es la siguiente:

$$\text{Potencia (\%)} = 100 \times \frac{(\text{SP-PV}) - t_d + t_i}{P_b}$$

Potencia (%) = Porcentaje de potencia que suministra el regulador para alcanzar la consigna pre-establecida.

SP-PV = Error actual. SP es la preselección (Set Point) y PV es el valor actual de la variable (Proces Value)

t_d = Constante derivada.

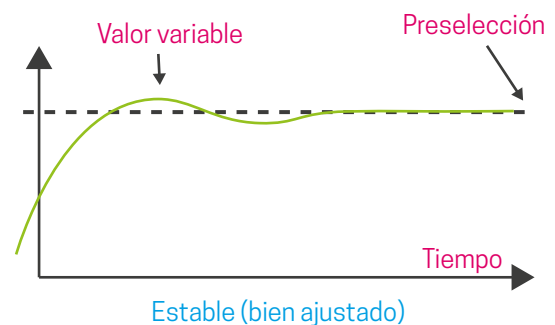
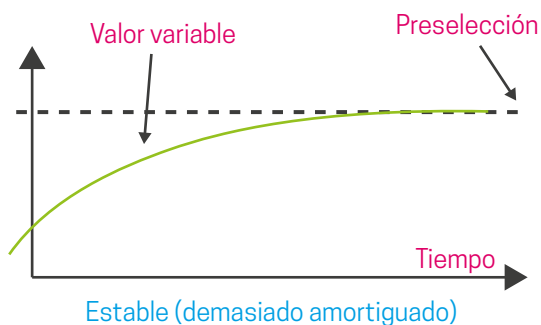
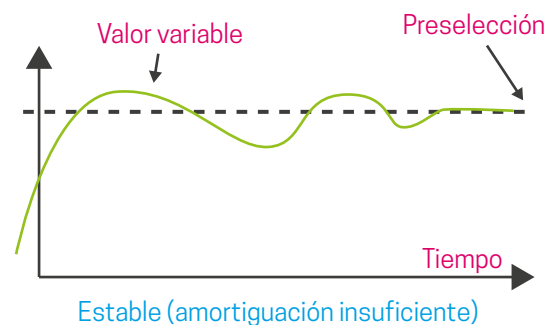
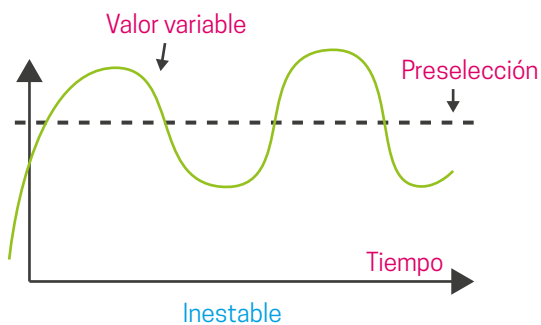
t_i = Constante integral.

P_b = Banda proporcional. Zona simétrica alrededor de la preselección, donde se realiza la modulación PID.

Como se puede apreciar en la fórmula, cuando la constante derivada t_d es igual a "0", el control se convierte en proporcional integral (P_i). Por el contrario si es la constante integral t_i la que es igual a "0", el control se convierte en proporcional derivativo (P_d). Lo ideal es ajustar los parámetros P_b , t_d y t_i a unos valores en que el sistema sea estable y la velocidad de corrección de la variable sea lo más rápida posible.

Según el valor que asignemos a estos parámetros, el sistema puede ser:

- **Inestable** (oscilación continua de la variable)
- **Estable amortiguación insuficiente** (la variable se aproxima a la preselección después de una oscilación inicial)
- **Estable demasiado amortiguado** (la variable se aproxima a la preselección lentamente sin oscilar)
- **Estable bien ajustado** (la variable oscila minimamente antes de ajustarse a la preselección)



Como se puede apreciar en las cuatro gráficas anteriores, la diferencia entre los sistemas de funcionamiento reflejados, es la velocidad de reacción del sistema, para corregir las desviaciones del valor de la variable con respecto al valor de la preselección ajustado, y el acercamiento más o menos preciso a dicho valor.

Un sistema inestable (primera gráfica) es aquel en el que la variable oscila continua e indefinidamente alrededor de la preselección. Un ejemplo típico de este tipo de sistema es el determinado por un control ON-OFF.

Un sistema estable pero poco amortiguado (segunda gráfica) se corresponde con un sistema que ante cualquier perturbación del sistema, oscila repetidamente durante un tiempo y una amplitud determinada, hasta que acaba acercándose a la preselección, permaneciendo estable en esta posición.

Un sistema estable en exceso (tercera gráfica) es muy lento de reacción y cuando se produce una perturbación se acerca muy lentamente a la preselección y acaba estabilizándose en dicho valor.

Solo cuando los valores ajustados en los tres parámetros del lazo PID (P_b , t_i , t_d) son los idóneos, se consigue un sistema estable y correctamente amortiguado (cuarta gráfica). En este tipo de sistemas, la oscilación, después de una perturbación, es mínima y la aproximación al valor de la preselección es precisa.

A continuación comentamos de que forma influyen en un sistema, la variación de estos tres parámetros de un lazo de regulación PID:

Banda Proporcional (P_b)

Cuando es demasiado grande, la aproximación del valor de la variable a la preselección es más lenta (la acción proporcional empieza antes) y se evita oscilaciones innecesarias; pero por el contrario el sistema se vuelve lento de reacción ante perturbaciones.

Si la Banda Proporcional es demasiado pequeña, la acción proporcional empieza más tarde y el sistema tiende a hacerse más oscilatorio. De hecho si se pone $P_b=0$, se elimina la acción proporcional y la regulación del sistema se convierte en un control ON-OFF. El valor adecuado de este parámetro está en un punto intermedio, que es el idóneo para el buen funcionamiento.

Constante derivada (t_d)

Como la constante derivada frena la subida/bajada de la variable, intentando adelantarse a la acción de la inercia del sistema, si aumentamos la constante t_d , estamos incrementando el frenado de la variable y hacemos el sistema más lento pero menos oscilante. En cambio si disminuimos el valor de dicha constante, el sistema se vuelve más rápido pero menos estable (más oscilante) pues disminuimos el freno de la inercia del sistema.

Constante integral (t_i)

Esta constante influye en la eliminación del error estacionario del sistema. Por lo tanto si aumentamos su valor conseguimos un sistema más oscilante y menos preciso (se desvía más del valor de la preselección sobrepasando su valor). Cuando disminuimos su valor hacemos que el sistema sea menos oscilante. Si disminuimos en exceso su valor, la variable se desvía de la preselección por debajo (se ha disminuido la corrección del error estacionario demasiado).

De todas estas consideraciones se deduce que el ajuste de los parámetros de un lazo de regulación PID, es una función muy crítica y que debe realizarse correctamente para conseguir sistemas con buena regulación.

En la actualidad, prácticamente la totalidad de las marcas fabricantes de reguladores de procesos (sobre todo en reguladores de temperatura), suministran sus equipos con la función de "Autotuning" que es la que se encarga de medir las inercias del sistema para calcular automáticamente los parámetros del lazo de regulación PID. Cuando el equipo ha terminado de calcular los parámetros, se sale automáticamente del estado de Autotuning y pasa al de regulación PID.

Hay que tener en cuenta que la inercia que presenta el sistema a distintas preselecciones puede ser diferente en cada caso y por lo tanto el ajuste de los parámetros PID puede variar de un valor a otro de la preselección.

Por ejemplo, un horno no presenta la misma inercia térmica a 200 °C que a 800 °C. Si realizamos un Autotuning a 200 °C ajustará unos valores de los parámetros del PID que no son los mismos que si hacemos el ajuste a 800 °C. Por lo tanto se debe realizar el autoajuste al valor de la preselección o a uno muy cercano.

Hay que tener en cuenta que si un aumento incontrolado de la temperatura del horno por encima de la preselección puede dañar el producto, hay que realizar el Autotuning poniendo una preselección inferior a la que después será la preselección de trabajo (se puede ajustar un 10% por debajo), esto es así porque el regulador, durante el Autotuning, trabaja en modo ON-OFF para medir la inercia térmica del sistema y puede ocurrir que la temperatura suba demasiado dentro del horno. Después de ajustado el PID se puede cambiar la preselección y poner la correcta para el trabajo normal del horno.