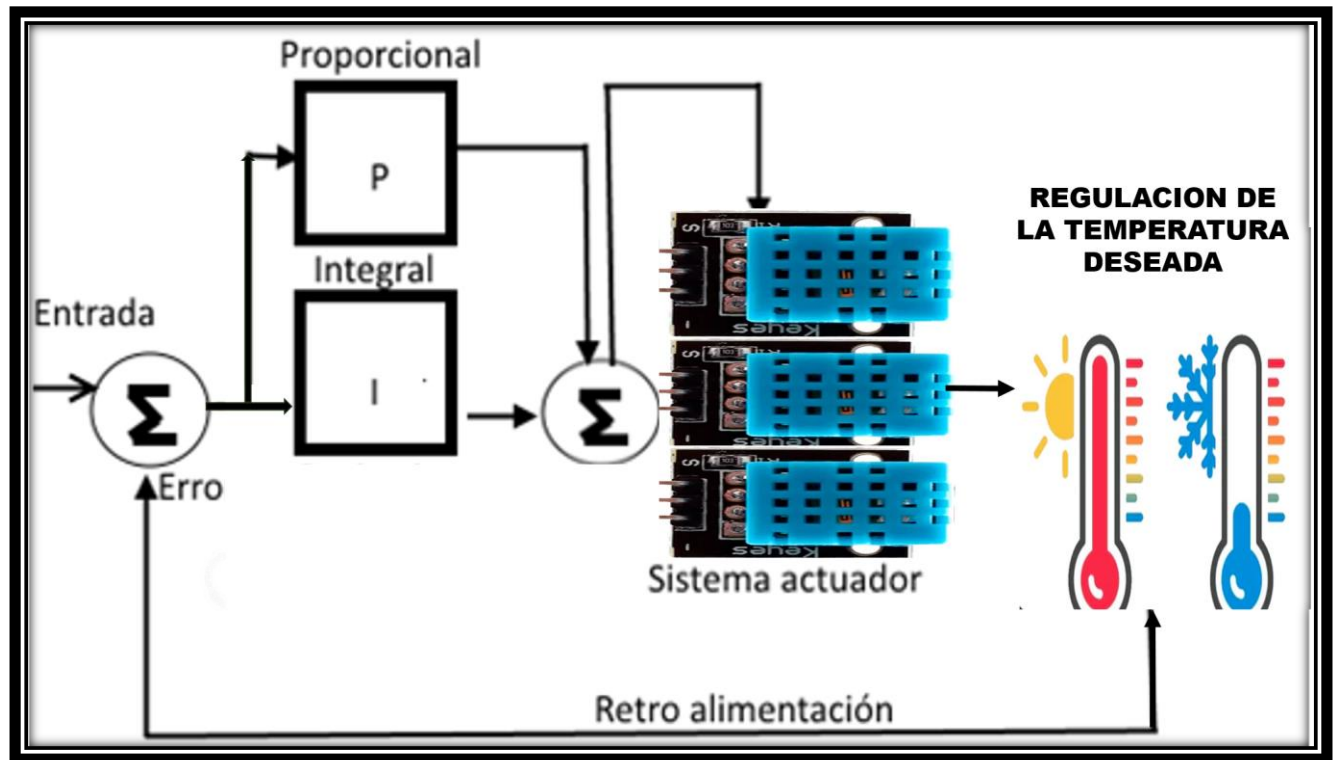
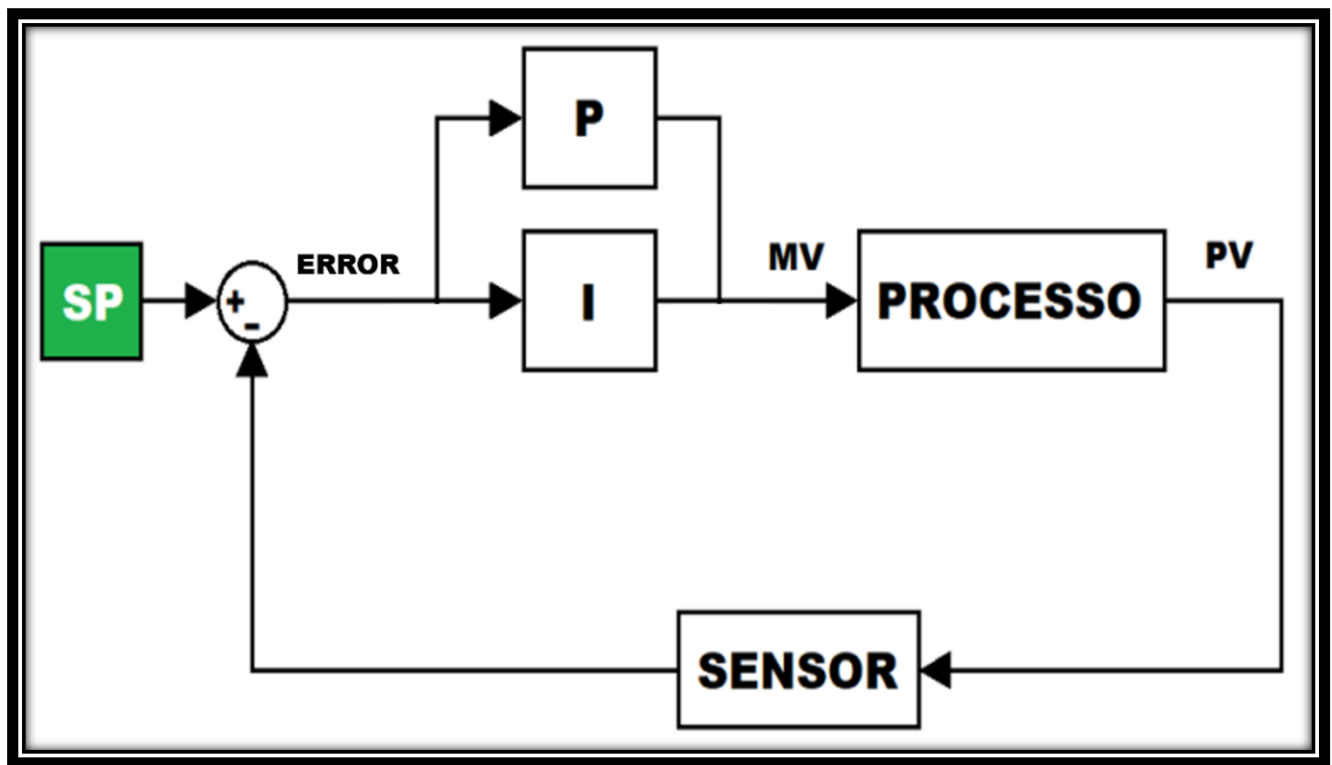


### IMPLEMENTACION:



El controlador PID es uno de los controladores más comunes y ampliamente utilizados en la industria. Su popularidad se debe en gran parte a su simplicidad y efectividad en el control de sistemas con dinámicas lineales y no lineales, la señal aplicada a la entrada del proceso de “señal de control” o “variable manipulada (MV)” y la señal de salida del proceso de “variable controlada” o “variable de proceso (PV)”. Para lograr la máxima eficiencia de este sistema de control, se utiliza un controlador de entrada de proceso que recibe la referencia de entrada o el punto de ajuste/setpoint (SP) y asegura la estabilidad de la señal de salida.

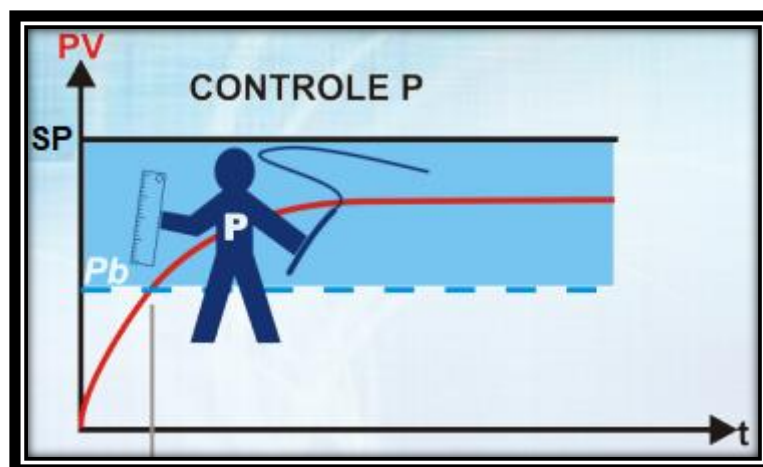
En sistemas con retroalimentación de salida, se forma un bucle en el proceso. Esta disposición se llama circuito cerrado. En el sistema de circuito cerrado, el controlador recibe constantemente la diferencia entre SP y el valor real de PV. Esta diferencia se llama Error y, en base a ello, el equipo genera una señal de control para reducir el error a un valor muy pequeño o nulo, independientemente de existir una señal de perturbación en el proceso o no. El control de circuito cerrado tiene ventajas tales como más precisión del sistema de control, rechazo de los efectos de perturbación en PV y una disminución de la variación debido a la inestabilidad (más robustez).



El control PID combina acciones proporcionales, integrales y derivadas para generar una única señal de control, donde cada acción tiene una característica fuerte que ayuda a controlar la salida. La acción proporcional hace que el sistema reaccione al presente error, permitiendo una acción inmediata ante variaciones o perturbaciones; La acción integral elimina los errores de estado estacionario a largo plazo, y anticipa el comportamiento del proceso.

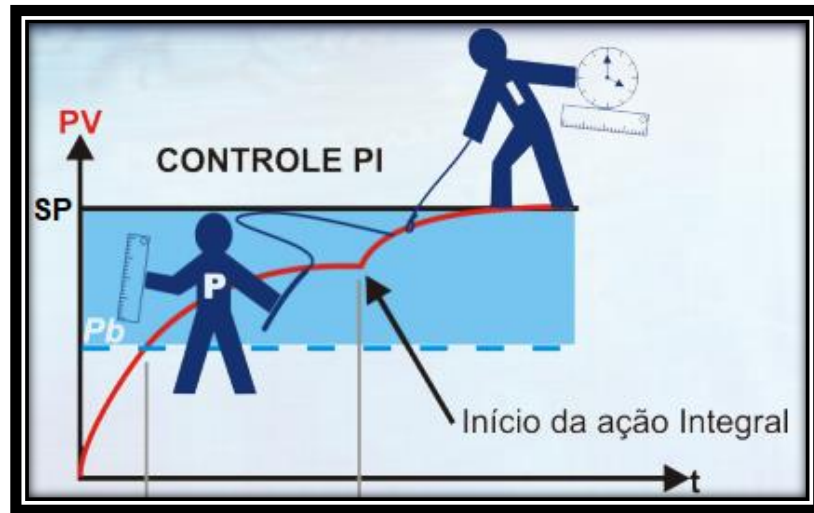
### **Acción Proporcional ( $K_p$ )**

Hay un límite máximo y mínimo para aplicar la señal MV por razones de restricción física y de seguridad: este rango operativo se llama Banda Proporcional. Si la señal de control opera fuera de rango, se dice que está saturada y opera con un comportamiento no lineal. Cuanto más grande sea el valor de la acción proporcional, más pequeña será la banda proporcional y mayor será la energía de control. Esto hace que el sistema responda más rápidamente, pero la señal de salida puede exceder o caer por debajo del punto de ajuste de estado estable, y el error nunca se borrará por completo.



## Acción Integral (Ki)

Cuando la acción integral se aplica de forma aislada, la estabilidad relativa del sistema empeora, pero cuando se usa junto con la acción proporcional, ayuda a anular el error de forma permanente. Cuanto más grande sea el valor integral, más tiempo le tomará al sistema alcanzar el punto de ajuste de estado estable.



La ecuación matemática para calcular la señal de control MV se muestra a continuación, donde los parámetros  $K_p$ ,  $T_i$  y  $T_d$  están relacionados. El valor de error, representado como "e" en la ecuación, es utilizado por cada acción de control para generar la señal.

**ECUACION MATEMATICA** → 
$$= K_p(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt})$$

**U**= Salida

**Error**= Error Actual

**Error Pas**=Suma de errores en el tiempo

**Kp**= Accion Proporcional

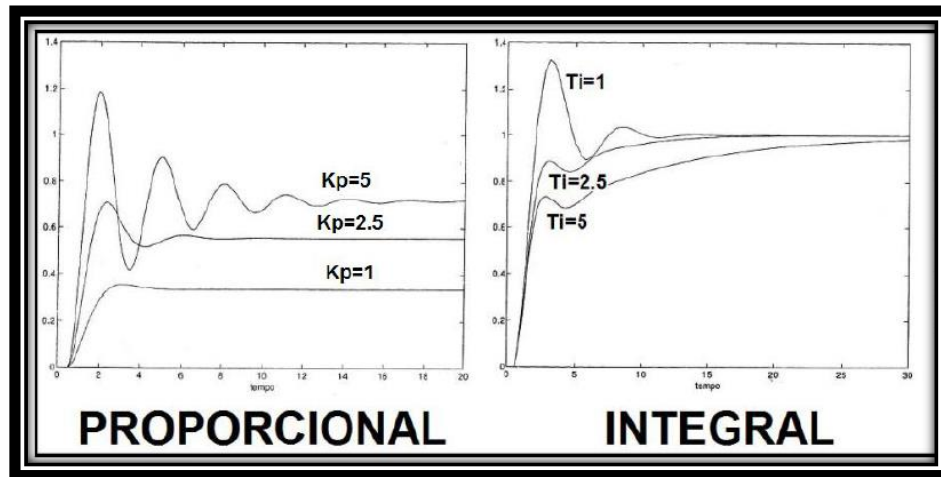
**Ki**= Accion Integral

**ECUACION UTILIZADA EN EL PROYECTO** →

$$\mathbf{U = (kp*Error) + (Ki*Error Pas)}$$

Por lo tanto, el control PID combina las tres acciones descritas, y cada una compensa la característica indeseable de la otra. La acción integral en estado estable anula el error, y la acción derivativa suprime el efecto oscilatorio de la acción integral, ya que el efecto anticipado agiliza la respuesta y aumenta la estabilidad relativa del sistema. La acción proporcional cambia la rapidez con la que se recupera el

punto de ajuste. Estos comportamientos descritos se pueden observar aumentando el valor de cada acción individualmente en el proceso.



Es importante mencionar que no todos los sistemas requieren un controlador PID y, en algunos casos, otros tipos de controladores pueden ser más apropiados. El diseño de este proyecto está orientado a la implementación desarrollo y conocimiento de los sistemas de control a modo practico y una de las tantas aplicaciones y usos que se les puede dar, asimismo se debe ser cuidadoso al evaluar y ajustar el cálculo matemático para cada sistema específico a fin de obtener un control mucho mas estable.