

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica  
Departamento de Automática y Sistemas Computacionales**



## ***TRABAJO DE DIPLOMA***

**Conectividad del autómatas Simatic S5-95U y el software Prosimax.  
Confección de maquetas virtuales.**

**Autor: Sherlys Cator Martínez**

**Tutores: Dr. Filiberto Pantuso Nodarse  
Ing. José Enrique García Arteaga**

**Santa Clara  
2004**

**“Año del 45 aniversario del triunfo de la Revolución”**

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica  
Departamento de Automática y Sistemas Computacionales**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Conectividad del autómatas Simatic S5-95U y el software Prosimax.  
Confección de maquetas virtuales.**

**Autor: Sherlys Cator Martínez**

E-mail: [Sher\\_ambi@yahoo.es](mailto:Sher_ambi@yahoo.es)

**Tutores: Dr. Filiberto Pantuso Nodarse**

Profesor Auxiliar, Dpto. de Automática

Facultad de Ing. Eléctrica

E-mail: [pantuso@fie.uclv.edu.cu](mailto:pantuso@fie.uclv.edu.cu)

**Ing. José Enrique García Arteaga**

Profesor Instructor, Adjunto del Dpto. de Automática

Facultad de Ing. Eléctrica

E-mail: [arteaga@fie.uclv.edu.cu](mailto:arteaga@fie.uclv.edu.cu)

**Santa Clara**

**2004**

**“Año del 45 aniversario del triunfo de la Revolución”**



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Automática, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

---

**Firma del Autor**

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

---

**Firma del Tutor**

---

**Firma del Jefe de  
Departamento donde se  
defiende el trabajo**

---

**Firma del Responsable de  
Información Científico-Técnica**

## **TAREA TÉCNICA**

Con el propósito de desarrollar el presente trabajo y finalmente confeccionar el informe final, fue necesario realizar las siguientes tareas:

- Estudio del autómatas Simatic S5-95U de SIEMENS.
- Adquisición de habilidades con el software Prosimax 1.39, simulador de procesos industriales.
- Confección de maquetas virtuales en Prosimax.
- Adquisición de habilidades en la programación de autómatas programables en el software PG-95.
- Confección de los programas de control para el autómatas S5-95U de SIEMENS.
- Simulación de los procesos y verificación de su correcto funcionamiento.
- Confección del informe final de la tesis.

---

**Firma del autor**

---

**Firma del tutor**

---

**Firma del tutor**

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó con la finalidad de ser expuesto como un tema de tesis para obtener el título de Ingeniero Automático.

La elección del tema se hizo tomando en cuenta la necesidad de disponer de una serie de ejercicios resueltos, de fácil elaboración, que sirvieran de guía para el aprendizaje del trabajo con los autómatas programables, específicamente del S5-95U de la firma SIEMENS, y del simulador de procesos industriales llamado Prosimax, cuyo estudio se pretende incluir desde el próximo curso en la asignatura de Medios Técnicos de Automatización (MTA) impartida en la especialidad de Automática.

También es importante disponer de instalaciones de trabajo para la realización de prácticas de laboratorio en este ambiente ya que su introducción permite la multiplicación de los puestos de trabajo con bajo costo, el empleo y familiarización con una tecnología de supervisión y control actualizada, así como el acceso remoto a través de una red LAN. Estas operaciones pueden realizarse en los laboratorios con maquetas de procesos mediante el uso de una computadora personal (PC) como simulador de procesos.

Para lograr los objetivos propuestos se crearon una serie de maquetas virtuales y se elaboraron programas de control para el autómata, elementos que finalmente se comunicaron para permitir la correcta puesta en marcha, la cual se comprobó a través de la simulación.

En este proyecto mediante tres capítulos se proporcionan características del autómata con el cual se trabajó, así como pormenores acerca del programa utilizado para programarlo; se brinda una detallada explicación de los ejemplos prácticos, fundamentalmente en lo relacionado con el funcionamiento de los mismos; además, se exponen los resultados obtenidos, los que posteriormente permiten llegar a conclusiones.

Los ejercicios propuestos no requieren de gran entrenamiento o especialización para la confección de los mismos, por lo que no hay dudas de que los estudiantes dispondrán de un manual de consulta que les será de gran utilidad y de sencilla comprensión en el estudio de los autómatas.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN EN SIMATIC S5-95U. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROSIMAX.....	4
1.1. <i>El autómeta Simatic S5-95U de SIEMENS</i> .....	5
1.2. <i>Software Prosimax 1.39</i> .....	14
1.3. <i>Comunicación del S5-95U con el Prosimax</i> .....	15
CAPÍTULO II. SISTEMA SUPERVISORIO. EJEMPLOS RESUELTOS.....	18
2.1. <i>Ejercicio I. ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN DE LA ILUMINACIÓN DE UN LOCAL</i> . ....	18
2.1.1. Objetivos.....	18
2.1.2. Enunciado.....	18
2.1.3 Planta realizada en Prosimax. Descripción.....	19
2.1.4. Direccionamiento de entradas y salidas en el autómeta.....	20
2.1.5. Programa de control .....	20
2.2. <i>Ejercicio II. CONTROL DEL ACCESO A UNA SALA COMERCIAL</i> .....	20
2.2.1. Objetivos.....	20
2.2.2. Enunciado.....	21
2.2.3. Planta realizada en Prosimax. Descripción.....	21
2.2.4. Direccionamiento de entradas y salidas en el autómeta.....	23
2.2.5. Programa de control .....	24
2.3. <i>Ejercicio III. AUTOMATIZACIÓN DEL PASO DE VEHÍCULOS Y TRENES</i> .....	24
2.3.1. Objetivos.....	24
2.3.2. Enunciado.....	24
2.3.3 Planta realizada en Prosimax. Descripción.....	25
2.3.4. Direccionamiento de entradas y salidas en el autómeta.....	26
2.3.5. Programa de control .....	27
2.4. <i>Ejercicio IV. ESTACIÓN DE BOMBEO CON DOS BOMBAS</i> .....	27
2.4.1. Objetivos.....	27
2.4.2. Enunciado.....	27
2.4.3 Planta realizada en Prosimax. Descripción.....	29
2.4.4. Direccionamiento de entradas y salidas en el autómeta.....	30
2.4.5. Programa de control .....	30

<b>2.5. Ejercicio V. REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ENTRADA Y SALIDA DE VEHÍCULOS A UN GARAJE PÚBLICO.....</b>	<b>30</b>
2.5.1. Objetivos.....	30
2.5.2. Enunciado.....	31
2.5.3 Planta realizada en Prosimax. Descripción.....	33
2.5.4. Direccionamiento de entradas y salidas .....	34
2.5.5. Programa de control .....	35
<b>CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Análisis de los resultados.....</b>	<b>36</b>
3.1.1. Maquetas virtuales.....	36
3.1.2. Programas de control.....	37
<b>3.2. Líneas futuras de trabajo.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3. Significación en cuanto a la docencia y al aspecto económico del proyecto realizado</b>	<b>38</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## INTRODUCCIÓN

La tecnología moderna, en conjunto con las investigaciones científicas, ha logrado ofrecernos las resoluciones de casi todos los problemas de nuestros días. También le ha permitido al hombre obtener el control de la naturaleza y asimismo de las máquinas creadas por él para hacer que sus labores sean más sencillas. Dentro de estas ciencias se encuentra la automatización que ha ido evolucionando rápidamente, en parte debido a que las técnicas avanzan tanto dentro de una instalación o sector, como entre las industrias.

En la actualidad uno de los medios modernos de enseñanza más difundidos en nuestras universidades son las computadoras en las cuales presentamos la información a través de un *software* diseñado para estos fines que permite incrementar el aprendizaje y contribuir al logro de habilidades profesionales de los futuros ingenieros.

Teniendo como objetivo la necesidad de la democratización del conocimiento y frente a situaciones adversas como las que nos ha tocado vivir sobre el deterioro del laboratorio de Medios Técnicos de Automatización de la Facultad de Eléctrica y la escasez de instrumentos y materiales que presenta, las cuales imposibilitan el desarrollo de unas clases prácticas adecuadas, hay diversas posturas que hemos podido asumir, como ha sido la búsqueda de nuevas vías para que el aprendizaje de los estudiantes en el campo de la automatización, de forma tal que sea lo menos limitado posible.

Ese es el caso de la introducción en las clases de MTA de un nuevo *software* llamado Prosimax 1.39, donde se pueden editar múltiples plantas con objetos dinámicos y simularlas, además de que como otra de sus opciones tiene la posibilidad de comunicarse con autómatas, lo que permite el control de un dispositivo real sobre un proceso virtual.

Debido a que es un tema nuevo que será impartido en próximos cursos se necesita de un manual que sirva de consulta tanto a estudiantes como a profesores, pues no se cuenta con amplia información sobre el tema. Esa es la razón principal por la cual nos vimos en la tarea de realizar esta tesis de forma tal que sirva de material de apoyo a la asignatura de MTA.



Dada la problemática presentada se plantearon como objetivos principales el desarrollo de ambientes virtuales, pues no se dispone en el laboratorio del equipamiento y medios con los cuales se pueda realizar una práctica real, y la confección de programas de control para el autómatas S5-95U de la firma SIEMENS, que finalmente serían simulados y de esta forma comprobaríamos su correcto funcionamiento.

Para llevar a cabo el perfeccionamiento de la tesis se realizó un estudio del autómatas S5-95U el cual no ha sido muy empleado por los estudiantes del área de Automática. Se adquirieron habilidades con el software Prosimax que permitieron lograr la exitosa confección de las maquetas virtuales utilizadas como ejemplos. Para la confección de los programas de control se realizó un estudio del software versión Demo PG95, lo que permitió desarrollar habilidades en la programación del autómatas utilizado en nuestra parte práctica. Finalmente se efectuó la simulación de los procesos ya conectados al autómatas y se verificó el adecuado funcionamiento de los mismos.

La metodología empleada fue la del estudio a través de la ayuda de los programas utilizados y la búsqueda en *Internet* de aspectos relacionados con el tema.

El *software* Prosimax fue creado para la SIEMENS por el grupo GENIA (Entornos Integrados de Automatización) de la Universidad de Oviedo. Este producto cubre ámbitos demandados tanto por los docentes en Automatización como por empresas de Ingeniería que desarrollan proyectos de automatización en general, e incluso empresas productoras.

Podemos afirmar que el estudiante al dedicarse al estudio de esta herramienta y contar con un manual que contribuya a su enseñanza y la del trabajo con los autómatas, estará cumpliendo con objetivos básicos de la carrera: el trabajo con herramientas *software* y el control de procesos con nuevas tecnologías.

Para el desarrollo de la tesis se elaboraron tres capítulos: el primero da un acercamiento a la programación con el autómatas S5-95U, una breve descripción del Prosimax y cómo resulta la comunicación entre estos módulos. Para referirnos a la parte práctica implementada en el trabajo se utilizó el capítulo 2; en él también se brinda una detallada explicación de las plantas realizadas. Ya en el último capítulo se presentan los resultados obtenidos y un análisis de los mismos. Se incluyen además las líneas futuras en las cuales se recomienda seguir investigando sobre el tema.

Ya en los momentos finales del trabajo se exponen las conclusiones a las cuales se arribaron y las sugerencias señaladas dentro de las recomendaciones.

En los anexos se muestran los programas de control elaborados para el autómata correspondientes a los ejercicios resueltos.

## **Capítulo I. Introducción a la programación en Simatic S5-95U. Breve descripción del Prosimax**

### *¿Qué es un autómata programable?*

Entendemos por Autómata Programable toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales, que utiliza una memoria programable dedicada al almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, conteos y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas, diversos tipos de máquinas o procesos.

Otra definición de autómata programable sería una «caja» en la que existen, por una parte, unos terminales de entrada (o captadores) a los que se conectan pulsadores, finales de carrera, fotoceldas, detectores; y por otra, unos terminales de salida (o actuadores) a los que se conectarán bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, de forma que la actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado.

En la literatura estos dispositivos aparecen bajo diferentes nombres, su denominación más frecuente es, controladores lógicos programables (PLC) o controladores programables en toda la literatura inglesa; fueron traducidos al español bajo el nombre de autómatas programables (AP).

La función básica de los autómatas programables es la de reducir el trabajo del usuario al realizar el programa, es decir, la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida, puesto que los elementos tradicionales (como relés auxiliares, de enclavamiento, temporizadores, contadores...) son internos.

Un PLC trabaja basándose en la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionamientos de la instalación.

El autómata programable por sus características especiales de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del *hardware* y *software* amplía

continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, entre otras.

La mejor opción para el control de procesos industriales es el empleo de autómatas programables.

Estos aparatos se basan en el empleo de un microcontrolador para el manejo de las entradas y salidas. La memoria del aparato contendrá tanto el programa de usuario que le introduzcamos como el sistema operativo que permite ejecutar secuencialmente las instrucciones del programa.

Opcionalmente, en la mayoría de los autómatas, también se incluyen una serie de funciones pre-implementadas de uso general (como reguladores PID).

La mayor ventaja es que si hay que variar el proceso basta con cambiar el programa introducido en el autómata (en la mayoría de los casos). Otra ventaja es que el autómata también nos permite saber el estado del proceso, incluyendo la adquisición de datos para un posterior estudio.

No existe un lenguaje común a todos los autómatas, cada marca utiliza el suyo propio. Lo que sí es igual es el concepto de trabajo, como todos, se basan en esquemas eléctricos, todos los PLC's son básicamente iguales pero con diferentes juegos de instrucciones, de esta manera se puede decir que una vez conocida una marca, se conoce el resto.

### **1.1. El autómata Simatic S5-95U de SIEMENS**

Simatic S5, es una familia de PLC de la firma Siemens, con diferentes componentes: autómatas programables, módulos inteligentes de E / S, programadores, etc. Es amplia la gama de autómatas programables de esta firma, desde los minicompactos para pequeñas aplicaciones hasta los más adecuados para tareas de automatización de mediana y gran complejidad.

Los autómatas pueden resolver fácil y económicamente cualquier tarea de automatización, como son:

- mando,
- regulación,
- protecciones,
- monitoreo y supervisión,
- señalización,
- comunicación, y
- procesamiento de datos.

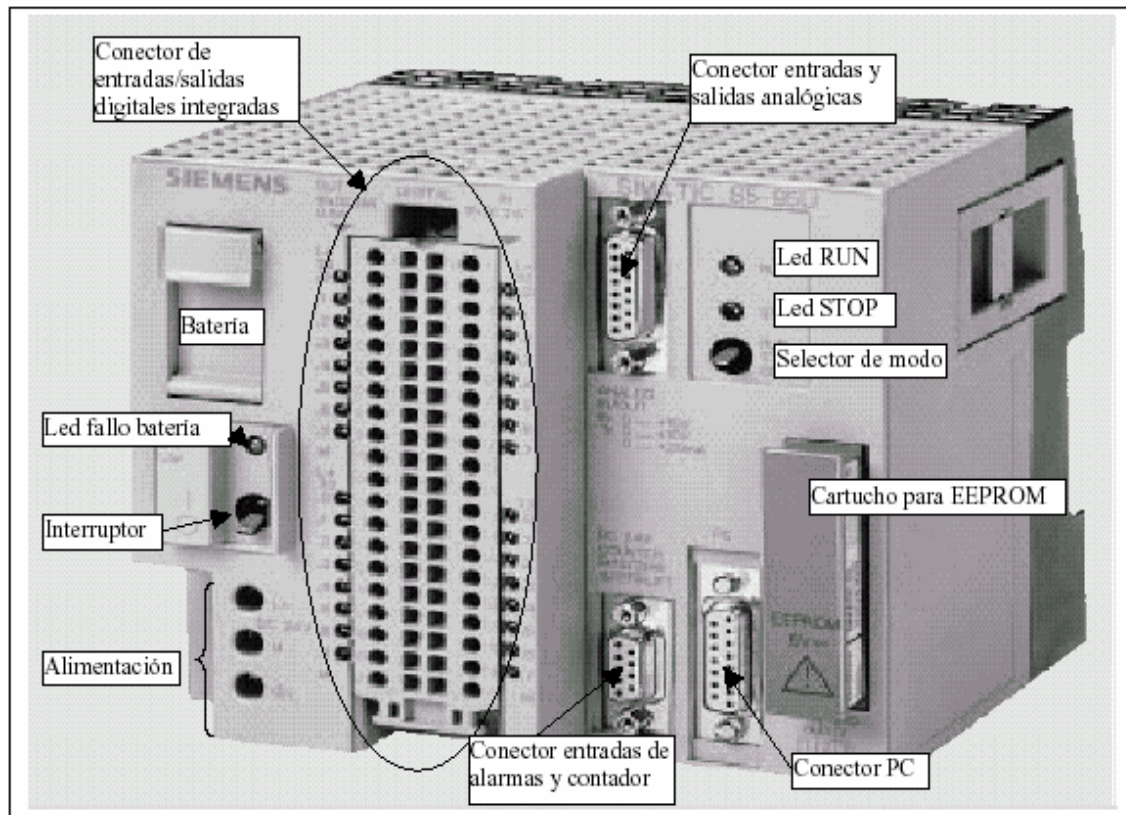
Para la creación del autómata S5-95U se han tenido en cuenta las experiencias obtenidas en las aplicaciones del autómata modular S5-100U y las nuevas tendencias de la tecnología moderna, por tanto se han obtenido diferentes ventajas en estos equipos compactos:

- presencia de periferia integrada,
- sencillez en la programación, incluso son programables sin aparato de programación especial mediante una PC,
- tiempos de ciclo y reacción más cortos, entradas de alarmas más rápidas,
- en caso necesario, fáciles de ampliar,
- fáciles de manejar, por ejemplo, en el diagnóstico de errores,
- posibilidades de comunicación con otros dispositivos de automatización, por ejemplo, en instalaciones en red.

### **Descripción técnica del autómata programable S5-95U**

Si se revisa detalladamente toda la información de la familia Simatic S5, se concluye que todos los autómatas S5 tienen la misma estructura, o sea, sus unidades funcionales son las mismas con las correspondientes diferencias internas (sus micros, capacidad de memoria, etc.), que son las que representan la potencialidad de los autómatas.

En la *Figura 1.1* se muestra el esquema estructural frontal del AP de Simatic S5-95U.



**Figura 1.1.** Descripción frontal del S5-95U.

## **ENTRADAS Y SALIDAS**

Dispone de 16 entradas (E) de 1bit: E32.0...E32.7, E33.0...E33.7

Hay 16 salidas (A), de 1bit cada una: A32.0...A32.9, A33.0...A33.9

- ⇒ Las entradas / salidas digitales son del tipo TODO / NADA, con niveles de tensión de 24V y con aislamiento galvánico.
- ⇒ Las entradas / salidas analógicas requieren de convertidores A / D o D / A para las funciones de entrada o salida respectivamente, y vienen integrados en el autómata o en los módulos periféricos.
- ⇒ Las entradas de alarma son de carácter digital y permiten la ejecución o procesamiento de eventos (alarmas) mediante interrupción de programa.

## **MARCAS DE MEMORIA**

También son denominadas como variables de memoria. Son de propósito general, es decir, podremos emplearlas en lo que deseemos. Se distinguen dos tipos de marcas de memoria:

*Remanentes:* Estas marcas permanecerán en memoria aunque apaguemos el autómata. En total hay 64 *bytes* de memoria para estas marcas, por lo que tendremos 512 marcas remanentes de 1 *bit* cada una. Van desde M0.0 hasta M63.7.

*No remanentes:* Estas marcas se borrarán en cuanto apaguemos el autómata. También tenemos 64 *bytes* destinados a estas marcas, por lo que tendremos 512 marcas no remanentes de 1 *bit* cada una. Van desde M64.0 hasta M127.7.

Hay que destacar que las marcas se ponen a cero cada vez que reseteamos el autómata.

## **TEMPORIZADORES Y CONTADORES**

El S5-95U tiene 32 temporizadores: T0...T31

y 32 contadores: Z0...Z31

De los 32 contadores hay 8 que no se borran al desconectar el autómata (son remanentes), dichos contadores son Z0 a Z7.

El autómata S5-95 dispone de dos contadores hardware integrados ascendentes de 16 bits (contador A y contador B) con frecuencias de conteo de hasta 2kHz o 5kHz respectivamente. Ambos contadores se pueden conectar en cascada para formar un contador ascendente de 32 bits.

Los temporizadores permiten realizar temporizaciones entre 10ms y 9990s con una resolución de 10ms.

Los contadores se incrementan o decrementan en el rango de 0 a 999.

## **CONSTANTES**

A la hora de cargar datos en acumuladores, temporizadores, tendremos varias posibilidades en la forma de introducir el dato:

KB: 8 *bits* (0 a 255 en decimal)

KC: 8 *bits* (2 caracteres alfanuméricos)

KF: 16 *bits* (Número en coma fija, +32768 a -32768)

KH: 16 *bits* (Número hexadecimal, 0000 a FFFF)

KM: 16 *bits* (binario natural)

KY: 16 *bits* (2 *bytes*, 0 a 255 en decimal cada uno)

KT: 16 *bits* (valor de preselección de temporizadores, 0.0 a 999.3 en decimal)

KZ: 16 *bits* (valor de preselección de contadores, 0 a 999 en decimal)

## **REGISTROS Y ACUMULADORES**

Todas las operaciones que hagamos con las entradas y las salidas se deben efectuar en algún sitio. En este caso tendremos:

*Registro de estado (VKE):*

Su tamaño es de 1 *bit*. Aquí es donde efectuaremos las instrucciones combinacionales, la carga de entradas y la asignación de salidas a nivel de *bit*.

*Acumuladores (AKKU1 y AKKU2):*

Sus tamaños son de 16 bits cada uno. Cada vez que carguemos un dato en los acumuladores se seguirá la siguiente secuencia:

Contenido de AKKU2 ==> Se pierde el contenido

Contenido de AKKU1 ==> AKKU2

DATO ==> AKKU1

A su vez, cuando realicemos una operación entre AKKU's (como suma o resta) el resultado se almacenará en el AKKU1, perdiéndose el valor antes allí contenido.



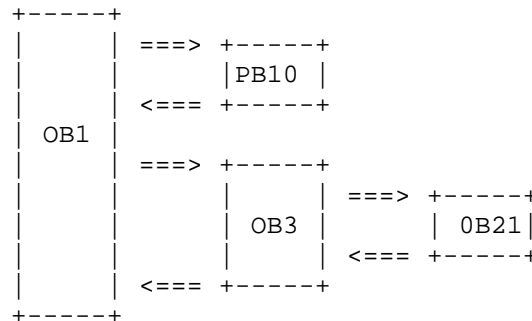
## **ESTRUCTURA DEL PROGRAMA**

Vamos a tener dos opciones para escribir el programa:

*Lineal:* Se emplea un único módulo de programa (OB1). Este módulo se procesa cíclicamente, es decir, tras la última instrucción se volverá a ejecutar la primera. Si la tarea a controlar es simple esta es la mejor forma.

*Estructurada:* Para el caso de tareas complejas es más conveniente dividir el programa en módulos. Mediante esta forma logramos un programa más claro y adquirimos la posibilidad de poder llamar a un módulo desde distintas partes del programa (lo que evita repetir código).

En la programación estructurada se comienza y termina en el módulo OB1, desde el cual saltaremos y retornaremos a los módulos que nos interesen. Por supuesto se podrá saltar desde un módulo a otro (anidado), siempre que no superemos los 16 niveles de salto que permite como máximo el autómatas. Un esquema de lo antes explicado se muestra en la figura 1.2.



**Figura 1.2. Programación estructurada.**

Otras limitaciones son:

- El salto de un módulo a otro debe ser siempre hacia adelante (Ej. Se podrá saltar de PB1 a PB2, pero no a la inversa).
- No se pueden dar dos saltos a un mismo módulo desde el módulo actual. (Ej. No se podrá saltar dos veces a PB3 desde PB2, pero si puede saltarse a PB3 desde distintos módulos).

Tanto en la programación lineal como en la estructurada los módulos acabarán mediante la instrucción BE.

La memoria del autómatas S5-95U está limitada a 2Kbytes. Cada instrucción ocupa generalmente 2 bytes, por lo que dispondremos de 1000 líneas de programa aproximadamente.

## **TIPOS DE MÓDULOS**

Existen cuatro tipos de módulos en este autómatas:

1. Módulos de organización (OB): Longitud 8Kbytes.

Son los que gestionan el programa de usuario.

OB1, OB3, OB21 y OB22.

Destacar el OB1, que es el módulo del programa principal, el OB3, que es el que contiene el programa controlado por alarma, y el OB21, que es el módulo para programas controlados por tiempo. El OB22 es empleado por el sistema operativo.

2. Módulos de programa (PB): Longitud 8Kbytes.

Son los que incluyen el programa de usuario dividido, normalmente, según aspectos funcionales o tecnológicos.

PB0...PB63

3. Módulos funcionales (FB): Longitud 8Kbytes.

Son módulos de programa especiales. Aquí se introducen las partes de programa que aparecen con frecuencia o poseen gran complejidad. Poseen un juego de instrucciones ampliado.

FB0...FB63

4. Módulos de datos (DB): Longitud 256 palabras.

En ellos se almacenan datos para la ejecución del programa, como valores reales, textos, etc.

DB0...DB63

### **INHIBICIÓN**

En adelante mencionaremos varias veces que el VKE es inhibido. Esto quiere decir que el VKE no puede operarse (salvo dos operaciones de memoria seguidas) y que la próxima instrucción combinacional será de carga.

En cada ciclo de programa siempre se comienza con el VKE inhibido, es decir, la primera instrucción combinacional empleada será siempre de carga.

Hay que señalar también que la operación de carga se podrá negar si empleamos una operación combinacional negada (como un NOR o un NAND).

### **LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

Toda la familia de autómatas SIMATIC puede ser programada usando el lenguaje STEP

5. Es fácil de comprender y sus 4 posibles representaciones son las siguientes:

*Lista de instrucciones o Statement List (STL):*

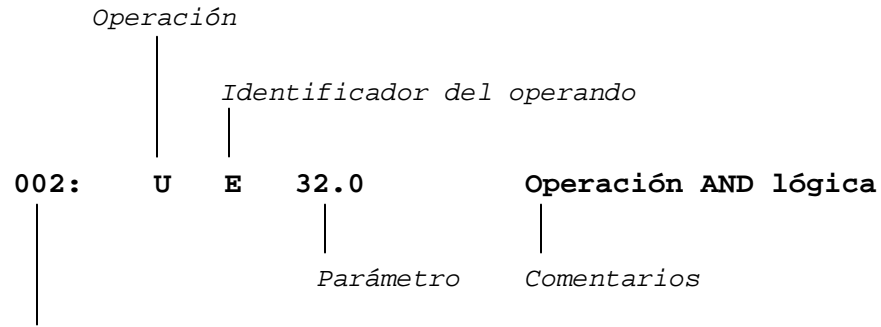
Representa el programa como sucesión de abreviaturas de instrucciones.

**U E 32.0**

**U E 32.1**

**UN E 32.2**

**= A 32.0**



Dirección relativa de la instrucción en el módulo respectivo

La operación indica al autómata lo que debe hacer con el operando. El parámetro indica la dirección del operando.

*Esquema de funciones o Control System Flowchart (CSF):*

Se representa gráficamente con símbolos lógicos. (Ver figura 1.3)

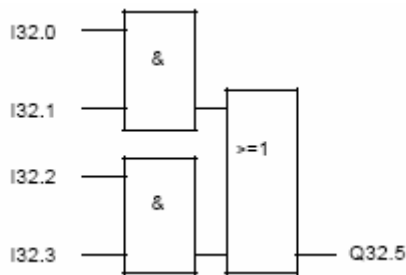


Figura 1.3. Representación gráfica del Esquema de funciones.

*Esquema de contactos o Ladder Diagram (LAD):*

Se representa gráficamente con símbolos eléctricos. (Ver figura 1.4)

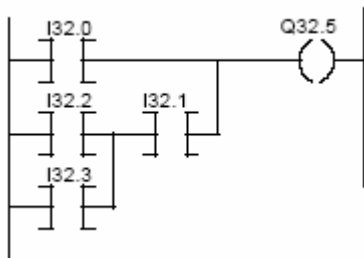


Figura 1.4. Representación gráfica del Esquema de contactos.

*GRAPH 5/GRAPH Mini:*

Describe la estructura de sistemas de control secuenciales. (Ver figura 1.5)

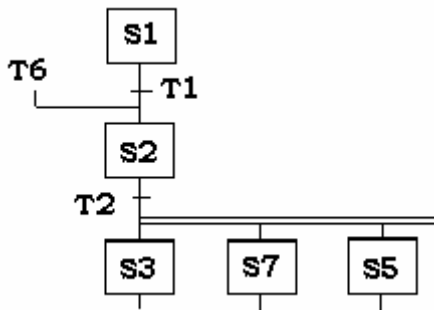


Figura 1.5. Representación gráfica del Esquema GRAPH 5.

### 1.2. Software Prosimax 1.39

La detección de errores en los programas de control, sigue siendo costosa en tiempo y recursos. El principal problema es la dificultad en pasar por todos los estados posibles en que se puede encontrar el proceso, cuando éste no existe físicamente. Por lo general, al nivel de laboratorio, es el propio usuario quien simula el comportamiento de la planta modificando las entradas a través de interruptores y pulsadores conectados a la periferia de entradas del autómeta.

Para solventar este problema se ha desarrollado la aplicación *Windows PROSIMAX* que permite diseñar procesos y efectuar la simulación en conexión directa con el autómeta programable.

Este *software* está compuesto por tres módulos:

- Módulo de Edición: permite seleccionar, configurar y conectar los objetos de la planta.

Aquí se diseña la planta a simular mediante la selección de objetos dinámicos. Se configuran comportamientos, conexiones y representaciones gráficas de los objetos de planta sin necesidad de programación. Opcionalmente permite incorporar un dibujo estático de la planta o proceso diseñado.

- Módulo de Dibujo: permite diseñar la parte estática de la planta.

Es una herramienta sencilla de manejar que permite crear fondos estáticos para las plantas a simular.

Con el dibujo de fondo se realza considerablemente el aspecto y realismo de la planta.

- Módulo de Simulación: selecciona la interfase de comunicación y arranque de la simulación. Los objetos generan las salidas adecuadas y responden a las entradas de forma automática.

En este módulo, mediante la conexión al autómatas a través del cable serie de programación, se pueden comprobar las reacciones del proceso guiado por el programa de control real en el PLC. Asimismo, el usuario puede intervenir de igual manera que lo haría en una instalación real.

También permite realizar la simulación sin conectar la planta al controlador, pudiendo realizar las operaciones mediante pulsación del ratón sobre los objetos.

Algunas de sus otras características y ventajas se indican a continuación:

- Más flexible y barato que las convencionales maquetas.
- Mayor rapidez y fiabilidad en el desarrollo de proyectos de automatización: fácil detección de errores y programación robusta.
- Seguimiento visual e inmediato de la evolución del proceso automatizado.
- No precisa periferia de E/S en el equipo de control.
- Entornos: *Windows 3.1*, *Windows Trabajo en Grupo*, *Windows 95*, *Red Novell*, *Red punto a punto*.

### **1.3. Comunicación del S5-95U con el Prosimax**

Para realizar las correspondientes simulaciones de las maquetas realizadas en Prosimax, es necesario contar con la llave de protección por hardware (*Hasp Protection Key*), la cual se conectará por el puerto paralelo LPT1. El autómatas se conecta por el puerto serie a través de COM1-COM4.

El programa para el autómatas se realiza en el *software* PG95, el cual permite la edición y la simulación de programas de control de autómatas programables de Simatic S5 de

Siemens. Para implementar el programa se utilizarán cualquiera de los tres lenguajes de programación de STEP 5 anteriormente mencionados (STL, CSF o LAD). Posteriormente se envía hacia el simulador o al PLC, denominando primeramente las entradas y salidas asignadas.

Ya en el Prosimax, la puesta en marcha de la simulación resulta muy sencilla puesto que los *drivers* se encargan de efectuar directamente la creación del módulo necesario en el autómatas para establecer la comunicación y su posterior transferencia al PLC. Al cargar la planta para simular y generarse el módulo de comunicaciones que luego se descarga en el autómatas, se envían las variables de entrada y salida referenciadas a los diferentes objetos de planta hacia el bloque que se haya definido.

Sólo se utiliza el cable serie suministrado por el fabricante para comunicar la planta PROSIMAX con el programa de control que se ejecuta en el autómatas, lo que facilita la prueba del automatismo. Sin embargo, como resulta evidente se necesita establecer la comunicación y por tanto modificar ambos participantes (PROSIMAX y programa en el PLC) para la correcta sincronización. Todo ello se puede realizar de forma automática a través de PROSIMAX con la configuración del cuadro de diálogo de la figura 1.6.



Figura 1.6. Mapeo de señales para el autómatas.

Un pequeño esquema de lo anteriormente mencionado se muestra a continuación en la figura 1.7.



Figura 1.7. Esquema de comunicación.



## Capítulo II. Sistema supervisorio. Ejemplos resueltos

### Introducción

En este capítulo se incluyen los ejemplos realizados como maquetas virtuales en el Prosimax. De manera bastante detallada se brindan las características principales de cada ejercicio incluyendo las señales que permiten las conexiones con el autómata.

### 2.1. Ejercicio I. ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN DE LA ILUMINACIÓN DE UN LOCAL.

#### 2.1.1. Objetivos

- Familiarizase, a través de un ejemplo muy sencillo, con el trabajo de algunos objetos del software Prosimax, así como con el módulo de Dibujo.
- Introducirse en la programación en esquema de contactos del software PG95 para el autómata S5-95U.
- Comprobar el correcto desempeño del ejercicio realizado, tanto en el Simulador de Plantas como en el programa de control elaborado para el autómata.

#### 2.1.2. Enunciado

Activación y desactivación de la iluminación de un local, mediante el accionamiento de tres interruptores de configuración normalmente abiertos.

Cuando acceda a la sala y esta se encuentre vacía accione el interruptor, que tiene en la puerta por donde entra, para encender la iluminación.

Cuando abandone la sala y no quede persona alguna en el interior, accione el interruptor que tiene en la puerta por la que sale.

Del enunciado del problema se deduce la siguiente tabla de activaciones mostrada a continuación:

**Tabla de estados**

ENTRADAS			SALIDAS
S1	S2	S3	LUZ
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	1

**2.1.3 Planta realizada en Prosimax. Descripción**

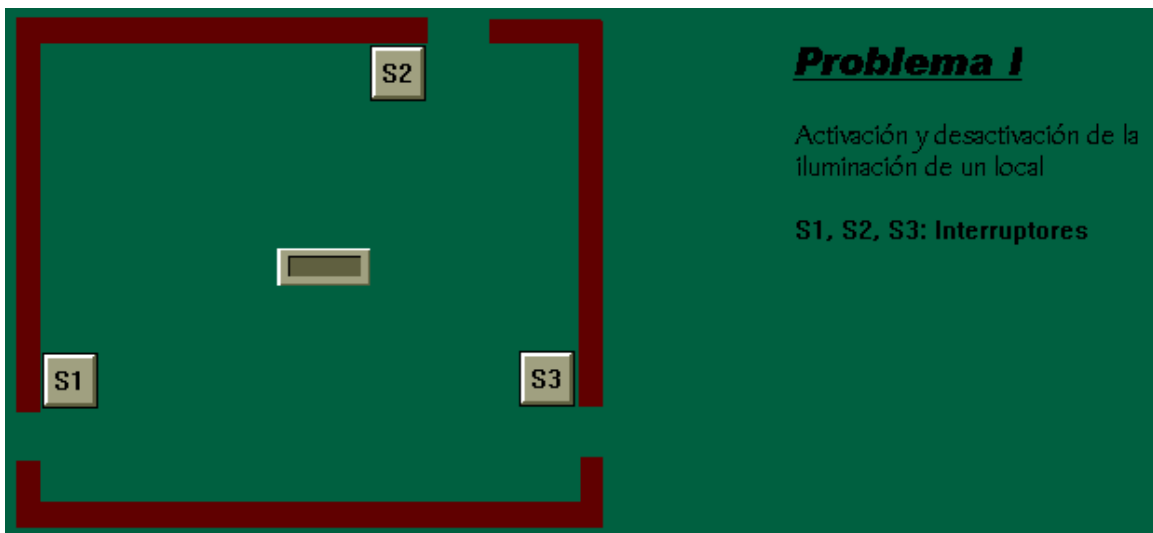


Figura 2.1. Maqueta correspondiente al Ejercicio 1 realizada en Prosimax.

**Edición**

Como se puede apreciar esta planta es muy sencilla. Consta solamente de 4 objetos Prosimax, 3 de ellos son los interruptores (S1, S2, S3) y el otro es el LED que representa a la luz del local, la cual mientras esté inactiva se encontrará representada por el color gris, y en el estado de activación cambiará a color amarillo. Estos objetos fueron realizados en el módulo de edición.

Los dibujos restantes que se muestran se trazan en el módulo de dibujo.

La maqueta y el dibujo de fondo se encuentran disponibles en:

[A:\Tesis\Museo\Museoluz.psm](#)

[A:\Tesis\Museo\Fondo1.tsf](#)

## Funcionamiento

El programa se inicia al activar cualquiera de los 3 interruptores representados. Cuando esto suceda se encenderá la luz del local. Una vez que la persona que entró abandone el lugar debe desactivar la luz presionando alguno de los interruptores mostrados.

### 2.1.4. Direccionamiento de entradas y salidas en el autómata

#### Entradas

Señales	Descripción	SIMATIC S5-95U
S1	Interruptor 1	E32.0
S2	Interruptor 2	E32.1
S3	Interruptor 3	E32.2

#### Salidas

Señales	Descripción	SIMATIC S5-95U
LUZ	Bombillo del local	A32.0

### 2.1.5. Programa de control

El programa realizado en el PG95 para el autómata S5-95U de Siemens correspondiente a este ejercicio, representado en esquema de contactos (LAD), se encuentra disponible en el *Anexo I*.

## 2.2. Ejercicio II. CONTROL DEL ACCESO A UNA SALA COMERCIAL

### 2.2.1. Objetivos

- Introducción a la utilización de otros objetos Prosimax tales como sensores, generadores y contenedores de piezas, cintas transportadoras y teclas de activación automática.
- Perfeccionamiento del trabajo con el dibujo de fondo.
- Ejercitar la programación en el software PG95.
- Comprobar resultados correctos a través de la simulación.

### 2.2.2. Enunciado

Se desea controlar el acceso, de manera automática, a una sala comercial con una capacidad de cien plazas de asiento.

Disponemos de dos barreras luminosas a la entrada de la sala, “A” y “B”, situadas de tal forma que al entrar una persona en la sala, interrumpa primero la barrera “A” y luego la “B”. De forma semejante sucede cuando una persona sale de la sala. Primero interrumpirá la barrera “B” y después la “A”.

Cuando en la sala tenemos menos de cien personas lo indicaremos activando la luz verde situada en la entrada. En el momento que entrara la persona número ciento, será la luz roja la que activaríamos.

Dispondremos de un pulsador de *Reset* para inicializar el contador a 0 en cualquier momento.

### 2.2.3. Planta realizada en Prosimax. Descripción

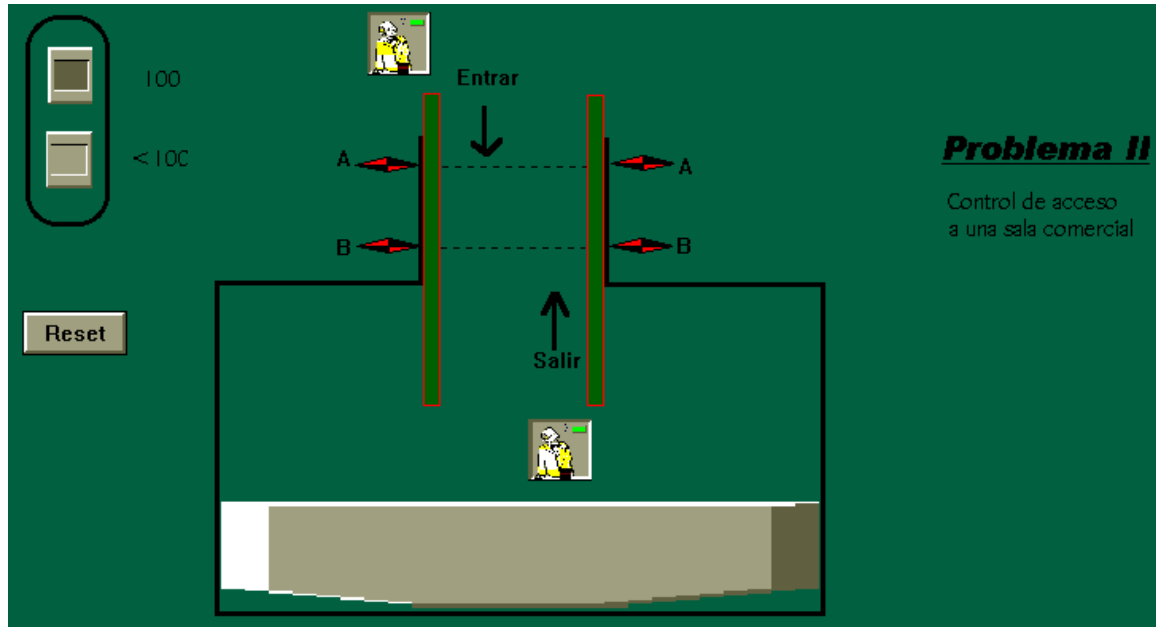


Figura 2.2. Maqueta correspondiente al Ejercicio II realizada en Prosimax.

### **Edición**

La maqueta diseñada consta de varios objetos: *leds*, son 3 y conforman el semáforo; sensores de posición A y B; contenedor de piezas, con capacidad de 100 piezas; cintas transportadoras, una situada a la derecha y otra a la izquierda del dibujo; generadores de piezas, uno de entrada y otro de salida; y el pulsador que en este caso es el botón de RESET.

Los objetos que no son Prosimax constituyen el dibujo de fondo, el cual ayuda a tener una visión más clara de lo que se pretende en el ejercicio con la maqueta realizada.

Las direcciones de la maqueta y el dibujo de fondo se indican a continuación.

A:\Tesis\Sala\sala2.psm

A:\Tesis\Sala\sala2.tsf

### **Funcionamiento**

El sistema comenzará a funcionar al activar el Generador de Piezas de Entrar, situado al principio de la figura (en este caso será manualmente dando un clic sobre el mismo). A partir de ese momento del generador de piezas saldrá una pieza en representación de una persona que desea acceder a la sala comercial. Las piezas generadas se destinan al objeto posterior más cercano verticalmente al mismo, que se encuentre conectado. En este caso sería la cinta transportadora ubicada en el lado izquierdo. Desactivando el generador de piezas se detendrá su funcionamiento y no saldrán más objetos del mismo hasta tanto no volvamos a reactivarlo.

Una vez que la persona vaya avanzando será detectada por los sensores A y B en ese mismo orden, lo que indicará que alguien está accediendo a la sala, por lo que el contador que se encuentra programado adicionará 1+ a su contenido.

El final de recorrido de la persona será al introducirse en el contenedor de piezas que simbolizará la sala comercial.

De esta forma se realizará el proceso para penetrar en la sala.

Si alguna persona desea ahora abandonar el lugar, lo hará activando el Generador de Piezas de Salir situado ya dentro de la sala. Al realizar esta acción ocurrirá lo mismo acontecido con el Generador de Piezas de Entrar, pero en este caso las piezas que desean abandonar el lugar lo harán por la cinta transportadora situada a la derecha. Una vez que

se activan los sensores B primero y luego A, indica que alguien se está marchando de la sala; inmediatamente el contador descontará en 1- su contenido.

Según lo anteriormente explicado, de esa forma se efectuará el procedimiento para la salida del interior de la sala.

El semáforo estará regulado por el contador. En dependencia del contenido de este último, así se encenderán las luces. En el caso de que el contador indique 100, en este caso representa a la cantidad de personas que se encuentran dentro de la sala, se encenderá la luz roja del semáforo, representada por el primer LED (gris fuerte), de arriba hacia abajo, que se observa en la maqueta. Si en el interior del lugar hay menos de 100 personas el segundo LED (gris claro) lo representará activándose con el color verde, indicando que todavía hay capacidad disponible para permitir más acceso de personas.

Con el botón RESET se reseteará el contador a cero.

#### 2.2.4. Direccionamiento de entradas y salidas en el autómata

##### Entradas

Señales	Descripción	SIMATIC S5-95U
SA-Entrar	Sensor de Posición A (Entrada)	E32.0
SB-Entrar	Sensor de Posición A (Entrada)	E32.1
SA-Salir	Sensor de Posición A (Salida)	E32.3
SA-Salir	Sensor de Posición A (Salida)	E32.2
GP-Entrar	Generador de Piezas (Entrada)	E33.0
GP-Salir	Generador de Piezas (Salida)	E33.1
Reset	Pulsador para resetear contador	E32.6

##### Salidas

Señales	Descripción	SIMATIC S5-95U
Luz Roja	LED (1)	A32.0
Luz Verde	LED (2)	A32.1
Cinta Entrar	Cinta transportadora (1)	A33.2
Cinta Salir	Cinta transportadora (2)	A33.3

### 2.2.5. Programa de control

La representación del programa en esquema de contactos se muestra con nuevos elementos con respecto a los utilizados en el ejercicio anterior. Se introducen los contadores y comparadores.

El programa se muestra en el *Anexo 2*.

## 2.3. Ejercicio III. AUTOMATIZACIÓN DEL PASO DE VEHÍCULOS Y TRENES

### 2.3.1. Objetivos

- Repasar el uso y configuración de objetos del módulo de edición entre los que se encuentran los sensores de posición y leds, introducción de nuevos objetos tales como cilindros de simple efecto y carretillas.
- Utilización del editor de dibujos como herramienta básica para un mejor acabado de la planta deseada.
- Adiestramiento de la programación en lista de instrucciones y esquema de contactos del autómatas S5-95U de Siemens en el software PG95.
- Puesta en funcionamiento de la planta y el programa de control, así como la comprobación de un correcto funcionamiento.

### 2.3.2. Enunciado

Se desea automatizar un paso a nivel, de forma tal que cumpla:

1. Cuando un tren accione el sensor S\_dcha o S\_izda debe iniciarse, con una frecuencia de oscilación de 2Hz, el apagado y encendido de las luces de los semáforos Sc1 y Sc2, permaneciendo en esta situación durante 20 segundos; transcurridos estos deben bajarse las barreras, quedando entonces los semáforos Sc1 y Sc2 en luz roja fija.
2. Una vez que las barreras se hayan bajado debe procederse al encendido de la luz verde del semáforo St1 o St2 (según proceda), para que el tren pueda proseguir su marcha. Cuando abandone el sensor opuesto por el que entró, deberá proceder a

dar la orden de elevación de las barreras, situar el semáforo St1 y St2 en rojo y desconectar Sc1 y Sc2, restableciendo las condiciones iniciales.

NOTA: Inicialmente la carretilla siempre comenzará a desplazarse de derecha a izquierda.

### 2.3.3 Planta realizada en Prosimax. Descripción

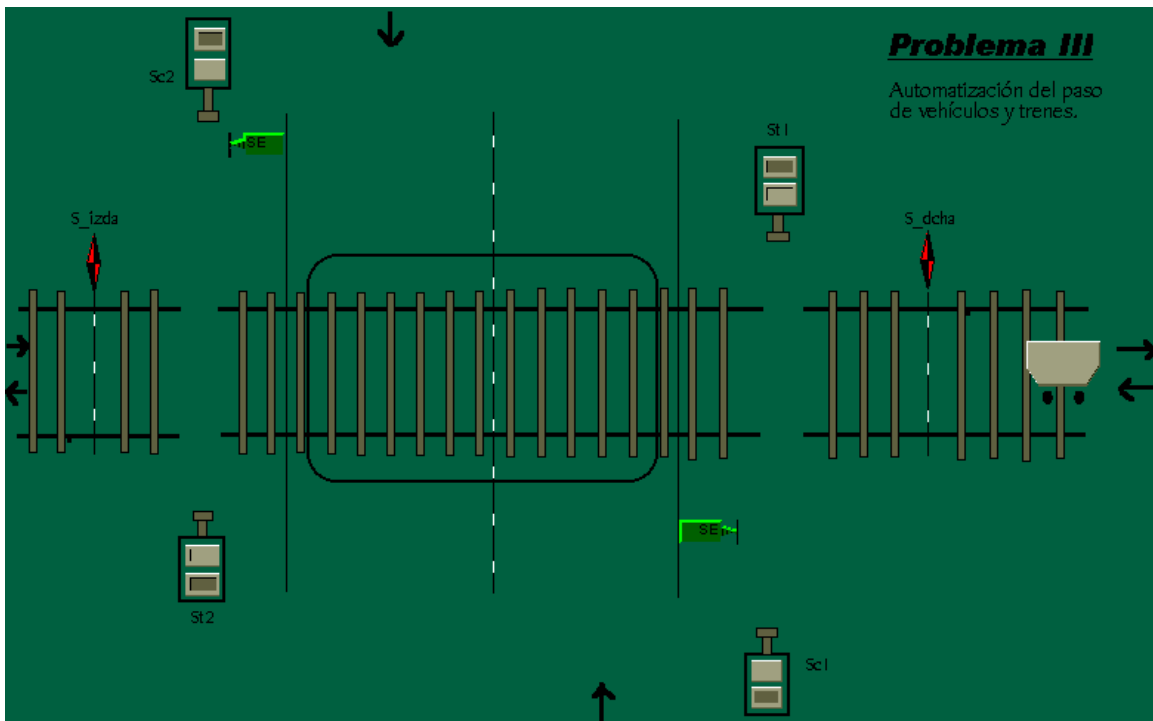


Figura 2.3. Maqueta correspondiente al Ejercicio III realizada en Prosimax.

#### Edición

Para la confección de la maqueta de este ejercicio se utilizaron objetos ya conocidos como los sensores de posición y los *leds*, estos últimos nuevamente empleados como semáforos. Se introdujeron dos nuevos: la carretilla que funciona como el tren descrito anteriormente, y el cilindro de simple efecto que opera como barrera.

El dibujo de fondo consistió, fundamentalmente, en la línea ferroviaria y la carretera que la atraviesa.



La maqueta y el dibujo de fondo se encuentran disponibles en:

*A:\Tesis\Ferrocarril\Tren.psm*

*A:\Tesis\Ferrocarril\Fondo3.tsf*

### **Funcionamiento**

El inicio del sistema se efectúa al activar manualmente la carretilla, que representa al tren, dándole “clic”. Una vez que esto sucede la misma comienza a desplazarse hacia la izquierda. Al ser detectado por el sensor S\_dcha se encienden los *leds* que simbolizan los semáforos Sc1 y Sc2 con cierta frecuencia. Luego se estirarán los cilindros de simple efecto indicando que las barreras están bajadas e impedir el paso a los vehículos.

Una vez que el tren haya pasado el sensor debe pararse y esperar al encendido en color verde de los leds del semáforo St1 o St2 para continuar.

Las barreras se elevan encendiendo los cilindros.

Las demás acciones a realizar se basan en el encendido de leds correspondientes a los semáforos que se indican, para establecer, finalmente, las condiciones iniciales.

### **2.3.4. Direccionamiento de entradas y salidas en el autómata**

#### *Entradas*

<b>Señales</b>	<b>Descripción</b>	<b>SIMATIC S5-95U</b>
E1	Sensor de Posición E1 (Entrada)	E32.0
E2	Sensor de Posición E2 (Entrada)	E32.1
S1	Sensor de Posición S1 (Salida)	E32.3
S2	Sensor de Posición S1 (Salida)	E32.4
	Carretilla Activa	E33.1
	Carretilla Inactiva	E33.2

#### *Salidas*

<b>Señales</b>	<b>Descripción</b>	<b>SIMATIC S5-95U</b>
SERoja	Luz Roja Semáforo Entrada (LED)	A32.0
SEVerde	Luz Verde Semáforo Entrada (LED)	A32.1
SEAzul	Luz Azul Semáforo Entrada (LED)	A32.2
SSRoja	Luz Roja Semáforo Salida (LED)	A32.3
SSVerde	Luz Verde Roja Semáforo Salida (LED)	A32.4
SPRoja	Luz Roja Semáforo Peatones (LED)	A32.5
SPVerde	Luz Verde Semáforo Peatones (LED)	A32.6
Barrera	Barrera (Cilindro de simple efecto)	A32.7

### 2.3.5. Programa de control

El programa de control STEP-5, en diagrama de contactos, aparece representado en el *Anexo 3*.

## 2.4. Ejercicio IV. ESTACIÓN DE BOMBEO CON DOS BOMBAS

### 2.4.1. Objetivos

- Consolidar el trabajo con los objetos Prosimax relacionados con el flujo de líquidos, tales como tuberías, codos, válvulas, generadores de líquido, bombas.
- Integrar el trabajo con el Módulo de Dibujo como herramienta para implementar el fondo.
- Ejercitar la programación en lista de instrucciones del autómeta.
- Llegar a resultados satisfactorios luego de haber comprobado el correcto desempeño de la planta y el programa de control.

### 2.4.2. Enunciado

Una estación de bombeo consta de 2 bombas **B1** y **B2**, las cuales deben funcionar de manera alternada para evitar un desgaste excesivo de una respecto de otra.

El depósito que recoge el líquido a evacuar está dotado de dos sensores de nivel, uno para determinar el nivel mínimo (**Nmin**) y otro para determinar el nivel máximo (**Nmax**).

#### Condiciones iniciales

El sistema parte de la condición de paro, las bombas deben estar paradas, y la luz de paro activada.

- Arranque de las bombas:

El sistema tiene dos modos de trabajo:

1. Marcha automática, el arranque debe producirse de manera automática cuando se activa el sensor de nivel máximo. Funcionará la bomba que menos tiempo de uso tenga.

2. Forzado manual: también podremos hacer, mediante un pulsador que estando el sistema parado, o desactivadas las bombas en marcha automática, arranque la bomba que le corresponda, funcionando éstas hasta el vaciado del deposito y quedando luego en la situación de partida. Durante el forzado manual se activará además de la luz que estuviese, la de forzado manual.

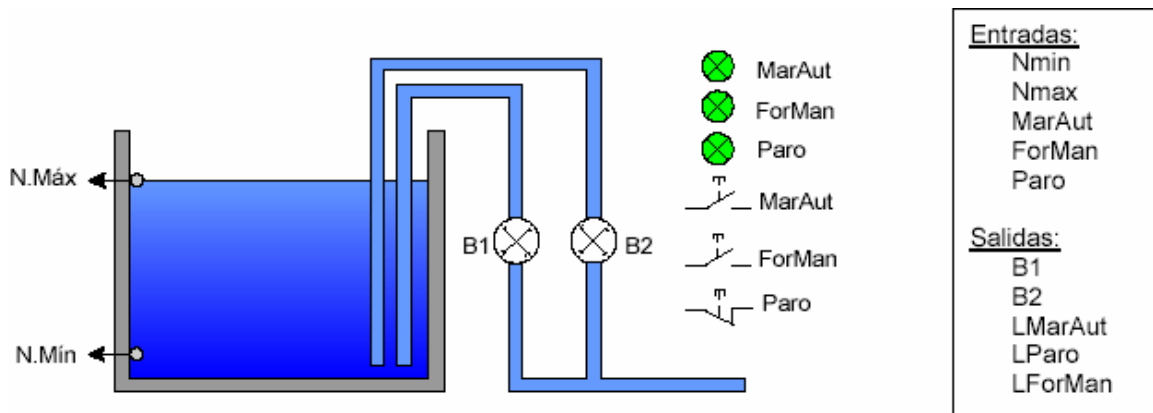
- Parada de las bombas:

La parada debe producirse cuando se activa el sensor de nivel mínimo, quedando en el modo de trabajo que estuviese.

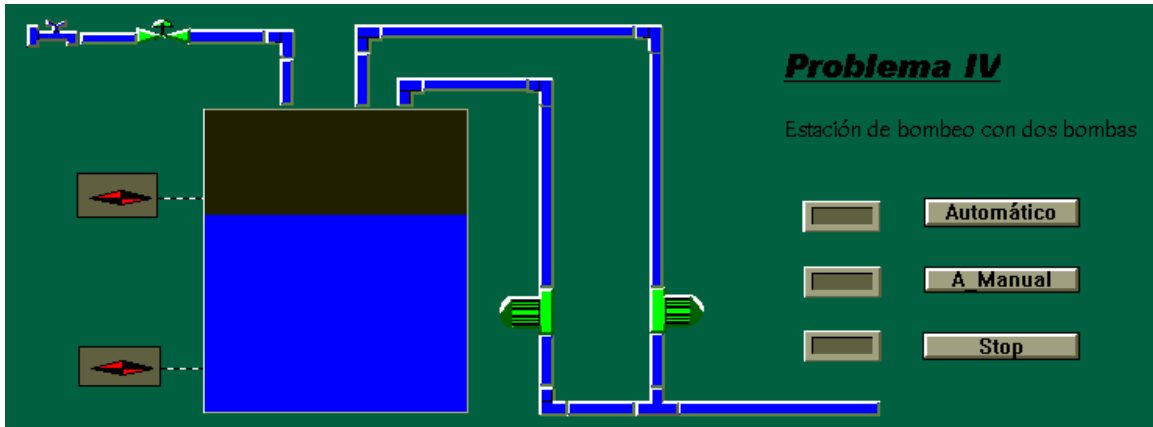
Mediante un pulsador de Paro, también podremos hacer que las bombas en funcionamiento se paren volviendo el sistema a las condiciones iniciales

- Señalización:

Deberá existir una lámpara para indicar la condición de paro, marcha automática o forzado manual.



### 2.4.3 Planta realizada en Prosimax. Descripción



#### Edición

Para la implementación de esta planta se introdujeron nuevos objetos Prosimax muy conocidos en la vida real, ellos son: las bombas, codos, tuberías de líquido (agua), el grifo y el tanque para depositar el agua.

Elementos ya conocidos también se utilizaron como los *leds*, sensores y pulsadores.

Es necesario tener en cuenta que en las plantas donde hay implicados objetos de líquido es necesario conectarlos para indicar de este modo cómo están configurados los distintos circuitos que hay en la planta.

La maqueta y el dibujo de fondo se encuentran disponibles en:

<A:\Tesis\tanque\bombeo.psm>

<A:\Tesis\tanque\fondo4.tsf>

#### Funcionamiento

El *led* de paro (A32.4) se enciende cuando no está conectado el interruptor de automático ni ninguna de las bombas.

Al conectarse el interruptor de automático, se enciende el *led* de automático, se apaga el de paro y se conecta el grifo para llenar el tanque.

Siempre comienza primero por la bomba 1 al llenarse el tanque y estando el interruptor de automático conectado. También se pone una marca M64.1 o M64.2 para saber cuál fue la última bomba en funcionar.

Para la conexión de la bomba 2 se cumplen los mismos requisitos, a no ser la marca que se encuentra activa.

La válvula se abre cuando el tanque se vacía (E32.0 y E32.1 en *off*).

#### 2.4.4. Direccionamiento de entradas y salidas en el autómata

##### Entradas

Señales	Descripción	SIMATIC S5-95U
NMIN	Sensor de nivel mínimo.	E 32.0
NMAX	Sensor de nivel máximo.	E 32.1
MANAUT	Interruptor manual automático.	E 32.2
FORMAN	Interruptor de forzado a manual.	E 32.3
PARO	Interruptor de paro.	E 32.4

##### Salidas

Señales	Descripción	SIMATIC S5-95U
B1	Bomba B1.	A 32.0
B2	Bomba B2.	A 32.1
LAUT	Led funcionamiento automático.	A 32.2
LPARO	Led paro.	A 32.4
GenAg	Grifo	A 32.5
VLV	Apertura de la válvula	A 32.6

#### 2.4.5. Programa de control

El programa de control confeccionado en el PG-95 para el autómata está disponible en el *Anexo 4*.

### 2.5. Ejercicio V. REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ENTRADA Y SALIDA DE VEHÍCULOS A UN GARAJE PÚBLICO

#### 2.5.1. Objetivos

- Ejercitar el trabajo con el Prosimax, tanto en el Módulo de Edición con en el de Dibujo.
- Utilización del software PG95 para realizar la programación del autómata en cualquiera de los lenguajes correspondientes de STEP 5.
- Prueba del desempeño de la planta y del programa de control.

### 2.5.2. Enunciado

Un garaje público de 100 plazas de capacidad, tiene un acceso través de una acera de uso peatonal. Para evitar conflictos se optó por una regulación automática de entrada y salida de vehículos, de forma tal que cuando uno quiera entrar o salir, la red semafórica instalada al efecto adopte la disposición conveniente.

Se dispone de un semáforo que controla el paso de peatones (SP), otro que controla la entrada de vehículos (SE) y un tercero que controla la salida de estos del interior del garaje (SS).

- a) Para que un vehículo pueda entrar, tiene que tener plaza de aparcamiento, lo cual se indicará mediante la activación del foco azul (salida = “1”). El número de plazas de que dispone el aparcamiento es de 100. Además no tienen que tener permiso de paso los peatones.

La demanda de entrada se hace mediante el lazo “E1”. Cuando este se active, caben las opciones siguientes:

Si “SE” se halla en verde, el vehículo entrará y contabilizará en uno más el número de vehículos estacionados en el interior del garaje cuando active el lazo sensor “E2”.

Si “SE” se halla en rojo, debido a que se encuentra saliendo otro vehículo, deberá esperar a que el vehículo que sale active el lazo sensor de salida “S2”. A partir de este momento se hará efectiva la demanda de entrada.

Si cuando se produce la demanda de entrada el semáforo de peatones se halla en verde, el vehículo que ha efectuado la demanda de entrada debe permanecer en espera hasta que las condiciones le permitan entrar.

- b) La demanda de salida se hace mediante el lazo sensor “S1”. Cuando este se active, caben las opciones siguientes:

Si “SS” se halla en verde, saldrá y descontará en un el número de vehículos estacionados en el interior del garaje cuando se active el lazo sensor “S2”.

Si “SS” se halla en rojo, debido a que se encuentra entrando otro vehículo, deberá esperar a que el vehículo que entra active el lazo sensor de entrada “E2”. A partir de este momento se hará efectiva la demanda de salida.

Si cuando se produce la demanda de salida el semáforo de peatones se halla en verde, el vehículo que ha efectuado la demanda de salida debe permanecer en espera hasta que las condiciones le permitan salir.

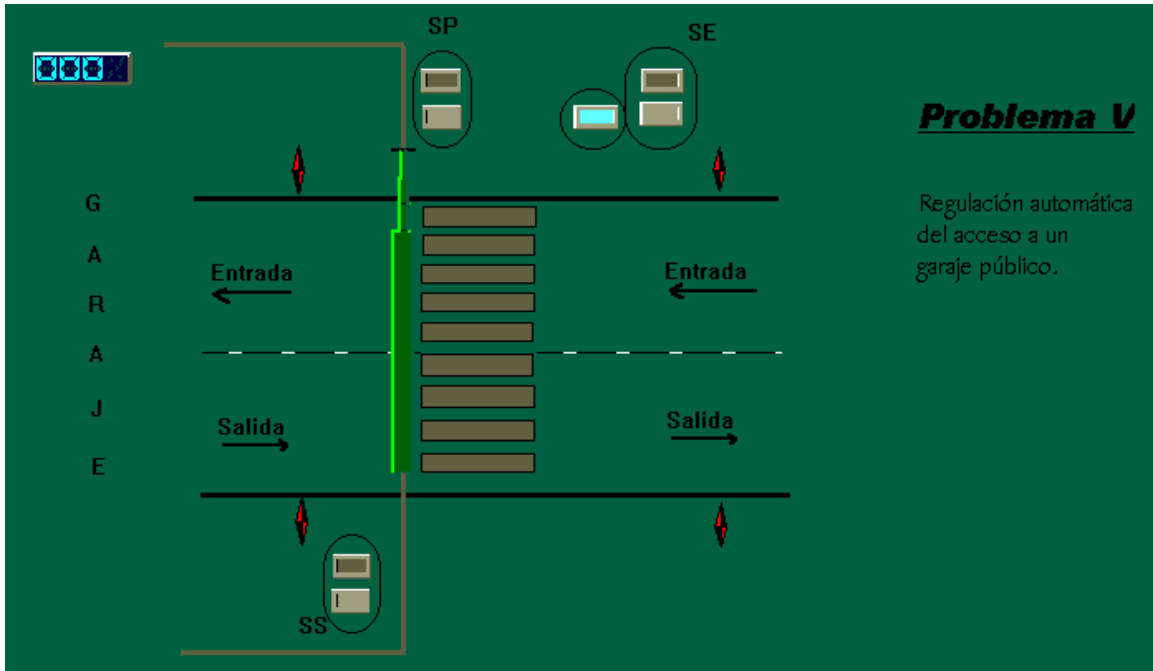
c) ANTE UNA DEMANDA DE ENTRADA Y SALIDA SIMULTÁNEA, LA SALIDA ES SIEMPRE PRIORITARIA.

d) El portón se abrirá ante una demanda de entrada o de salida. Al abrirse activará la luz verde del semáforo que corresponda con la demanda de apertura solicitada. A su vez el cierre del mismo se llevará a efecto una vez se active el lazo sensor correspondiente, según a una entrada (E2) o una salida (S2).

Si se halla en verde el semáforo de peatones el portón debe permanecer cerrado como medida de seguridad.

e) El paso de peatones lo regula el semáforo “SP”; este se rige por una secuencia fija de 20s en verde y 40s en rojo. Este semáforo controla a su vez a los otros dos, ya que tienen que sincronizarse con él.

### 2.5.3 Planta realizada en Prosimax. Descripción



#### Edición

Los elementos principales utilizados en este ejercicio ya fueron empleados anteriormente para diseñar otras maquetas: sensores, cilindro y *leds*.

Se muestra un objeto que no por no haberse utilizado carece de importancia, es el caso del *display* de 7 segmentos, que se emplea para representar valores numéricos.

El dibujo de fondo se realizó en el Módulo de Dibujo.

Las direcciones de los esquemas implementados para constituir la planta son las siguientes:

*A:\Tesis\Garaje\Garaje.psm*

*A:\Tesis\Garaje\Fondo5.tsf*

#### Funcionamiento

A la hora de iniciar este ejercicio el estudiante puede emplear como objetos móviles a una carretilla o una pieza que se desplazará a través de una cinta transportadora, los cuales desempeñarán el papel de carros.



Al principio de la puesta en marcha de la planta no debe estar ningún carro en el garaje. Cuando se sitúe el primer vehículo en la carretera de entrada y active el sensor E1, si hay posibilidades para entrar (en este primer caso sería afirmativa la respuesta), se encenderá el led representado con azul claro del semáforo SE; también el *led* con el color gris claro se activará en verde, permitiendo así la entrada al garaje. Una vez dentro y luego de pasar por el sensor que allí se encuentra, el contador se incrementa y representa su cantidad en el *display* de 7 segmentos.

Si se necesita salir hay que situarse en al carretera contraria por la que se entró, activar el sensor y esperar la indicación del semáforo como se explica detalladamente en el Epígrafe Enunciado.

Con respecto al movimiento de los peatones, se tendrá en cuenta mediante el semáforo disponible para ellos, con el cual se regulan los otros semáforos.

Las barreras se estirarán o encogerán en dependencia de las demandas de entrada / salida.

#### 2.5.4. Direccionamiento de entradas y salidas

##### Entradas

Señales	Descripción	SIMATIC S5-95U
	Señal de inicio de programa	E 32.0
E1	Sensor de Entrada E1	E 32.1
E2	Sensor de Entrada E2	E 32.2
S1	Sensor de Entrada S1	E 32.3
S2	Sensor de Entrada S2	E 32.4

##### Salidas

Señales	Descripción	SIMATIC S5-95U
SERoja	Luz Roja semáforo de entrada	A 32.0
SEVerde	Luz Verde semáforo de entrada	A 32.1
SEAzul	Luz Azul semáforo de entrada	A 32.2
SSRoja	Luz Roja semáforo de salida	A 32.3
SSVerde	Luz Verde semáforo de salida	A 32.4
SPRoja	Luz Roja semáforo de peatones	A 32.5
SPVerde	Luz Verde semáforo de peatones	A 32.6
Portón	Portón	A 32.7

### **2.5.5. Programa de control**

El programa realizado para el PLC correspondiente a este ejercicio se muestra en el *Anexo 5*.

## Capítulo III. Análisis de los resultados y líneas futuras de trabajo

### Introducción

Ya finalizando el informe se presenta este último capítulo donde se brinda información referente a los resultados obtenidos con respecto a las maquetas y a los programas de comunicación elaborados correspondientes a las mismas.

Más adelante se da una valoración de lo realizado y sin olvidar nuevas posibilidades que conduzcan al desarrollo, se dan sugerencias sobre futuras líneas de trabajo.

### 3.1. Análisis de los resultados

Este curso pudimos contar con la llave de protección por Hardware (Hasp Protection Key-4), la cual resulta necesaria para la puesta en marcha del Módulo de Simulación del Prosimax, por lo que nuestra actividad no se vio limitada, y se realizaron las pruebas de simulación y automatismo con total éxito, y de esta forma comprobamos el correcto funcionamiento de las plantas.

#### 3.1.1. Maquetas virtuales

Para el esbozo de las maquetas virtuales se utilizó el ya mencionado programa **Prosimax 1.39**, aplicación para entorno *Windows* que permite diseñar procesos y efectuar la simulación en conexión directa con el autómatas programable.

Los ejercicios que se realizaron trataron de diferentes aplicaciones con el fin de utilizar gran variedad de objetos del simulador de plantas; se estructuraron desde un grado de menor hasta mayor complejidad. Se dispusieron de ejemplos muy cercanos a la realidad, de manera que el usuario, al ejecutarlos, puede intervenir de igual forma que lo haría en una instalación real.

En el Módulo de Edición se diseñaron las plantas a simular mediante la selección de objetos dinámicos. Se configuraron comportamientos, conexiones y representaciones gráficas de los objetos de planta sin necesidad de programación.

Opcionalmente, con ayuda del Módulo de Dibujo, se incorporaron dibujos estáticos de la planta o proceso diseñado.

El Módulo de Simulación permitió la conexión al autómata a través del cable serie de programación y se pudieron comprobar las reacciones del proceso guiado por el programa de control real en el PLC.

En el caso del primer ejercicio propuesto, relacionado con el encendido de la luz de un local, se aprecia que no presenta mucha dificultad en su confección. Sin embargo en los otros ejercicios se emplearon nuevos objetos y dibujos de fondo un poco más precisos en su elaboración. Aunque finalmente no podemos decir que por esto resulte complicada la tarea, pues sucede todo lo contrario por la facilidad de trabajo que brinda el software empleado.

### 3.1.2. Programas de control

Los programas de control no resultaron de gran complejidad en su implementación. Fueron realizados en el software versión **Demo 3.12 del PG95**, en el lenguaje STEP 5, ya fuera en lista de instrucciones o en esquema de contactos.

Estos ejercicios también pudieron ser comprobados a través del simulador S5EMU perteneciente al software mencionado previamente, posibilidad que fue muy bien aprovechada, pues de esta forma supimos con anterioridad dónde corregir o no los errores presentados durante la programación y una vez así cargar el PLC con un programa del cual teníamos la certeza de que al menos ya estaba funcionando, y en el mejor de los casos, exactamente como lo deseábamos.

Para probar cada programa es necesario, primeramente, salvarlo como *S5-Simulator*. Luego se abre el simulador, el cual antes de permitir trabajar con él pregunta por los elementos con los cuales fue implementado el programa, o mejor, los que el usuario desea comprobar su funcionamiento. Entre ellos se encuentran: **Entradas, Salidas, Temporizadores, Contadores y Marcas**.

Seguidamente se procede a la simulación que se inicia al seleccionar la opción de **RUN** tanto en el software como en el simulador. Esta acción culmina con **STOP**.

### **3.2. Líneas futuras de trabajo**

Un trabajo como el realizado en esta tesis es una fuente de posibles líneas de trabajo, tanto en la implementación de nuevos ejercicios resueltos, como en la utilización de otros autómatas que puedan comunicarse con el Prosimax.

Otra de las propuestas es emplear el Prosimax no solo como medio de entrenamiento para los estudiantes, sino también para operadores de plantas a quienes les será de gran utilidad en su trabajo.

### **3.3. Significación en cuanto a la docencia y al aspecto económico del proyecto realizado**

El proyecto realizado les dará la posibilidad a los estudiantes de contar, en las clases prácticas de la asignatura Medios Técnicos de Automatización (MTA), con una herramienta educativa y además, familiarizarse, una vez más, con el empleo de software y equipos de automatización que le servirán para su desempeño como futuros profesionales.

Obviamente, es la automatización lo que permite que un proceso opere en condiciones extremas, trabajar con valores máximos de temperatura, presiones, velocidades, así como también un perfeccionamiento de los procesos y un aumento de la confiabilidad. Todo esto equivale a evitar el derroche de recursos y de tiempo, determinando la eficiencia económica.

Podemos valorar, además, que al utilizar otros autómatas, con este proyecto realizado, ya se tendría un 80% de trabajo adelantado, pues a la planta implementada en Prosimax no habría necesidad de alterarla; y con respecto al programa de control, la tarea principal radicaría en interpretar las instrucciones y luego escribir las correspondientes al programa que utiliza el nuevo autómata seleccionado.

## CONCLUSIONES

En el marco de esta tesis se realizó una revisión bibliográfica sobre el programa utilizado para implementar las plantas y el software empleado en la programación del autómatas, lo que nos permitió consolidar nuestros conocimientos acerca del trabajo con el mencionado dispositivo e insertarnos en un tema relativamente nuevo introducido por el Departamento de Medios Técnicos y Automatización, que es el de los procesos virtuales controlados con dispositivos reales de control.

- Los conocimientos adquiridos sobre los autómatas facilitaron el trabajo con el S5-95U, incluyendo su programación. Por otra parte, gracias a la simulación, pudimos ver de forma muy próxima a la realidad el desempeño de elementos estudiados durante la carrera entre los que se pueden mencionar a los sensores, bombas, válvulas, *display* de 7 segmentos, así como el funcionamiento de las plantas desarrolladas.
- El uso de esta herramienta ha mitigado las deficiencias de equipamiento derivadas de las condiciones de bloqueo en que nos encontramos, lo cual no nos permite tener un laboratorio completamente equipado.
- El trabajo práctico ha cambiado radicalmente, se puede sugerir la solución de problemas más complejos y los estudiantes, siguiendo el resultado de su trabajo en forma gráfica y más realista, encarar los problemas como un reto en lugar de una tarea tediosa, todo esto influye en que el tiempo requerido para realizar estas tareas pueda reducirse drásticamente.
- En el aspecto administrativo, el hacer las prácticas de autómatas con el Prosimax permite un ahorro en recursos monetarios y de instalaciones por el menor uso de equipos y de instalaciones físicas, dado que se realiza en la computadora. Además las prácticas pueden realizarse fuera del horario de clase.

Sin dudas es un manual que será de gran utilidad para el estudiantado; una opción más de aprendizaje que servirá de consulta, además, a personas cuyo trabajo esté relacionado con

la automatización o de especialidades afines. Sin ser un experto Usted podrá realizar pruebas sin riesgos para su trabajo, desarrollar habilidades y creatividad, y obtener modelos muy aproximados a la realidad.

## **RECOMENDACIONES**

El departamento de Medios Técnicos de Automatización dispone de autómatas de otras firmas que se comunican o no con el Prosimax. Para los casos que no se pueden emplear para el mencionado propósito, se exhorta, por tanto, a que en tesis posteriores se tenga en cuenta esta alternativa y se investigue con el propósito de desarrollar una interfaz para comunicar dichos módulos.

Por otra parte sugerimos que las maquetas que han sido creadas sean generalizadas en la Universidad para el estudio de los autómatas.



## BIBLIOGRAFÍA

GENIA, Grupo de Entornos Integrados de Automatización, (1996). Prosimax 1.3 Simulador de Procesos Industriales.

Proces-Informatik. Demoversion 3.12 software PG-95. Programador de autómatas SIMATIC para Siemens.

GENIA, Grupo de Entornos Integrados de Automatización, (1996). *Manual de usuario Prosimax 1.39*. Universidad de Oviedo, España.

Automatización Industrial, disponible en, [www.infoPLC.org](http://www.infoPLC.org), consultado, 10/Mayo/2004.

Manual de usuario para el autómatas programable Siemens Simatic S5-95U, disponible en, [http://www.dte.us.es/tec\\_ind/electron/ai/tablon/](http://www.dte.us.es/tec_ind/electron/ai/tablon/) consultado el, 10/Mayo/2004.

Manual S5-95U Español, disponible en, <http://www.dte.us.es/personal/ariel/AutomatasProgramables.html> consultado el, 20/Mayo/2004.

Area de Ingeniería de Sistemas y Automática. Ejercicios Propuestos, <http://www.isa.uniovi.es/~arobles/ii/ejercicios.html> consultado el, 6/Abril/2004.

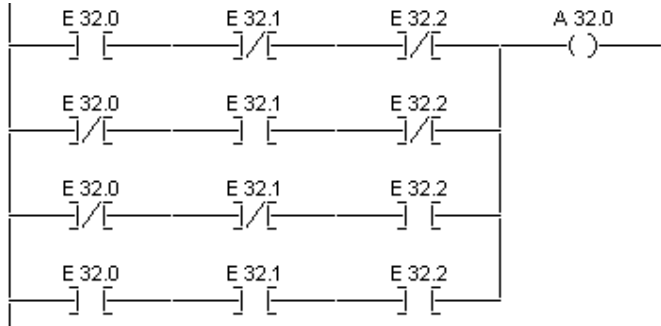
Problemas\_programación\_PLCs.pdf, disponible en, <http://www.isa.uniovi.es/~vsuarez/ii/> consultado el, 15/Marzo/2004.

Transparencia Introducción a los PLCs, disponible en, <http://www.isa.uniovi.es/~vsuarez/ii/> consultado el, 3/Junio/2004.

Ejemplos resueltos para autómatas Siemens, disponible en, [http://pomelo.ivia.es/mecanizacion/www/Manual\\_Electronica/auto/ejemplos.htm](http://pomelo.ivia.es/mecanizacion/www/Manual_Electronica/auto/ejemplos.htm) consultado el, 15/Marzo/2004.

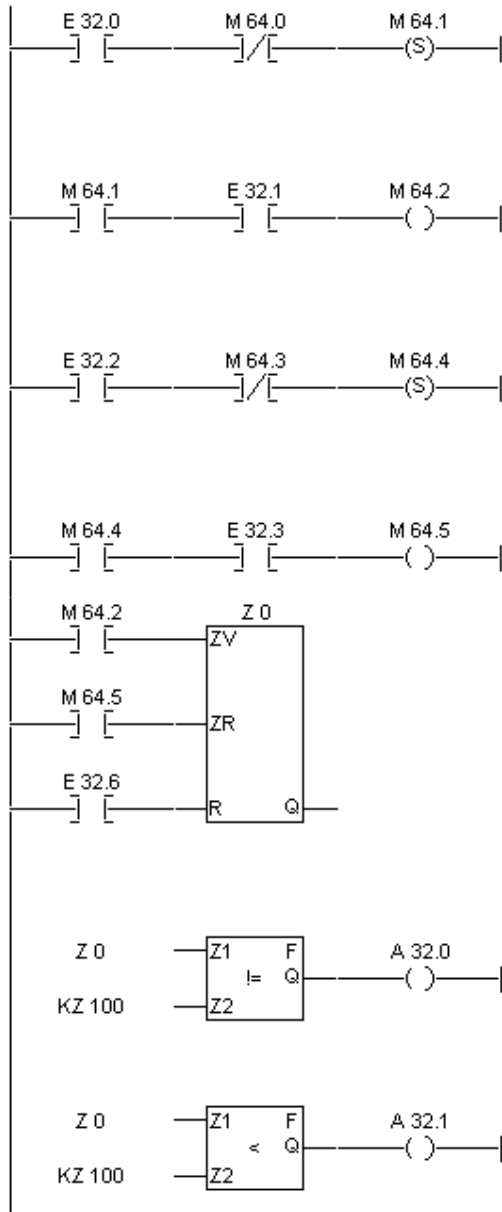
**Anexo 1. Programa de Control del autómata S5-95U.**

**REPRESENTACIÓN EN DIAGRAMA DE CONTACTOS DEL EJERCICIO I.  
ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN DE LA ILUMINACIÓN DE UN LOCAL.**



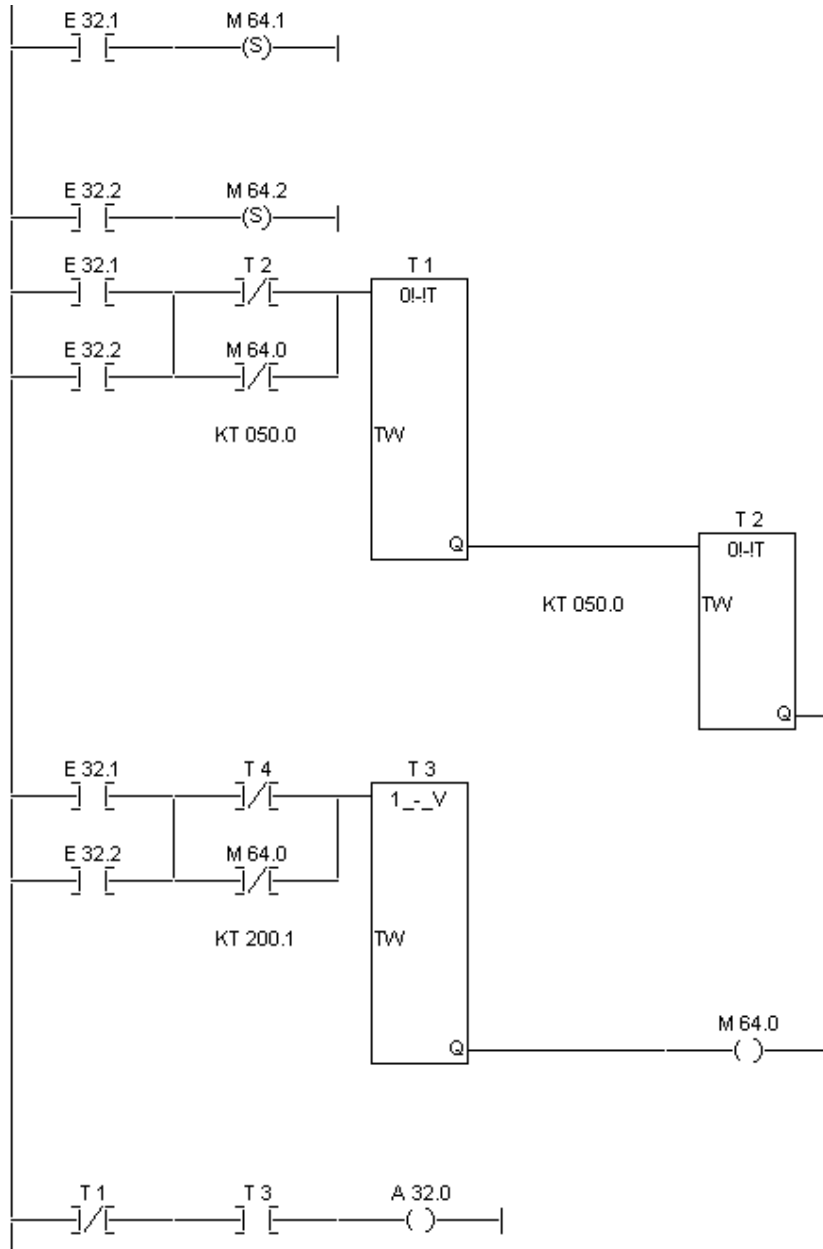
**Anexo 2. Programa de Control del autómata S5-95U.**

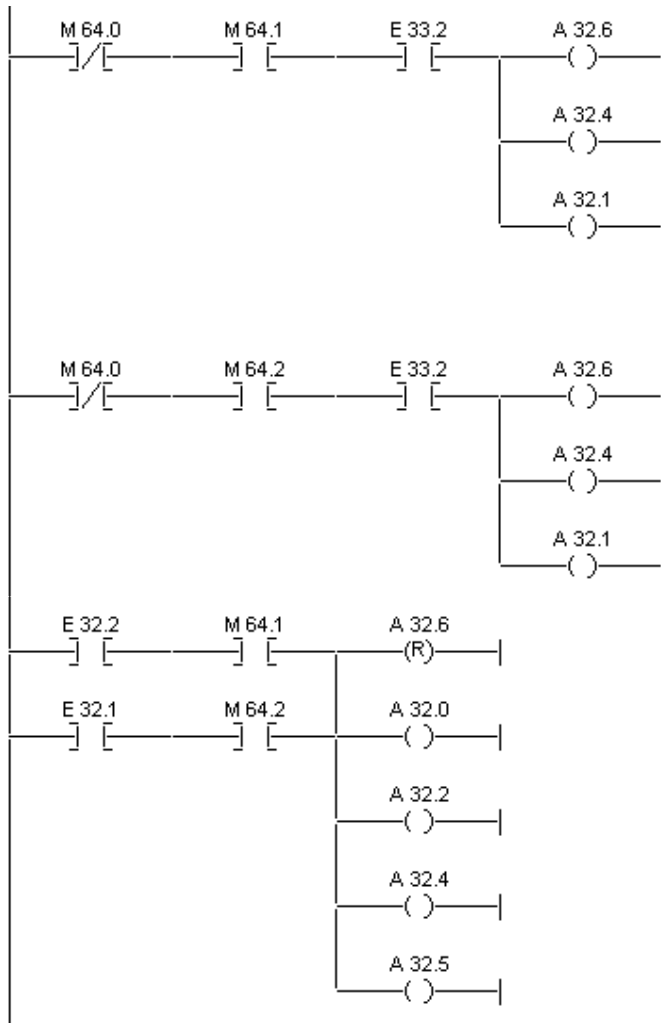
**REPRESENTACIÓN EN DIAGRAMA DE CONTACTOS DEL EJERCICIO II.  
CONTROL DEL ACCESO A UNA SALA COMERCIAL.**



Anexo 3. Programa de Control del autómata S5-95U.

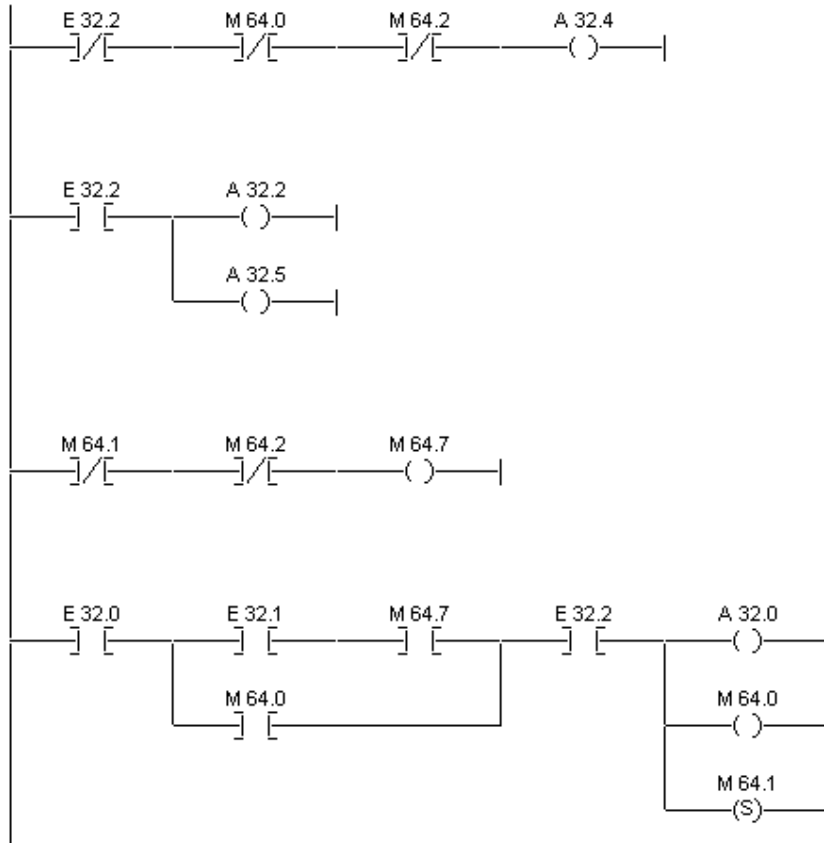
**REPRESENTACIÓN EN LISTA DE INSTRUCCIONES DEL EJERCICIO III.  
AUTOMATIZACIÓN DEL PASO DE VEHÍCULOS Y TRENES.**

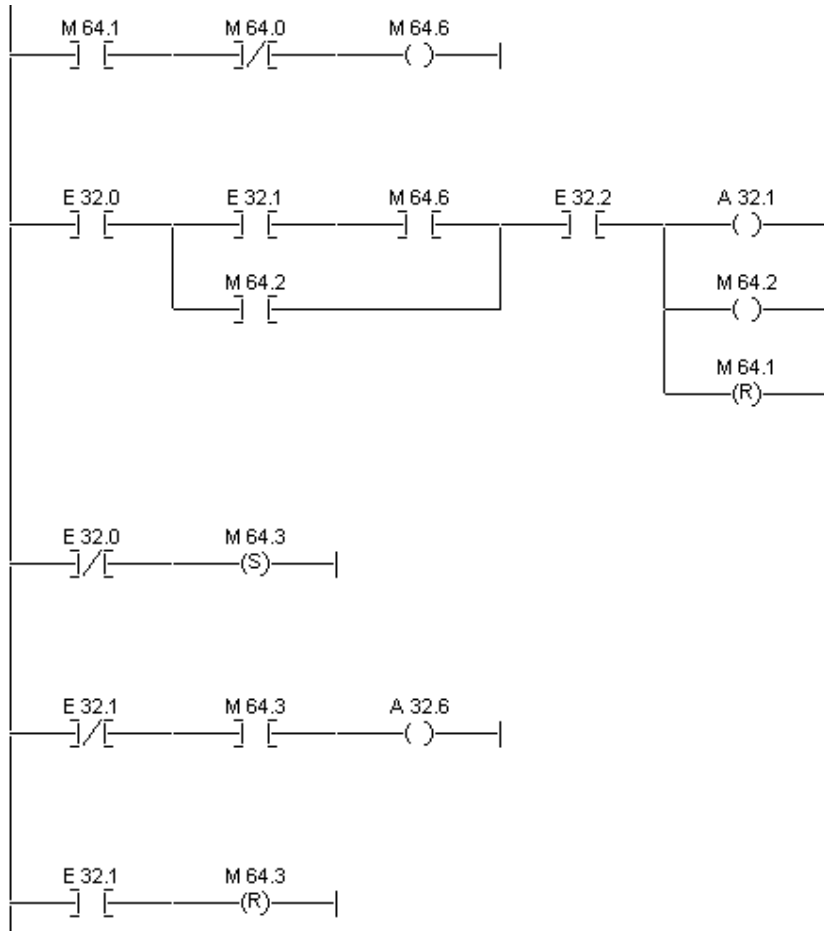




**Anexo 4. Programa de Control del autómata S5-95U.**

**REPRESENTACIÓN EN LISTA DE INSTRUCCIONES DEL EJERCICIO IV.  
ESTACIÓN DE BOMBEO CON DOS BOMBAS.**





*Anexo 5. Programa de Control del autómata S5-95U.*

**REPRESENTACIÓN EN LISTA DE INSTRUCCIONES DEL EJERCICIO V.  
REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ENTRADA Y SALIDA DE  
VEHÍCULOS A UN GARAJE PÚBLICO.**

