

# EL AUTÓMATA PROGRAMABLE COMO MÁQUINA ALGORÍTMICA

López, Antonio M. - Villasevil, F. Javier - Vigará, Julio E.  
Departamento Ingeniería Electrónica , Universitat Politècnica de Catalunya  
E.U.P.V.G. Av. Victor Balaguer s/n, Vilanova i la G. 08800  
Tel: 938967728 , Fax: 938967700  
E-mail: lopezm@eel.upc.es - villasevil@eel.upc.es - jvigara@eel.upc.es

## RESUMEN

*En el trabajo se hace una descripción de un equipo didáctico, específicamente diseñado y construido para relacionar los autómatas programables industriales, tan frecuentes en la industria actual, con el mundo de las máquinas algorítmicas, ya que es generalmente explicado de forma separada, pero que sin duda constituye una buena base para su diseño. Se aborda, por consiguiente, la implementación de una máquina algorítmica, desarrollando por separado la unidad de control y la unidad de proceso, simulando el funcionamiento de un autómata programable mediante un ejemplo determinado.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Se puede definir el autómata programable como un tipo particular de máquina algorítmica, siendo el autómata quien directamente controla el proceso industrial: de acuerdo con el programa almacenado en memoria, el autómata recibe los datos de los dispositivos de entrada conectados a él, utiliza estos datos para monitorizar el sistema controlado y cuando el programa ordena tomar alguna acción, el autómata envía las señales correspondientes a los dispositivos de actuación conectados a sus salidas.

Un autómata se puede utilizar tanto para controlar un proceso simple, repetitivo o puede conectarse a otros autómatas en red o a un ordenador para integrar el control de un sistema complejo, dado que es un dispositivo diseñado tomando la flexibilidad y la adaptabilidad a cualquier situación como características principales.

Para integrarse dentro del sistema a controlar, el autómata dispone de módulos de entradas y salidas que le permiten comunicarse con los dispositivos conectados a él.

Cuando un autómata ejecuta un programa para el control de un sistema externo, se realiza internamente una serie de operaciones que podemos clasificar en cuatro categorías:

- I. Procesos comunes, tales como operación de almacenamiento del programa en memoria y chequeo de la misma, así como la comprobación general de los elementos del sistema.
- II. Entrada y salida de datos.
- III. Ejecución de la instrucción.
- IV. Servicio de dispositivos periféricos.

## 2. ESTRUCTURA DEL AUTÓMATA INDUSTRIAL

Externamente, podemos identificar a la gran mayoría de los PLC's industriales como sistemas electrónicos compactos formados por diversos módulos, distintos entre ellos y unidos a una misma base [1]. En algunos modelos concretos pueden además existir teclados para la introducción de datos o displays, ya sean de leds o LCD.

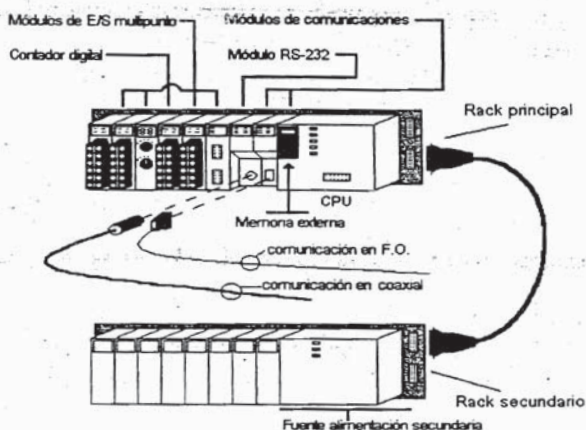


Fig. 1. Módulos funcionales

Los módulos funcionales del autómata son:

### ♦ Módulo principal o CPU

Es el módulo básico para el funcionamiento del autómata, ya que comprende el microprocesador, junto con los registros y componentes necesarios para la ejecución del programa de control. También se hallan los drivers para la comunicación con los módulos

conectados al rack principal y con los conectados a otros racks de expansión unidos al principal.

♦ Módulos de entradas y salidas

Dentro de este apartado hemos querido englobar todos aquellos módulos que, siendo de captación o transmisión de datos, disponen de funciones especiales.

♦ Módulos de comunicación

Permiten la comunicación entre autómatas diferentes en forma de red constituyendo una unidad de control compleja, capaz de controlar un sistema de producción completo.

Por otra parte, es posible tener la visión de la estructura interna del autómata como una máquina algorítmica. Se define máquina algorítmica como el sistema digital cuya finalidad es la ejecución de un algoritmo. Será posible, entonces, asumir el diseño de un autómata programable desde esa vertiente, aprovechando toda la metodología para desarrollar una máquina algorítmica con este fin [2].

### **3. MATERIALIZACIÓN DE LA MÁQUINA ALGORÍTMICA: LAS UNIDADES DE CONTROL Y PROCESO**

El proceso de construcción de la máquina algorítmica consta de una serie de fases:

1. Descripción del algoritmo.
2. Relación de precedencia.
3. Materialización del esquema de cálculo.
4. Asignación de recursos y asignación de memoria, que lleva a la materialización de la Unidad de Proceso.
5. Realización del algoritmo de control que nos facilita la implementación de la Unidad de Control.

Así pues, la constitución interna de la CPU de un autómata tipo, como máquina algorítmica que es, se hallará compuesta de los dos elementos básicos ya descritos: la Unidad de Control y la Unidad de Proceso, además de una serie de registros internos, una memoria externa que en modo ejecución se considera de solo lectura (ROM), una memoria interna volátil (RAM) y drivers de comunicación con los demás módulos del rack.

#### **3.1 Unidad de control**

En la figura 2 se muestra el esquema general en bloques funcionales de la unidad de control, junto con su implementación.

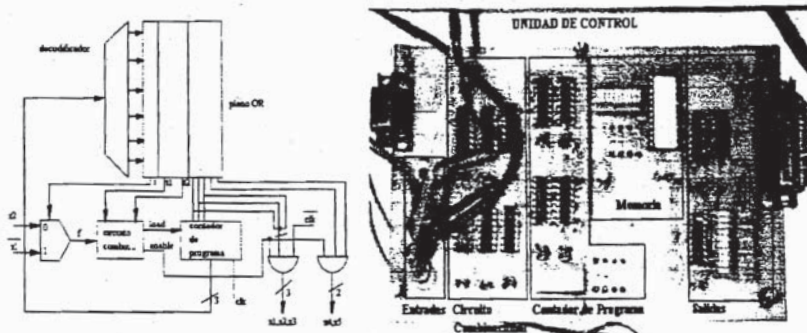


Fig. 2. Unidad de control

La matriz OR se descompone en tres campos : el primer campo define la función  $f(x)$  que se utiliza para definir un salto condicional; el segundo, define el tipo de instrucción y el último campo define una orden si la instrucción es de tipo EXE y una dirección cuando la instrucción es de tipo IF o GOTO.

Un multiplexor permite seleccionar la función utilizada por los saltos:  $x1$  y  $x2$ . Un circuito combinacional de control genera la señal de carga, LOAD, del contador de programa y una señal de validación, ENABLE, de las variables de control  $z$ .

Para implementar el plano OR se ha utilizado una memoria tipo EPROM y de esa manera disponer de microinstrucciones [3]. La estructura vista tiene la cualidad de la independencia respecto a la unidad de proceso.

### 3.2 Unidad de proceso

Se concibe una unidad de proceso con las siguientes características:

- ◆ 8 posibles entradas.
- ◆ 4 corresponden a entradas físicas ( IN1, IN2 , IN3, IN4 ) y 4 corresponden a variables internas ( IN5, IN6, IN7 ,IN8 ).Las variables internas son resultados de instrucciones que ha podido ir ejecutando la unidad de proceso y que se guardan para poder utilizarlos como operandos (entradas) en instrucciones posteriores.
- ◆ 4 salidas de relé.
- ◆ 6 instucciones a ejecutar: AND, OR, KEEP, TIMER, COUNTER, END. Con estas instucciones se programa la unidad de proceso.
- ◆ 2 bytes de línea de programa , estos 2 bytes codifican la instrucción a ejecutar, los operandos a utilizar, la salida y/o variable interna sobre la que actuar etc...

En la figura 3 se observa la composición de la unidad de proceso diseñada y su implementación.

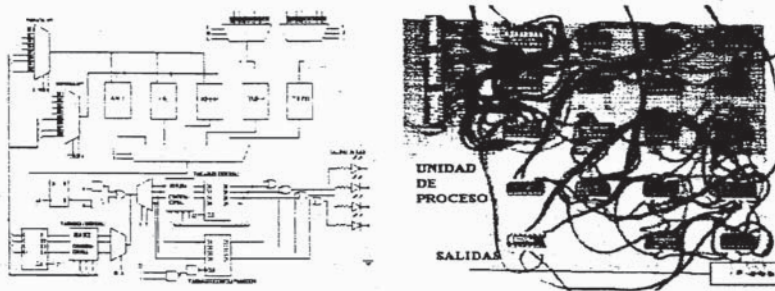


Fig. 3. Unidad de proceso

La secuencia de instrucciones del programa es la misma a ejecutar para cualquiera de las operaciones. El contenido de la memoria de la unidad de control es:

#### 4. EJEMPLO DE UTILIZACIÓN

Se desarrolla un ejemplo de utilización del autómatas dentro de un sistema de seguridad. Trata la parte dedicada al control de accesos a un recinto (ejem. un laboratorio).

El diagrama básico de la planta a controlar sería el mostrado en la figura 4, donde se puede apreciar dos estancias bien distintas: el laboratorio propiamente dicho y una precámara de seguridad en la que se ubica los elementos de detección y actuación.

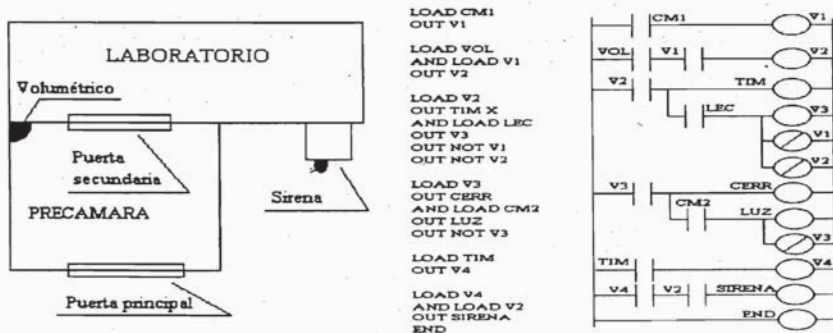


Fig. 4. Ejemplo de utilización y programa fuente

El programa se expresa en el lenguaje típico de un autómata programable, dando su expresión en mnemónicos y en diagrama de relés para su mejor comprensión tal como se refleja también en la figura 4.

Una vez diseñado el programa, se adapta a las instrucciones propias del autómata desarrollado. Las instrucciones tienen un formato dado por la secuencia siguiente:

*Operando, Entrada 1, Entrada 2/Valor de cuenta, Salida*

Con ello, el programa de control del autómata junto con la codificación de las variables, queda de la siguiente forma, según la figura 5:

	Codificación como entrada	Codificación como salida	Bit variable interna	Bit variable externa
AND CM1, CM1, V1	000			
AND VOL, V1, V2	001			
TIM V2, X, V4	010			
AND V2, LEC, V3	011			
AND V2, LEC, NOT V1	100	00	1	0
AND V2, LEC, NOT V2	101	01	1	0
AND V3, V3, CERR	110	10	1	0
AND V3, CM2, LUZ	111	11	1	0
AND V3, CM2, NOT V3		00	0	1
AND V4, V2, SIRENA		01	0	1
END		10	0	1

Fig. 7. Programa de control y codificación de las variables

## 5. CONCLUSIONES

- Se desarrolla una estructura de autómata programable (PLC) mediante metodología de Máquina Algorítmica, implementado la Unidad de Control (U.C.) y la Unidad de Proceso (U.P.) que proporciona todo un sistema PLC.
- Se implementa un ejemplo para comprobar la eficiencia del equipo, mediante técnicas de programación clásicas en PLC.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Documentación de PLC (OSROM y SIEMENS).
- [2] J. P. Deschamps, "Diseño de sistemas digitales", Paraninfo, 1994
- [3] J. Roig, "Sistema de ayuda para la generación automática de unidades de control", Universidad Autónoma de Barcelona, Nov. 1995