

# DESARROLLO DE UNA TARJETA DE E/S Y SOFTWARE DE EMULACIÓN DE UN PLC SOBRE PC MEDIANTE COMUNICACIÓN A TRAVÉS DEL PUERTO PARALELO. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SERIE DE KITS DE BAJO COSTE PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

Mártinez Pérez, José Luis; Barrientos Cruz, Antonio; Gambao Galán, Ernesto y González Herranz, Roberto.

Departamento de Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial  
División de Ingeniería de Sistemas y Automática. (DISAM).  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial.  
C/ José Gutiérrez Abascal, 2.  
28006 Madrid.  
Universidad Politécnica de Madrid.

Tel: 336.30.61. Fax: 564.29.61. E-mail: martinez@disam.upm.es

## RESUMEN:

*El aprendizaje de autómatas programables si bien no es especialmente difícil, requiere la dedicación por parte del alumnado de una considerable cantidad de tiempo en la realización de prácticas. Debido a que el coste de un PLC, por simple que éste sea, no es bajo y la cada vez mayor proliferación de computadores personales en el ambiente doméstico, se nos ocurrió la idea de emular un PLC utilizando un PC y una tarjeta de entrada/salida básica, que junto con el software correspondiente y una serie de kit's permitieran al alumnado la realización de prácticas en su propio hogar, no quedando de esta forma circunscrito el aprendizaje práctico de PLC en los laboratorios de los centros de enseñanza.*

## 1.- INTRODUCCIÓN.

La enseñanza de determinadas materias, como la programación de sistemas informáticos y en particular de autómatas programables o PLC, precisa de maneja inevitable de su práctica directa por parte del alumno. Si bien en la actualidad el acceso a sistemas informáticos tipo PC es fácil por su costo reducido y consecuente proliferación, no ocurre lo mismo con equipos

de ámbito puramente industrial como es el caso de los PLC. Por estos motivos, y al objeto de facilitar al alumno la realización de prácticas sobre PLC, en su propio domicilio, se ha desarrollado un sistema basado en un computador personal (PC) y en una serie de kits de bajo coste, que junto con el adecuado desarrollo de su software sobre entorno Windows, permite el control de dispositivos lógicos desde un PC. Dichos kits serán montados por el alumno, por lo que de forma añadida se enfrentará a la construcción de dispositivos electrónicos, tendrá que identificar físicamente los componentes de se compone la maqueta, se familiarizará con su encapsulado, su forma, determinará cual de todos los dispositivos eléctricamente semejantes, se ajusta mejor a la aplicación que desarrolla, se enfrentará con problemas de operación real de los mismos, etc. Y todo esto de una forma teórico práctica, que con prácticas en laboratorio en los centros de enseñanza es difícil transmitir, sobre todo por la gran cantidad de tiempo que implícitamente conlleva.

El método propuesto se basa en el autoaprendizaje. Al alumno se le suministra la siguiente información y elementos :

- \*.- Placa de circuito impreso de una tarjeta de entradas / salidas digitales que se conecta al PC a través del puerto paralelo de la impresora, o bien la tarjeta ya montada con los circuitos integrados, resistencias soldadas etc.
- \*.- Guión para el montaje de la tarjeta que contiene : descripción de la tarjeta (características, tensiones de alimentación, niveles de intensidad, etc.), principio de funcionamiento, lista de componentes, esquema eléctrico, esquemas de montaje, librerías para el manejo básico de la tarjeta desde el PC.
- \*.- Guiones de construcción de las maquetas a ser controladas con la tarjeta.
- \*.- Guiones de prácticas propuestas con cada maqueta.
- \*.- Software de emulación básico de un PLC bajo Windows, intentando respetar la sintaxis de STEP 5 de Siemens.

En todo momento se ha intentado mantener un coste reducido de los dispositivos, facilitando de este modo la posibilidad de adquisición por parte del alumnado. Valga como dato mencionar que la construcción de la tarjeta de entrada/salida ronda las 10.000 pts en material, mientras que los kits están cercanos a las 5.000 pts.

### **Resultados.**

El sistema ha sido desarrollado recientemente, por lo que aún está en fase de experimentación por parte de algunos alumnos de la E.T.S.I.I.M., transmitiéndonos sugerencias, detectando errores ...

Sin embargo se observa gratamente como el alumno pasa de tener una actitud pasiva, absorbiendo como una esponja los conocimientos transmitidos por el profesor sin intervenir en la fase de generación de ese conocimiento; a tener una actitud activa, indagadora, cuestionándose el porqué de los resultados, llegando a obtener conocimiento como resultado de su propia experiencia práctica.

## 2.- TARJETA DE ENTRADA / SALIDA.

Con la tarjeta de entrada / salida es posible conectar un PC con diferentes tipos de dispositivos. los cuales aceptan dos valores (activado [1] y reposo [0]).

Como elemento de salida primario del PC se considera el puerto paralelo o puerto de la impresora, dicho puerto se ha diseñado para suministrar datos desde el PC a otros periféricos utilizando como unidad fundamental el byte. Por lo que principalmente es un puerto de salida del PC, sin embargo posee determinadas líneas que permiten a dichos periféricos, impresoras fundamentalmente, comunicarle su estado. Estas líneas son líneas de control, y cada una de ellas tiene asociado un significado, no se tratan de líneas de datos.

Debido a que el número de líneas que el PC posee tanto de salida, como sobre todo de entrada, es limitado se limita el número de elementos que podríamos conectar de forma 'directa' al puerto paralelo. (Por ejemplo tendríamos 8 líneas de salida para el bus de datos.) Para aumentar el número de elementos que se pueden controlar se recurre a la multiplexación, tanto de las entradas como de las salidas. Esto conlleva a reducir la frecuencia máxima con la que se podría cerrar un lazo de control.

Las características más relevantes de la tarjeta de entradas/salidas diseñada son :

Tensión de alimentación (VCC): 9 V. ( Rango admisible 5 - 18 V ).

Tensión de salida : VCC - 0V.      Número de salidas digitales : 32.

Tensión de entrada : VCC - 0V.      Número de entradas digitales : 32.

Frecuencia de ciclo máxima (sobre PC 486 / 16-33 MHz) : 400 Hz.

El diagrama de bloques del dispositivo de entrada / salida es el mostrado en la siguiente figura.

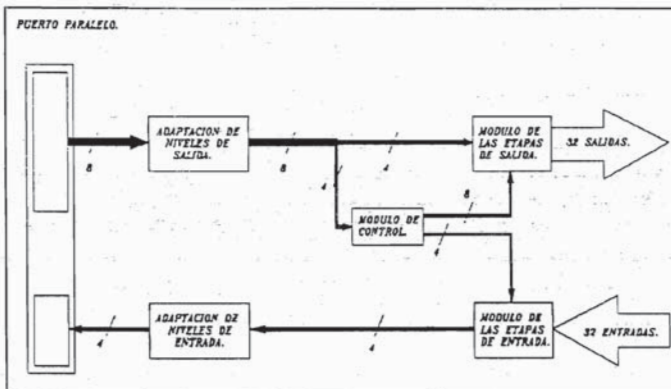


Fig. 1.- Diagrama de bloques del dispositivo de entrada / salida.

El dispositivo de entrada / salida se compone de cinco bloques fundamentales :

- a.- Bloque de adaptación de los niveles de las salidas.
- b.- Bloque de adaptación de los niveles de las entradas.
- c.- Módulo de control.
- d.- Módulo de las etapas de salida.
- e.- Módulo de las etapas de entrada.

- Célula de entrada básica.

La célula de entrada básica se compone de un multiplexor, y 8 leds de color rojo con sus correspondiente resistencias de polarización, tal y como se muestra en la siguiente figura.

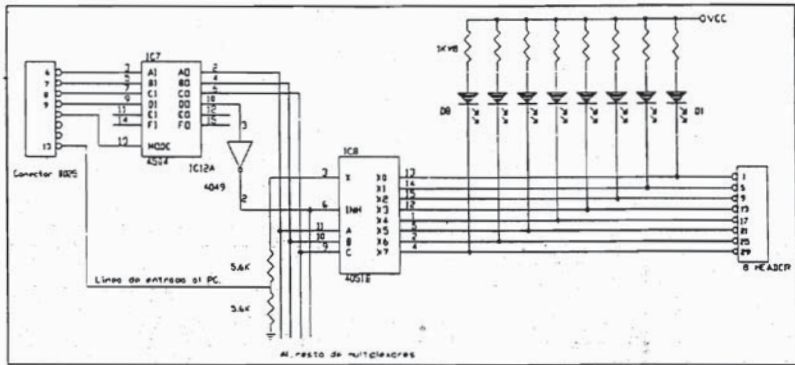


Fig.2.- Célula de entrada básica.

En el puerto paralelo se escribe como dato un byte con el siguiente patrón :

b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

[b7] = 1 -> Realizamos una operación de lectura.

[b6 b5 b4] -> Indican cual de los 8 grupos de 4 será leído.

[b3 b2 b1 b0] -> No tienen información relevante.

La distribución de las entradas es efectada de forma que cada grupo de 4 sea leído a la misma vez. Es decir se leerán simultáneamente las entradas E1 a E4, E5 a E8, ..., E29 a E32.

- Célula de salida básica.

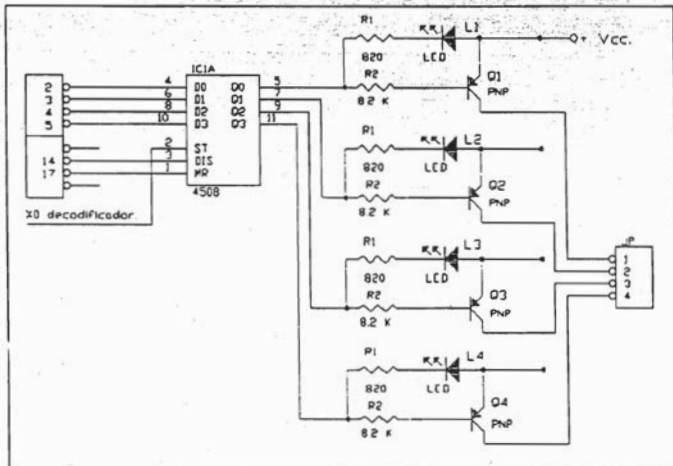


Figura 3.- Célula de salida básica.

### 3.- SOFTWARE IMPLEMENTADO.

Junto con la realización de la tarjeta de entradas salidas se han desarrollado una serie de funciones en C que permiten el manejo básico de la tarjeta, es decir tanto la adquisición como la salida de datos. Con estas funciones, recogidas en una librería, se ha desarrollado un programa de interfase bajo Windows, basado en ventanas, el cual permite simular la programación de un PLC básico, utilizando la sintaxis del lenguaje de instrucciones empleado por Siemens : Step 5. El interfase permite tanto la edición, realización de copias como la puesta en ejecución de un programa ; permite así mismo la visualización de la evolución de variables del programa como entradas, salidas, marcas, etc. Se ha respetado la filosofía de programación estructurada, permitiendo la realización de diferentes módulos de programación.

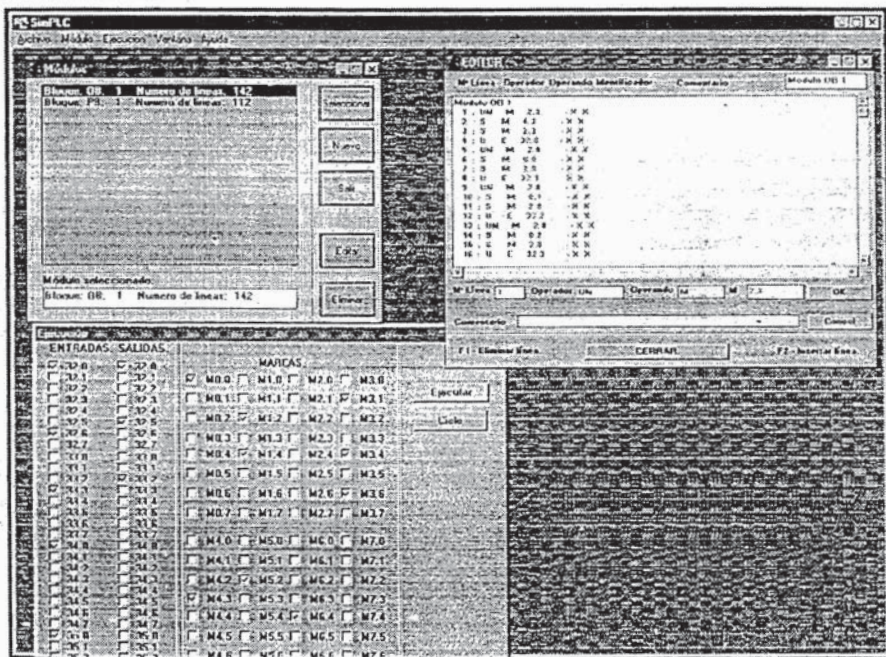


Fig. 4.- Interfase de usuario.

La figura anterior muestra las ventanas más importantes que componen el interfase de usuario, en la parte superior izquierda se muestra una ventana con la lista de los módulos presentes actualmente en el programa, a su derecha se representa una ventana de edición (se pueden mantener abiertas varias ventanas de edición de forma simultánea), en la parte inferior de la misma se muestran los diferentes campos que forman una línea de instrucción. En la parte inferior se representa la ventana de puesta en ejecución de un programa, en la que se puede mostrar la evolución de las variables del programa. El programa de interfase se complementa con otras ventanas que permiten tanto cargar como salvar programas, ventana de ayuda, etc.

#### 4.- KIT'S PROPUESTOS.

El programa de interfase y la tarjeta de entrada/salida se complementan con un conjunto de kits, de fácil construcción y relativamente económicos, de tal modo que puedan ser realizados por el alumno, de esta forma el alumno se involucra en las etapas de desarrollo y montaje de circuitos impresos, selección e identificación de componentes, etc.

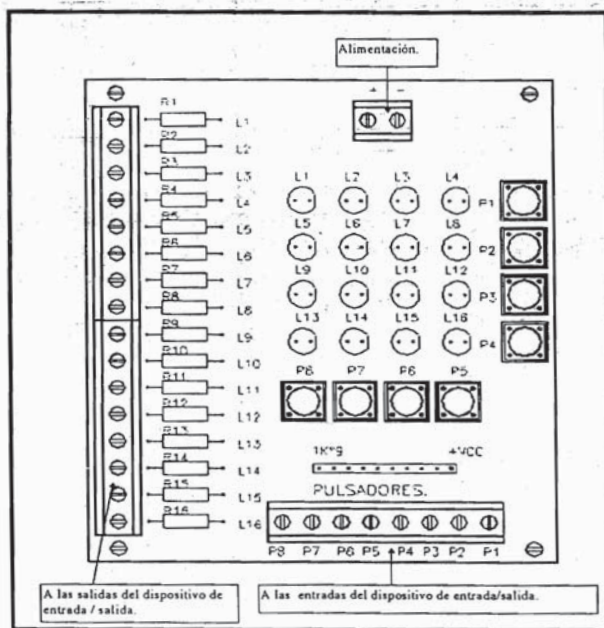
La información del kit que se le suministra al alumno consta de : esquemas eléctricos y de montaje ( cara de pistas, componentes, etc.) así como una serie de ejercicios propuestos para la utilización de ese kit.

Los kits son :

- 1.- Matriz de diodos led.
- 2.- Motor paso a paso 1.
- 3.- Motor paso a paso 2.
- 4.- Simulador de una batería de ascensores. (Basado en maquetas de trenes eléctricos.)
- 5.- Gestión de rutas para vehículo de guiado autónomo. (Basado en maqueta de trenes eléctricos.)

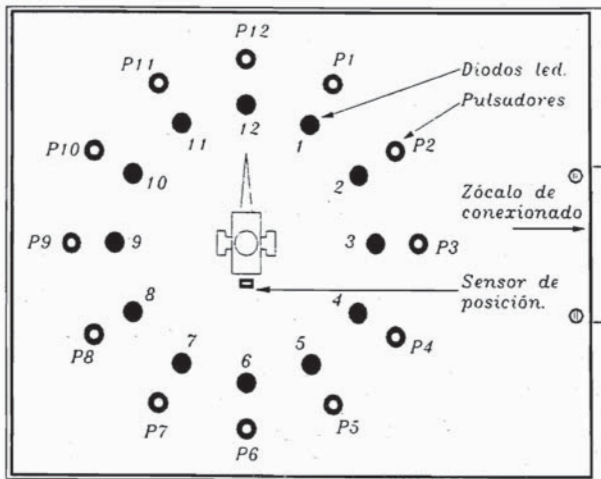
Los tres primeros son de fácil construcción y coste mínimo, mientras que los dos últimos presentan una mayor complejidad constructiva.

Los procesos que se pueden simular con cada uno de los kits son :



- 1.- Matriz de diodos leds :
  - Manejo básico de la tarjeta.
  - Simulación de una planta agrícola.
  - Control de riego.
  - Control de acceso.
  - Utilización de claves.
  - Generación de patrones.

Fig. 5.- Kit 1 : Matriz de diodos led's.



- 2.- Motor paso a paso 1-y 2.
- Control de posicionamiento de un motor paso a paso.
- Control en velocidad de un motor paso a paso.
- Medida de velocidad.
- Seguimiento de un blanco móvil.
- Reloj analógico.
- Contador de revoluciones

Fig.6.- Kit 2 :Motores paso a paso 2.

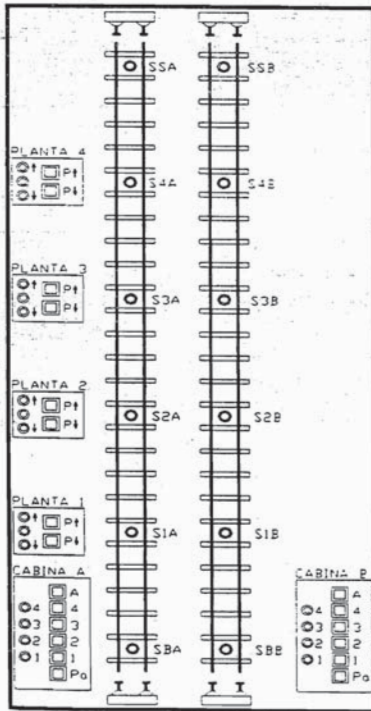


Fig. 6.- Batería de ascensores.

- 4.- Simulador de una batería de ascensores.
- Gestión de un ascensor.
- Gestión de una batería de ascensores.
- 5.- Gestión de rutas para vehículo de guiado autónomo.
- Control de cruce y desvío.
- Gestión de AGV's.

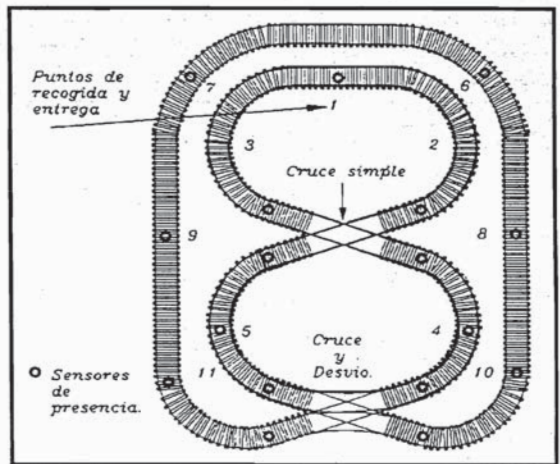


Fig. 7.- Gestión de rutas.