

CALIBRACION Y MODIFICACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DEL
PRESURIZADOR DEL CEAP-LOOP. C.N.E.A.

M. H.
Marcelo H. Pérez

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 1	AÑO 1985

El objetivo de este trabajo fue ajustar el sistema de control de nivel del presurizador del Circuito Experimental de Alta Presión (CEAP-LOOP) del Centro Atómico Ezeiza.

El CEAP-LOOP es una facilidad para ensayo de elementos combustibles y componentes para centrales nucleares. En este circuito termohidráulico se pueden reproducir las condiciones de temperatura, presión y caudal del circuito primario de una Central Nuclear. Consta básicamente de un circuito primario, un circuito secundario y circuitos auxiliares.

El Presurizador es el encargado de establecer la alta presión del circuito primario y mantenerla dentro de sus límites. Es un tanque cerrado que en condiciones de operación contiene agua en doble fase de líquido-vapor en equilibrio.

El sistema de control en estudio regula el nivel de la fase líquida del presurizador. Un correcto control de nivel es necesario para: a) Mantener los calefactores del tanque cubiertos por agua para evitar su destrucción, b) Controlar las variaciones de volumen del circuito primario, c) Evitar fluctuaciones en la presión provocadas por la inestabilidad del nivel y d) Mantener un volumen de vapor que permita una efectiva regulación de la presión.

La regulación de nivel se realiza inyectando desde el circuito secundario un caudal de agua constante mediante una bomba dosificadora y extrayendo un caudal que se puede variar mediante el accionamiento de una válvula motorizada. La válvula es comandada por un controlador Teleperm S 144x72 que detecta las variaciones de nivel respecto de un nivel de referencia. Este controlador es un regulador electrónico de tres posiciones con zona muerta ajustable con un comportamiento que aproxima a un control proporcional más integral. En la figura N° 1 está representado un diagrama en bloques simplificado del lazo de control.

Como primera etapa del trabajo se calibró el instrumento de medición para que compense las variaciones de densidad del agua por efecto de la temperatura, puesto que el presurizador trabaja entre 150° y 280°C.

La medición de nivel se realiza mediante un transmisor de nivel SIEMENS R145, equipado con un sensor de presión diferencial del tipo célula Barton, que entrega una corriente proporcional al nivel del líquido. Esta medición se basa en que la altura del agua es proporcional a la presión de la columna de agua y al volumen específico de ésta. El instrumento está calibrado para

temperatura ambiente, por lo tanto al variar la temperatura el volumen específico varía y la indicación de nivel es errónea. En un sistema en doble fase en equilibrio a cada temperatura le corresponde una determinada presión de saturación de vapor. Se obtuvo entonces la curva de volumen específico en función de la presión de saturación, se la linealizó y se la implementó en un circuito corrector de nivel. De esta forma se obtuvo la indicación de nivel correcta a la salida del corrector, alimentando sus entradas con las señales provenientes de los transmisores de nivel y de presión del tanque.

Como segunda etapa se procedió al ajuste del sistema de control de nivel. Según información proporcionada por los usuarios del CEAP-LOOP el sistema no se pudo ajustar en forma directa en planta porque presentaba inestabilidades. Surgió entonces la necesidad de hacer un análisis de su estabilidad.

Dadas las características del controlador utilizado, se estaba ante la presencia de un sistema no lineal, por lo tanto se recurrió a la simulación por computadora para encarar el problema.

Se realizó el modelo matemático tanto del proceso como del controlador y con estos modelos se desarrolló un programa que simula el sistema de control en estudio.

Las principales perturbaciones previsibles son:

- a) Variaciones de volumen del circuito primario por efecto de la temperatura, principalmente durante la puesta en marcha del circuito.
- b) Cambios en el valor deseado del nivel por requerimientos de operación.

Por ser un sistema a lineal se hizo un estudio con los dos tipos de perturbaciones y se concluyó en que el caso más desfavorable es el de un cambio de referencia de 10 cm. (siendo éste el máximo esperable en operación). Se verificó que ajustado el controlador a esta perturbación, las respuestas a las demás perturbaciones son aceptables bajo las condiciones que requiere el usuario.

Se excitó el modelo con un escalón de 10 cm., obteniéndose distintas respuestas variando los valores de banda proporcional y tiempo de integración del controlador. Con la combinación de estos parámetros, que proporcionó la mejor respuesta, se realizó el ajuste en planta.

En la figura N° 2.a y 2.b aparecen graficadas dicha respuesta y la variación de la posición de la válvula respectivamente, para los primeros 90 minutos posteriores al salto de nivel. Como la frecuencia de oscilación en los primeros 30 minutos es superior a la frecuencia de corte del control de presión por temperatura, era de esperar que dichas variaciones de nivel afectasen a la presión del circuito. Efectivamente, realizada la misma experiencia en planta, se comprobó lo predicho por cálculo. Se estudió entonces la forma de disminuir esta frecuencia para que el control de presión pueda compensar las fluctuaciones de presión resultantes.

Para poder suavizar la pendiente de las oscilaciones y así

aumentar su período se pensó en obtener una señal adelantada del nivel. Esto se logró implementando un derivador en el lazo de realimentación tal como se indica en la figura N° 3.a.

Con el sistema así modificado se repitió el mismo procedimiento de simulación y se ajustó la ganancia del derivador. Se armó un derivador experimental y se observó un aumento apreciable del período.

En la figura N° 4 se observa un gráfico de la respuesta obtenida por cálculo con el sistema modificado.

Actualmente se está construyendo la versión definitiva del derivador para incorporarlo al sistema de control.

CONCLUSIONES:

- 1) La corrección de la indicación de nivel permitió obtener una lectura confiable durante las operaciones que involucran cambios de temperatura.
- 2) Hubo pequeñas diferencias en los períodos de las oscilaciones que se pueden atribuir principalmente a retardos en el accionamiento de la válvula y a variaciones de la presión en la descarga de ésta, no contempladas en el modelo.
- 3) La utilización de un modelo simplificado del sistema permitió realizar una gran cantidad de ensayos en forma rápida y sin los riesgos que implica realizarlos en planta. Si bien hubo algunas diferencias entre lo real y lo simulado, se cumplió el objetivo de dejar el sistema operando en condiciones satisfactorias para el usuario.

FIGURA N°1: Diagrama en bloques del Sistema de Control de Nivel

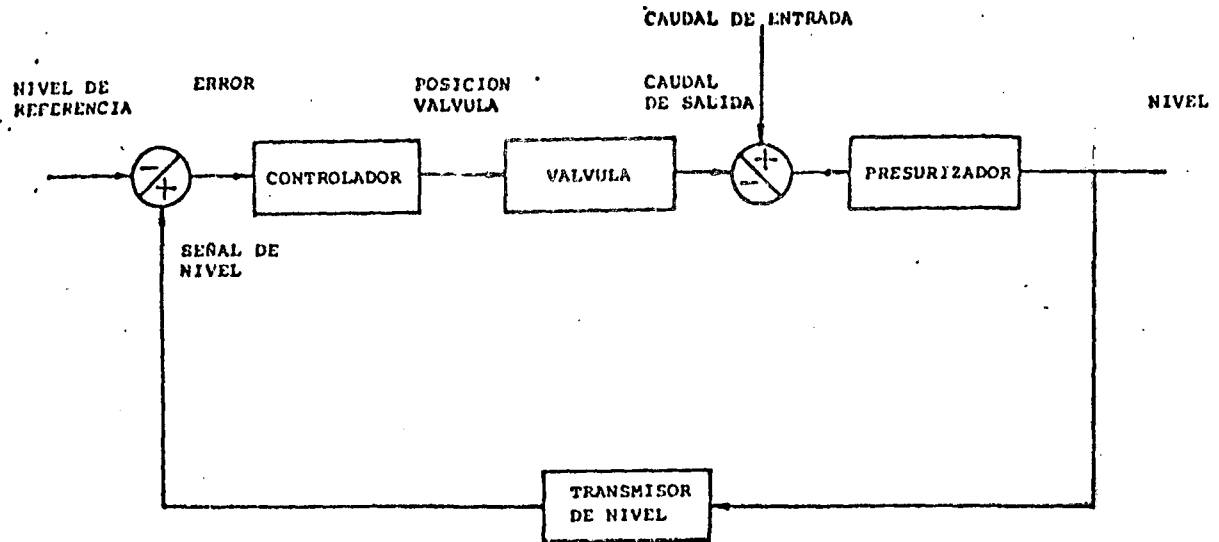


FIGURA N° 2.a: Respuesta del sistema de control de nivel ante una variación de 10 cm en el nivel de referencia.

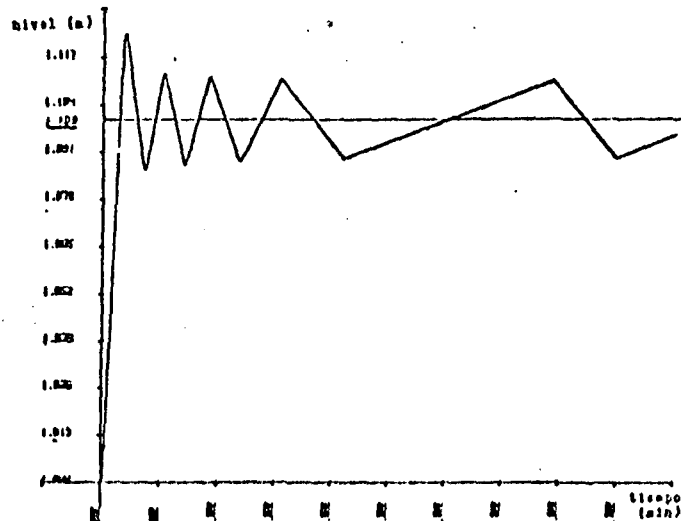


FIGURA N° 2.b: Evolución temporal de la posición de válvula. Sistema sin derivador.

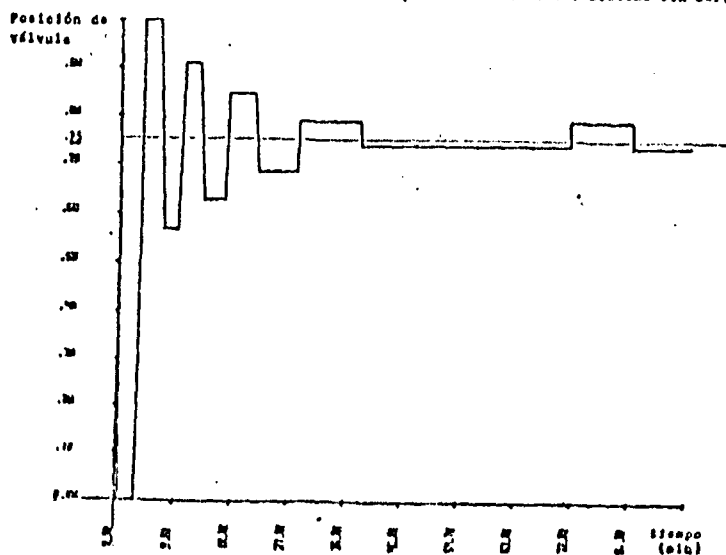


FIGURA N° 3.A: Diagrama en bloques del Sistema de Control de Nivel modificado

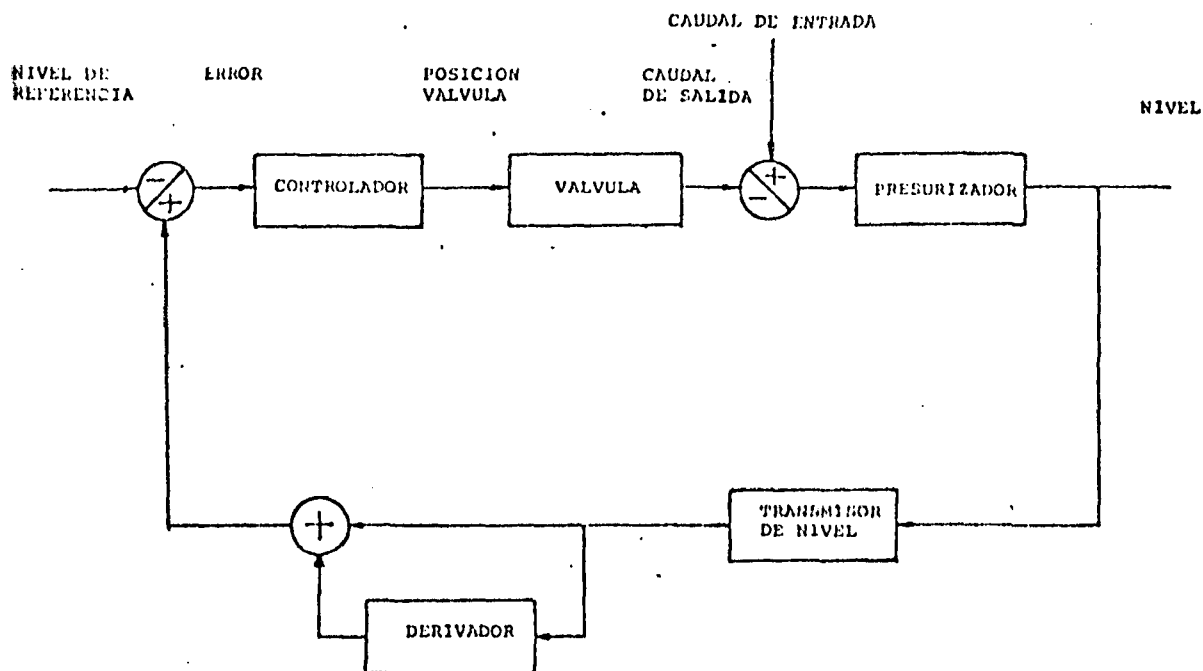


FIGURA N° 4.A: Respuesta del sistema de control de nivel modificado ante una variación de 10 cm en el nivel de referencia.

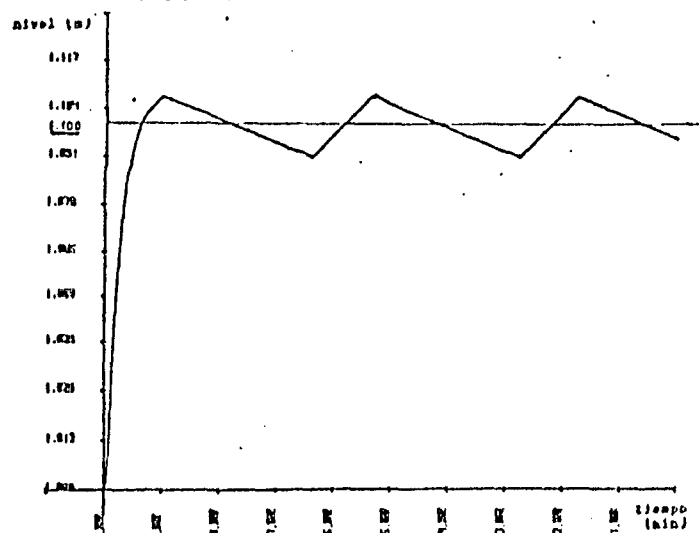


FIGURA N° 5.A: Evolución temporal de la posición de válvula. Sistema con derivada

