



Universidad de Murcia

**G.E.M.**

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

**IV REUNION**

Murcia, 29 - 30 Septiembre 1983



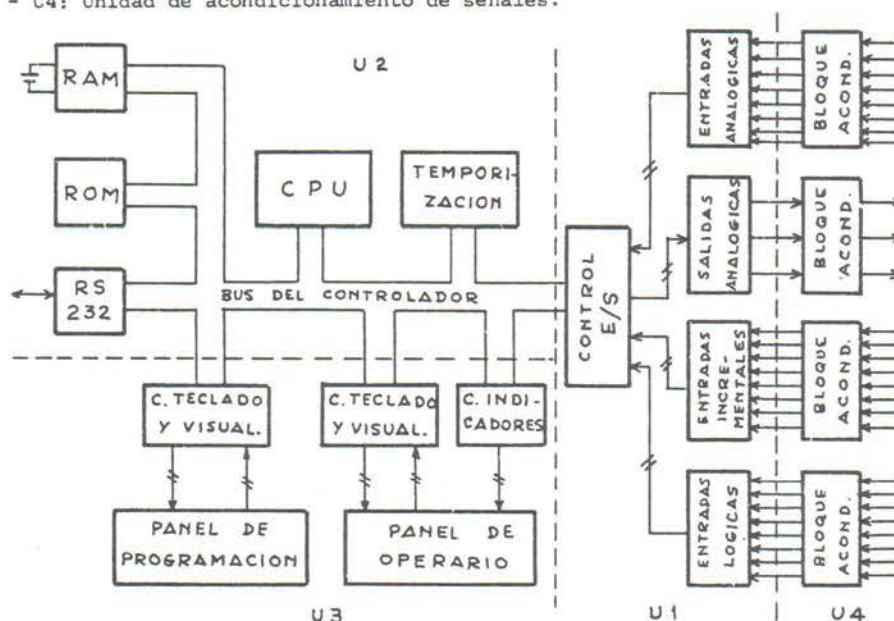


- Panel de operario: contiene los elementos propios de los paneles que, en la actualidad, presentan la mayoría de los reguladores existentes en el mercado (7)-(10). Como característica distintiva, posee el selector de modo adaptativo.
- Panel de programación; permite al usuario configurar el regulador de una forma específica y fijar los parámetros asociados.
- Algoritmos de control; se detallan en la comunicación software.

### 3. DESCRIPCION HARDWARE

El desarrollo hardware del controlador está basado en un microprocesador de 8-bits y consta básicamente de cuatro unidades, como puede verse en el diagrama de bloque de la Fig. 1, que son los siguientes:

- U1: unidad de entrada y salida
- U2: Unidad central de procesos
- U3: Unidad de visualización y teclados
- U4: Unidad de acondicionamiento de señales.



Cada una de estas unidades constituye, prácticamente, una tarjeta en el regulador y se interconectan a través del bus del controlador, a excepción de la U4. A continuación se detallan las partes características y las funciones que realiza cada una de las unidades.

#### 3.1 Unidad de entrada y salida

Tiene como objetivo cubrir la gran variedad de señales que, procedentes de un proceso real, han de ser medidas y controladas por el regulador, así como la capacidad de monitorizar variables del proceso. Por este motivo se ha dotado al regulador con las siguientes facilidades de E/S: 4 entradas analógicas diferenciales, 3 salidas analógicas, 8 entradas incrementales y 8 entradas lógicas, como puede verse en la Fig. 1.

Entradas analógicas: el rango de tensión que se permite en cada canal ana



lógico de entrada es  $\pm 5V$ . El bloque de entradas analógicas de la Fig.1 incluye un amplificador instrumental, de manera que el regulador pueda controlar, con gran fiabilidad, señales de muy bajo nivel procedentes, por ejemplo, de termopares. El conversor A/D utilizado es de 12-bits y con tiempo de conversión de  $22\mu s$ , con lo que se consigue una buena precisión y rapidez en la lectura de las cuatro entradas analógicas diferenciales.

Salidas analógicas: las tres salidas analógicas son independientes, lo que permite monitorizar cualquier variable del proceso, simultáneamente a la aplicación del control. Los conversores D/A utilizados tienen salida en tensión con rango seleccionable ( $\pm 10V$ ,  $\pm 5V$ ,  $\pm 2.5V$ , 0 a  $10V$ , 0 a  $5V$ ).

Entradas incrementales: Este tipo de señales se contemplan en el controlador como una alternativa a las entradas analógicas, pues son señales lógicas asociadas a variables continuas. Son activas a 0V e indican un incremento o decremento en la variable continua asociada proporcional al tiempo de activación.

Entradas lógicas: con lógica TTL, estas ocho entradas, fijadas a un valor por el operario o bien dependientes de la dinámica del proceso, permiten que acciones externas al controlador puedan modificar su forma de actuación.

### 3.2 Unidad central de procesos

Esta unidad constituye el corazón del controlador y en ella se arbitran todas las acciones que ha de realizar el regulador, a saber: lectura de entradas, visualización de variables, lectura de teclados y la aplicación de los algoritmos de control.

El microprocesador elegido ha sido el MC6809 por su gran potencia de cálculo, dentro de los micros de 8-bits. El bloque CPU de la Fig.1 contiene el microprocesador, la circuitería asociada con éste (reset, reloj), la decodificación de direcciones y el control de interrupciones.

En la memoria ROM del controlador se almacenan dos tipos de información:

- a) Base de datos: contiene los parámetros que configuran el regulador en su arranque en frío.
- b) Programas de control: para los distintos modos de funcionamiento del regulador.

En la memoria RAM se distinguen:

- a) La zona de variables utilizadas por los programas de control.
- b) la zona de base de datos: contiene aquellos parámetros de la base de datos que, fijados inicialmente en la memoria ROM, pueden ser modificados por el usuario desde el panel de programación para configurar definitivamente al regulador.

Toda la memoria RAM lleva una batería de "back-up" para, en caso de fallo de potencia, preservar todos los parámetros que configuraban al controlador, así como el estado de las entradas y salidas, necesarios para el llamado arranque en caliente.

El control del proceso es en tiempo real; de ahí que el regulador disponga de unos circuitos de temporización, que son programados por el microprocesador para fijar el periodo básico y, a partir de él, el ciclo de tratamiento y el periodo de muestreo para las entradas incrementales. Y son los propios circuitos de temporización los que, a veces, marcan al microprocesador, mediante interrupciones, determinadas acciones a realizar. El controlador dispone también de una "interface" serie RS-232 para comunicación con pantalla, con otro controlador, o bien para que éste pueda actuar como terminal en un lazo de control más complejo bajo supervisión de un computador.

### 3.3 Unidad de visualización y teclados

Como se especificó en el apartado 2 y se recoge en el diagrama de bloques de la Fig. 1, el controlador posee un panel de operario y un panel de programación, independientes entre sí. Tratando de descargar al microprocesador de las labores de refresco de los visualizadores y de escrutinio de teclados, éstas se realizan utilizando un circuito controlador de visualización y teclado para cada panel, con el consiguiente ahorro de tiempo y ganancia en modularidad del sistema.

El panel de operario contiene:

- 4 teclas para cambios de modo.
- 4 teclas de dos posiciones cada una para cambio manual del "set point" y de la variable de control.
- 1 tecla para reconocimiento de alarma; el operario pide información al controlador de la causa que ha producido la alarma.
- 1 tecla para autochequeo de funcionamiento
- 3 visualizadores digitales de 4 dígitos más Punto Decimal cada uno, para la visualización (en el rango de 0 a 100, con precisión de 0.1) del "set-point" variable del proceso y variable de control.
- 4 indicadores de modos de funcionamiento.
- 5 indicadores de cambios no permitidos.
- 1 indicador de alarma.
- 1 indicador de paso del controlador a modo manual por causa de malfuncionamiento en el sistema.

El panel de programación contiene:

- 1 teclado no superior a 16 teclas, de doble función, con unas funciones específicas que facilitan al usuario la programación de los distintos bloques de la base de datos y los dígitos, punto decimal y signo para la introducción de los parámetros.
- 1 visualizador alfanumérico de 12 caracteres, en el que se distinguen tres campos: a) 4 caracteres alfanuméricos que indican el bloque de la base de datos al que nos estamos refiriendo o que nos permite dar información de errores de programación; b) 2 dígitos para indicar el número de parámetros correspondiente dentro de cada bloque, y c) 5 dígitos más punto decimal, más signo para indicar el valor del parámetro.

### 3.4 Unidad de acondicionamiento de señales

La misión de esta unidad es aislar al controlador de perturbaciones externas y adaptar las señales a los rangos de tensión especificados en la unidad de entrada y salida. La modularidad de esta unidad debe ser total, pues cada tipo de señal e incluso cada señal, aunque sea del mismo tipo, necesita de un tratamiento distinto. Los diferentes bloques de esta unidad son, pues, opcionales e irán en función de cada aplicación concreta.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) J.M. Guillén, S. Dormido, "Regulación adaptiva en la Industria" Curso de Automática en la Industria, A.E.I.A. Jaca, 1981.
- (2) J.M. Guillén, S. Dormido, J.M. de la Cruz, "Consideraciones prácticas para el desarrollo de reguladores adaptivos" III 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. 233-44, 1981.

de bloques  
panel de  
al micropro  
escruti-  
ontrolador de  
horro de

el "set  
informa-  
ma.

cada uno,  
sión de 0.1)  
ol.

usa de mal-

unas fun-  
ción de los  
to decimal

se distin-  
can el blo  
que nos per  
dígitos para  
e cada blo-  
dicar el va

ciones exter  
s en la uni  
r total,  
ismo tipo,  
esta uni-  
concreta.

stria" Curso

s prácticas  
E.M. ,

on of micro-  
233-44,

- (4) Wittenmark and al. "STUPID, Implementation of a Self-Tuning PID-Controller" Department of Automatic Control. Lund Institute of Technology, Coden: LUTFD2/(TFRT-7201), 1980.
- (5) M.A. Sheirah, O.P. Malik, G.S. Hope, "Self-Tuning Microprocessor Universal Controller" IEEE, vol. IE-29, n°1, Feb. 1982.
- (6) F.A. Farrar and R.S. Eidens, "Microprocessor requirements for implementing modern control logic" IEEE, vol. AC-25, n°3, 1980.
- (7) Kent Process Control, "P4000 H-BC Advanced 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.