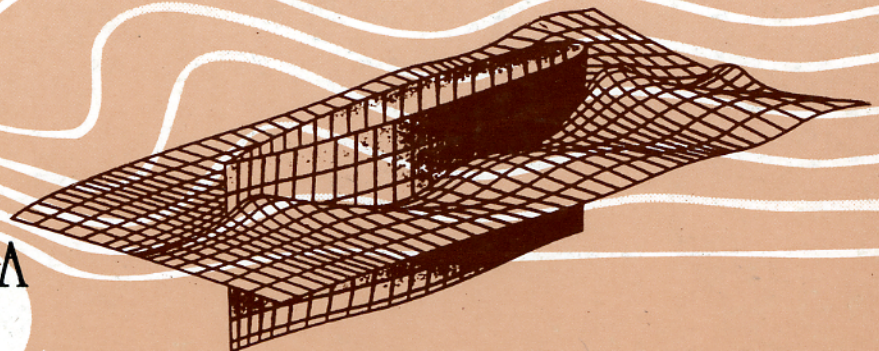
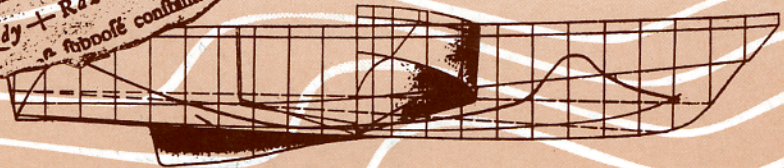
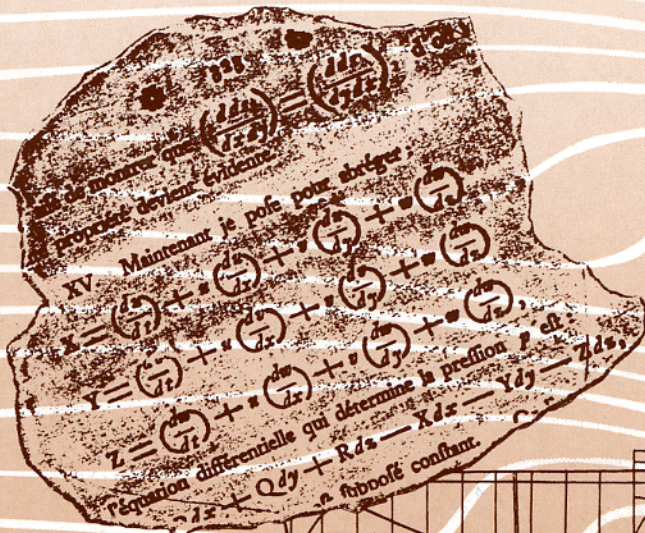


Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica
JULIO/DICIEMBRE 1993 VOLUMEN 3 No. 2



INGENIERIA
1993

CARACTERISTICAS Y DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA TARJETA CONTROLADORA

Jorge E. Badilla P., M.Sc.
Carlos Campos L.

Resumen

El objetivo de esta investigación ha sido el diseño de un programa de computadora, en lenguaje turbo Pascal 5.0, que le permita a la tarjeta interfaz del sistema controlador, la cual es totalmente controlada por una microcomputadora IBM PC o compatible, controlar un proceso industrial. Facilitando el estudio de las estrategias de control más adecuadas para un determinado sistema.

El programa permite obtener tres tipos de controladores donde las salidas digitales y analógicas dependen de la variable tiempo, o de una o todas las entradas digitales, o que dependan de las entradas analógicas. Permitiendo acciones de control como "On-Off", proporcional, integral, proporcional e integral, proporcional y derivativo, o proporcional, integral y derivativo.

El programa se diseñó de forma tal que su estructura fuera capaz de optimizar al máximo el tiempo de ejecución.

Summary

The objective of this research has been to design a software, in Pascal language. The computer program allows the inter-phase card of the controller system, which is controlled by an IBM PC or compatible microcomputer, to control an industrial process. The software makes easier to study the most adequated control strategies for a system.

The software allows to have three kinds of controllers, where the digital and analog outputs depend on the times variability, where they depend on one or all the digital inputs, or they depend of the analog inputs. Also, the software allows the control action as On-Off, proportional, integral, proportional and integral, proportional and derivative, proportional, integral and derivative.

The software has been design in a way that the structure would be able to optimaze the time execution.

INTRODUCCION

La tarjeta controladora de un artículo anterior requiere, sin lugar a dudas, de un programa que permita el control de un proceso industrial

que se acople a las características de la tarjeta de adquisición de datos. Este programa debe ser lo suficientemente flexible para que permita el uso adecuado de la tarjeta.

De acuerdo con la disposición de salidas de la tarjeta, se ha pensado en obtener tres tipos de controladores donde:

- Las salidas digitales y analógicas dependan de la variable tiempo.

* Escuela de Ingeniería Eléctrica Universidad de Costa Rica

- Las salidas digitales y analógicas dependen de las entradas digitales.
- Las salidas digitales y analógicas dependen de las entradas analógicas.

LAS SALIDAS DEPENDEN DEL TIEMPO

En muchos procesos se necesita, que a determinada hora, se realicen cambios en ciertas localizaciones del sistema. De allí la necesidad de tener a disposición del usuario un control de este tipo. Además, no solo se necesita que los cambios sean dados en un tiempo específico, sino que se pueda tener una colección de tiempos en que se variarán las salidas. Podríamos definir esta acción como control por tiempo.

LAS SALIDAS DEPENDEN DE LAS ENTRADAS DIGITALES

Este tipo de controlador esta basado en el hecho de que debido a que ocurren ciertas condiciones en diferentes posiciones del sistema (estas son del tipo de dos estados), es necesario realizar un cambio en otras partes del mismo para corregir o influir en el proceso.

La tarjeta controladora puede disponer de 7 entradas digitales. Se pueden utilizar todas ellas o solo algunas para influir en las salidas, por lo tanto se diseñarán dos tipos de control en este módulo:

- Las salidas dependen de todas las entradas digitales.
- Las salidas dependen de algunas de las entradas digitales.

LAS SALIDAS DEPENDEN DE LAS ENTRADAS ANALOGICAS

Las características analógicas en los procesos son importantes de considerar, por esto es necesario realizar un controlador en el cual las variables de control analógicas afecten las salidas.

Las acciones de control más usadas en las industrias, cuando se tienen señales analógicas, son los controles "on-off", en los cuales se tiene una señal variante a la entrada del control y cuando esta llegue a determinado valor se activará o desactivará la salida. Además existen otros tipos

de control como son los proporcionales, integrales, proporcionales integrales, proporcionales derivativos y los proporcionales integrales derivativos, que se utilizan para determinada característica de la señal de control.

Trabajaremos por lo tanto con las acciones de control siguientes:

- Controles ON-OFF.
- Controles proporcionales.
- Controles integrales.
- Controles proporcionales integrales.
- Controles proporcionales derivativos.
- Controles proporcionales integrales derivativos.

DISEÑO DE UN PROGRAMA SOFTWARE

Estructura de los puertos de entrada y salida

Antes de crear una estrategia de control, se debe considerar las características de que se dispone en el sistema.

Recordemos que nuestra tarjeta tiene ya localizadas las posiciones en el mapa de puertos de entrada y salida, así como el tratamiento de las señales tanto digitales como analógicas, según fué analizado.

Estructura de las matrices utilizadas en el programa

Para obtener un controlador versátil en su funcionamiento, se requiere de una estructura interna adecuada.

Se tiene una colección de tiempos, estados de voltaje, estados digitales, estados analógicos de entrada, que causarán un cambio en las salidas, tanto analógicas como digitales. Este grupo de valores es adecuado tratarlo con una estructura de vector, una colección de datos y adecuadamente como matriz en la que se tiene toda la información necesaria en una forma ordenada.

Se pretende tener una estructura similar en cada controlador, de tal manera que algunas de las subrutinas básicas puedan ser utilizadas por todos ellos.

Para los controles por tiempo, on-off y aquellos en los cuales sólo intervienen algunas entradas digitales, es conveniente tener un número de estados que permitan controlar eficazmente

procesos complejos. Se estima que 22 valores de estados alcanzables es un buen número para realizar lo anterior.

Hay que notar que todos los controladores anteriores tienen mucho en común, todos deben actuar en las salidas, es decir, en nuestro caso, en 4 localizaciones de puertos de salida. Además, todos ellos tienen como variable principal de control un estado (tiempo, voltaje, estado digital). Por esa razón la estructura básica que se utilizó, según nuestro criterio, es la más conveniente para tratar estos controles. Dicha forma se presenta en la figura 1.

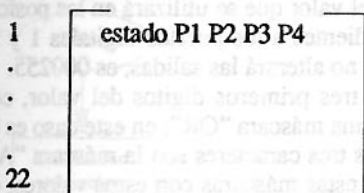


Figura 1. Estructura básica de los controles On-Off por tiempo y múltiples con máscara

Esta matriz muestra, en las filas la configuración de salidas codificada, de manera que en la primera columna se presenta el valor del estado al cual se debe de llegar para alterar las salidas, en la segunda y tercera columna se tienen los valores que se enviarán a los puertos digitales, codificados en las máscaras Y y O (AND y OR), correspondientes a cada puerto digital (P1 = puerto digital 1, P2 = puerto digital 2). Luego, en las columnas cuarta y quinta se tienen los valores asignados para las salidas analógicas (P3 = puerto analógico 1, P4 = puerto analógico 2). Estos valores, asignados a las últimas columnas se programarán de la siguiente manera:

- 0: salida senoidal pura
- 1: salida triangular
- 2: salida rampa positiva
- 3: salida rampa negativa
- 4: voltaje de salida 0 v

Cada localización de la matriz se define como una hilera ("string") de 6 caracteres, esto se hace principalmente por la comodidad que presentan estas estructuras en la separación, unión y extracción de caracteres simples, las cuales son necesarias en el programa.

Para la matriz del control por tiempo, denominada en el programa como MATRIZTIEMPOS, se tiene en la primera columna el valor de la hora codificada según se muestra en la figura 2.

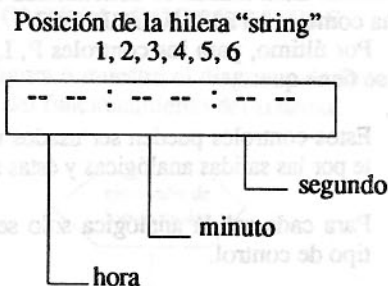


Figura 2. Codificación de la hora en el control por tiempo

Para el caso de la matriz del control ON-OFF se debe tener presente la existencia de 8 entradas analógicas, cada una de las cuales posee 22 valores de estados de voltaje, por lo que esta matriz es tridimensional y esta compuesta por ocho caras iguales a la de la estructura básica. Esta matriz es definida en el programa como MATRIZONOFF.

Para el control por entradas múltiples, en el que únicamente algunas entradas digitales infieren, se tiene en la primera columna el valor codificado en dos máscaras ("and y or") de la configuración de las entradas digitales, que activarán las salidas y en las columnas restantes la configuración de salidas para este estado. Esta matriz se denomina MATRIZMULTIPLES1.

En el control por entradas múltiples en que todas las entradas digitales infieren en las salidas, se deben de tomar en cuenta que al influir todas las entradas binarias, cualquier estado presente en el puerto digital puede variar las salidas. Como se tienen 7 entradas binarias se pueden presentar 2 elevado a la 7 posibles combinaciones, por lo tanto, 128 estados.

La estructura propuesta para este tipo de controlador se da en la figura 3.

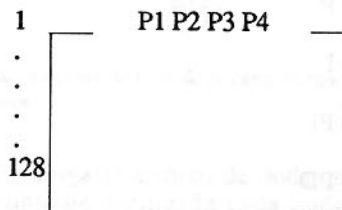


Figura 3. Estructura del Controlador por entradas múltiples

En cada fila se tienen las configuraciones para cada combinación, y es el valor del estado presente en el puerto digital, el que seleccionará cual de las posibles configuraciones se mandará a las salidas. Esta matriz es denominada en el programa como MATRIZMULTIPLES2.

Por último, para los controles P, I, PI, PD y PID se tiene que:

- 1- Estos controles pueden ser usados únicamente por las salidas analógicas y éstas son 2.
- 2- Para cada salida analógica solo se usará un tipo de control.
- 3- Para cada salida inferirá como entrada una analógica.

La estructura que más se adapta para este control se presenta en la figura 4.

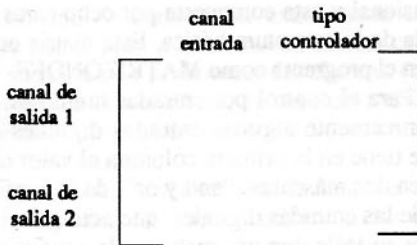


Figura 4. Estructura de las acciones de control P, I, PI, PD, PID

Cada fila posee la información de las salidas analógicas, en la primera columna se tiene la entrada que influirá en la salida, por medio de la acción de control especificada en la segunda columna. En la última columna, estas acciones de control serán codificadas de la siguiente forma:

- 1- Acción P
- 2- Acción I
- 3- Acción PI
- 4- Acción PD
- 5- Acción PID

INICIALIZACION DE LAS MATRICES

Como se pretende que todos los controles se ejecuten al mismo tiempo y que el usuario pueda escoger cuales de estos se utilizarán, se debe de inicializar en forma correcta las matrices de control con valores adecuados, los cuales no alteren (una vez en funcionamiento el programa) las salidas, sino, se utilizará la matriz dada en el problema específico, o también, algunos de los estados alcanzables de algún controlador específico no se utilizen del todo y sólo se usen unos cuantos.

Para las matrices de tiempo, múltiples y ON-OFF el valor que se utilizará en las posiciones correspondientes a los puertos digitales 1 y 2 (P1 y P2), que no alterará las salidas, es 000255.

Los tres primeros dígitos del valor, corresponden a una máscara "OR"; en este caso es 000 y los últimos tres caracteres son la máscara "AND". Al aplicar estas máscaras con estos valores, el dato específico guardado en el valor actual del puerto no se afectará. Por lo tanto, es el valor inicial para estas posiciones de los puertos.

Las posiciones correspondientes a los puertos de salida analógicos (P3 y P4) se iniciarán en 4, que según la codificación corresponde a un valor de salida analógico de cero voltios (Ninguna señal).

Para los valores iniciales de los estados, no se necesitan valores determinados, ya que dado cualquier valor en esta posición, si se alcanza este, se activarán las salidas con la configuración inicial (No se variarán las salidas ya que se tiene 000255 en P1 y P2 y 4 en P3 y P4). Pero, por formalidad se inicializarán estos valores de estados con 00:00:00 en el caso de los tiempos, con 000.000 en el caso del control ON-OFF y con 0000000 en el control por entradas múltiples con máscara.

DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL DEL PROGRAMA

El tiempo de ejecución es vital para un controlador. Cuanto más rápido se ejecute un control, mejor será su acción de control.

Al tener varios controles al mismo tiempo funcionando, causa un tiempo de ejecución lento. A pesar de que se utilizara una computadora como la XT, con un reloj de 4.77 Mhz, el programa debe de realizar varias funciones a la vez; en ejecución, como mandar ondas de salida senoidales, triangulares,

rampas, cambiar los puertos de salida digitales, convertir señales analógicas a digitales, capturar señales digitales, y además de esto hay que procesar las señales por los diferentes controles y se ocupa mucho tiempo. Por esto, la estructura interna del programa debe ser capaz de optimizar al máximo el tiempo de ejecución, para esto se diseña en 2 partes principales; la parte del "setup" u organización de las configuraciones del sistema y la parte de funcionamiento, en que se pondrán en ejecución todos los controles.

El diagrama de flujo principal del programa se da en la figura 5.

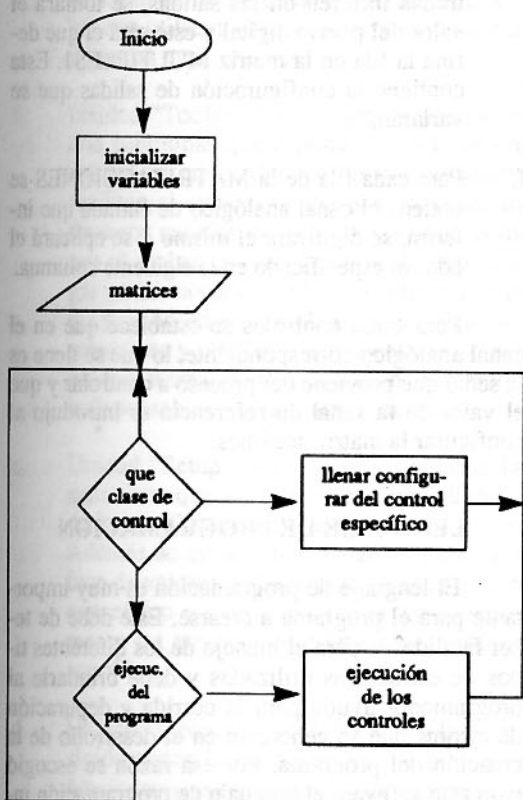


Figura 5. Diagrama de flujo del programa software

En este se inicializan las variables y matrices de control al principio y luego se pasa a un ciclo en el cual se tienen las 2 partes principales, discutidas anteriormente. Se pregunta si se desea utilizar un control específico, si la respuesta es afirmativa, se procederá a llenar la configuración para este control, o se pregunta si se desea poner

en funcionamiento los controladores y seleccionada la opción se correrá esta parte del programa.

EJECUCION DEL CONTROLADOR MULTIPLE

La figura 6 muestra el diagrama de flujo para la parte del funcionamiento del sistema.

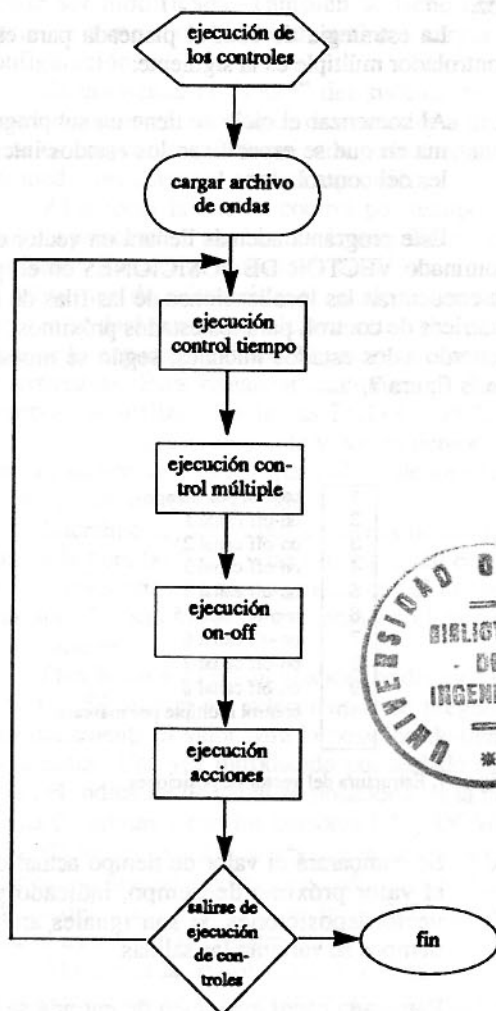


Figura 6. Diagrama de flujo de la parte de funcionamiento del controlador

Se carga el archivo de ondas en memoria. Este contiene digitizada cada onda (senoidal, triangular, rampa positiva y rampa negativa) en



255 puntos. Luego se entra a un ciclo en que se ejecutarán uno a uno cada controlador, hasta que se de una petición de fin de ejecución, en la cual se enviará el control a la parte del "setup".

La ventaja que tiene esta estructura es que se tiene un controlador múltiple con ella, esto quiere decir que en las salidas se pueden presentar una combinación de controles al mismo tiempo. Por ejemplo se puede tener un control por tiempo, por on-off y por entradas múltiples actuando a la vez.

La estrategia de control planeada para este controlador múltiple es la siguiente:

- a. Al comenzar el ciclo se tiene un subprograma en que se especifican los estados iniciales del controlador.

Este programa además llenará un vector denominado VECTOR DE POSICIONES en el que se encuentran las localizaciones de las filas de las matrices de control, para los estados próximos, de acuerdo a los estados iniciales, según se muestra en la figura 7.

1	control por tiempo
2	on-off canal 1
3	on-off canal 2
4	on-off canal 3
5	on-off canal 4
6	on-off canal 5
7	on-off canal 6
8	on-off canal 7
9	on-off canal 8
10	control múltiple por máscara

Figura 7. Estructura del vector de posiciones

- b. Se comparará el valor de tiempo actual con el valor próximo de tiempo, indicado por vectordeposiciones, si son iguales ambos tiempos se variarán las salidas.
- c. Para cada canal analógico de entrada se digitizará el valor presente en ese momento y se comparará con el valor analógico siguiente de la matriz On-Off, indicado por vectordeposiciones[i] (donde $i = 2 \dots 9$, 2 = canal analógico 1, 9 = canal analógico 7), si concuerdan en cierto canal se variarán las salidas.

- d. Se leerá el valor presente en el puerto digital. Para el control múltiple por máscara se aplicará esta máscara y si coincide se alterarán las salidas.

En los casos anteriores las configuraciones de salidas están en las filas especificadas por el valor del vector de posiciones correspondiente. Cada vez que ocurre un cambio en las salidas se alterará el vectordeposiciones[i] para que apunte al estado próximo.

- e. Para el control múltiple en que todas las entradas infieren en las salidas, se tomará el valor del puerto digital y este será el que define la fila en la matriz MULTIPLES1. Esta contiene la configuración de salidas que se variarán.
- f. Para cada fila de la MATRIZACCIONES se obtiene el canal analógico de entrada que inferirá, se digitizará el mismo y se aplicará el control especificado en la siguiente columna.

Para estos controles se establece que en el canal analógico correspondiente, lo que se tiene es la señal que proviene del proceso a controlar y que el valor de la señal de referencia se introdujo al configurar la matriz acciones.

Lenguaje de Programación

El lenguaje de programación es muy importante para el programa a crearse. Este debe de tener facilidades para el manejo de los diferentes tipos de estructuras utilizadas y debe brindarle al programador ayuda para la corrida y depuración de errores que se generarán en el desarrollo de la creación del programa. Por esa razón se escogió para este software el lenguaje de programación integrado Turbo Pascal 5.0.

Este lenguaje esta orientado a la creación de librerías o colecciones de pequeños subprogramas que cumplen una función específica, las cuales pueden utilizarse en el programa general que llamará; cuando lo requiera, la función de biblioteca específica.

Esta estructura se utilizó en el software; creando así, diversas librerías de procedimientos, relacionados entre sí y un programa general basado en ellas, para realizar los controladores existentes.

ORGANIZACION DE LAS UNIDADES

Las librerías en Turbo Pascal 5.0 se definen como unidades. Se crearon en el programa 5 unidades específicas, cada una de las cuales contiene procedimientos o funciones comunes relacionadas entre sí. Seguidamente se presenta una lista de estas unidades y una descripción general de cada una de ellas:

- a. Unidad "Varsetup": es más conveniente utilizar una sola biblioteca con la definición de todas las variables del programa, aquí se encuentran definidas todas las variables globales que utilizan tanto el programa principal, como las otras unidades.
- b. Unidad "Toolbox": el programa utiliza varias subrutinas que a pesar de no tener una influencia primordial en los controladores, facilitan el manejo de datos a través de los diversos canales de entrada y salida, como son el grabar un archivo en el diskette, cargar en memoria un archivo, capturar una tecla presionada en el teclado, etc. Todas estas subrutinas y otras más se encuentran en esta unidad, formando una caja de herramientas, indispensables en cualquier programa.
- c. Unidad "Setup": en esta se encuentran las subrutinas que se refieren a la inicialización de las configuraciones de los controladores. Además se tienen subprogramas para cambios de valores y despliegue de cada control específico y uno que ordena ascendente las matrices Matriztiempos y Matrizonoff.
- d. Unidad "Ejecucio": aquí tenemos a la disposición todos los programas que ponen en funcionamiento cada controlador específico.
- e. Unidad "Ad": esta unidad consta de un solo procedimiento encargado de digitalizar el canal de entrada analógico especificado.

DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA SOFTWARE

El programa software creado consiste en dos grandes partes:

- Set-up del sistema.
- Ejecución del sistema total.

La inicialización o "set up" del sistema es la parte del programa donde se inicializan las variables y se le da al sistema el algoritmo general del controlador. Además de los cuatro principales tipos de controles se tiene a la disposición del usuario la hora actual y si ésta es incorrecta puede ser modificada. También se tiene otras opciones como son el ordenar, grabar y cargar la configuración.

Se comienza el "setup" del sistema escogiendo simplemente los tipos de controles a utilizar en un problema determinado, seleccionando por medio del cursor el control específico.

Al escoger la opción control por tiempo, la pantalla principal se cambia por la pantalla correspondiente. En esta se muestra el valor número cero del tiempo de referencia y el estado de las salidas que se dará cuando se alcance este valor. Con base en lo expuesto, existen 22 valores de tiempo programables. Para visualizar cualquiera de éstos tiempos, se utilizan las teclas PGDN y PGUP, donde PGDN pasa al siguiente valor de tiempo de manera ascendente y PGUP pasa al siguiente valor de tiempo de manera descendente.

Inicialmente, todos estos valores de tiempo están a la hora 00:00:00 y las salidas, están en estado de invarianza; lo cual significa que al llegar a esta hora las salidas permanecerán en el mismo estado anterior.

Para llenar esta configuración, se dispone de la tecla ESC que al ser seleccionada se pregunta inmediatamente el valor para la posición de tiempo presente. Una vez introducido por teclado este valor, el indicador de canal se posiciona en la columna de salidas y con los cursores UP y DOWN se puede mover éste a la salida que se desea modificar en ese tiempo y poner su estado. Para salir de éste módulo, se presiona la tecla HOME, la cual pone al usuario en la primera pantalla.

Al escoger la opción control por entradas digitales múltiples, se le pregunta al usuario que clase de control por entradas múltiples desea, y con los cursores UP y DOWN se seleccionará alguna de las alternativas siguientes:

- Control por entradas múltiples en que las salidas dependen de todas las entradas digitales.

- Control por entradas múltiples en que las salidas dependen de algunas de las entradas digitales.

Al escoger la opción control por entradas múltiples en que las salidas dependen de todas las entradas digitales, el localizador de posición se coloca en los canales de entrada digitales.

Al ser el número de entradas digitales 7 existirán 27 posibles valores de estados de entradas, el usuario por medio de los cursores UP y DOWN y de las teclas 0 y 1 selecciona el estado de las entradas digitales en que se activarán las salidas, una vez hecho esto se presiona ESC, para hacer que el localizador de posición se sitúe en las salidas y al igual que antes con los cursores UP y DOWN y con las teclas 0, 1, 2, 3, se configurarán estas. Una vez hecho esto se presiona ESC y se vuelve al menú principal.

La opción control por entradas múltiples en que las salidas dependen de algunas de las entradas digitales es similar al anterior, en cuanto al establecimiento de la configuración de salidas y entradas digitales solo varía en que en las últimas se tiene la opción de colocar * en los canales de entrada, que significa en este caso que el canal dado no afectará la salida (no se tomará en cuenta).

Se tienen además 22 valores de configuraciones posibles en este módulo, las cuales se pueden seleccionar con PGUP y PGDN y se utiliza ESC para modificar cualquiera de ellas. La salida de este módulo se da con ESC y HOME.

Al seleccionar el módulo controles "on-off", se presenta la alternativa al usuario de escoger entre los 8 canales analógicos de entrada, al cual se aplicará el control.

Al igual que en el control por tiempo, se llena la configuración de la misma manera. PGUP y PGDN dan 22 valores posibles por canal, con ESC se llena la configuración para la posición particular existente en ese momento. Primero, se pregunta el valor de voltaje de entrada necesario para modificar las salidas y se configuran estas. La salida de este módulo se da con ESC y HOME.

El último tipo de control que existe es el P, I, PI, PD o PID el cual se refiere esencialmente a las entradas analógicas que afectan las salidas analógicas.

A continuación el cursor se posiciona en la salida analógica 1 y se pregunta cuál de las entradas analógicas va a inferir en esta salida (0 - 7), al introducir el número de esta; se interroga qué

clase de control se tendrá en la salida (1 - 5), según el menú. Lo anterior también se hace para la salida analógica 2.

Luego, se preguntarán los valores de entrada de referencia para cada salida analógica y los valores de las constantes particulares de cada acción de control. A saber:

- Sensibilidad proporcional o ganancia K_p , para el P, PI, PD y PID.
- Constante integrativa K_i para el control I.
- Tiempo integrativo T_i para el PI y PID.
- Tiempo derivativo T_d para el PD y PID.

Hecho esto se devuelve al menú principal.

La ejecución del sistema total se pondrá en funcionamiento una vez configurados todos los controladores que se usarán en las salidas.

Esta función se habilita presionando las teclas ALT-E, en el menú principal. Inmediatamente se preguntará el valor del tiempo de referencia con que se desea comenzar el controlador por tiempo. Si no se especifica, el programa asume el tiempo presente como referencia. Además se preguntará si se desean voltajes de referencia para los controles ONOFF. Si no se dan estos, los valores presentes en los canales analógicos de entrada se tomarán como referencia. Hecho esto se pondrá en funcionamiento el sistema, variándose las salidas dependiendo de los estados correspondientes de entrada.

Por último el menú principal tiene sus funciones de ayuda para el usuario. Dichas ayudas son:

Teclas presionadas	Función
Alt-I	Inicializar la hora real.
Alt-O	Ordenar la configuración total.
Alt-G	Guardar la configuración en diskette.
Alt-C	Cargar una configuración existente en diskette.

- Inicializar la hora real: presionando Alt-I se preguntará al usuario la hora real en el formato hh:mm:ss. Esta se utilizará en los controles por tiempo.

- Ordenar la configuración total: al seleccionar esta función la configuración del contro-

lador por tiempo y ONOFF se ordenará ascendentemente en el valor de estados.

Es necesario notar que para la ejecución del controlador se debe de haber seleccionado anteriormente esta opción.

- Guardar y cargar la configuración del disquette: estas dos funciones permiten el almacenaje y descargue de las configuraciones desarrolladas en los controles. El usuario podrá con estas funciones organizar su configuración del modo que desee y podrá guardarla en diskette para su posterior uso.

BIBLIOGRAFIA

Badilla, Jorge, "Control by microcomputer of a small hydroelectric plant". University of New York at Buffalo, Buffalo, (1987).

IBM, "Personal computer XT hardware reference library", IBM Inc.(1983).

Borland International, "Turbo pascal owner's handbook", Borland International, (1987).

Microsoft MS-Dos, "Operating System - User's guide", Microsoft Corp, (1986).

Ogata, Katsuhiko, "Ingeniería de control moderna", Prentice Hall, (1986).

Norton, Peter, "Inside the IBM PC", Prentice Hall,(1986).

ABREVIACIONES

AEN	=	Address enable - Permiso de dirección
ALE	=	Address lacht enable - Permiso de establecer dirección
AD	=	Analógico Digital
DA	=	Digital Analógico
STA	=	Start - Inicio
CAD	=	Convertidor Analógico Digital
CDA	=	Convertidor Digital Analógico
P	=	Proporcional
I	=	Integral
PI	=	Proporcional e Integral
PD	=	Proporcional y Derivativo
PID	=	Proporcional Integral y Derivativo