



Universidad de Murcia

G. E. M.

Grupo Especializado de Electricidad y Magnetismo de la U. de M.

IV REUNION

Murcia, 29 - 30 Septiembre 1983

UN CONTROLADOR DIGITAL DE APLICACION INDUSTRIAL, CONFIGURABLE Y ADAPTATIVO:
II) ESTRUCTURA SOFTWARE

H. RUIPEREZ*, F. MORILLA**, J.M. GUILLEN ***, S. DORMIDO****, J.DE LA CRUZ*

- * Dpto. de Informática y Automática. U. Complutense. Madrid.
- ** Tecnología de Sistemas y Procesos, S.A. (IVISA) Sevilla
- *** Insto. de Electrónica de Comunicaciones. C.S.I.C. Madrid
- **** Dpto. de Informática y Automática. U.N.E.D. Madrid.

ABSTRACT

The software architecture of a digital adaptive controller for industrial application is presented in this paper. There exist two different parts. The first one reads/writes and logs the input/output signals of the controller; the second one calculates or modifies the control value. The software has been designed to allow all inputs/outputs and control functions be externally configured by means of a programming panel included in the controller.

ESTRUCTURA SOFTWARE

La estructura software del regulador comprende, desde un punto de vista dinámico, dos partes bien diferenciadas.

- a) Algoritmos asociados al tratamiento de entradas/salidas y monitorización de las señales de entrada/salida del regulador.
- b) Algoritmos que modifican o calculan el valor del control.

Todas las entradas posibles del regulador están reflejadas en una memoria imagen de entrada (MIE). Se incluyen aquí las cuatro entradas analógicas y las cuatro incrementales procedentes de la unidad de entrada/salida, el set point interno y el código de tecla pulsada, bien del panel de operario o bien del panel de programación.

Las salidas también están reflejadas en una memoria imagen de salida (MIS) en la que se incluyen la señal de control, dos señales más que se deseen monitorizar, los tres visualizadores del panel de operario para el set point, la variable del proceso y el control, indicadores de modos permitidos e indicadores de alarma y paro.

La monitorización de las señales debe hacerse en intervalos de tiempo pequeño para que sea efectiva. Sin embargo la acción de control se realiza en períodos de tiempo mayores ya que depende de las constantes de tiempo del proceso que, en general, serán mayores que los períodos de monitorización.

Debemos distinguir por lo tanto dos intervalos de tiempo distintos pero relacionados entre sí:

- Ciclo de tratamiento: tiempo transcurrido entre dos acciones consecutivas de monitorización.
- Ciclo de control: tiempo transcurrido entre dos acciones consecutivas de control.

Este último ciclo es un múltiplo entero del ciclo de tratamiento y equivale al período de muestreo que deben tener en cuenta los diversos algoritmos PID que se incluyen en el regulador.

El cálculo del control se efectúa en los tiempos muertos de los ciclos de

tratamiento. Si, debido a la larga duración de dicho cálculo, como ocurre con el PID adaptativo, éste no se pudiera hacer dentro de un ciclo de tratamiento, se distribuye en ciclos de tratamiento consecutivos, bien mediante particiones hechas en el algoritmo global de control, bien mediante interrupciones.

ALGORITMO GENERAL DEL REGULADOR

En el algoritmo que se describe a continuación se ha adoptado la solución primera. Esto no es óbice para que se pueda adoptar más adelante, en vista de los resultados obtenidos, un planteamiento basado en interrupciones.

Algoritmo

- A1) Ejecución del algoritmo de arranque: el regulador adquiere una configuración inicial extraída de la ROM de personalidad de la que toma además el valor por defecto de todos sus parámetros.
- A2) Esperar a que llegue el comienzo de un ciclo de tratamiento y actualizar a continuación un contador de ciclos.
- A3) Leer las entradas procedentes de la unidad de entrada/salida. (La lectura del código de tecla se efectúa mediante interrupciones)
- A4) Actualización y tratamiento de la MIE. Comprende
 - Normalización de las magnitudes leídas en A3
 - Caracterización de las mismas
 - Ejecutar el algoritmo de tratamiento asociado al código de tecla si éste se corresponde a
 - 1) Petición de cambio de modo: almacenar en una variable, "modo-futuro", el código del modo solicitado.
 - 2) Modificación del set point interno: incrementar o decrementar la cantidad indicada por la tecla pulsada.
 - 3) Tecla del panel de programación: almacenar en la variable "modo-futuro" el código del modo manual.

Observación: En este punto solo se efectúa el tratamiento de una única tecla de las indicadas.
- A5) Efectuar los test de alarma y modificar las variables lógicas asociadas.
- A6) Volcar la MIS. Comprende:
 - Salida del control y de las dos señales analógicas que se deseen monitorizar.
 - Salida a los visualizadores de set point, variable del proceso y control del panel de operario.
 - Salida a los indicadores de alarma y paro
 - Salida a los indicadores de modos permitidos.

Observación: La salida al indicador del modo actual de funcionamiento se efectúa en el momento en que comienza la ejecución de los algoritmos asociados a cada uno de ellos.
- A7) Lógica para bifurcar al modo de funcionamiento del regulador.

Se pregunta: ¿ Es Modo-actual \neq Modo-futuro ? . Si: ir a A8. No: ir a A10.
- A8) ¿Está permitido el cambio de modo?. Sí: ir a A9 ; No: ir a A10
- A9) Efectuar la asignación de variables Modo-actual = Modo-futuro.
- A10) Bifurcar al algoritmo asociado al modo que indica la variable Modo-actual. Son cuatro los modos posibles:
 - Modo manual
 - Modo automático
 - Modo adaptativo
 - Modo computador

Después de la ejecución del algoritmo correspondiente se repite el ciclo

clo desde A2.

ALGORITMOS DE LOS DISTINTOS MODOS

Algoritmo del modo manual

- A1) Activar el indicador de modo manual en el panel de operario.
- A2) Bifurcar al algoritmo asociado al código de tecla pulsada. Son dos los posibles:
 - Incrementar o decrementar el valor del control y transferirlo a la MIS.
 - Entrar en el programa monitor del panel de programación. Se deja en suspenso todo el ciclo del regulador.
- A3) Fin.

Algoritmo del modo automático

- A1) Activar el indicador de modo automático en el panel de operario.
- A2) ¿Se calcula un nuevo control?. Sí: ir a A3; No: ir a A7.
- A3) Efectuar las comparaciones entre las entradas reflejadas en la MIE para fijar los valores de las variables lógicas internas
- A4) Transferir las entradas de la MIE a las entradas de algoritmo.
- A5) Ejecutar el conjunto de algoritmos que forman el programa de control.
- A6) Transferir el control calculado a la MIS
- A7) Fin

Observación: La decisión de calcular un nuevo control que se efectúa en A2 viene determinada por una variable lógica gobernada por el contador de ciclos de tratamiento.

Algoritmo del modo adaptativo

Posee la misma estructura que el algoritmo del modo automático. La diferencia reside en el programa de control que incluye un PID adaptativo

Algoritmo del modo computador

En este modo un ordenador conectado al regulador realiza las funciones de control y/o supervisión.

BASE DE DATOS

El software se ha desarrollado con el objetivo de permitir que el regulador sea configurable. Configurar quiere decir dotar al regulador de una determinada estructura, lo cual supone que, a través de un panel de programación, habrá que indicar:

- 1.- Qué entradas externas se van a utilizar
- 2.- Qué entradas van a representar el set point y la variable del proceso. Pueden asignarse dos entradas como fuente de cada una de estas variables y se indicará que variable lógica decide en cada momento la entrada que debe leerse.
- 3.- Qué entradas se van a caracterizar, con qué algoritmos de caracterización y los parámetros de los mismos. Una misma entrada puede caracterizarse hasta con dos funciones en cascada.
- 4.- Qué entradas van a compararse y qué variable lógica interna van a modificar si la comparación es cierta o falsa.
- 5.- Cuál es la secuencia de encadenamiento de los algoritmos básicos de librería con el objeto de definir el algoritmo global de control. Existe la posibilidad de condicionar la ejecución de un algoritmo de

- esta secuencia al valor que tome una variable lógica determinada.
- 6.- Qué variables van a presentarse a la salida del regulador y qué tipo de caracterización se desea hacer.
 - 7.- Qué variables lógicas van a determinar la permisión de un cambio de modo y qué cambios de modo van a imposibilitarse.

Una de las características más sobresalientes del regulador es la posibilidad que tiene el usuario de definir el algoritmo de control. Existe un conjunto de algoritmos básicos cuyo encadenamiento, indicado en la configuración, da lugar a la creación del algoritmo de control deseado. Están contemplados todos los tipos de control convencionales, PID, PID con gap, cascada, feedforward, ratio, override, más la posibilidad de utilizar un PID adaptativo.

Toda esta información, junto con los parámetros de los algoritmos de control, forman lo que hemos dado en llamar base de datos del regulador.

Las acciones que efectúa cada uno de los bloques funcionales por los que pasa el flujo de información entrada/salida dependen del contenido de la base de datos y en alguno de ellos, además, del valor que tengan las variables lógicas internas y externas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) J.M. Guillén, S. Dormido, "Regulación Adaptativa en la Industria" Curso de Automática en la Industria. AEIA. Jaca 1981
- (2) J.M. Guillén, S. Dormido, J.M. de la Cruz, "Consideraciones prácticas para el desarrollo de reguladores adaptativos. 3ª Reunión G.E.M. Vigo, 1981.
- (3) D.N. Clarke, P.J. Gawthrop, "Implementation and application of microprocessor-based self-tuners" Automatica, vol. 17, n°1, pp. 233-244, 1981.
- (4) Wittenmark et al. "STUPID, Implementation of a self-tuning PID-controller" Depment. of Automatic Control, Lund Institute of Technology. Coden: LUTFD2/(TRRT-7201), 1980
- (5) M.A. Sheirah, O.P. Malik, G.S. Hope, "Self-Tuning Microprocessor Universal Controller" IEEE, vol IE-29, no. 1, feb. 1982
- (6) F.A. Farrar and R.S. Eiden, "Microprocessors requirements for implementing modern control logic", IEEE, vol. AC-25, n°3, 1980.
- (7) Kent Process Control, "P4000 H-BC Advance Control Station" 1979.
- (8) Leeds and Northrup Company, "Electromax V Digital On-off and Alarm-Limit Controllers", 1981.
- (9) Leeds and Northrup Company, "Electromax V, Single-Loop Digital Controller", 1982.
- (10) Toshiba International Company Ltd., "Toshiba One Loop Controller" 1982.