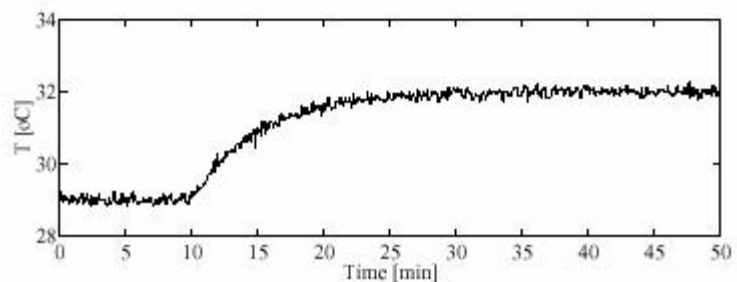
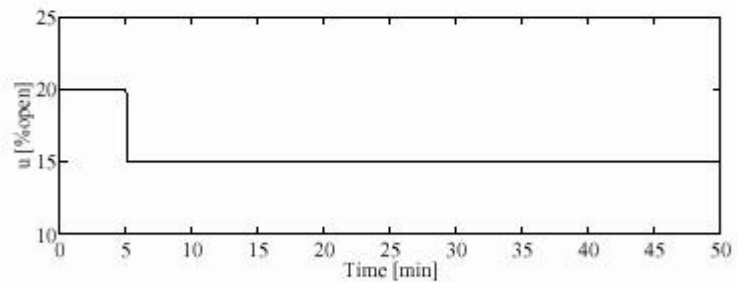
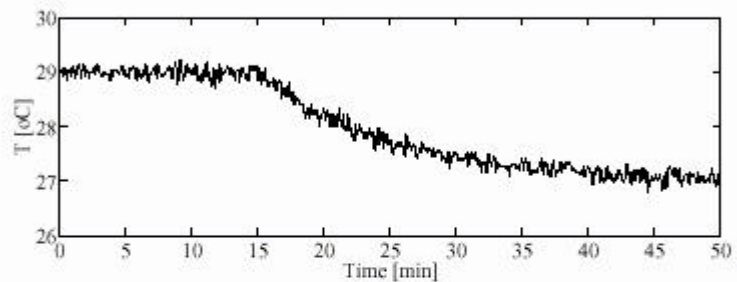
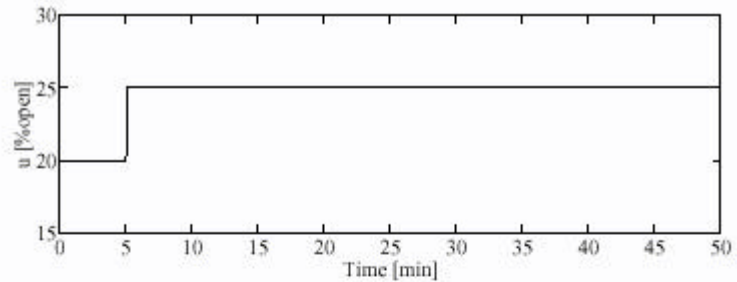


CONTROL DE PROCESOS EXAMEN FINAL – Mayo de 2002

TEMA 1

Un sistema de control de temperatura, fue ensayado mediante respuestas a escalones en la señal de control en ascenso y en descenso. Los resultados de la experiencia se muestran en la figura.

- (a) ¿La planta exhibe un comportamiento no lineal? En caso afirmativo, ¿de qué tipo?
- (b) El lazo de control se completa con un medidor transmisor de temperatura de alcance 0 a 50 °C, lineal y dinámica despreciable. Sintonice el controlador PI e indique si debe ser directo o inverso.
- (c) Indique como haría para calcular el Margen de Ganancia. Deje indicadas las fórmulas que debe emplearse.
- (d) Una vez que el lazo esté trabajando en automático, ¿habrá cambios importantes en la frecuencia de oscilación cuando cambien las condiciones de operación?.
- (e) Idem anterior, pero con la atenuación de la respuesta



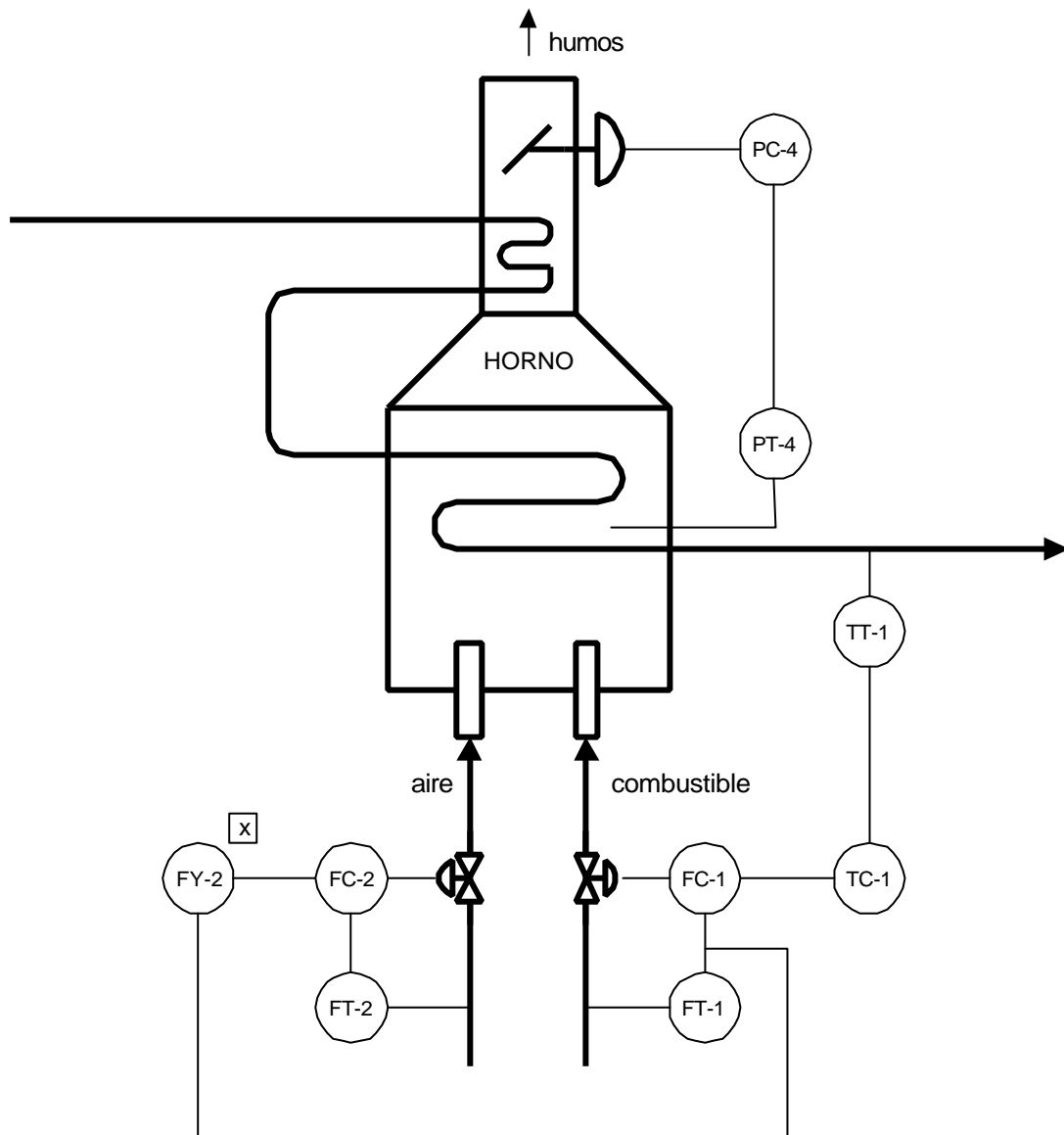
TEMA 2

Califique a las siguientes afirmaciones con CIERTO o FALSO. Justifique en cada caso.

- (A) Una placa orificio (sensor diferencial de caudal) con un transmisor de presión diferencial es un elemento de medición transmisión no lineal cuya ganancia es inversamente proporcional al caudal que circula.
- (B) La exactitud de una cadena de instrumentos no puede ser nunca menor (mayor) que la menor (mayor) de las exactitudes individuales
- (C) Un sistema de control de nivel de líquido de un tanque manipulando el flujo de descarga requiere una válvula de característica inherente igual porcentaje si la pérdida de carga en la línea es considerable
- (D) El tiempo de respuesta de un sensor de temperatura para entrar en una banda de $\pm 2\%$ del valor final es siempre mayor que su constante de tiempo.

TEMA 3

En la figura se muestra el diagrama P&I correspondiente a un horno de una petroquímica. En esta unidad se calienta un líquido aprovechando el calor liberado en la combustión de un combustible residual. Puede suponerse que el fluido solo aumenta su temperatura y que no se producen reacciones químicas.



a) Para cada variable que se controla:

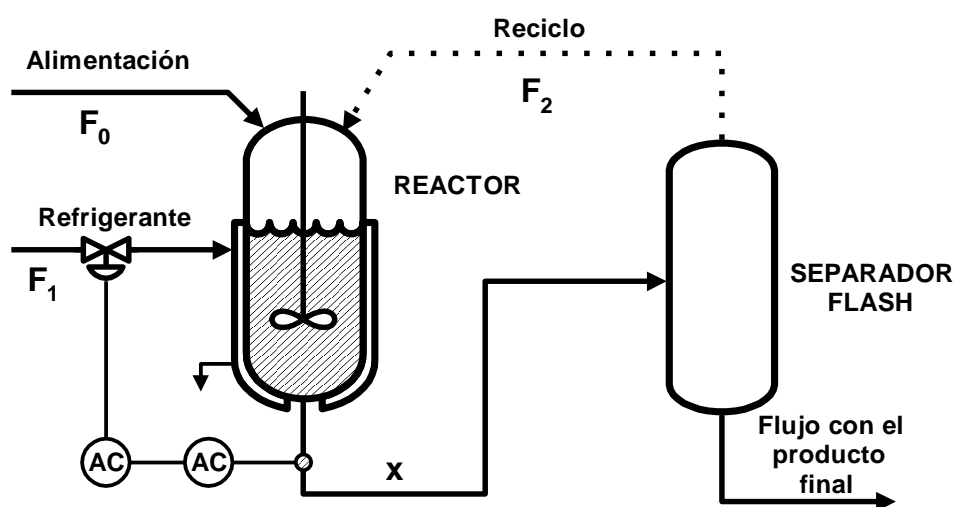
- Indicar la/s estrategia/s de control empleadas
- Determinar los objetivos de las estrategias de control
- Confeccionar una lista completa de perturbaciones que inciden en el sistema de control.
- Seleccionar de la acción de válvulas y controladores.
- Seleccionar los tipos de controladores que estima más convenientes (justificar).

b) Construir un diagrama en bloques que considere todos los sistemas de control.

CONTROL DE PROCESOS
EXAMEN FINAL – Marzo de 2003

TEMA 1

En un reactor agitado se lleva a cabo la polimerización. Como la reacción química es fuertemente exotérmica, se recurre a refrigeración a través de una camisa. El flujo que sale del reactor contiene monómero que no reaccionó y que se separa en una unidad flash. El control de la conversión en el reactor se hace midiendo la concentración del monómero a la salida de tanque (x) y manipulando el flujo de refrigerante F_1 . La dinámica entre la variable manipulada y la concentración a la salida esta dominada por una única constante de tiempo τ que es proporcional en forma inversa al flujo procesado en la unidad (F_0). El transmisor de composición es lineal e introduce un tiempo muerto constante, mucho menor (alrededor de un orden) que la constante de tiempo. La ganancia global del lazo se mantiene prácticamente constante gracias a la elección de la característica de flujo de la válvula que es lineal. El controlador es PID y funciona satisfactoriamente. En condiciones normales, la alimentación varía entre 4000 y 12000 Kg/hora.



Se estudia reciclar la corriente liviana que abandona el flash que es rica en el monómero y debe ponderarse cómo afectará esto al lazo de control de composición. Para ello se modeló el sistema y se llegó a la conclusión que los cambios del reciclo F_2 influyen en forma análoga a F_1 :

$$\frac{\Delta x}{\Delta F_2} = \frac{K_2}{\tau s + 1}$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta F_1} = \frac{K_1}{\tau s + 1}$$

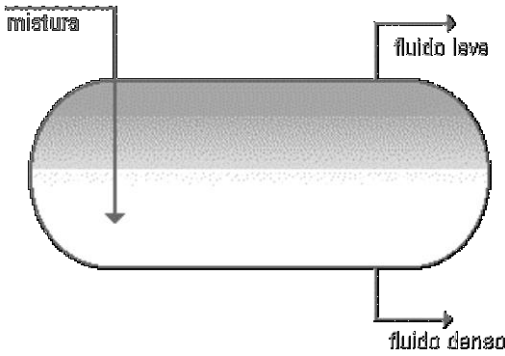
Donde K_2 es una ganancia constante positiva. La diferencia que se presenta es que ahora la constante de tiempo es inversamente proporcional a al flujo global ($F_0 + F_2$). El caudal F_2 es proporcional a la alimentación fresca F_0 . Los cambios de composición de monómero (x) influyen en las corrientes de salida de la unidad de flasheo en forma instantánea, por lo que puede vincularse los cambios en F_2 (ΔF_2) con los de composición (Δx) por una ganancia constante y positiva. El transmisor de composición trabaja de la misma forma por lo que sigue aportando el mismo tiempo muerto.

Usted debe ponderar los cambios que se producirán en el comportamiento del lazo de composición como consecuencia de la introducción del reciclo.

- ¿Se modifican las condiciones de estabilidad? ¿Existe algún riesgo que el lazo pierda totalmente la estabilidad? Ayuda: Analice la nueva ecuación característica.
- ¿Diferirá mucho el ajuste del controlador?
- Espera que sean importantes los cambios en el período de oscilación del lazo?

TEMA 2

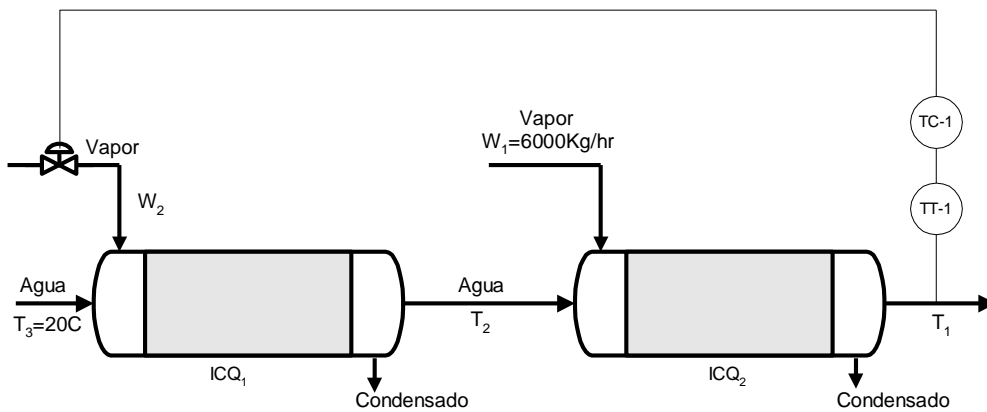
Un decantador recibe una emulsión de agua y aceite proveniente de un proceso de extracción que impone la velocidad de producción. Para que la separación pueda ser efectivamente llevada a cabo, sin arrastre de agua en la fase liviana, debe mantenerse un nivel de interface líquido-líquido en forma muy acotada (± 1.5 cm). La retención (volumen) es constante.



- (A) Identifique un objetivo de control compatible con la descripción funcional del equipo.
- (B) Sintetice un lazo de control que pueda cumplir con el objetivo de control propuesto. Especifique claramente las variables controlada y manipulada. Indique las perturbaciones que afectarán a este sistema de control. Confeccione el diagrama en bloques y el diagrama P&I.
- (C) Especifique todos los elementos de control que requiere la estrategia de control sintetizada.

TEMA 3

Para calentar un flujo de 100000 litros/hora de agua (calor específico 1 kcal/kg/ °C y densidad 1kg/dm³) que ingresa a 20 °C se utilizan dos intercambiadores de calor idénticos , en serie. Los mismos son calentados con vapor saturado ($\lambda=500$ Kcal/Kg)



Un ensayo dinámico permitió de-terminar las siguientes funciones de transferencia:

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta W_2} = \frac{K_2}{(2s+1)^2}$$

$$\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{K_3}{(3s+1)}$$

$$\frac{\Delta T_1}{\Delta W_1} = \frac{K_4}{(3s+1)}$$

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_3} = \frac{K_5}{(1.5s+1)^2}$$

Se dispone de la siguiente información:

- Válvula lineal, SAC, de 8000 kg/hora de capacidad.
 - Transmisor: termocupla de alcance 0-100 °C.
 - El controlador electrónico TC-1 es PID con valor deseado correspondiente a 80 °C
 - La compensación dinámica disponible es tipo 'lead-lag'
1. Elabore una estrategia de avanación que complemente la tarea del lazo simple de la figura para corregir variaciones importantes de W_1 . Representéla en un diagrama P&I y en bloques. Indique todos los elementos adicionales que necesita. (Ayuda: analizando el balance de energía se puede probar que la avanación debe ser lineal).
 2. Evalúe la función de transferencia del compensador. indicando los valores de la ganancia y de los parámetros dinámicos.
 3. Esquematice la respuesta temporal cuando W_1 varía de 6000 a 5000 Kg/hora en forma abrupta para los siguientes casos:
 - Feedback puro
 - Feedback con avanación estática
 - Feedback con avanación con compensación estática y dinámica
 4. Compare la performance del lazo simple, y la de avanación. ¿Cambia la relación de atenuación en los tres casos?. Explique su respuesta. ¿Se justifica es uso de la estrategia más elaborada?

CONTROL DE PROCESOS

EXAMEN FINAL – Diciembre de 2005

TEMA 1

En la producción de polipropileno en fase gaseosa, se logra operación estable de un reactor tubular mediante el control del caudal que circula. Con este fin se implementó un lazo de caudal como el esquematizado en el diagrama P&I de la Figura 1. Las características del lazo son las siguientes:

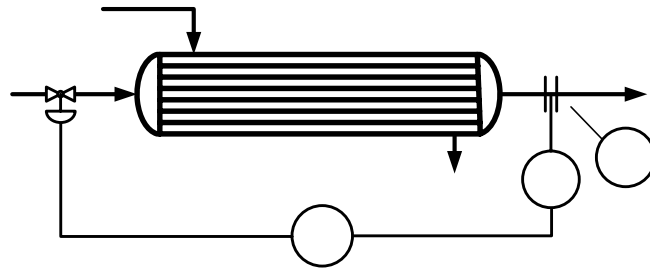
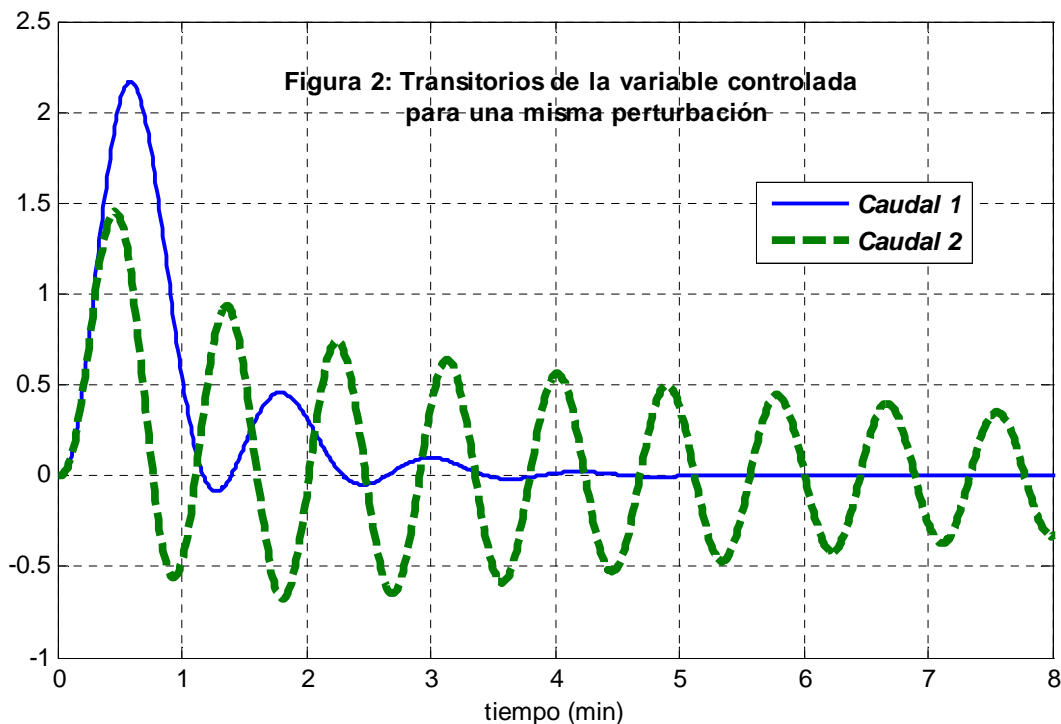


Figura 1

- **PROCESO EN SI MISMO.** Se pudo caracterizar como un sistema de tercer orden con ganancia constante y constantes de tiempo iguales a 0.2 min.
- **SISTEMA DE MEDICION. Placa de orificio.** Se usa directamente un transmisor de presión diferencial con salida analógica 4-20 mA. No tiene retardos apreciables.
- **ELEMENTO FINAL DE CONTROL.** Válvula globo, simple asiento, característica de flujo inherente lineal. La línea tiene muy baja pérdida de carga. Actuador neumático y convertor electroneumático incluido. No tiene retardos importantes.
- **CONTROLADOR.** De proceso, universal, basado en microprocesador, tipo PID, señales 4-20 mA, entre otras posibilidades. En razón del tipo de señal de medición (caudal), se emplean solo las acciones proporcional e integral.

El régimen de producción se establece imponiendo el set point (de caudal) al controlador. La respuesta de la variable controlada, para dos set points extremos (mínimo y máximo caudal de operación), a una misma perturbación (cambio en la presión de la alimentación gaseosa) se muestra en la gráfica de la Figura 2. Recuerde que el lazo trabaja como regulador. Para poder comparar, se graficaron ambos transitorios como variables de desviación.



- (A) Describa el lazo con un diagrama en bloques. Indique si existe comportamiento no lineal en alguno de los elementos del lazo.
- (B) Elija 4 índices de conducta para los transitorios y calcúlelos. Usando tales índices compare la performance del controlador para los caudales extremos.
- (C) Indique que transitorio corresponde al máximo set point (caudal). Justifique adecuadamente. Puede apoyarse en sus conocimientos de Respuesta en Frecuencia.
- (D) ¿Considera adecuada la sintonización? En caso negativo, ¿qué modificaciones haría al ajuste del controlador?
- ~~(E) Si se hacen modificaciones en el equipo, se puede disminuir a la mitad las constantes de tiempo (pasarían a valer 0.1 min. cada una). ¿Se mejoraría la controlabilidad del sistema? Cuantifique el cambio~~

TEMA 2

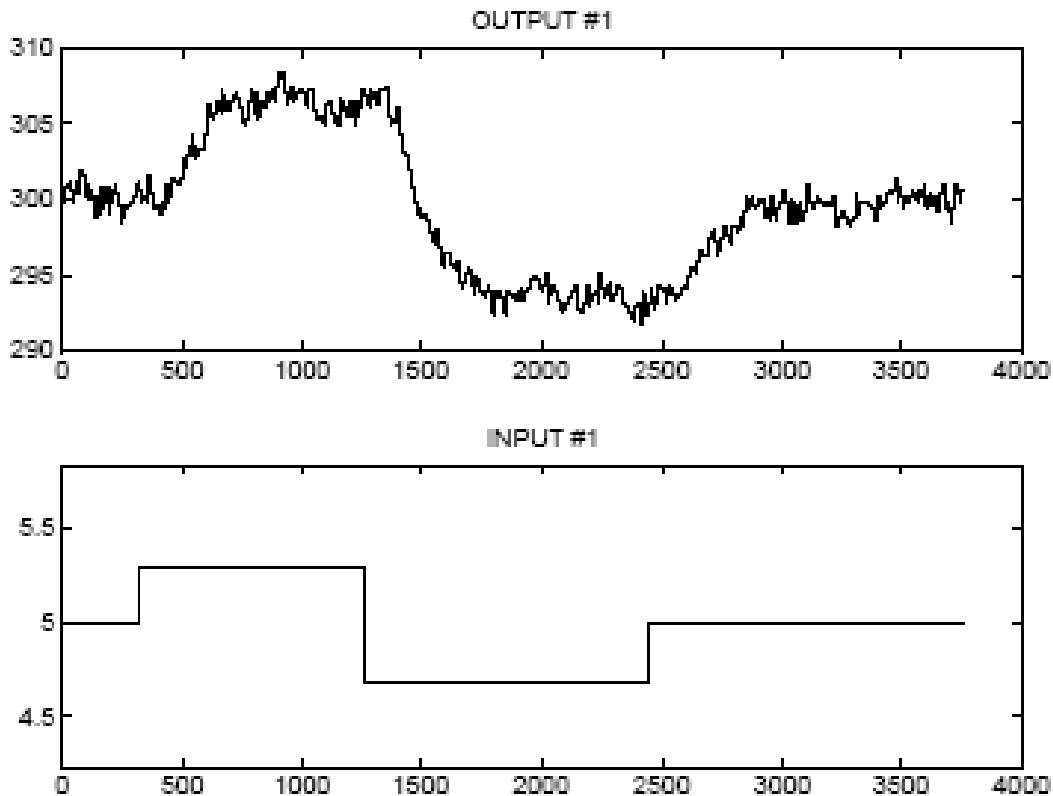
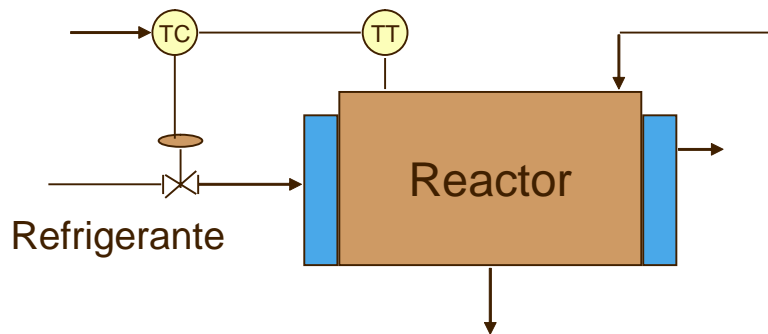
Elija un ejemplo de Control en Cascada. Explique las razones que motivan su uso. Indique las mejoras que se obtendrían respecto de un lazo simple. Especifique todos los elementos que se requieren en la estrategia de control (tipo de transmisores, acción de válvula, tipo de controladores).

CONTROL DE PROCESOS

EXAMEN FINAL – Marzo de 2006

TEMA 1

Un reactor TAC exotérmico requiere control de temperatura estricto en 300 K para poder asegurar la calidad del producto de salida. Para conocer la dinámica se hicieron sucesivos ensayos con cambios escalón como se muestra en la figura (temperatura en K y tiempo en segundos).



Para completar el lazo se dispone de los siguientes instrumentos

- SISTEMA DE MEDICION. Termocupla tipo K con transmisor electrónico con salida analógica 4-20 mA. No tiene retardos apreciables y linealidad del 0.1 % del span.
- ELEMENTO FINAL DE CONTROL. Válvula esférica segmentada, característica de flujo inherente lineal. La línea tiene muy baja pérdida de carga. Actuador neumático y convertidor electroneumático incluido. No tiene retardos importantes.
- CONTROLADOR. De proceso, universal, basado en microprocesador, tipo PID, señales 4-20 mA, entre otras posibilidades. En razón de la calidad del producto sintetizado, las acciones de control a emplear son proporcional, integral y derivativa.

(A) Describa el lazo con un diagrama en bloques. Indique que perturbaciones afectarán al lazo.

(B) ¿Considera importante el comportamiento no lineal del proceso? Justifique adecuadamente.

(C) Sintonice el controlador PID.

TEMA 2

Encuentre explicaciones para las siguientes cuestiones:

- (A) ¿Por qué es el modelo constituido por un primer orden más tiempo muerto es una aproximación razonable a los efectos de sintetizar un sistema de control para la mayoría de los procesos a pesar del hecho que la mayoría de los procesos tiene dinámica mucho más compleja?
- (B) ¿Por qué es muy generalizada la opinión que mucho retraso de la fase es “malo” para un sistema de control?
- (C) En la industria citrícola hay muchos puntos de medición de temperatura. Si se desea adquirir digitalmente (las series temporales de mediciones almacenadas en soporte digital) 25 temperaturas de distintos puntos de la planta. Tiene que decidir entre termoresistencia o termocupla. ¿Cuál elegiría? Justifique.

TEMA 3

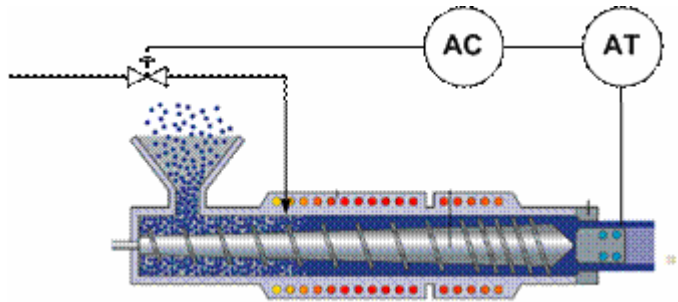
Elija un ejemplo de Control selectivo por relevo. Explique las razones que motivan su uso. Indique las mejoras que se obtendrían respecto de un lazo simple. Especifique todos los elementos que se requieren en la estrategia de control (tipo de transmisores, acción de válvula, tipo de controladores).

CONTROL DE PROCESOS
EXAMEN FINAL – mayo de 2007

TEMA 1

El control de la composición de un aditivo con el que se impregna un material plástico se hace manipulando el flujo de un solvente que contiene tal aditivo. El modelado del proceso de extrusión revela que la dinámica puede describirse simplificada como un tiempo muerto puro que permanece más o menos constante:

$$G_V G_P G_T = K_V K_P K_T \exp(-Ls)$$



Se desea comparar dos tipos de controladores:

CASO A: controlador proporcional – $G_c(s) = K_c$

CASO B: controlador es integral puro – $G_c(s) = 1/(T_I s)$

Para los dos casos:

- (a) Haga un bosquejo del diagrama de Bode de los elementos del lazo. Evalúe la frecuencia crítica.
- (b) Sintonice los controladores de modo que el margen de ganancia sea igual a 2.
- (c) ¿Cómo será la atenuación de la respuesta en ambos casos?
- (d) ¿Cuál de los dos controladores genera respuestas más lentas? Podría indicar cuánto más lenta resultaría la respuesta.
- (e) ¿Considera que el offset con controlador proporcional será importante?
- (f) Suponga que las ganancias del proceso y la del transmisor son prácticamente constantes, pero el tiempo muerto es groseramente proporcional en forma inversa con el caudal procesado y en definitiva con el flujo de aditivo. Elija en cada caso la característica de flujo de la válvula que sea más apropiada. Puede considerar que el α vale 0.99.
- (g) Considerando el sistema con las no linealidades y la elección del tipo de válvula hecho en el punto anterior, ¿cambian el patrón de las respuestas (período de oscilación y atenuación) con el caudal que se procesa?

TEMA 2

Elija un ejemplo de **Control en Cascada**.

- (a) Dibuje el diagrama en bloques y el P&I, indicando todos los elementos de instrumentación que requiere para la estrategia.
- (b) Indique que razones justifican emplear esta estrategia en vez de un sistema de lazo simple. Comente sobre las ventajas (y desventajas si las hay).
- (c) Proponga los tipos y acciones de los dos controladores, justificando adecuadamente.
- (d) Represente cualitativamente la respuesta temporal de la variable controlada ante una perturbación que Ud. proponga.