

RESUMEN N°1: CONTROL EN CASCADA.

En éste informe se tiene como objetivo presentar una de las técnicas que se han desarrollado, y frecuentemente utilizado, con el fin de mejorar el desempeño del control que se logra por medio del control por retroalimentación, el cual es válido en un gran número de aplicaciones, sin embargo en muchas de ellas la sintonización del regulador se hace complicada, y los resultados que se pueden llegar a obtener no son enteramente satisfactorios.

1. Concepto de control en cascada:

Se define como la configuración donde la salida de un controlador de realimentación es el punto de ajuste para otro controlador de realimentación, por lo menos. Más exactamente, el control de cascada involucra sistemas de control de realimentación o circuitos que estén ordenados uno dentro del otro.

Existen dos propósitos para usar control cascada:

1. Eliminar el efecto de algunas perturbaciones haciendo la respuesta de regulación del sistema más estable y más rápida.
2. Mejorar la dinámica del lazo de control.

2. Estructura

La estructura de control en cascada tiene dos lazos un lazo primario con un controlador primario también llamado "maestro" $K_1(s)$ y un lazo secundario con un controlador secundario también denominado "esclavo" $K_2(s)$, siendo la salida del primario el punto de consigna del controlador secundario La salida del controlador secundario es la que actúa sobre el proceso

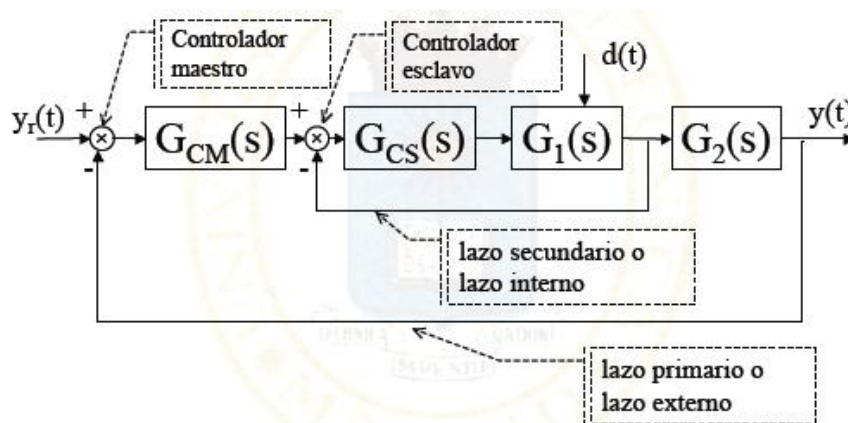


Fig. 1 Estructura de control en cascada

3. Ventajas del control en cascada

- a) Produce estabilidad en la operación
- b) Las perturbaciones en el lazo interno o secundario son corregidas por el controlador secundario, antes de que ellas puedan afectar a la variable primaria.
- c) Cualquier variación en la ganancia estática de la parte secundaria del proceso es compensada por su propio lazo.
- d) Las constantes de tiempo asociadas al proceso secundario son reducidas drásticamente por el lazo secundario.
- e) El controlador primario recibe ayuda del controlador secundario para lograr una gran reducción en la variación de la variable primaria.
- f) Es menos sensible a errores de modelado.
- g) Incremento de la capacidad de producción.

4. Limitaciones de aplicación del control en cascada

- a) Es aplicable solo cuando pueden obtenerse mediciones de variables adicionales de proceso.
- b) Requiere medir las perturbaciones en forma explícita, y además es necesario un modelo para calcular la salida del controlador.
- c) En algunas aplicaciones la variable controlada no puede medirse y la realimentación no puede realizarse.

5. Diseño de Control en Cascada

Los criterios para el diseño de control en cascada son:

Puede ser considerado:

- 1. Cuando el control realimentado simple no provee un desempeño satisfactorio a lazo cerrado.
- 2. La medida de la variable es disponible.

La variable secundaria debe satisfacer los siguientes criterios:

- 1. Debe indicar la ocurrencia de una importante perturbación.
- 2. Debe haber una relación causal entre la variable manipulada y la segunda variable.

La variable secundaria debe tener una dinámica más rápida que la variable primaria. Típicamente t_p (tiempo pico) debe ser mayor que $3t_s$ (constante de tiempo del proceso secundario).

6. Implementación de Controlador en Cascada

Consideraciones Principales para la Implementación de Control en Cascada.

Una cuestión importante en la implementación de control en cascada es cómo encontrar la variable secundaria controlada más ventajosa, es decir, determinar cómo el proceso puede ser mejor dividido.

La selección de la variable controlada secundaria es tan importante en un sistema de control en cascada que es muy útil formalizar algunas reglas que ayuden a la selección.

- Regla 1.- Diseñar el lazo secundario de manera que contenga las perturbaciones más serias.
- Regla 2.- Hacer el lazo secundario tan rápido como sea posible incluyendo solamente los menores retrasos del sistema completo de control.
- Regla 3.- Seleccionar una variable secundaria cuyos valores estén definitivamente y fácilmente relacionados a los valores de la variable primaria.
- Regla 4.- Incluir en el lazo secundario tantas perturbaciones como sea posible, manteniéndolo al mismo tiempo, relativamente rápido.
- Regla 5.- Escoger una variable secundaria de control que permita al controlador secundario operar a la ganancia más alta posible (la más baja banda proporcional). Esto es difícil de predecir.

7. Entonamiento de controladores

En la práctica industrial los reguladores de un sistema de control en cascada son normalmente reguladores realimentados estándares tipo P, PI, o PID.

La sintonía de los dos reguladores se efectúa, igual que en controladores en configuración simple pero en dos etapas

PASOS:

SINTONÍA DEL BUCLE SECUNDARIO

- Obtener un modelo de la parte del proceso incluida en el secundario(modelo de conocimiento o modelo experimental)
- Sintonizar el controlador secundario por cualquiera de los métodos conocidos(normalmente se utiliza un PI ya que el secundario debe ser un bucle rápido)

SINTONÍA DEL BUCLE PRIMARIO

- Obtener un modelo de la variable controlada a cambios en el punto de consigna del controlador secundario (con el bucle secundario cerrado o en automático)
- Se diseña el regulador maestro sobre este sistema equivalente.
- Sintonizar el controlador primario por alguno de los métodos conocidos

8. Comparación con control por realimentación

En ocasiones el esquema de control por retroalimentación simple debe ser modificado para enfrentar condiciones especiales de perturbación en el sistema y las características pobres en estabilidad y rapidez de respuesta que éstas pueden reproducir. Estableciendo una comparación es necesario, en primer lugar precisar el diagrama de bloque y los componentes del esquema por retroalimentación simple:

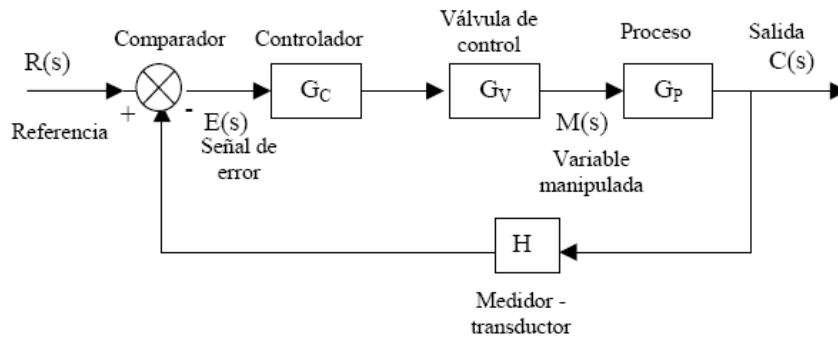
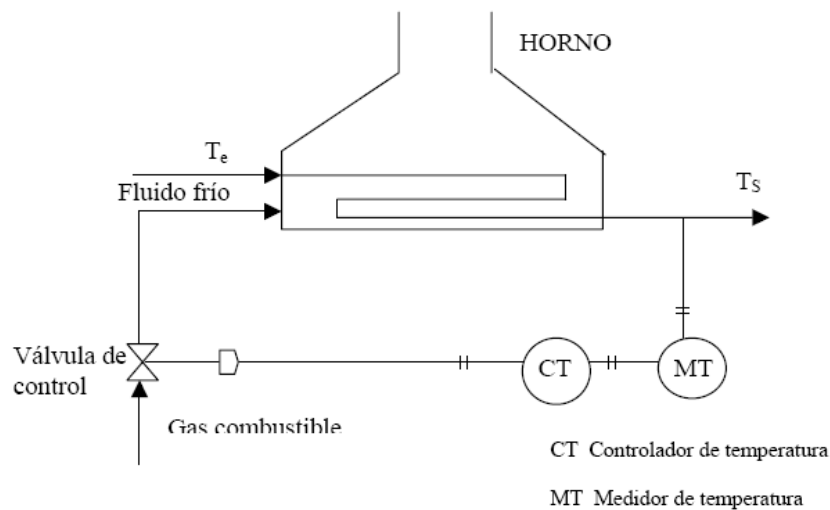


Diagrama De Bloques Del Esquema En Retroalimentación Simple Considerando el siguiente ejemplo:



Constituido por el horno en el cual se quema gas, para calentar una cierta corriente y elevar su temperatura desde T_e hasta T_s . Suponiendo que disminuye de pronto la presión de alimentación del gas combustible la caída de presión a través de la válvula será menor de manera que disminuirá el flujo de gas.

Con el controlador de temperatura por retroalimentación simple, no se hará ninguna corrección hasta que la temperatura final a la salida se vea finalmente disminuida. De esta forma, toda la operación del horno se ve alterada por la perturbación.

Con el sistema de control en cascada (fig. 2), el controlador de flujo sobre la corriente de gas combustible detectará inmediatamente la disminución de gas y

abrirá la válvula de control para hacer que el flujo vuelva a su valor requerido. El horno no se ve afectado entonces por la perturbación

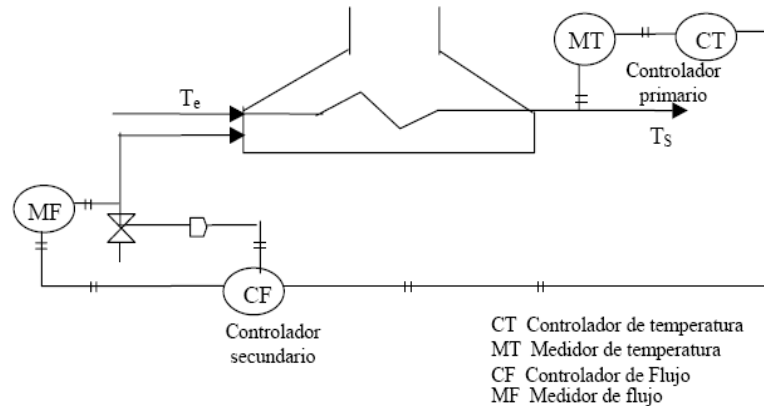


Fig. 2 Sistema de control en cascada

El diagrama de bloques correspondiente a esta última situación se muestra en la figura siguiente. Así, el control en "cascada" tiene dos controladores por retroalimentación.

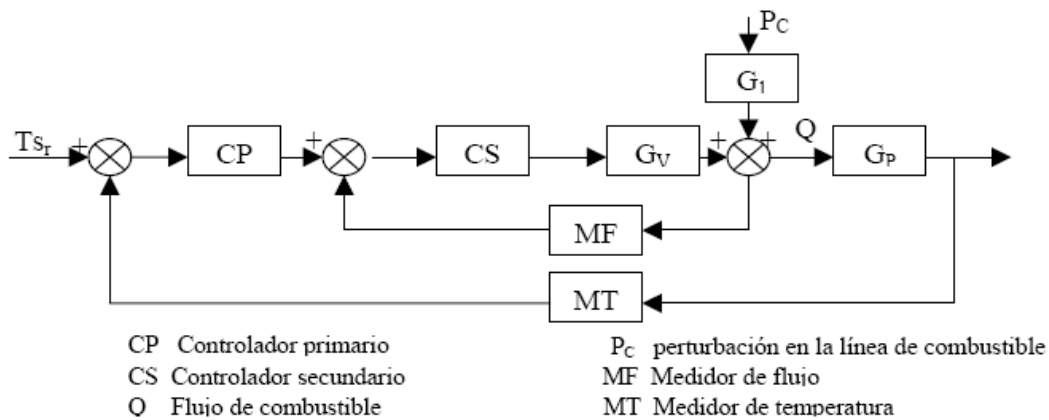


Fig.3 Diagrama De Bloques Del Sistema De Control En Cascada

Es importante notar las siguientes diferencias entre las estructuras de control de tipo feedback convencional y cascada:

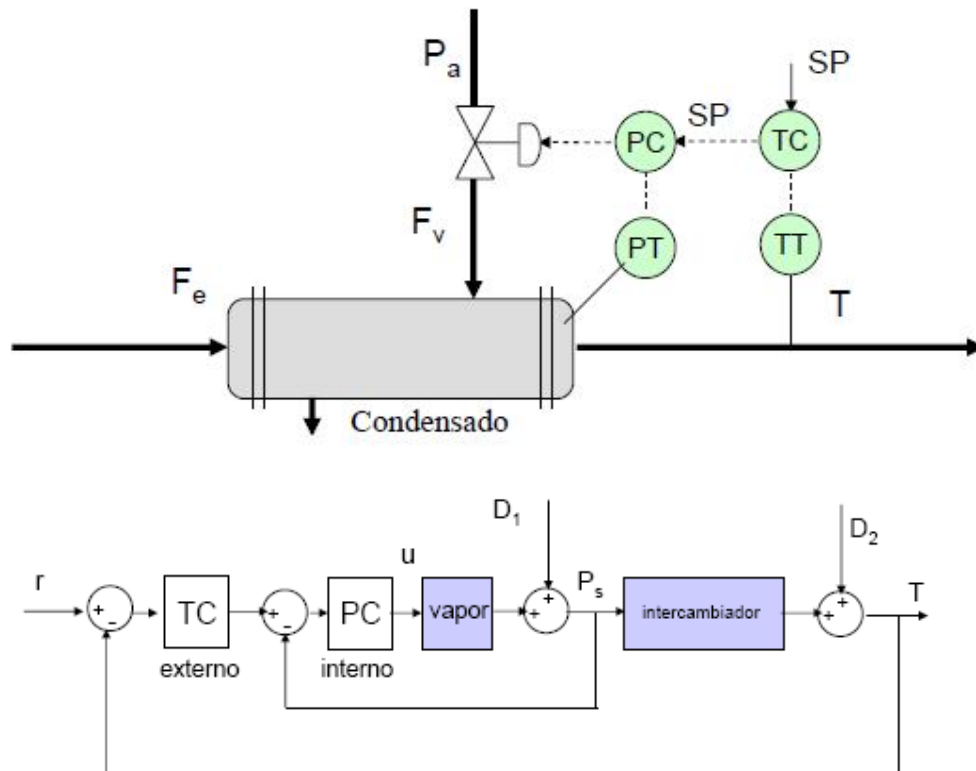
- El esquema de control feedback sólo emplea un controlador, mientras que en el esquema de control en cascada se emplean dos controladores., es decir necesita una mayor inversión en instrumentación
- En el esquema de control feedback el set-point del controlador se fija externamente (normalmente lo fija el operador del proceso). En el esquema de control en cascada el set-point de la variable a controlador sigue siendo

fijado de manera externa. Sin embargo, el set-point del controlador esclavo es fijado por el controlador maestro. Es decir, la salida o resultado que produce el controlador maestro es simplemente el set-point al que debe operar el controlador esclavo.

- La velocidad de respuesta del sistema se mejora en el control en cascada, si el lazo secundario tiene una respuesta más rápida que la planta interna.

DIAGRAMA DE BLOQUE Y DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN

a) Cascada Temperatura-Presión:

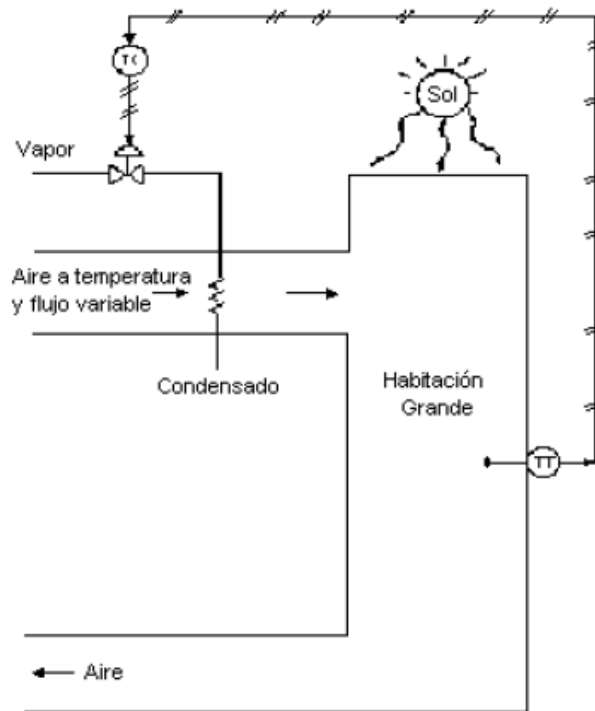


El regulador externo (temperatura-TC) fija la consigna del regulador interno (presión-PC) cuyo objetivo es corregir el efecto de las perturbaciones (por ejemplo, variaciones en la caída de presión en la válvula) sobre la presión en el interior del tanque (P_s) antes de que afecten de forma significativa a la temperatura T

Ejemplo de sistema de control de cascada

Considérese el sistema de control de temperatura del cuarto mostrado en la figura. Por simplicidad considerar que solo se necesita calentamiento y que este es provisto por el vapor caliente de un sistema de aire circulante. En la figura (a), un termómetro convencional mide la temperatura del cuarto y fija el flujo de vapor dentro de un rango convencional de retroalimentación.

Asumir que el sistema está sujeto a perturbaciones severas, tales como variaciones de la temperatura del aire entrante, de la velocidad de flujo y variaciones en la presión de suministro de vapor

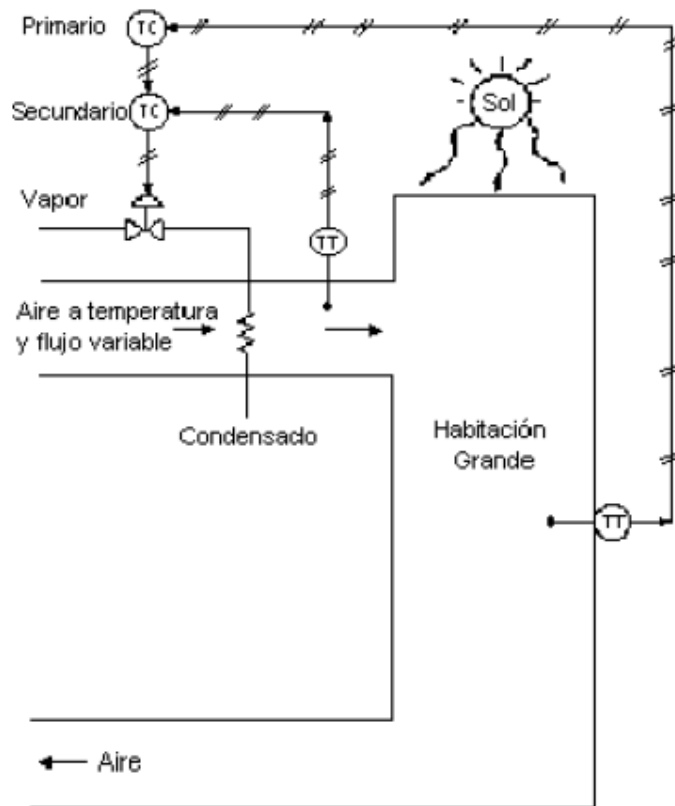


Control de Retroalimentación Simple

Figura a) SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA DEL CUARTO

Una inspección reflexiva de la figura 6 conduce a la conclusión de que el tiempo de retraso asociado con el control de temperatura en el cuarto es considerable. El largo tiempo de retraso es asociado con el tiempo que le toma al cuarto cambiar de temperatura, éste podría ser 15 o 20 minutos. También hay un retraso en la acción correctiva asociado con el cambio de temperatura del vapor, calentando el serpentín. Intuitivamente se podría pensar que éste es de 2 o 3 minutos. El tiempo de retraso asociado con la válvula de vapor y el termómetro es ignorado.

La figura (b) muestra un arreglo en cascada en el cual un lazo secundario de control de retroalimentación de temperatura, mide y controla la temperatura del aire entrante. Un lazo primario de control de temperatura mide y controla la temperatura del cuarto manipulando el punto de referencia o valor deseado sobre el lazo de control secundario para la temperatura del aire entrante.



Sistema de control en cascada

Fig.b) SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA DEL CUARTO

Con el sistema de cascada mostrado en la figura (b), ahora se conoce cómo este responderá a las perturbaciones o variaciones en la temperatura del aire entrante o en la velocidad de flujo de vapor. Claramente perturbaciones que afecten al serpentín serán percibidas por el lazo secundario localizado y la acción correctiva puede ser tomada inmediatamente para evitar el deterioro en la temperatura actual del cuarto.

GRUPO N°1.

Apellidos y Nombres C.I.

Claudia Montero C.I. 19.946.110.

Duglenys Guanipa C.I. 19.880.402.

Jeraldinne Molleda C.I. 19.879.408.

Miguel Osorio. C.I. 18.630.578.

Junior Vivas C.I. 20.465.438.

Noel Heredia. C.I. 17.667.637.