

Fundamentos del PID

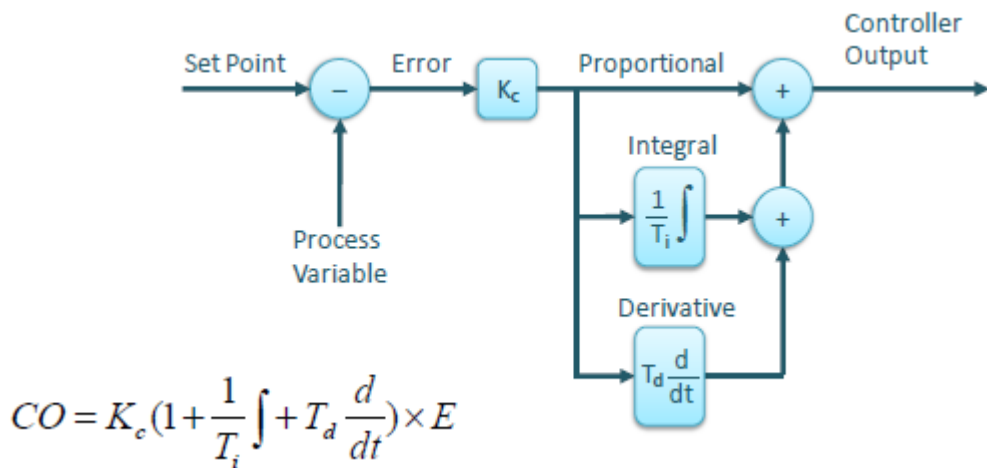
Las siglas PID vienen de las constantes proporcional, integral y derivativa que actúan en un controlador clásico de un lazo de control.

En este documento se explicará la función básica de cada una de las tres constantes.

Tomaremos como base el algoritmo de control más utilizado, aunque para poder aplicar correctamente las constantes, hay que mirar previamente qué algoritmo usa el sistema de control con el que se está trabajando.

El algoritmo más usado es el llamado No-Interactivo. El algoritmo responde a la siguiente ecuación:

$$CO(t) = OP(t) = K_p * (e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d de(t))$$



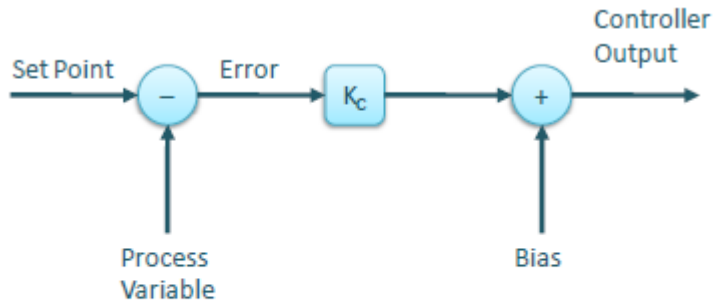
CO responde a las siglas Controller Output, salida del controlador (nuestro sistema de control, sea un DCS o un PLC). También se le suele llamar OP, output to process.

Si se analiza la ecuación se observa que la constante dominante, la que aplica la mayor fuerza para corregir el error es la constante proporcional ya que multiplica a los tres términos, el proporcional, el integral y el derivativo. Es muy importante este detalle ya que cualquier modificación en la constante proporcional tendrá mayor impacto en la respuesta en la salida al elemento de control (normalmente una válvula aunque puede ser un dámper o similar).

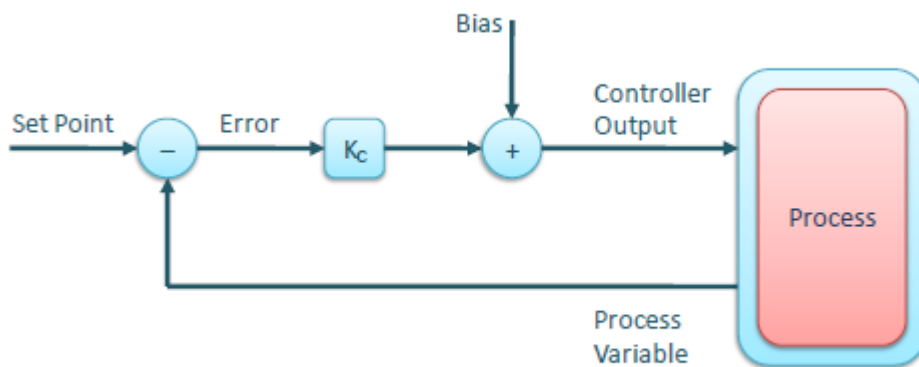
Veamos cada una de los tres componentes de un PID:

1.- Constante proporcional

La constante proporcional suele ser la más importante para reaccionar ante una perturbación, sea un cambio de setpoint o sea un cambio en el proceso que nos aleja de nuestro setpoint. Como se ve en la fórmula es una multiplicación, una ecuación lineal.



$$CO = K_C \times E + Bias$$



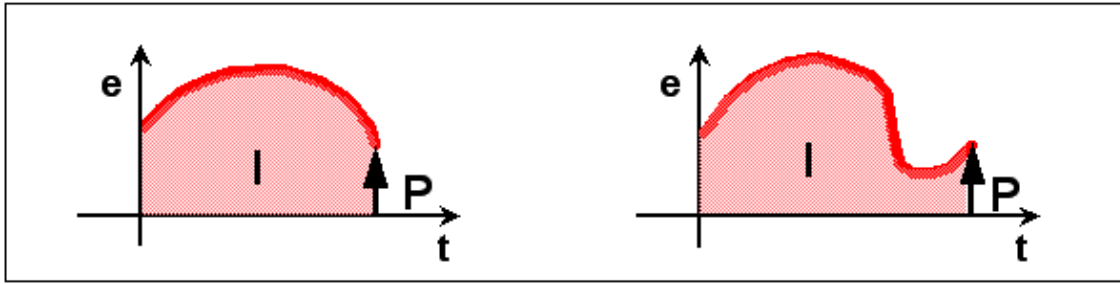
Es importante el detalle del bias, si no existe un error el controlador no actúa, es por ello que se expresa el bias en la ecuación.

Sin embargo, la constante proporcional no es capaz por sí sola de volver la variable de proceso (PV) a su setpoint. Para ello necesitamos la constante integral, constante que integra el error entre la variable de proceso (PV) y el setpoint (SP). La variable de proceso es la variable que se desea controlar.

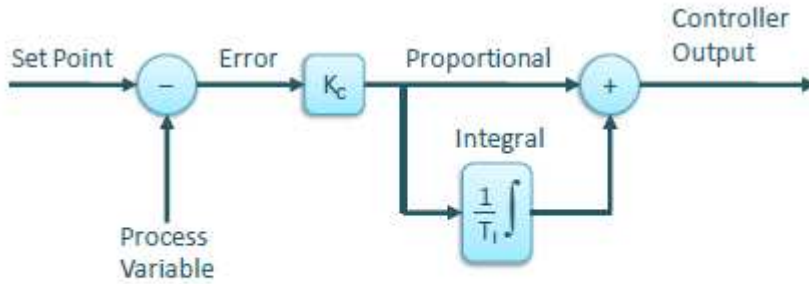
2.- Constante integral

La constante integral es el área que hay en la curva del error. Por su propia ecuación lo que hace es corregir el error en estado estacionario. La mayoría de PIDs instalados son PIs, lo veremos en otros documentos. No será nada común encontrar lazos de control con solo P o PID (estos serán más comunes que los P). El motivo por el que la mayoría de lazos son lazos PI (lazos en los que existe constante proporcional, integral y 0 en la derivativa) es porque lazos con solo constante proporcional no serán capaces de volver al setpoint ante una perturbación, necesitan la constante integral para corregir el error en estado estacionario.

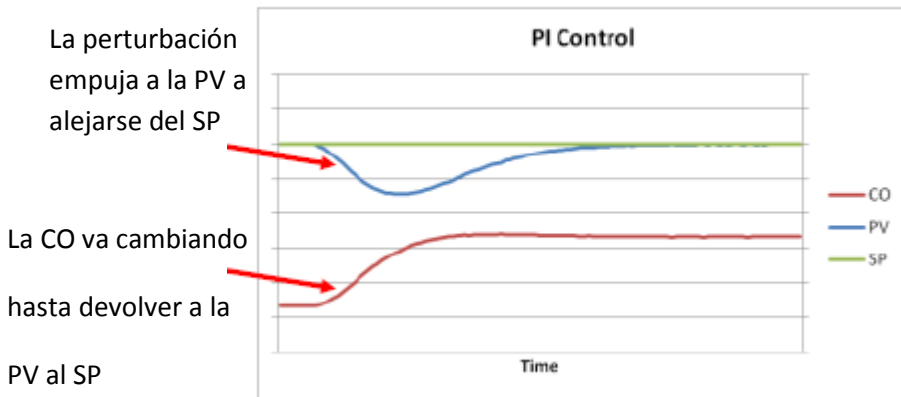
Veamos esto en una imagen:



Efectos combinados de la acción proporcional y la acción integral.



$$CO = K_c \left(1 + \frac{1}{T_i} \int \right) \times E$$



3.- Constante derivativa:

La constante derivativa es la pendiente de la tangente de la curva del error, el concepto de derivada de toda la vida. Es un concepto de anticipo, de ver el sentido, la tendencia del error. Recordar que el error es la diferencia entre el setpoint SP y la variable de proceso PV.

La constante derivativa es MUY sensible al ruido de la variable de proceso. Como concepto, nunca poner una variable derivativa en una variable de proceso con ruido, eso nos provocará una salida de la válvula errática y con movimientos muy bruscos, acción que no será buena para el proceso ni para la válvula o equipo a controlar.

Veamos las unidades habituales de las 3 constantes:

	Kp Proporcional	Ti Integral	Td Derivativo
Unidades	%/%	mins o seg	Mins o seg

Veamos el por qué de las unidades:

- Las unidades de la constante proporcional responden al sentido de la constante proporcional. La constante proporcional es el % de cambio en CO dividido por el % de cambio en PV.

$$Kp = \frac{\% \text{ Cambio en CO}}{\% \text{ Cambio en PV}} = \%/\%$$

Se hablará en el siguiente capítulo de la ganancia del proceso, uno de los elementos más importantes a la hora de ajustar un proceso.

- Las unidades de la constante integral serán minutos o segundos. Normalmente serán minutos pero hay que mirarlo en el sistema de control que esté controlando nuestro proceso.
- Las unidades de la constante derivativa serán minutos o segundos. Normalmente serán minutos pero hay que mirarlo en el sistema de control que esté controlando nuestro proceso.

Hay un tema muy importante, hay que mirar el sistema de control que nos afecte, no todos son iguales y presuponer unidades sería un gran error. En algunos sistemas se trabaja con las llamadas banda proporcional y reset para la integral en lugar de constantes proporcional e integral, así tendremos banda proporcional y reset. Veamos la conversión de unidades:

$$BP = \frac{100}{K_p}$$

$$\text{Repeticiones por minuto} = \text{Reset} = \frac{1}{\text{Minutos}} = \frac{1}{Ti}$$

Un error común, si la constante integral viene en minutos, se usa Ti y no el reset, recordar la fórmula, cuanto mayor sea el tiempo más largo será el tiempo en retornar al SP, está dividiendo en la ecuación principal!!!!

En el próximo capítulo se abordará la obtención de los parámetros más importantes de un lazo, la ganancia del proceso, la banda muerta del proceso y la constante de tiempo del proceso. Cuando decimos proceso nos referimos a lo que estamos controlado, por ejemplo la temperatura de una columna de refino, una P en un calderín, etc.