

ELABORACIÓN DE PRACTICAS AUTOMATIZADAS MEDIANTE MODELO S7-200 (SIEMENS)



C.P.R. II de Valladolid

**GRUPO DE TRABAJO, I.E.S. “LA MERCED”
(Departamento de Electricidad)**

FRANCISCO REDONDO ACEBES

RICARDO ROUCES POLO

MONTSERRAT GONZALEZ ARTEAGA

BEGOÑA SÁNCHEZ GARCIA

BEATRIZ SANZ DEL OLMO

JUAN ANTONIO REDONDO GOMEZ

(ENERO - MARZO, 2001)

INDICE

1. INTRODUCCIÓN -----	3
2. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL AUTÓMATA UTILIZADO Y SU PROGRAMACIÓN -----	6
3. OPERACIONES EN LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN KOP EMPLEADAS (ESQUEMA DE CONTACTOS) -----	14
4. DESCRIPCIÓN DE CAPTADORES Y ACTUADORES -----	19
5. PRACTICAS DE AUTOMATIZACIÓN DESARROLLADAS	
5.1 PASO DE PEATONES REGULADO POR SEMÁFORO -----	25
5.2 ACCESO A UN GARAJE PARA VEHÍCULOS CON CONTADOR DE CAPACIDAD -----	35
5.3 CONTROL DE UNA CINTA TRANSPORTADORA PARA PERSONAS MEDIANTE BARRERA ELECTRONEUMÁTICA -----	46
5.4 TERMOVENTILADOR -----	56
5.5 COMUNICACIÓN ENTRE DOS PROCESOS AUTOMATIZADOS -----	68
6 IMÁGENES DE LAS PRACTICAS -----	80

1. INTRODUCCIÓN

Este manual recoge una colección de cinco prácticas desarrolladas mediante el modelo de autómatas Siemens S7-200 con CPU 214 que pretenden simular el funcionamiento de pequeños automatismos reales. Todas ellas son de aplicación directa en el aula, pudiéndose utilizar en cualquiera de los módulos donde deba impartirse un curso básico sobre autómatas programables.

Su elaboración se desarrolló a través de un *Grupo de Trabajo* formado por seis profesores del departamento de Electricidad, pertenecientes al I.E.S. “La Merced” de Valladolid, que diseñaron los contenidos presentados durante los meses de Enero a Marzo de 2001.

Los objetivos propuestos fueron:

- a) Estudio de la familia de autómatas Siemens S7-200 y la programación en STEP7/MicroWin.
- b) Análisis del funcionamiento de diversos modelos de sensores, captadores y actuadores comerciales tanto eléctricos como electroneumáticos.
- c) Creación de documentación técnica correspondiente a posibles prácticas sobre automatización de casos reales.

Las prácticas se desarrollan con la siguiente estructura:

- Descripción del automatismo propuesto:
Breve descripción del funcionamiento de la práctica propuesta.
- Grafcet del proyecto:
Descripción gráfica de las especificaciones desarrolladas por el automatismo.
- Programación en esquema de contactos:
Programación del autómatas según esquema de contactos (KOP) mediante STEP7/MicroWin.
- Conexión de entradas, salidas y cableado de actuadores:
Planos del cableado de actuadores y captadores correspondientes y conexiones de entradas y salidas del autómatas.

Se incluye una introducción general sobre las características particulares de esta familia de autómatas que la diferencian de otros modelos comerciales, de las operaciones en lenguaje KOP empleadas y sobre los captadores y actuadores utilizados.

Los montajes, como ilustran las fotografías, están elaborados empleando pequeño material eléctrico existente en el Departamento: tableros, cables, contactores, portalámparas, relés térmicos, etc; adaptados en lo posible al tipo de proyecto que se pretendía realizar.

El manual se completa con los programas elaborados para cada práctica mediante software SETP7/MicroWin de Siemens tanto en formato papel como en soporte informático de forma que puedan simularse y comprobar su funcionamiento con el autómata indicado.

Todos los programas que deben introducirse al autómata y que figuran en el manual, se realizaron mediante Step7-MicroWin. Se ha elegido la programación en lenguaje de contactos (KOP) debido a la semejanza con los esquemas de relés utilizados en los automatismos eléctricos de lógica cableada.

Las fotografías e ilustraciones que se presentan, fueron realizadas por los autores de este manual durante la elaboración de las prácticas con los medios disponibles en el I.E.S. “La Merced” de Valladolid.

Contenido de las carpetas incluidas en el CD ROM

- Carpeta fotografías:

En esta carpeta se encuentran diversas fotografías de los montajes realizados en formato Corel PHOTO-PAINT.

- Carpeta manual:

Contiene este manual completo, en formato Microsoft Word 2000.

- Carpeta programas:

En esta carpeta se encuentran los programas correspondientes a cada práctica para su carga directa en la CPU del autómata, elaborados mediante software SETP7-MicroWIN de Siemens. Se ha elegido la programación en lenguaje de contactos (KOP).

Requisitos de funcionamiento

Para poder simular el funcionamiento de las prácticas diseñadas desde el autómata, es necesario disponer de:

- a) Autómata programable S7-200 de Siemens.

La práctica 4 requiere además disponer del módulo de ampliación EM 235 con entradas y salidas analógicas.

La práctica 5 requiere disponer de dos autómatas S7-200, cable y conectores de bus modelo Siemens para comunicación.

- b) Software de programación SETP7-MicroWIN de Siemens y cable de conexión a PC

Se utilizó la versión 3.1 bajo Windows que incorpora ayuda on line detallada.

- c) PC con procesador 80486 mínimo y 8 MB de RAM.

Para la realización física de cada uno de los automatismos propuestos, es necesario conectar a las entradas y salidas correspondientes del autómata, los actuadores y captadores indicados en cada práctica.

2. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL AUTÓMATA UTILIZADO Y SU PROGRAMACION

- **Características generales**

Las prácticas presentadas se realizaron con un autómata de la serie S7-200 de Siemens, el modelo utilizado incluye una **CPU 214**.

La gama de micro-PLCs S7-200 son pequeños autómatas empleados en gran número de aplicaciones industriales como elementos de mando: montacargas, mando de prensas, alumbrado, cintas transportadoras, aplicaciones con modem, televigilancia...

Ofrecen la posibilidad de ampliación mediante módulos entrada/salida lo que permite ajustar su configuración a la aplicación correspondiente.

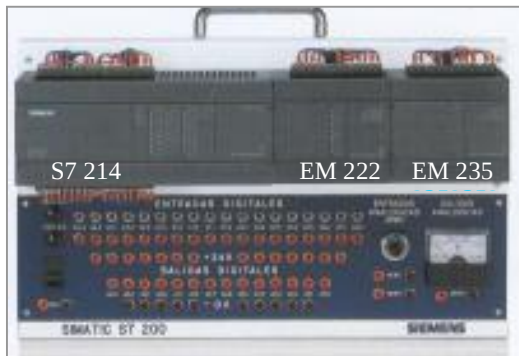
Los datos técnicos más importantes de la CPU214 se resumen en la siguiente tabla:

CPU 214	Datos técnicos
<i>Tamaño</i>	160 mm x 80 mm x 62 mm
<i>Grado de protección</i>	IP 20
<i>Memoria programa (EEPROM)</i>	4kbytes
<i>Marcas internas</i>	256
<i>E/S integradas</i>	14 DI / 10 DQ
<i>Contadores / Temporizadores</i>	128 /128
<i>Potenciómetros analógicos</i>	2
<i>Salidas a impulsos</i>	2
<i>Interrupciones temporizadas</i>	2 (5 a 255 ms)
<i>Interface comunicaciones</i>	1 (RS-485)
<i>Protocolos asistidos</i>	PPI, Freeport
<i>E/S máximas (ampliación)</i>	64 DI / DQ 16 AI / 16 AQ
<i>Software de programación</i>	STEP 7 Micro/Win

El modelo empleado de CPU-214 corresponde a la referencia: **6ES7 214-1BC01-0XB0** con alimentación directa a la red de alterna, entradas de continua a 24 V y salidas de relé.

Se acoplaron dos módulos de ampliación: **EM 222** de 8 salidas de relé y **EM 235** de 3 entradas analógicas AI y 1 salida analógica AQ.

Para facilitar su uso por parte de los alumnos, el departamento dispone del modelo anteriormente descrito y sus dos módulos de ampliación, montado sobre un equipo entrenador Siemens como ilustra la figura, que incluye:



- 22 entradas digitales a 24 V DC cableadas a interruptores de simulación y hembrillas
- 18 salidas digitales a relé cableadas a hembrillas de 2 mm
- 3 entradas analógicas, una de ellas cableada a un potenciómetro y el resto a hembrillas de 2 mm.
- 1 salida analógica conectada a voltímetro y hembrillas.

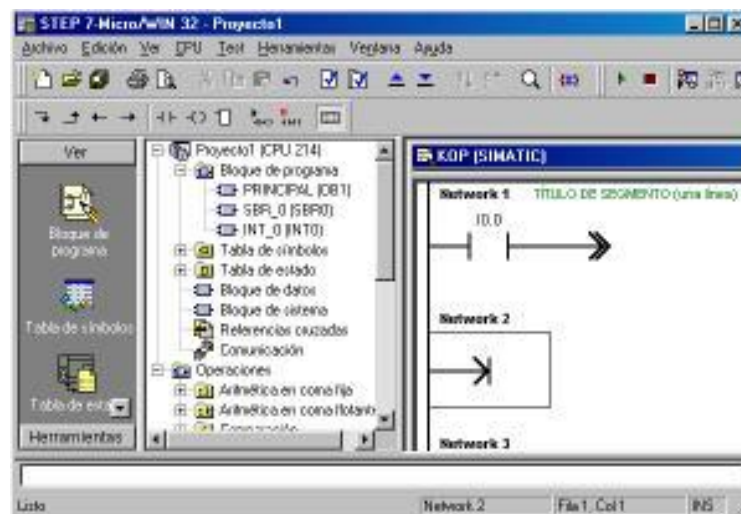
Entrenador Simatic S7 200 utilizado

Las prácticas desarrolladas y las fotografías incluidas corresponden a este modelo de entrenador con su cableado a los actuadores y captadores correspondientes.

• Software de programación del PLC

La programación se realizó con STEP-7 Micro/WIN 32, versión 3.1 que se ejecuta bajo Windows y permite programar el PLC, configurar el sistema y supervisar el proceso durante su ejecución.

El autómata se conecta al ordenador a través de un cable conversor de norma RS-485 a RS-232. Una vez establecida la comunicación, se utilizó el editor KOP o esquema de contactos para realizar la programación que presenta cada práctica.



Programación en STEP 7-Micro/WIN

- **Áreas de memoria de la CPU**

La CPU 214 almacena la información en diferentes áreas de memoria que tienen direcciones concretas. Especificando la dirección a la que se quiere acceder se puede conocer la información en ella contenida.

- ♣ Para acceder a un bit de un área de memoria se debe indicar la dirección del mismo, formada por un identificador de área, la dirección del byte y el número del bit.

[identificador de área] [dirección del byte] . [dirección del bit]

(Ejemplo: para acceder al segundo bit del primer byte del área de entradas debemos indicar: I 0.1)

- ♣ Para acceder a datos de diversas áreas en formato byte, palabra o doble palabra, se debe indicar el identificador de área, el tamaño de los datos y la dirección inicial del valor del byte, de la palabra o de la doble palabra.

[identificador de área] [tamaño][dirección del byte inicial]

(Ejemplo: VW100 accede a la memoria de variables en formato palabra a partir del byte 100)

Las áreas de memoria empleadas en estas prácticas son:

- *Entradas digitales (I):* se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o doble palabra *(ejemplos: I0.1; IB4)*
- *Salidas digitales (Q):* se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o doble palabra *(ejemplos: Q0.1; QB5)*
- *Variables (V):* en esta área se almacenan los resultados intermedios calculados por las operaciones en el programa. Se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o doble palabra *(ejemplos: V10.2; VW100)*
- *Marcas (M):* son relés internos de control. A su valor se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o doble palabra. *(ejemplos: M1.1; MD20)*
- *Marcas especiales (SM):* *(ejemplo: SM 0.1)*
- *Temporizadores (T):* *(ejemplo: T34)*
- *Contadores (C):* *(ejemplo: C20)*
- *Entradas analógicas (AI)* son palabras que comienzan siempre en bytes pares. *(AIW0, AIW2, AIW4)*
- *Salidas analógicas (AQ):* son palabras que comienzan siempre en bytes pares *(AQW0, AQW2, AQW4)*

- **Módulo de ampliación EM 235**

A la CPU 214 empleada, está acoplado un módulo de ampliación modelo **EM 235**, con 3 entradas analógicas AI y una salida analógica AQ de 12 bits.

Las entradas analógicas se configuraron mediante los interruptores DIP incluidos en el módulo, para un margen de tensión de 0 a 10 V. La salida proporciona un margen de tensión de ± 10 V.

Los datos analógicos aplicados a las entradas se convierten a digital y se almacenan en unos registros que pueden ser leídos accediendo a la zona de memoria **AIW**.

En la práctica 4 (*Termoventilador*) hemos simulado el sensor de temperatura del local mediante un reostato, que proporciona una señal de tensión variable entre 0 y 10 V. La señal se conectó al PLC a través de la entrada **AIW2** y su valor binario se almacenó en VW20 (*Network 2 en subrutina SBR_0*).

Podemos visualizar el valor de la tensión de entrada, proporcional a la temperatura, (práctica 4), mediante el voltímetro conectado a la salida **AQW0** y comprobar el correcto funcionamiento del reostato (*Network 1 en subrutina SBR_0*).

- **Comunicaciones**

La CPU S7-214 admite el protocolo de comunicación denominado PPI (Interface punto a punto). Es un protocolo maestro/esclavo. La unidad maestra envía peticiones a las unidades esclavas y estas responden. Los esclavos no inician mensajes, sino que esperan a que un maestro les envíe una petición o solicite una respuesta.

Dependiendo del dato almacenado en dos bits de marcas especiales SM30.0 y SM30.1 el PLC puede actuar como maestro o como esclavo.

Valor bits 00: modo PPI / esclavo

Valor bits 10: modo PPI / maestro

Una vez habilitado el modo maestro PPI, la comunicación se establece por la unidad maestra haciendo uso de instrucciones *NETR* (leer de la red) y *NETW* (escribir en la red)

Conectores de red

El Interface de comunicación incorporado en la CPU-214 es compatible con el estándar RS-485. Siemens ofrece un conector de bus que a través de un cable de par trenzado y apantallado permite conectar fácilmente varios dispositivos a una red.

El conector dispone de un interruptor para polarizar y cerrar la red de forma selectiva. Los conectores extremos deben tener el interruptor en ON (cerrado y polarizado).

Direcciones de la red para cada CPU

Las estaciones de la red que se desea comunicar se identifican mediante un número comprendido entre 2 y 31. Antes de realizar cualquier tipo de programación, debemos garantizar que cada una de las CPU tiene la dirección correspondiente de la red.

Para ello cambiaremos en el programa STEP7-MicroWin la dirección que vaya a tomar cada CPU mediante la opción del menú: *Ver / Bloque de sistema / Dirección CPU*. La dirección cambiada debe ser cargada previamente en cada CPU.

Una vez realizado el paso anterior conectaremos las CPU entre si y al actualizar la comunicación en el programa mediante la opción del menú: *Ver / Comunicación*, comprobaremos que reconoce las dos CPU cada una en la dirección fijada.

A partir de ahora pinchando sobre cada una de las CPU, toda programación se cargará en esa CPU.

Comunicación usando NETR y NETW

Para realizar la comunicación con estas instrucciones es preciso previamente definir 7 bytes de datos que se guardan en memoria de la CPU maestra, donde aparece toda la información relativa a la lectura o escritura que deseamos establecer. La función de cada uno de estos bytes es la indicada en la siguiente tabla:

BYTE	CONTENIDO
0	Define códigos de error y estado de la comunicación. No hace falta programarlo pero si debemos considerarlo.
1	Dirección de la estación remota
2,3,4,5	Puntero a la zona de datos en la estación remota que se desea Acceder (I, Q, M, S, V) para lectura o escritura
6	Cantidad de bytes a los que voy a acceder (leer o escribir)
7 a 22	A partir de este byte comienzan a introducirse los datos con NETR o a copiar los datos con NETW.

Cada una de las instrucciones NETR o NETW debe tener su tabla de datos asociada mediante la cual realizar la comunicación. Esta tabla puede comenzar en cualquier dirección del buffer de memoria, pero una vez definido el byte de inicio los demás quedan definidos a continuación.



RED PPI

Ejemplo

Dos CPU-214 conectadas a través de sus puertos 0 de comunicaciones, una como maestro (estación 2) y la otra como esclava (estación 3).

La estación maestra debe leer el byte de entradas IB0 de la esclava y mostrar su contenido sobre su byte de salidas QB0. La estación maestra debe escribir su byte de entrada IB0 en la estación remota y esta mostrar su contenido sobre su byte de salidas QB0.

La operación de lectura está definida mediante 7 bytes de datos en la estación maestra a partir de la dirección VB200. Para la operación de escritura los 7 bytes de datos que la definen comienzan en la dirección VB300

Las tablas siguientes muestran detalladamente el contenido de los buffer de lectura y escritura reservados en la memoria de la estación maestra:

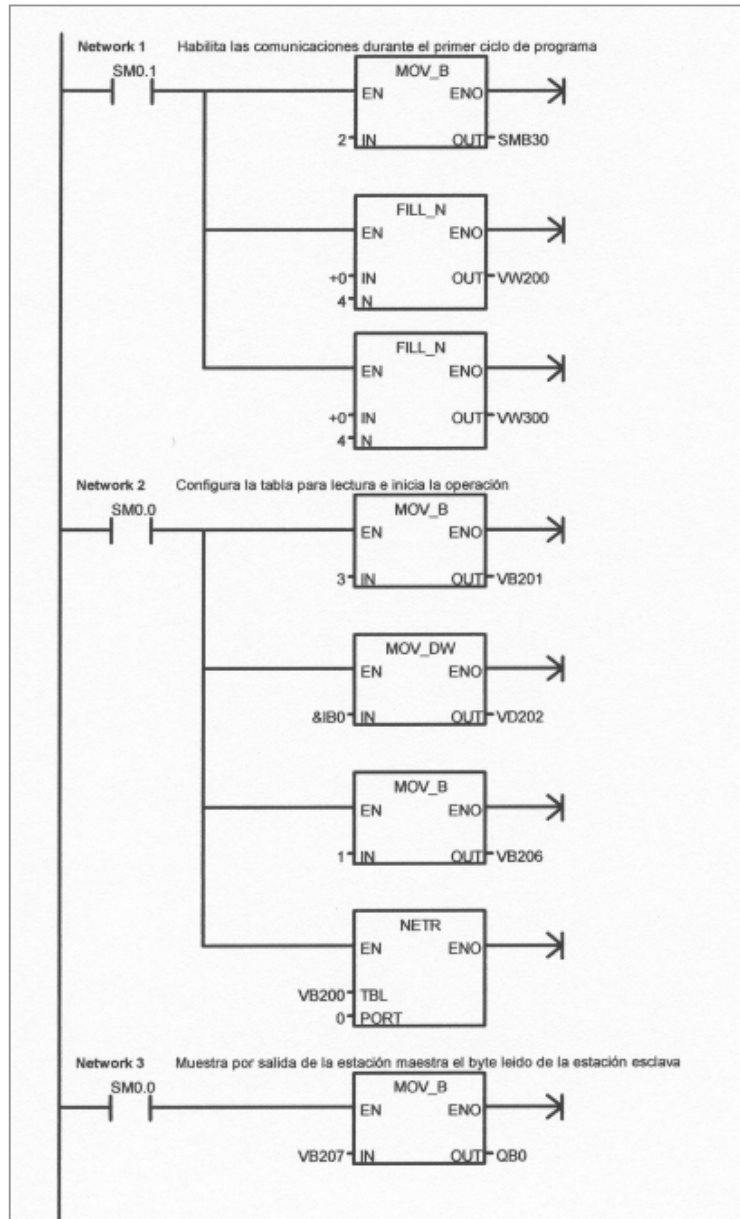
VB200	Códigos error no definidos
VB201	3
VB202	Puntero al área de datos en la Estación remota = &IB0
VB203	
VB204	
VB205	
VB206	Longitud de datos = 1 byte
VB207	lectura estación remota

TBL para NETR

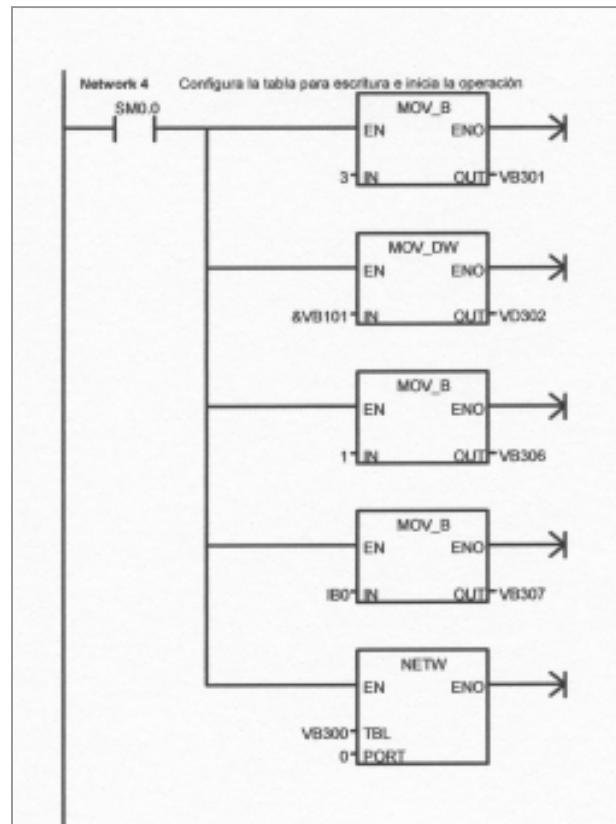
VB300	Códigos error no definidos
VB301	3
VB302	Puntero al área de datos en la Estación remota = &VB101
VB303	
VB304	
VB305	
VB306	Longitud de datos = 1 byte
VB307	Byte a escribir = IB0

TBL para NETW

A continuación se presenta el programa que se debe introducir en el PLC maestro (estación 2):



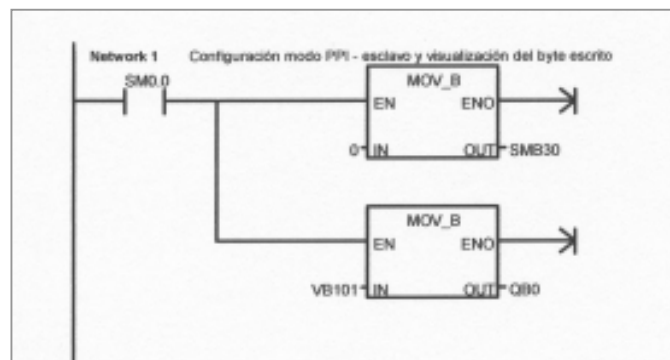
Programa del maestro



Programa del maestro (continuación)

El programa de la CPU esclava (estación 3) solo configura el byte SMB30 en modo PPI-esclavo y transfiere a su byte de salidas QB0 el contenido del byte de variables VB101 donde la CPU maestro escribió el dato correspondiente.

El programa del esclavo en lenguaje KOP, es el siguiente:



Programa del esclavo

3. OPERACIONES EN LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN KOP EMPLEADAS (esquema de contactos)

El esquema de contactos (KOP) es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos eléctrico. Para la programación empleamos nemotécnica internacional, asignando la letra **I** a las entradas del autómatas y **Q** a las salidas.

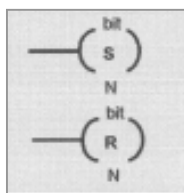
Los elementos básicos que constituyen los programas son:

- *Contactos*: representan interruptores por los que circulan corriente cuando están cerrados. Se indican por medio del símbolo:



- *Bobinas*: representan los relés que se activan cuando se aplica tensión: -()-
- *Bloques*: representan las funciones que se ejecutan cuando la corriente circula por ellos. (contadores, temporizadores...)
- *Segmentos*: constituyen circuitos completos. La corriente circula desde la barra de alimentación izquierda pasando por los contactos cerrados para excitar las bobinas o los bloques. Se indican mediante la palabra “**Network**” y un “título de la operación realizada” (Ejemplo: **Network 1** Inicio ciclo normal)

Operaciones con contactos (Set / Reset)



Cuando se ejecutan las operaciones “poner a 1” (**S**) y “poner a 0” (**R**) se activa o se desactiva el número indicado de salidas (**N**) a partir del valor dado por el parámetro binario (bit).

Utilizamos las operaciones Set / Reset con los siguientes operandos: marcas, temporizadores y salidas.

Marcas especiales

El autómata S7-200 dispone de marcas especiales (*SM*) que ofrecen una serie de funciones de estado y control. Sirven para intercambiar informaciones entre la CPU y el programa, pudiéndose utilizar en formato de bits, bytes, palabras o dobles palabras.

En las prácticas se han empleado en formato de bits, dos marcas especiales:

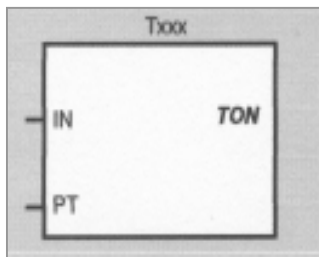
SM0.0: bit de estado que siempre está activado. Se emplea como entrada de habilitación permanente en algunas funciones. (*práctica 4, subrutina SBR_0*)

SM0.1: bit de estado que se activa en el primer ciclo. Se utiliza para llamar a una subrutina de inicialización. (*práctica 5, CPU maestra*)

Funciones utilizadas

Las funciones características de estos modelos de autómatas utilizadas en las prácticas y representadas por medio de bloques en los esquemas KOP son:

- **Temporizador con retardo a la conexión (TON)**



La función *TON* cuenta el tiempo al estar activada la entrada (**IN**). Si el valor actual es mayor o igual al valor de preselección (**PT**) se activa el bit del temporizador.

El valor del temporizador se borra cuando la entrada (*IN*) se desactiva. La CPU dispone de temporizadores (*TON*) con tres resoluciones.

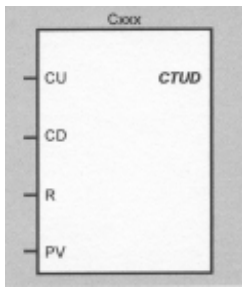
Para identificar el temporizador se emplea el identificador **T** seguido de un número comprendido entre 0 y 255. El número del temporizador determina su resolución; el valor actual resulta del valor de conteo multiplicado por la base de tiempo.

En la *práctica 1* empleamos el temporizador **T37** en el segmento 4. Este número de temporizador tiene como base de tiempo 100 ms. El valor de conteo 860 equivale a 86 s que es el tiempo total de la secuencia del semáforo.

El bit de contador se utiliza en el segmento 12 de la *práctica 1*, cuando se activa se reinicia la secuencia semafórica.

El valor actual del contador se emplea en los segmentos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 en instrucciones de comparación (*práctica 1*) para conocer el valor de conteo en cada instante.

- **Contador adelante/atrás (CTUD)**



La función *CTUD*, cuenta hacia delante, cuando se produce un flanco positivo en la entrada *CU*. Cuenta hacia atrás cuando se produce un flanco positivo en la entrada de conteo *CD*.

Si el valor actual del contador es mayor o igual al valor de preselección *PV*, se activa el **bit de conteo**.

El contador se inicializa al activarse la entrada de desactivación *R* o al ejecutarse una operación de puesta a cero de dicho contador.

Cuando se inicializa un contador con la operación Poner a 0, se desactivan tanto el bit de conteo como el valor actual del contador.

Asociadas al contador hay dos variables:

- *Valor actual*: es un número entero de 16 bits con signo en el que se encuentra el valor de conteo acumulado
- *Bit del contador* (Bit C): este bit se activa (se pone a 1) cuando el valor actual del contador es mayor o igual al valor preseleccionado.

A estas dos variables se puede acceder utilizando la dirección del contador (*C + número de contador*). Dependiendo de la operación utilizada, se accede al bit del contador o al valor actual. Las operaciones con operandos en formato de bit acceden al bit del contador, en tanto que las operaciones con operandos en formato de palabra acceden al valor actual.

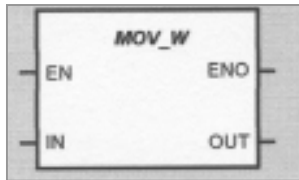
Para identificar el contador se emplea el identificador **C** seguido de un número para el contador comprendido entre 0 y 127. (*Ejemplo: C25*)

En la *Práctica 3*: “Control de una cinta transportadora para personas” se ha empleado el contador **C1**, tipo *CTUD*, en el segmento 3.

Como entrada de conteo adelante se emplea la señal **I0.3**. Como entrada de conteo atrás se emplea la señal **I0.4**. El contador se reinicializa al activarse la señal **I 0.0** o activarse el bit del temporizador **T34**. Como valor de preselección *PV* se ha introducido la capacidad total del garaje (5 vehículos).

Empleamos el valor del bit del contador *C1* en el segmento 4 y el valor actual en el segmento 7 formando parte de una instrucción de comparación.

- **Transferir palabra (MOV_W)**

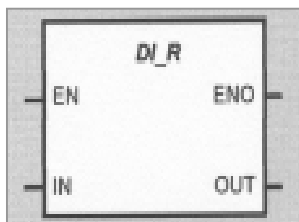


Transfiere la palabra de entrada (IN) a la palabra de salida (OUT).

Para que la transferencia tenga lugar, el bit de habilitación (EN) debe estar activado.

La práctica 4 (*termoventilador*), en el segmento 1 de la subrutina *SBR_0* aplica esta función para leer el valor analógico del canal **AIW2** y transferir su valor a la salida analógica **AQW0**. Como señal de habilitación se emplea la marca especial **SM0.0**.

- **Convertir formato (DI_R)**



DI_R: convierte un entero de 32 bits (IN) con signo, en un número real de 32 bits (OUT).

En el programa del termoventilador, utilizamos esta función en la subrutina *SBR_0* para convertir el valor almacenado en **VD0** en un real que se almacena en **VD4**

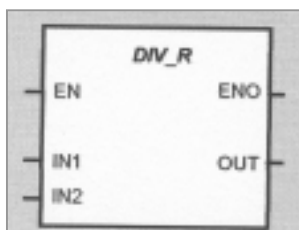
VD0 es el resultado de la función *MUL* (doble palabra) y VD4 es un operando de la función *DIV_R* (real).

- **Multiplicar y dividir (MUL, DIV_R)**



Multiplicar *MUL*: multiplica dos enteros (IN1, IN2) de 16 bits (palabras) dando un resultado entero (OUT) de 32 bits (doble palabra).

El segmento 3 de la subrutina *SBR_0* (práctica 4) multiplica el valor almacenado en **VW20** por 10, el resultado se guarda en VD0



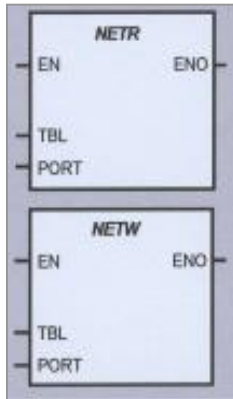
Dividir reales *DIV_R*: divide dos números reales (IN1, IN2) de 32 bits, dando como resultado (OUT) un número real de 32 bits

El segmento 5 de la subrutina *SBR_0* (práctica 4) divide el valor almacenado en **VD4** entre 32.000.

- **Llamada a subrutinas**

Las funciones *SBR_0* y *SBR_1* del programa principal en el ejercicio 4 (*termoventilador*) llaman a dichas subrutinas para su ejecución. El bit de habilitación es la marca especial SM0.0

- **Lectura y escritura en la red: (NETR / NETW)**



La operación NETR inicia una comunicación para leer datos de una CPU remota conectada en red a través del puerto indicado en PORT. (0 para nuestra CPU 214)

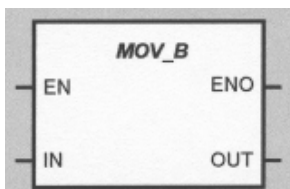
La operación NETW inicia una comunicación para escribir datos en una CPU remota conectada en red a través del puerto indicado en PORT.

En ambas instrucciones TBL contiene el byte inicial de la tabla de datos localizada en memoria que define la comunicación.

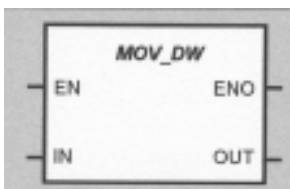
Con la operación NETR se pueden leer hasta 16 bytes de información de una estación remota, en tanto que con la operación NETW se pueden escribir 16 bytes de información en una estación remota.

En el ejercicio 5, la CPU maestra lee de la red a través de su puerto 0 mediante la instrucción *NETR* del segmento 2. El byte **VB0** es el byte inicial de la tabla que define la comunicación.

- **Transferencia de byte y doble palabra: (MOV_B , MOV_DW)**



La operación MOV_B transfiere el byte de entrada (IN) al byte de salida (OUT).



La operación MOV_DW transfiere la palabra doble de entrada (IN) a la palabra doble de salida (OUT).

En ambas instrucciones EN es la entrada (bit) de habilitación para realizar la transferencia. Se emplean en el segmento 1 del ejercicio 5.

4. DESCRIPCIÓN DE ACTUADORES Y CAPTADORES

Se describen los actuadores y captadores empleados en la realización de estas prácticas indicando: sus características principales, modo de funcionamiento y montaje donde se emplean.

PULSADORES

Los pulsadores empleados en las prácticas son los que se utilizan usualmente en los cuadros de mando y maniobra. Generalmente tienen dos contactos uno normalmente abierto (NA) y otro normalmente cerrado (NC), que actúan simultáneamente.

En las prácticas se utiliza uno solo de los dos contactos, generalmente el contacto abierto, como se indica en los correspondientes esquemas eléctricos, dejando sin cablear las bornas correspondientes al contacto que no se emplea.

Cuando en una práctica se utiliza más de uno; se conectan entre sí uno de los extremos de cada pulsador, junto con el común de las entradas al autómata (+24 V). El otro extremo se conecta a la respectiva entrada del autómata como indican los esquemas de conexionado.

Al programar las entradas en diagrama de contactos (KOP) hay que tener en cuenta que el PLC leerá el mismo estado físico que tiene el contacto si se programa como contacto abierto y el contrario si se programa como contacto cerrado.

INTERRUPTORES DE POSICIÓN

En la práctica 2 (Acceso a garaje con contador) empleamos dos interruptores de posición o detectores electromecánicos, para conocer cuando la puerta del garaje está completamente abierta o cerrada.

El actuador del final de carrera responde al tipo: “palanca con actuación en una sola dirección” para el detector del final de carrera superior y al tipo: “palanca con rodillo” para el final de carrera inferior.

El bloque de contactos auxiliares de los interruptores es 1NA/1NC. Al realizar el cableado en el circuito de mando y conexionado al autómata, utilizamos los contactos normalmente abiertos, indicados en el esquema de la práctica 2 por los números **13 –14**.

FINALES DE CARRERA EN EL CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO

Los finales de carrera (también llamados microinterruptores) son elementos que se encargan de enviar una señal a la válvula distribuidora, cuando de una forma mecánica han sido accionados.

Para que funcionen es precisa la intervención de un circuito eléctrico con un relé intermedio que es el que directamente gobierna la bobina de la electroválvula.

Son componentes de reducido tamaño, y al tener que ser accionados mecánicamente deben ser montados en zonas donde un elemento mecánico, como la cabeza del cilindro, el extremo de carro, etc., puedan activarlos.

Debido a que se encuentran fuera del armario del circuito eléctrico, son elementos estancos y, a veces, también blindados para soportar golpes fortuitos.

El mando electromagnético de las válvulas neumáticas se instala cuando, por diversas razones, no pueden montarse las de accionamiento neumático, por la complejidad de la solución neumática o por razones técnicas de otra índole. El tener que incorporar un circuito eléctrico es siempre una solución más costosa que los montajes puramente neumáticos.

Empleamos finales de carrera en la práctica 3, (*Control de una cinta transportadora*) como entradas al PLC **10.5** e **10.6** según indican en los esquemas de conexión.

RELE TERMICO

Se basa su funcionamiento en la deformación de bimetales bajo el efecto del calor producido por el paso de la corriente. Cuando la corriente alcanza un valor superior al nominal los bimetales se curvan debido al diferente coeficiente de dilatación de ambos metales, provocando el cierre del contacto NA y la apertura del NC.

El tiempo de desconexión depende la temperatura ambiente y de la corriente que circula por el relé. Normalmente vienen equipados por un botón de regulación que permite establecer el valor de corriente en el cual se producirá el disparo.

Las diferentes prácticas utilizan relés térmicos asociados a los contactores como señales de entrada al autómatas. Se conecta al PLC su contacto auxiliar normalmente cerrado indicado por los números 95 – 96 como señal de protección.

DETECTOR REFLEX

En la práctica 2 (Acceso a garaje con contador) utilizamos un detector reflex modelo XLU de Telemecanique, para controlar la entrada de un vehículo al garaje (entrada **10.3** del PLC). El detector está equipado con 3 led: 1 amarillo para el estado de la salida, 1 rojo y 1 verde para alineamiento.

El emisor y el receptor de luz se hallan instalados en un solo cuerpo, con lo que se requiere un reflector. Se evalúa la interrupción del rayo de luz reflejado.

La interrupción del rayo de luz no debe ser compensada por la reflexión directa o difusa de un objeto. En algunos casos, los objetos transparentes, claros o brillantes, pueden pasar inadvertidos.

Los objetos especulares deben posicionarse de tal forma que el rayo reflejado no sea devuelto por el propio objeto. En comparación con los sensores de reflexión directa, los sensores de retrorreflexión poseen un alcance mayor.

DETECTOR DE BARRERA

Para detectar la salida de un vehículo se ha colocado un detector de barrera en el interior del garaje de la práctica 2, modelo XUL de Telemecanique (entrada **10.5** del PLC).

En la práctica 3 se colocan dos detectores de barrera para determinar la entrada y salida de personas en la cinta transportadora, conectadas a las entradas **10.3, 10.4** del PLC

Los sensores de barrera constan de dos componentes, emisor y receptor, montados separadamente, con los cuales pueden obtenerse amplios rangos de detección. Para poder detectar la interrupción del rayo de luz, debe cubrirse la sección activa del rayo. El objeto a detectar sólo debe permitir una mínima penetración de la luz, pero puede reflejar cualquier cantidad de luz.

Un fallo del emisor se evalúa como “objeto presente”.

CONTACTORES Y RELES

El contactor es un aparato de mando a distancia, que permite abrir o cerrar circuitos, ya sea en vacío o en carga. Está constituido por un *soporte* donde se fijan el resto de órganos del contactor, un *electroimán* formado a su vez por un circuito magnético y una bobina, los *contactos principales*, que aseguran el establecimiento y corte de la corriente principal y finalmente los *contactos auxiliares*, que pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados y que formarán parte del circuito de mando.

Según el número de vías para el paso de corriente los contactores se designan como unipolares, bipolares, tripolares, tetrapolares.

El principio de funcionamiento se basa en que al aplicar tensión a la bobina se crea un campo magnético que se cierra a través del núcleo de chapa magnética. Este flujo da lugar a un par electromagnético superior al par resistente, debido a los muelles. El par originado atrae la armadura móvil (llamada martillo) con lo que se cierra el circuito magnético. El movimiento de esta armadura hace que se accionen los contactos auxiliares y principales.

Se emplean contactores en las prácticas 2,3, 4 y 5 para la puesta en marcha, control del sentido de giro y velocidad del motor trifásico utilizado. En los esquemas se denominan con las letras **Km1**, **Km2**, **Km3**...

En las prácticas 2, 3 y 5 los contactores disponen de bobinas a 24 V/12 W adaptadas a las características de salida del autómatas S7-200. El terminal **A1** de la bobina recibe señal de la salida correspondiente del PLC y el terminal **A2** se conecta al común de las salidas como indican los esquemas de cada práctica.

Para el diseño del termoventilador en la práctica 4, se han utilizado relés auxiliares de 24 V conectados a la salida del autómatas. Los contactos de los relés actúan sobre las bobinas de los contactores que regulan la velocidad del motor y la conexión de las resistencias.

En el esquema de la práctica 4 los relés se denominan con las letras: Km1, Km2, Km3, Km4, Km5, Km6; conectándose el terminal **A2** de sus bobinas a las salidas respectivas del autómatas y los terminales **A1** de todos ellos al común de las salidas.

La práctica 1, emplea 5 relés de 24 V conectados a las salidas **Q0.0**, **Q0.1**, **Q0.2**, **Q0.3**, **Q0.4** y **Q0.5** del PLC para el control de las luces del semáforo.

CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO

La barrera que permite el paso a la cinta transportadora en la práctica 3 se acciona mediante un cilindro neumático de doble efecto.

Los cilindros de doble efecto realizan esfuerzo activo en los dos sentidos. El diseño de estos cilindros es similar al de los cilindros de simple efecto. No obstante, los cilindros de doble efecto no llevan muelle de reposición y, además, las dos conexiones son utilizadas correspondientemente para la alimentación y la evacuación del aire a presión.

Los cilindros de doble efecto ofrecen la ventaja de poder ejecutar trabajos en ambos sentidos. Se trata, por lo tanto, de cilindros sumamente versátiles. La fuerza ejercida sobre el vástago es algo mayor en el movimiento de avance que en el de retroceso porque la superficie en el lado del émbolo es más grande que en el lado del vástago.

Al dar aire a la cámara posterior del cilindro y evacuar simultáneamente el aire de la cámara anterior, el vástago del cilindro avanza y cuando se realiza la función inversa, el vástago retrocede.

ELECTROVALVULA 5/2

Para el control y mando del cilindro de doble efecto empleado en la práctica 3 se utiliza una electroválvula distribuidora tipo 5/2 accionada por electroimán.

Las bobinas de los electroimanes, denominadas en los esquemas como **Y1**, **Y2** se han conectado a las salidas del autómata **Q0.1** y **Q0.2**. Mediante estas salidas se gobierna el cilindro que acciona la barrera.

Las válvulas de 5/2 vías tienen cinco conexiones y dos posiciones. Estas válvulas son utilizadas principalmente como elementos de maniobra para el accionamiento de cilindros de doble efecto. La válvula de corredera longitudinal es un ejemplo de válvula de 5/2 vías. En su calidad de elemento de mando, estas válvulas tienen un émbolo de mando que se encarga de unir o separar los conductos correspondientes efectuando movimientos longitudinales. En el caso de las válvulas de corredera longitudinal, es posible aplicar todos los tipos de accionamiento, ya sean manuales, mecánicos, eléctricos o neumáticos. Estos mismos tipos de accionamiento pueden también ser utilizados para los movimientos de reposición.

Tablas resumen de actuadores y captadores empleados

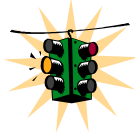
Práctica 1: Paso de peatones			
Dispositivo	Cantidad	Conexión PLC	Observaciones
Pulsadores	3	I0.0 I0.1 I0.2	
Relés	6	Q0.0 Q0.1 Q0.2 Q0.3 Q0.4 Q0.5	Tensión circuito control 24 V. DC
Lámparas señalización	5		
Zumbador	1		Sirena ciegos

Práctica 2: Control acceso garaje			
Dispositivo	Cantidad	Conexión PLC	Observaciones
Pulsadores	3	I0.0 I0.2 I0.3	
Relé térmico	1	I0.1	
Interruptores de posición	2	I0.4 I0.5	
Detectores	2	I0.6 I0.7	Reflex y de barrera
Contactores	2	Q0.0 Q0.1	Tensión circuito control 24 V. DC

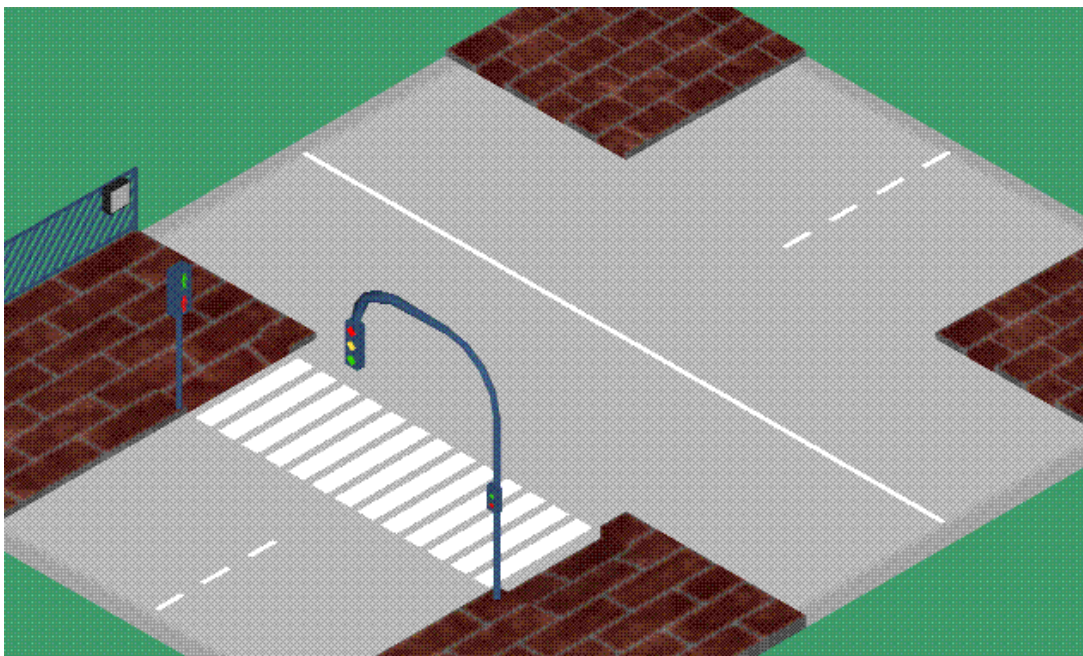
Práctica 3: Cinta transportadora			
Dispositivo	Cantidad	Conexión PLC	Observaciones
Pulsadores	1	I0.1	
Relé térmico	1	I0.2	
Detectores	2	I0.3 I0.4	Reflex y de barrera
Finales de carrera	2	I0.5 I0.6	Circuito electroneumático
Contactores	1	Q0.0	
Cilindro doble efecto	1		
Válvula distribuidora	1	Q0.1 Q0.2	Tipo 5/2 por electroimanes

Práctica 4: Termoventilador			
Dispositivo	Cantidad	Conexión PLC	Observaciones
Relés	6	Q0.0 Q0.1 Q0.2 Q0.4 Q0.5 Q0.6	Tensión circuito control 24 V. DC
Contactores	6		
Relé térmico	3	I0.0 I0.1 I0.3	
Reostato	1	AIW2	Tensión variable entre 0 –10 V.

5.1 PASO DE PEATONES REGULADO POR SEMAFORO



DESCRIPCION DEL AUTOMATISMO



Disponemos de un semáforo, para peatones y vehículos con el fin de regular el paso entre ellos.

Ciclo normal

Durante el ciclo normal, el semáforo funciona para dar paso a los vehículos y a los peatones mediante sucesivas temporizaciones (véase cronograma del ciclo), realizándose el cambio de luces de ámbar, rojo y verde para los vehículos, y de rojo y verde para los peatones, de tal forma que si está el semáforo en verde para peatones, proceden a pasar éstos y no los vehículos, estando en rojo para ellos y viceversa.

Se incorpora una sirena acústica en el semáforo para personas invidentes que se pondrá en funcionamiento cuando la luz sea verde para los peatones y permita así su paso.

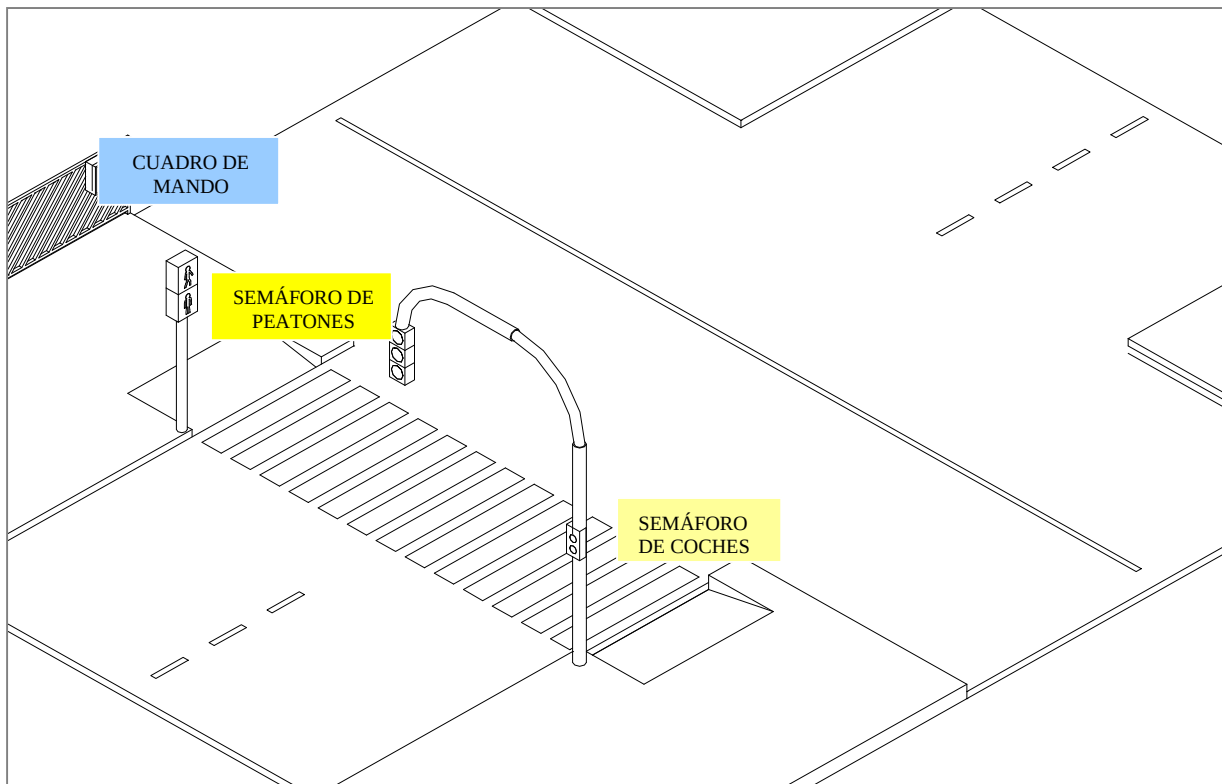
Mantenimiento de luces

El automatismo añade un control del funcionamiento de las luces de forma que permita su mantenimiento en caso de fundirse cualquiera de ellas. Mediante pulsador podemos detener el ciclo de funcionamiento normal indicado en el cronograma, pasando a funcionar todas a la vez pudiendo detectar averías.

Ámbar vehículos

Además el automatismo permite mediante pulsador el cambio a intermitente para vehículos, anulándose la secuencia semafórica del ciclo normal. Esto permitirá regular el tráfico de forma manual.

El cambio entre los tres modos de funcionamiento se realiza por pulsadores situados en el cuadro de control del semáforo.

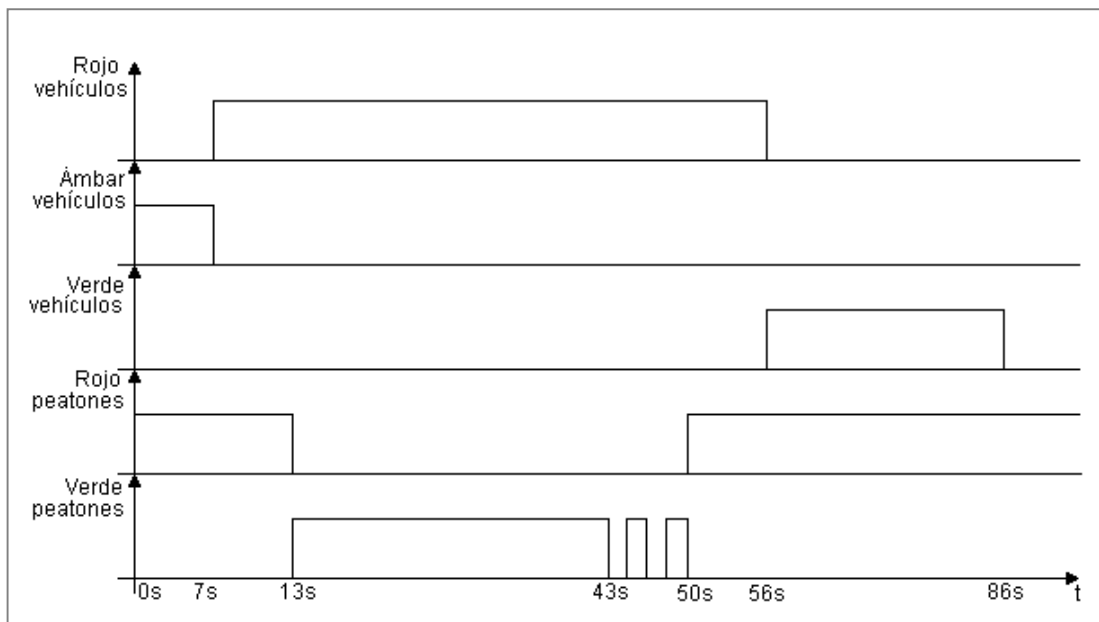


El cronograma del ciclo normal del semáforo es el que se indica a continuación:

Supuesto un tiempo total para el ciclo de 86 segundos, el semáforo se encuentra:

- Entre los segundos 0 y 6: ámbar para vehículos, rojo peatones
- Entre los segundos 7 y 12: rojo para vehículos, rojo para peatones
- Entre los segundos 13 y 43: rojo para vehículos, verde para peatones, sirena ciegos activada.
- Entre los segundos 44 y 49: rojo para vehículos, verde intermitente para peatones, sirena ciegos indicando cambio del semáforo.
- Entre los segundos 50 y 55: rojo para vehículos, rojo para peatones
- Entre los segundos 56 y 86: verde para vehículos, rojo para peatones

CRONOGRAMA CICLO SEMAFORICO

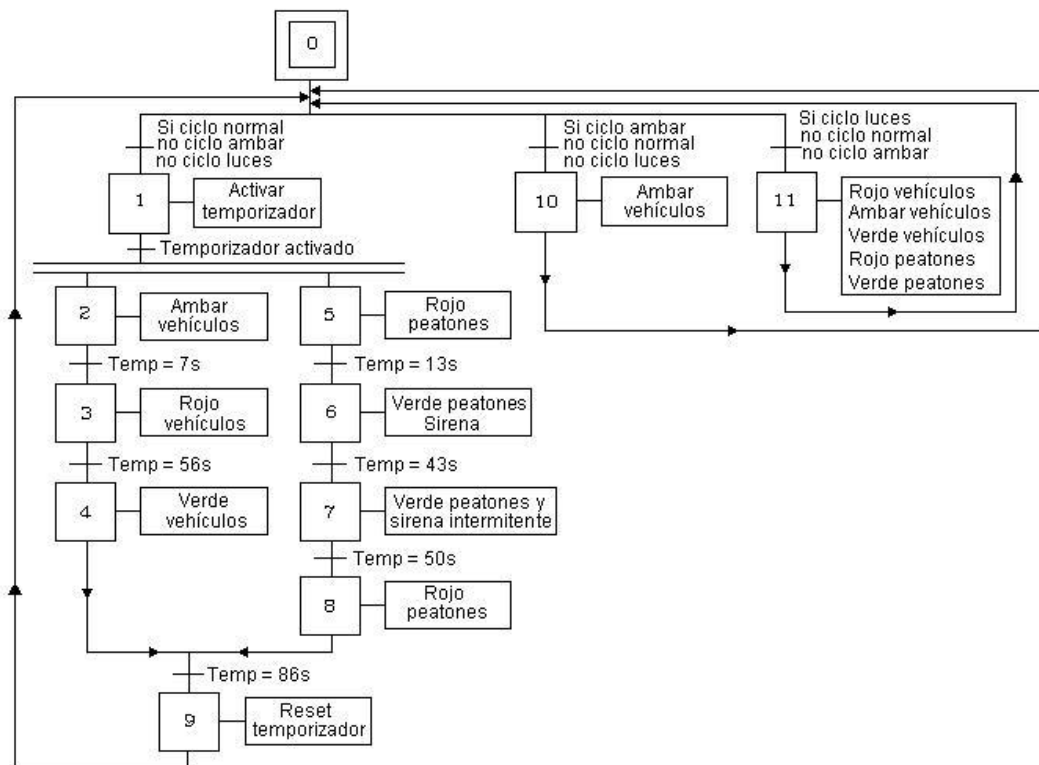


GRAFSET DEL PROYECTO

Tomando como base el GRAFCET o Gráfico de Orden Etapa Transición, se elaborará el programa del autómata S7-200.

Mediante el GRAFCET podemos observar:

- Una Zona de Inicialización, encargada de activar la etapa 0 al poner en RUN el autómata.
- Dos Zonas Secuenciales, según se trate del ciclo normal o no, y donde se llega a la siguiente etapa siempre que haya ocurrido su transición o condición asociada, siguiendo el funcionamiento del automatismo.
- Dos Zonas de Acciones, encargada de ejecutar las acciones asociadas a las etapas con los diferentes Actuadores o elementos conectados a las salidas.

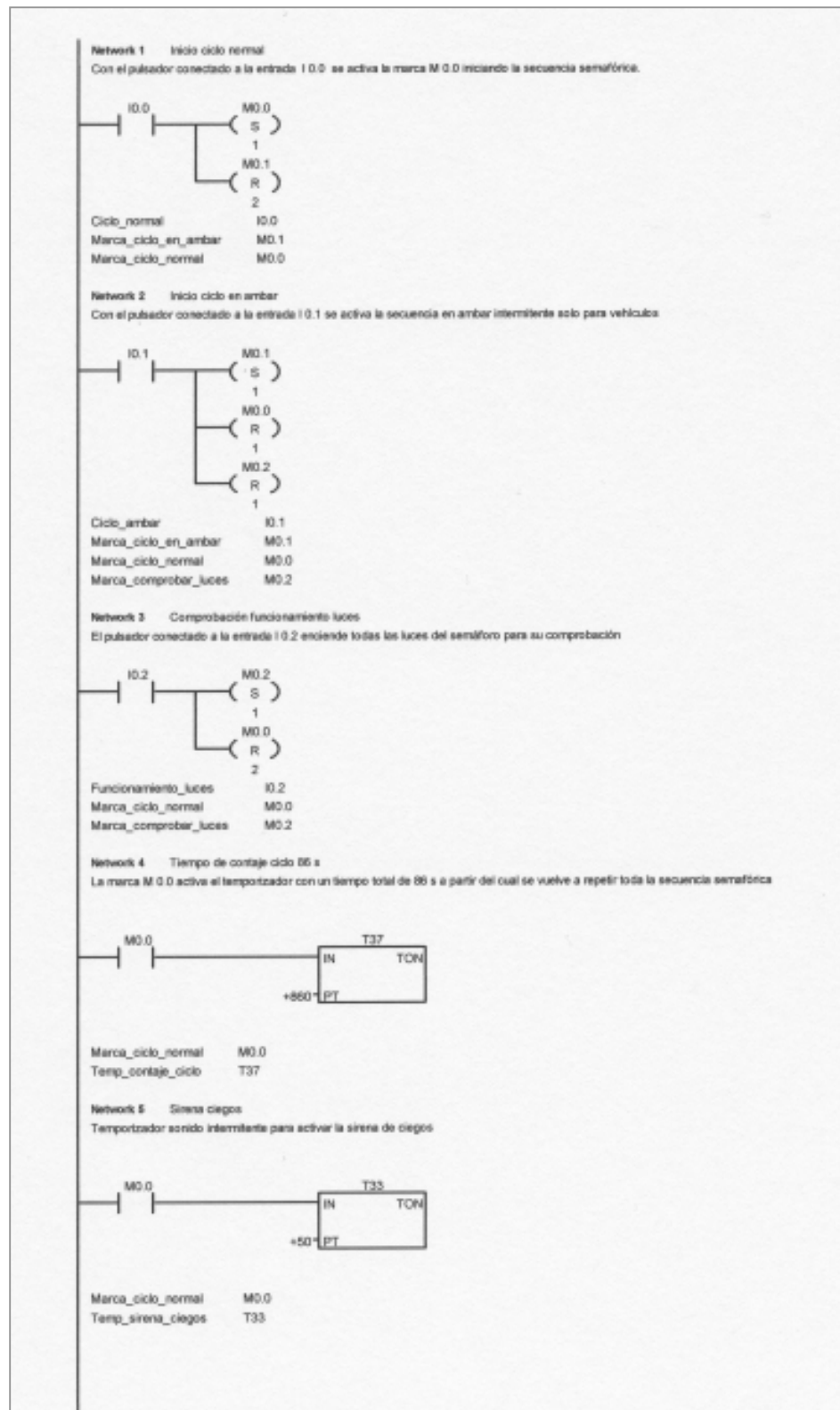


PROGRAMACIÓN EN ESQUEMA DE CONTACTOS (KOP)

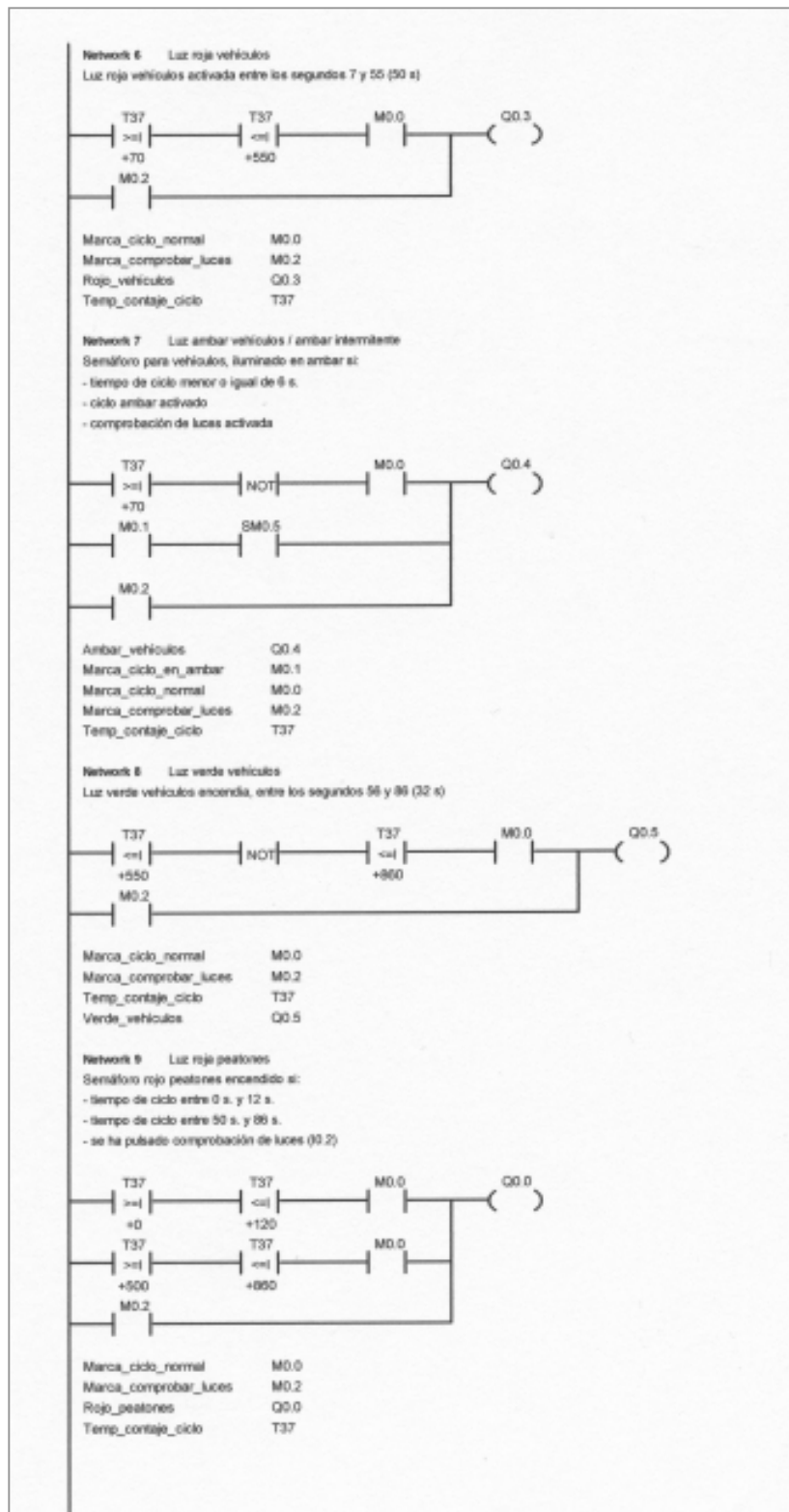
Una vez elaborado el GRAFCET del automatismo, realizamos la programación del autómata S7-200 según esquema de contactos. Su funcionamiento es el que sigue:

- En el inicio del **ciclo normal**, el pulsador conectado a la entrada del autómata **I0.0** inicia la secuencia semafórica. El ciclo normal tiene una duración de 86s, a partir del cual se vuelve a iniciar el ciclo.
 - La luz roja de vehículos (salida **Q0.3**) se activa entre los 7 y 55s.
 - La luz ámbar para vehículos (salida **Q0.4**) se activa si: el tiempo de ciclo es menor o igual a 6s
 - La luz verde de vehículos (salida **Q0.5**) se enciende entre los segundos 56 y 86s.
 - La luz roja de peatones (salida **Q0.0**) permanece encendida si el tiempo de ciclo está entre 0 y 12s, o bien entre 50 y 86s
 - La luz verde de peatones (salida **Q0.2**) se activa entre los segundos 13 y 43, siendo luz verde intermitente entre los 44 y 49s, indicando a los peatones que rápidamente se pondrá en rojo .
 - La señal acústica para ciegos (salida **Q0.1**) se activa al mismo tiempo que la luz verde de peatones, con dos sonidos diferentes: entre los segundos 13 y 43s para su paso normal y entre los 44 y 49s, indicando la finalización del paso verde
- La persona que realiza el control del funcionamiento del semáforo, con el pulsador conectado a la entrada **I0.1**, activa la secuencia en **ámbar intermitente** sólo para vehículos y con el pulsador conectado en **I0.2**, se procede a la **comprobación del funcionamiento** de las luces.

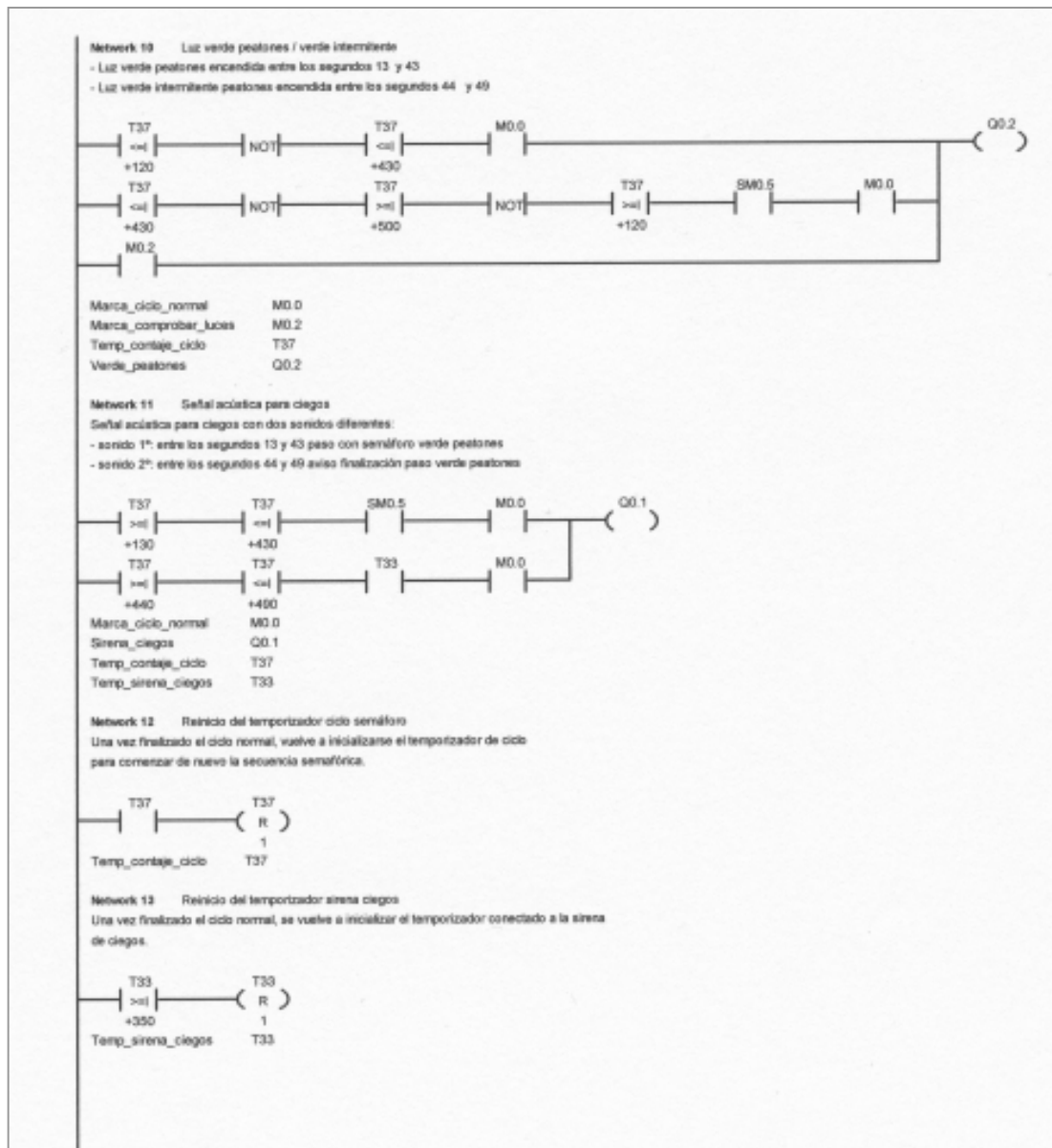
Las gráficas siguientes muestran el programa en diagrama de contactos:



Control de un semáforo



Control de un semáforo (continuación)



Control de un semáforo (continuación)

CONEXIONADO ENTRADAS, SALIDAS Y CABLEADO DE ACTUADORES

Establecido el programa del Autómata S7-200, y simulado en nuestro PC, procederemos al cableado del automatismo, donde los captadores se acoplarán a las entradas del autómata y los actuadores a sus salidas.

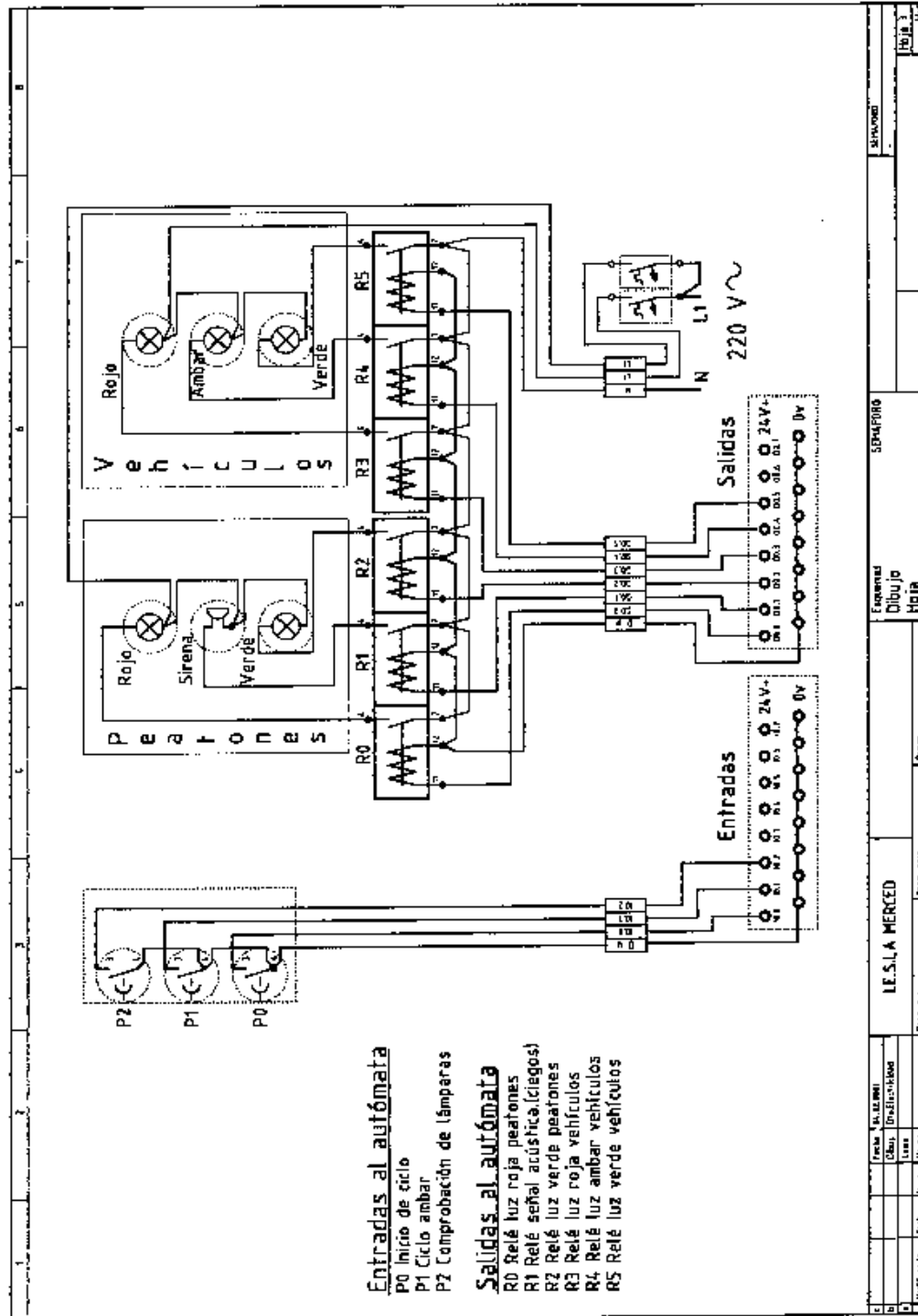
En el conexionado, se incorporarán las correspondientes bobinas de relé a 24 V, para poder conectar el autómata a su tensión de funcionamiento.

Entradas:

- **I0.0, I0.1, I0.2** están cableados a cada uno de los contactos NA de los pulsadores P1, P2, P3 que regulan los modos de funcionamiento del semáforo.

Salidas:

- **Q0.0, Q0.1, Q0.2**, actúan sobre las bobinas de los relés que controlan el encendido de las luces para el paso de peatones.
- **Q0.3, Q0.4, Q0.5** actúan sobre las bobinas de los relés que controlan el encendido de las luces para el paso de vehículos.



5.2 ACCESO A UN GARAJE PARA VEHÍCULOS CON CONTADOR DE CAPACIDAD



DESCRIPCION DEL AUTOMATISMO

Se desea controlar el acceso a un garaje con capacidad máxima de cinco vehículos en su interior. El garaje dispone de una sola puerta y dos células que detectan el paso al entrar o al salir.

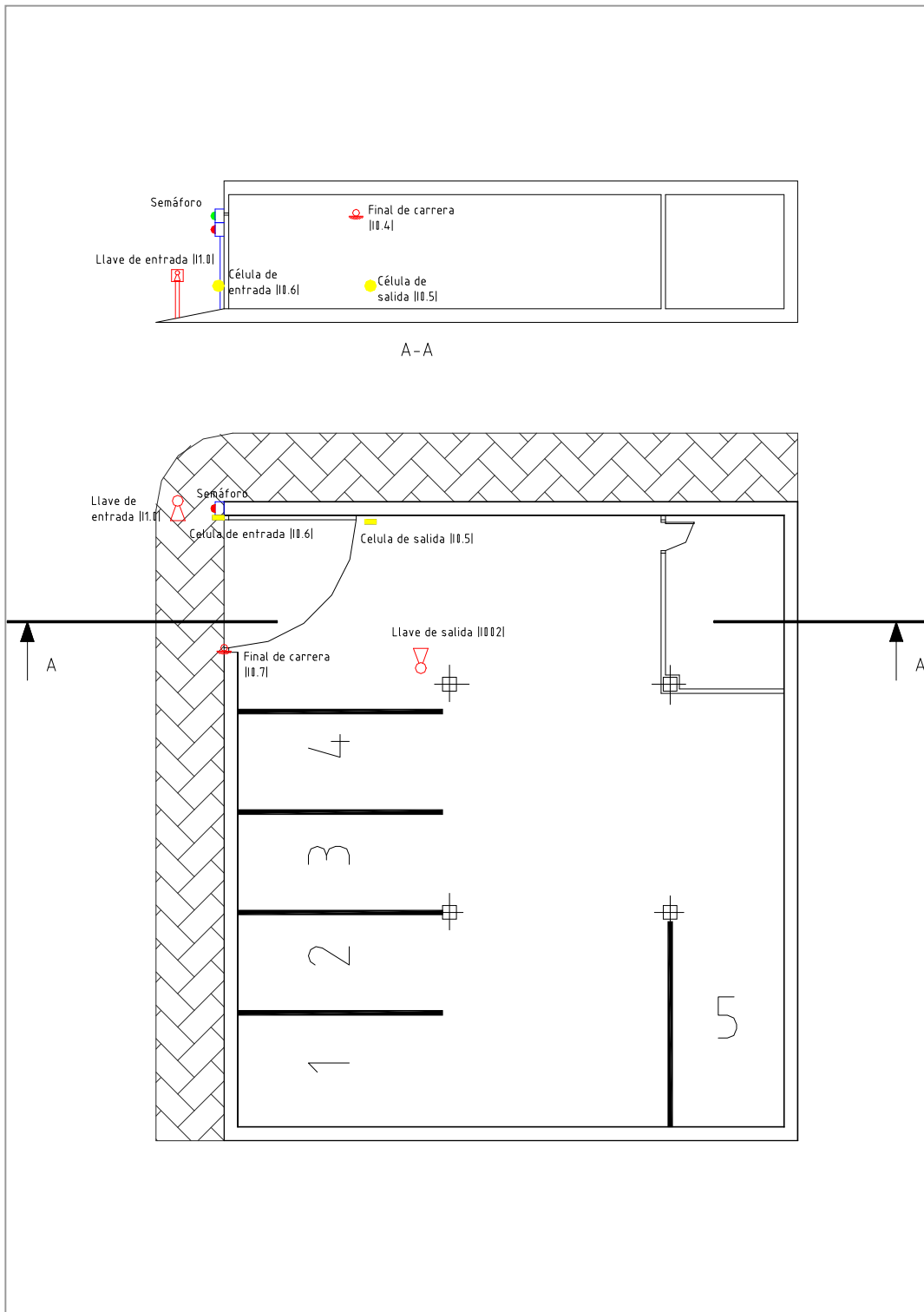
Un pulsador de apertura exterior permitirá la entrada y otro pulsador de apertura desde el interior, la salida.

Cuando un vehículo desee entrar la puerta de garaje se abrirá, siempre que el garaje no se encuentre completo, permaneciendo completamente abierta un tiempo de 5 s; transcurrido ese tiempo procederá a cerrarse.

Si un vehículo es detectado por la célula fotoeléctrica exterior o interior cuando la puerta se cierra, esta se detiene y después de un tiempo de espera, vuelve a abrirse.

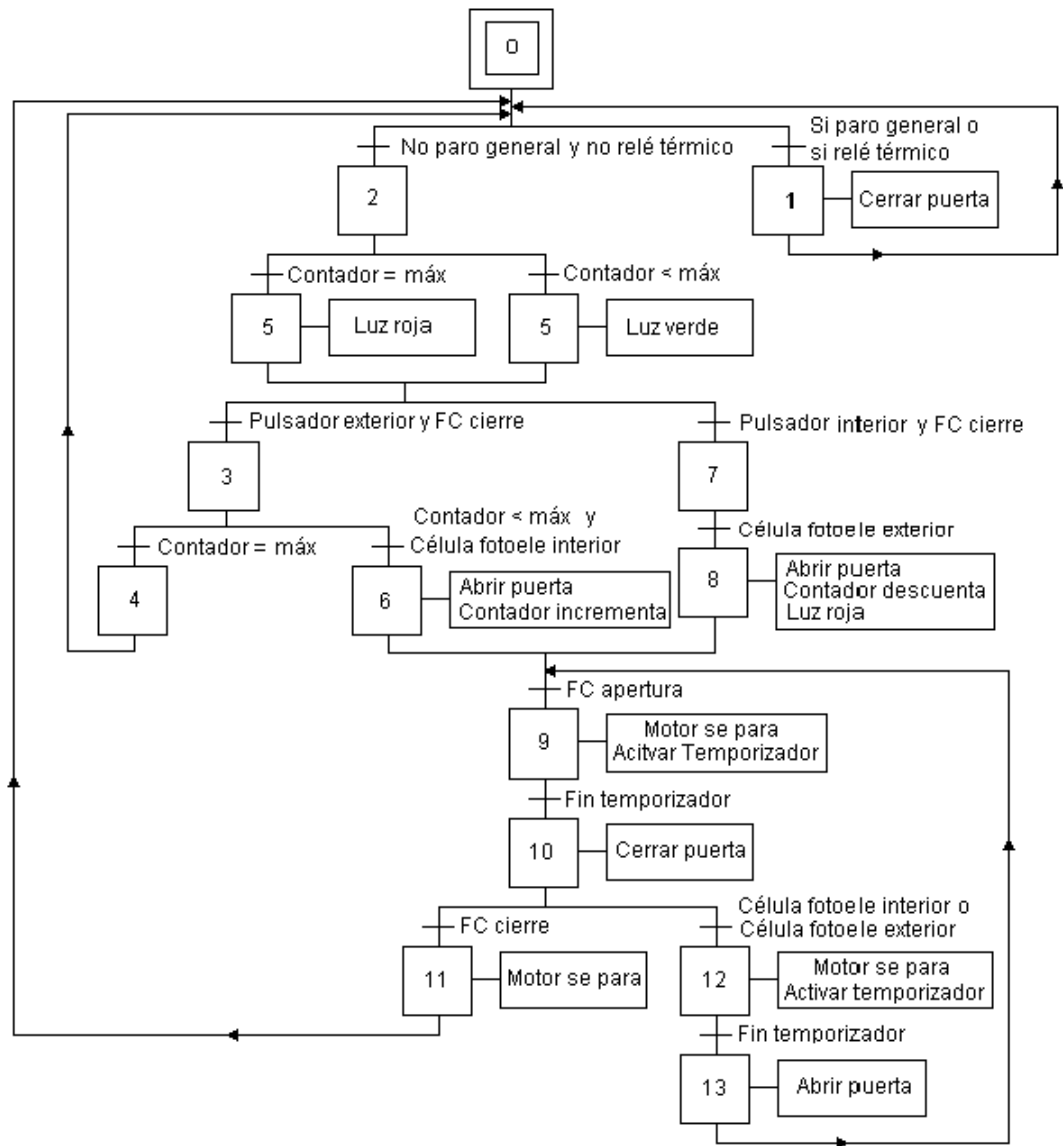
Se incorpora un semáforo de entrada, en rojo siempre que el garaje se encuentre lleno o desee salir algún vehículo, verde en el resto de situaciones; además de las protecciones necesarias para el motor del automatismo.

Emplearemos un motor trifásico con inversor de giro para poder abrir y cerrar la puerta, que a su vez dispone de finales de carrera superior e inferior que controlan su posición.



Acceso a un garaje de vehículos con contador de capacidad

GRAFICET DEL PROYECTO

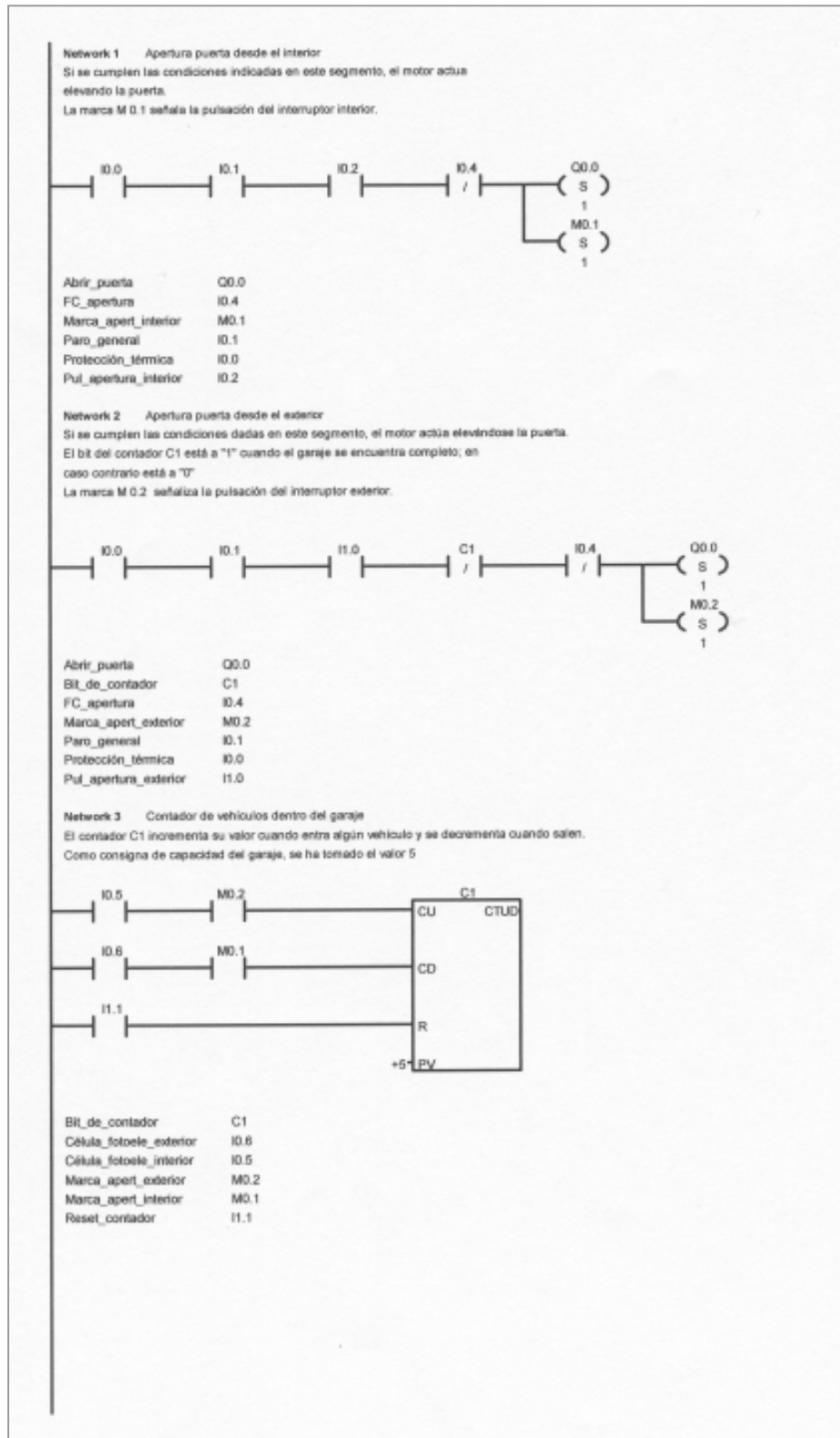


PROGRAMACIÓN EN ESQUEMA DE CONTACTOS (KOP)

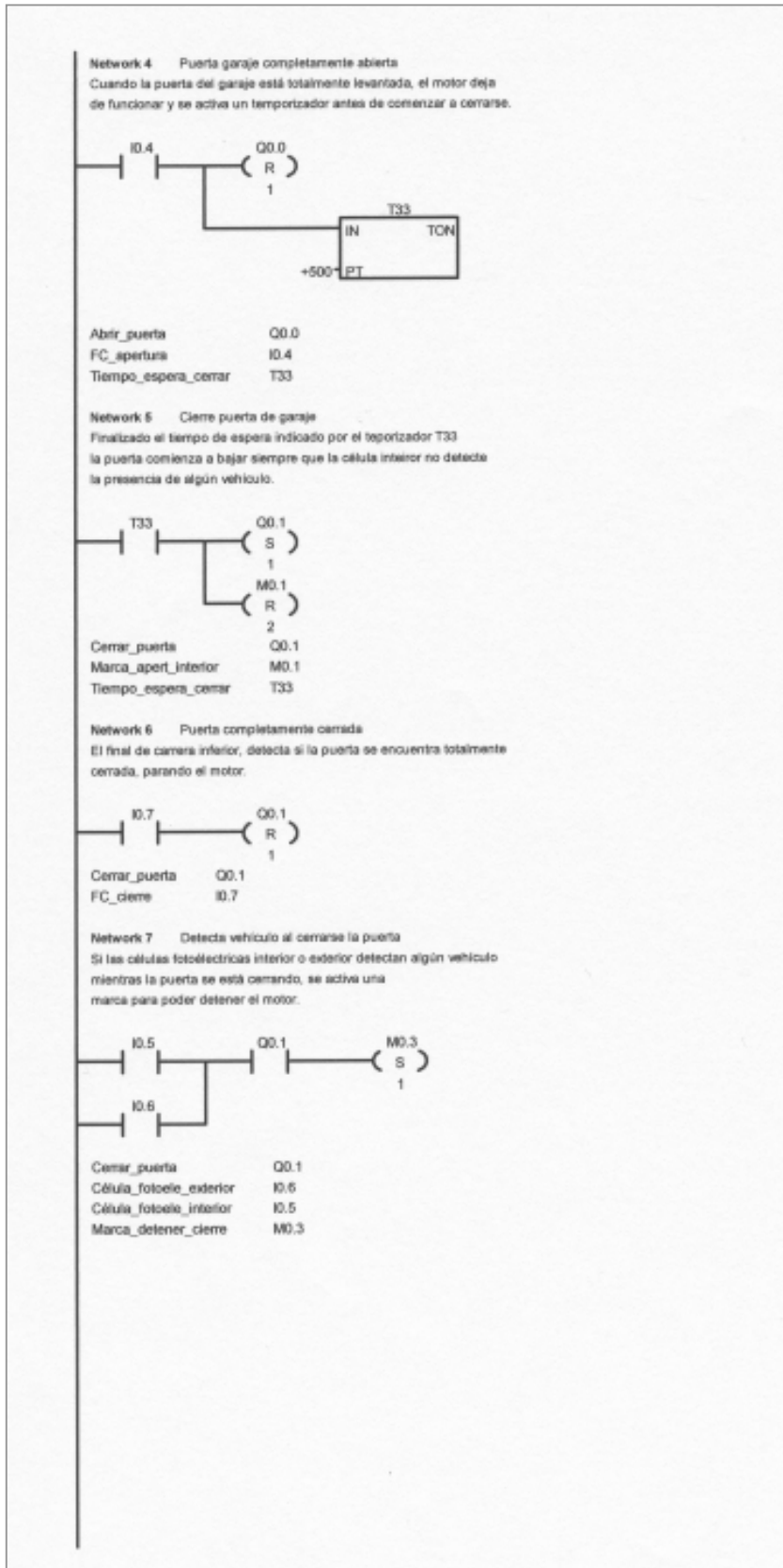
Una vez elaborado el GRAFCET del automatismo, realizamos la programación del autómata S7-200 según esquema de contactos (KOP). Su funcionamiento es el siguiente:

- Siempre que se encuentren cerrados el interruptor de paro general I0.1 y el relé térmico I0.0, además de haber pulsado la entrada de apertura interior I0.2; la salida Q0.0 se activará y el motor se pondrá en marcha, abriendo la puerta de garaje.
- Siempre que se encuentren cerrados el interruptor de paro general I0.1 y el relé de protección I0.0, además de pulsar la entrada de apertura exterior I1.0; la salida Q0.0 actúa y se eleva la puerta siempre que el valor del contador indique que el garaje no está lleno.
- El contador C1 incrementará su valor cuando entre algún vehículo y sea detectado por la célula fotoeléctrica interior I0.5; se decrementará si procede a salir un vehículo, y lo detecte la célula exterior I0.6. El valor máximo del contador es cinco.
- La puerta de garaje permanecerá abierta (activado final de carrera superior I0.4) un tiempo de 5s, indicado por el temporizador T33, durante el cual el motor parará(salida Q0.0). Finalizado este tiempo de espera, la puerta baja, siempre y cuando no se detecte la presencia de algún vehículo (salida Q0.1). Posteriormente, el final de carrera inferior I0.7 será el que detecte si la puerta se encuentra totalmente cerrada, y el motor parará (salida de cierre Q0.1).
- Si alguna de las células fotoeléctricas detectan algún vehículo mientras la puerta se está cerrando, el motor (salida Q0.1) se para, y se activa un temporizador T35 de 5s, antes de volver a abrirse la puerta.
- La luz roja Q0.3 situada en la entrada estará activa siempre que el garaje esté lleno o desee salir algún vehículo.
- Por último, el disparo del relé térmico o la pulsación del paro de emergencia, detendrán al motor.

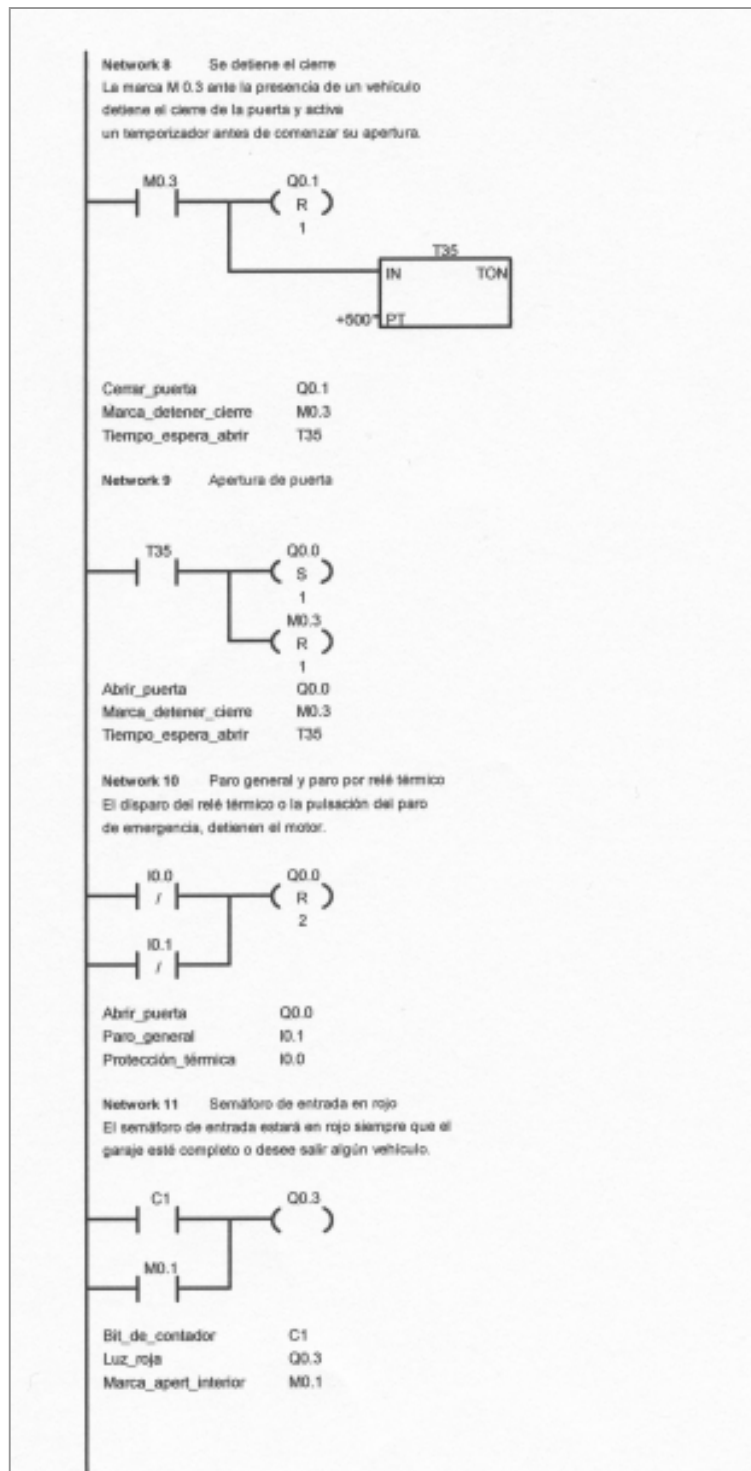
Las figuras siguientes muestran el programa en diagrama de contactos:



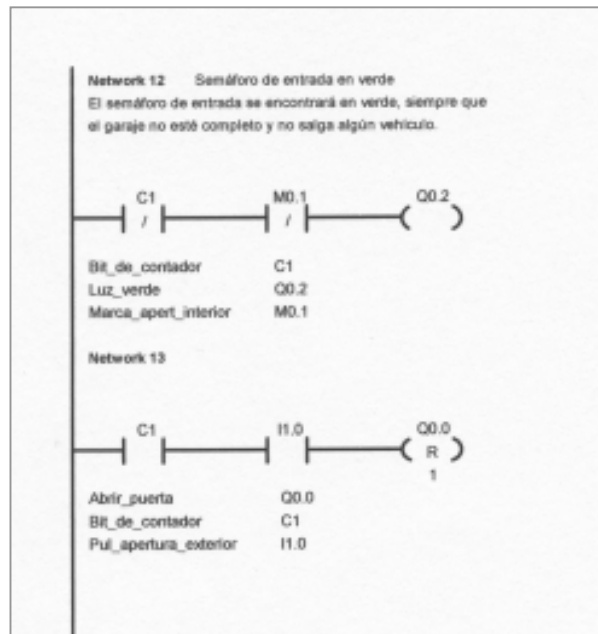
Control acceso a un garaje



Control acceso a un garaje (continuación)



Control acceso a un garaje (continuación)



Control acceso a un garaje (continuación)

CONEXIONADO ENTRADAS, SALIDAS Y CABLEADO DE ACTUADORES

Establecido el programa del Autómata S7-200, procederemos al cableado del automatismo, donde los captadores se acoplarán a las entradas del autómata y los actuadores a sus salidas.

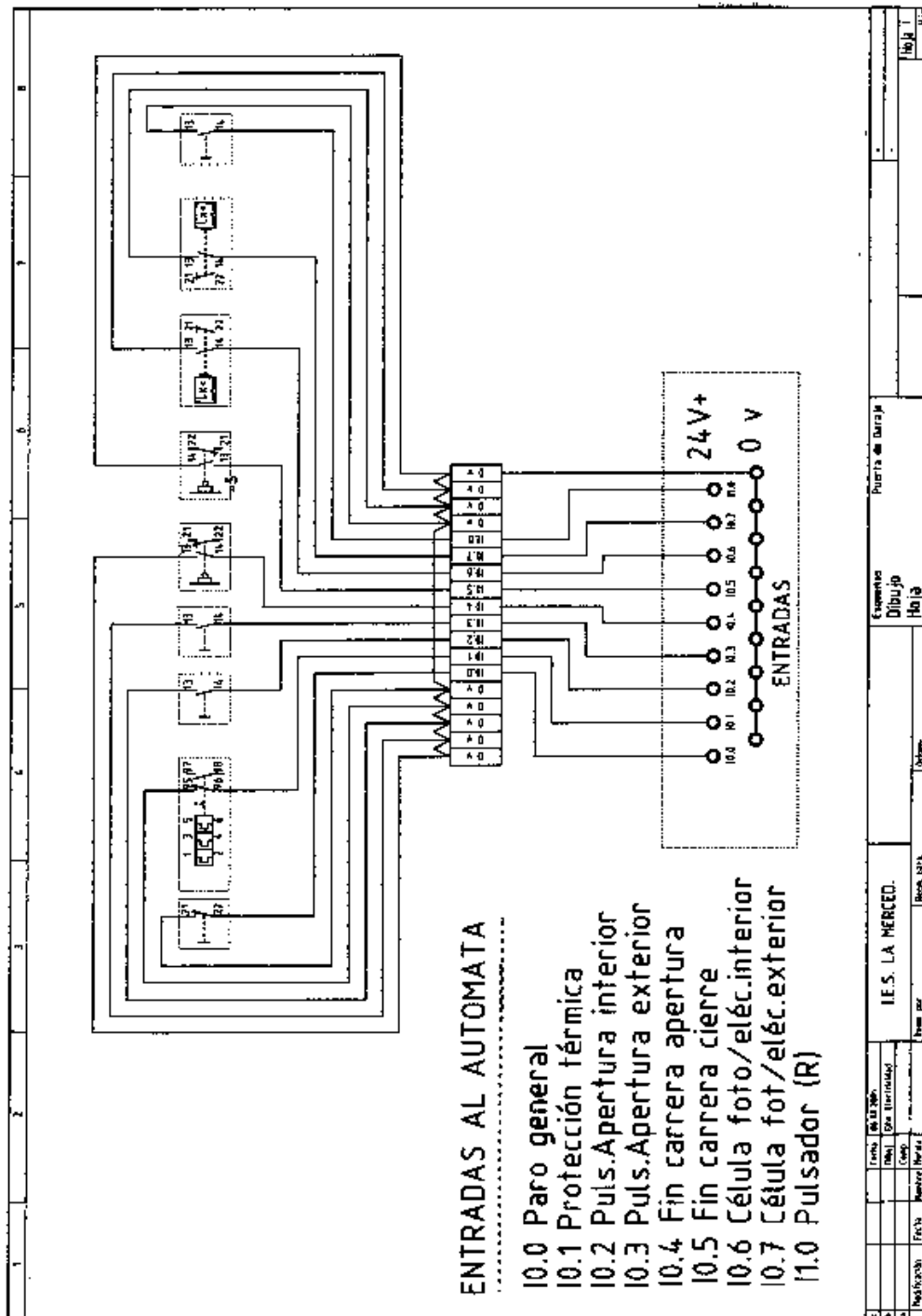
Disponemos de un motor trifásico de corriente alterna con inversor de giro para cerrar y abrir la puerta y de dos células fotoeléctricas para la detección de los vehículos interior y exteriormente.

El movimiento de apertura de la puerta se controla mediante el contactor Km1, y el movimiento de cierre por medio del contactor Km2.

Los interruptores final de carrera superior e inferior, operarán cuando la puerta esté completamente abierta o cerrada respectivamente.

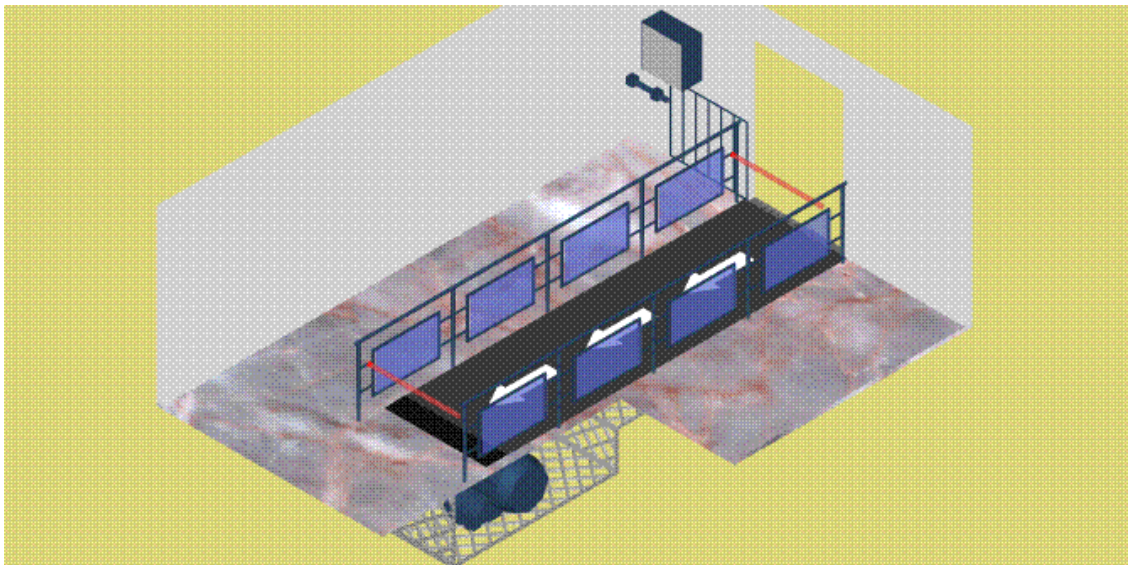
De la misma manera, se accionarán los pulsadores de apertura interior y exterior, según se haya pulsado desde dentro o fuera del garaje.





5.3 CONTROL DE UNA CINTA TRANSPORTADORA PARA PERSONAS MEDIANTE BARRERA ELECTRONEUMATICA

DESCRIPCION DEL AUTOMATISMO

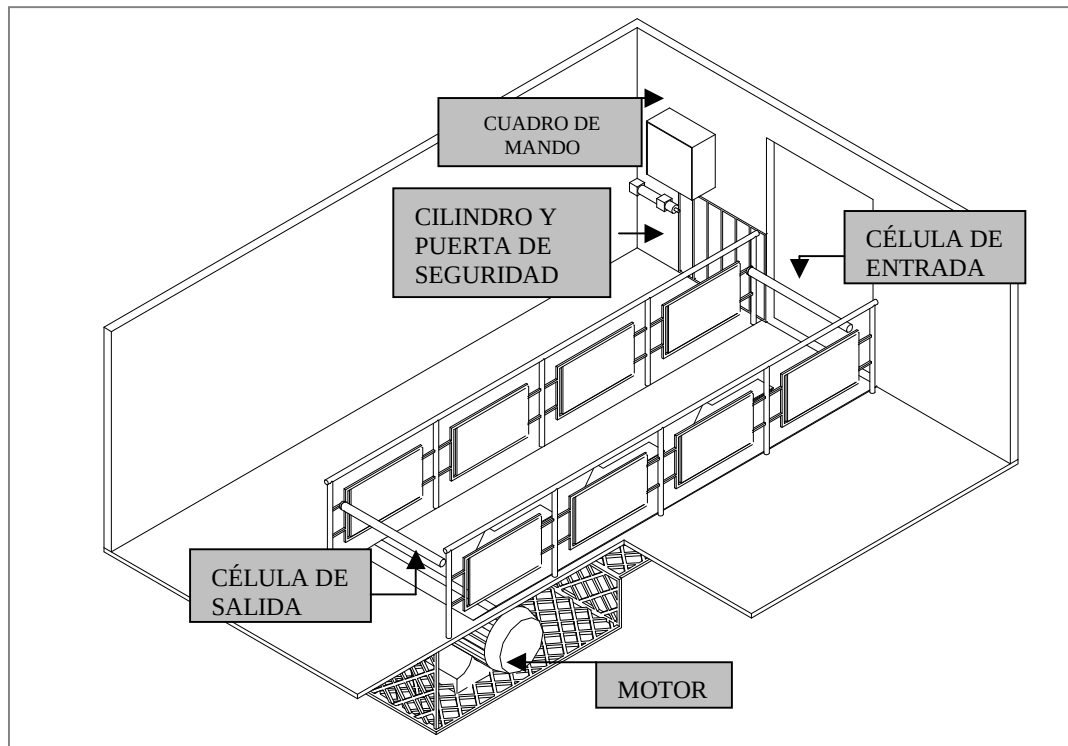


Una cinta mecánica debe realizar el transporte de personas con un límite en su capacidad, evitando sobrecargas en el motor que la activa. Para lograr la detección de cada una de las personas que entran y salen, se sitúan dos células fotoeléctricas a la entrada y a la salida de la cinta respectivamente.

Con este fin, estando la cinta vacía y por tanto, parada, cuando se efectúa la entrada de una persona, el motor se pone en marcha y permanece en dicho estado hasta que vuelve a quedar vacía.

Se hace actuar una barrera electroneumática mediante un cilindro de doble efecto, cuando se supera la capacidad máxima permitida, bloqueando la entrada a la cinta hasta que esta no se vacía.

Por último, además de las protecciones necesarias para el motor, se incorporará un interruptor de paro general del sistema.



Cinta transportadora para personas con actuadores y captadores

Cuando la barrera está bajada, el motor que mueve la cinta continúa funcionando hasta que todas las personas la han abandonado. En ese momento se levanta la barrera para permitir que pueda ser nuevamente utilizada.

La cinta solo se pone en marcha si alguna persona entra en ella, el resto del tiempo permanecerá parada.

El sistema automatizado, empleará los siguiente sensores y actuadores:

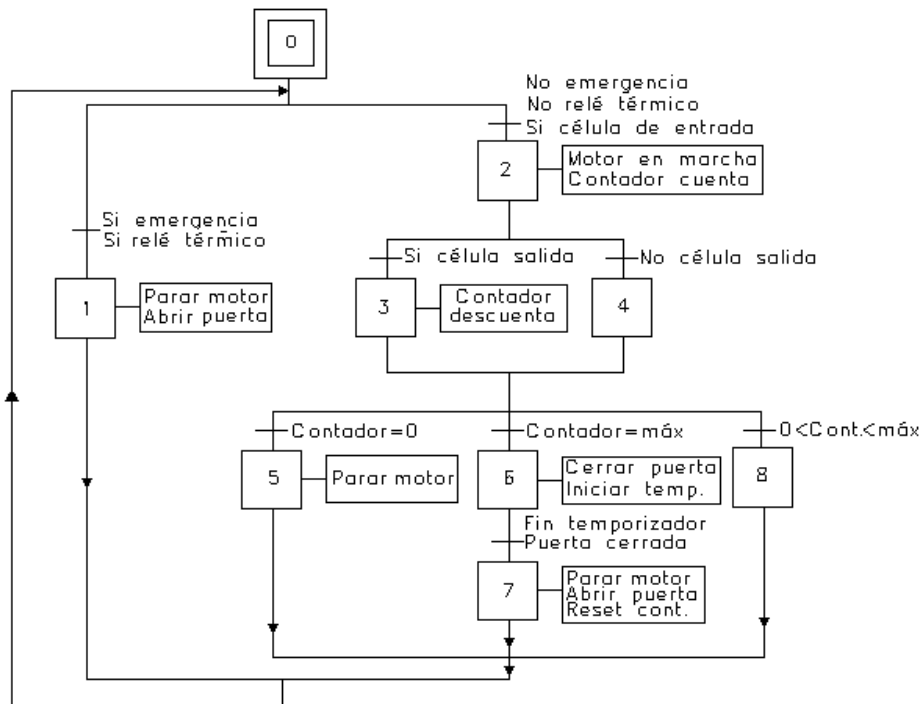
- Para detectar la entrada y salida de personas en la cinta, emplearemos dos *células fotoeléctricas*.
- La barrera será del tipo electroneumático, accionada mediante *cilindro de doble efecto*. El sistema lo completan dos finales de carrera y una válvula distribuidora 5/2
- Un motor trifásico accionado a través de un *contactador* pondrá en funcionamiento la cinta
- Como protección del motor emplearemos un *relé térmico* asociado al contactador.
- Un *pulsador de emergencia* permitirá detener el automatismo

GRAFCET DEL PROYECTO

Tomando como base el GRAFCET o Gráfico de Orden Etapa Transición, se elaborará el programa del autómatas S7-200.

Mediante el GRAFCET podemos observar tres zonas diferenciadas:

- Una Zona de Inicialización, encargada de activar la etapa 0 al poner en RUN el autómatas.
- Una Zona Secuencial, donde se llega a la siguiente etapa siempre que haya ocurrido su transición o condición asociada, siguiendo el funcionamiento del automatismo.
- Una Zona de Acciones, encargada de ejecutar las acciones asociadas a las etapas con los diferentes Actuadores o elementos conectados a las salidas.



PROGRAMACIÓN EN ESQUEMA DE CONTACTOS (KOP)

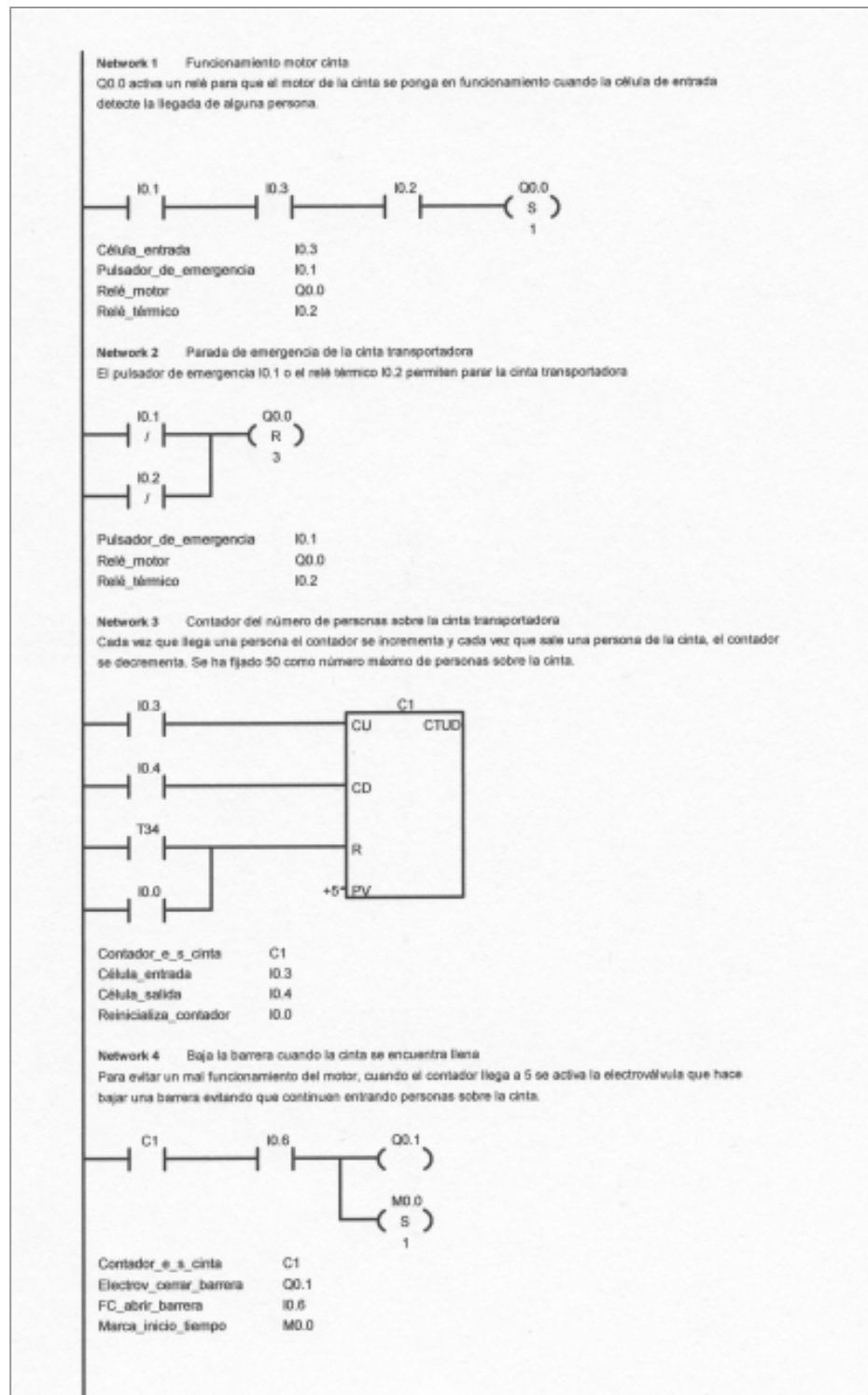
Una vez elaborado el GRAFCET del automatismo, realizamos la programación del autómata S7-200 según esquema de contactos. Se ha realizado la siguiente asignación de entradas y salidas del autómata:

Dirección	Nombre
<i>I0.0</i>	Pulsador reseteo contador
<i>I0.1</i>	Pulsador paro de emergencia
<i>I0.2</i>	Relé térmico
<i>I0.3</i>	Célula fotoeléctrica de entrada
<i>I0.4</i>	Célula fotoeléctrica de salida
<i>I0.5</i>	Final de carrera cilindro
<i>I0.6</i>	Final de carrera cilindro
<i>Q0.0</i>	Bobina contactor motor
<i>Q0.1</i>	Electroválvula cerrar barrera
<i>Q0.2</i>	Electroválvula abrir barrera

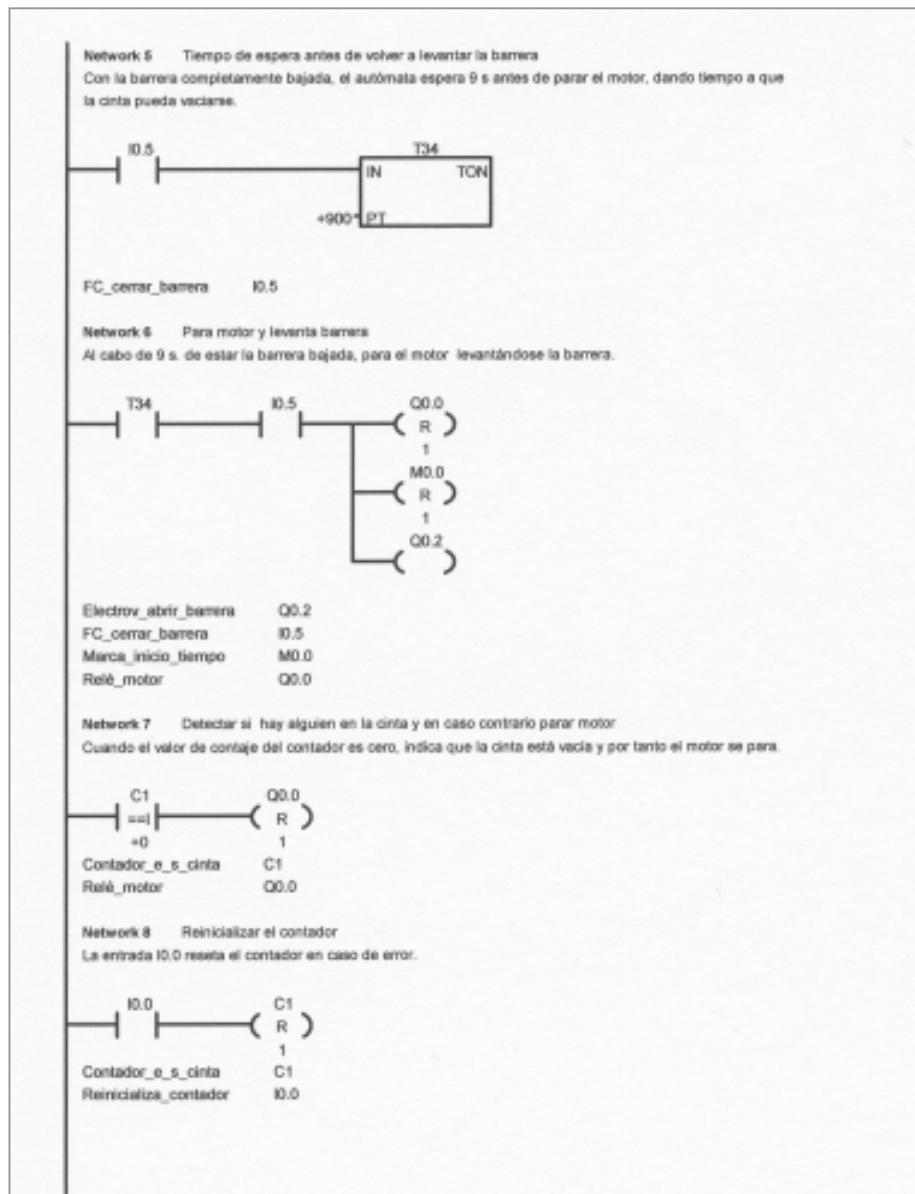
- Si por cualquier causa es necesario parar la Cinta, se realizará a través del pulsador de emergencia (entrada **I0.1**) o el relé térmico **I0.2**.
- El motor de la Cinta se pondrá en funcionamiento cuando la célula de entrada (**I0.3**) detecte la llegada de alguna persona, mediante un relé activado por la salida **Q0.0**.
- El conteo del número de personas sobre la Cinta se lleva a cabo con un contador C1 que se incrementa cada vez que llega una persona y se decrementa en el caso de salir una persona (detectada por la célula de salida I0.4), siendo 5 el número máximo de personas que pueden estar sobre la Cinta. Cuando el valor de conteo es cero, indica que la Cinta está vacía y el motor se para. Además, con la entrada I0.0, se resetea el contador en caso de error.
- Una vez que la Cinta se encuentra llena, actúa una barrera electroneumática, no dejando entrar a más personas, mediante la activación de una electroválvula (**Q0.1**).

- Con el cilindro completamente expandido (final de carrera **I0.5**), el autómata espera 9 s antes de parar el motor, dando tiempo a que la Cinta pueda vaciarse (Temporizador T34).
- Pasados los 9 s, el motor se para, y el cilindro de doble efecto queda recogido (se activa la electroválvula Q0.2 y actúa su final de carrera correspondiente I0.6).

Las siguientes figuras muestran el diagrama en esquema de contactos:



Control de una cinta transportadora para personas



Control de una cinta transportadora para personas (continuación)

CONEXIONADO ENTRADAS, SALIDAS Y CABLEADO DE ACTUADORES

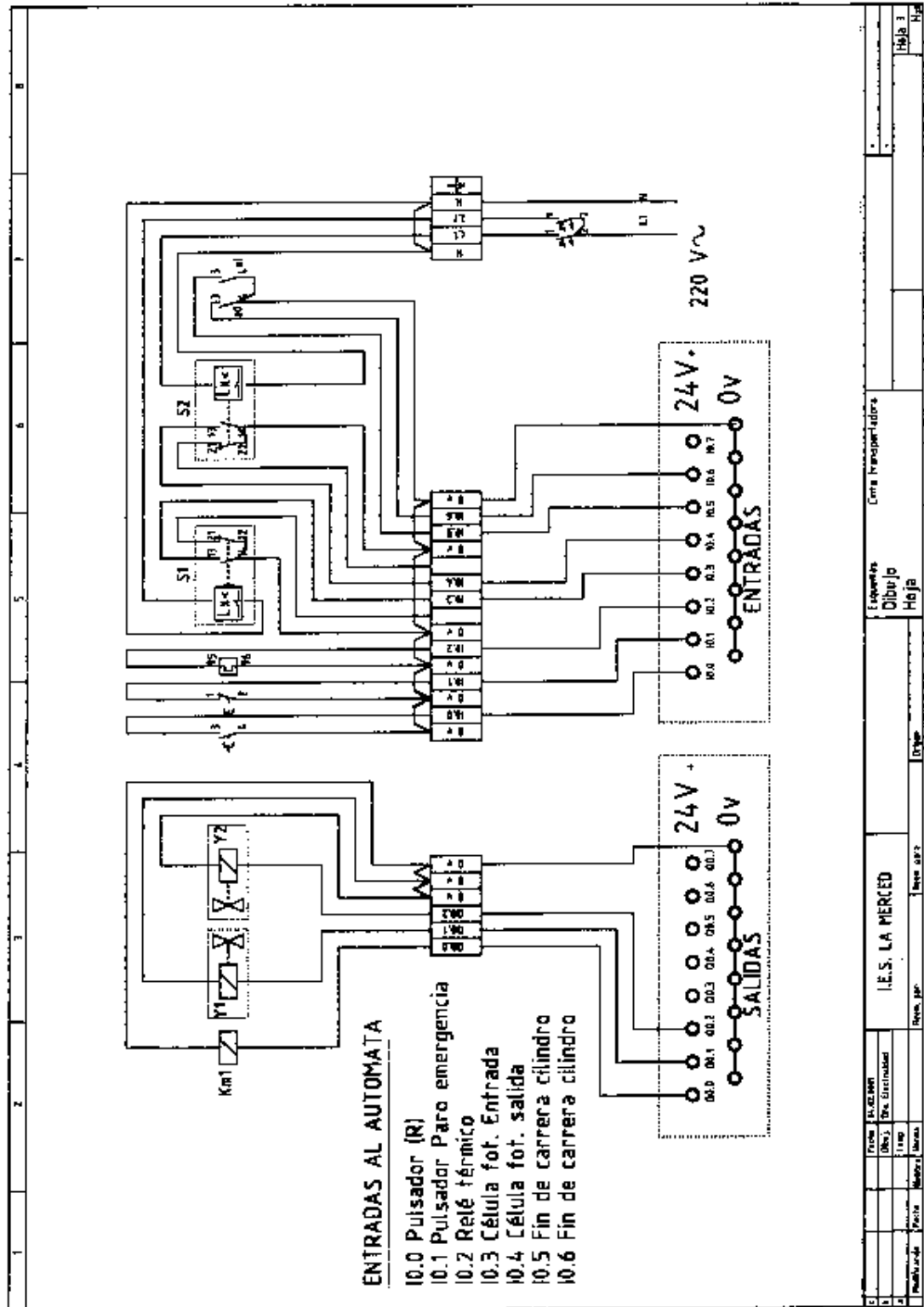
Establecido el programa del Autómata S7-200, y simulado en nuestro PC, procederemos al cableado del automatismo, donde los captadores se acoplarán a las entradas del autómata y los actuadores a sus salidas.

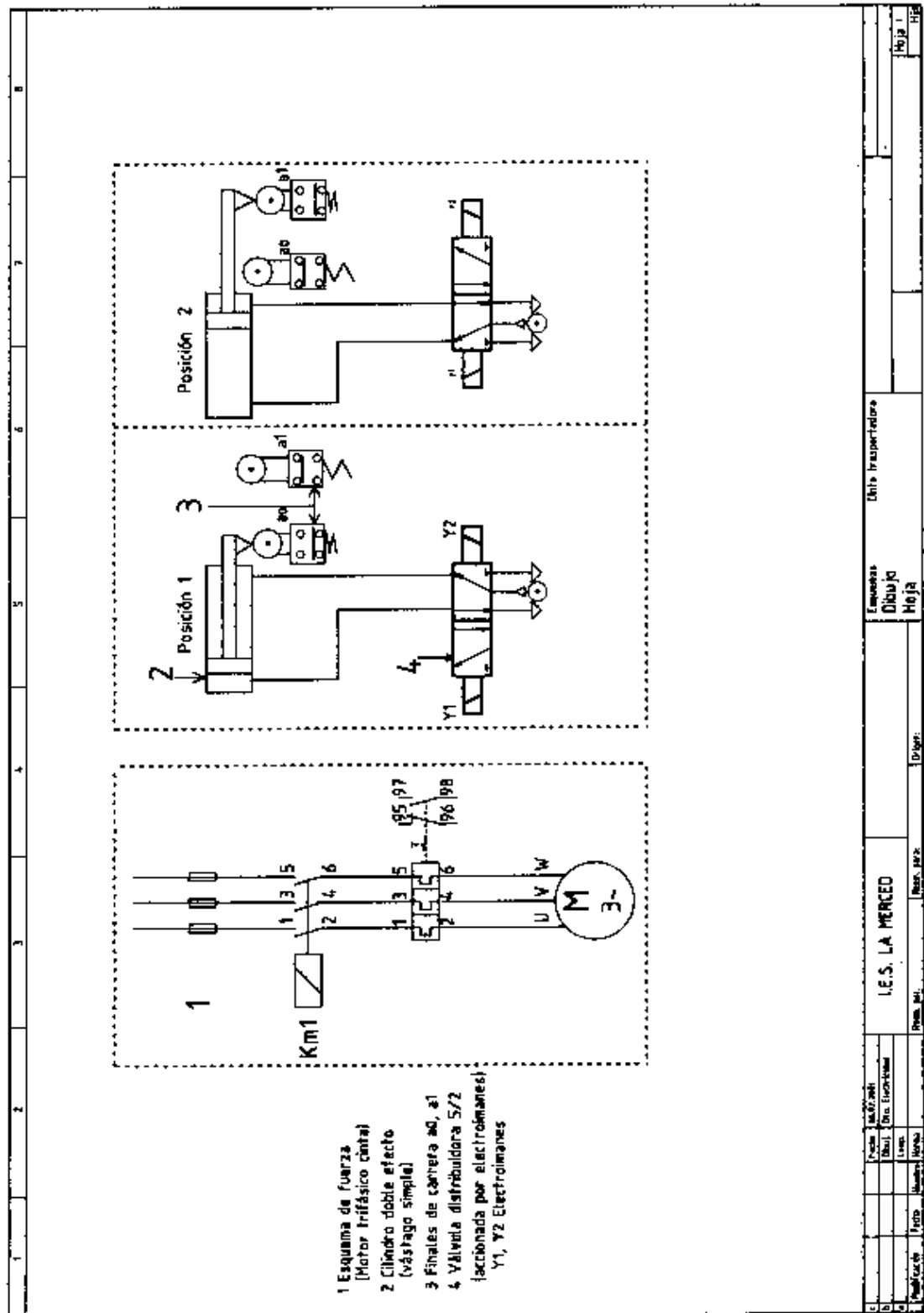
Teniendo en cuenta que la alimentación de nuestro Autómata es de 24V c.c., necesitaremos una bobina de relé a 24V para utilizar la salida del motor, ya que éste se alimenta a 220V c.a., y los captadores con tensión como las células fotoeléctricas, las elegiremos de tal forma que su tensión de trabajo coincida con la tensión de entrada al autómata, es decir, de 24V c.c.

Los captadores o contactos libres de tensión que disponemos son los pulsadores de paro de emergencia y de reseteo, los finales de carrera del cilindro y los contactos de relés.

En los contactos de salida del autómata se conectan los actuadores, a través de los elementos de mando como son los contactores por medio de sus bobinas, utilizando las salidas a relé.

Las figuras siguientes muestran los esquemas de conexionado:





5.4 TERMOVENTILADOR



DESCRIPCION DEL AUTOMATISMO

Se pretende controlar el funcionamiento de un termoventilador de forma que responda a las variaciones de temperatura que se produzcan en el local donde se instale.

El autómatas controlará el funcionamiento de un ventilador accionado mediante motor trifásico de dos velocidades (conexión Dahlander) y el de una resistencia trifásica de caldeo. Las condiciones de funcionamiento serán:

- Cuando la temperatura sea inferior a 18°, el ventilador girará a 3.000 rpm (velocidad rápida) y las resistencias suministrarán su potencia calorífica máxima.
- A partir de los 18 ° y hasta 21°, el ventilador debe girar a 1.500 rpm (velocidad lenta) y las resistencias suministrar menos calor.
- Entre 22° y 26°, el ventilador continuará en velocidad lenta pero las resistencias dejarán de funcionar.
- A partir de 26°, el solo funcionará el ventilador, girando a su velocidad mayor.

La tabla siguiente resume los cuatro posibles modos de funcionamiento del automatismo:

Funcionamiento	<i>Modo 1</i>	<i>Modo 2</i>	<i>Modo 3</i>	<i>Modo 4</i>
Temperatura	< 18°	18° - 21°	22° - 26°	> 26°
Accionamiento ventilador	Velocidad rápida	Velocidad lenta	Velocidad lenta	Velocidad rápida
Resistencias caldeo	Mucho calor	Poco calor	No funcionan	No funcionan

- El funcionamiento del ventilador se ha simulado mediante un motor Dahlander construido con un solo devanado trifásico, pero conectado interiormente de tal forma que según se conecten los bornes exteriores a la red, el motor tenga un número de polos u otro distinto, siempre doble el uno del otro. Por tanto tendrá dos velocidades de rotación, una doble de la otra.

La conexión de sus devanados, se realiza en triángulo para la velocidad menor y en doble estrella para la mayor.

Para el arranque a la velocidad menor no hay más que aplicar tensión de la red a los bornes U1, V1, W1 de la placa de conexiones; por estar ya realizada la conexión triángulo entre sus tres fases en el interior del motor. Por el contrario, para la velocidad mayor, se deben realizar dos operaciones: primero hay que cortocircuitar los bornes U1, V1, W1 y a continuación, aplicar la tensión de red a los bornes U2, V2 y W2 en su placa de conexiones.

- El funcionamiento de las resistencias de caldeo se ha simulado mediante tres lámparas incandescentes conectada en triángulo o en estrella. La intensidad luminosa para cada conexión refleja el grado de calor emitido por las resistencias.
- Para simular el funcionamiento del termostato, detector de la temperatura del local, se utilizó un reostato con salida variable entre 0 y 10 V conectado a través del módulo analógico de nuestro autómat.

La correspondencia entre temperatura del local y tensión de salida del reostato es la indicada en la tabla siguiente:

<i>Temperatura (°)</i>	0	18	21	22	26	27
<i>Tensión (V)</i>	0	3	6	6,1	8	8,1

Aprovechando los recursos existentes en el Instituto, hemos empleado relés auxiliares de 12 V conectados, mediante resistencias en serie, a las salidas de relé del autómat. Los relés auxiliares alimentan las bobinas de los contactores que accionan el motor y las de los contactores estrella / triángulo de las lámparas.

Las fotografías siguientes muestran diversos aspectos del montaje real del automatismo:



Conexión motor Dahlander y cableado de autómeta

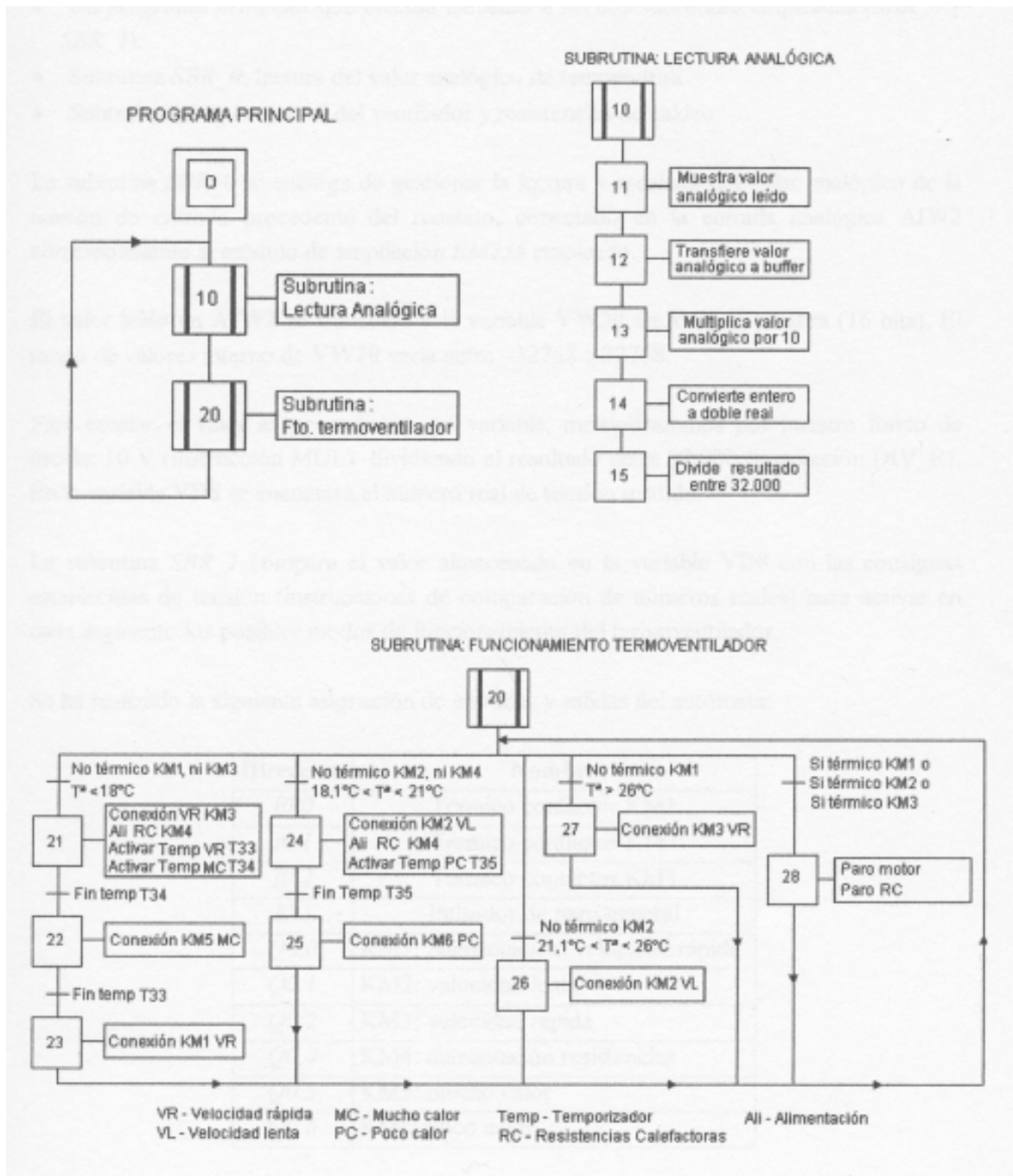


Simulación resistencias de caldeo



Montaje completo, simulación de un termoventilador

GRAFSET DEL PROYECTO



PROGRAMACIÓN EN ESQUEMA DE CONTACTOS (KOP)

El programa consta de:

- Un *programa principal* que efectúa llamadas a las dos subrutinas empleadas (*SBR_0* y *SBR_1*).
- Subrutina *SBR_0*: lectura del valor analógico de temperatura
- Subrutina *SBR_1*: control del ventilador y resistencias de caldeo

La subrutina *SBR_0* se encarga de gestionar la lectura y escalado del valor analógico de la tensión de entrada procedente del reostato, conectado en la entrada analógica AIW2 correspondiente al módulo de ampliación EM235 empleado.

El valor leído en **AIW2** se transfiere a la variable **VW20** en formato palabra (16 bits). El rango de valores interno de **VW20** varía entre -32768 a 32768.

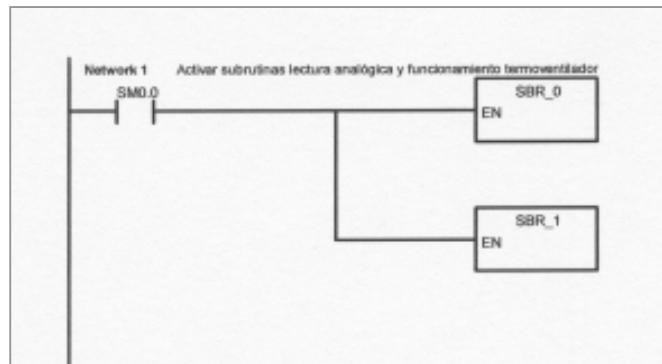
Para escalar el valor almacenado en esa variable, multiplicaremos por nuestro fondo de escala: 10 V (instrucción MUL) dividiendo el resultado entre 32.000 (instrucción DIV_R). En la variable **VD8** se encuentra el número real de tensión medido.

La subrutina *SBR_1* compara el valor almacenado en la variable **VD8** con las consignas establecidas de tensión (instrucciones de comparación de números reales) para activar en cada segmento los posibles modos de funcionamiento del termoventilador.

Se ha realizado la siguiente asignación de entradas y salidas del autómata:

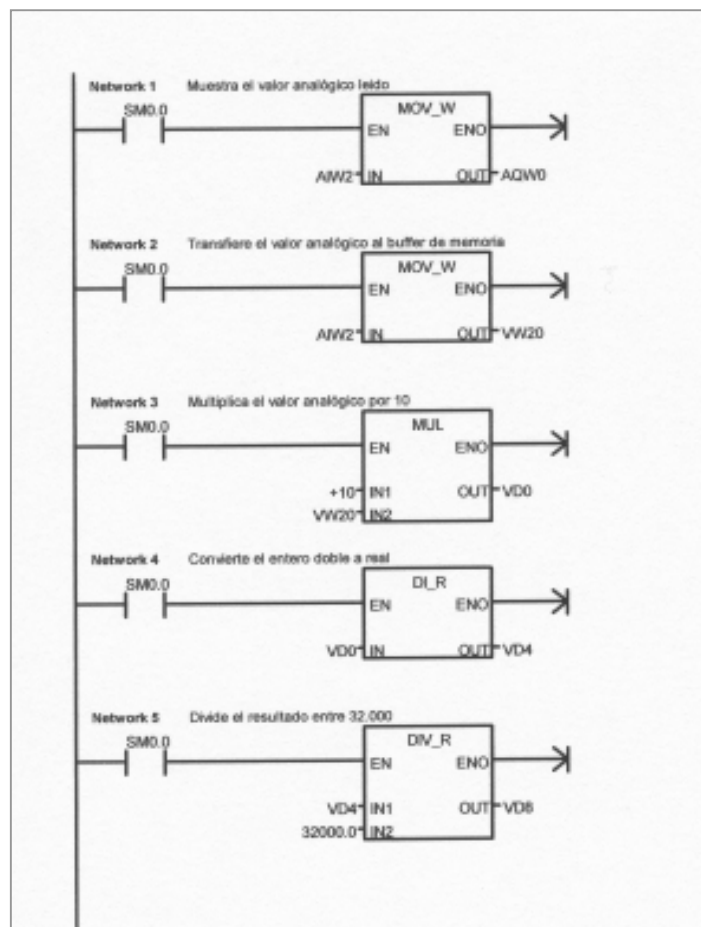
Dirección	Nombre
I0.0	Térmico contactor KM1
I0.1	Térmico contactor KM2
I0.2	Térmico contactor KM3
I0.3	Pulsador de paro general
Q0.0	KM1: Alimentación, velocidad rápida
Q0.1	KM2: velocidad lenta
Q0.2	KM3: velocidad rápida
Q0.4	KM4: alimentación resistencias
Q0.5	KM5: mucho calor
Q0.6	KM6: poco calor

El programa principal desarrollado en esquema de contactos (KOP) es el siguiente



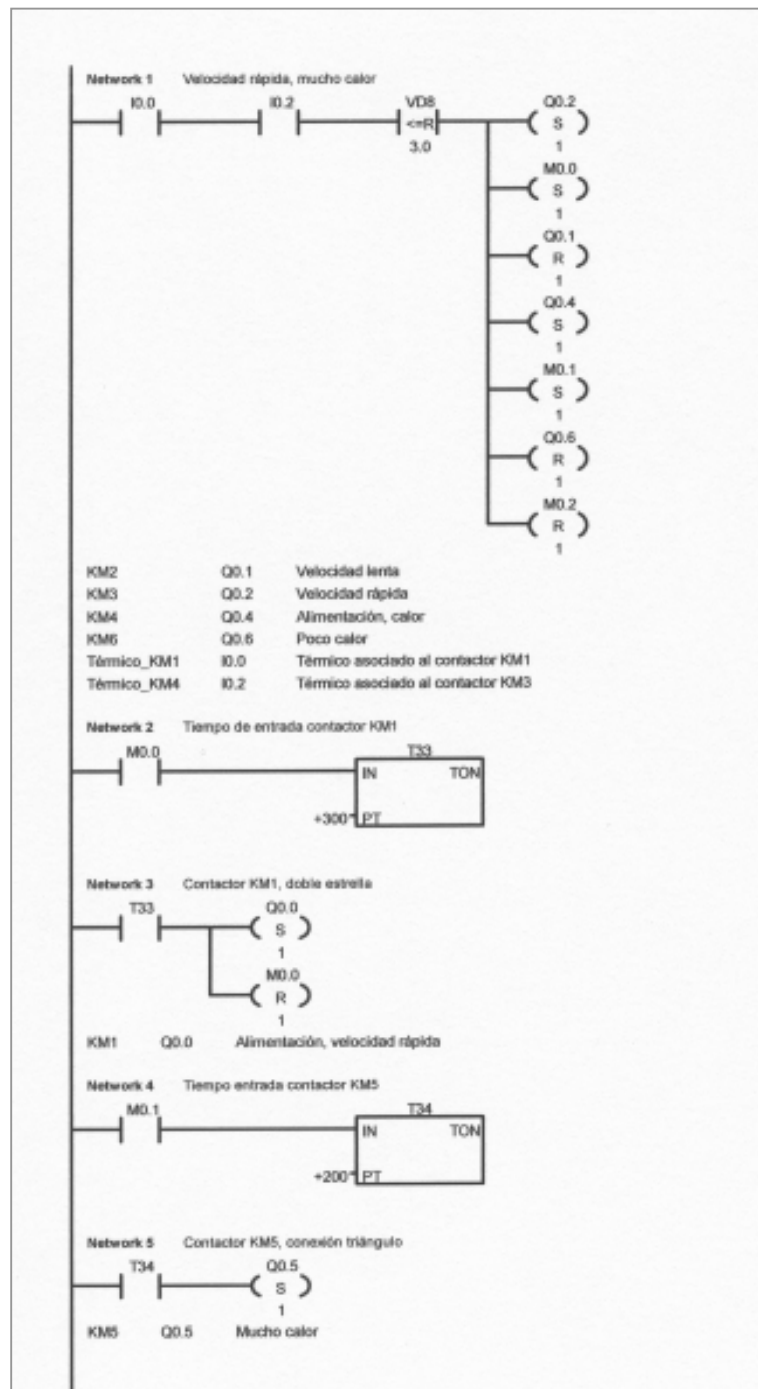
Programa principal

La siguiente figura muestra la subrutina de tratamiento del valor analógico de entrada:

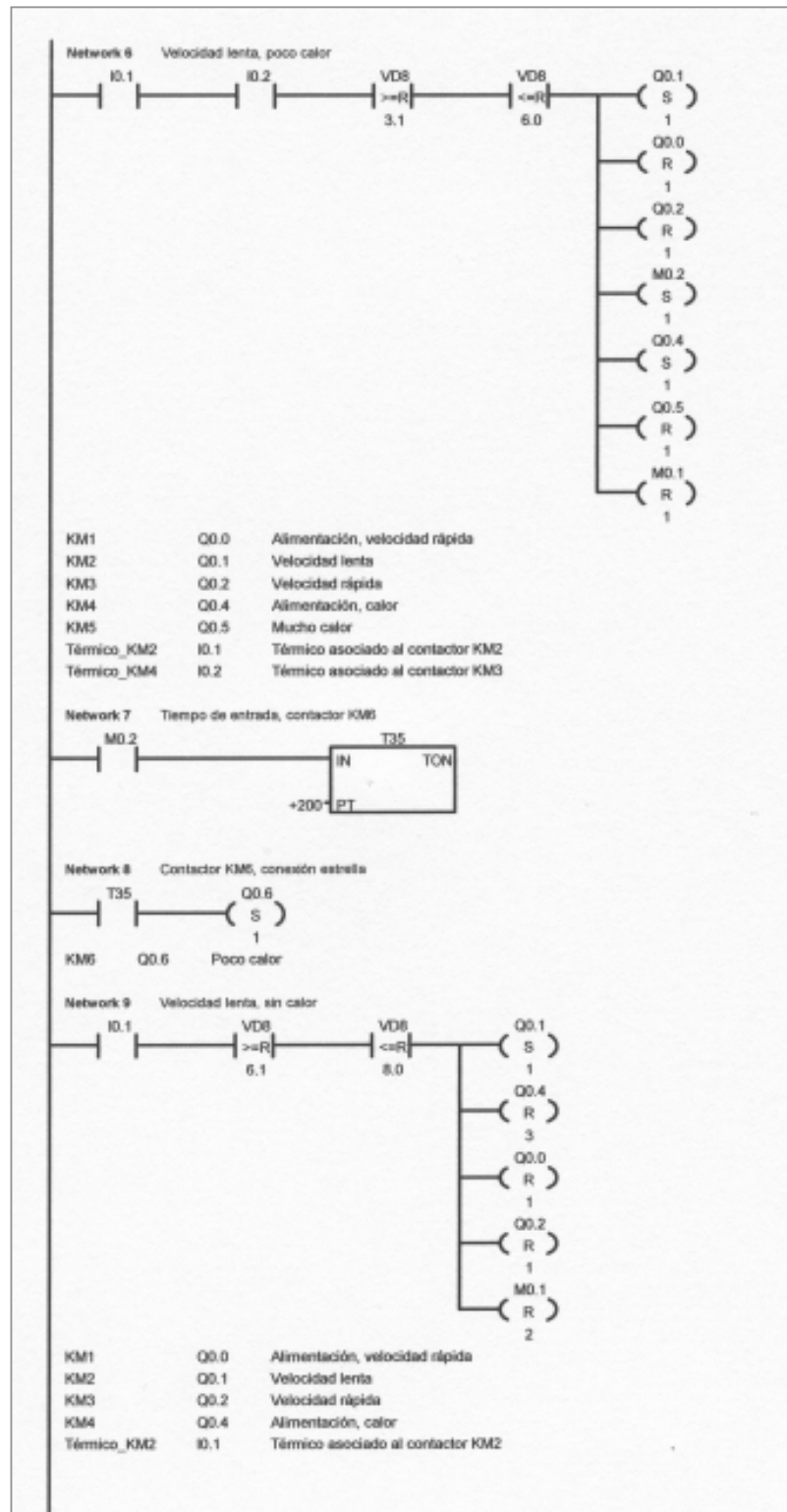


Subrutina SBR_0

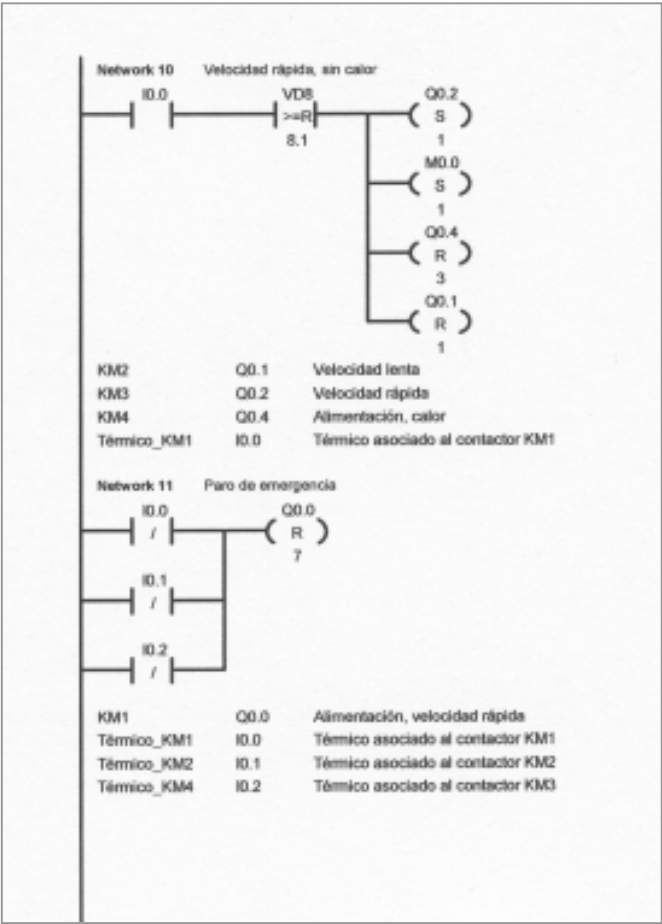
Las figuras siguientes muestran la subrutina para control de la velocidad del motor y del modo de conexión de las resistencias de caldeo:



Subrutina SBR_1



Subrutina SBR_1 (continuación)



Subrutina SBR_1 (continuación)

CONEXIONADO ENTRADAS, SALIDAS Y CABLEADO DE ACTUADORES

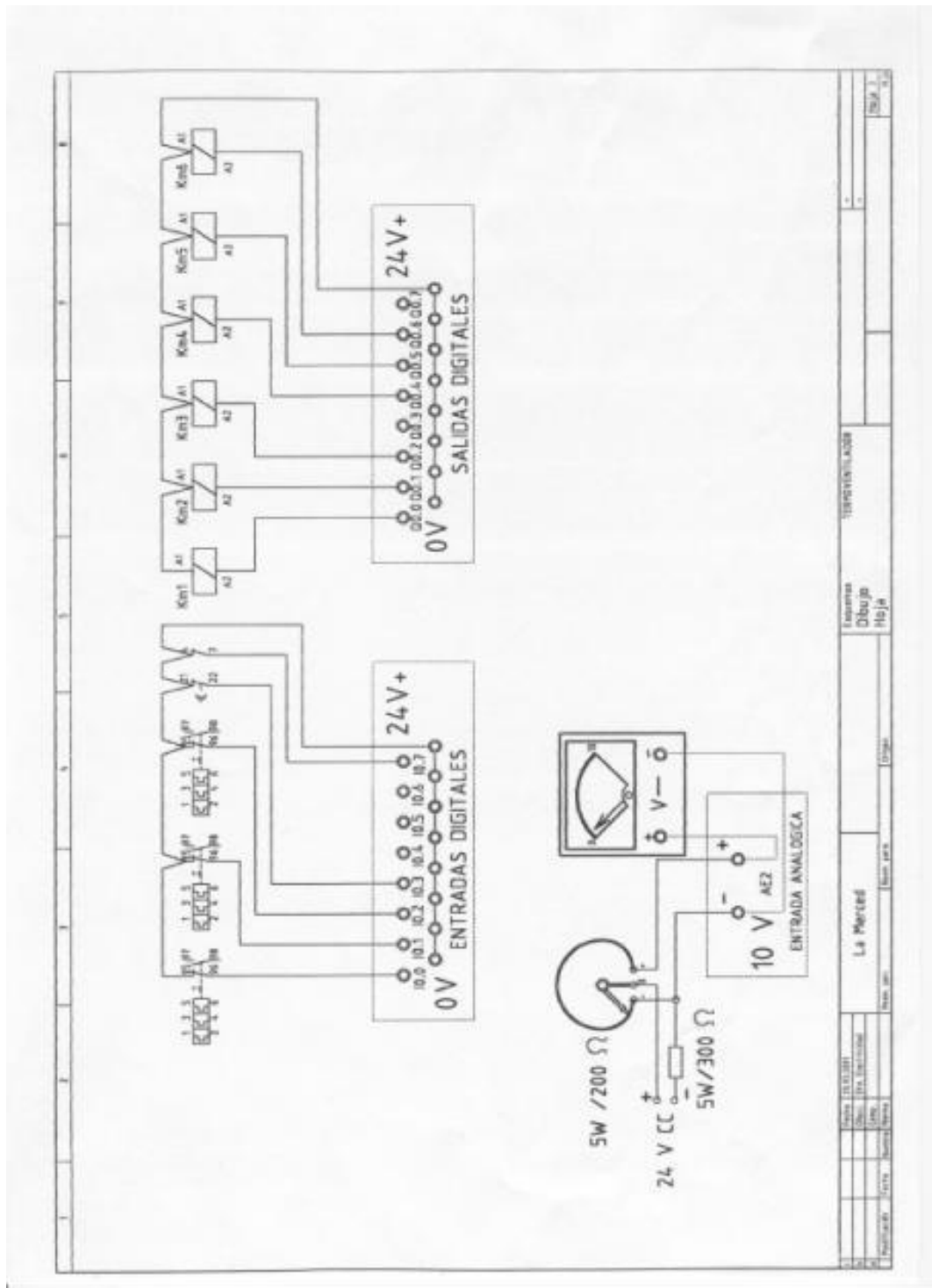
Establecido el programa del Autómata S7-200, procederemos al cableado del automatismo, donde los captadores se acoplarán a las entradas del autómata y los actuadores a sus salidas.

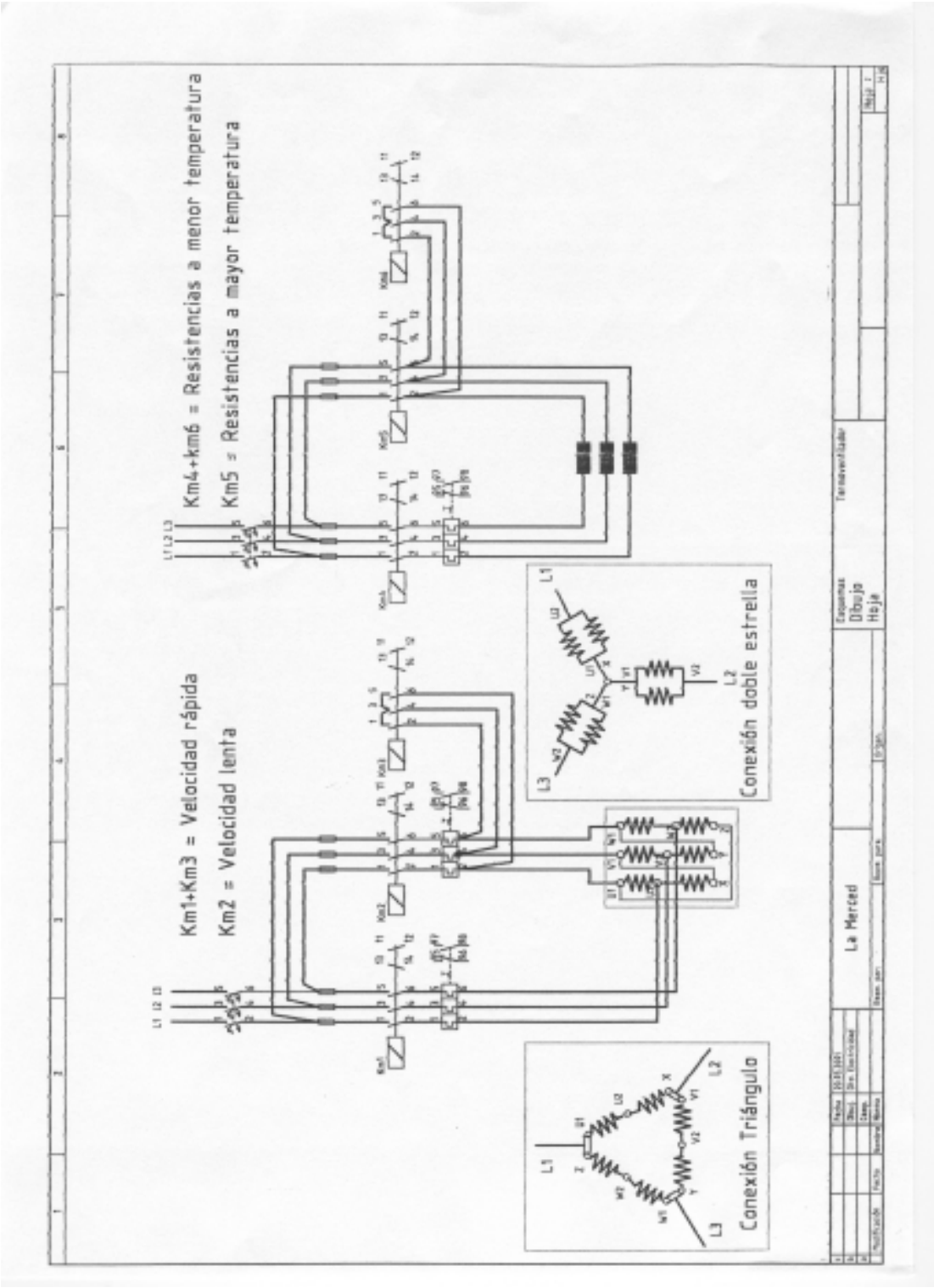
Entradas

- **I0.0, I0.1, I0.2** se cablean a los contactos normalmente cerrados (96) de los relés térmicos asociados a los contactores Km1, Km2 y Km4.
- **I0.3** se cablea a un contacto NC del pulsador de paro general (terminal 22)
- **AIW2** se cablea a los terminales del reostato con salida entre 0 y 10 V.

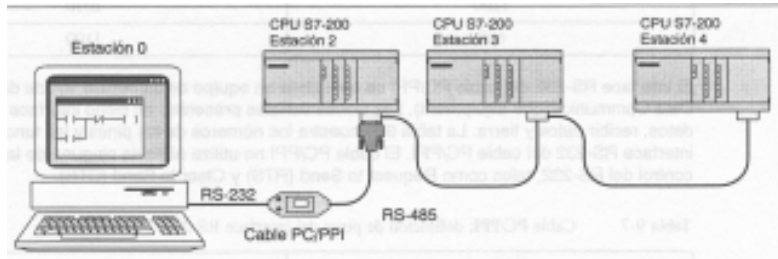
Salidas

- **Q0.0, Q0.1, Q0.2** están cableados a relés auxiliares cuyos contactos NA, a través de la fuente auxiliar, alimentan las bobinas de los contactores que regulan la velocidad del motor.
- **Q0.4, Q0.5, Q0.6** están cableados a relés auxiliares cuyos contactos NA, a través de la fuente auxiliar, alimentan las bobinas de los contactores que regulan la intensidad luminosa de las bombillas (estrella / triángulo).





5.5 COMUNICACIÓN ENTRE DOS PROCESOS AUTOMATIZADOS (SEMÁFORO Y PUERTA DE UN GARAJE)



DESCRIPCION DEL AUTOMATISMO

Mediante un PLC esclavo (*acceso a un garaje*) deseamos controlar el ciclo de un semáforo regulado por otro PLC, que actúa como maestro. Ambos autómatas se encuentran conectados a través de sus puertos de comunicaciones.

El autómata maestro controla el ciclo de un semáforo para paso de peatones situado antes de la puerta de un garaje para vehículos. El programa que regula el ciclo semafórico es el que se describió en la práctica 1 (*Paso de peatones regulado por semáforo*).

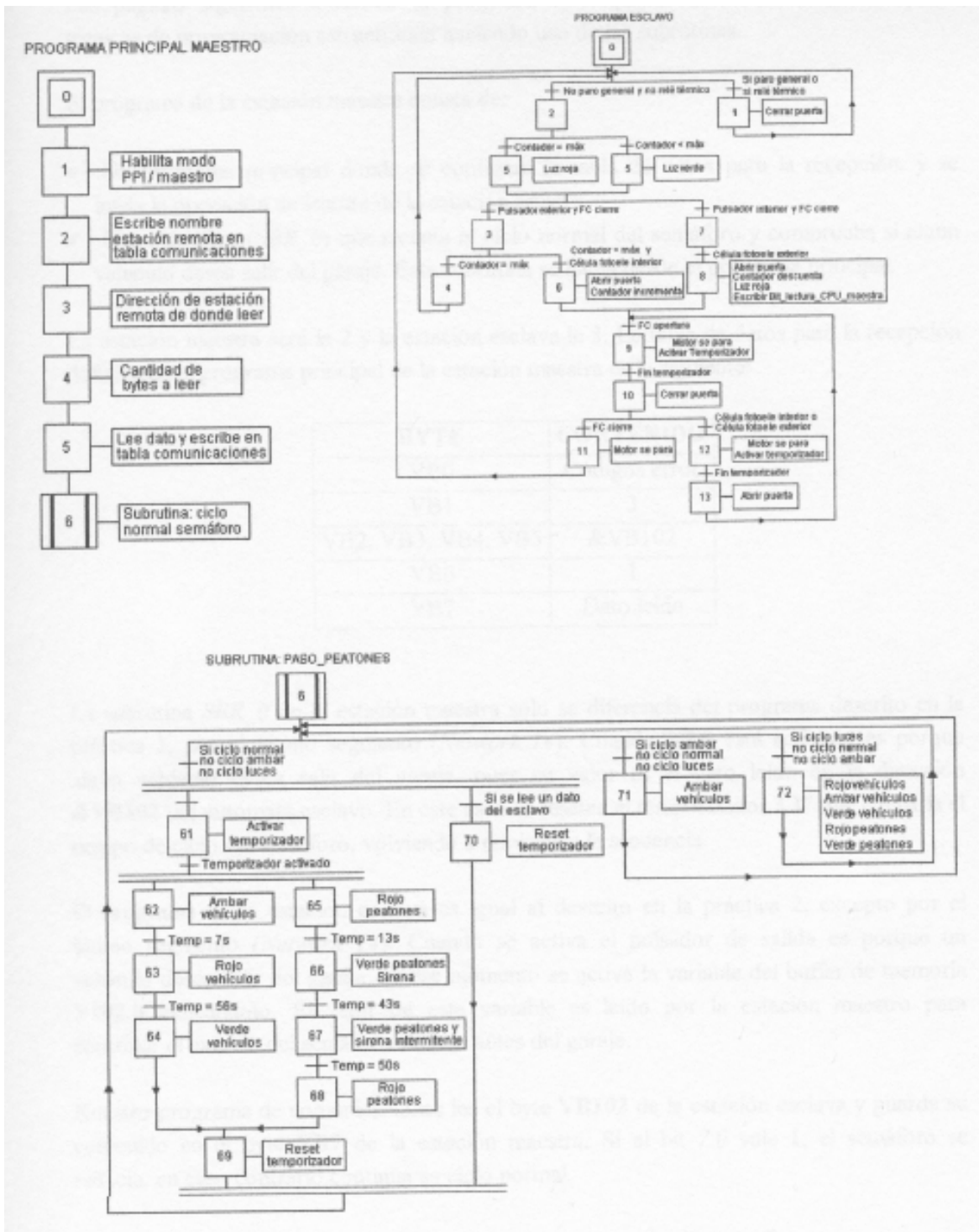
El autómata esclavo controla el acceso a un garaje para vehículos, como se describió en la práctica 2 (*Acceso a un garaje para vehículos con contador de capacidad*).

Además el PLC maestro envía continuamente peticiones de lectura a través de su interface de comunicaciones al PLC esclavo, controlando continuamente si algún vehículo dentro del garaje desea salir.

Ante la salida de un vehículo del garaje, el PLC maestro responde iniciando nuevamente la secuencia semafórica; de forma que el semáforo cambie inmediatamente a “rojo vehículos – verde peatones” y el turismo que desea salir del garaje pueda hacerlo sin peligro.

El semáforo continuará ejecutando su ciclo normal hasta que un nuevo turismo desee salir del garaje volviéndose a repetir el proceso.

GRAFICET DEL PROYECTO



PROGRAMACIÓN EN ESQUEMA DE CONTACTOS (KOP)

Las páginas siguientes muestran el programa en esquema de contactos. Se emplean técnicas de programación estructurada haciendo uso de las subrutinas.

El programa de la estación maestra consta de:

- Un programa principal donde se configura la tabla de datos para la recepción, y se inicia la operación de lectura de la estación esclava.
- Una subrutina (*SBR_0*) que ejecuta el ciclo normal del semáforo y comprueba si algún vehículo desea salir del garaje. Esta subrutina se llama desde el programa principal.

La estación maestra será la 2 y la estación esclava la 3. La tabla de datos para la recepción definida en el programa principal de la estación maestra es la siguiente:

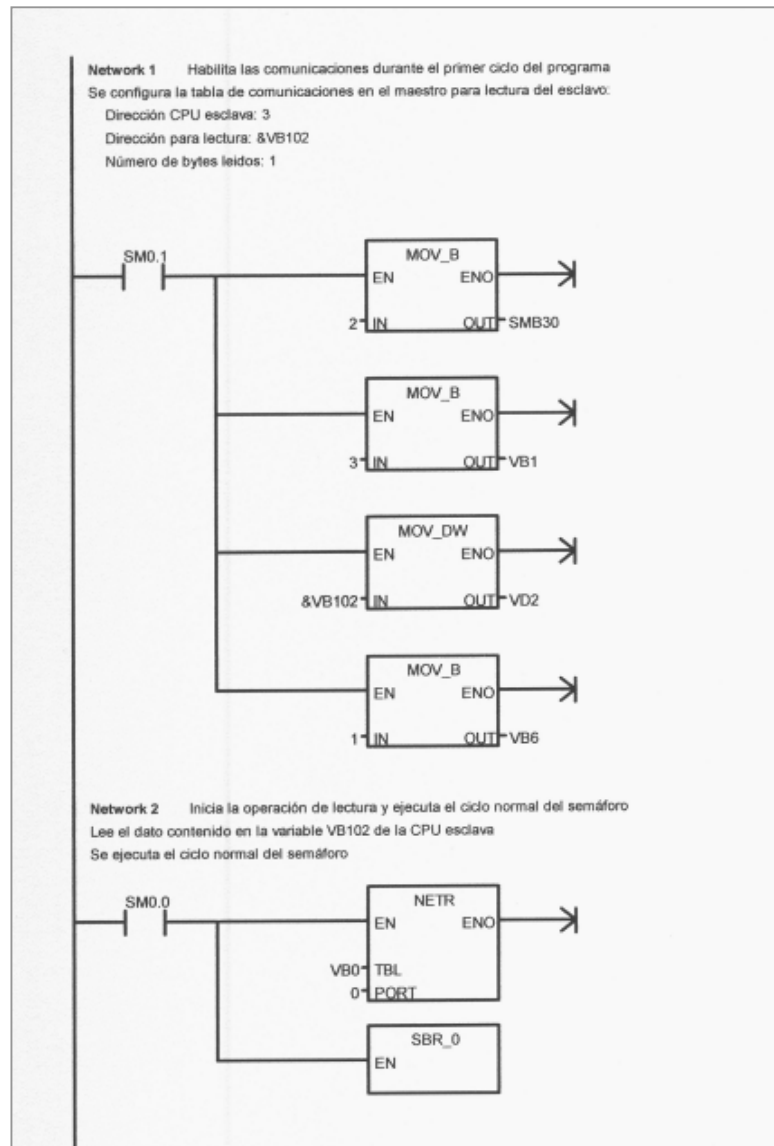
BYTE	CONTENIDO
VB0	Códigos error
VB1	3
VB2, VB3, VB4, VB5	&VB102
VB6	1
VB7	Dato leído

La subrutina *SBR_0* de la estación maestra solo se diferencia del programa descrito en la práctica 1, por el último segmento (*Network 14*). Cuando **V7.0** está activado es porque algún vehículo desea salir del garaje, pues su valor es el dato leído en la dirección **&VB102** del autómatas esclavo. En este caso se resetea el temporizador **T37** que controla el tiempo de ciclo del semáforo, volviendo a reiniciarse la secuencia.

El programa de la estación esclava es igual al descrito en la práctica 2, excepto por el último segmento (*Network 14*). Cuando se activa el pulsador de salida es porque un vehículo desea salir del garaje, en ese momento se activa la variable del buffer de memoria **V102.0** indicándolo. El valor de esta variable es leído por la estación maestro para controlar el cambio del semáforo situado antes del garaje.

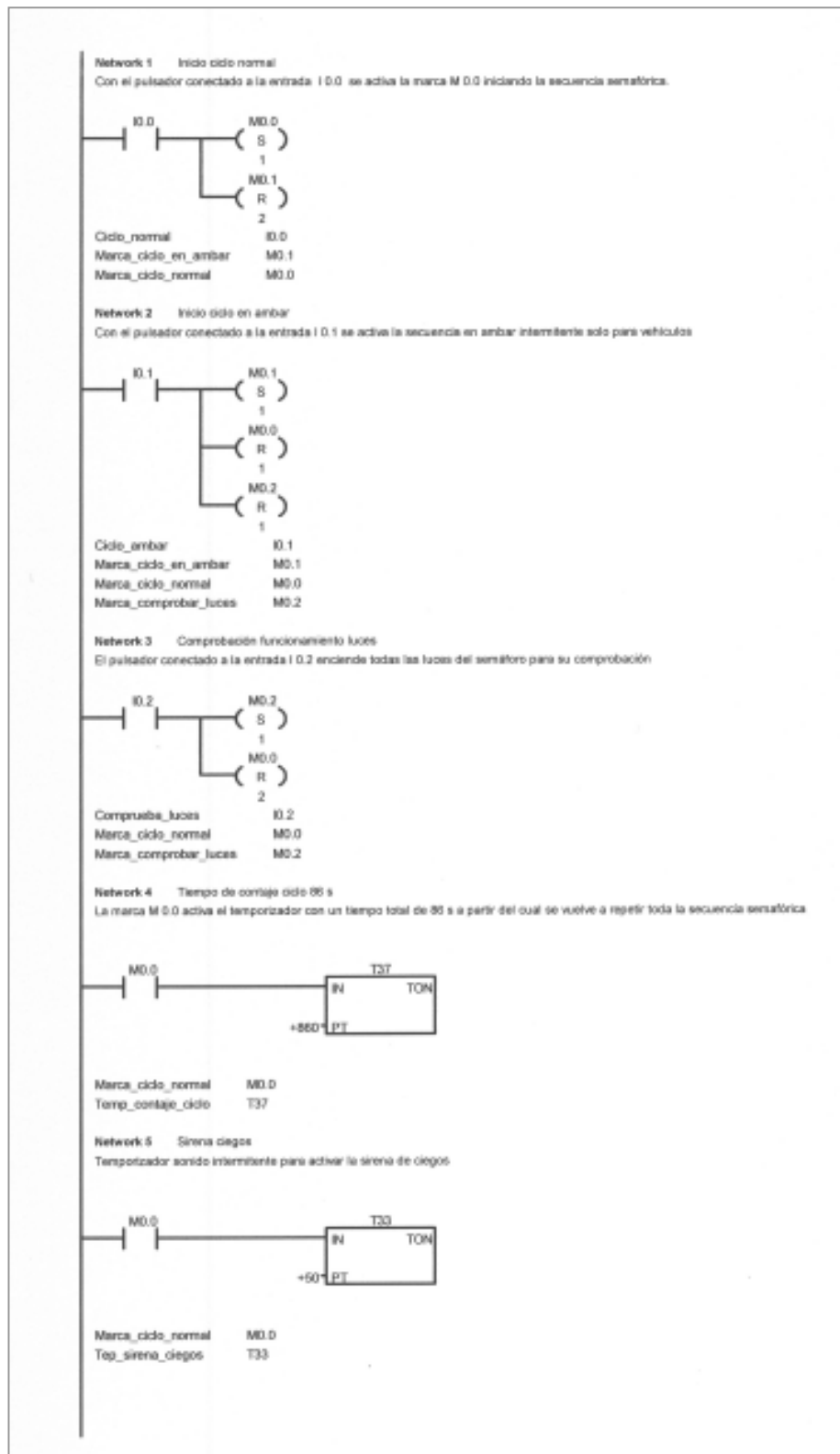
Nuestro programa de comunicaciones lee el byte **VB102** de la estación esclava y guarda su contenido en el byte **VB7** de la estación maestra. Si el bit 7.0 vale **1**, el semáforo se reinicia, en caso contrario continúa su ciclo normal.

El programa principal de la estación maestra se muestra en la siguiente figura:

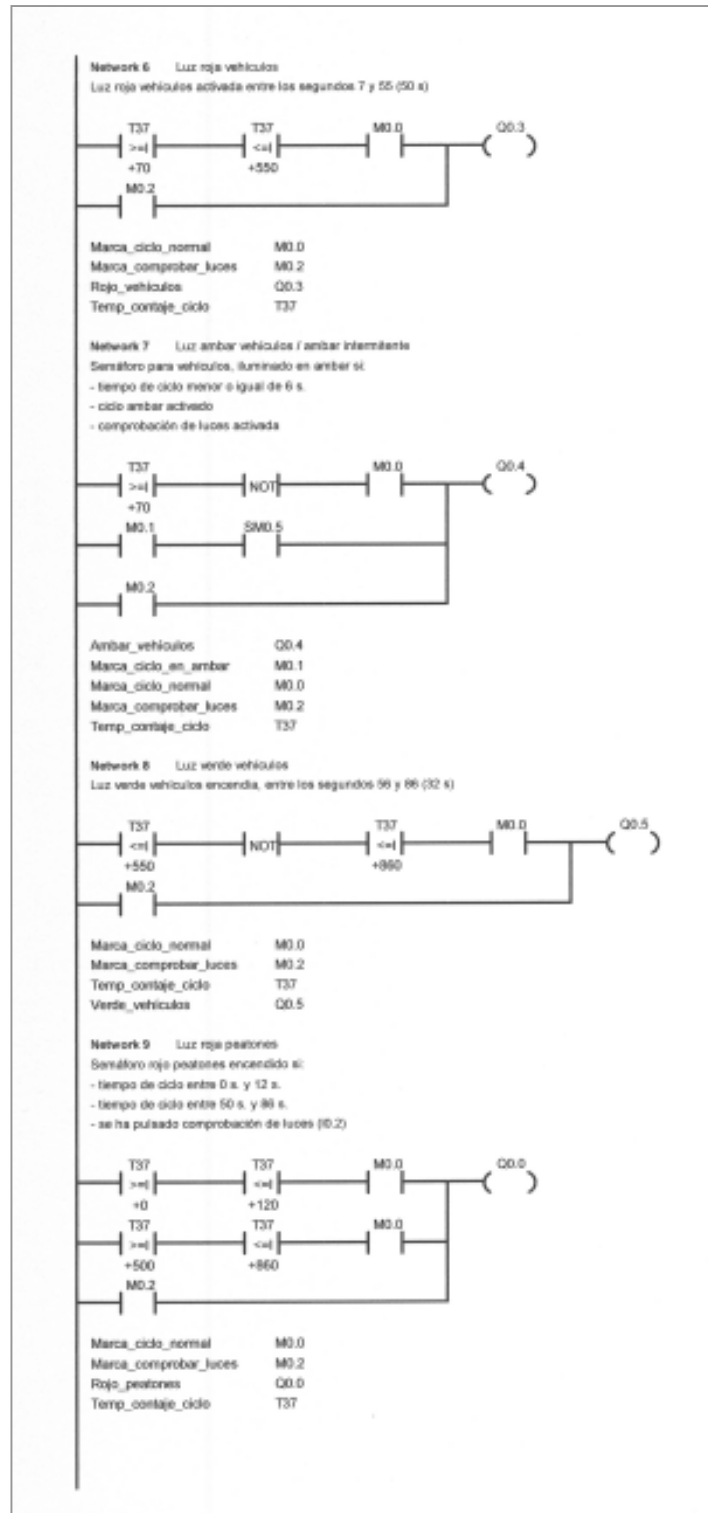


Programa principal, estación maestra.

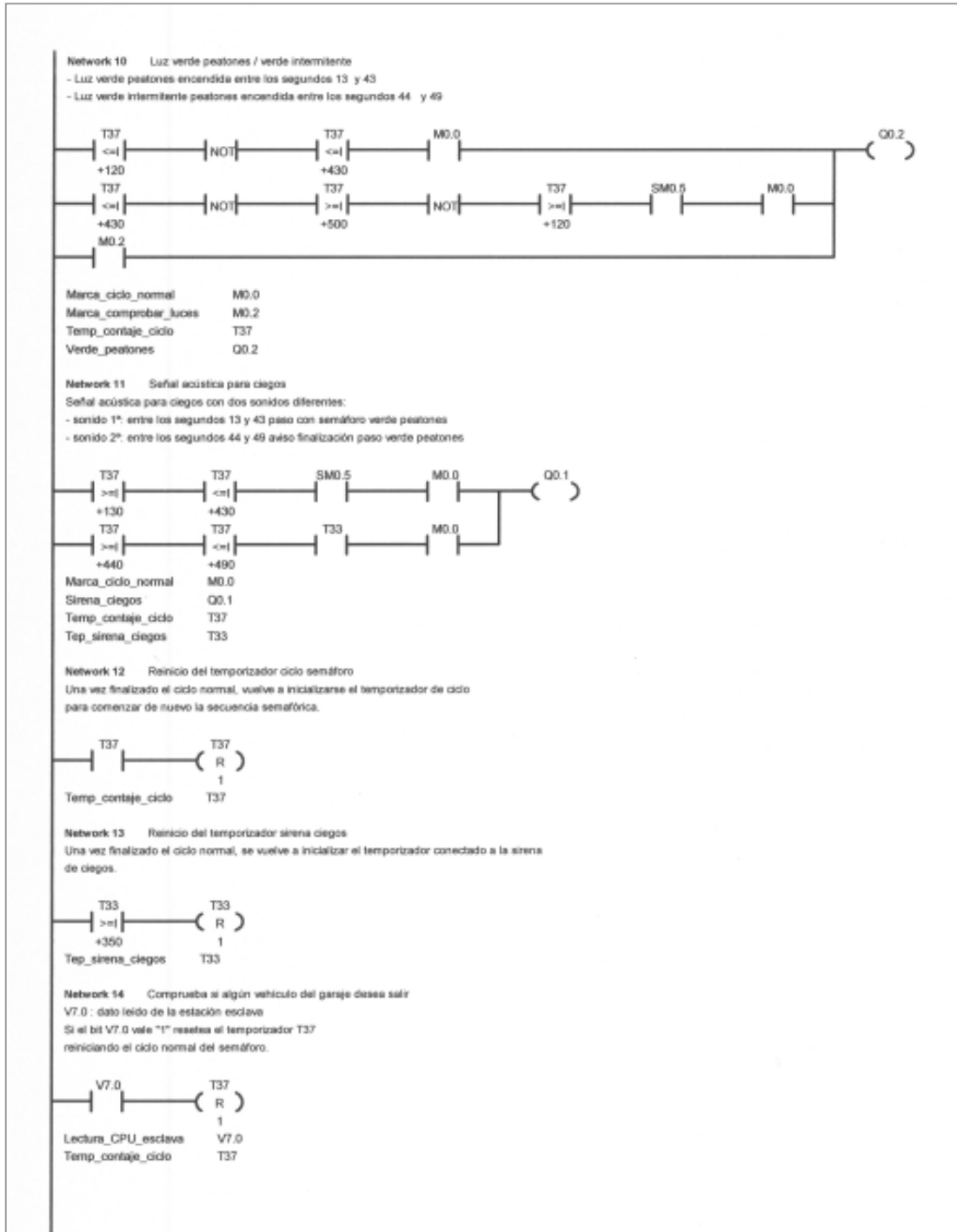
La subrutina SBR_0 de la estación maestra que controla la secuencia semafórica es la siguiente:



Subrutina SBR_0, programa maestro

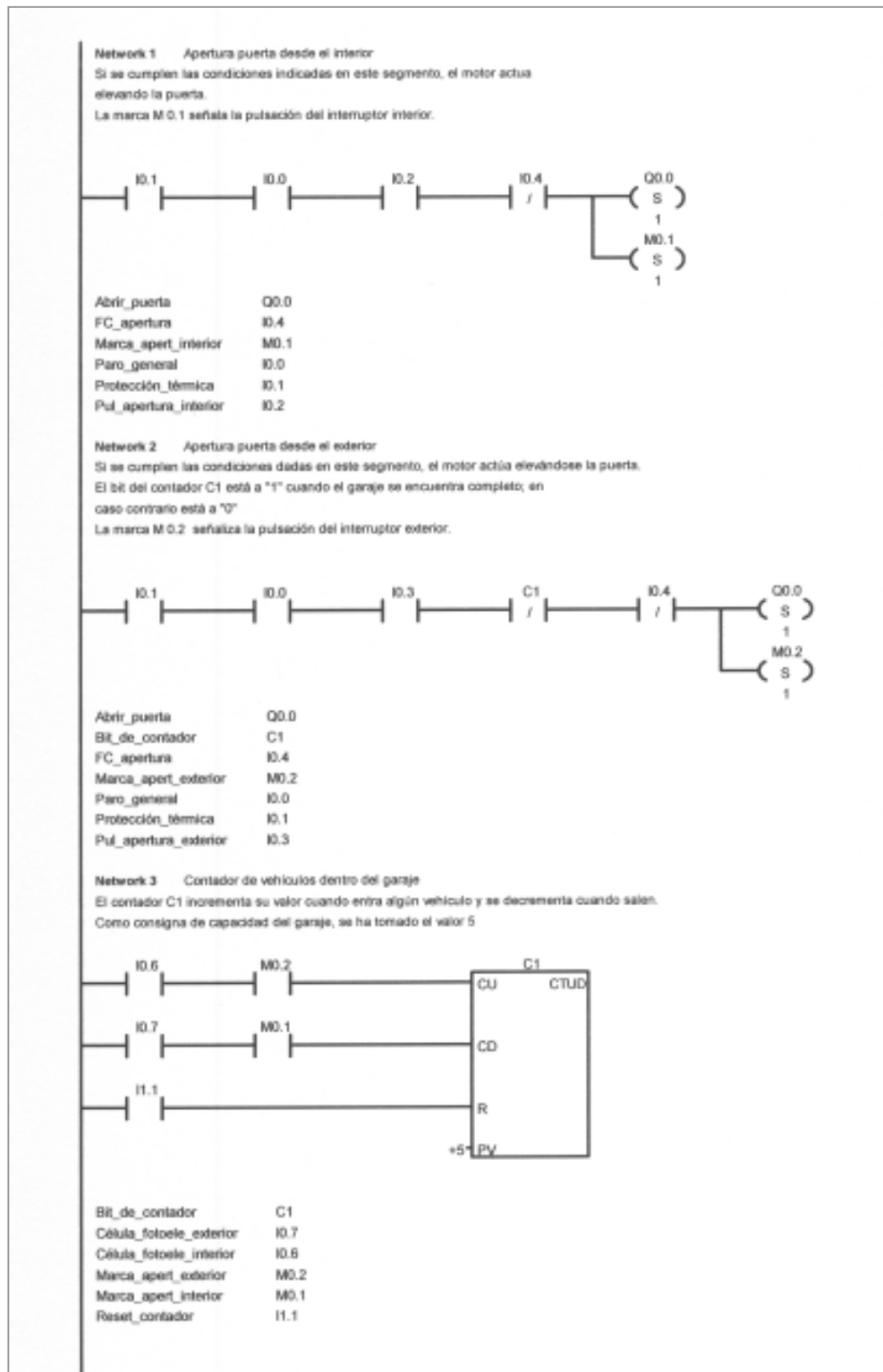


Subrutina SBR_0 (continuación)

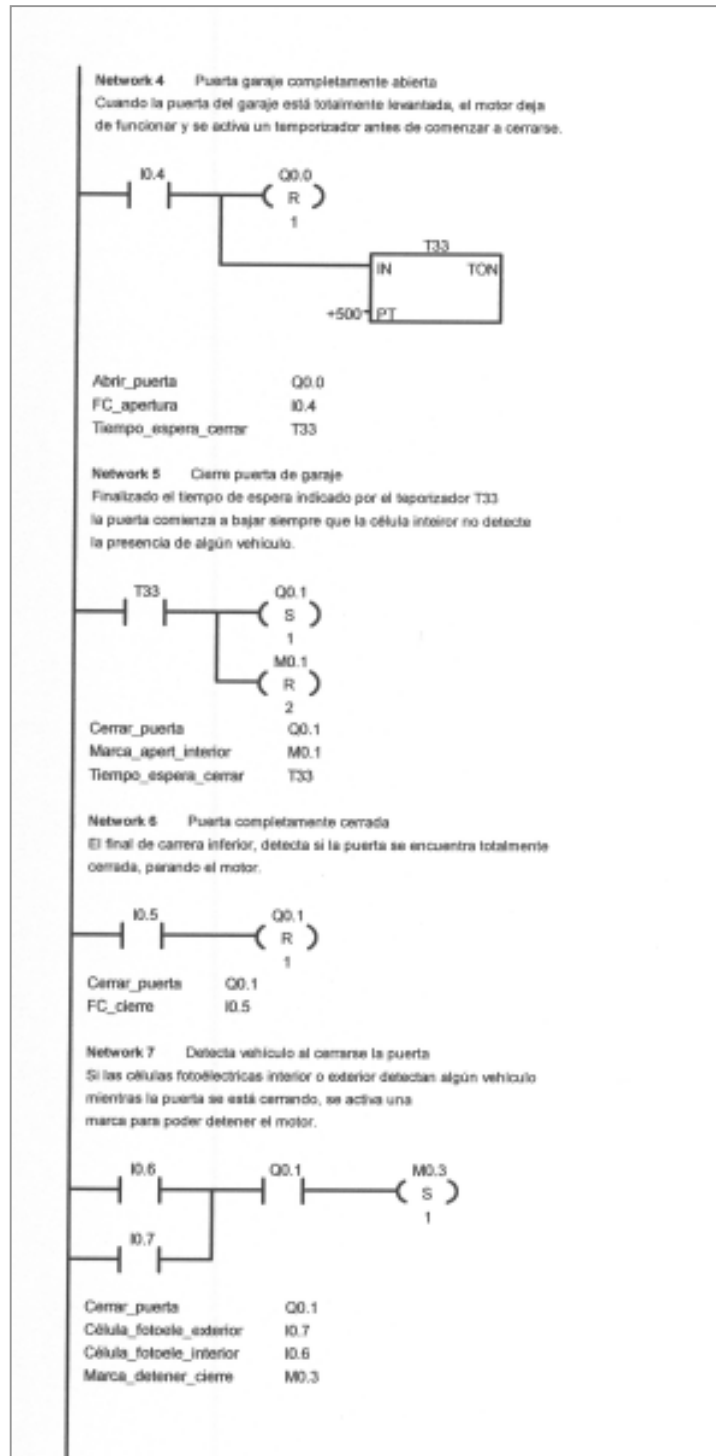


Subrutina SBR_0 (continuación)

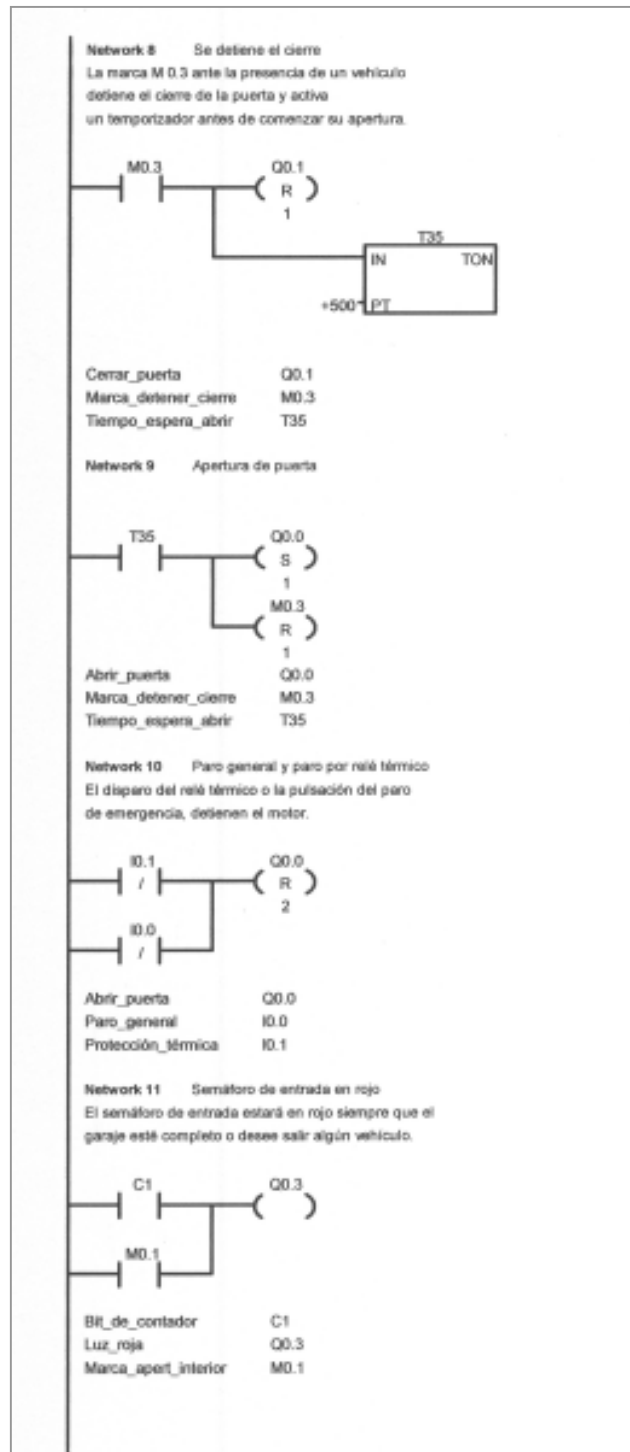
El programa de la estación esclava es el siguiente:



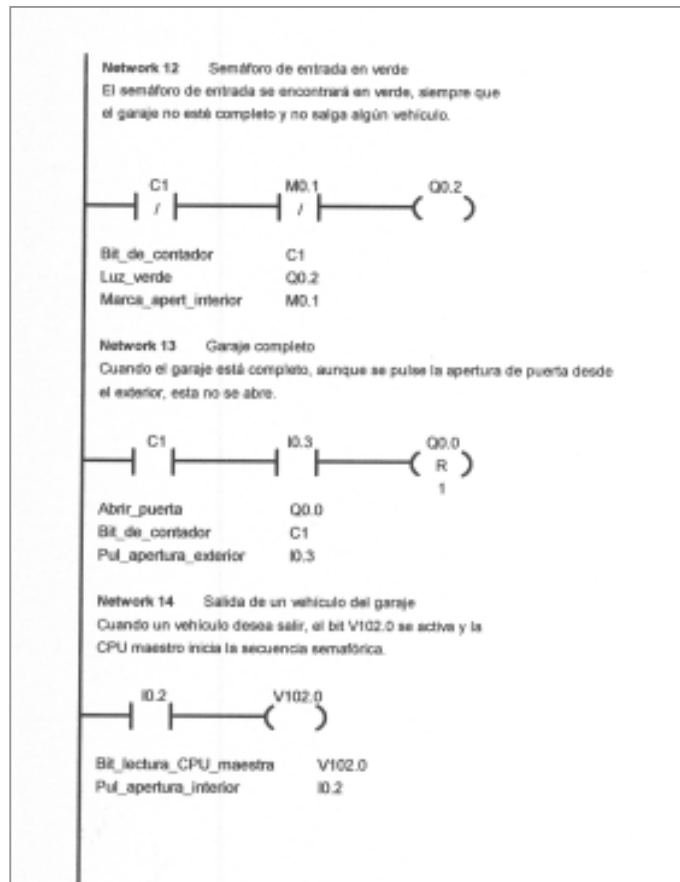
Programa estación esclava



Programa estación esclava (continuación)



Programa estación esclava (continuación)



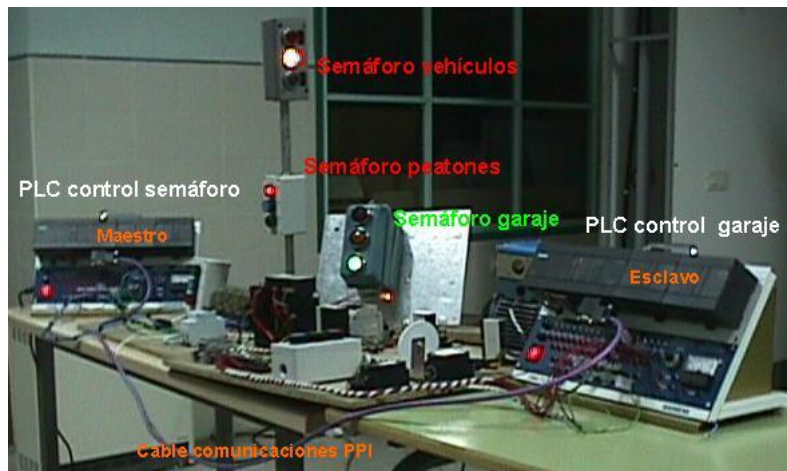
Programa estación esclava (continuación)

CONEXIONADO ENTRADAS, SALIDAS Y CABLEADO DE ACTUADORES

Hemos utilizado los montajes diseñados en las prácticas 1 y 2 correspondientes al *Paso de Peatones Regulado por Semáforo* y *Control de Acceso a un Garaje*.

Los autómatas están interconectados a través de sus puertos de comunicación mediante un conector Siemens modelo 6ES7 972-0BB10-0XA0. Este modelo dispone de conector de bus y conector de interface de programación. Al ser los dos autómatas extremos de red, en ambos el interruptor se dispone en posición cerrado (ON).

Las siguientes fotografías presentan detalles del montaje efectuado.

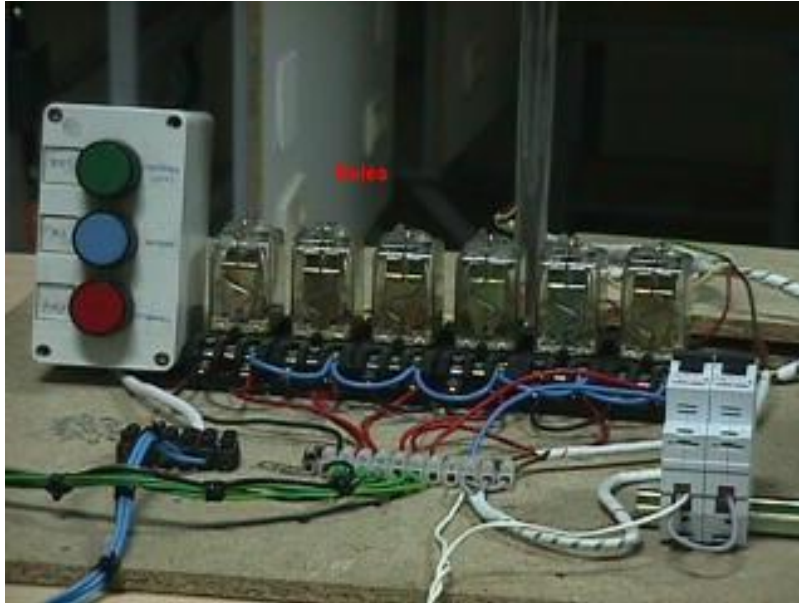


Comunicación entre semáforo y garaje



Detalle del conector Siemens

6. IMÁGENES DE LAS PRACTICAS



Práctica 1: Detalle de los relés y pulsadores



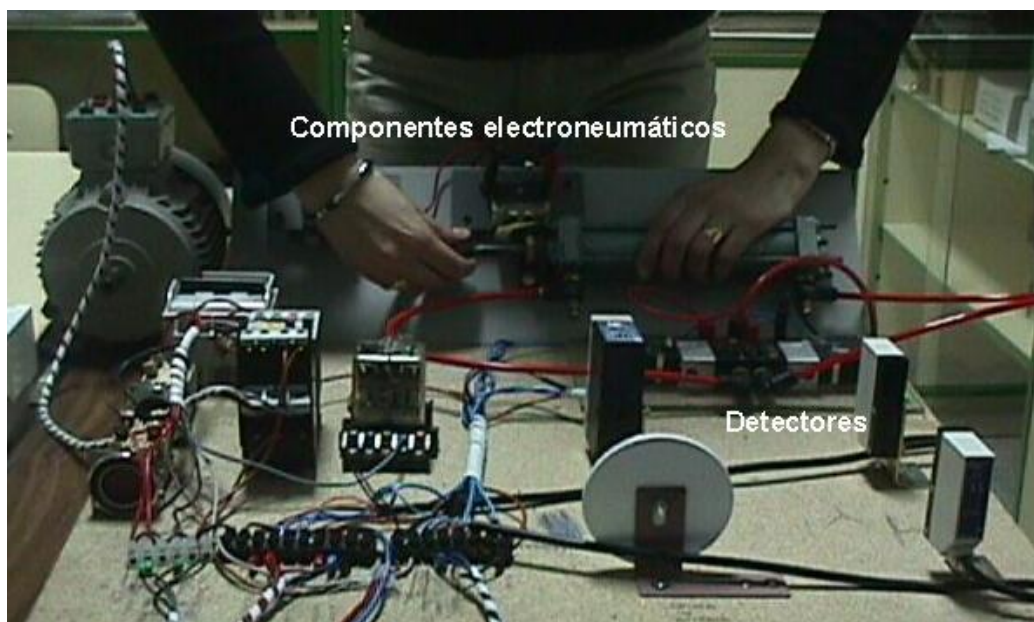
Práctica 1: Control de un semáforo



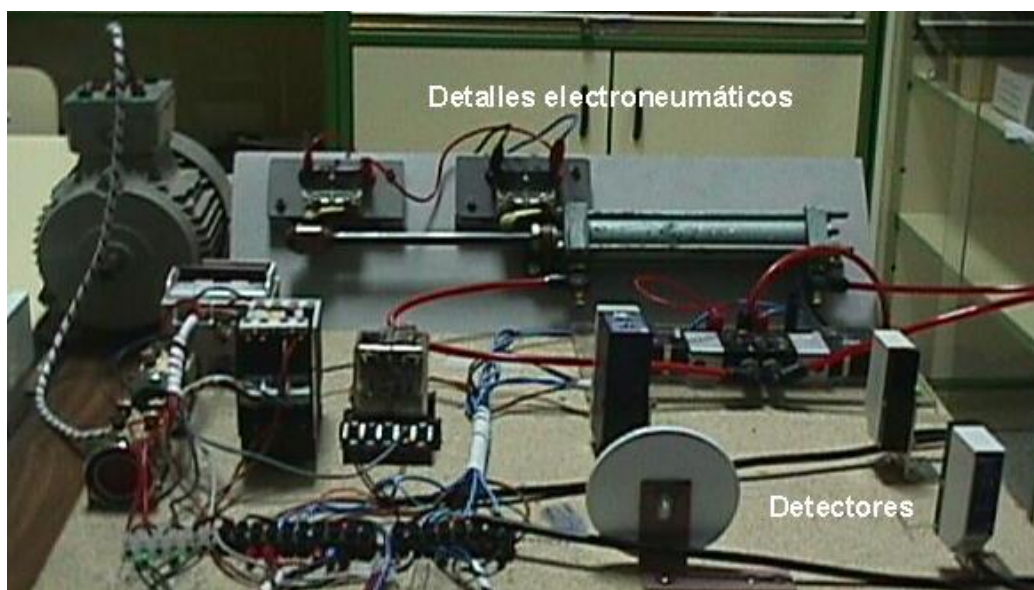
Práctica 1: detalle conexionado relés y autómatas



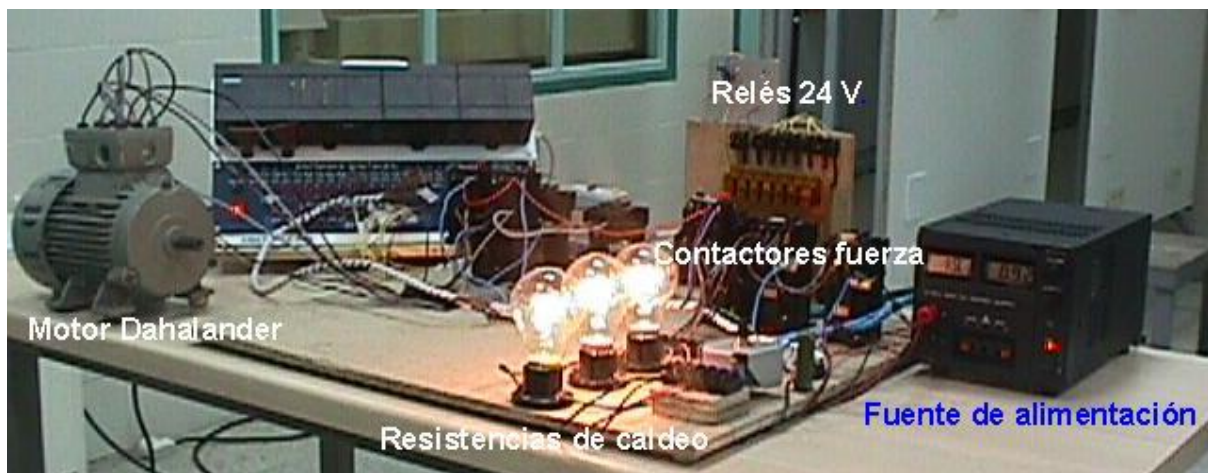
Práctica 2: Control de acceso a un garaje



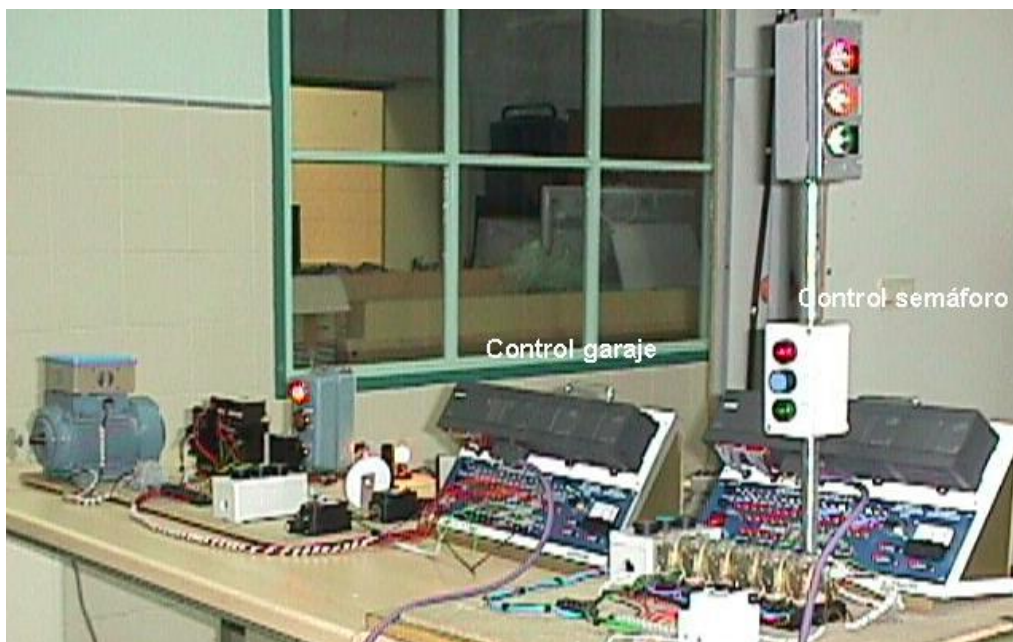
Práctica 3: Control electroneumático de una cinta transportadora



Práctica 3: detalle de actuadores y captadores



Práctica 4: Simulación de un termoventilador



Práctica 5: Comunicaciones entre dos procesos automatizados