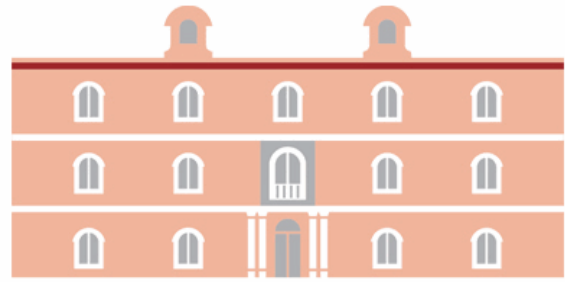




Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

PROYECTO FIN DE CARRERA

*“Ethernet Industrial entre autómatas
S7-300 y S7-200 con implementación
SCADA basado en HMI y en Web”*

Titulación: I.T.I. Electrónica Industrial
Alumno: José Luís Capilla Maldonado
Director: Dr. Miguel Almonacid Kroeger

Cartagena, 1 de Diciembre de 2011

*“Porque lo verdaderamente y
único que conocemos de la
realidad es...que es incierta.”*

Agradecimientos

Me gustaría agradecer el astronómico apoyo y esfuerzo de mi familia y pareja, quienes han creído siempre en mí y en este sueño, haciendo posible que me encuentre escribiendo estas líneas, aunque dicho agradecimiento siempre se quedará corto.

Como no, expresar mi más profundo y sincero agradecimiento hacia el director de este Proyecto Fin de Carrera, el Dr. Miguel Almonacid Kroeger, el cual me ha prestado su ayuda incondicional y guiado constantemente tanto en la realización de dicho proyecto como en aspectos a tener en cuenta para una futura salida laboral.

Por último, mencionar al Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática y la aportación de su personal, especialmente la del técnico de laboratorio Pablo A. Martínez Ruíz con su infinita paciencia.

Índice

1	MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1	MOTIVACIÓN	1
1.2	OBJETIVOS Y FASES DEL PROYECTO.....	1
2	REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL	3
2.1	INTRODUCCIÓN	3
2.1.1	<i>Definición de comunicación</i>	4
2.1.2	<i>Modos de comunicación</i>	5
2.2	REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES.....	5
2.3	ARQUITECTURA DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN	6
2.3.1	<i>Topología</i>	6
2.3.2	<i>Sistema de modulación/codificación</i>	6
2.3.3	<i>Medios de transmisión</i>	6
2.3.4	<i>Métodos de acceso al medio</i>	7
2.3.5	<i>Protocolos empleados y formato de las tramas</i>	7

2.4	NIVELES EN UNA RED INDUSTRIAL	8
2.5	ESTRUCTURA DE LAS REDES INDUSTRIALES	9
2.5.1	<i>Buses de campo</i>	9
	Niveles OSI en un bus de campo	10
	Licencias de un bus de campo	11
	Ventajas e inconvenientes de un bus de campo	11
	Normalización	13
	Buses de campo existentes en el mercado	14
2.5.2	<i>Redes LAN industriales</i>	15
2.5.3	<i>Redes LAN/WAN</i>	16
2.5.4	<i>Situación actual de la estructura de redes</i>	16
3	REDES DE COMUNICACIÓN ETHERNET INDUSTRIAL	17
3.1	INTRODUCCIÓN.....	17
3.2	ESTÁNDAR IEEE 802.3	18
3.2.1	<i>Trama de transmisión CSMA/CD</i>	19
3.3	ETHERNET INDUSTRIAL	20
3.4	WIRELESS ETHERNET.....	21
3.4.1	<i>Introducción</i>	21
3.4.2	<i>Estándares Wi-Fi</i>	21
3.4.3	<i>Seguridad en una red Wi-Fi</i>	22
3.4.4	<i>Componentes de una red inalámbrica</i>	23
3.4.5	<i>Utilización de la tecnología Wireless en la industria</i>	23
3.5	COMUNICACIÓN ETHERNET INDUSTRIAL	24
3.5.1	<i>Ejercicio de comunicación primero: Ethernet Industrial entre S7-300 como Servidor de la red y S7-200 como Cliente</i>	24
	Objetivos del ejercicio	24
	Equipos a utilizar	25
	Topología del ejercicio.....	25
	Configuración del hardware de los equipos	26
	Configuración del Software de los equipos.....	43
	Programación de los equipos	48

3.5.2	<i>Ejercicio de comunicación segundo: comunicación entre un S7-300 y dos S7-200 mediante dos redes: Ethernet Industrial y Profibus</i>	51
	Objetivos del ejercicio	51
	Equipos a utilizar	51
	Topología del ejercicio	52
	Configuración del hardware de los equipos	52
	Configuración del software de los equipos	59
3.5.3	<i>Ejercicio de comunicación tercero: Ethernet Industrial inalámbrica entre S7-300 como Servidor de la red y S7-200 como Cliente.</i>	64
	Objetivos del ejercicio	64
	Equipos a utilizar	64
	Topología del ejercicio	65
	Configuración de los equipos S7-300 y S7-200	65
	Configuración de los equipos SCALANCE	66
4	SISTEMAS SCADA. APLICACIÓN PRÁCTICA	87
4.1	INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS SCADA	87
4.2	INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA	89
4.3	APLICACIÓN PRÁCTICA	91
4.3.1	<i>Objetivos</i>	91
4.3.2	<i>Equipos a utilizar</i>	92
4.3.3	<i>Topología de red de la aplicación práctica</i>	93
4.3.4	<i>Desarrollo de la aplicación práctica</i>	93
	Conexión entre la unidad funcional y S7-200	93
	Secuencia del proceso	95
	Diagramas GRAFCET	96
	Programación de la estación S7-200	100
	Sistema SCADA basado en HMI	105
	Sistema SCADA basado en Web	122
	Programación del equipo S7-300	140

5	CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	147
5.1	CONCLUSIONES.....	147
5.2	LÍNEAS FUTURAS.....	149
	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	151
	ANEXO A: DATOS TÉCNICOS DE LOS DISPOSITIVOS.....	155
A.1	CPU 224 AC/DC/RELÉ.....	155
A.2	MÓDULO DE COMUNICACIONES EM 277	162
A.3	MÓDULO DE COMUNICACIONES CP243-1	165
A.4	CPU 314C-2 DP.....	169
A.5	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PS307-2A	176
A.6	MÓDULO DE COMUNICACIONES CP243-1	179
A.7	SCALANCE W784-1/W746-1	183
A.8	PANEL DE OPERADOR TP177B PN/DP	189
	ANEXO B: DATOS TÉCNICOS DE LA UNIDAD FUNCIONAL “MANIPULADOR ELECTRO-NEUMÁTICO”	195
B.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	195
B.2	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	197
	ANEXO C: PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN PRÁCTICA	215
C.1	PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN S7-200.....	216
C.2	PROGRAMA DE LA ESTACIÓN S7-300	225
C.3	CÓDIGO HTML DEL WEB-BASED-SCADA.....	233

Capítulo 1

Motivación y objetivos

1.1 Motivación

La principal motivación para la realización del presente *Proyecto Fin de Carrera* es mi deseo e interés de profundizar en las materias de la *Automática* y las *Comunicaciones Industriales* a fin de una futura dedicación laboral en el marco de estos sectores industriales.

Además, el estudio y desarrollo de dicho *Proyecto Fin de Carrera* concluirá con la obtención del título en *Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Electrónica Industrial* por la *Universidad Politécnica de Cartagena*.

1.2 Objetivos y fases del proyecto

Los objetivos por los cuales se ha procedido a la elaboración de este proyecto son el estudio y la posterior implementación de una red de comunicaciones industriales basada en las nuevas tecnologías presentes actualmente en el mercado y de tendencia emergente, tal y como son las redes basadas en Ethernet Industrial. Se pretende desarrollar una configuración de red que permita la interconexión y comunicación de los diferentes autómatas de lógica programable (PLC's), así como la posibilidad de control y monitorización remotos de los diferentes estados de un proceso industrial a través de una red Intranet o incluso Internet.

Asimismo, se aspira a que este estudio y la realización de dicho proyecto contribuyan y se exporten posteriormente a la docencia de la *Universidad Politécnica de Cartagena* para la realización de prácticas por parte del alumnado en el *Laboratorio de Automática y Robótica* del *Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática*, con la posibilidad de hacerlo remota e interactivamente a través de la red Ethernet.

Concretamente, se evaluarán las distintas posibilidades de implementación de acuerdo con los aspectos técnicos, de los cuales hablaremos más adelante, que ofrecen este tipo de redes. Dichas posibilidades marcarán y dividirán las distintas fases de las que consta este proyecto, a destacar:

1. Estudio de las comunicaciones industriales entre autómatas programables, haciendo especial hincapié en la red de comunicación industrial Ethernet Industrial.
2. Estudio del hardware y software necesario para la configuración y puesta en marcha de una red de comunicación industrial Ethernet Industrial.
3. Ejercicio primero de comunicación: implementación de una red Ethernet Industrial mediante cable de bus IE estándar entre un autómata SIMATIC S7-300 y otro S7-200, como Servidor y Cliente de dicha red respectivamente.
4. Ejercicio segundo de comunicación: como continuación y ampliación del proyecto "*Configuración y puesta en marcha de una red de autómatas programables basada en PROFIBUS, MPI y GSM para el control y monitorización de módulos de fabricación flexible*" (ver [1] en *Bibliografía y referencias*), se procederá a integrar dicha red PROFIBUS DP en la red Industrial Ethernet del ejercicio primero, como ejemplo de flexibilidad, protección de inversiones de equipos y aplicaciones ya realizadas, así como la transición continua de las tecnologías a Ethernet Industrial.
5. Ejercicio tercero de comunicación: implementación de una red Ethernet Industrial a través de la tecnología IWLAN por radiofrecuencia, entre un autómata SIMATIC S7-300 y otro S7-200, como Servidor y Cliente de dicha red respectivamente.
6. Por último, se dejará de lado la comunicación entre diferentes autómatas y nos centraremos en la comunicación Hombre-Máquina. Como aplicación para el ejercicio tercero de comunicación, se controlará la unidad funcional "*Manipulador electro-neumático*" por medio del equipo S7-200. Se implementarán dos sistemas SCADA, uno integrado en un panel industrial y otro basado en web, para la monitorización y control de dicho proceso.
7. Conclusiones y líneas futuras.

Capítulo 2

Redes de comunicación industrial

2.1 Introducción

La automatización en la industria ha seguido un proceso gradual, aplicando la tecnología disponible en cada momento. Esto ha dado lugar a las denominadas “islas automatizadas”, término empleado para designar a una serie de equipos aislados entre sí y dedicados a una máquina o parte del proceso. Dichos equipos pueden ser PLC's, ordenadores de diseño y gestión, controles numéricos, actuadores, sensores, etc.

El desarrollo de las comunicaciones y su aplicación en la industria ha permitido la implantación de redes industriales que facilitan la comunicación entre estas “islas automatizadas”, aumentando el rendimiento y las posibilidades de control.

Entre las innumerables ventajas del empleo de redes de comunicación industrial, podemos destacar las siguientes:

- Visualización y supervisión de todo el proceso productivo.
- Mayor velocidad en la toma de datos.
- Mejora del rendimiento del proceso al realizar el control en su conjunto.
- Posibilidad de intercambio de datos entre diferentes sectores del proceso y departamentos.
- Posibilidad de programación y control a distancia sin tener que estar en campo (teleproceso).

Dependiendo del tipo de instalación, la implantación de una red de comunicación industrial puede ser o no rentable, lo que obliga a un estudio previo antes de su utilización.

2.1.1 Definición de comunicación

Cuando hablamos de comunicación de datos, conviene distinguir entre datos, que definimos como el conjunto de diferentes estados que puede adoptar una variable, e información, que es el resultado de procesar e interpretar esos datos, que en muchos casos, serán redundantes para garantizar una comunicación fiable.

Definiremos comunicación como el proceso de intercambio de datos, de cuyo análisis posterior se obtiene la información. En la comunicación de datos intervienen varios elementos.

- **Emisor/Receptor:** equipos que intervienen en la comunicación (ordenadores, PLC's, periféricos, etc.).
- **Canal:** Recurso o medio físico capaz de propagar las señales (cable eléctrico, fibra óptica, aire, etc.).
- **Mensaje:** datos que se transfieren entre el emisor y el receptor.

Las comunicaciones están sometidas a ruidos y perturbaciones de la misma naturaleza de las que circulan por el canal y que afectan negativamente a la transmisión. Además, los interlocutores deben utilizar el mismo código. En caso contrario el receptor no podría transformar los datos recibidos en información.

Como consecuencia de un flujo de datos bidireccional surge la necesidad de emplear un protocolo, que no es sino un conjunto de reglas que regulan el flujo de la información, y que establecen:

- Quién y cómo comienza el diálogo.
- Quién puede transmitir en cada momento.
- Cómo termina la comunicación.

Además de este protocolo de regulación de flujo se deben establecer mecanismos de control de detección de errores y recuperación de datos en caso de error.

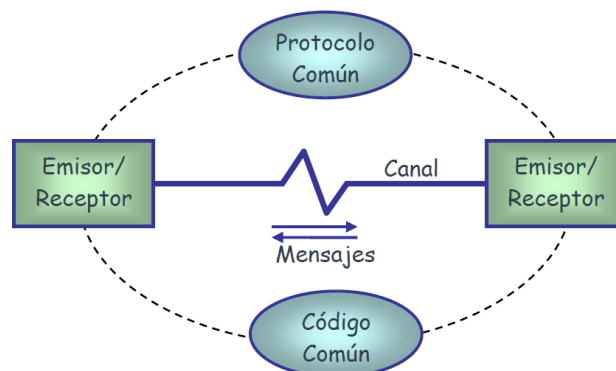


Figura 2.1.1 Elementos que intervienen en la comunicación

2.1.2 Modos de comunicación

La comunicación entre dos equipos (transmisión punto a punto) se puede producir de tres modos distintos, dependiendo de la dirección del flujo de datos:

- **Simplex:** si la comunicación se realiza en un solo sentido, desde un equipo emisor a un equipo receptor. Es el modo de comunicación más sencillo.
- **Semi-dúplex:** o *half-duplex*, si la comunicación se realiza en ambos sentidos, pero no simultáneamente. En este caso el canal compartido para la comunicación es el mismo para las transmisiones en ambos sentidos, por lo que se deben utilizar protocolos que regulen quién accede al canal en cada momento.
- **Dúplex completo:** o *full-duplex*, cuando la comunicación se puede realizar en ambos sentidos simultáneamente. Para ello, debe existir un medio físico de transmisión en cada sentido.

2.2 Redes de comunicaciones industriales

Hasta ahora hemos hablado de comunicación punto a punto, que se produce entre dos equipos conectados por un medio físico, a través del cual intercambian mensajes.

Este tipo de enlaces directos es útil en muchos casos, pero resulta costoso y poco eficiente cuando se desean establecer sistemas más complejos de comunicación que involucren un mayor número de equipos. En estos casos se recurre a un medio de transmisión común, que comparten los diferentes equipos que intervienen en el sistema de comunicación. Tal es el caso de las redes de comunicación de datos, que agrupan dispositivos de comunicación de datos empleando un canal común, que a su vez puede formar parte de estructuras de mayor dimensión, mediante la interconexión de éstas, que se denominarán subredes. Las diferentes formas de conexión y organización del canal se conocen como topologías.

En la industria, tanto los costes como la eficiencia y mantenimiento de las conexiones es primordial, y el uso de un mayor número de dispositivos con el tiempo, ha dado lugar a que se integren redes de comunicación de datos, adaptando los niveles OSI más bajos a los entornos hostiles que se presentan a nivel de campo. Nacen así, las redes de comunicaciones industriales.

2.3 Arquitectura de las redes de comunicación

Se define como arquitectura de la red al conjunto de técnicas más importantes empleadas para su diseño y que además controlan su funcionamiento. Los aspectos más importantes en la arquitectura son:

2.3.1 Topología

Se trata de la distribución de los equipos conectados a la red de comunicaciones. Se distinguen:

➤ **Topología física**

O aparente, es la distribución física de los equipos y el cableado entre ellos.

➤ **Topología lógica**

O real, define el camino seguido por los datos en la red, y que no siempre coincide con la topología física.

En la mayoría de los casos, la topología física y la lógica coinciden, aunque no en todos los casos. La topología también condicionará la idoneidad del método de acceso al medio físico utilizado.

Las principales topologías utilizadas son: estrella, bus, árbol y anillo.

2.3.2 Sistema de modulación/codificación

Es el tipo de transformación que se realiza sobre los datos para poder obtener una señal capaz de ser transmitida por un medio físico.

Los sistemas más empleados son: banda ancha o banda base, y dentro de éstos, los diferentes sistemas de modulación (FSK, ASK, PSK) y codificación (Manchester, NRZ, etc.)

2.3.3 Medios de transmisión

Se trata de los diferentes medios de soporte físicos que se emplean para la transmisión de la señal, como pueden ser los cables eléctricos, fibra óptica u ondas de radio.

2.3.4 Métodos de acceso al medio

Dado que los canales de transmisión de datos en las redes de comunicación son compartidos (un mensaje transmitido es escuchado por todos los demás), debe disponerse de un protocolo de acceso al medio que regule quién puede transmitir en cada momento.

Este problema no se presente en sistemas elementales, como en los enlaces punto a punto RS-232, donde al existir tan sólo dos interlocutores conectados mediante un canal *full-duplex*, cualquiera de ellos puede transmitir en cada momento.

Los métodos de acceso al medio definen cómo se inicia, se envía y finaliza la propagación de un mensaje por la red sin interferir o afectar a los demás sistemas.

Los principales métodos empleados para tal fin son:

- **Maestro/Esclavo:** Un dispositivo (maestro) indica cuándo puede transmitir cada uno de los dispositivos restantes (esclavos) mediante consulta secuencial de los mismos. Dada su sencillez y fiabilidad es muy utilizado en buses de campo industriales (Modbus, Profibus), y en la comunicación entre autómatas y dispositivos de entrada/salida remotos.
- **Métodos de contienda:** Los dispositivos de la red compiten por acceder al medio de transmisión común. Sólo uno conseguirá iniciar la comunicación. Es el utilizado en redes Ethernet (802.3).
- **Paso de testigo:** o *Token-Passing*, en este método se va pasando un paquete de datos especial, denominado testigo, entre los diferentes dispositivos. Sólo podrá transmitir el que esté en posesión de dicho testigo. Existen diferentes variantes, con o sin prioridad, y se utilizan con diferentes topologías (*Token-Ring*, *Token-Bus*).

2.3.5 Protocolos empleados y formato de las tramas

Se tienen en cuenta el tipo de protocolos empleados para la comunicación, los niveles OSI implementados y los campos que componen las tramas de dato transmitidas por la red.

Podemos clasificar los protocolos, dependiendo únicamente del tiempo en la transmisión/recepción, como:

- **Determinista:** cuando el tiempo es fijo siempre y conocido, como por ejemplo un sistema de comunicación AS-i, que tarda 5ms en realizar la emisión/recepción de 31 esclavos y 10ms para 62 esclavos. También son deterministas las redes Profibus y Profinet.

- **Probabilístico:** cuando el tiempo es aleatorio, es decir, no siempre es el mismo y por tanto no es conocido. Un ejemplo es la red Ethernet que utiliza el método de acceso por contienda CSMA/CD.

2.4 Niveles en una red industrial

La integración de los diferentes equipos y dispositivos existentes en una planta se hace dividiendo las tareas entre grupos de procesadores con una organización jerárquica. Así, dependiendo de la función y el tipo de conexiones, se suelen distinguir cuatro niveles (Figura 2.4):

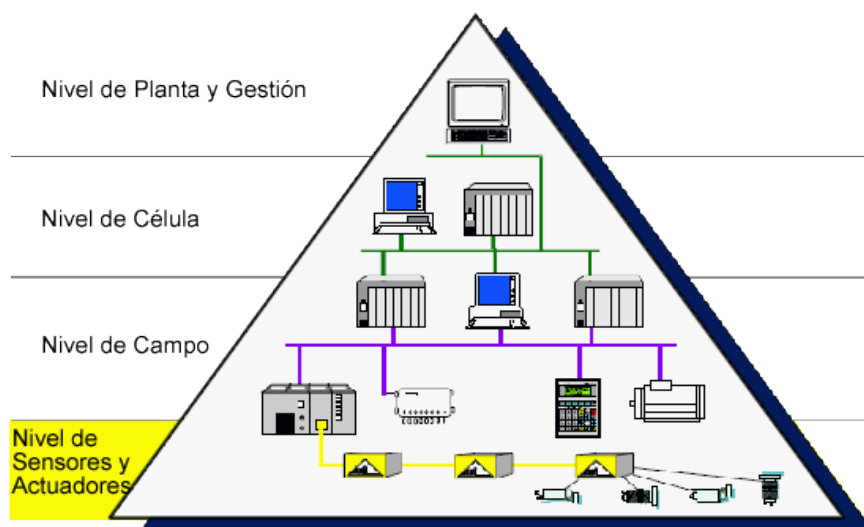


Figura 2.4 Pirámide CIM o de las comunicaciones industriales

- **Nivel de Sensores y Actuadores:** es el nivel más próximo al proceso. Aquí encontramos las máquinas con las que opera la empresa, y con ellas, todos los sensores y actuadores para la toma de medidas y realizaciones de control sobre el proceso.
- **Nivel de Campo:** integra pequeños automatismos (PLC's compactos, PID's, multiplexores de e/s, etc.) en subredes o "islas". En el nivel más alto de estas redes podemos encontrar uno o varios autómatas modulares actuando como maestros de la red o maestros flotantes. En este nivel se emplean los buses de campo.
- **Nivel de Célula:** enlaza las células de fabricación o zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas de gama alta y los ordenadores dedicados al diseño, control de calidad, programación, etc. En este nivel es donde se suelen utilizar las rede tipo LAN (MAP o Ethernet).

- **Nivel de Planta y Gestión:** este es el nivel más alto y se encarga de integrar los siguientes niveles en una estructura de fábrica o varias fábricas. Se suelen emplear estaciones de trabajo que establecen la conexión entre el proceso productivo y la gestión (ventas, stocks, etc.). Las redes empleadas son del tipo LAN o WAN (para plantas situadas en diferentes lugares).

Esta estructura no es universal, varía con el tamaño del proceso y sus características particulares. Además, para cualquiera de los niveles, no hay un estándar universalmente aceptado que cubra todos los aspectos desde el nivel físico al de aplicación (si nos referimos al modelo OSI de ISO).

2.5 Estructura de las redes industriales

Las redes de comunicaciones industriales se estructuran en tres grupos, acorde con los niveles descritos en el apartado anterior, a destacar:

- **Buses de campo:** empleadas en los niveles de Campo y de Sensores y Actuadores.
- **Redes LAN industriales:** empleadas en los niveles de Control y de Planta y Gestión.
- **Redes LAN/WAN:** empleadas en los niveles de Planta y Gestión.

2.5.1 Buses de campo

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA empleado por el protocolo HART.

Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

Las características fundamentales que el bus de campo debe cumplir, en lo referente a la conexión de dispositivos, son:

- **Interconectividad:** al bus se deben poder conectar de forma segura dispositivos de diferentes fabricantes que cumplan el protocolo. Es el nivel mínimo, y no proporciona, en principio, ninguna ventaja.

- **Interoperabilidad:** los dispositivos de diferentes fabricantes funcionan satisfactoriamente en el mismo bus.
- **Intercambiabilidad:** los dispositivos de un fabricante pueden ser sustituidos por otros equivalentes, de otro fabricante, y seguir funcionando. Este es el objetivo final, y sólo se consigue si las especificaciones son completas y se dispone de un sistema de prueba y validación.

Niveles OSI en un bus de campo

Idealmente, las especificaciones de un bus de campo deberían cubrir los siete niveles OSI, aunque lo más frecuente es que implementen sólo tres:

- **Nivel físico:**

Especifica el tipo de conexión, naturaleza de la señal, tipo de medio de transmisión, etc. Normalmente, las especificaciones de un determinado bus admiten más de un tipo de medio físico. Los más comunes son de tipo RS485 o con conexiones en bucle de corriente.

- **Nivel de enlace:**

Se especifican los protocolos de acceso al medio (MAC) y de enlace (LLC). En este nivel se definen una serie de funciones y servicios de la red mediante códigos de operación estándar.

- **Nivel de aplicación:**

Es el dirigido al usuario, y permite la creación de programas de gestión y presentación, apoyándose en las funciones estándar definidas en el nivel de enlace. En este nivel se define el significado de los datos. Las aplicaciones suelen ser propias de cada fabricante (no hay un nivel de aplicación estándar para buses de campo).

Licencias de un bus de campo

La existencia de un elevado número de buses de campo diferentes se debe a que cada compañía venía utilizando un sistema propio para sus productos, aunque en los últimos años se observa una cierta tendencia a utilizar buses comunes.

En buses de campo podemos distinguir:

➤ **Buses propietarios:**

Son propietarios de una compañía o grupo de compañías, y para utilizarlos es necesario obtener una licencia, que es concedida a la empresa que la disfruta con una serie de condiciones asociadas, y a un precio considerable.

➤ **Buses abiertos:**

Son todo lo contrario:

- Las especificaciones son públicas y disponibles a un precio razonable.
- Los componentes críticos (como por ejemplo microprocesadores) también están disponibles.
- Los procesos de validación y verificación están bien definidos y disponibles en las mismas condiciones anteriores.

Ventajas e inconvenientes de un bus de campo

Los buses de campo, si son correctamente elegidos para la aplicación, ofrecen numerosas ventajas, como:

➤ **Flexibilidad**

El montaje de un nuevo instrumento supone la simple conexión eléctrica al bus y una posterior configuración/programación, normalmente remota (desde la sala de control). Si se trata de buses abiertos, resultará posible la conexión de instrumentos de distintos fabricantes al mismo bus.

➤ **Seguridad**

Transmisión simultánea de señales de diagnóstico de sensores y actuadores, permitiendo así instalaciones más seguras.

➤ **Precisión**

Transmisión totalmente digital para variables analógicas.

➤ **Facilidad de mantenimiento**

Resulta posible diagnosticar el funcionamiento incorrecto de un instrumento y realizar calibraciones de forma remota desde la sala de control. Esto permite localizar rápidamente conexiones erróneas en la instalación, con lo que los errores de conexión son menores y más rápidamente solucionados (reducción de los tiempos de parada y pérdidas de producción).

- **Reducción de la complejidad** del sistema de control en términos de hardware:
- Reducción drástica del cableado.
 - Se elimina la necesidad de grandes armarios de conexiones para el control del equipamiento asociado.
 - Reducción del número de PLC's.
 - Reducción de tiempo de instalación y personal necesario para ello.

Por el contrario, el **principal inconveniente** que ofrece la utilización de un bus de campo es la posible rotura del cable de bus. Esto conllevaría la caída de todos los elementos que estuvieran conectados al bus y probablemente una parada general del proceso. Hay también que advertir que en la actualidad los buses de campo son muy robustos ante interferencias y entornos agresivos.

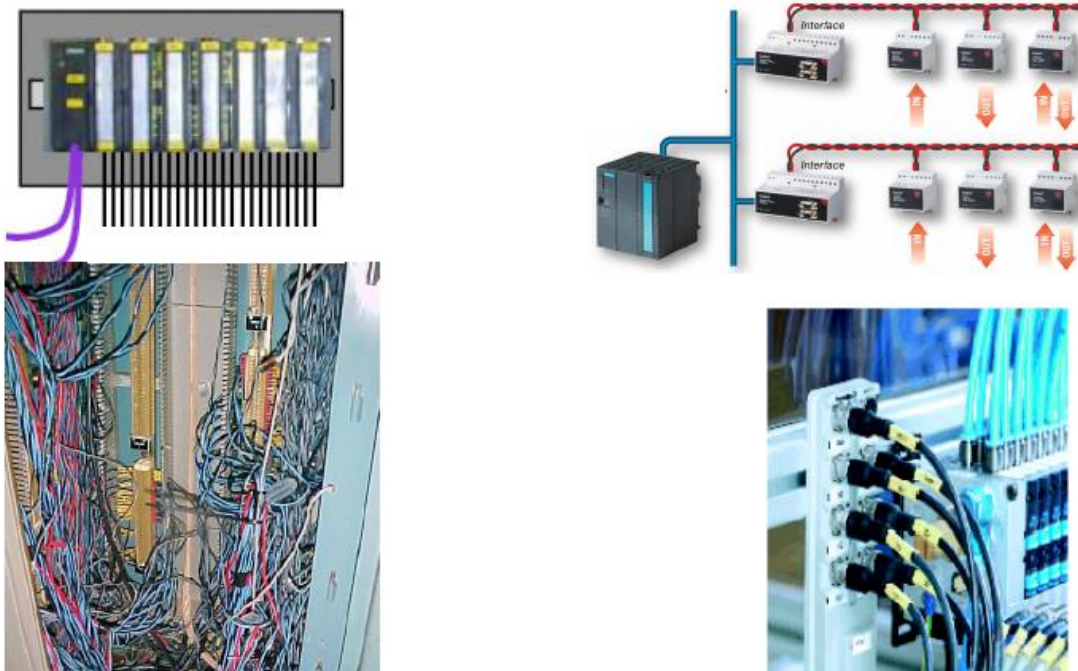


Figura 2.5.1 PLC con conexiones punto a punto (izquierda) y PLC con bus de campo (derecha)

Normalización

Se han realizado muchos intentos de normalización de buses de campo. Finalmente se establecieron una serie de reglas genéricas, incluidas en una norma de la IEC (comité TC65C-WG6). Dichas recomendaciones son:

- Nivel físico: bus serie controlado por maestro. Comunicación semidúplex en banda base.
- Velocidades: 1 Mbit/s para distancias cortas y de 64-250 Kbit/s para distancias largas.
- Longitudes: 40 m para la máx. velocidad y 350 m para velocidades más bajas.
- Número de periféricos: máx. de 30 nodos con posibles ramificaciones hasta 60 elementos.
- Cable: par trenzado apantallado.
- Conectores: bornes industriales DB9/DB25.
- Conexión-desconexión en caliente (on-line).
- Topología: bus físico con posibles derivaciones a nodos.
- Longitud máx. de las ramificaciones: 10 m.
- Aislamientos: 500VCA entre elementos de bus y campo.
- Seguridad intrínseca: opción de conectar elementos de campo con tensiones reducidas para atmósferas explosivas.
- Alimentación: opción de alimentación a través del bus.
- Longitud mínima del mensaje: 16 bits.
- Transmisión de mensajes: posibilidad de diálogo entre cualquier par de nodos sin repetidor.
- Maestro flotante: posibilidad de maestro flotante entre nodos.
- Implementación del protocolo: los chips para el protocolo deben estar disponibles comercialmente y no protegidos por patente.

Casi todas las especificaciones que se dan son de nivel físico, y están muy abiertas en los niveles de enlace y de aplicación, de ahí las grandes diferencias en modos de configuración entre unos buses y otros.

Buses de campo existentes en el mercado

A continuación se muestra una tabla comparativa entre los buses de campo de más utilización en la industria, haciendo referencia a sus características técnicas más importantes.

BUS DE CAMPO	TOPOLOGÍA	MEDIO FÍSICO	VELOCIDAD	DISTANCIA SEGMENTO	NODOS POR SEGMENTO	ACCESO AL MEDIO
P-NET	Anillo	Par trenzado apantallado	76'8 Kbps	1.200 m	125	Paso de testigo Maestro/esclavo
PROFIBUS	Bus lineal Anillo Estrella Árbol	Par trenzado apantallado Fibra óptica	Hasta 12Mbps	Hasta 9'6 Km y 90 Km	125	Paso de testigo Maestro/esclavo
WORLDFIP	Bus lineal	Par trenzado apantallado Fibra óptica	Hasta 1 Mbps y 5Mbps	Hasta 5 Km y 20 Km	64	Arbitro de bus
HART	Bus lineal	Cable 2 hilos	1'2Kbps	3.000 m	30	Maestro/esclavo
MODBUS	Bus lineal	Par trenzado	Hasta 19'2Kbps	1 Km	248	Maestro/esclavo
INTERBUS-S	Anillo	Par trenzado	500 Kbps	400 m	256	Paso de testigo
BITBUS	Bus lineal	Par trenzado Fibra óptica	Hasta 1'5Mbps	Hasta 1.200m	29	Maestro/esclavo
MEASUREMENT BUS	Bus lineal	Cable 4 hilos	Hasta 1 Mbps	500 m	31	Maestro/esclavo
CAN	Bus lineal	Par trenzado	Hasta 1 Mbps	Hasta 1.000m	127-64	CSMA/CD con arbitraje de bit
SDS	Bus lineal	Cable de 4 hilos	Hasta 1 Mbps	500 m	64	CSMA
DEVICENET	Bus lineal	Par trenzado	Hasta 500 Kbps	Hasta 500 m	64	CSMA/CDBA
CONTROLNET	Bus lineal Árbol Estrella	Coaxial Fibra óptica	5 Mbps	Hasta 3.000m	48	CTDMA
SERIPLEX	Bus lineal	Cable 4 hilos apantallado	98 Kbps	1.500m	300	Maestro/esclavo
AS-i	Bus lineal Árbol Estrella	Cable 2 hilos	167 Kbps	Hasta 200 m	32-62	Maestro/esclavo

LON WORKS	Bus Anillo Libre	Par trenzado Fibra óptica Red eléctrica Coaxial Radio Infrarrojos	Hasta 1'25 Mbps	Hasta 2.700 m	64	CSMA/CA
ARCNET	Bus Estrella	Par trenzado Fibra óptica Coaxial	2'5 Mbps	122 m	255	Paso de testigo
M-BUS	Bus lineal	Cable 2 hilos	Hasta 9'6 Kbps	1.000 m	250	Arbitro de bus
UNI-TELWAY	Bus lineal	Par trenzado apantallado	Hasta 19'2Kbps	20 m	Hasta 28	Maestro/esclavo
COMPOBUS/S	Bus lineal	Cable de 2 ó 4 hilos	Hasta 750 Kbps	Hasta 500 m	32	Maestro/esclavo

Tabla 2.5.1 Buses de campo existentes en el mercado y sus características

2.5.2 Redes LAN industriales

Las redes de área local o LAN (del inglés, Local Area Network) son redes de comunicaciones de ámbito privado dentro de un máximo de unos pocos kilómetros de distancia (edificios, oficinas, etc.). Las LAN pueden ser cableadas o inalámbricas. Además, se caracterizan por lograr transmisiones con muy pocos errores.

En un principio, su uso principal era conectar ordenadores personales y equipamiento de trabajo para compartir información y recursos (impresoras, escáneres, etc.), pero cada vez más y debido a sus bondades, el sector industrial ha ido implantando este tipo de redes.

Los estándares más empleados en la industria son:

- **MAP:** Manufacturing Automation Protocol es una red de gestión especialmente diseñada para el entorno industrial, por lo que es la más empleada de las LAN's industriales. Fue creada por General Motors y está normalizada por la IEEE. No es una red que actúe a nivel de bus de campo, pero existen pasarelas para su conexión a estos buses.
- **Ethernet:** es una red de área local diseñada por Xerox Corporation y que posteriormente se normalizó por la IEEE (802.3). Es compatible con el modelo OSI en los niveles Físico y de Enlace, y permite diferentes topologías (anillo, bus, estrella) y velocidades de hasta 100Mbps, aunque actualmente se está generalizando el acceso hasta 1Gbps (Gigabit Ethernet). La evolución de este estándar ha sido muy rápido por su uso en las redes ofimáticas, y precisamente por ello su coste resulta muy asequible, por lo que su implantación en la industria está desplazando en muchos casos a las redes de tipo MAP.

2.5.3 Redes LAN/WAN

Una red de área amplia o WAN (Wide Area Network) es una colección de LAN interconectadas. Las WAN pueden extenderse a ciudades, estados, países o continentes. Las redes que comprenden una WAN utilizan encaminadores (routers) para dirigir sus paquetes al destino apropiado. Los routers son dispositivos hardware que enlazan diferentes redes para proporcionar el camino más eficiente para la transmisión de datos. Estos routers están conectados por líneas de datos de alta velocidad, generalmente, líneas telefónicas de larga distancia, de manera que los datos se envían junto a las transmisiones telefónicas regulares.

En la industria, la necesidad de globalización ha dado lugar a que en el Nivel de Planta y Gestión de la pirámide CIM se interconecten las redes LAN de una fábrica a una red WAN, como puede ser Internet, para intercambiar datos con otras fábricas situadas en otro lugar, así como poder monitorizar y controlar procesos a distancia.

2.5.4 Situación actual de la estructura de redes

Como hemos contemplado anteriormente, hasta ahora se pueden distinguir tres tipos distintos de estructuras en una red de comunicación industrial según en el nivel de la pirámide CIM.

Pues bien, esta situación está cambiando en la actualidad y, debido a las características tan atractivas que ofrecen las redes LAN Ethernet, algunos buses de campo ya establecidos como Modbus, Profibus, etc., están adoptando este protocolo, con lo cual, obtenemos una estructura de red a medio camino entre las redes LAN y los buses de campo, tal y como son ModbusTCP y Profinet respectivamente.

Estas redes, aunque están basadas en Ethernet, han modificado el protocolo para resolver los problemas de indeterminismo que presenta la anterior, así como la adaptación de los dispositivos Ethernet a los entornos industriales. En todo caso esas opciones no son gratuitas. La tarjeta adaptadora Ethernet empieza a encarecerse cuando se la dota de robustez para un entorno industrial.

Parece difícil que Ethernet tenga futuro a nivel de sensor, aunque puede aplicarse en nodos que engloban conexiones múltiples de entrada-salida.

Como conclusión, Ethernet está ocupando un área importante entre las opciones para redes industriales, llegando a penetrar en los niveles bajos de la pirámide CIM.

Capítulo 3

Redes de comunicación Ethernet Industrial

3.1 Introducción

En 1972 comenzó el desarrollo de una tecnología de redes conocida como Ethernet Experimental- El sistema Ethernet desarrollado, conocido en ese entonces como red ALTO ALOHA, fue la primera red de área local (LAN) para computadoras personales (PCs). Esta red funcionó por primera vez en mayo de 1973 a una velocidad de 2.94Mb/s.

Las especificaciones formales de Ethernet de 10 Mb/s fueron desarrolladas en conjunto por las corporaciones Xerox, Digital (DEC) e Intel, y se publicó en el año 1980. Estas especificaciones son conocidas como el estándar DEC-Intel-Xerox (DIX), el libro azul de Ethernet. Este documento hizo de Ethernet experimental operando a 10 Mb/s un estándar abierto.

La tecnología Ethernet fue adoptada para su estandarización por el comité de redes locales (LAN) de la IEEE como IEEE 802.3. El estándar IEEE 802.3 fue publicado por primera vez en 1985.

El estándar IEEE 802.3 provee un sistema tipo Ethernet basado, pero no idéntico, al estándar DIX original. El nombre correcto para esta tecnología es IEEE 802.3 CSMA/CD, pero casi siempre es referido como Ethernet.

IEEE 802.3 Ethernet fue adoptado por la organización internacional de estandarización (ISO), haciendo de él un estándar de redes internacional.

Ethernet continuó evolucionando en respuesta a los cambios en tecnología y necesidades de los usuarios. Desde 1985, el estándar IEEE 802.3 se actualizó para incluir nuevas tecnologías. Por ejemplo, el estándar 10BASE-T fue aprobado en 1990, el estándar 100BASE-T fue aprobado en 1995 y Gigabit Ethernet sobre fibra fue aprobado en 1998.

Se trata de una tecnología de redes ampliamente aceptada con conexiones disponibles para PCs, estaciones de trabajo científicas y de alta desempeño, mini computadoras y sistemas mainframe.

La arquitectura Ethernet provee detección de errores pero no corrección de los mismos. Tampoco posee una unidad de control central, todos los mensajes son transmitidos a través de la red a cada dispositivo conectado. Cada dispositivo es responsable de reconocer su propia dirección y aceptar los mensajes dirigidos a ella. El acceso al canal de comunicación es controlado individualmente por cada dispositivo utilizando un método de acceso probabilístico conocido como disputa (contention).

3.2 Estándar IEEE 802.3

El estándar IEEE 802.3 especifica el método de control del medio (MAC) denominado CSMA/CD por las siglas en inglés de acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). CSMA/CD opera de la siguiente manera:

1. Una estación que tiene un mensaje para enviar escucha al medio para ver si otra estación está transmitiendo un mensaje.
2. Si el medio está tranquilo (ninguna otra estación está transmitiendo), se envía la transmisión.
3. Cuando dos o más estaciones tienen mensajes para enviar, es posible que transmitan casi en el mismo instante, resultando en una colisión en la red.
4. Cuando se produce una colisión, todas las estaciones receptoras ignoran la transmisión confusa.
5. Si un dispositivo de transmisión detecta una colisión, envía una señal de expansión para notificar a todos los dispositivos conectados que ha ocurrido una colisión.
6. Las estaciones transmisoras detienen sus transmisiones tan pronto como detectan la colisión.
7. Cada una de las estaciones transmisoras espera un periodo de tiempo aleatorio e intenta transmitir otra vez.

3.2.1 Trama de transmisión CSMA/CD

Se define a una trama de transmisión como el grupo de bits en un formato particular con un indicador de señal de comienzo de la trama.

El formato de la trama permite a los equipos de red reconocer el significado y propósito de algunos bits específicos en la trama. Una trama es generalmente una unidad lógica de transmisión conteniendo información de control para el chequeo de errores y para el direccionamiento.

El formato de la trama CSMA/CD (IEEE 8023.3) se muestra a continuación en la siguiente figura:

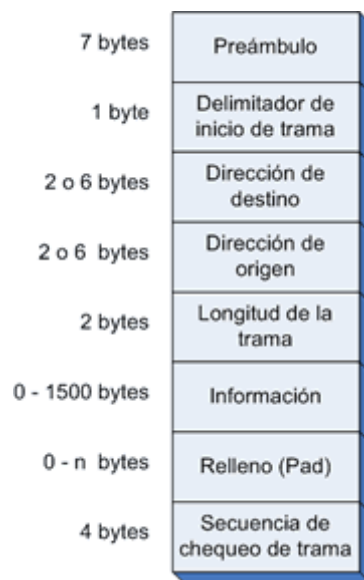


Figura 3.2.1 Trama CSMA/CD

Los distintos componentes de la trama CSMA/CD son responsables de las siguientes tareas:

➤ **Preámbulo**

Es responsable de proveer sincronización entre los dispositivos emisor y receptor.

➤ **El delimitador de inicio de trama**

Indica el comienzo de una trama de datos. Está formado de la siguiente secuencia de 8 bits, 10101011.

➤ **Dirección de destino y dirección de origen**

Pueden tener una longitud tanto de 2 bytes como de 6 bytes. Ambas direcciones, origen y destino, deben tener la misma longitud en todos los dispositivos de una red dada.

El campo dirección de destino especifica la estación o estaciones a las cuales están dirigidos los datos. Una dirección que referencia a un grupo de estaciones es conocida como dirección de grupo de multicast, o dirección de grupo de multidifusión. Una dirección que referencia a todas las estaciones de una red es conocida como dirección de difusión. La dirección de origen identifica a la estación que está haciendo la transmisión.

➤ **Longitud de la trama**

Indica la longitud del campo de datos que se encuentra a continuación. Es necesaria para determinar la longitud del campo de datos en los casos que se utiliza un campo Pad (campo de relleno).

➤ **Información**

Contiene realmente los datos transmitidos. Es de longitud variable, por lo que puede tener cualquier longitud entre 0 y 1500 bytes.

➤ **Relleno**

Un campo Pad o de relleno es usado para asegurar que la trama alcance la longitud mínima requerida. Una trama debe contener mínimo un número de bytes para que las estaciones puedan detectar las colisiones con precisión.

➤ **Secuencia de chequeo de trama**

Es utilizada como mecanismo de control de errores. Cuando el dispositivo emisor ensambla la trama, realiza un cálculo en los bits de la trama. El algoritmo usado para realizar este cálculo siempre genera como salida un valor de 4 bytes. El dispositivo emisor almacena este valor en el campo de chequeo de secuencia de la trama.

Cuando el receptor recibe la trama, realiza el mismo cálculo y compara el resultado con el del campo de chequeo de secuencia de la trama. Si los dos valores coinciden, la transmisión se asume como correcta. Si los dos valores son diferentes, el dispositivo de destino solicita una retransmisión de la trama.

3.3 Ethernet Industrial

Ethernet Industrial (IE) es el nombre dado a la utilización del estándar IEEE 802.3 en un entorno industrial, de automatización y control de máquinas de producción.

Pero para poder llegar hasta ahí, teniendo en cuenta los duros ambientes y factores perturbadores que se encuentran en la industria, se han debido modificar las capas OSI más bajas de este estándar, dotando de robustez a los componentes de la red. De modo que IE tiene un enfoque mucho más exigente a fin de fallo de un componente, dado que los problemas en la industria deben resolverse con rapidez o se producen graves pérdidas.

3.4 Wireless Ethernet

3.4.1 Introducción

Nokia y Symbol Technologies, entre otras, crearon en 1999 una asociación conocida como WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance). Esta asociación pasó a denominarse Wi-Fi Alliance en 2003. El objetivo de la misma fue crear una marca que permitiese fomentar más fácilmente la tecnología inalámbrica y asegurar la compatibilidad de equipos.

De esta forma, en abril de 2000 WECA certifica la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE 802.11b, bajo la marca Wi-Fi. Esto quiere decir que el usuario tiene la garantía de que todos los equipos que tengan el sello Wi-Fi pueden trabajar juntos sin problemas, independientemente del fabricante de cada uno de ellos.



Figura 3.4.1 Certificado Wi-Fi

En el año 2002 la asociación WECA estaba formada ya por casi 150 miembros en su totalidad.

La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos; el resto es idéntico. Por tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet). De ahí a que en muchos casos se le denomine Wireless Ethernet.

3.4.2 Estándares Wi-Fi

Existen diversos tipos de Wi-Fi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado. Son los siguientes:

- Los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n disfrutan de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbps, 54 Mbps y 300 Mbps, respectivamente.
- En la actualidad ya se manejan también los estándares IEEE 802.11a e IEEE 802.11h, conocidos como WIFI 5, que operan en la banda de 5 GHz y que disfrutan de una operatividad con canales relativamente limpios. La banda de 5GHz ha sido recientemente habilitada y, además, no existen otras tecnologías (Bluetooth, microondas, ZigBee, WUSB) que la estén utilizando, por lo tanto existen muy pocas interferencias. Su alcance es algo menor que el de los estándares que

trabajan a 2.4 GHz (aproximadamente un 10%), debido a que la frecuencia es mayor (a mayor frecuencia, menor alcance).

- Existe un primer borrador del estándar IEEE 802.11n que trabaja a 2.4GHz y a una velocidad de 108Mbps. Sin embargo, el estándar 802.11g es capaz de alcanzar ya transferencias a 108 Mbps, gracias a diversas técnicas de aceleramiento. Actualmente existen ciertos dispositivos que permiten utilizar esta tecnología, denominados *Pre-N*.

Existen otras tecnologías inalámbricas como Bluetooth que también funcionan a una frecuencia de 2.4GHz, por lo que puede presentar interferencias con Wi-Fi. Debido a esto, en la versión 1.2 del estándar Bluetooth por ejemplo se actualizó su especificación para que no existieran interferencias con la utilización simultánea de ambas tecnologías, además se necesita tener 40.000 k de velocidad.

3.4.3 Seguridad en una red Wi-Fi

Uno de los problemas a los cuales se enfrenta actualmente la tecnología Wi-Fi es la progresiva saturación del espectro radioeléctrico, debido a la masificación de usuarios, esto afecta especialmente en las conexiones de larga distancia (mayor de 100 metros). En realidad Wi-Fi está diseñado para conectar ordenadores a la red a distancias reducidas, cualquier uso de mayor alcance está expuesto a un excesivo riesgo de interferencias.

Un muy elevado porcentaje de redes son instalados sin tener en consideración la seguridad convirtiendo así sus redes en redes abiertas (o completamente vulnerables a los hackers), sin proteger la información que por ellas circulan.

Existen varias alternativas para garantizar la seguridad de estas redes. Las más comunes son la utilización de protocolos de cifrado de datos para los estándares Wi-Fi como el WEP, el WPA, o el WPA2 que se encargan de codificar la información transmitida para proteger su confidencialidad, proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos. La mayoría de las formas son las siguientes:

- **WEP:** cifra los datos en su red de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados de 64 y 128 bits son dos niveles de seguridad WEP. WEP codifica los datos mediante una “clave” de cifrado antes de enviarlo al aire. Este tipo de cifrado no está muy recomendado, debido a las grandes vulnerabilidades que presenta, ya que cualquier cracker puede conseguir sacar la clave.
- **WPA:** presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como dígitos alfanuméricos, sin restricción de longitud.
- **IPSEC:** (túneles IP) en el caso de las VPN y el conjunto de estándares IEEE 802.1X, que permite la autenticación y autorización de usuarios.

- **Filtrado de MAC**, de manera que sólo se permite acceso a la red a aquellos dispositivos autorizados. Es lo más recomendable si solo se va a usar con los mismos equipos, y si son pocos.
- **Ocultación del punto de acceso**: se puede ocultar el punto de acceso (Router) de manera que sea invisible a otros usuarios.
- **WPA2** : (estándar 802.11i) es una mejora relativa a WPA. En principio es el protocolo de seguridad más seguro para Wi-Fi en este momento. Sin embargo requieren hardware y software compatibles, ya que los antiguos no lo son.

Sin embargo, no existe ninguna alternativa totalmente fiable, ya que todas ellas son susceptibles de ser vulneradas.

3.4.4 Componentes de una red inalámbrica

La puesta en marcha de una red inalámbrica necesita del conocimiento de tecnologías como la informática y las telecomunicaciones.

Los componentes básicos de una WLAN son:

- **Puntos de acceso**: o Access Point (AP), actúa como puerta de enlace entre la parte cableada de la red y la parte inalámbrica.
- **Módulos cliente**: proporcionan la conexión inalámbrica a equipos terminales.

3.4.5 Utilización de la tecnología Wireless en la industria

El uso de la tecnología Wireless en un entorno industrial difiere en gran medida de las aplicaciones que puedan darse en una oficina. Como importantes matices están la fiabilidad, seguridad, y las condiciones ambientales (temperatura, humedad, etc., particularmente al aire libre).

Por tanto, se deberán tener en cuenta ciertos criterios en el momento de instalar una red Wireless para un ambiente industrial. A continuación, se presentan estos criterios:

- Reserva de un ancho de banda para determinados clientes (p.e.:PLC).
- Acceso garantizado al canal de radio.
- Comunicación en ciclos predecibles para un tráfico de datos determinista.
- Monitorización cíclica de la conexión Wireless y rápida advertencia de proceso.
- Operación redundante de Wireless en dos bandas de frecuencia separadas de alta disponibilidad.
- Carcasa de metal, conectores y cables resistentes a las vibraciones.

- Grado de protección IP 65, con condensación para las duras condiciones industriales y uso al aire libre.
- Sistema de seguridad 802.11i, WPA y VPN.
- Fácil instalación.
- Certificaciones industriales: ATEX, EMC, UL, FM.
- Aplicación flexible a través de 18-57VDC, 100-240VAC, Power-over-Ethernet (PoE).
- Instalación rápida y fácil recambio en caso de fallo (Cplug).
- Ethernet, cables de antena, carcasa resistente químicamente, sin halógenos, sin silicio, con retardo de llama.
- Disponible para operación del sistema.

3.5 Comunicación Ethernet Industrial

En este apartado se han realizado tres ejercicios distintos de comunicación con Ethernet Industrial, cada uno con un objetivo muy distinto. Dichos objetivos tienen como fin probar las distintas posibilidades que nos ofrecen este tipo de redes y se describirán dentro del apartado de su ejercicio correspondiente, los cuales son:

- **Ejercicio de comunicación primero:** Ethernet Industrial entre S7-300 como Servidor de la red y S7-200 como Cliente.
- **Ejercicio de comunicación segundo:** Comunicación entre un S7-300 y dos S7-200 mediante dos redes: Ethernet Industrial y Profibus.
- **Ejercicio de comunicación tercero:** Ethernet Industrial inalámbrico entre S7-300 como Servidor de la red y S7-200 como Cliente.

3.5.1 Ejercicio de comunicación primero: Ethernet Industrial entre S7-300 como Servidor de la red y S7-200 como Cliente

Objetivos del ejercicio

Los objetivos de este ejercicio no son otros que la configuración y puesta en marcha de una red de comunicación Ethernet Industrial entre dos autómatas, un S7-300 y un S7-200. El autómata de la gama S7-300 actuará como Servidor de la red y el S7-200 como Cliente de la misma.

Equipos a utilizar

Para la realización de este ejercicio se van a utilizar los siguientes equipos:

- 1 PC con tarjeta de red Ethernet
- 1 CPU 314C-2 DP con fuente de alimentación PS307-2 y un procesador de comunicaciones Ethernet CP343-1 IT.
- 1 CPU 224 AC/DC/Relé con un procesador de comunicaciones Ethernet CP243-1.
- 3 Cables Estándar IE Fast Connect con sus respectivos conectores RJ45 IE Fast Connect Plug 180 en sus extremos.
- 1 Cable PC Adapter MPI para S7-300.
- 1 Cable PC/PPI USB para S7-200.
- 1 Software STEP7 Manager.
- 1 Software STEP7 MicroWIN 32.
- 1 Switch de, al menos, 3 puertos.

Para más información sobre los equipos, ver *Anexo A*.

Topología del ejercicio

En la siguiente figura se muestra la topología empleada para la realización del ejercicio primero de comunicación:

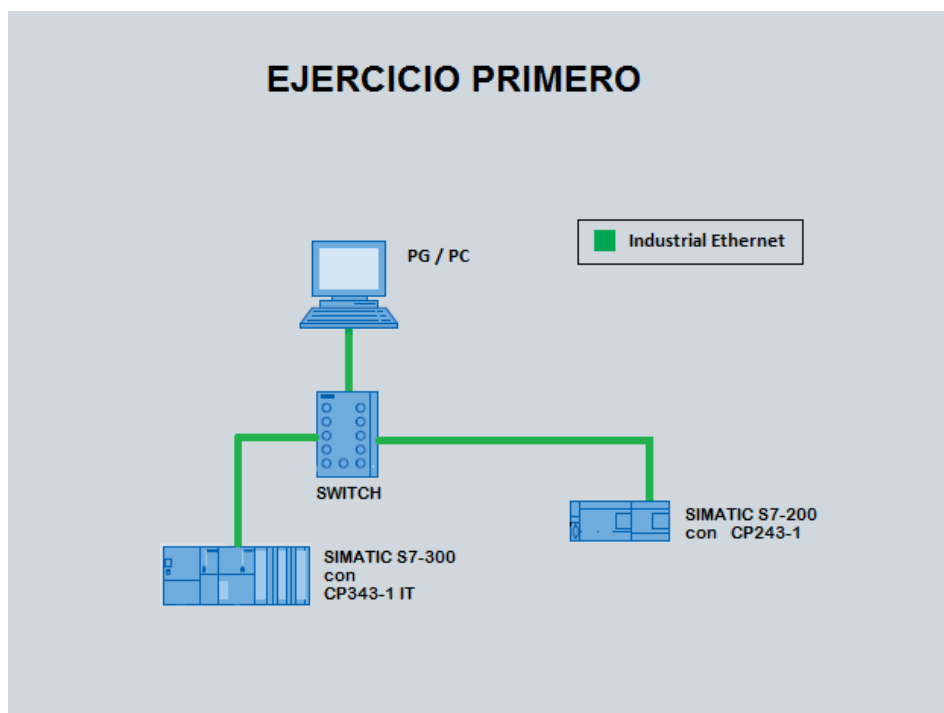


Figura 3.5.1 Topología de red empleada en el ejercicio de comunicación primero

Configuración del hardware de los equipos

Creación de un proyecto nuevo

Nota: Antes de comenzar, debemos tener en cuenta:

1. Los PLC's tienen que encontrarse en modo STOP (TERM en el caso del S7-200) para evitar conflictos con el software de programación, aunque este reconocerá automáticamente el estado de los autómatas y nos pedirá modificar dicho estado en caso de que se encuentren en modo RUN.
2. No podemos configurar los equipos directamente a través del puerto Ethernet, ya que los módulos de comunicación se encuentran desde un principio desconfigurados. Es necesaria una primera carga a las CPU's a través del cable serie específico.

En primer lugar, abrimos el *SIMATIC Manager* de *STEP7 v5.4* y creamos un proyecto en blanco con el nombre deseado, al que en nuestro caso llamaremos "PCF". Para ello hacemos clic en *Archivo>>Nuevo*, obteniendo una ventana como la Figura 3.5.2.

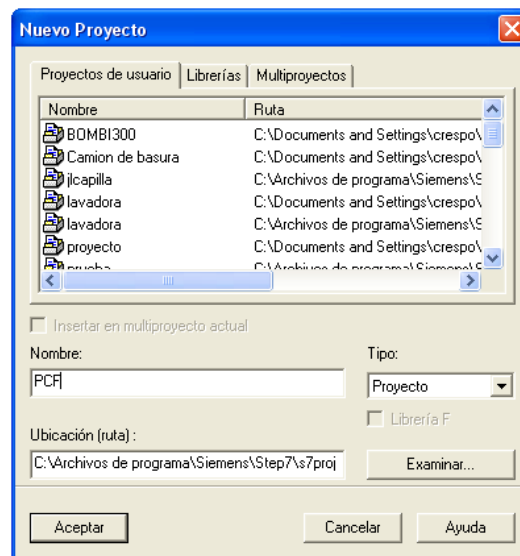


Figura 3.5.2 Creación de un proyecto nuevo

Una vez creado nuestro nuevo proyecto, obtendremos una ventana resultante tal como la de la Figura 3.5.3, la cual será nuestra ventana principal de trabajo con el programa *SIMATIC Manager*.

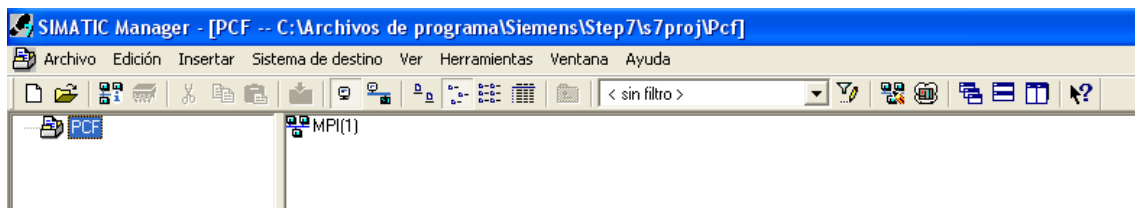


Figura 3.5.3 Ventana principal del Administrador SIMATIC

Como podemos apreciar, el programa ha incorporado inicialmente a nuestro proyecto una red MPI, la cual dejamos de lado momentáneamente.

Configuración del hardware del equipo Servidor Ethernet Industrial

Para incluir nuestro equipo Maestro/Servidor de la red en el proyecto, clicamos en *Insertar>>Equipo>>SIMATIC 300*, tal y como se indica en la Figura 3.5.4. Una vez incluido, podemos cambiarle el nombre por “Maestro”.

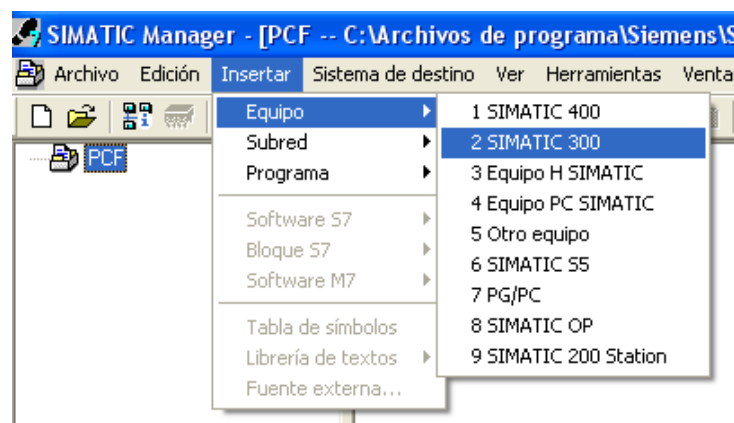


Figura 3.5.4

El siguiente paso es configurar el hardware de dicho equipo SIMATIC 300, de tal forma que en el programa se deben reflejar la disposición de los módulos del equipo físico tal y como están dispuestos en la realidad. Clicamos entonces dos veces sobre el icono del equipo 300 en la ventana principal del proyecto y consecutivamente hacemos otro doble clic en Hardware. Se abrirá la herramienta *HWConfig*, que es la que permite realizar la acción anteriormente descrita.

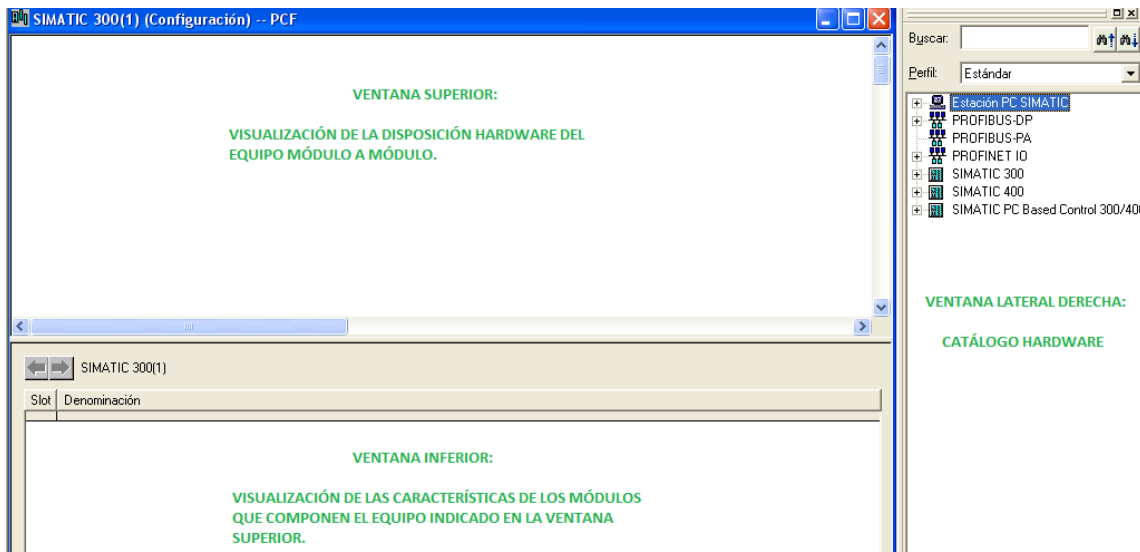


Figura 3.5.5 Vista principal de HWConfig

El rol de la herramienta HWConfig es insertar un “bastidor virtual” (carril) y buscar en la ventana del catálogo el módulo con el mismo número de serie que hay grabado sobre el módulo real y arrastrarlo a la posición o slot correspondiente que ocupa en la realidad.

Nota: En nuestro caso tenemos los correspondientes módulos con los que vamos a trabajar insertados en el catálogo. Si no es así y no se encuentra alguno de los módulos, debemos descargarnos de la página oficial de SIEMENS el archivo GSD perteneciente al módulo y actualizar el catálogo. Para ello procedemos de la forma siguiente:

1. Herramientas>>Instalar archivos GSD y seleccionamos el archivo descargado. Lo instalamos.
2. Una vez instalado actualizamos el catálogo clicando en Herramientas>>Actualizar catálogo.

Vamos a comenzar, una vez hecha esta pequeña introducción, a configurar el hardware de nuestro equipo Maestro que está formado, por orden de módulos, de una fuente de alimentación PS 307 de 2 Amperios, de una CPU 314C-2DP, la cual lleva integrada módulos de comunicación PROFIBUS DP, de entradas y salidas digitales y analógicas, contaje y posicionamiento.

1. El primer paso es insertar el bastidor sobre el que colocaremos los demás módulos. Nos dirigimos hacia el catálogo y vemos SIMATIC 300>>BASTIDOR 300>>Perfil soporte. Lo añadimos haciendo sobre él doble clic o arrastrándolo directamente a la ventana superior.
2. Seguidamente emplazamos en el Slot 1 o primera posición del bastidor la fuente de alimentación. SIMATIC 300>>PS-300>>PS 307 2A. Hacemos doble clic y de manera automática aparece en el Slot 1, como se muestra en la Figura 3.5.6:

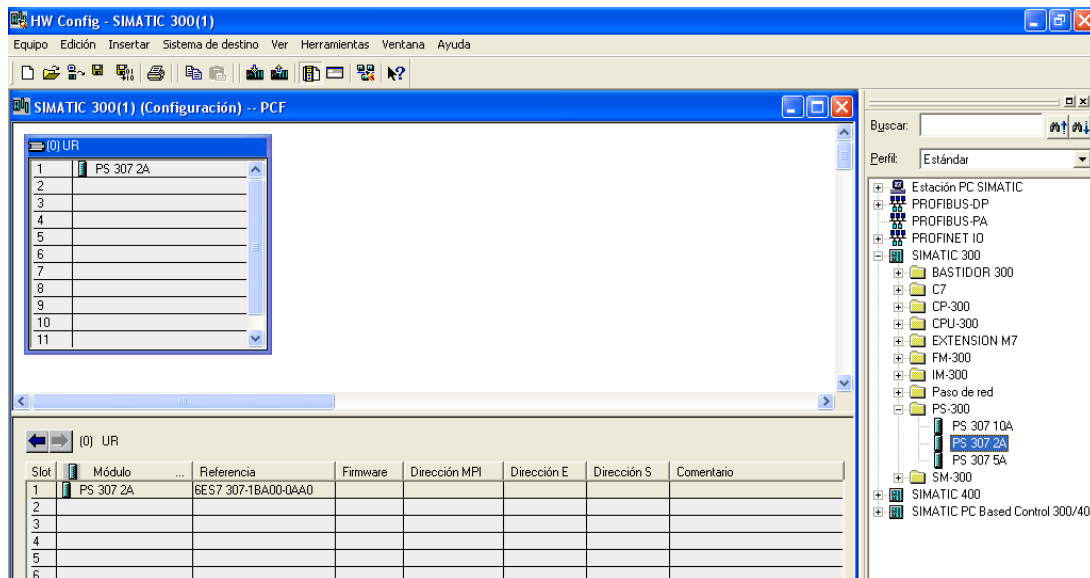


Figura 3.5.6

- El siguiente paso es añadir la CPU al Slot 2. Nuestra CPU lleva impresa en el frontal el siguiente número de serie: 6ES7-314-6CF00-0AB0, con lo cual en el catálogo nos dirigimos a SIMATIC 300>>CPU-300>>CPU 314C-2 DP>>6ES7-314-6CF00-0AB0. Al arrastrar la CPU al Slot 2 del bastidor, nos aparece una ventana que nos pide que le asignemos una subred Profibus DP y un número de puerto. Puesto que el equipo va a ser Servidor de la red Ethernet, no debemos conectarla a ninguna subred PROFIBUS DP, puesto que no la vamos a utilizar. En cuanto nos salga la ventana emergente clicamos en Cancelar.
- Una vez colocada la CPU sobre este perfil soporte virtual, debemos colocar el siguiente módulo, que no es otro que el módulo de comunicaciones para que dicha CPU pueda conectarse a Ethernet Industrial. Este módulo se llama CP343-1 IT. Repetimos los mismos pasos como hasta ahora y arrastramos desde el catálogo hasta la siguiente posición en el bastidor.

Nota: Por especificaciones del fabricante, se pide que el módulo de comunicaciones CP343-1 IT debe ocupar una posición entre las ranuras 4 y 11 en los bastidores 0 y 3, por lo que en este caso debemos dejar el Slot 3 vacío y arrastrarla desde el catálogo hasta la posición 4, aunque en la realidad ocupe la posición 3. En todo caso, el propio programa HWConfig no nos dejará arrastrarla a una posición que no sea entre la 4 y 11, tal y como podemos apreciar en la Figura 3.5.7

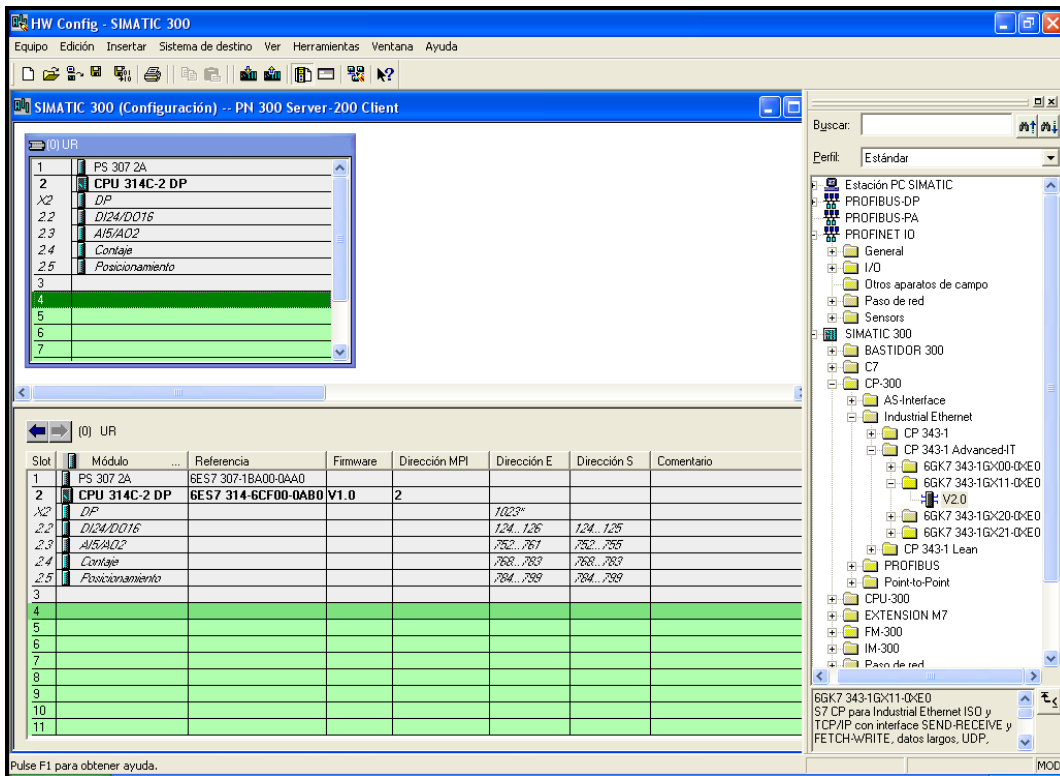


Figura 3.5.7 Inserción del CP343-1 IT

- Como en el caso anterior, nos pide que le asignemos a este módulo una subred, que al igual que antes, tendremos que crear. Vamos a crear entonces una subred del tipo Ethernet Industrial, y al módulo le conferimos una dirección IP: 192.168.10.1 y una máscara de subred: 255.255.255.0. Consecutivamente aceptamos

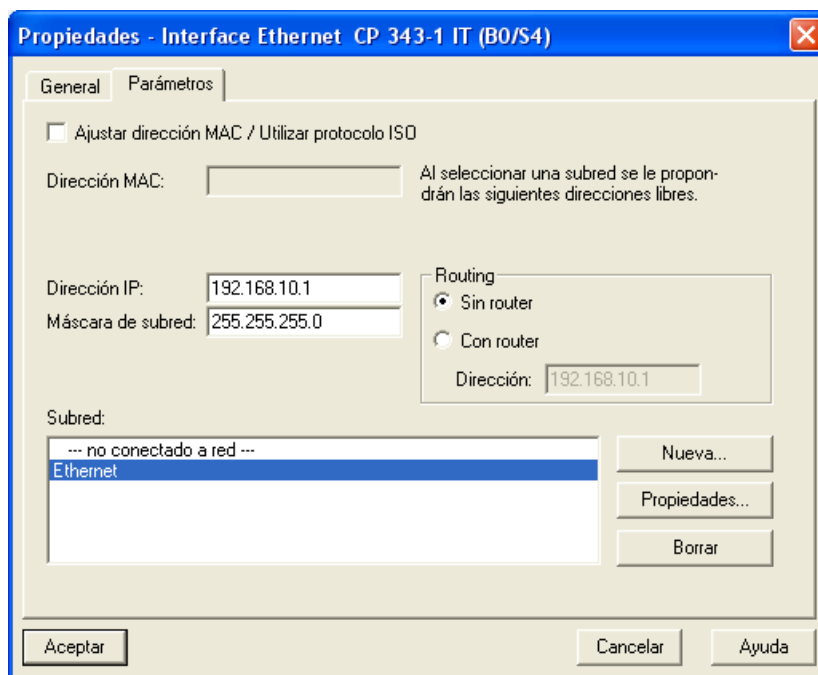


Figura 3.5.8 Asignación de una red Ethernet

6. Concluido el paso anterior, nos dirigimos hacia NetPro. El programa presenta una vista a priori como la mostrada en la Ilustración. Vamos a configurar un enlace para que pueda comunicarse con el equipo Cliente. Como podemos visualizar, tenemos nuestro equipo S7-300 conectado a la red Ethernet. Señalamos el módulo de la CPU (cuadrado rojo) y abajo, hacemos clic derecho sobre una celda y elegimos Insertar nuevo enlace.

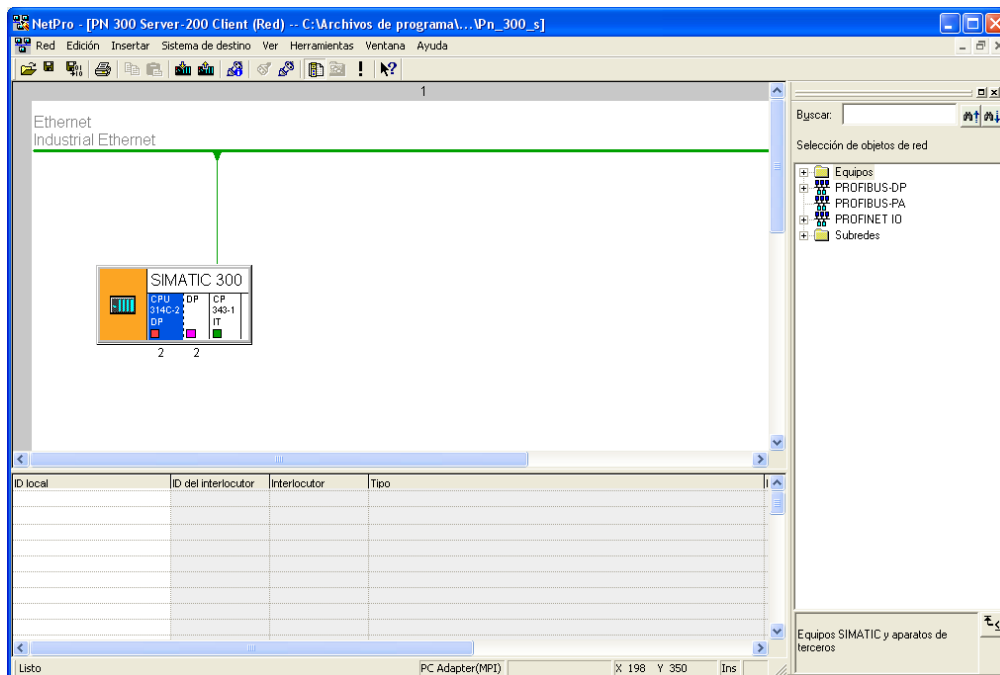


Figura 3.5.9 Ventana principal de NetPro

- Nos emerge una nueva ventana, representada en la siguiente ilustración, donde debemos definir el tipo de enlace y el equipo interlocutor con el que vamos a establecer la comunicación. En nuestro ejercicio vamos a trabajar con un enlace del tipo S7 y el equipo interlocutor no lo especificamos (señalamos no especificado) puesto que el S7-200 no lo tenemos configurado y no se configura en este programa. Aceptamos.

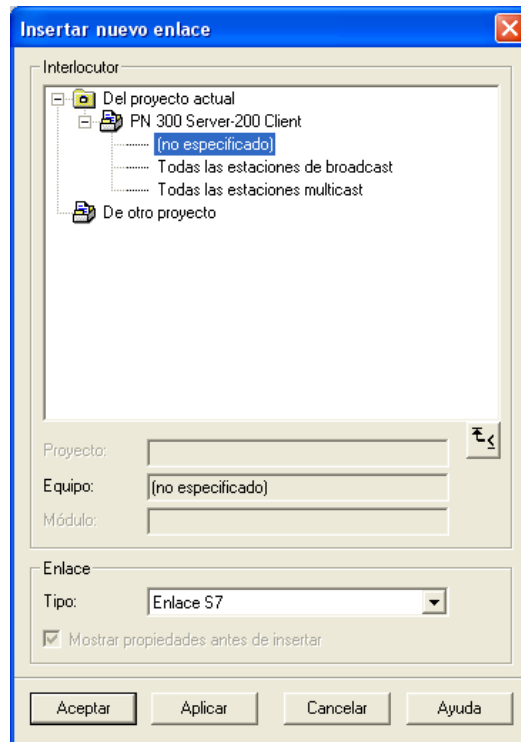


Figura 3.5.10 Creación de un enlace en NetPro

- En la nueva ventana hay varios parámetros a definir. Entre ellos los que nos interesan son la dirección IP del equipo interlocutor (al que le daremos la dirección 192.168.10.2) y dar o no la iniciativa local al equipo S7-300. En este caso se la quitamos, ya que viene por defecto seleccionada. Todos estos pasos podemos observarlos en la Ilustración. A parte de todo lo anterior, en esta ventana debajo de la dirección IP del equipo interlocutor, se encuentra un botón llamado Direcciones... Clicamos en él.

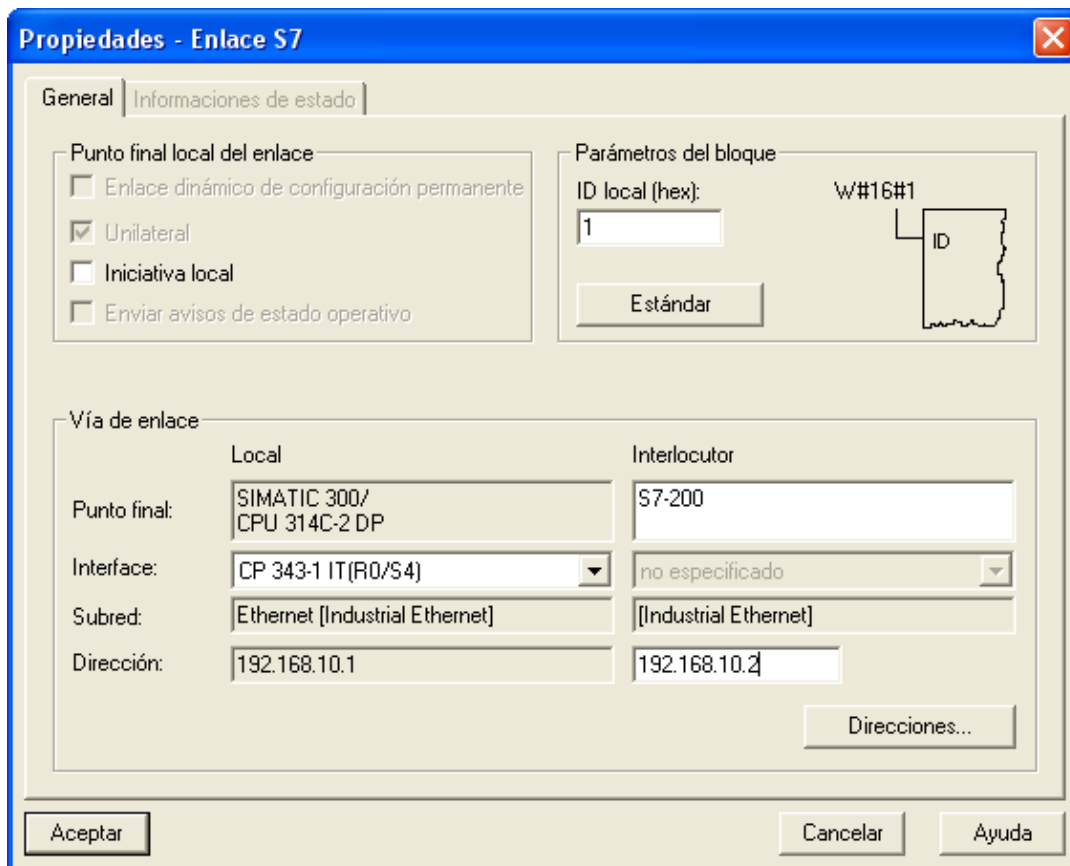


Figura 3.5.11 Propiedades del enlace de NetPro

- Otra ventana surge y en ella debemos especificar las direcciones TSAP de los equipos que van a establecer la comunicación. La TSAP de nuestro equipo local (S7-300) es la 10.04 que nos la da por defecto.

Nota: La dirección TSAP se compone de dos números separados por un punto. El primero de ellos se refiere al recurso de enlace. Nosotros deseamos un enlace bilateral en el que los dos equipos manden y reciban datos, por lo tanto, ese número corresponde al 10. El segundo número solamente indica la posición o ranura en el que se encuentra el módulo CP de comunicaciones, que si recordamos, pusimos en el Slot 4. Por tanto el segundo número corresponde al 04.

Para averiguar la TSAP del equipo S7-200, debemos conocer en qué posición está instalado el módulo de comunicaciones Ethernet CP243-1. Nos situamos físicamente frente a la estación y vemos que está en la posición 3 (a partir de la CPU se empieza a contar desde cero).

Una vez conseguimos obtener la TSAP del S7-200 (10.03) en el Asistente de Ethernet, la introducimos en su correspondiente lugar tal y como hacemos en la ilustración. Aceptamos por dos veces y ya tenemos configurado el enlace. Guardamos y compilamos (dentro de este, compilamos y comprobamos para ver si hay o no errores).

	Local	Interlocutor
Punto final:	SIMATIC 300/ CP 343-1 IT	S7-200
Bastidor / Slot:	0 / 4	0 / 3
Recurso de enlace (hex):	10	10
TSAP:	10.04	10.03
ID de subred S7:	005A - 0008	-

Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda

Figura 3.5.12 Detalle de las direcciones del enlace

Hecho esto, hemos finalizado la configuración hardware del equipo Servidor de la red Ethernet Industrial.

Configuración del hardware del equipo Cliente Ethernet Industrial

Desde la ventana principal del proyecto agregamos una estación S7-200 al igual que se indicó en la Figura 3.5.4. Hacemos doble clic sobre el icono y se nos abre el programa STEP7-Micro/WIN 32. Lo primero que debemos hacer es configurar el módulo de comunicaciones CP243-1, clicando en Herramientas>>Asistente Ethernet, cerciorándonos previamente de que el autómatas está conectado al PC mediante el cable PC/PPI USB.

Nota: Para comunicar el S7-200 al PC con el cable PC/PPI USB se debe usar una versión de STEP7-Micro/Win 32 igual o superior a la versión V.4.0.0.81. En caso de que la interfaz esté bien ajustada y siga sin reconocer la CPU debemos reiniciar el PC.

1. El primer paso del asistente es indicar la ubicación del módulo de comunicaciones CP243-1. Si tenemos el cable PC/PPI USB conectado lo detectará automáticamente si le damos a la opción Leer módulos, aunque también podemos indicar su posición en el bastidor de forma manual. De todas formas, para no equivocarnos, haremos que lo detecte automáticamente. Una vez reconocido el módulo, clicamos sobre él dos veces para asegurarnos de que el número de posición se introduzca correctamente en su casilla. Pasamos al siguiente paso clicando en Siguiente.

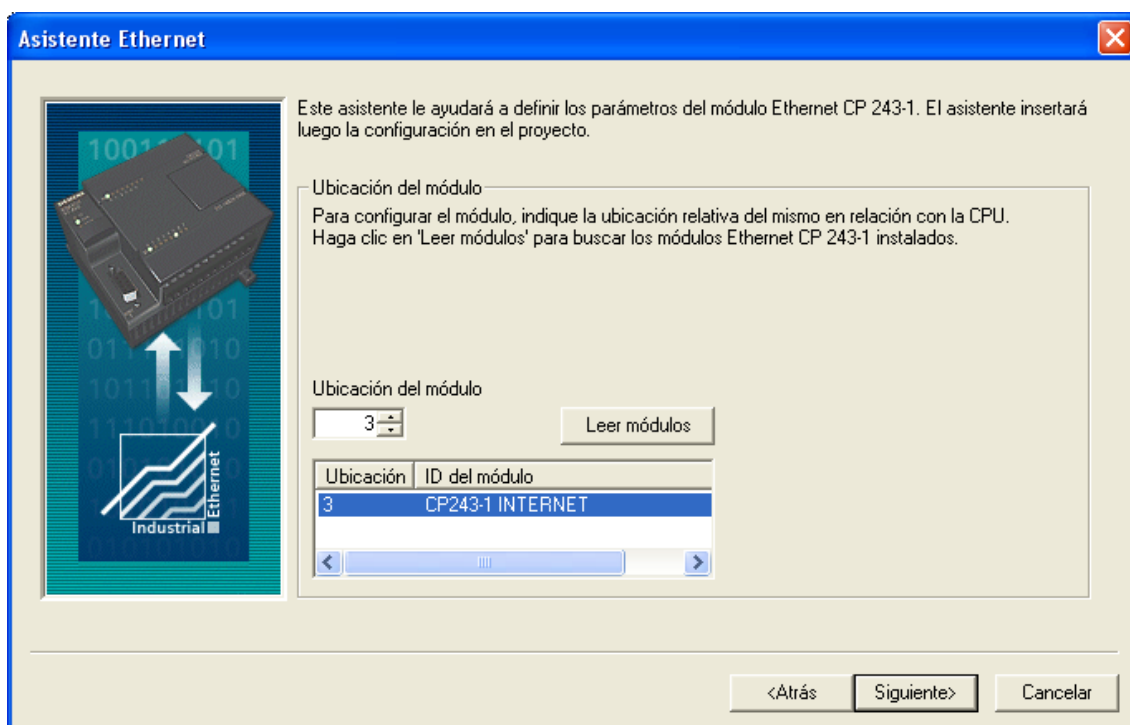


Figura 3.5.13 Lectura del módulo Ethernet en el Asistente Ethernet

- Es en el siguiente cuadro de diálogo, que se muestra en la Figura 3.5.14, donde debemos indicar la dirección IP que irá asociada al módulo procesador de comunicaciones. Podemos introducirla de forma manual (recomendado) o que el servidor BOOTP asigne automáticamente una dirección que se encuentre libre en ese momento. En nuestro ejercicio le hemos asignado manualmente la dirección 192.168.10.2 (como ya habíamos definido en el apartado anterior) con la máscara de subred 255.255.255.0. Aquí también nos permite definir el tipo de enlace que existirá entre los dos equipos a comunicar, que por recomendación, dejamos que sea auto detectado. Vayamos al siguiente paso.

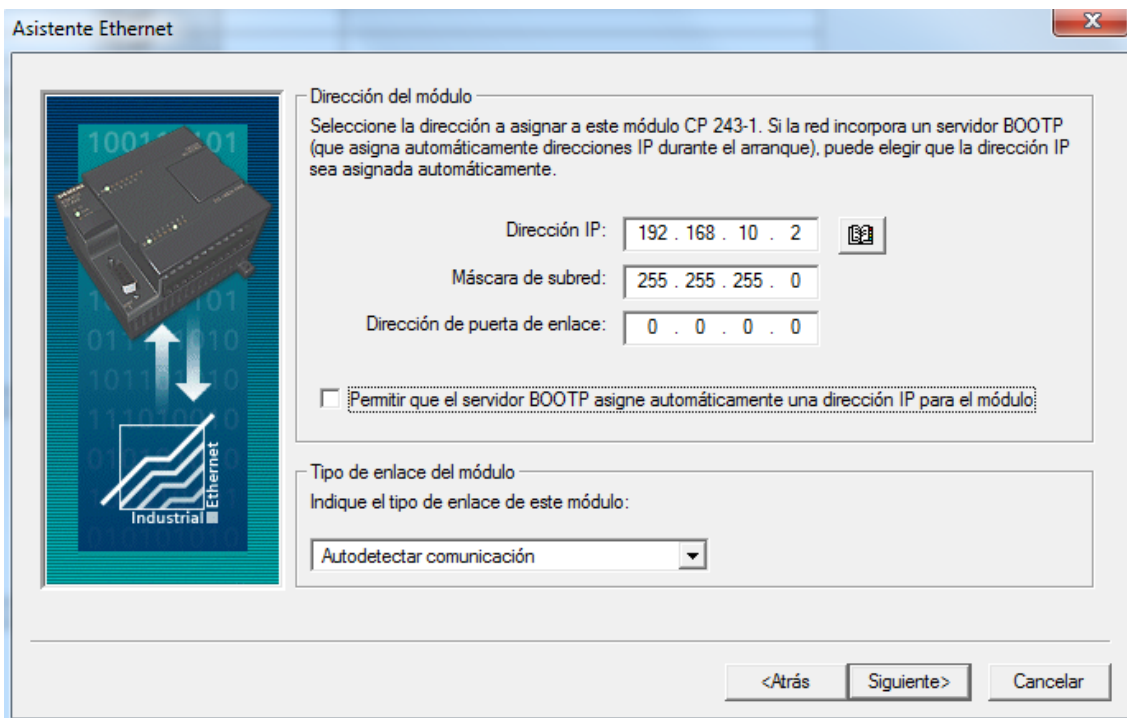


Figura 3.5.14 Asignación de la dirección IP del módulo

3. En el nuevo cuadro de diálogo existen dos variables que debemos indicar. La primera de ellas es la dirección Q, contando los Bytes de salida utilizados por los módulos de ampliación conectados a la CPU antes del módulo de comunicaciones CP243-1. Ello no supone ningún problema, puesto que al estar conectada la CPU al PC, reconoce automáticamente dicha cantidad de Bytes y no deja modificarla. La segunda variable se trata del número de enlaces. Como solo queremos comunicar el S7-200 con el S7-300, indicamos un enlace en total.

Nota: Definimos enlace o canal como el medio virtual de comunicación que existe entre dos equipos.

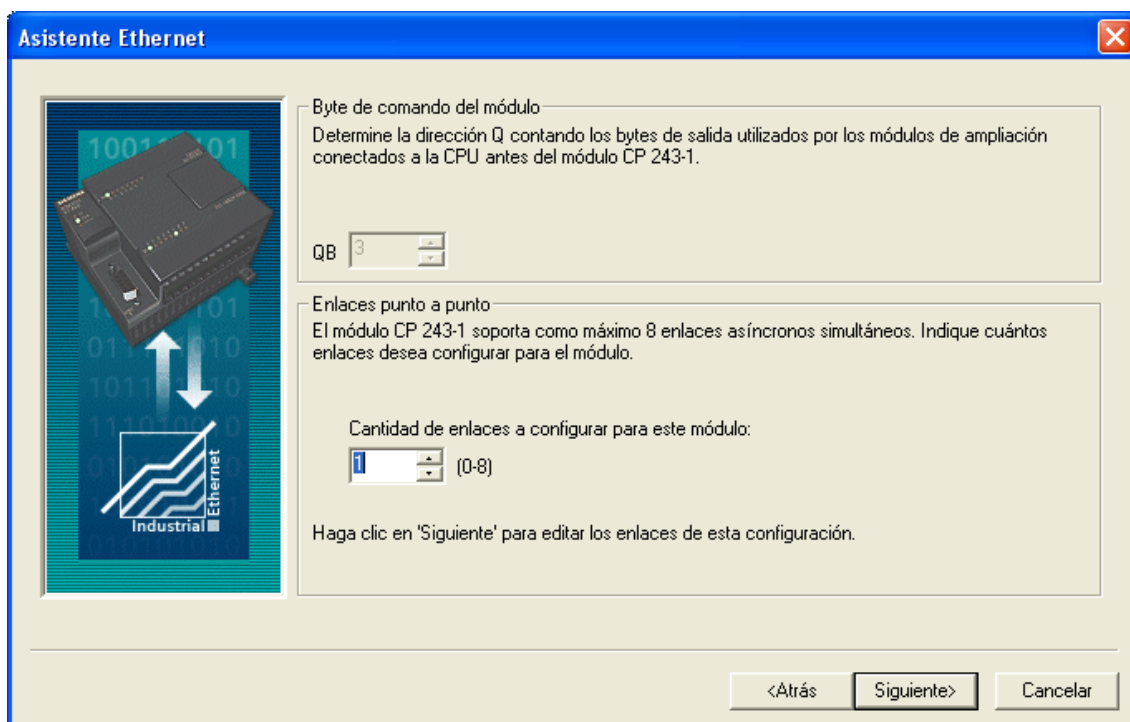


Figura 3.5.15 Indicación del número de enlaces

- Al continuar hacia el siguiente paso, no surge una ventana nueva para configurar los enlaces que hemos definido, indicando para cada enlace, si el autómatas actúa como servidor o cliente. En nuestro caso, y para un único enlace (Enlace 0), decimos que es cliente.

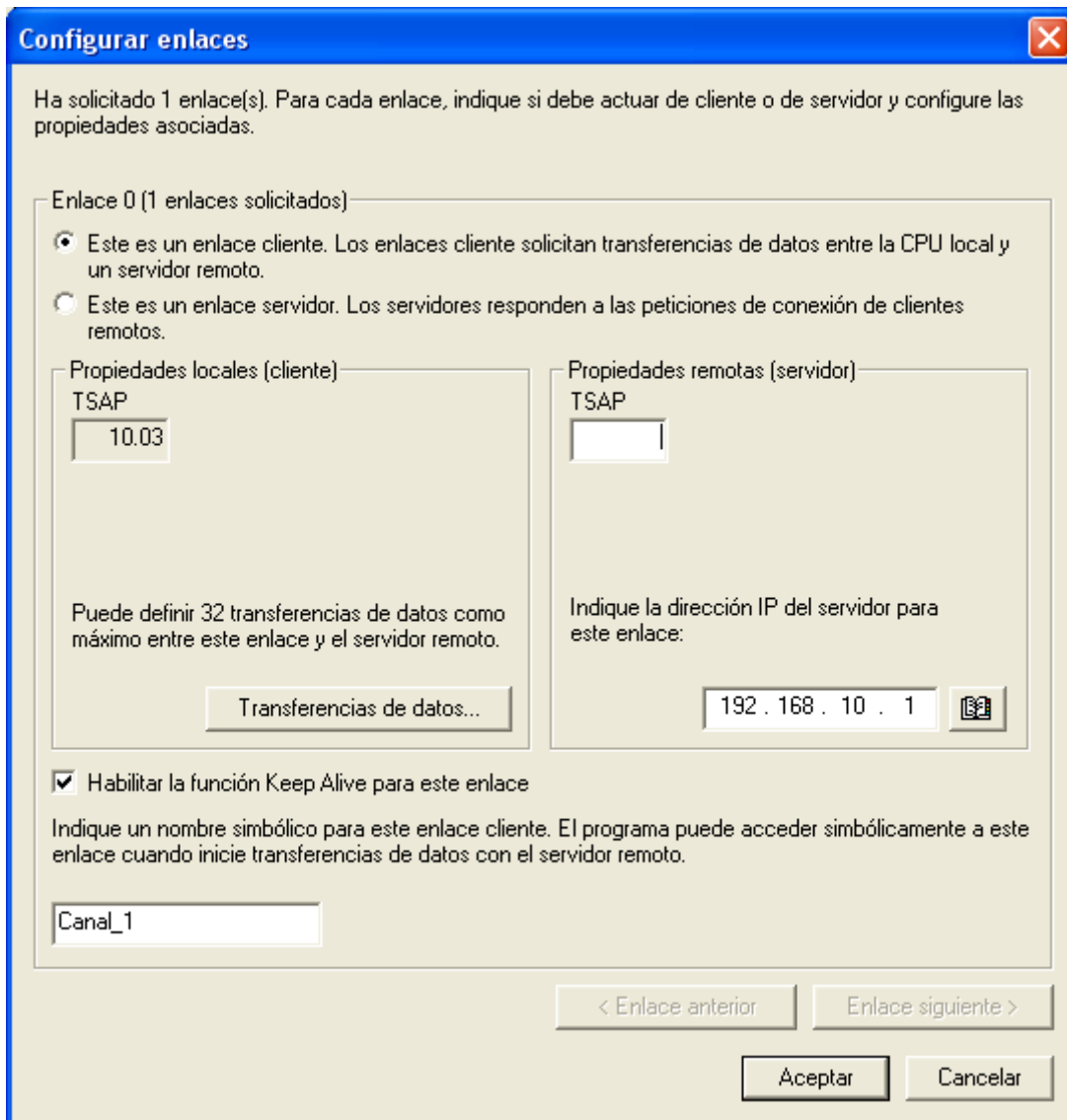


Figura 3.5.16 Configuración de los enlaces

Como se aprecia en la figura anterior, para este enlace hay que indicar la TSAP (que era la 10.4) y la dirección IP (192.168.10.1) del servidor, definir las transferencias de datos para el cliente y opcionalmente asociarle un nombre simbólico al enlace (recomendado, nos vendrá bien más adelante).

5. Vamos a empezar, por ejemplo, definiendo las transferencias de datos, que serán dos (una para escribir datos sobre Ethernet Industrial y otra para leerlos del mismo). El asistente nos dirá que si queremos crear una transferencia. Decimos que sí. Por ejemplo esta va a ser para escribir datos. Queremos enviar 8 bytes (aunque no son necesarios tantos) desde el S7-200 al S7-300. Bien, esta transferencia manda los 8 bytes definidos de la V-Memory del S7-200 hacia un bloque de datos (DB) que existe en el equipo S7-300. Vamos a definir los parámetros tal y como hemos hecho en la Figura 3.5.17. Daremos el nombre simbólico a la transferencia: *Transferencia1_W*.

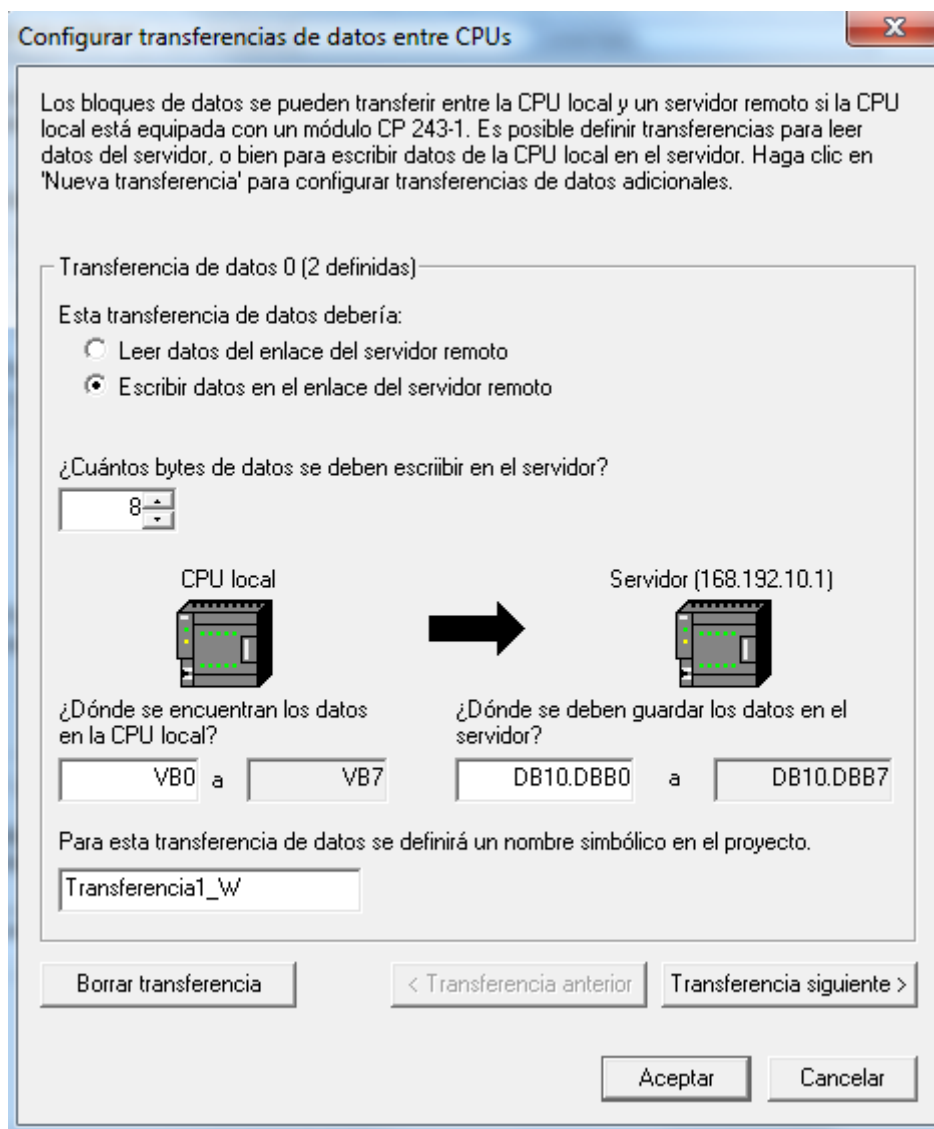


Figura 3.5.17 Definición de la transferencia de escritura para un enlace

- Nuestro siguiente objetivo será definir la transferencia de datos opuesta, es decir, de lectura, a la que llamaremos simbólicamente Transferencia1_R. En este caso se leen los 8 Bytes de datos del bloque de datos (DB10) generado en el equipo S7-200 y se envía a través de Ethernet Industrial hacia la V-Memory de nuestro S7-200.

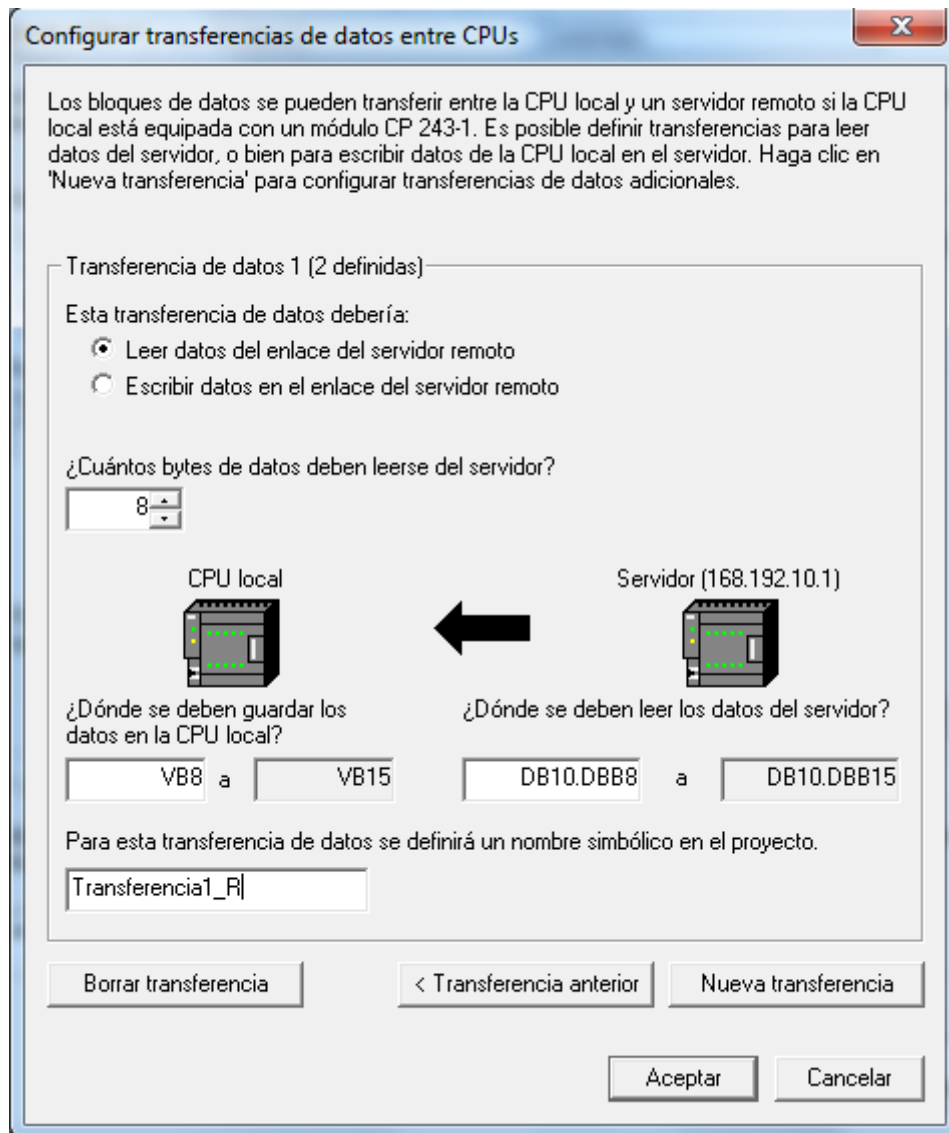


Figura 3.5.18 Definición de la transferencia de lectura para un enlace

Aceptamos y volvemos a la ventana principal del asistente. Una vez definidas las transferencias no debemos olvidar indicar la TSAP del servidor y su IP.

Hagamos un resumen gráfico de las transferencias definidas, así como de las direcciones asignadas para su mejor comprensión. Dicho gráfico se muestra a continuación en la Figura 3.5.19:

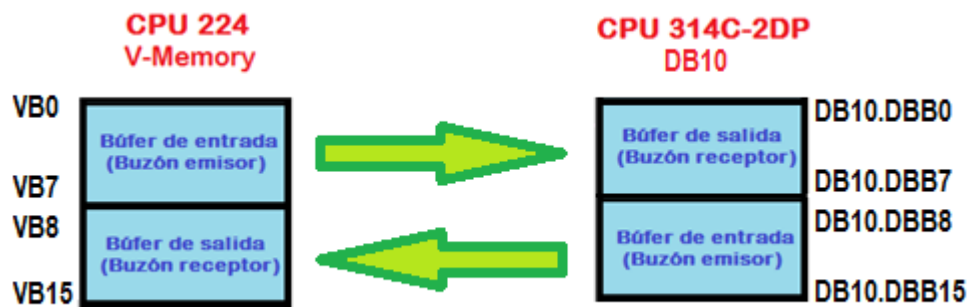


Figura 3.5.19 Gráfico de las transferencias definidas

7. El siguiente paso vamos a saltarlo y dejar los valores tal y como están por defecto, ya que nos interesa que genere la protección CRC para evitar fallos o cambios indeseados mientras se ejecuta el programa. Siguiendo.

El actual cuadro de diálogo que se muestra a continuación en la Figura 3.5.20, por una parte nos indica el tamaño en Bytes para la configuración que necesita reservar el módulo de comunicaciones CP243-1 de la V-Memory del equipo S7-200, y por otra, nos demandará una dirección de la susodicha memoria a partir de la cual se reservan los Bytes. Conviene que reservemos una dirección de memoria alta para evitar que el área de datos de configuración interfiera con los datos con los que trabajamos. Propongamos la dirección 5000 por ejemplo.

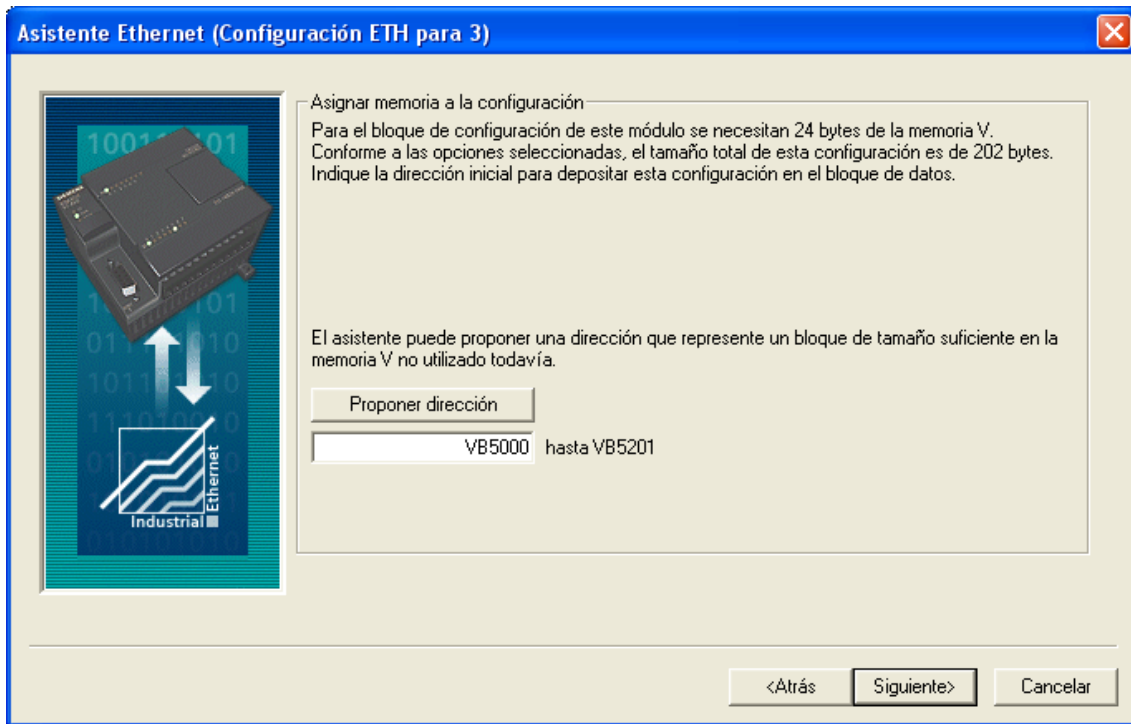


Figura 3.5.20 Designar dirección de la V-Memory donde se almacena la configuración

8. Una vez realizado esto, llegamos por fin, al último paso del asistente, el cual nos genera los componentes que utilizaremos en el programa según la configuración que hayamos realizado. Finalizamos.

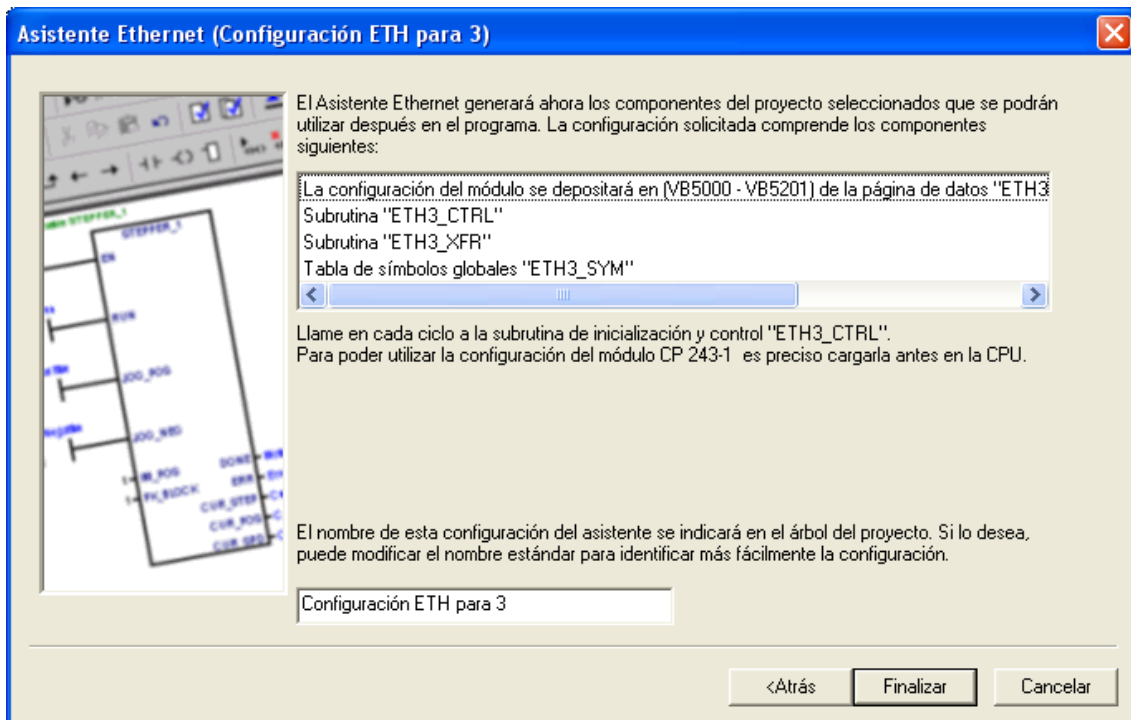


Figura 3.5.21 Lista de componente generados por el asistente

Como podemos apreciar, la posición que ocupa un CP 243-1 dentro del sistema S7-200 va incluida en el nombre de cada subprograma o subrutina. A nosotros nos generó los nombres como ETH3. Ese número corresponde a la posición del slot de nuestra CP y cuyos valores sólo pueden estar comprendidos entre cero y seis.

Hecho todo esto, ya tenemos configurado el hardware para nuestro equipo Cliente.

Configuración del Software de los equipos

Configuración del Software del Servidor

Cuando se va a trabajar con Ethernet Industrial, la configuración de las transferencias se hace únicamente desde el lado del Cliente, por lo que no hace falta realizar ningún tipo de acción sobre el programa del equipo servidor para dicho fin. Lo que sí que debemos crear es un bloque de datos con el mismo nombre que habíamos utilizado al configurar las transferencias en el Asistente Ethernet en STEP7 Micro/WIN 32 (en nuestro caso DB10) con al menos un tamaño de 16 Bytes (ya que habíamos especificado que se existirían 8 Bytes de escritura y otros 8 de lectura).

Además, para este ejercicio hemos querido que al activar las entradas en el equipo S7-300 se muestren como salidas en el S7-200 y viceversa, por lo que en el programa principal OB1 habrá que realizar dos operaciones de transferencia entre las entradas y salidas y el bloque de datos DB10.

Moveremos desde el Byte 0 al 7 del bloque de datos DB10 (DB10.DBB0 al DB10.DBB7) hacia las salidas del S7-300 y las entradas las moveremos hacia y desde el Byte DB10.DBB8 hasta el DB10.DBB15.

La parte del programa del equipo Servidor está terminada. Pasemos a programar el equipo Cliente.

Guardamos y compilamos. Por último la cargamos al autómatas.

Configuración del Software del Cliente

Para realizar el programa del equipo Cliente debemos utilizar los componentes que nos ha generado el Asistente Ethernet anteriormente y que es necesario conocer cómo funcionan para que la comunicación se efectúe correctamente. Por esta misma razón, procedemos a la descripción de dos de dichos componentes, o en este caso, subrutinas, que no son otras sino las subrutinas ETHx_CTRL y ETHx_XFR.

Nota: Para desarrollar programas de usuario del S7-200 se emplea el STEP 7 Micro/WIN32. Si se desea utilizar en dichos programas las funciones del CP 243-1, se requiere la versión V3.2.3 o superior de STEP 7 Micro/WIN 32.

➤ **ETHx_CTRL**

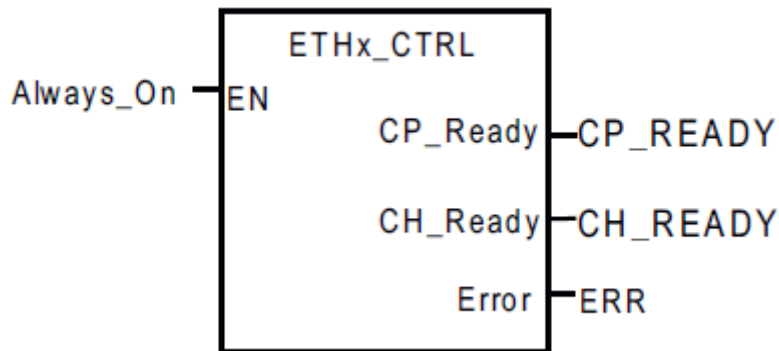


Figura 3.5.22 Subrutina ETHx_CTRL

El subprograma ETHx_CTRL es necesario para la comunicación. Sirve para inicializar y vigilar el CP 243-1. Debe llamarse en el programa de usuario del S7-200 al comienzo de cada ciclo para poder recurrir a las funciones de un CP 243-1. Estando activada la prueba CRC, al solicitarse el subprograma reanuda el CP 243-1 siempre que éste haya detectado una modificación en los datos de configuración. Por el contrario, si estuviera desactivada la prueba CRC tiene lugar siempre un reanudo del CP 243-1 después de descargar un programa de usuario o reconfigurar STEP 7 Micro/WIN 32 en la CPU S7-200 y después del subsiguiente arranque de ésta. Debe utilizarse una sola vez por módulo.

En los valores de retorno se devuelven informaciones sobre el estado general del CP 243-1, sobre el estado de los ocho canales de comunicación S7 posibles como máximo y sobre el estado de los servicios IT.

Si se ha presentado una anomalía en el CP 243-1, el usuario puede leer en memoria el respectivo código de error o de aviso mediante el parámetro de respuesta "Error". Dicho código está aplicado durante 60 segundos como máximo. El CP 243-1 da por supuesto que el programa de usuario del S7-200 ha evaluado el código de error o de aviso en este tiempo y pone a 0 el parámetro de respuesta Error una vez transcurridos los 60 segundos. Mediante este mecanismo se impide que sean devueltos durante períodos prolongados códigos de error o de aviso antiguos del CP 243-1 a través del parámetro Error.

El subprograma ETHx_CTRL es generado siempre por el asistente para Internet en STEP 7 Micro/WIN 32, tan pronto como el usuario ha concluido la configuración del CP 243-1.

PARÁMETROS DE RESPUESTA		
Nombre	Tipo	Significado
CP_Ready	BOOL	Estado del CP 243-1 0: CP no listo para funcionar 1: CP listo para funcionar
CH_Ready	WORD	Estado de los distintos canales o servicios IT (primer byte): Bit 0 corresponde al canal 0 Bit 1 corresponde al canal 1 Bit 2 corresponde al canal 2 Bit 3 corresponde al canal 3 Bit 4 corresponde al canal 4 Bit 5 corresponde al canal 5 Bit 6 corresponde al canal 6 Bit 7 corresponde al canal 7 (segundo byte) Bit 0 corresponde al servicio e-mail Bit 1 corresponde al servicio de cliente FTP Bit 2 corresponde al servicio de servidor FTP Bit 3 corresponde al servicio de servidor HTTP Bit 4 - 7: reservado 0: canal o servicio no listo 1: canal o servicio listo
Error	WORD	Código de error o de aviso 0x0000: no se presentó ningún error otro: error El código de error o de aviso está aplicado durante 60 segundos como máximo.

Tabla 3.5.1 Parámetros de respuesta de la subrutina ETHx_CTRL

El valor 1 en un bit del parámetro de respuesta CH_Ready indica que el respectivo canal o servicio está listo. Esto significa que se pudo establecer un enlace de comunicación hacia el interlocutor definido en la configuración con los parámetros de comunicación allí indicados (dirección IP, TSAPs, ...) o que se inició el respectivo servicio en el CP 243-1.

➤ ETHx_XFR

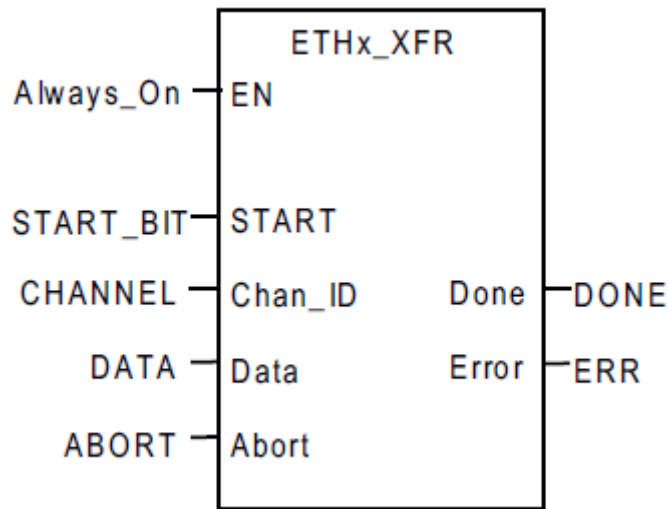


Figura 3.5.23 Subrutina ETHx_XFR

Al ser llamado el subprograma ETHx_XFR se ordena al CP 243-1 que transfiera datos a otro sistema S7 o que consulte datos del mismo. En la configuración se determina cómo debe el CP 243-1 acceder a los datos. Esto significa que el usuario ya determina durante la configuración tres cosas: a qué datos se desea acceder, si dichos datos deben leerse o inscribirse, y por último, de qué interlocutor deben obtenerse los datos o a qué interlocutor deben transferirse los mismos.

Cuando es llamado el subprograma ETHx_XFR se indica en cuál de los canales cliente configurados se desea ejecutar uno de los accesos a datos configurados.

El asistente para Internet en STEP 7 Micro/WIN 32 genera el subprograma ETHx_XFR únicamente si está configurado como cliente por lo menos uno de los canales del CP 243-1. Sólo entonces es posible disponer desde un programa de usuario del S7-200 los accesos a datos a través de un CP 243-1.

En todo momento sólo puede estar activo un subprograma ETHx_XFR por cada canal. No es posible la ejecución simultánea de varios accesos a datos en un mismo canal. Por consiguiente, es recomendable combinar la entrada "START" tanto con el valor de retorno Done del subprograma ETHx_XFR como con el respectivo bit del valor de retorno CH_Ready del subprograma ETHx_CTRL.

PARÁMETROS DE ENTRADA		
Nombre	Tipo	Significado
START	BOOL	Condición de entrada para activar una petición de escritura/lectura 0: no activar petición de escritura/lectura 1: activar petición de escritura/lectura
Chan_ID	BYTE	Número del canal a través del que debe ejecutarse el acceso a datos. Este canal tiene que estar configurado como cliente. Rango de valores: 0 .. 7
Data	BYTE	Número del bloque de datos específico del canal (tomado de la configuración) que describe la petición de escritura/lectura que debe ejecutarse. Rango de valores: 0 .. 31
Abort	BOOL	Condición de entrada para cancelar un acceso a datos 0: no cancelar el acceso a datos 1: cancelar el acceso a datos

Tabla 3.5.2 Parámetros de entrada de la subrutina ETHx_XFR

PARÁMETROS DE RESPUESTA		
Nombre	Tipo	Significado
Done	BOOL	Estado de la llamada del subprograma 0: subprograma no ejecutado aún 1: subprograma ejecutado, petición de escritura/lectura concluida, subprograma listo para la próxima ejecución
Error	BYTE	Código de error 16#00: no se presentó ningún error otro: error

Tabla 3.5.3 Parámetros de respuesta de la subrutina ETHx_XFR

Programación de los equipos

La realización de los programas, no va a consistir solamente en configurar la comunicación Ethernet Industrial, sino que además, como hemos afirmado anteriormente para verificar de manera tangible que dicha comunicación es correcta entre los autómatas, vamos a hacer que al activar las entradas del S7-300 se activen las salidas correspondientes a cada bit en el S7-200 y viceversa.

Programa del Servidor

Como hemos dicho anteriormente, no es necesaria la programación en el S7-300, ya que las comunicaciones se definen en el equipo Cliente.

Ayudándonos del gráfico de transferencias de la Figura 3.5.19 asociaremos y copiaremos el valor del primer byte de las E/S a las direcciones definidas para el búfer, quedando el programa OB1 (programa principal del S7-300) tal y como se muestra en la siguiente imagen:

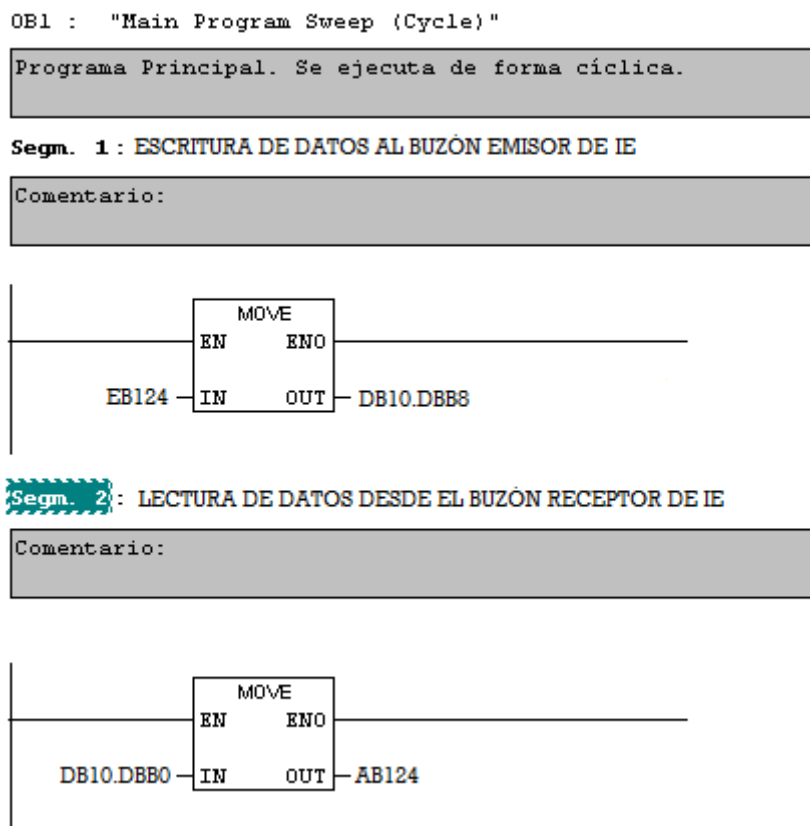
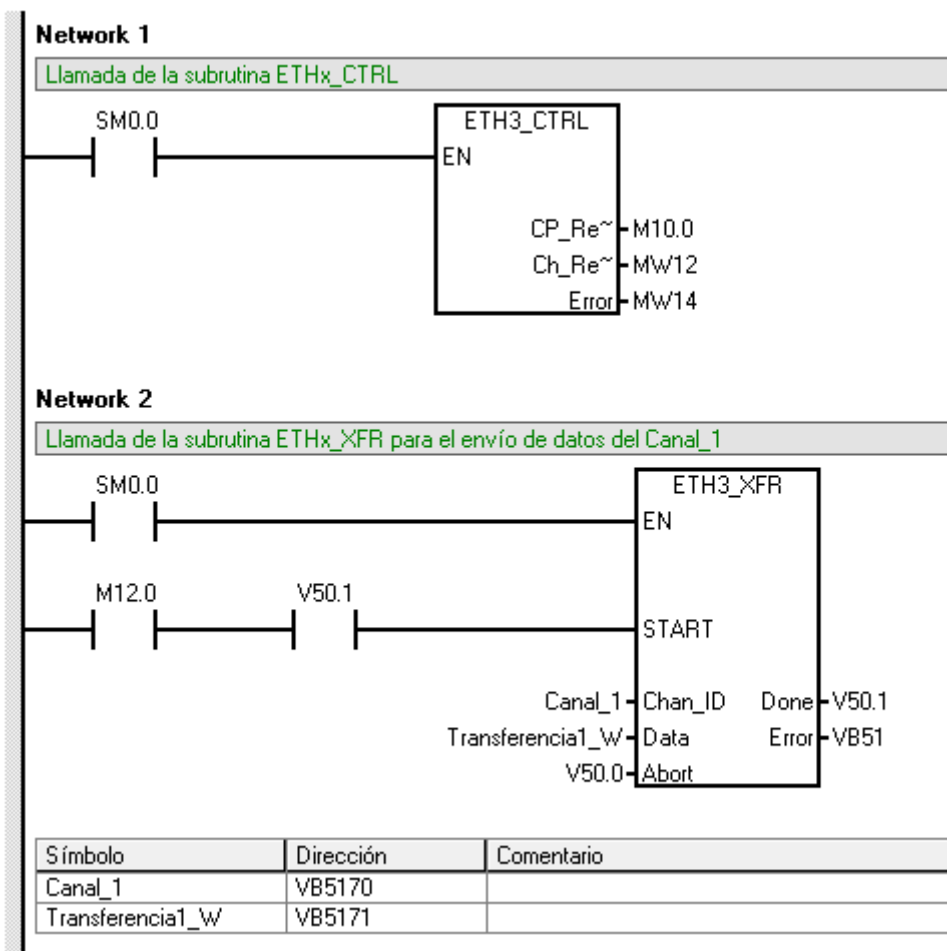


Figura 3.5.24 Programa para el autómata S7-300

Programa del Cliente

Una vez descritas y aclaradas las subrutinas a las que tenemos que llamar, procedemos a la programación en Micro/WIN 32. Nuestro programa se va a componer de cuatro segmentos o networks: uno para la llamada de ETHx_CTRL necesaria para la comunicación, dos llamadas a las subrutina ETHx_XFR para el Canal 0 (una para enviar datos y otra para recibir), y por último dos operaciones de transferencia de datos que pasará el estado de las entradas y salidas a la V-Memory de la CPU del S7-200.



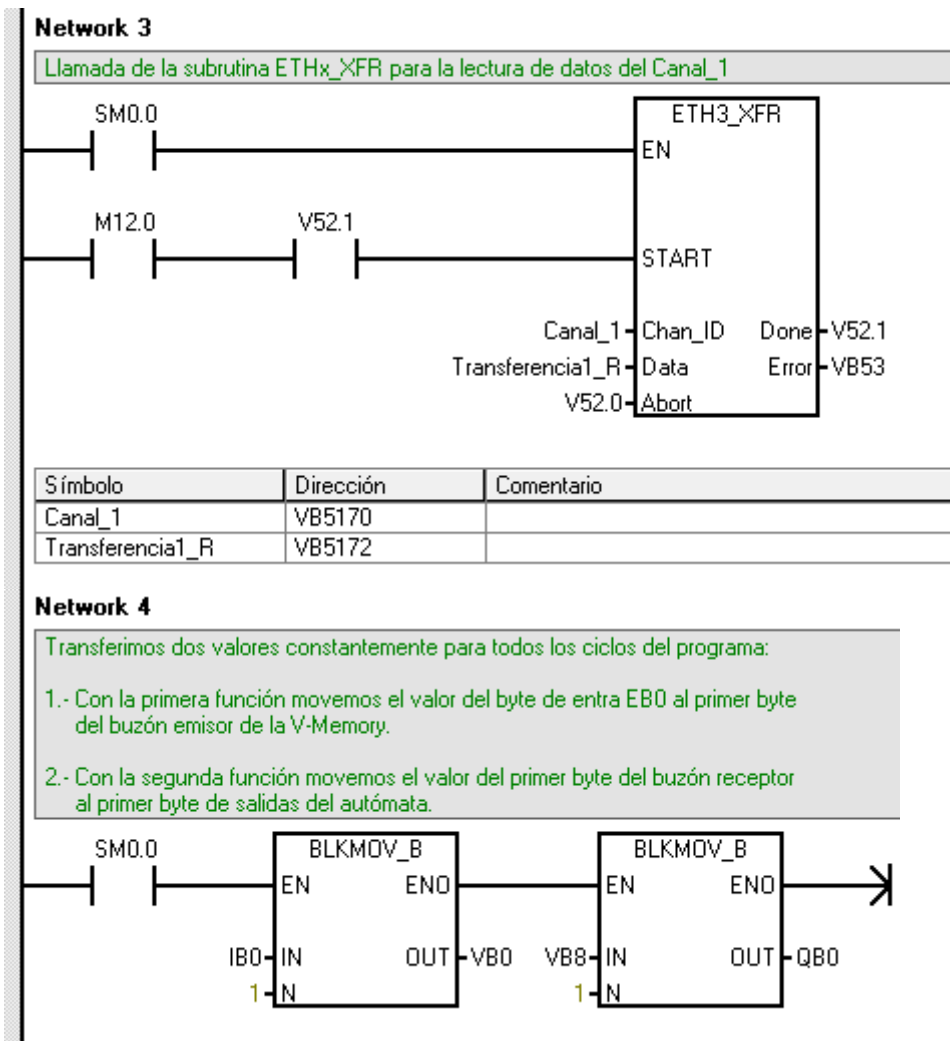


Figura 3.5.25 Programa para el automático S7-200

3.5.2 Ejercicio de comunicación segundo: comunicación entre un S7-300 y dos S7-200 mediante dos redes: Ethernet Industrial y Profibus

Objetivos del ejercicio

Como continuación y ampliación del proyecto realizado por el alumno de la UPCT, Francisco José Menchón Ruíz, titulado “Configuración y puesta en marcha de una red de autómatas programables basada en PROFIBUS, MPI y GSM para el control y monitorización de módulos de fabricación flexible” (ver [1] en Bibliografía y referencias), se procederá a integrar dicha PROFIBUS DP en la red Industrial Ethernet del ejercicio primero.

Se desea que la realización de dicho ejercicio de comunicación muestre como ejemplo la flexibilidad, protección de inversiones de equipos y aplicaciones ya realizadas que ofrece Ethernet Industrial, así como la transición continua de las tecnologías a la misma.

Hay que resaltar, que dado que este ejercicio se basa en el anterior, no se va a proceder a la descripción nuevamente de la configuración de la red Ethernet Industrial. Partiendo sobre lo realizado anteriormente, vamos a explicar paso a paso como se configura una red Profibus DP.

Equipos a utilizar

Para la realización de este ejercicio se requieren los siguientes equipos:

- 1 PC con tarjeta de red Ethernet
- 1 CPU 314C-2 DP con fuente de alimentación PS307-2 y un procesador de comunicaciones Ethernet CP343-1 IT.
- 2 CPU 224 AC/DC/Relé, una con un procesador de comunicaciones Ethernet CP243-1 y otra con un módulo de comunicaciones Profibus DP EM 227.
- 3 Cables Estándar IE Fast Connect con sus respectivos conectores RJ45 IE Fast Connect Plug 180 en sus extremos.
- 1 Cable Profibus
- 1 Cable PC Adapter MPI para S7-300.
- 1 Cable PC/PPI USB para S7-200.
- 1 Software STEP7 Manager.
- 1 Software STEP7 MicroWIN 32.
- 1 Switch de al ,menos, 3 puertos.

Para más información sobre los equipos, ver *Anexo A*.

Topología del ejercicio

En la siguiente figura se muestra la topología empleada para la realización del ejercicio segundo de comunicación:

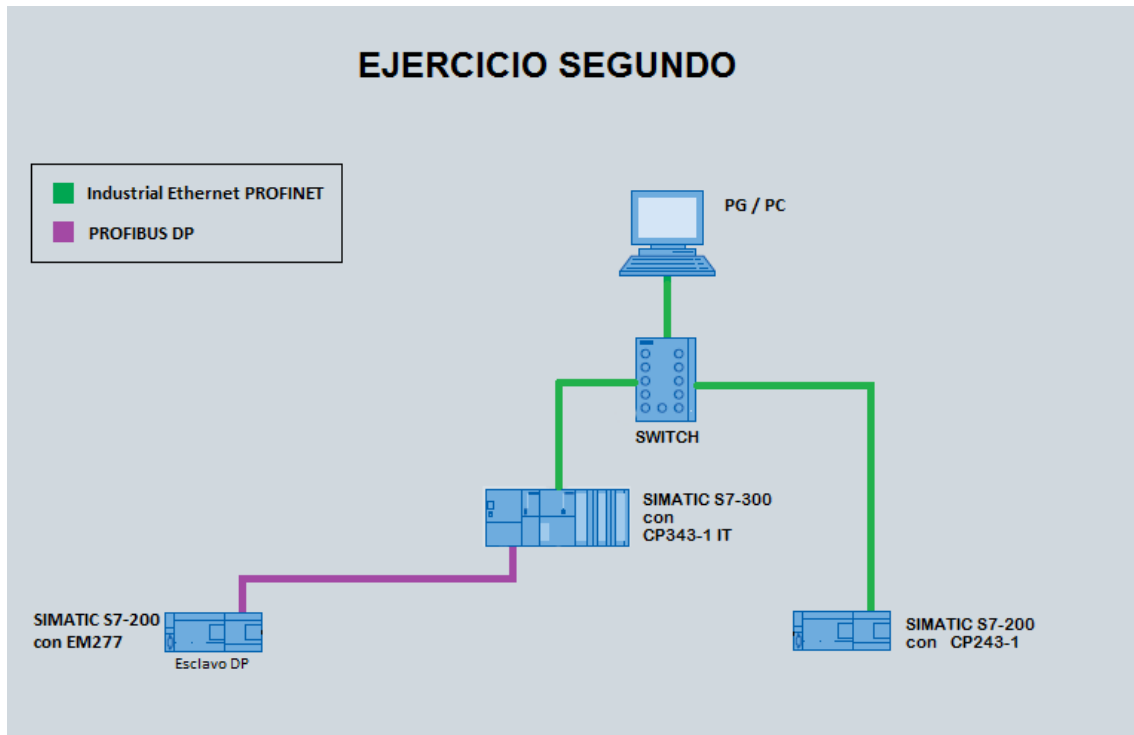


Figura 3.5.26 Topología de red empleada en el ejercicio de comunicación segundo

Configuración del hardware de los equipos

Configuración del hardware del equipo Maestro DP

Abriremos el proyecto guardado del ejercicio de comunicación primero. Seguidamente, accedemos al equipo S7-300 y hacemos doble clic en Hardware, con lo que se abrirá el subprograma HWConfig. Aquí encontraremos el bastidor virtual. Como el módulo que nos permite la comunicación Profibus DP es la propia CPU, clicamos dos veces sobre el módulo situado en la posición 2 del bastidor virtual. Nos aparece una ventana que nos pide que le asignemos una subred PROFIBUS y un número de puerto.

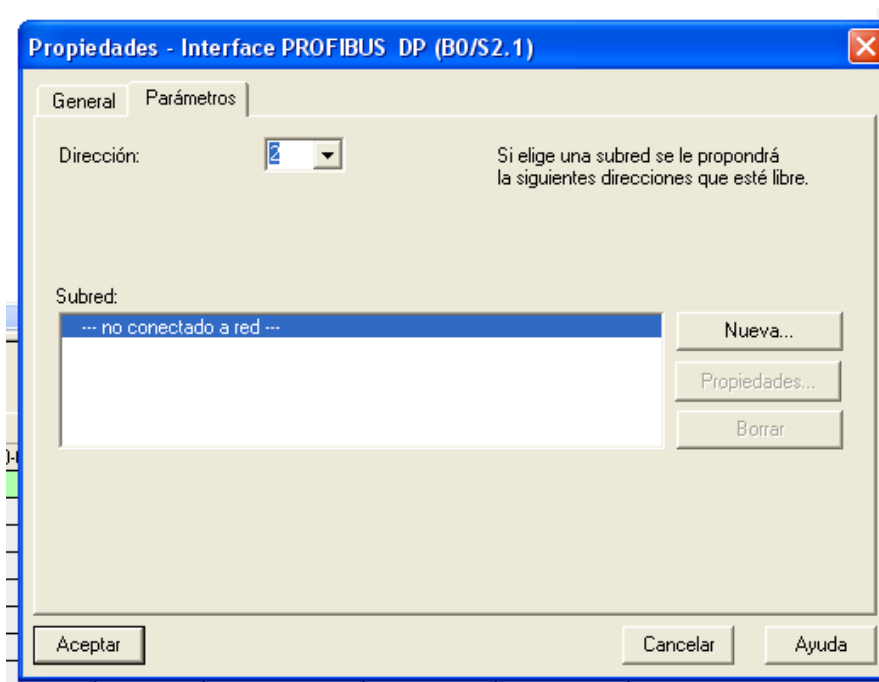


Figura 3.5.27 Creación de una red Profibus DP

Nota: Como aún no hemos creado ni definido ninguna red PROFIBUS debemos crearla. Para hacerlo solo es necesario darle al botón Nueva... En la nueva ventana emergente determinamos la velocidad de transferencia y el tipo de red PROFIBUS, que van a ser de 1.5 Mbit/s y DP respectivamente, tal y como se muestra en la Figura 3.5.28

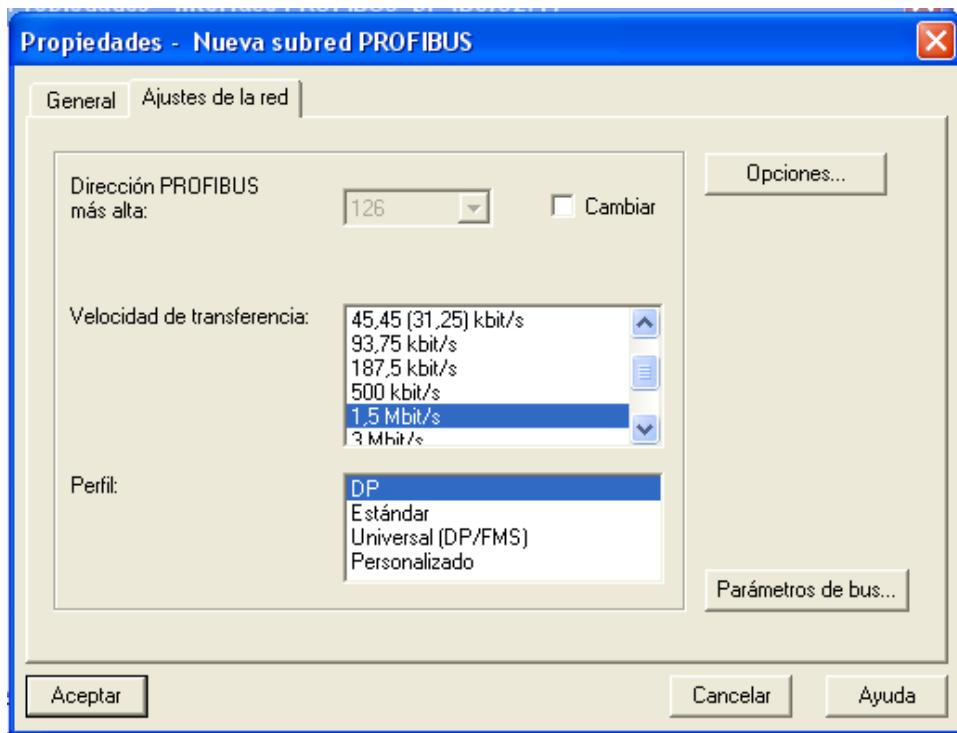


Figura 3.5.28 Parámetros de la red Profibus DP

Ahora que ya tenemos creada la subred PROFIBUS, se la asignamos a la CPU seleccionando dicha red y cerciorándonos de que está marcada en azul. Le proponemos una dirección Profibus, la cual ha sido número 2. Aceptamos.

Bien, el bastidor presenta ya un aspecto tal y como el que podemos apreciar la imagen que a continuación mostramos. Nos damos cuenta de que desde el bastidor sale una subred PROFIBUS donde la CPU 314C-2DP es su maestra.

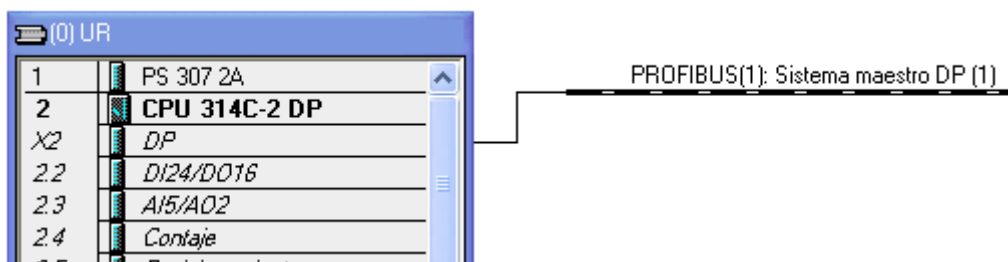


Figura 3.5.29 CPU 314C-2 DP como maestra Profibus DP

A partir de este momento, ya tenemos configurada la parte Hardware de nuestro autómatas Maestro.

Configuración del hardware del equipo Esclavo PROFIBUS DP

El equipo que va a actuar como Esclavo de la subred PROFIBUS DP es un autómatas SIEMENS de la clase S7-200 al que le añadimos un módulo de comunicaciones para PROFIBUS DP llamado EM227.

La configuración hardware se realizará en el programa HWConfig, pero a diferencia de los autómatas de la serie S7-300 sólo configuraremos el módulo de comunicaciones EM277 y no la CPU ni el resto de módulos de los que esté compuesto el equipo.

Sabiendo lo anterior, nos dirigimos a la ventana de HWConfig perteneciente al proyecto que habíamos creado y sobre la subred PROFIBUS DP que sale desde el bastidor del equipo S7-300 hacemos clic con el botón derecho del ratón y vamos elegimos Otros aparatos de campo>>PLC>>EM277 PROFIBUS DP, tal y como se muestra en la siguiente ilustración:

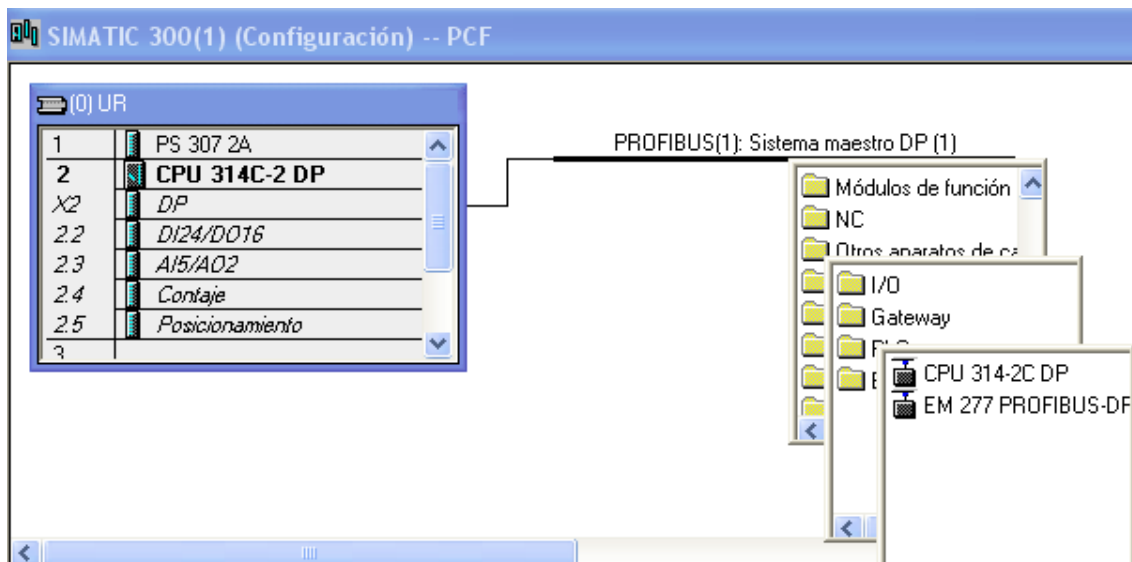


Figura 3.5.30 Asignación de Esclavo DP en HWConfig

Una vez insertado, emerge una nueva ventana donde le asignamos una dirección para la subred PROFIBUS DP y aceptamos.

Nota: Para asignar la dirección PROFIBUS DP al módulo EM277 debemos tener en cuenta:

1. No asignar una dirección ya definida en otro equipo de la misma subred.
2. La dirección que asignemos al módulo EM277 debe coincidir exactamente con la dirección física del dispositivo, que se ajusta mediante dos interruptores rotativos que existen en el frontal del mismo.



Figura 3.5.31 Interruptores de selección de dirección Profibus DP

En nuestro caso, hemos introducido la dirección 4, ya que los interruptores rotativos marcaban ya esa dirección. El interruptor superior “X10” que marca las decenas se encontraba en la posición 0 y el inferior “X1” que marca las unidades, señalaba hacia 4. Además, no coincide con la dirección del equipo Maestro, al que le asignamos anteriormente la dirección 2.

La siguiente tarea a realizar es determinar el tamaño del búfer de memoria tanto para el envío como para la recepción de datos del módulo EM277 a través del bus de datos de la subred Profibus DP. En este ejercicio, para cerciorarnos de que la comunicación de la red Profibus DP se realiza de manera exitosa, se asociará el segundo byte de entradas de la estación S7-300, el EB125, al primer byte de salidas del S7-200, y viceversa. Sin embargo, se dotará al módulo de comunicaciones EM277 de 8 Bytes Out/8 Bytes In, previendo futuras ampliaciones en la aplicación. Así mismo, una vez decidido el tamaño del búfer, se procederá a configurarlo, para ello, dirigiéndonos en el catálogo hardware a PROFIBUS DP>>Otros aparatos de campo>>PLC>>SIMATIC>>EM277 PROFIBUS DP>>8 Bytes Out/8 Bytes In, arrastrándolo a la celda de la ventana inferior o clicando sobre el módulo dos veces.

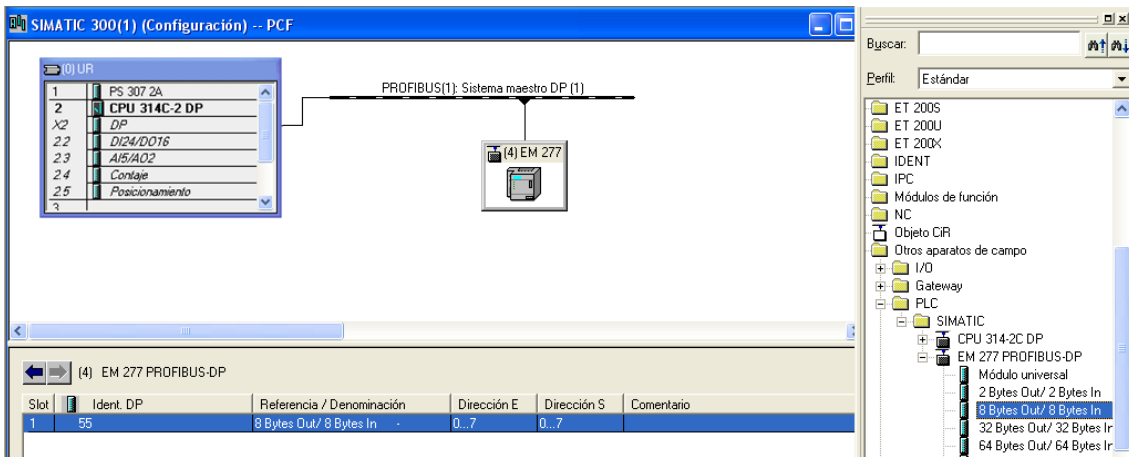


Figura 3.5.32 Selección del tamaño del búfer

Una vez definido el tamaño del búfer del EM277, podemos cambiar varios parámetros en la ventana de Propiedades. Podemos indicar la dirección de salida y entrada del búfer de la V-Memory asociada al S7-300, esto es, hacia qué o desde qué direcciones del S7-300 se mandan o envían los datos del búfer del EM277, que explicaremos gráficamente más adelante en la Figura 3.5.33. Para este caso hemos elegido la solución más sencilla y por defecto, ambas direcciones de los Bytes 0 al 7 (8 Bytes en total para salida y otros 8 Bytes para entrada).

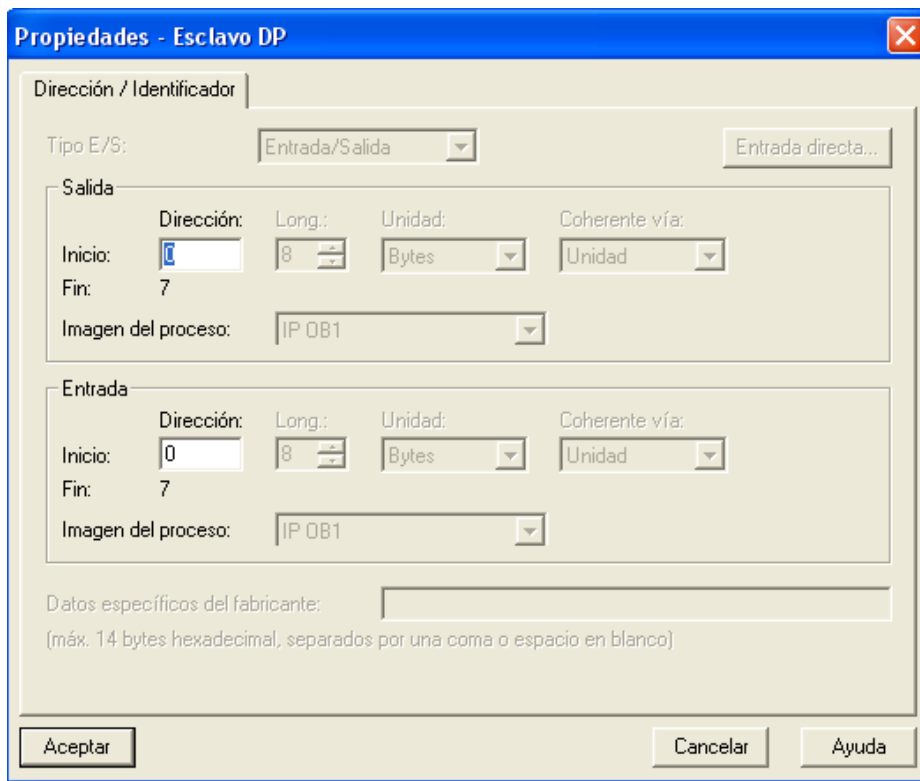


Figura 3.5.33 Selección de direcciones del búfer para el S7-300

También podemos cambiar el offset de entradas y salidas en la V-Memory del dispositivo EM277, que al igual que antes, se trata de especificar a partir de qué byte comienzan los búferes del EM277. Hemos especificado la dirección 10. Por lo tanto, como habíamos especificado un tamaño de búfer de 8 Bytes Out/8 Bytes In, el buzón de salida (buzón receptor al que llegan los datos desde el S7-300) comienza en el Byte 10 de la V-Memory y termina en el Byte 17, y el buzón de entrada (buzón emisor de donde salen los datos hacia el S7-300) empieza en el Byte 18 y termina en el Byte 25. Esto es:

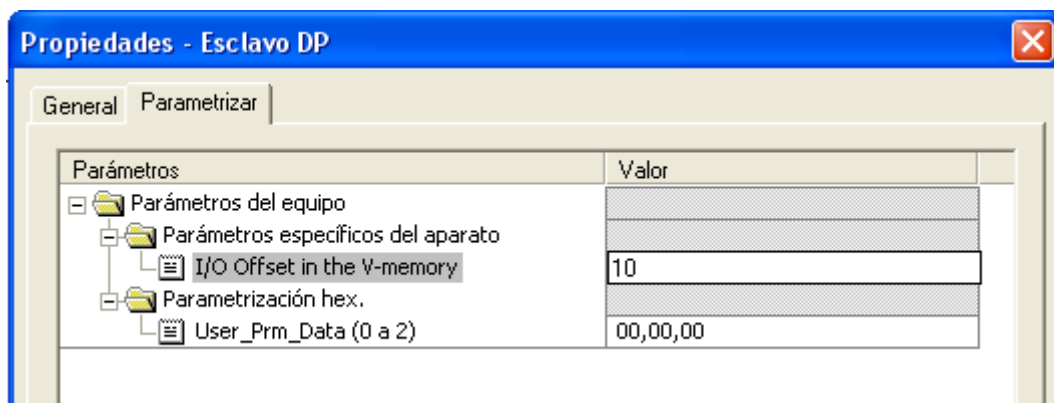


Figura 3.5.34 Selección del Offset del buzón del EM 277

Una vez definidos los búferes con sus direcciones para cada uno de los equipos, tanto para el Maestro como para el Esclavo, hacemos un breve resumen de forma gráfica de lo realizado para tener una visión global de las transferencias de la red Profibus DP.

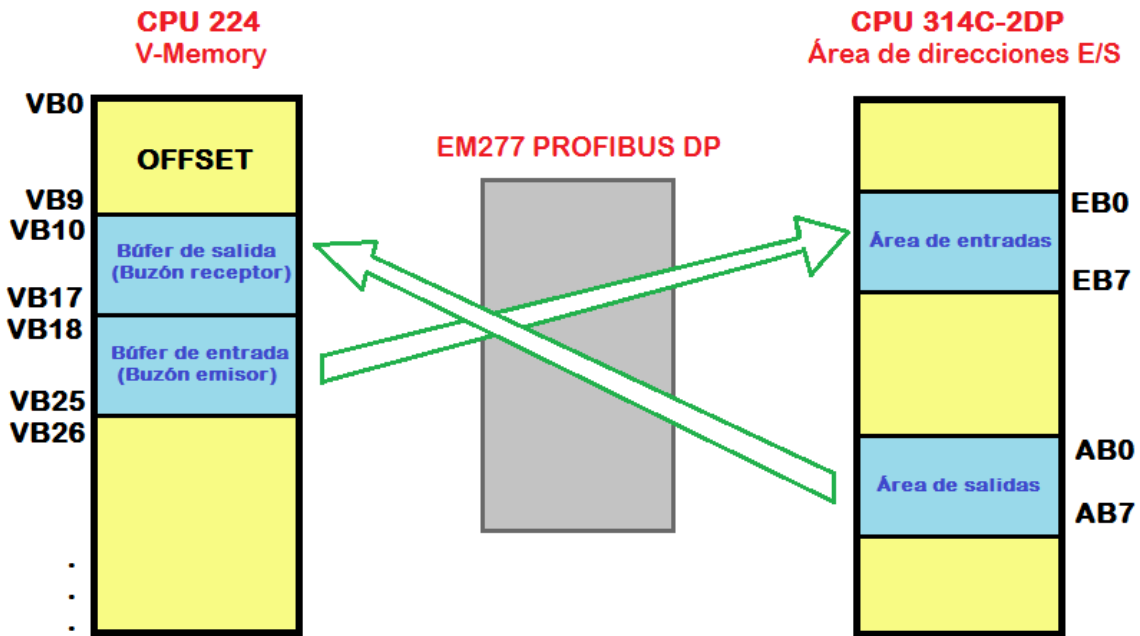


Figura 3.5.35 Gráfico de las transferencias Profibus DP

Configuración del software de los equipos

Configuración del software y programa del Maestro PROFIBUS DP

El siguiente paso es programar el equipo Maestro S7-300 para que pueda comunicarse perfectamente con el equipo Esclavo S7-200. Para dicho fin nos dirigimos hacia la ventana de nuestro proyecto en SIMATIC Manager, en el explorador del proyecto de la ventana izquierda, nos vamos al directorio PFC>>SIMATIC 300>>CPU 314C-2DP>>Programa S7>>Bloques. Nos encontramos un Bloque de Organización (OB) llamado OB1, que no es, sino el programa principal de la CPU que ejecuta cada vez que arranca o pasa al modo RUN. Lo abrimos:

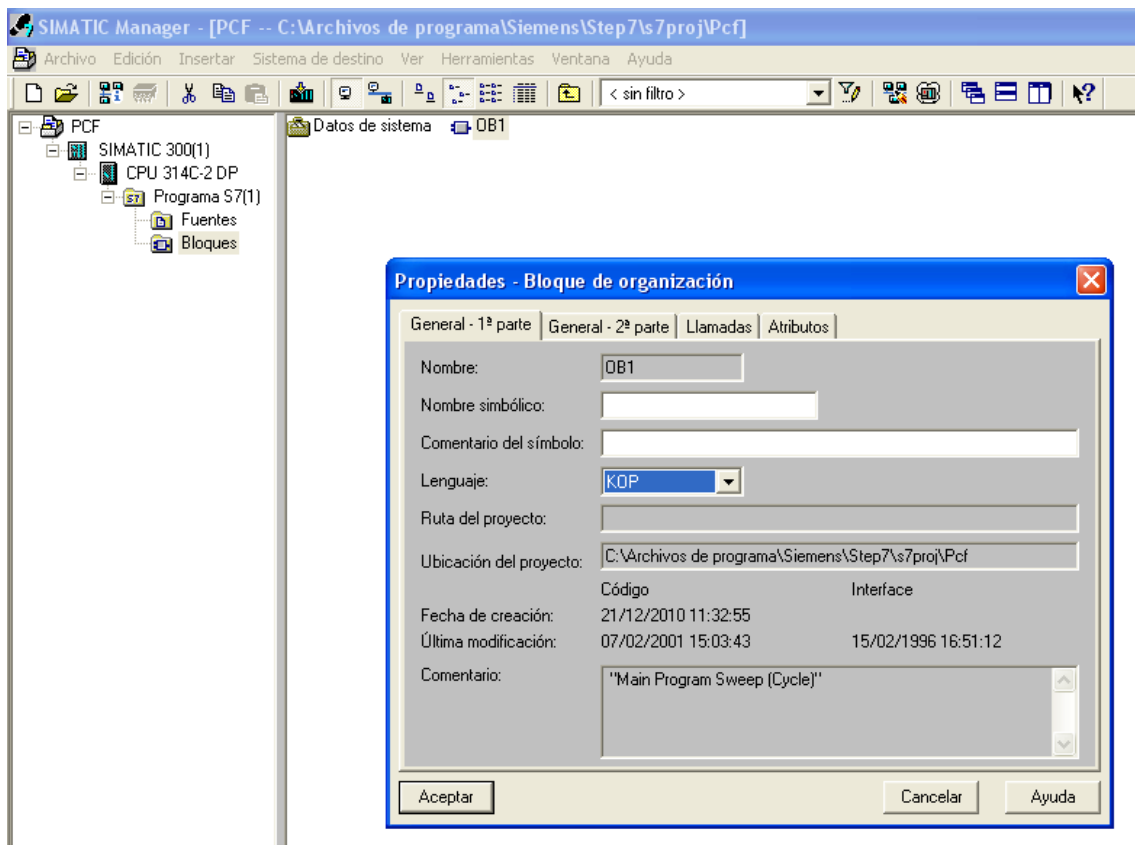


Figura 3.5.36 Creación del programa principal OB1

Vista la ilustración anterior, elegimos programar en lenguaje KOP y aceptamos.

El programa principal va a constar de cuatro segmentos, dos para la transferencia de datos desde el Maestro DP hacia el Esclavo DP y viceversa, y otros dos para la comunicación vía Ethernet Industrial.

- **Segmento 1:** Transferencia de datos de Servidor IE a Cliente IE. Agregamos una operación de transferencia de datos MOVE. Movemos el valor del byte de la dirección de entradas EB124 y hacia el primer byte del buzón emisor Ethernet, DB10, cuya dirección asignada es DB10.DBB8, que a su vez se transferirá a los datos a la dirección VB8 de la V-Memory del Cliente IE.
- **Segmento 2:** Transferencia de datos de Cliente IE a Servidor IE. Agregamos una operación de transferencia de datos MOVE. Movemos el valor del byte del primer byte del buzón receptor Ethernet, DB10, cuya dirección asignada es DB10.DBB0 hacia el primer byte de salidas AB124 del S7-300.

- **Segmento 3:** Transferencia de datos de Maestro DP a Esclavo DP. Agregamos una operación de transferencia de datos MOVE. Movemos el valor del segundo byte de entradas EB125 y hacia el primer byte del buzón emisor de Profibus DP con dirección AB0.
- **Segmento 4:** Transferencia de datos de Esclavo DP a Maestro DP. Agregamos una operación de transferencia de datos MOVE. Movemos el valor del primer byte del buzón receptor Profibus DP hacia el segundo byte de salidas AB125 del S7-300.

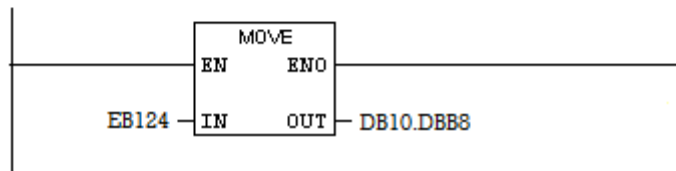
El programa OB1 debe quedar como se indica en la Figura 3.5.37, que se muestra a continuación:

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Programa Principal. Se ejecuta de forma cíclica.

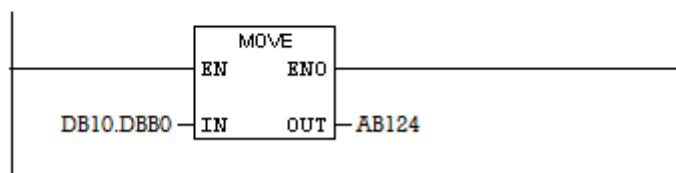
Segm. 1 : ESCRITURA DE DATOS AL BUZÓN EMISOR DE IE

Comentario:



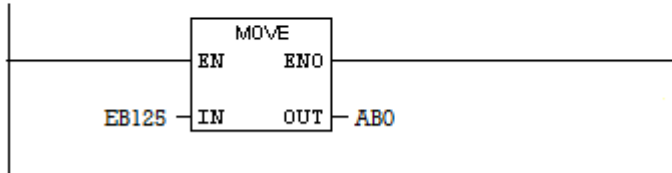
Segm. 2 : LECTURA DE DATOS DESDE EL BUZÓN RECEPTOR DE IE

Comentario:

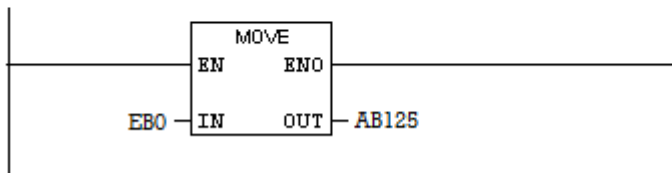


Segm. 3 : ESCRITURA DE DATOS AL BUZÓN EMISOR DE PROFIBUS DP

Comentario:

**Segm. 4 : LECTURA DE DATOS DESDE EL BUZÓN RECEPTOR DE PROFIBUS DP**

Comentario:

**Figura 3.5.37** Programa principal OB1 del S7-300

En el lado del S7-300 ya está configurado el programa, ahora debemos configurar la comunicación PROFIBUS DP en el lado del Esclavo DP.

Configuración del software y programa del Esclavo Profibus DP

El Esclavo DP se programa en una aplicación ajena a SIMATIC Manager llamada STEP7 Micro/WIN 32 V4.0, aunque se puede acceder a ella desde el mismo SIMATIC Manager. En nuestro caso, como queremos que el programa se guarde dentro del proyecto que hemos creado, por comodidad, accedemos desde SIMATIC Manager. Para ello, en la ventana principal del proyecto insertamos un equipo S7-200 a través de Insertar>>Equipo>>SIMATIC 200 Station.

Una vez tenemos añadida el S7-200 a nuestro, si hacemos doble clic sobre su icono directamente nos conduce hacia el programa STEP7 MicroWIN 32. Como hicimos al realizar el programa del Maestro DP, aquí tendremos un segmento o network en el programa principal (OB1). Dicho segmento se muestra en la Figura 3.5.38.

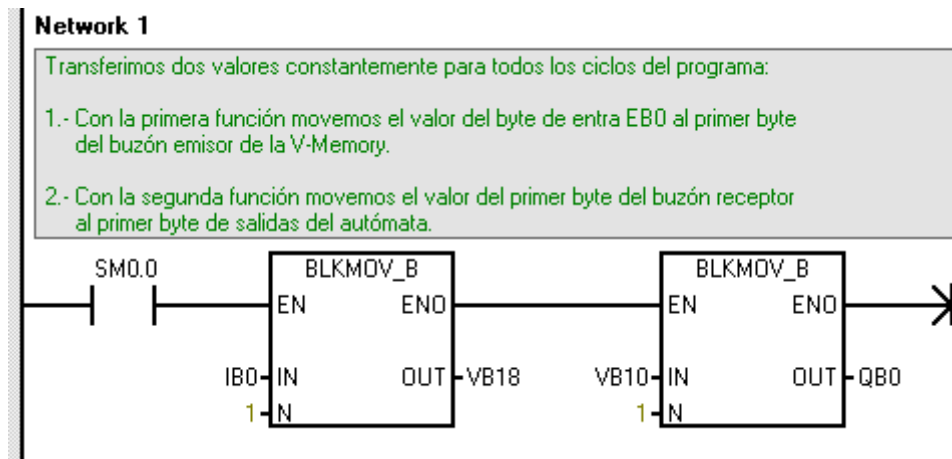


Figura 3.5.38 Programa principal OB1 del Esclavo DP

Ya está configurado el programa en los dos equipos, Maestro DP y Esclavo DP para que la comunicación PROFIBUS DP sea posible entre ambos.

Ahora el equipo S7-300 controla dos redes de comunicación distintas, una red Profibus DP y otra red Ethernet Industrial.

3.5.3 Ejercicio de comunicación tercero: Ethernet Industrial inalámbrica entre S7-300 como Servidor de la red y S7-200 como Cliente.

Objetivos del ejercicio

Para este ejercicio, que no es sino la continuación del ejercicio número dos, vamos a proceder a comunicar los dos equipos anteriores mediante el uso de la tecnología WLAN o inalámbrica. Necesitamos para ello un Punto de Acceso Industrial y un Punto Cliente, en nuestro caso el SCALANCE W784-1 y el SCALANCE W746-1 respectivamente, ambos del fabricante SIEMENS.

La implementación de la tecnología inalámbrica es muy sencilla, puesto que sólo debemos encargarnos de disponer una topología de red adecuada y configurar los puntos inalámbricos internamente mediante su acceso a través de un navegador web. No es necesaria la realización por parte del usuario de ningún programa ni su carga en ningún dispositivo, por lo que, como ya hemos remarcado, es fácil integrar redes inalámbricas en campo.

Equipos a utilizar

Para la realización de este ejercicio se van a utilizar los siguientes equipos:

- 1 PC con tarjeta de red Ethernet
- 1 CPU 314C-2 DP con fuente de alimentación PS307-2 y un procesador de comunicaciones Ethernet CP343-1 IT.
- 1 CPU 224 AC/DC/Relé con un procesador de comunicaciones Ethernet CP243-1.
- 1 Punto de Acceso industrial SCALANCE W784-1.
- 1 Módulo Cliente industrial SCALANCE W746-1.
- 4 Cables Estándar IE Fast Connect con sus respectivos conectores RJ45 IE Fast Connect Plug 180 en sus extremos.
- 1 Cable PC Adapter MPI para S7-300.
- 1 Cable PC/PPI USB para S7-200.
- 1 Software STEP7 Manager.
- 1 Software STEP7 MicroWIN 32.
- 1 Software navegador Web.
- 1 Switch de ,al menos, 3 puertos.

Para más información sobre los equipos, ver *Anexo A*.

Topología del ejercicio

En la siguiente figura se muestra la topología empleada para la realización del ejercicio segundo de comunicación:

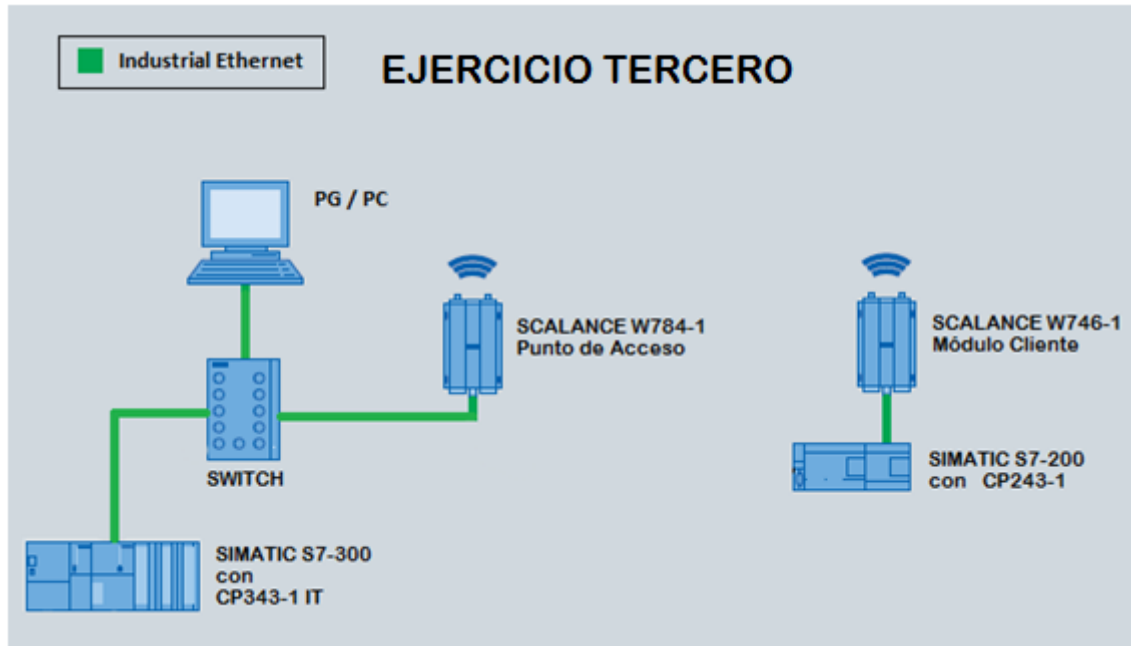


Figura 3.5.39 Topología de red empleada en el ejercicio de comunicación tercero

Configuración de los equipos S7-300 y S7-200

Este apartado es el mismo que el ejercicio primero de comunicación, lo único que queremos implementar de más son el punto de acceso y el módulo cliente inalámbricos. Por tanto, lo único que debemos hacer es cargar los programas anteriormente realizados en las CPU's correspondientes.

Configuración de los equipos SCALANCE

Nota: Para poder configurar los dispositivos inalámbricos, éstos deben encontrarse alimentados con tensión. Nos aseguraremos de que estén alimentados a 24V y de que los bornes de los cables de alimentación estén insertados en las entradas L1 y M1 (tensión y masa respectivamente). Nunca insertar los cables de alimentación de 24V en las entradas L2 y M2, puesto que éstas se usan para alimentar los dispositivos a 48V.

Es conveniente saber que los dispositivos inalámbricos son de nueva adquisición, por lo que no se va a proceder a configurarlos como habitualmente se haría. Hay que tener en cuenta que los dispositivos que vienen de fábrica se encuentran literalmente “vacíos”, es decir, no vienen preconfigurados y disponen de una dirección IP asignada 0.0.0.0, por lo que consecuentemente, no podemos acceder a configurar sus parámetros mediante un navegador web.

Para que ello sea posible, los dispositivos SCALANCE llevan consigo un CD-ROM con, entre otras utilidades, un software llamado Primary Setup Tool que de lo que se encarga, es de asignar una dirección IP inicial a los dispositivos que vienen de fábrica para que éstos puedan ser configurados a través del navegador web mediante Web Based Management, aunque también podemos realizar dicha acción con el programa HWConfig. En nuestro caso usaremos el programa Primary Setup Tool ya que es más cómodo y de fácil manejo.

Dicho esto último e instalado el software Primary Setup Tool, comenzaremos a configurar los dispositivos inalámbricos con los que vamos a trabajar.

Nota: Es necesario que los dispositivos SCALANCE se encuentren conectados físicamente al PC mediante el cable de Ethernet Industrial para asignarles una primera dirección IP.

La primera tarea a realizar una vez iniciado Primary Setup Tool, es la de buscar los dispositivos que hay conectados en la red. Para dicho fin, tan simple como ir al menú Red>>Examinar o clicar en el botón que tiene representada una lupa. El programa buscará entonces las estaciones conectadas a la red.

Para nuestro ejercicio, debe encontrar dos estaciones de la gama SCALANCE W-700. Como no sabemos qué estación corresponde a cada una de las que tenemos, debemos fijarnos en su dirección MAC:

- 1- SCALANCE W784-1: dirección MAC 00-0E-8C-EC-F1-FA.
- 2- SCALANCE W746-1: dirección MAC 00-0E-8C-EC-FA-B9.

Una vez hemos corroborado la identidad de cada uno de los dispositivos, procedemos a asignarles la dirección IP y el nombre del equipo. Para ello, en la parte izquierda de la ventana, en la que se observa que hay un explorador de dispositivos, desplegamos el menú del SCALANCE W784-1 y seleccionamos la carpeta Interfaz Ind. Ethernet. Seguidamente aparecerán en la parte derecha del programa los parámetros a configurar, tal y como se muestra en la próxima ilustración.

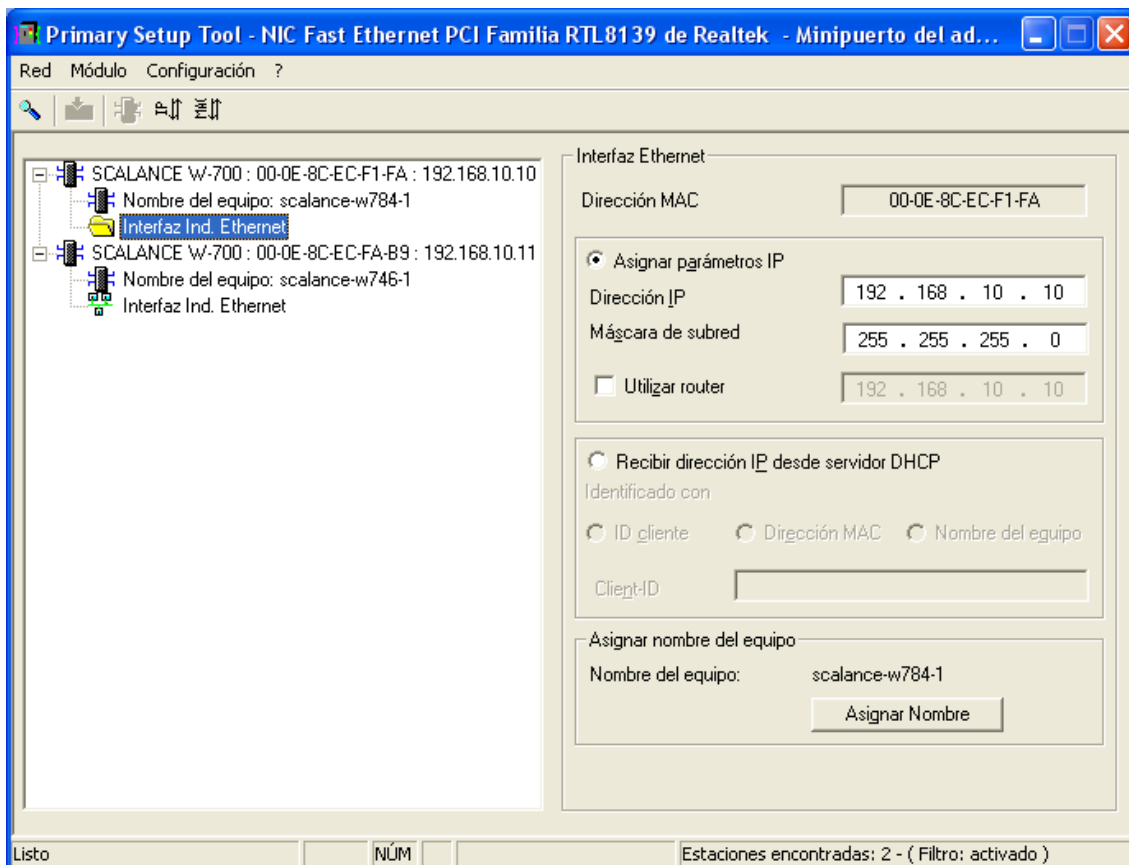


Figura 3.5.40 Escaneo de red en Primary Setup Tool

Como apreciamos, hemos asignado la dirección IP 192.168.10.10, la máscara de subred 255.255.255.0 sin utilizar router y el nombre (caracteres especiales y espacios no válidos) scalance-w784-1. Una vez realizadas dichas acciones procedemos a cargar estos parámetros al dispositivo, clicando para ello en Módulo>>Cargar o en el botón con el dibujo de la CPU y la flecha entrante.

Repetimos los mismos pasos para preconfigurar el SCALANCE W746-1.



Figura 3.5.41 Asignación del nombre del equipo

Una vez cargados con éxito los valores iniciales a las estaciones inalámbricas mediante la herramienta Primary Setup Tool, procedemos a su configuración “real” llamada Web Based Management a través de un navegador web cualquiera. Para ello podemos acceder de dos

formas distintas. Directamente desde Primary Setup Tool en Módulo>>Iniciar INC Browser o introduciendo la dirección IP asignada inicialmente del dispositivo a configurar en un navegador web.

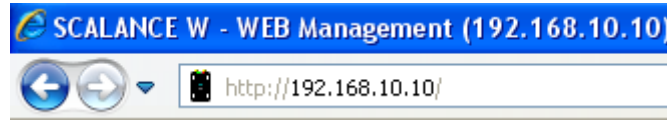


Figura 3.5.42 Acceso al dispositivo mediante IP

Configuración de SCALANCE W784-1

Antes de comenzar a configurar las estaciones, hay que remarcar que Web Based Management dispone de varios asistentes para que nos sea más fácil administrar y definir las características principales de los dispositivos inalámbricos. Los dispositivos con los que vamos a trabajar sólo disponen de dos asistentes.

- 1- Basic Wizard, para los parámetros que definen las principales características.
- 2- Security Wizard, para los parámetros de seguridad.

Iniciado el Web Based Management, nos encontramos ante un portal de acceso al dispositivo mediante Login, donde tenemos dos posibilidades:

- 1- Usuario (User): sólo se pueden leer datos de la estación.
- 2- Administrador (Admin): escribir y leer datos de la estación.

Como nuestra intención es la de configurar el SCALANCE W784-1, debemos acceder como administrador, ya que se escribirán datos en su memoria.

Nota: Las contraseñas por defecto, si no se han configurado anteriormente, corresponden a los mismos caracteres en minúscula que los del valor de entrada. Para nuestro caso, Admin tendrá una contraseña "admin".

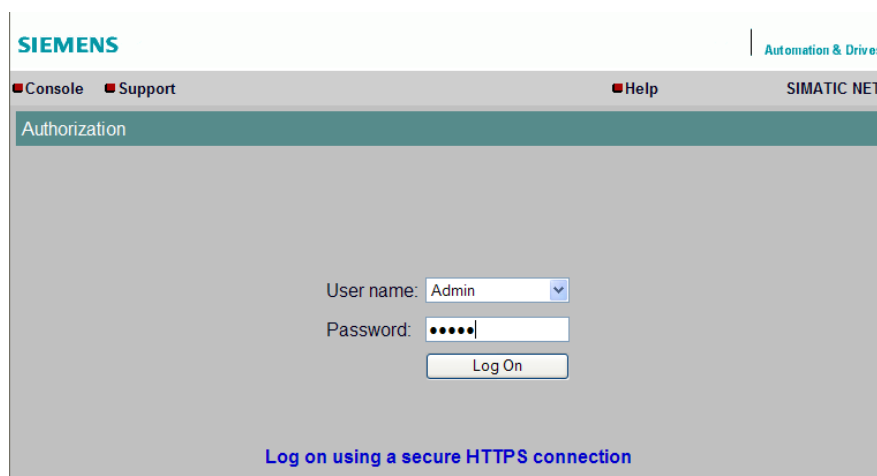


Figura 3.5.43 Ventana de Log On

Vista la ilustración anterior, hacemos Log On y accedemos al dispositivo. Antes de nada, debemos saber que el SCALANCE W784-1 puede trabajar como punto de acceso o módulo cliente, por lo que debemos asegurarnos de que va a trabajar en modo punto de acceso. Para ello en el explorador situado a la izquierda nos dirigimos a la carpeta System y comprobamos que está seleccionado el modo “Access Point”.

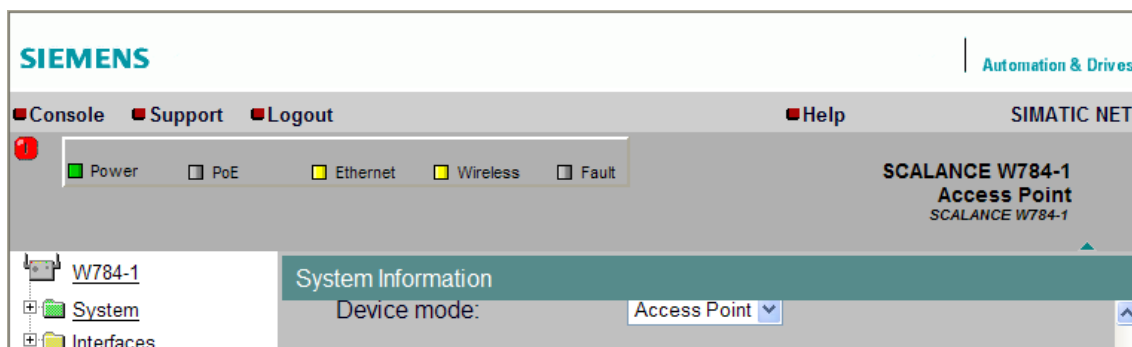


Figura 3.5.44 Consola de LED's frontales en tiempo real

Tras esto, en el mismo explorador de la izquierda y en la carpeta Wizards se encuentran los dos asistentes que ejecutaremos para poner a punto nuestro SCALANCE.

➤ Basic Wizard

El Basic Wizard dispone de varios pasos, los cuales vamos a enumerar y explicar en los siguientes párrafos:

- 1- El primer paso de todos, es el de definir la dirección IP y la máscara de subred del aparato. Como desde Primary Setup Tool le conferimos las deseadas desde un principio, las dejamos tal y como están.

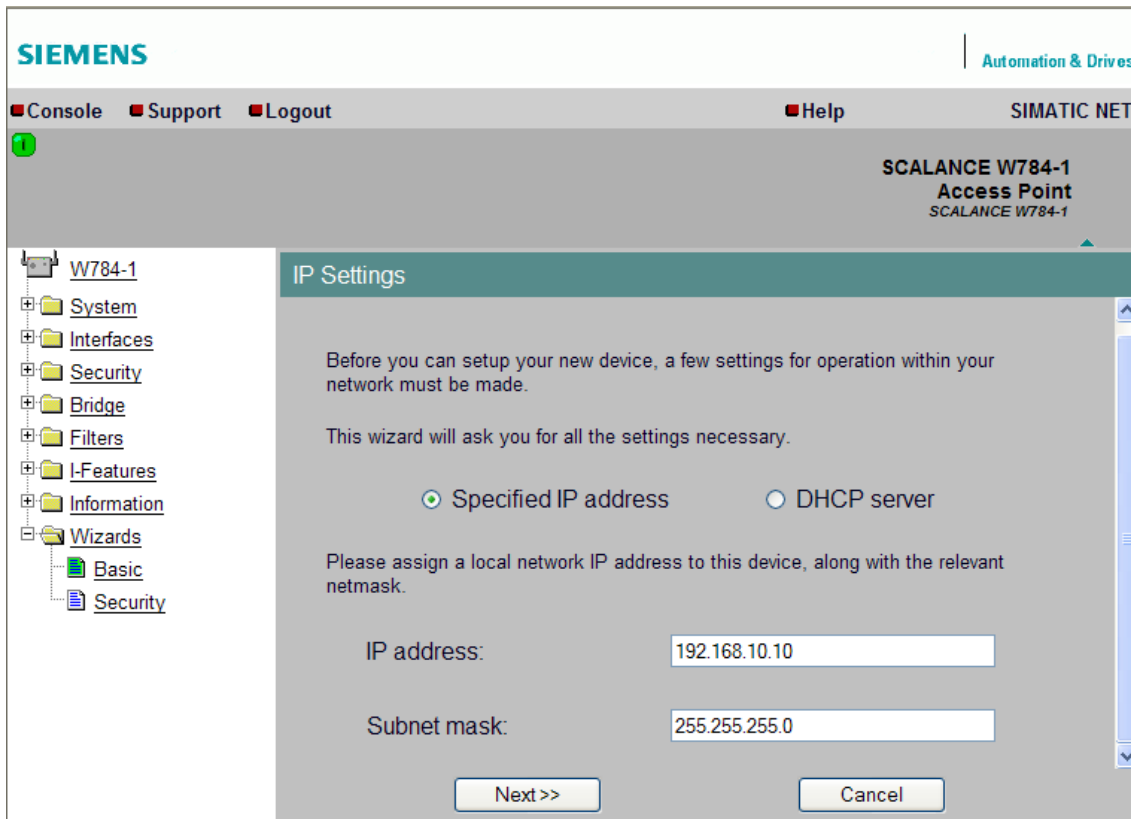


Figura 3.5.45 Asignación de dirección IP

2- La siguiente opción del asistente es la de darle un nombre al dispositivo.

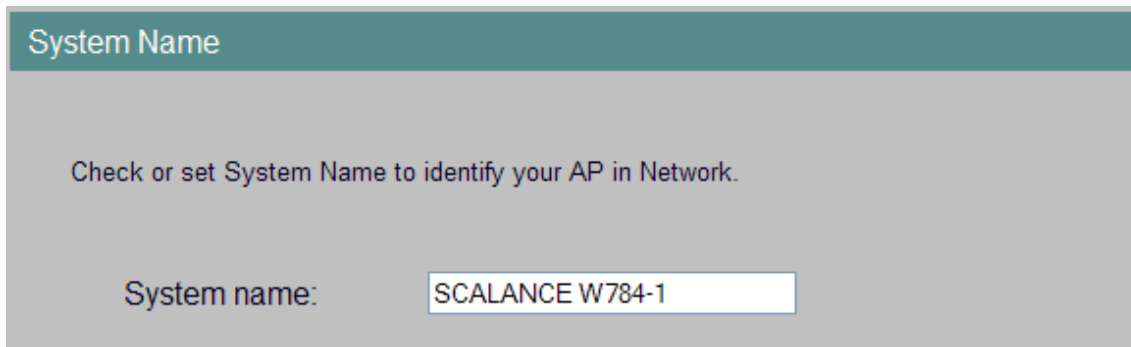
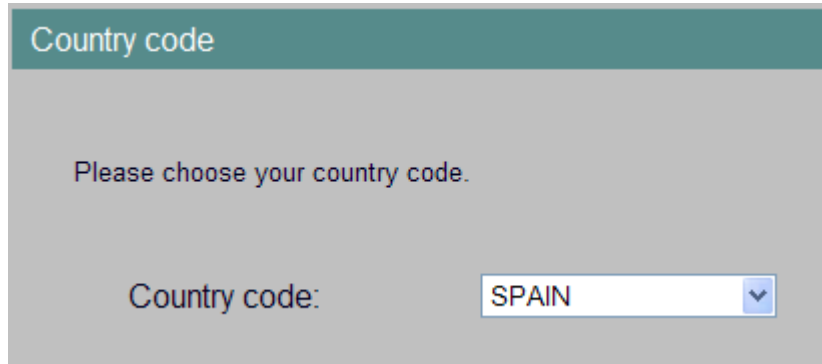


Figura 3.5.46 Asignación del nombre para el Punto de Acceso

Como podemos apreciar, estos dos primeros pasos son los que hemos definido en Primary Setup Tool. Con esto, podemos afirmar que, una vez predefinidos estos parámetros con dicho programa, ya no es necesario volver a usarlo. Con un aparato ya configurado, y sabiendo su dirección IP, podemos acceder a él con Web Based Manager a través de un navegador web cualquiera. Dicho esto sigamos con el asistente.

- 3- El paso tercero consiste en elegir el país donde se va a hacer uso del dispositivo. Esto es así por la razón de que en algunos países se trabaja con diferentes bandas de frecuencia para la comunicación WLAN.



Country code

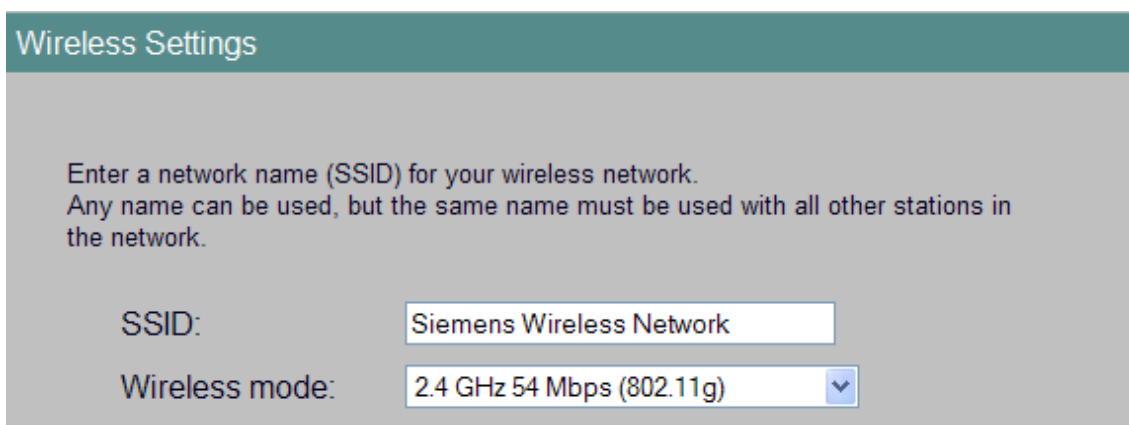
Please choose your country code.

Country code: SPAIN

Figura 3.5.47 Elección del país

- 4- En este paso introducimos el SSID o nombre de la red inalámbrica que queremos que cree nuestro Punto de Acceso. También debemos indicar la frecuencia de emisión. Hemos elegido una frecuencia de 2.4 GHz, 54 Mbps (802.11g).

Nota: Como nos indica el asistente, cualquier nombre puede ser usado para nombrar la red, pero ese mismo nombre debe ser usado en las otras estaciones de la red para lograr una comunicación correcta. Al igual que con el SSID, las otras estaciones clientes de este punto de acceso deben trabajar a la misma frecuencia para poder comunicarse entre sí.



Wireless Settings

Enter a network name (SSID) for your wireless network.
Any name can be used, but the same name must be used with all other stations in the network.

SSID: Siemens Wireless Network

Wireless mode: 2.4 GHz 54 Mbps (802.11g)

Figura 3.5.48 Configuración del SSID y de la frecuencia de trabajo

- 5- El último paso a configurar es el que se muestra en la siguiente ilustración, y en el que se puede apreciar que los hemos seleccionado “Auto channel select” para que el mismo dispositivo elija el canal inalámbrico con el que trabajará la interfaz inalámbrica. Podemos también ajustar los parámetros de la doble antena del dispositivo para que la transmisión se ajuste automáticamente al mayor valor posible. En nuestro caso no poseemos antena, así que dejamos este apartado tal y como está.

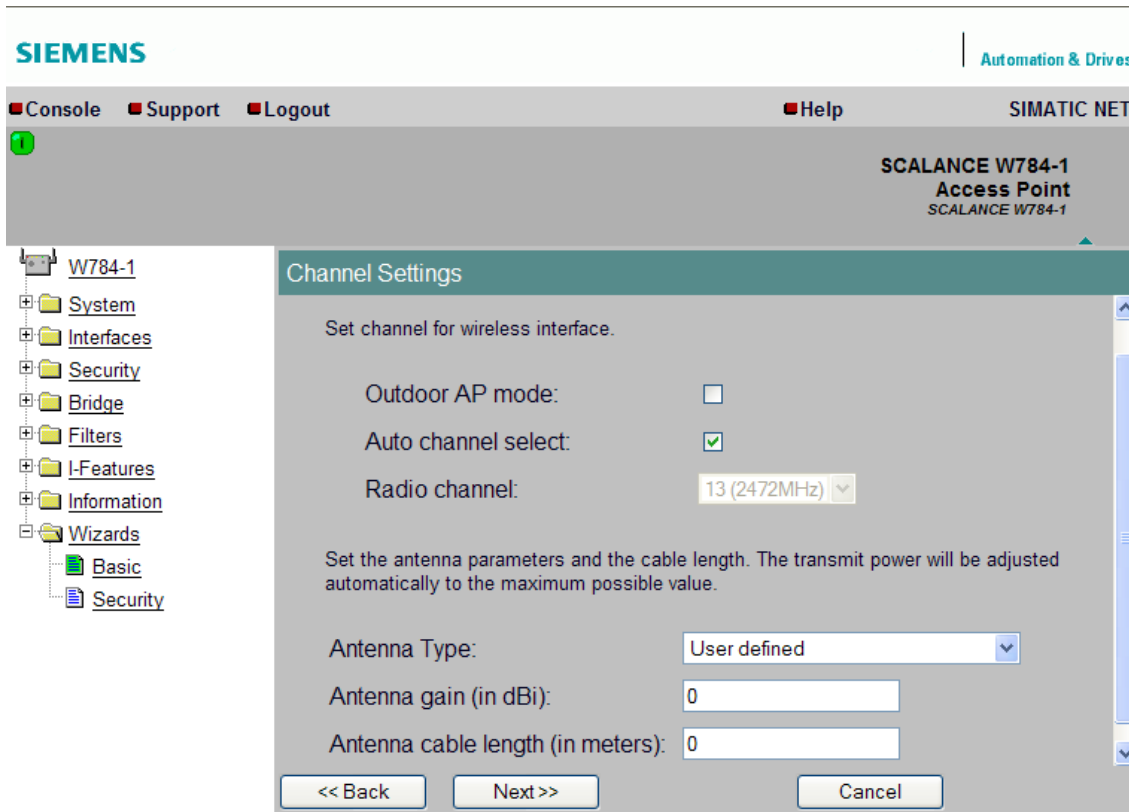


Figura 3.5.49 Definición de parámetros del canal

- 6- La última ventana nos muestra un resumen de la configuración de los parámetros realizada hasta el momento. Nos cercioramos de que esté todo correcto y en ese caso, finalizamos clicando en el botón Finish para guardar los cambios.

➤ Security Wizard

Una vez realizado con éxito el Basic Wizard, proseguiremos configurando los parámetros de seguridad de la estación con el Security Wizard. Para iniciarlo, basta con clicar en el explorador del dispositivo situado a la izquierda de la ventana en Wizards>>Security. Vamos a hacer una descripción de los pasos de los que consta dicho asistente:

- 1- El primer paso que nos encontramos nos permite cambiar la contraseña del administrador. Como no deseamos hacerlo, no tocamos nada.

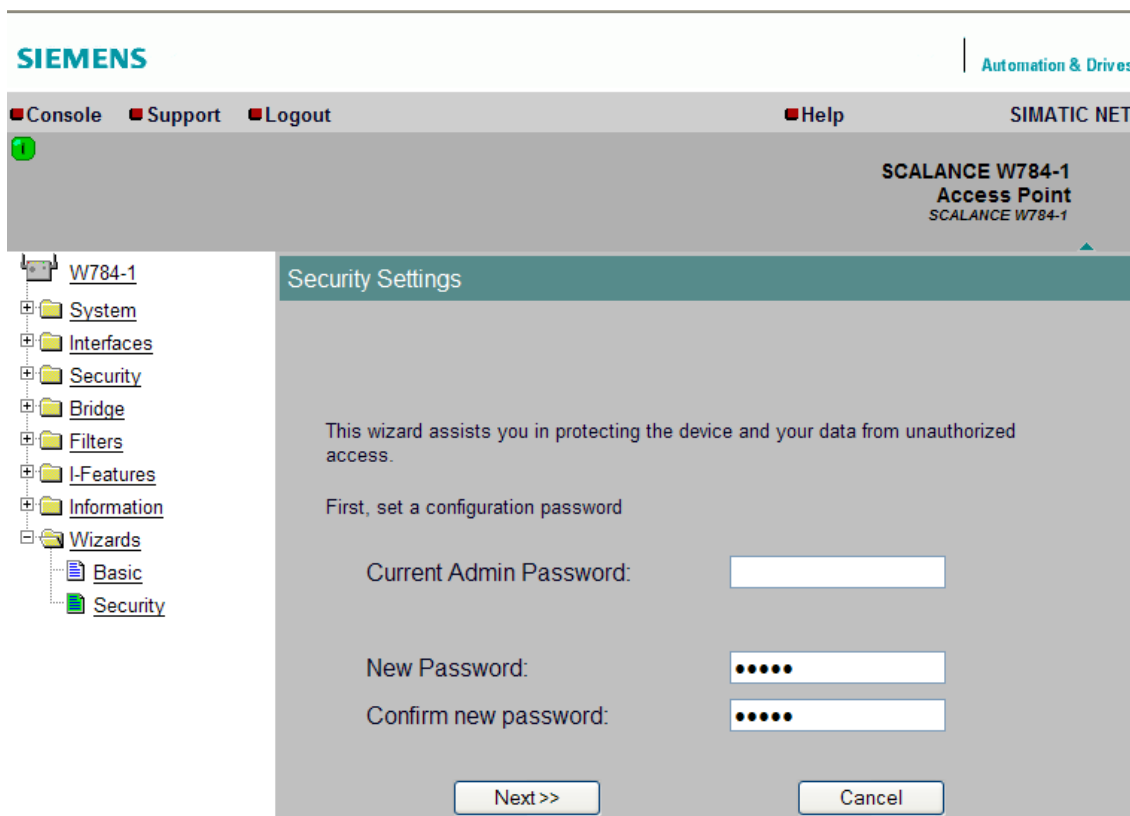
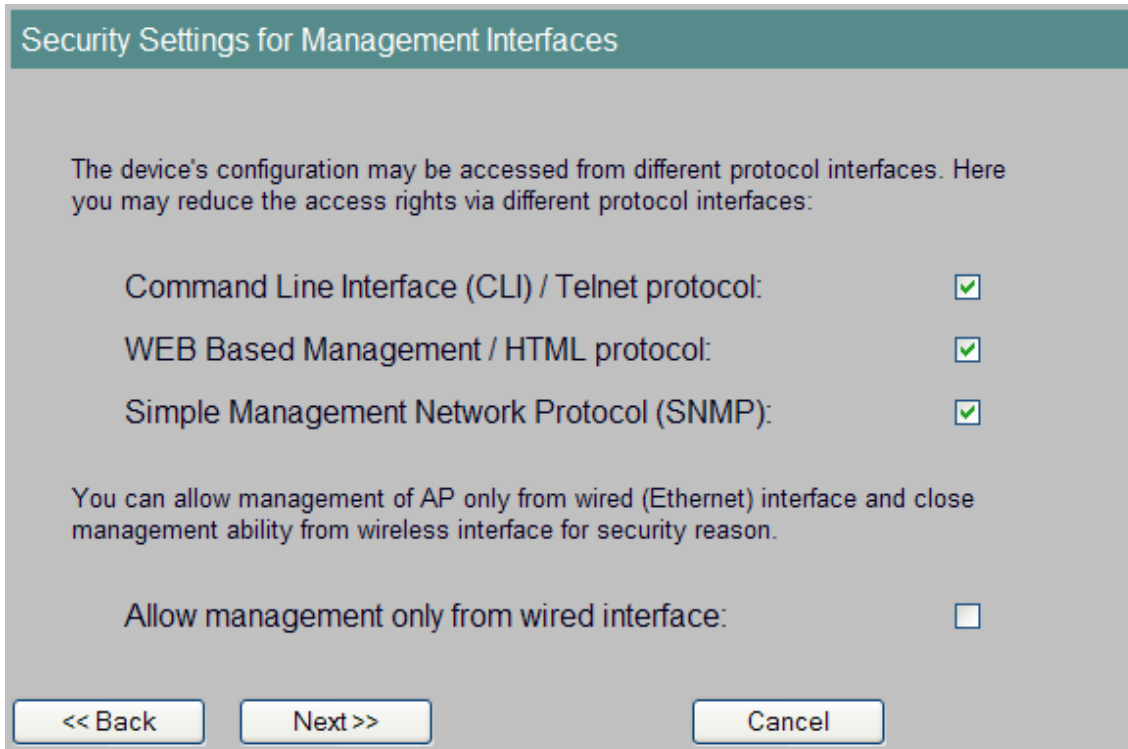


Figura 3.5.50 Configurar parámetros de seguridad

- 2- En el nuevo paso que se muestra podemos indicar los diferentes protocolos por los que se puede acceder a configurar y administrar el dispositivo. Los dejamos todos seleccionados. En la parte inferior, podemos seleccionar o no, que por motivos de seguridad, la estación solo pueda ser administrada a través de dispositivos que estén conectados al anterior mediante cable y no inalámbricos. La dejamos deseleccionada.



Security Settings for Management Interfaces

The device's configuration may be accessed from different protocol interfaces. Here you may reduce the access rights via different protocol interfaces:

Command Line Interface (CLI) / Telnet protocol:	<input checked="" type="checkbox"/>
WEB Based Management / HTML protocol:	<input checked="" type="checkbox"/>
Simple Management Network Protocol (SNMP):	<input checked="" type="checkbox"/>

You can allow management of AP only from wired (Ethernet) interface and close management ability from wireless interface for security reason.

Allow management only from wired interface:

<< Back Next >> Cancel

Figura 3.5.51 Definición de parámetros de seguridad para administración

- 3- A continuación, podemos especificar el permiso de acceso a una comunidad determinada cuando usamos el protocolo SNMP. Le dejamos que solo se puedan leer datos usando dicho protocolo seleccionando la casilla de la opción “SNMPv1/v2 read only”.

Nota: SNMP o Protocolo Simple de Administración de Red permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver sus problemas y planear su crecimiento. Es parte de la familia de TCP/IP.

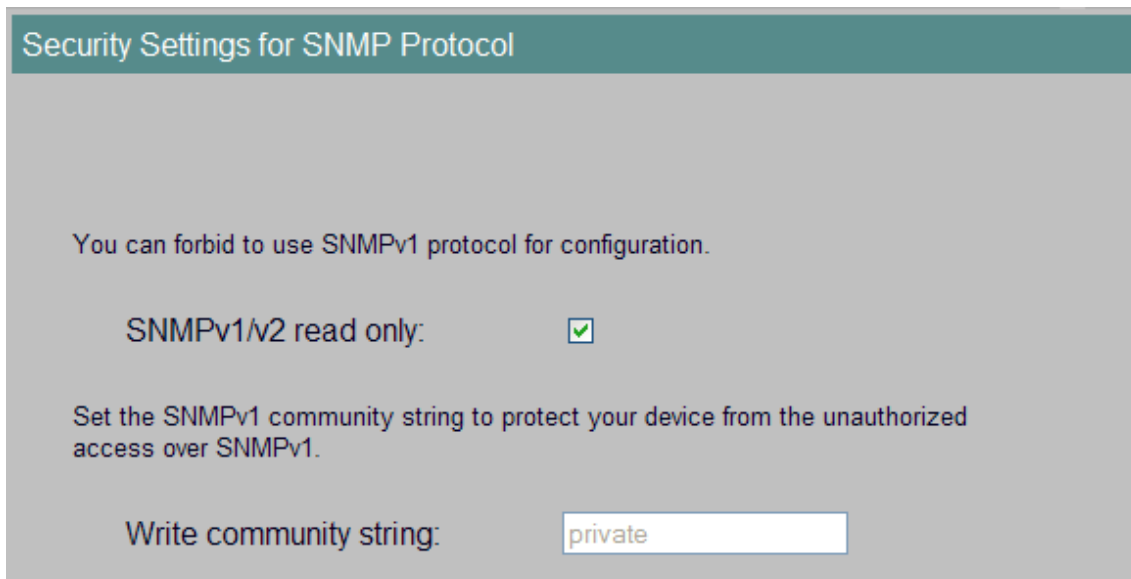


Figura 3.5.52 Protocolo SNMP para configuración permitido

- 4- Este paso trata de dar permisos en el dominio de la SSID, la cual debemos asegurarnos de que es Wireless Siemens Network, como la habíamos nombrado en el Basic Wizard. Vamos a describir las opciones que se presentan a continuación:
- a) Suppress SSID broadcasting: si activamos esta opción, sólo damos permiso a que los equipos clientes cuya SSID sea la misma que la del punto de acceso se puedan conectar a él. La dejamos sin activar.
 - b) Inter SSID communication: permite que los clientes inalámbricos con una determinada SSID puedan comunicarse con otros clientes que tengan otra SSID distinta. Activamos esta opción.

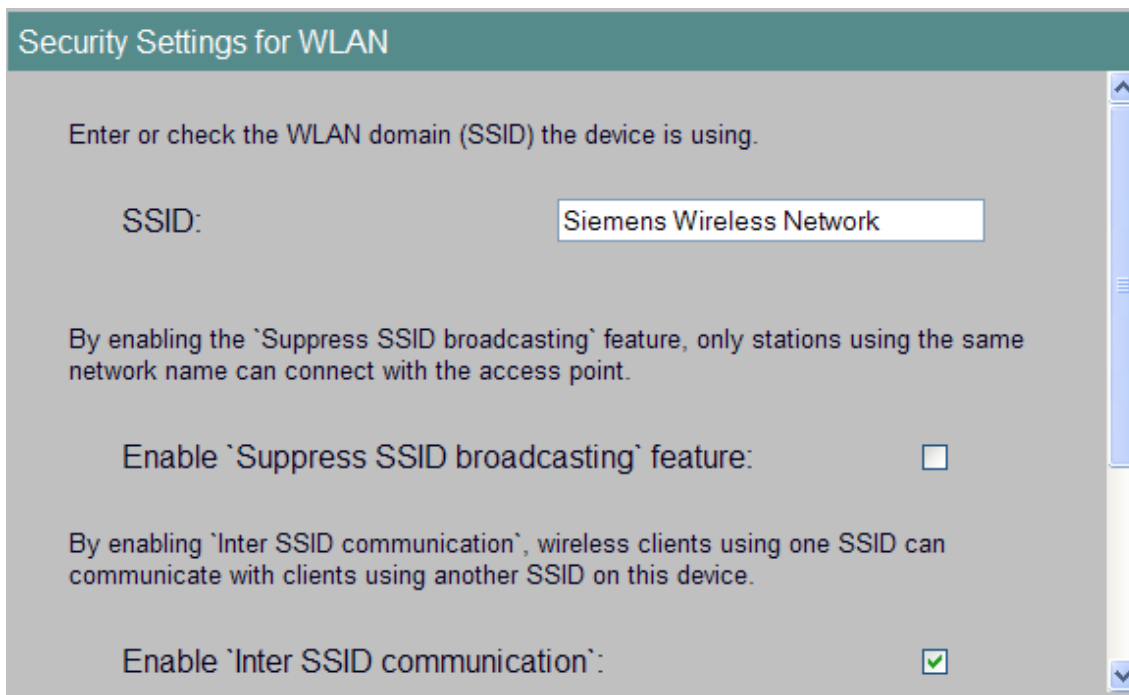


Figura 3.5.53 Definición de permisos 1

c) Intracell communication: presenta varias opciones a elegir.

- Seleccionando “Allowed”, los clientes inalámbricos pueden comunicarse sin limitaciones.
- Seleccionando “Intracell blocking”, los clientes inalámbricos no pueden comunicarse directamente el uno con el otro.
- Seleccionando “Ethernet blocking”, los clientes inalámbricos no pueden comunicarse con clientes de la interfaz cableada.

Elegimos la opción “Allowed”.

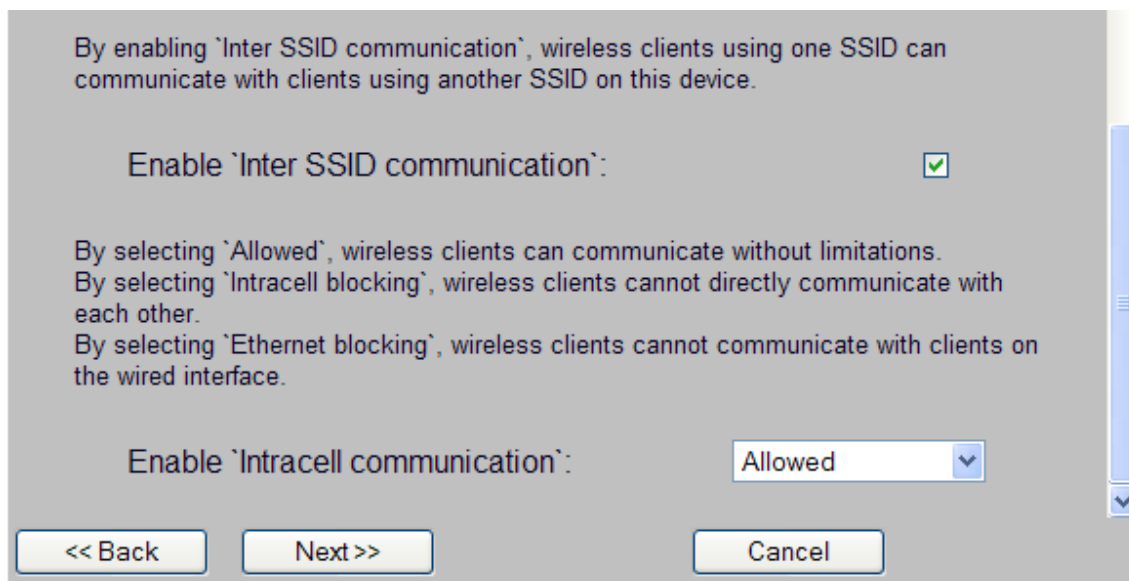


Figura 3.5.54 Definición de permisos 2

- 5- En este paso debemos indicar el nivel de seguridad de la red inalámbrica Siemens Wireless Network. Hemos elegido, entre otros, un nivel de seguridad “Low (Shared Key)” puesto que creemos que no hace falta un nivel de seguridad máximo para realizar este ejercicio de comunicación. Con una simple contraseña basta.

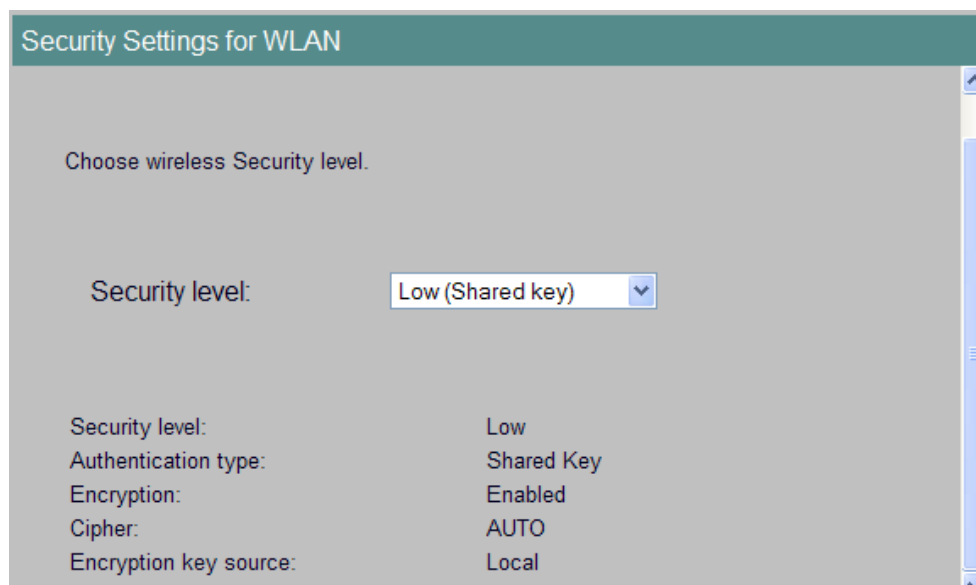


Figura 3.5.55 Definición del nivel de seguridad

- 6- Una vez definido el nivel de seguridad de la red, debemos especificar la contraseña. Como queremos establecer una contraseña personalizada (siemens012345), indicamos que reconozca la longitud de forma automática. Al tratarse de una contraseña escrita en ASCII y no hexadecimal, debemos indicar los caracteres de los que está compuesta entre comillas, ya sean simples o dobles, tal y como se muestra en la siguiente ilustración.

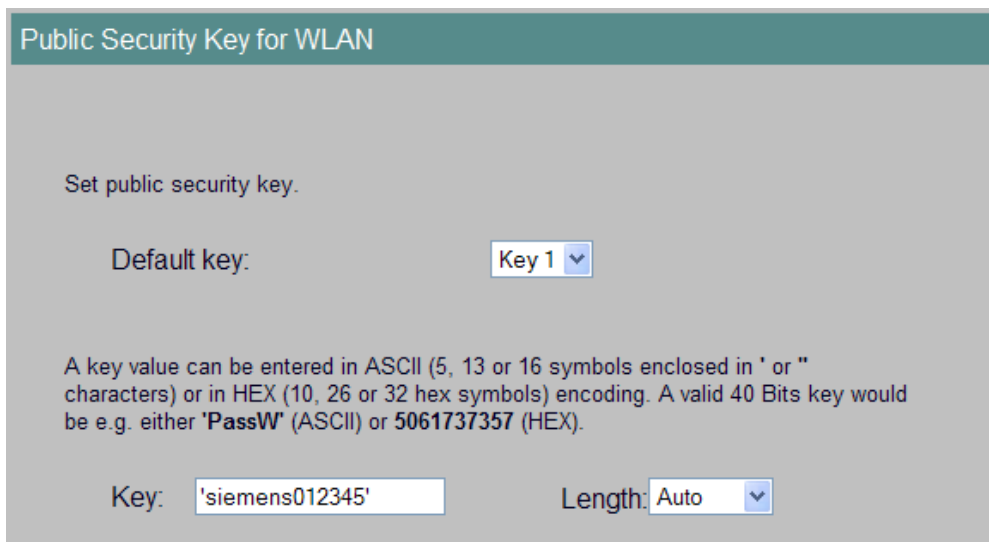


Figura 3.5.56 Asignación de contraseña

- 7- Un resumen de lo realizado hasta ahora aparece antes de seguir con el siguiente paso. Comprobamos de que todo es correcto y seguimos con el asistente.
- 8- Por último, el asistente nos da unas recomendaciones por si quisiésemos aumentar la seguridad antes de finalizar. Finalizamos nuestro asistente clicando en “Finish”.

Una vez realizado el Security Wizard, nos pedirá reiniciar el dispositivo para que los cambios se apliquen correctamente.

Configuración de SCALANCE W746-1

Al igual que hemos hecho con el SCALANCE W784-1, lo primero que debemos hacer para configurar esta estación, y comprobando que está conectada mediante cable al PC, es iniciar el buscador web e introducir la IP asignada en Primary Setup Tool, que no es otra que la dirección 192.168.10.11.

Este dispositivo, a diferencia del anterior, sólo puede trabajar como cliente, por lo que no debemos indicar como en el caso anterior en qué modo trabajará.

Hacemos Log On como administrador, que como sabemos, por defecto lleva asociada la contraseña “admin”. Vamos a seguir el guión del apartado anterior, es decir, iniciaremos los dos asistentes que contiene el Web Based Management del SCALANCE W746-1, tanto el Basic Wizard como el Security Wizard, los cuales podemos encontrar en el explorador del dispositivo situados al margen izquierdo de la ventana dentro de la carpeta Wizards.

➤ Basic Wizard

Este asistente es muy similar al del Punto de Acceso que hemos configurado en el apartado anterior, pero con algunos parámetros dirigidos al modo cliente.

Los tres primeros pasos son los mismos, en lo que hay que indicar:

- 1- Si queremos una dirección IP específica o que la genere un servidor DHCP, y en caso de ser específica, indicar dicha dirección IP así como la máscara de subred correspondiente.
- 2- Indicar el nombre de la estación, en nuestro caso SCALANCE W746-1.
- 3- Elegir el país donde vamos a usar el dispositivo. No puede ser otro sino “Spain”.
- 4- El cuarto paso ya varía respecto al Basic Wizard del SCALANCE W784-1. En primer lugar debemos indicar mediante la selección de la casilla “Connect to any SSID” si queremos que nuestro dispositivo cliente se conecte a cualquier punto de acceso, el que le permita mejor conectividad y velocidad de transferencia de datos. Como no es de nuestro deseo, no la seleccionamos.

Abajo debemos indicar el nombre de la SSID de la red del equipo con la que queremos que trabaje, Siemens Wireless Network, así como la frecuencia de transmisión. Debemos señalar la misma frecuencia con la que trabaja el punto de acceso para que la comunicación sea posible. Si recordamos, es una frecuencia de 2,4 GHz a 54 Mbps.

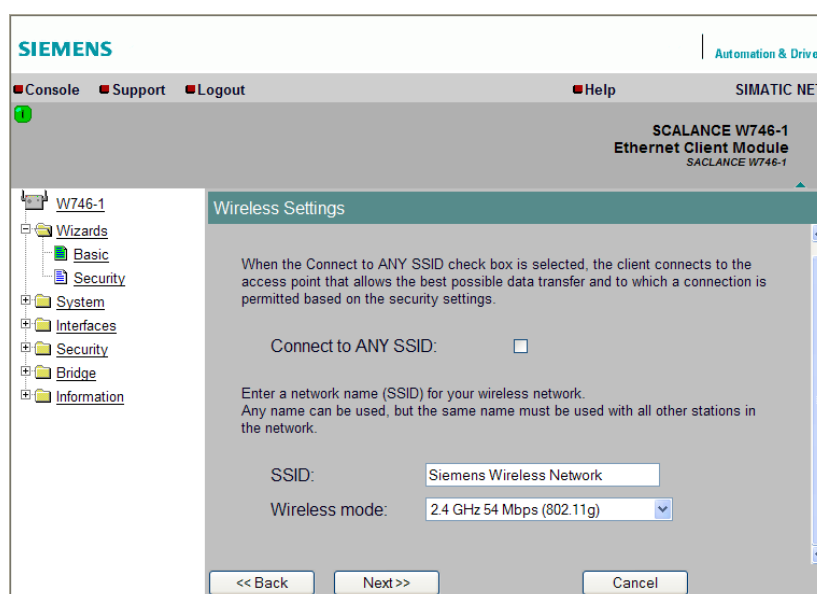


Figura 3.5.57 Asignación de SSID y frecuencia de trabajo

- 5- En el siguiente paso hay que establecer si vamos a trabajar en exteriores o no, señalando la casilla "Outdoor client mode" si se da el caso de que el dispositivo se encuentra en el exterior, pero como vamos a trabajar en espacios cerrados no la señalamos. También es de utilidad especificar los parámetros correspondientes a la doble antena que se acopla a la estación, como pueden ser su ganancia y los metros del cable. Al SCALANCE no se le ha acoplado ninguna antena, por lo que no tocamos nada en este apartado.

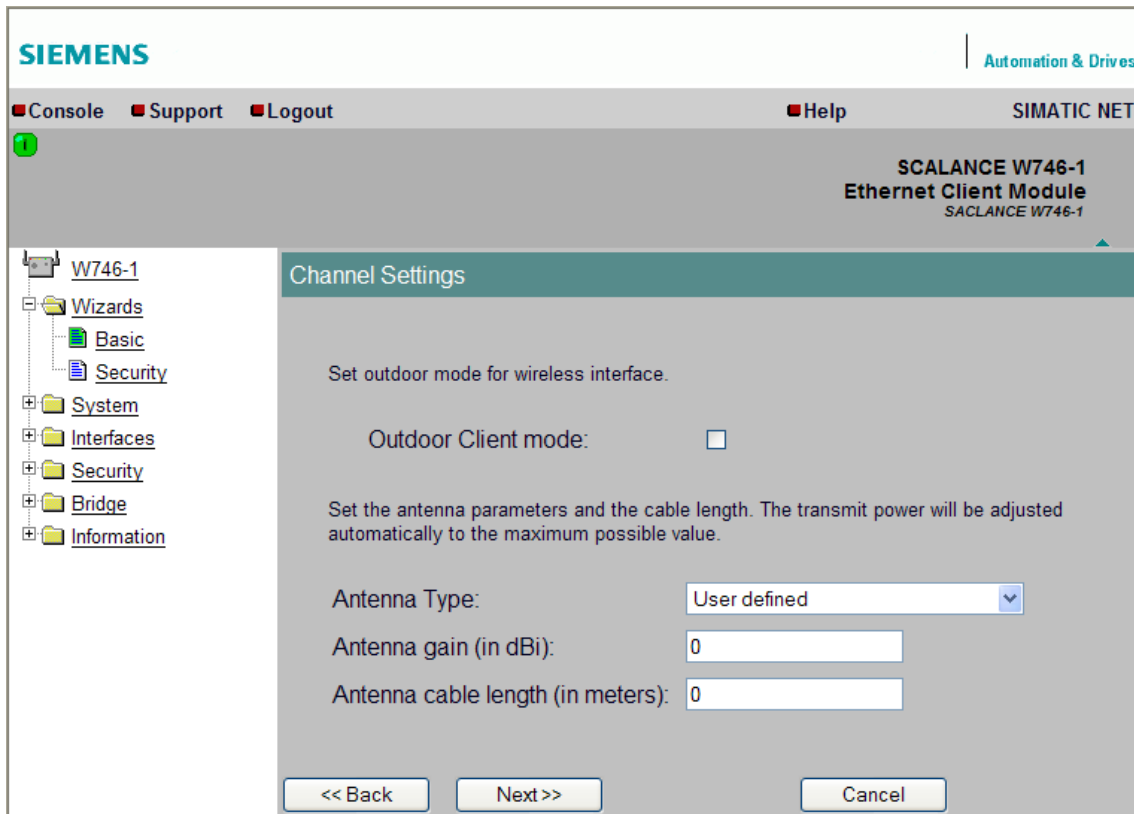


Figura 3.5.58 Ajustes del canal

- 6- En este sexto paso el asistente nos propone que indiquemos una dirección MAC a la estación. Elegiremos la opción “Adopt own MAC” para que su dirección MAC sea la de fábrica.

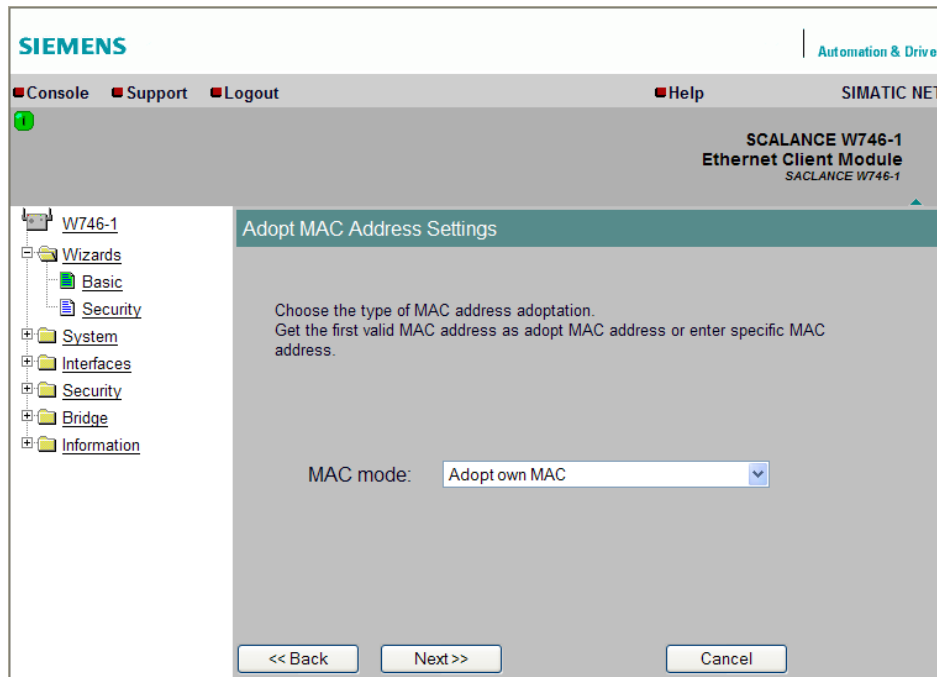


Figura 3.5.59 Adopción de la MAC

- 7- Por último, se genera un resumen de todos los pasos que hemos realizado en el asistente y los principales parámetros definidos. Si todo está correcto, finalizamos clicando en el botón “Finish”.

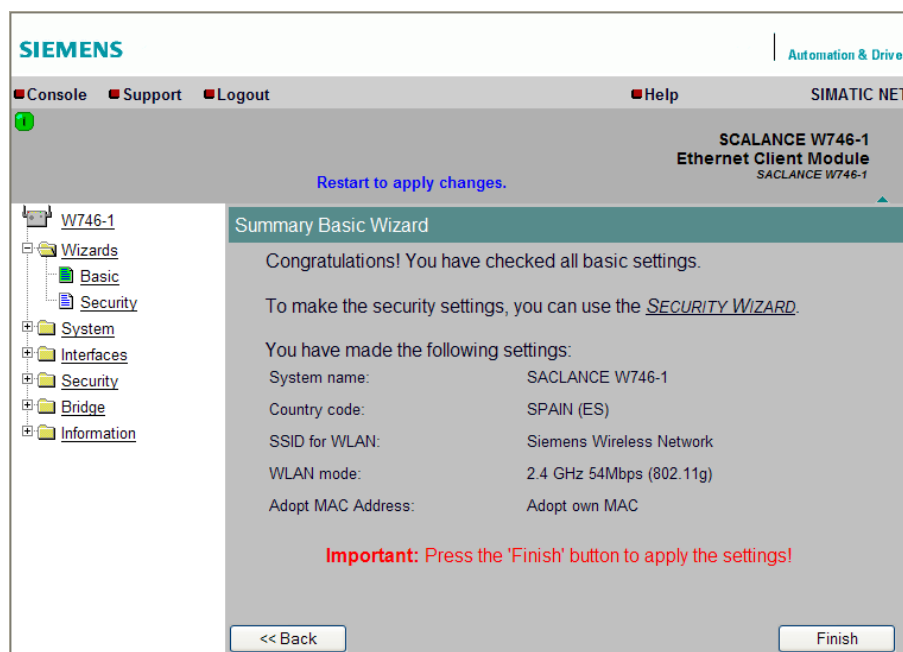


Figura 3.5.60 Ventana resumen del Basic Wizard

Ya hemos finalizado la configuración de los parámetros básicos, por lo que proseguimos estableciendo los parámetros de seguridad en el Security Wizard.

➤ **Security Wizard**

La configuración de los parámetros de seguridad en la estación cliente va a ser lógicamente más sencilla que en el punto de acceso, pues es el anterior el que define y establece los principales puntos de seguridad en la red que crea él mismo.

Al igual que sucede con el Basic Wizard, los tres primeros pasos son idénticos en los dos dispositivos que estamos configurando.

- 1- En este primer paso nos pide cambiar la contraseña para el administrador. Directamente pasamos al siguiente paso pues vamos a dejar la contraseña actual.
- 2- En el segundo paso dejaremos las opciones tal y como vienen por defecto, ya que queremos que se pueda administrar el dispositivo a través de cualquiera de los tres protocolos posibles y a través de estaciones interconectadas ya sea mediante cable o la interfaz inalámbrica.
- 3- Llegados a este punto, prohibiremos la configuración del SCALANCE a través del protocolo SNMP y permitiendo que solo se puedan leer datos. Para ello seleccionamos la opción "SNMPv1/v2 read only".

- 4- Directamente después de los tres pasos anteriores pasamos a determinar el nivel de seguridad para la red inalámbrica. Hay que remarcar, que si queremos que este módulo cliente se comuniquen con el punto de acceso cuya SSID era Siemens Wireless Network debemos indicar el mismo nivel de seguridad y contraseña que le conferimos a la red creada por dicho punto de acceso. Establecemos un nivel de seguridad "Low (Shared Key)".

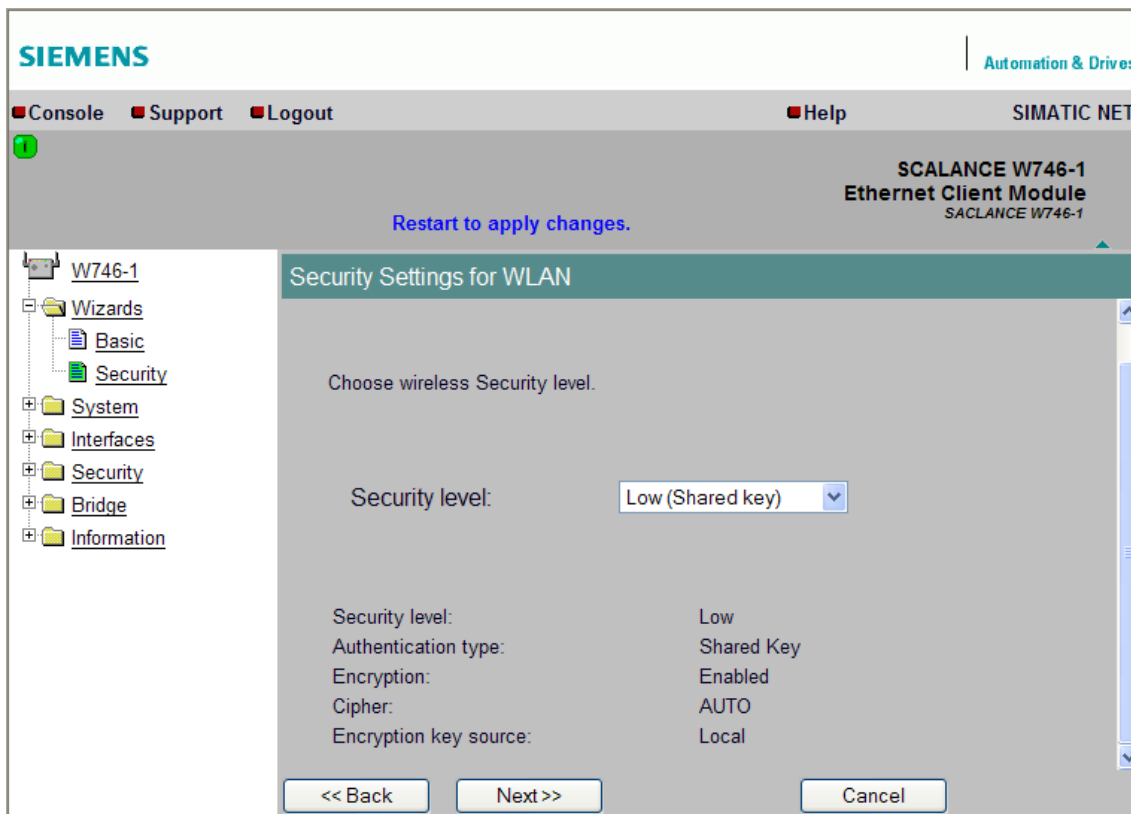


Figura 3.5.61 Definición del nivel de seguridad

- 5- Al indicar el nivel de seguridad, como era de suponer, el asistente nos lleva a un siguiente paso en el que tendremos que establecer la contraseña, que como hemos indicado anteriormente, deberá coincidir con la que establecimos en el punto de acceso. Dicha contraseña no es otra que 'siemens012345' en ASCII entre comillas simples o dobles y de longitud reconocida de forma automática por la estación.

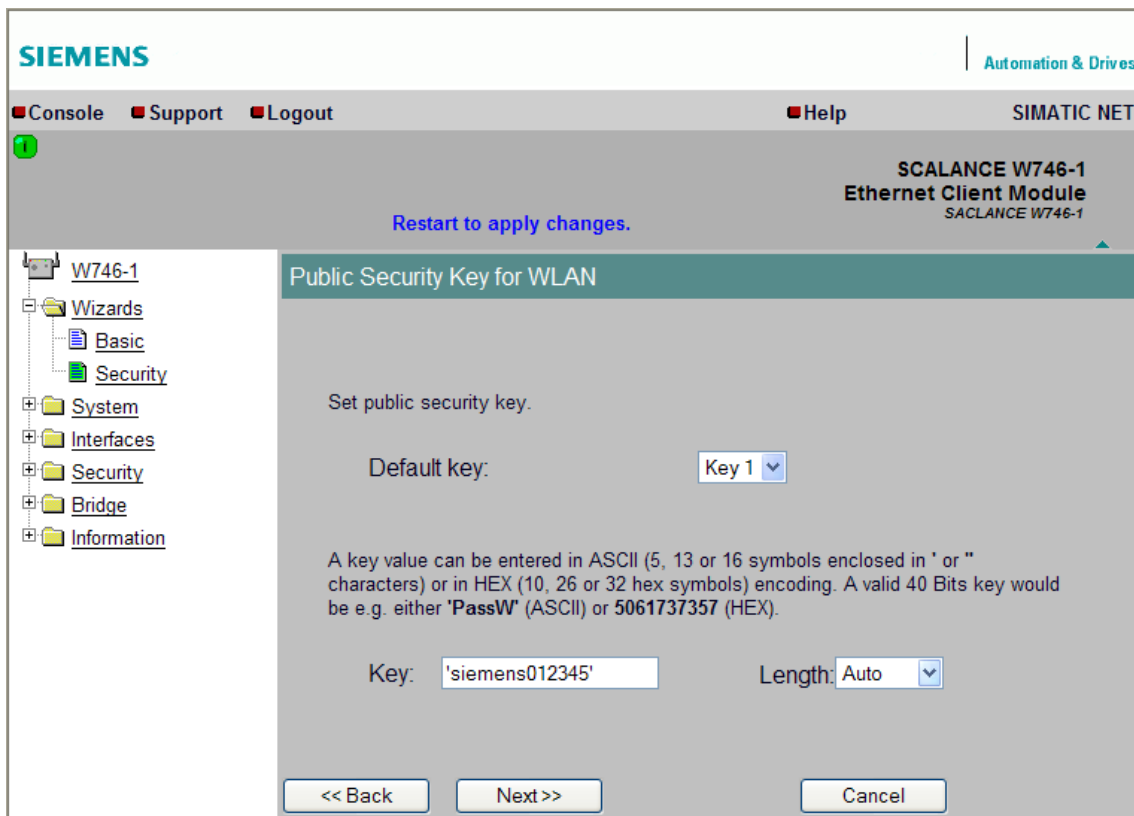


Figura 3.5.62 Asignación de la contraseña

- 6- Establecido el nivel de seguridad para la red, y para finalizar, el asistente nos dirige hacia un sumario de todo lo parametrizado hasta el momento. Revisamos y comprobamos que no nos hemos equivocado.

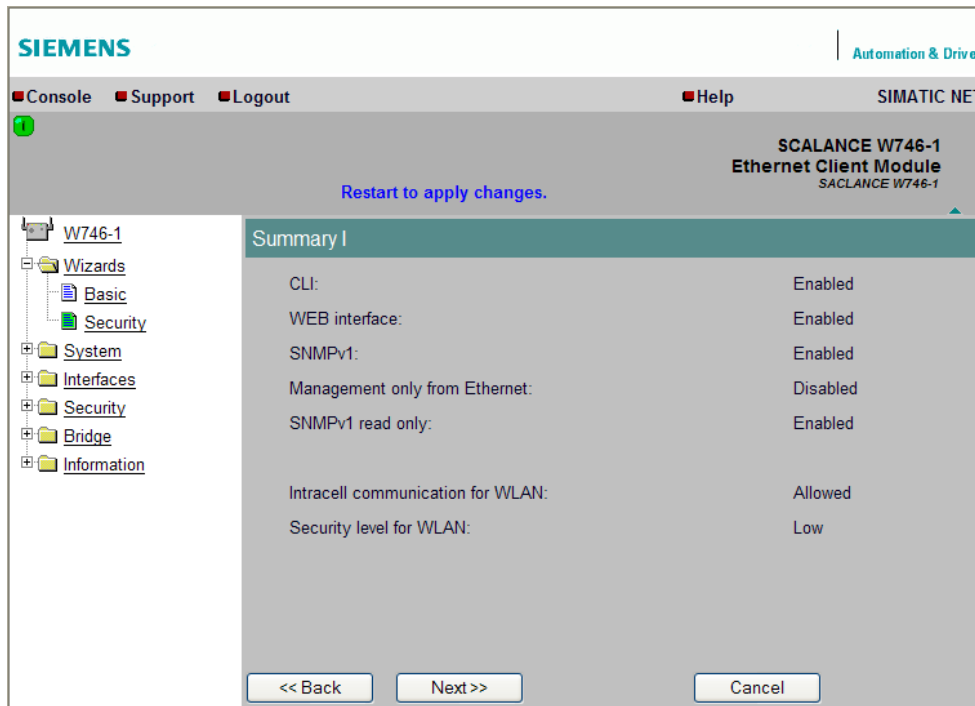


Figura 3.5.63 Resumen del Basic Wizard

- 7- La última parte del Security Wizard nos indica que hemos revisado correctamente todos los parámetros de seguridad. Además nos sugiere unas recomendaciones para un nivel de seguridad mayor. Para guardar los cambios realizados en el asistente debemos pulsar el botón “Finish” y seguidamente, para que todo surta efecto reiniciamos el dispositivo.

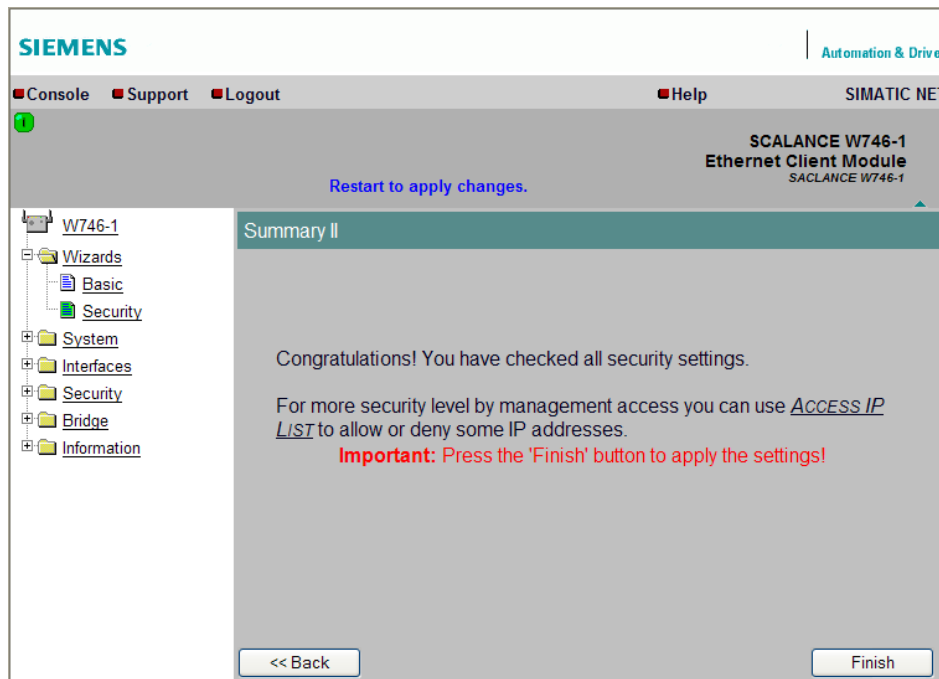


Figura 3.5.64 Ventana del Security Wizard realizado con éxito

Realizado todo lo descrito hasta el momento, se puede afirmar que están configurados los dispositivos inalámbricos para que los equipos S7-300 y S7-200 puedan comunicarse como Servidor y Cliente respectivamente.

Para finalizar, se disponen todos los dispositivos para formar la topología de red descrita al comienzo de este ejercicio, y cargados los programas correspondientes en las dos CPU's, ya están listos para comunicarse entre sí vía Industrial Ethernet de forma inalámbrica. Las entradas del S7-300 deberían mostrarse como salidas en el S7-200 y viceversa, de acuerdo con lo descrito en el ejercicio de comunicación primero.

Capítulo 4

Sistemas SCADA. Aplicación práctica

4.1 Introducción a los sistemas SCADA

SCADA es un acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Control Y Adquisición de Datos de Supervisión en castellano). Los sistemas SCADA utilizan los ordenadores y tecnologías de comunicación para automatizar la monitorización y el control de procesos industriales. Estos sistemas son partes integrales de la mayoría de los ambientes industriales complejos o muy geográficamente dispersos, ya que pueden recoger la información de una gran cantidad de fuentes muy rápidamente, y representarla a un operador en una forma amigable. Los sistemas SCADA mejoran la eficacia del proceso de monitorización y control proporcionando la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas.

Los sistemas SCADA pioneros eran simplemente sistemas de telemetría que proporcionaban reportes periódicos de las condiciones de campo vigilando las señales que representaban medidas y/o condiciones de estado en ubicaciones de campo remotas. Estos sistemas ofrecían capacidades muy simples de monitorización y control, sin proveer funciones de aplicación alguna. La visión del operador en el proceso estaba basada en los contadores y las lámparas detrás de paneles llenos de indicadores. Mientras la tecnología se desarrollaba, los ordenadores asumieron el papel de manejar la recolección de datos, disponiendo comandos de control, y una nueva función, la representación de la información sobre una pantalla de CRT. Los ordenadores agregaron la capacidad de programar el sistema para realizar funciones de control más complejas.

Los primeros sistemas automatizados SCADA fueron altamente modificados con programas de aplicación específicos para atender a requisitos de algún proyecto particular. Como ingenieros de varias industrias intervinieron en el diseño de estos sistemas, su percepción de SCADA adquirió las características de su propia industria. Proveedores de sistemas de software SCADA, deseando reutilizar su trabajo previo sobre los nuevos proyectos, perpetuaron esta imagen de industria, específicos por su propia visión de los ambientes de control con los cuales tenían experiencia. Solamente cuando nuevos proyectos requirieron funciones y aplicaciones adicionales, hizo que los desarrolladores de sistemas SCADA tuvieran la oportunidad de desarrollar experiencia en otras industrias.

Hoy, los proveedores de SCADA están diseñando sistemas que son pensados para resolver las necesidades de muchas industrias con módulos de software industria específicos disponibles para proporcionar las capacidades requeridas comúnmente. No es inusual encontrar software SCADA comercialmente disponible adaptado para procesamiento de papel y celulosa, industrias de aceite y gas, hidroeléctricas, generación y provisión de agua, control de fluidos, etc. Puesto que los proveedores de SCADA aún tienen tendencia en favor de algunas industrias sobre otras, los compradores de estos sistemas a menudo dependen del proveedor para una comprensiva solución a su requisito, y generalmente procurar seleccionar un vendedor que pueda ofrecer una completa solución con un producto estándar que esté apuntado hacia las necesidades específicas del usuario final. Si selecciona a un vendedor con experiencia limitada en la industria del comprador, el comprador debe estar preparado para asistir al esfuerzo de ingeniería necesario para desarrollar el conocimiento adicional de la industria requerido por el vendedor para poner con éxito el sistema en ejecución.

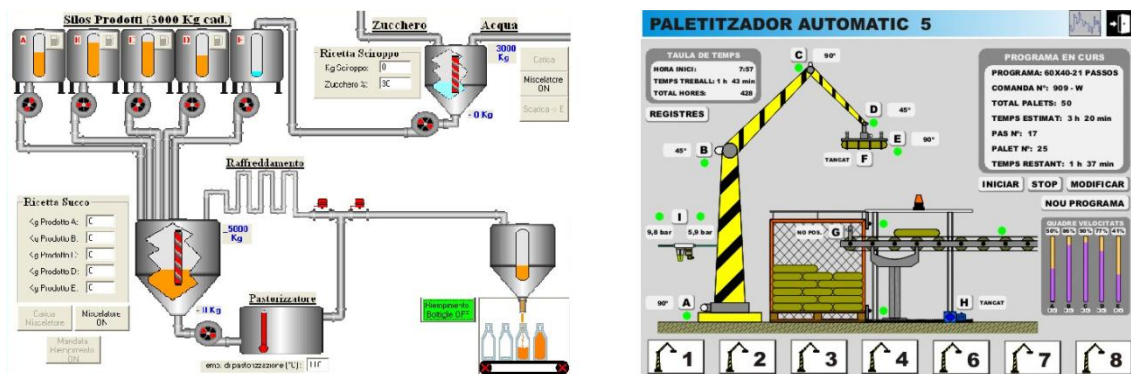


Figura 4.1 Visualización de distintos procesos mediante sistemas SCADA

La mayoría de los sistemas SCADA que son instalados hoy se está convirtiendo en una parte integral de la estructura de generación de la información corporativa. Estos sistemas ya no son vistos por la gerencia simplemente como herramientas operacionales, sino como un recurso importante de información. En este papel continúan sirviendo como centro de responsabilidad operacional, pero también proporcionan datos a los sistemas y usuarios fuera del ambiente del centro de control que dependen de la información oportuna en la cual basan sus decisiones económicas cotidianas. La mayoría de los vendedores principales de SCADA han reconocido esta tendencia, y están desarrollando rápidamente métodos eficientes para hacer disponibles los datos, mientras protegen la seguridad y funcionamiento del software SCADA. La arquitectura de los sistemas de hoy integra a menudo muchos ambientes de control diferentes, tales como tuberías de gas y aceite, en un solo centro de control.

Para alcanzar un nivel aceptable de tolerancia de fallas con estos sistemas, es común tener ordenadores SCADA redundantes operando en paralelo en el centro primario del control, y un sistema de reserva del mismo situado en un área geográficamente distante. Esta arquitectura proporciona la transferencia automática de la responsabilidad del control de cualquier ordenador que pueda llegar a ser de difícil acceso por cualquier razón, a una computadora de reserva en línea, sin interrupción significativa de las operaciones.

Para concluir, resaltar que en la actualidad las últimas tendencias en sistemas SCADA no se limitan únicamente al alojamiento del mismo en paneles de operador u ordenadores situados en planta. Como se ha dicho anteriormente, se han convertido en un recurso importante de información en la cual basan las industrias para decisiones económicas, por lo que se están implantando SCADAS basados en Web para a través de redes WAN como Internet poder controlar y recoger información del proceso desde cualquier nivel de la pirámide CIM, o incluso, desde cualquier parte del mundo. Como ejemplo, mencionar que estos SCADAS Web son muy útiles para empresas multinacionales con sedes distribuidas a lo largo del mundo, ya que pueden influir directamente desde cualquiera de ellas en los procesos de sus factorías y viceversa a través de Internet.

4.2 Interfaz Hombre-Máquina

Una vez hecha la introducción a los sistemas SCADA, debemos saber que éstos para realizar su función, hacen uso de los procesadores. Como un SCADA es, al fin y al cabo, un software, debe ser alojado en un sistema que lo provea de dicho procesador. A dicho sistema se le denomina HMI (Human-Machine Interface).

Un sistema HMI representa la interfaz entre el hombre (operador) y el proceso (máquina/instalación). El autómatas posee el verdadero control sobre el proceso. Por lo tanto existe una interfaz entre el operador y el sistema SCADA flexible (en el panel de operador) y una interfaz entre Software SCADA flexible y el autómatas. Un sistema HMI se encarga de:

➤ **Representar procesos**

El proceso se representa en el panel de operador. Si se modifica por ejemplo un estado en el proceso, se actualizará la visualización en el panel de operador.

➤ **Manejar procesos**

El operador puede manejar el proceso a través de la interfaz gráfica de usuario. Por ejemplo, el operador puede especificar un valor teórico para el autómatas o iniciar un motor.

➤ **Emitir avisos**

Si durante el proceso se producen estados de proceso críticos, automáticamente se emite un aviso (por ejemplo, si se sobrepasa un valor límite especificado).

➤ **Archivar valores de proceso y avisos**

El sistema HMI puede archivar avisos y valores de proceso. De esta forma se puede documentar el transcurso del proceso y, posteriormente, también será posible acceder a anteriores datos de producción.

➤ **Documentar valores de proceso y avisos**

El sistema HMI puede emitir avisos y valores de proceso en forma de informe. De este modo podrá, por ejemplo, emitir los datos de producción una vez finalizado el turno.



Figura 4.2 Ilustración de distintos sistemas HMI

4.3 Aplicación práctica

Como aplicación práctica, se desea controlar un proceso mediante sistema SCADA. Para ello, se utilizará la unidad funcional “*Manipulador Electro-Neumático*” que se encuentra en el *Laboratorio de Automática y Robótica* del *Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática* de la *Universidad Politécnica de Cartagena*. Para más información acerca de la unidad funcional, dirigirse al *Anexo B*.

Se va a hacer uso de las nuevas tecnologías presentes en la industria, como Ethernet Industrial, cuyos conocimientos se han adquirido en el capítulo anterior de este proyecto. Por ello, se propone no sólo realizar un sistema SCADA para controlar dicho proceso por medio de un panel de operador táctil mediante IE, sino que además, se implementará un segundo sistema SCADA basado en Web (Web-based-SCADA) para poder monitorizar y controlar las variables de la unidad funcional “*Manipulador Electro-Neumático*” a través de un navegador web desde cualquier equipo conectado a la red IE.

4.3.1 Objetivos

Aprovechando la comunicación realizada en el *Ejercicio de comunicación tercero: Ethernet Industrial inalámbrica entre S7-300 como Servidor de la red y S7-200 como Cliente*. (Véase el apartado 3.4.3 del *Capítulo 3*) se va a controlar la unidad funcional con el equipo SIMATIC S7-200. Además, se dispone de un panel de operador táctil SIMATIC HMI Panel TP177B PN/DP con puerto Ethernet, mediante el cual estableceremos un enlace con el S7-200 para monitorizar y controlar el proceso por medio de un SCADA integrado en dicho panel. Por último, se alojará un segundo SCADA basado en Web en el servidor FTP que posee el procesador de comunicaciones Ethernet de la estación S7-300, desde el cual, se podrá de igual forma monitorizar y controlar el “*Manipulador Electro-Neumático*”.

Cabe destacar que la red creada para la aplicación formará parte de la red Ethernet del *Laboratorio de Automática y Robótica*. De esta forma todos los equipos (PLC's, panel de operador y dispositivos inalámbricos SCALANCE) quedan totalmente integrados en dicha red, con lo cual, se podrán configurar, programar y diagnosticar estos equipos desde cualquier PC/PG del laboratorio, así como acceder de igual forma al Web-based-SCADA del proceso.

Como ya se afirmó anteriormente en el *Capítulo 1: Motivación y objetivos*, se pretende que la realización de esta aplicación práctica se exporte a la docencia de la *Universidad Politécnica de Cartagena*, para que el alumnado se instruya y esté en contacto con las nuevas tecnologías existentes en la industria.

4.3.2 Equipos a utilizar

Para la realización de la aplicación se va a hacer uso de los siguientes equipos:

- 1 Unidad funcional “Manipulador Electro-Neumático”.
- 1 (mínimo) PC con tarjeta de red Ethernet
- 1 CPU 314C-2 DP con fuente de alimentación PS307-2 y un procesador de comunicaciones Ethernet CP343-1 IT.
- 1 CPU 224 AC/DC/Relé con un procesador de comunicaciones Ethernet CP243-1.
- 1 Punto de Acceso industrial SCALANCE W784-1.
- 1 Módulo Cliente industrial SCALANCE W746-1.
- 1 Panel de operador SIMATIC HMI Panel TP177B PN/DP.
- 5 Cables Estándar IE Fast Connect con sus respectivos conectores RJ45 IE Fast Connect Plug 180 en sus extremos.
- 1 Cable PC Adapter MPI para S7-300.
- 1 Cable PC/PPI USB para S7-200.
- 1 Software STEP7 Manager.
- 1 Software STEP7 MicroWIN 32.
- 1 Software WinCC flexible 2007.
- 1 Software HTML Code Generator v1.0 for SIMATIC IT Modules.
- 1 Software navegador Web.
- 1 Software editor de código HTML.
- 1 Software cliente FTP.
- 1 Switch de, al menos, 5 puertos.

Para más información de los equipos, ver *Anexo A*; y acerca de la unidad funcional “Manipulador Electro-Neumático” ver *Anexo B*.

Como los equipos se van a integrar en la red Ethernet del *Laboratorio de Automática y Robótica*, se les han asignado unas direcciones IP según el rango especificado en la red y que estaban en desuso, a saber:

DISPOSITIVO	DIRECCIÓN IP
Touch Panel TP177B PN/DP	192.168.0.194
CP343-1 IT	192.168.0.195
CP243-1	192.168.0.196
PC/PG	192.168.0.197
Punto de Acceso SCALANCE W784-1	192.168.0.198
Módulo Cliente SCALANCE W746-1	192.168.0.199

Tabla 4.3.1 Asignación de direcciones IP a los dispositivos

4.3.3 Topología de red de la aplicación práctica

En la Figura 4.3.1 se muestra la topología empleada para la realización de la aplicación práctica propuesta.

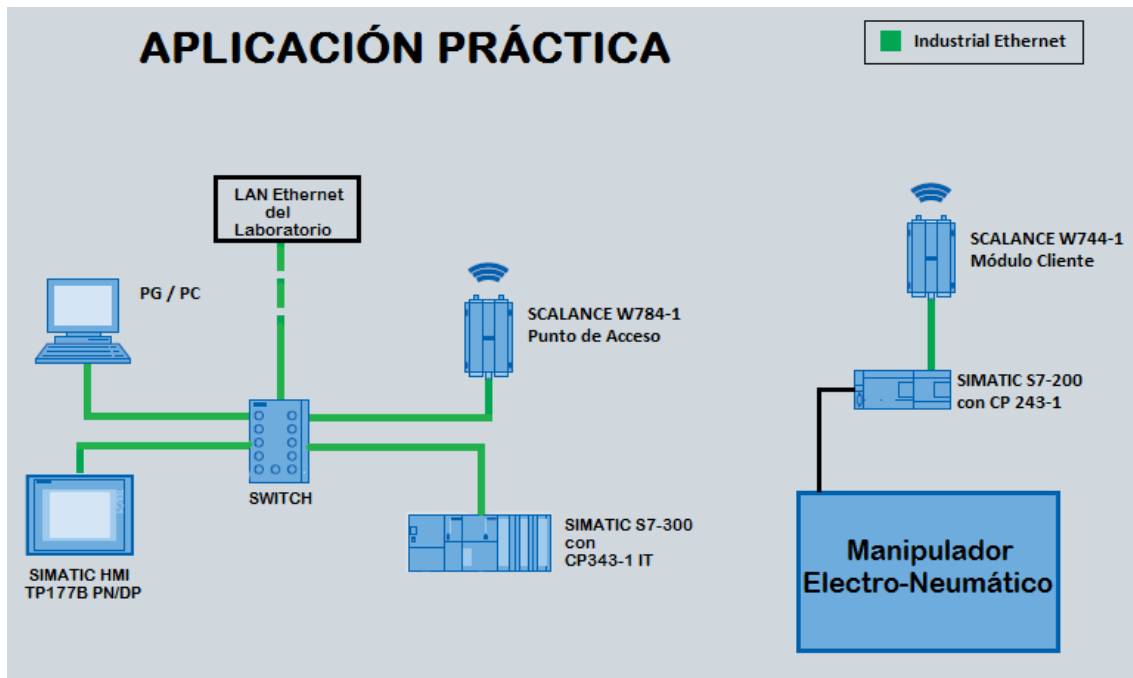


Figura 4.3.1 Topología de la red de la aplicación práctica

4.3.4 Desarrollo de la aplicación práctica

Conexión entre la unidad funcional y S7-200

Una vez conectados todos los equipos entre sí mediante IE con la topología especificada en el apartado anterior, se debe realizar el mapa de conexiones entre la unidad funcional "Manipulador Electro-Neumático" y el autómata de la gama S7-200, que es el que se encargará del control del proceso.

Nota: Para realizar el conexionado, hay que cerciorarse de que la consola donde se encuentra la estación S-200 se encuentra sin alimentación, evitando así posibles averías y accidentes.

Para ello, en la Tabla 4.3.2 se muestran las distintas conexiones entre los dos equipos.

Pin	Descripción	Color de cable	Vble PLC
1	Alimentación 24V	Azul	24V
2	24VDC Señal de emergencia	Verde	E0.0
3	24VDC para REED cilindro abajo	Marrón	
4	24VDC para REED cilindro arriba	Marrón	
5	24VDC para motor		
6	24VDC para encoder	Azul	
7	24VDC alimentador conversor DC/DC	Azul	
8	24VDC para vacuostato		
9			
10			
11	Válvula 5/2 neumática		A0.0
12	Generador de vacío		A0.1
13	Giro motor derecha		A0.2
14	Giro motor izquierda		A0.3
15	Lámpara verde		A0.4
16	Lámpara blanca		A0.5
17			
18			
19			
20	0V válvula neumática 5/2		0V
21	0V para generador de vacío		
22	0V para motor		
23	0V para encoder		
24	0V para conversor DC/DC		
25	0V para Lámparas		
26	0V REED Cilindro abajo		
27	0V REED Cilindro arriba		
28	0V para vacuostato		
29			
30	Vacuostato		E0.5
31	REED cilindro abajo		E0.1
32	REED cilindro arriba		E0.2
33	Pulsador marcha	Marrón	E0.3
34	Interruptor manu/auto	Naranja	E0.4
35	Señal analógica potenciómetro giratorio		AEW2
36	Señal encoder incremental		E0.6
37			

Tabla 4.3.2 Mapa de conexiones entre la unidad funcional y S7-200

Secuencia del proceso

Realizado el conexionado entre la unidad funcional y el PLC S7-200, se coloca manualmente la mesa giratoria mediante el módulo de control del motor de manera que el brazo no pueda chocar con la unidad motor-encoder. Se recomienda situar el brazo manipulador en la posición de la Figura 4.3.2.

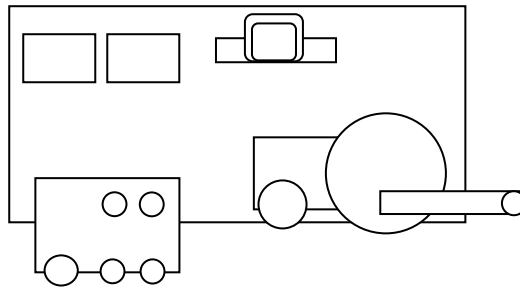


Figura 4.3.2 Situación del brazo mecánico

El proceso a automatizar consiste en la siguiente secuencia de acciones por parte de los diferentes dispositivos que componen el “*Manipulador Electro-Neumático*”:

La pulsación de Marcha inicia el proceso:

1. Salida del cilindro.
2. Situación del brazo en posición de recoger pieza en el portapiezas.
3. Entrada del cilindro.
4. Conexión de aspiración.
5. Cuando el vacuostato detecte que se ha producido el vacío, sube el cilindro.
6. Cuando termine de subir el brazo, se conecta el motor para situar el brazo en posición inicial (ver Figura 4.3.2).
7. Una vez llegado a su posición, el brazo descenderá.
8. Cuando haya terminado de bajar, se desconecta el vacío y termina el proceso.

El control de la posición del brazo se llevará a cabo mediante la señal del encoder incremental.

Diagramas GRAFCET

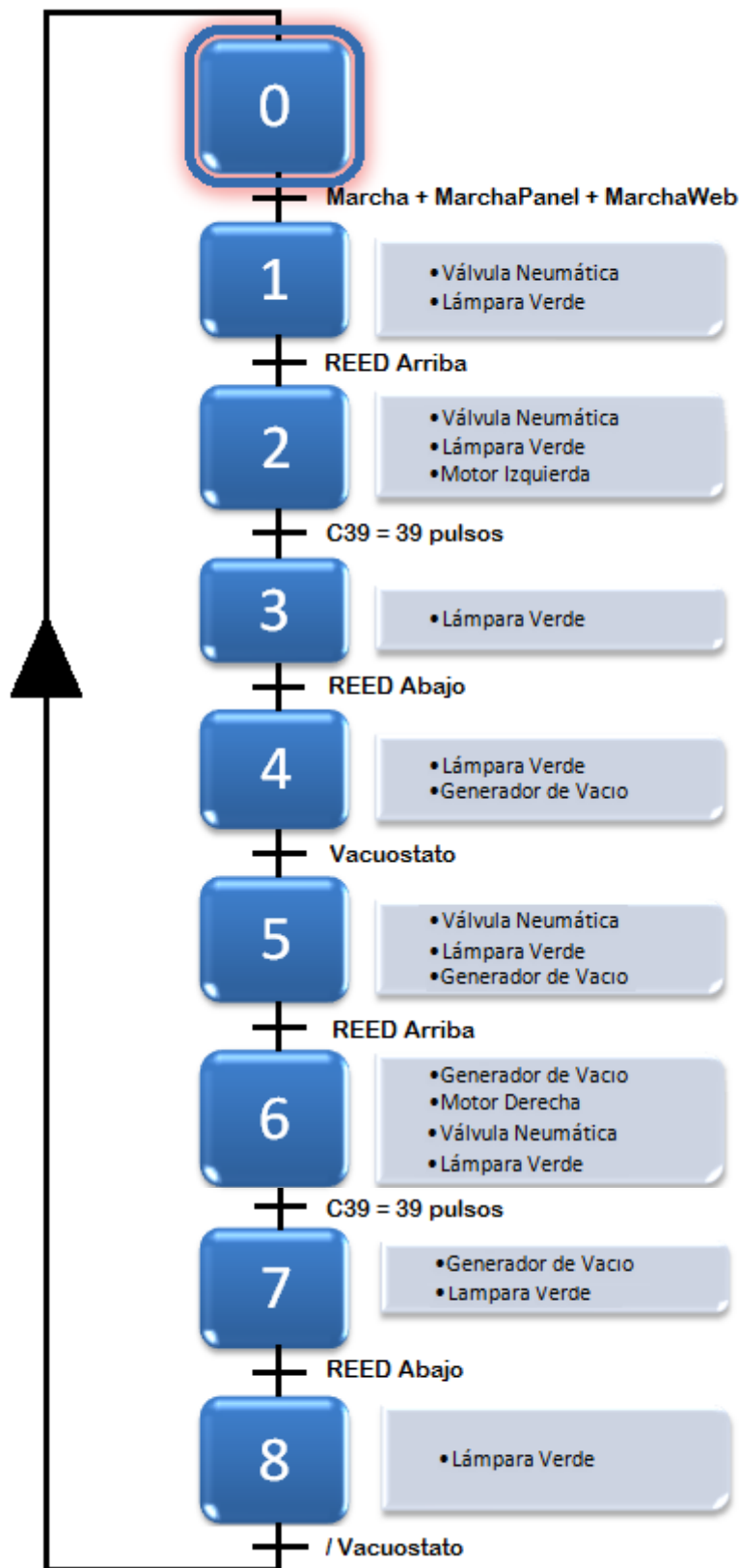


Figura 4.3.3 GRAFCET de nivel 1

La descripción detallada del GRAFCET es la siguiente:

- El proceso parte de la etapa de reposo (etapa 0).
- Después de la etapa de reposo, para pasar a la etapa 1, ha de cumplirse que se pulse Marcha en la unidad funcional ó Marcha en el SCADA del panel ó Marcha en el SCADA Web.
- Entonces se activa la etapa 1 activándose la válvula neumática.
- Cuando el cilindro conecte el REED arriba se pasará a la etapa 2 activándose el motor izquierda y el contador C39.
- Una vez proporcione el encoder los 39 pulsos, se desconecta la etapa 2 y se conecta la 3 reseteando la válvula neumática y el contador C39.
- Cuando el cilindro llegue a su posición retraída (REED abajo activo) se conecta la etapa 4 conectando la tobera generadora de vacío.
- Para pasar a la etapa 5, el vacuostato ha de detectar que se ha producido el vacío. En este caso se conecta otra vez la válvula.
- Cuando el vástago del cilindro salga (REED arriba) se conectará la etapa 6 conectando el motor derecha y activando de nuevo el temporizador C39.
- Si el encoder proporciona de nuevo los 39 pulsos, se activará la etapa 7, reseteando la válvula neumática y el contador C39.
- Una vez el cilindro conecte el REED abajo, se activará la etapa 8 reseteando el generador de vacío.
- Cuando el vacuostato no detecte el vacío, se regresará a la etapa de inicio, esperando un nuevo ciclo.

Se propone a continuación asignar nombres simbólicos a las variables del proceso para la realización del GRAFCET de nivel 2 y la programación del S7-200 en STEP7 MicroWIN 32.

Símbolo	Dirección	Comentario
Emergencia	I0.0	Señal de emergencia
REEDabajo	I0.1	REED cilindro abajo
REEDarriba	I0.2	REED cilindro arriba
Marcha	I0.3	Pulsador de marcha
ManAut	I0.4	Interruptor manual/automático
Vacuostato	I0.5	Vacuóstato
Encoder	I0.6	Señal encoder incremental
Potenciómetro	AIW2	Señal analógica potenciómetro giratorio
Valvula	Q0.0	Válvula neumática 5/2
Vacio	Q0.1	Generador de vacío
MotorDerecha	Q0.2	Giro de motor a la derecha
MotorIzquierda	Q0.3	Giro de motor a la izquierda
Lverde	Q0.4	Lámpara verde
Lblanca	Q0.5	Lámpara blanca
E0	M0.0	Etapa 0
E1	M0.1	
E2	M0.2	
E3	M0.3	
E4	M0.4	
E5	M0.5	
E6	M0.6	
E7	M0.7	
E8	M1.0	
	VW4	Señal Encoder para WinCC
	VW2	Señal Potenciómetro para WinCC
EmergenciaP	M6.0	Señal de emergencia del panel
MarchaP	M6.3	Marcha panel
ManautP	M6.4	Man/Auto panel
Marcabrazo	M7.0	Marca para visibilidad del brazo en WinCC
Marchaweb	V10.0	
Manautoweb	V10.1	
paroweb	V10.2	

Tabla 4.3.3 Nombre simbólicos de las variables del proceso

GRAF CET de Nivel 2

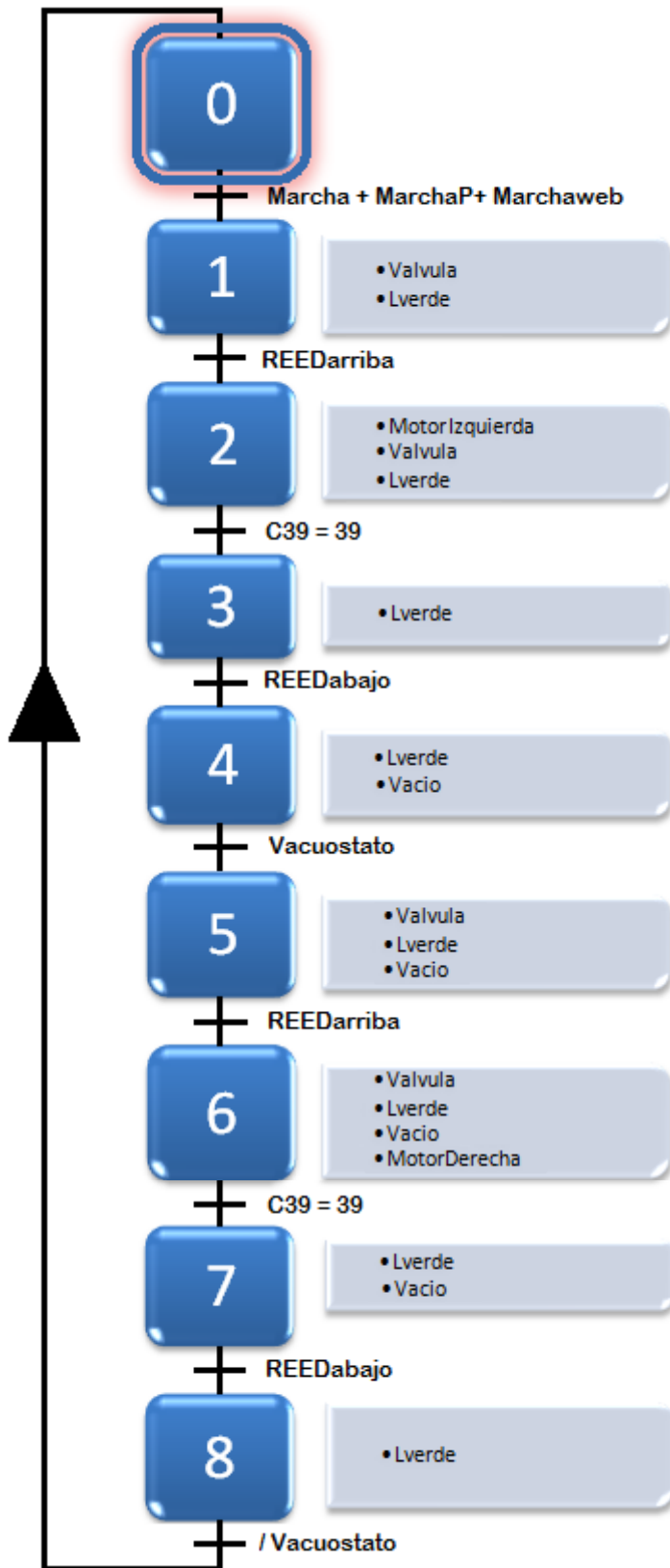


Figura 4.3.4 GRAFCET de nivel 2

Programación de la estación S7-200

En este apartado se va a proceder, una vez realizado el GRAFCET de nivel 2, a la programación del autómatas S7-200 para que controle el proceso. Para dicho fin, se va a emplear el software STEP7 MicroWin 32.

Como se ha comentado anteriormente, esta aplicación práctica se basa en el *Ejercicio de comunicación tercero* de Ethernet Industrial inalámbrico. No se va a iniciar este apartado describiendo nuevamente la configuración del módulo Ethernet CP243-1, por lo que si es necesario, recomiendo dirigirse al apartado 3.5.3 del *Capítulo 3*.

Resaltar que se han modificado las direcciones de los búferes de comunicación Ethernet Industrial de los equipos Cliente y Servidor IE. Para este caso, los búferes tendrán cada uno un tamaño de 20 bytes (10 de envío y 10 de recepción, aunque realmente no son necesarios tantos. Se hace de esta forma para prever futuras ampliaciones del sistema.). El búfer del autómatas S7-300 se alojará en el bloque de datos DB30 y el búfer del S7-200 en la Memoria-V de la CPU. Las comunicaciones en IE se realizan entonces, de la siguiente forma:

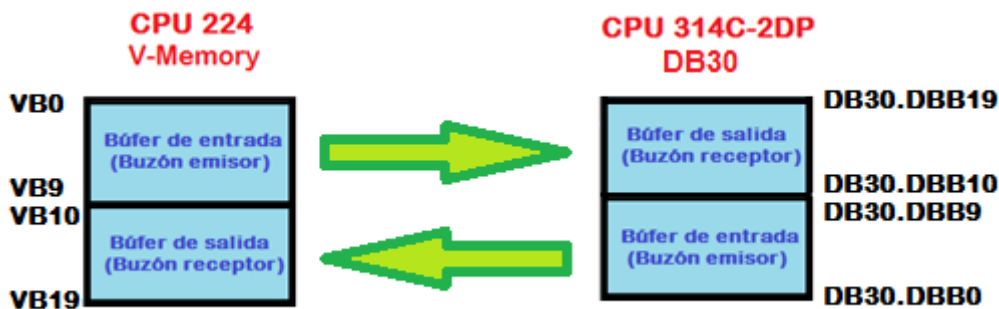


Figura 4.3.5 Búfer de comunicación de Industrial Ethernet

Además, no olvidemos la dirección IP (192.168.0.196). Como se desea comunicar el S7-200 con el panel de operador, hace falta crear un nuevo enlace en el *Asistente Ethernet*. Así, el CP243-1 tiene dos enlaces para comunicarse con dos equipos: un enlace cliente para la comunicación con el S7-300 y otro enlace servidor para comunicarse con el TP177B PN/DP. La configuración de este segundo enlace se muestra en la ilustración siguiente:

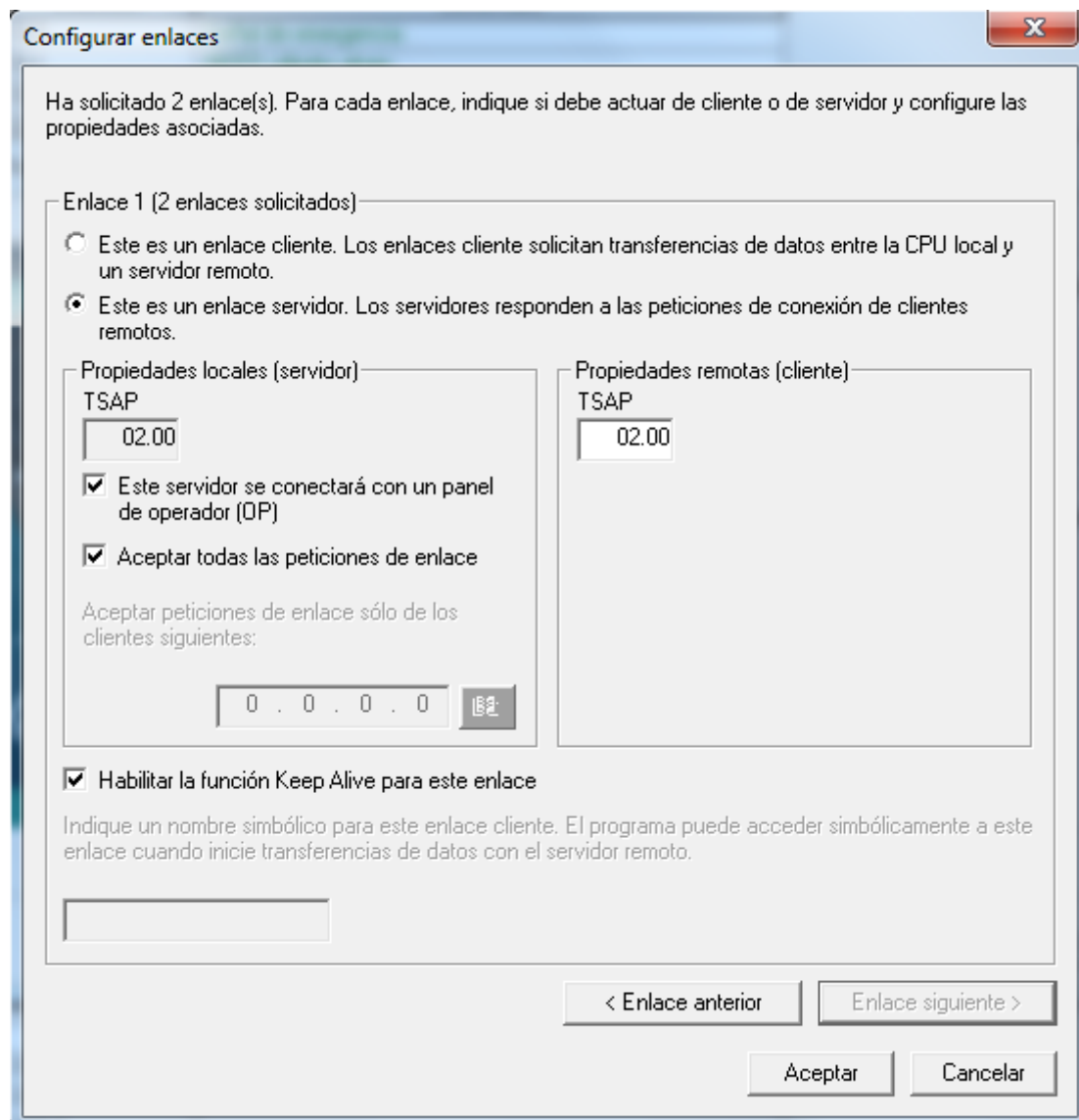


Figura 4.3.6 Creación de un enlace servidor para comunicación con Touch Panel

Nota: Por especificaciones del fabricante, el procesador de comunicaciones CP243-1 sólo puede establecer enlaces con sistemas HMI si se encuentra físicamente en la posición cero del bastidor (justo a continuación de la CPU). En caso de que no se encontrara en dicha posición, se debería proceder a su montaje en la misma, desplazando los demás módulos si fuese necesario.

En la configuración del enlace, debemos indicar que se trata de un enlace servidor. Además, en las propiedades locales se confirmará que dicho servidor se conectará con un panel de operador y aceptar todas las peticiones de enlace para que el SCADA tenga en todo momento acceso al programa del S7-200. Automáticamente, se cambia la TSAP a 02.00. sin opción a ser modificada, ya que es la TSAP específica para una comunicación con un panel de operador. De igual forma, en las propiedades remotas especificamos la misma TSAP.

Hechas estas pequeñas modificaciones, se procede a la programación del proceso. El programa realizado en STEP7 MicroWin 32 se ha realizado mediante el método de biestables. Los puntos más importantes de este programa que son convenientes resaltar, aparte de lo programado del GRAFCET son:

- En los segmentos 7 y 11, que corresponden a la activación de las etapas 3 y 7 respectivamente, se ha hecho uso de la marca M7.0 (Marcabrazo). Cuando se pone a SET esta marca en la etapa 3, en el SCADA alojado en el Touch Panel el dibujo el brazo cambia desde la posición inicial a la posición del portapiezas, que es donde realmente estará. Cuando se pone a RESET en la etapa 7, el brazo vuelve a aparecer en la posición de reposo.
- En el segmento 19 se ha programado la activación de la lámpara blanca para cuando el vacuostato detecta el vacío. Si no se detecta el vacío, es decir, no hay ninguna pieza sujeta por la ventosa, la lámpara blanca permanece apagada.
- El segmento 20 corresponde a la definición del contador. Se trata de un contador incremental. Por la línea CU recibe las señales digitales (pulsos) enviadas por el encoder magnético, las cuales irá sumando. El contador C39 se activa cuando llega a 39 pulsos (En su nombre se especifica la cifra con la que se comparan valores. Si llega a la misma cantidad de pulsos la variable del contador pasa a estar en nivel alto). El valor acumulado del contador se resetea cuando se activan las etapas 3 y 7. También cuando al estar en la etapa 0 se pulsa cualquiera de las 3 “Marchas”.

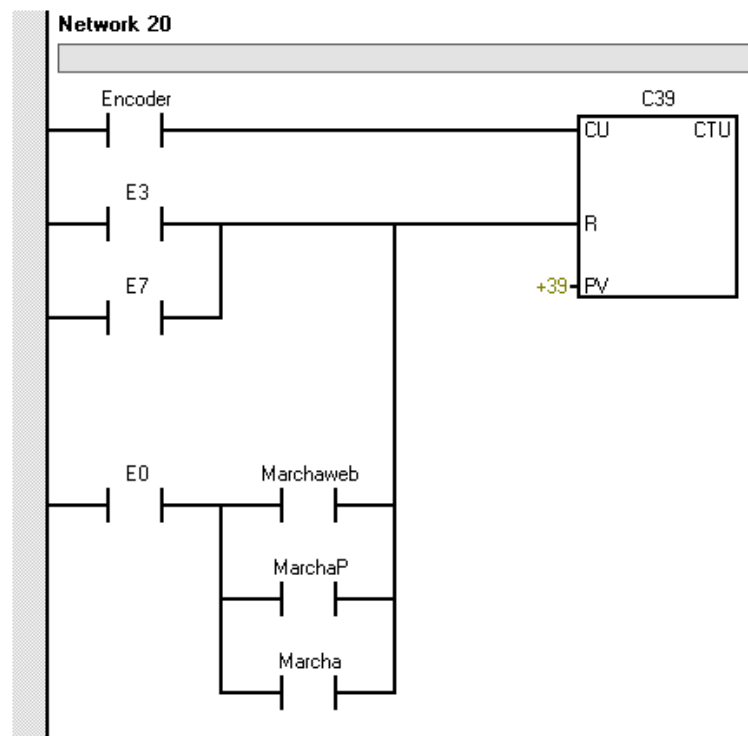


Figura 4.3.7 Segmento 20

- La siguiente línea de segmento, la número 21, mueve los valores en formato de doble palabra tanto del contador como del potenciómetro analógico a las áreas de memoria MW4 y MW2 respectivamente. Dichas áreas se utilizan para mostrar los valores de las variables mencionadas en el SCADA.

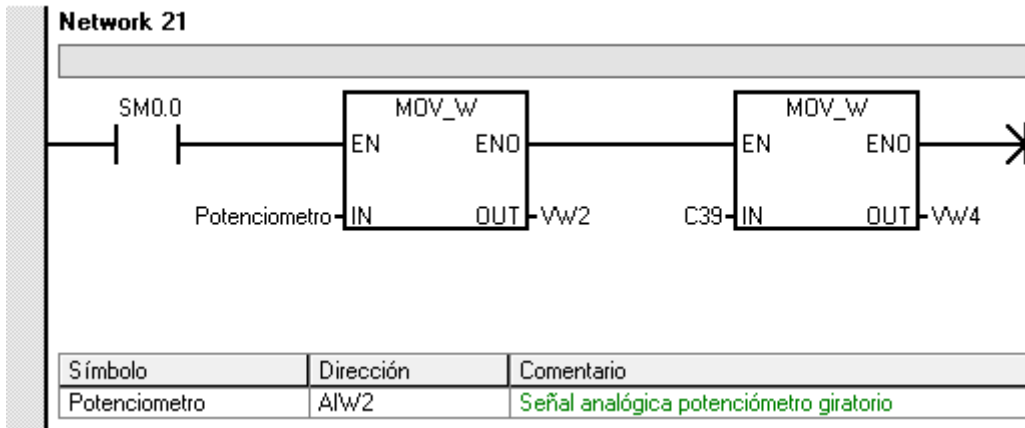


Figura 4.3.8 Segmento 21

- En el segmento 22 se mueven los valores tanto del primer byte de salidas (QB0) como de entradas (IB0) del S7-200 a los bytes VB0 y VB1 respectivamente del buzón emisor IE para mandarlos al S7-300. Estos valores se usarán para el SCADA basado en Web.

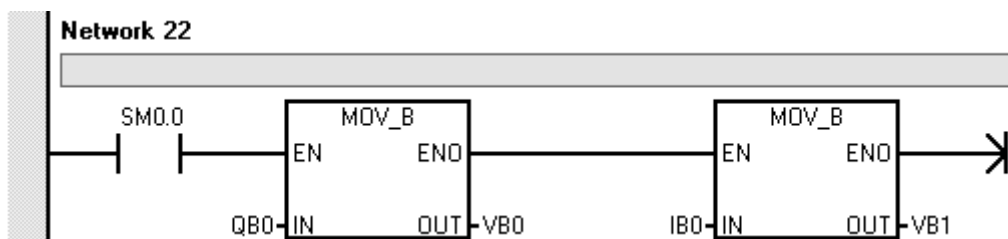


Figura 4.3.9 Segmento 22

- Por último, en el segmento 23, cualquiera de los tres botones de paro de emergencia pondrá a reset todas las salidas configuradas del autómata. De esta forma, cuando se necesite realizar un paro ante cualquier necesidad y se produzca el rearme, el proceso continuará inmediatamente en el punto donde se quedó.

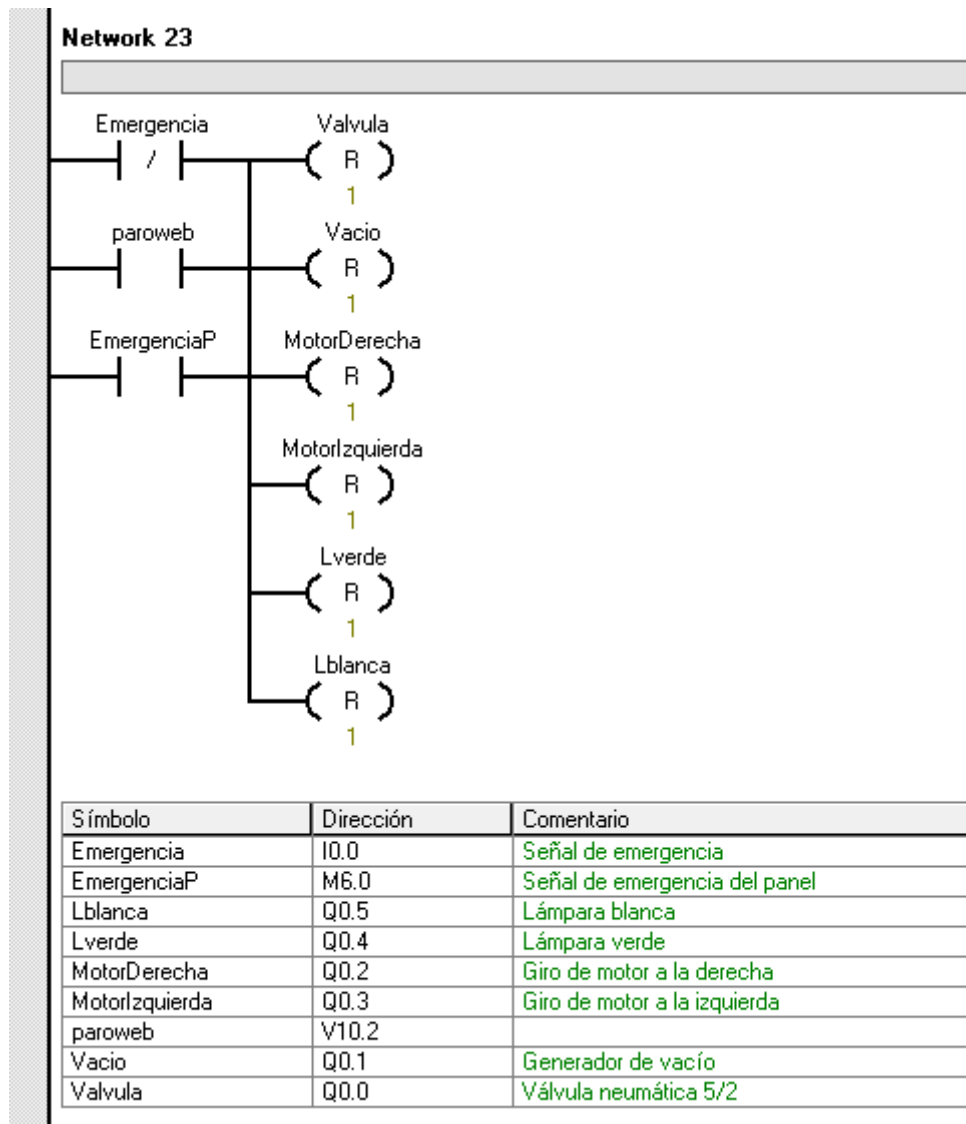


Figura 4.3.10 Segmento 23

Sistema SCADA basado en HMI

Asistente de nuevo proyecto

Como es sabido, el proceso de la unidad funcional “Manipulador Electro-Neumático” se va a poder controlar y monitorizar a través de dos sistemas SCADA. En este apartado se abordará el desarrollo y la configuración del SCADA basado en HMI. El sistema HMI se trata de un panel táctil de la marca SIMENS AG denominado SIMATIC HMI Touch Panel TP177B PN/DP.

Para comenzar a desarrollar el SCADA, necesitamos el software WinCC flexible 2007. Al iniciarlo aparecen varias opciones entre las que se encuentra la realización de un nuevo proyecto con asistente. Esa opción es la elegida, ya que facilita las tareas de configuración de los equipos.

El asistente de proyectos consta de siete pasos, que son los a continuación descritos:

1. Seleccionar tipo de proyecto

Se pide que se seleccione un escenario para la configuración general del proyecto. En nuestro caso elegimos “Máquina pequeña”, ya que vamos a controlar la unidad funcional con un S7-200.

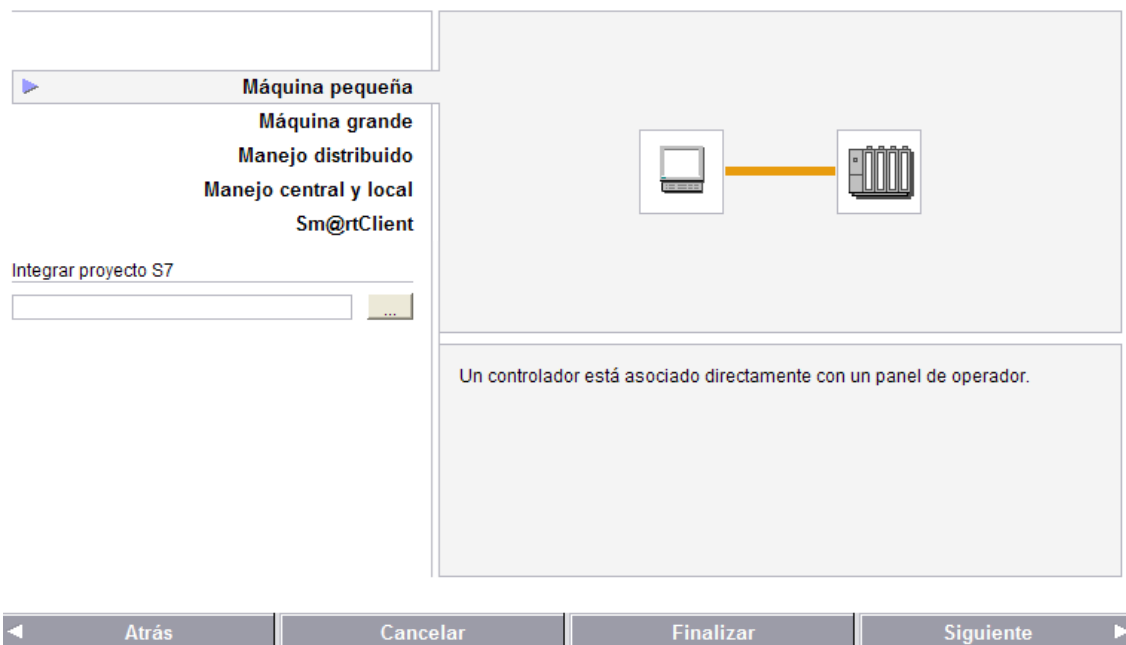


Figura 4.3.11 Selección del tipo de proyecto

2. Panel de operador y controlador

En este paso se debe elegir el tipo de panel de operador, el equipo controlador y el tipo de conexión entre ambos. Para nuestro caso elegimos el panel TP177B PN/DP, el controlador SIMATIC S7-200 y como conexión Ethernet, tal y como se muestra en la Figura 4.3.12:

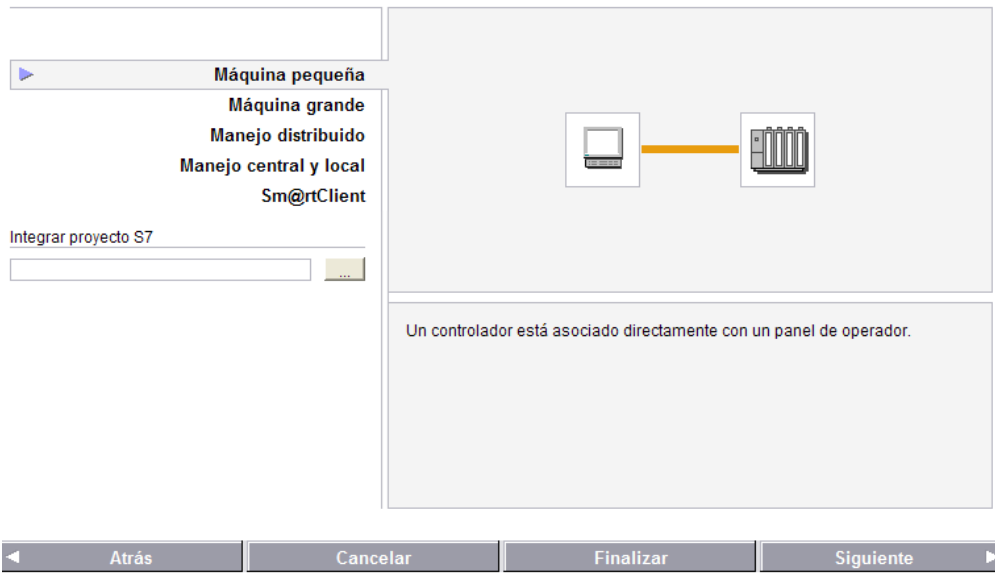


Figura 4.3.12 Selección del tipo de operador, conexión y controlador

3. Plantilla de imagen

Llegados a este punto, al asistente nos ofrece configurar una imagen que se utilizará como plantilla donde se definen una serie de elementos comunes para todas las imágenes mostradas en el SCADA. En nuestro caso, de entre todos los elementos disponibles, se ha decidido añadir solamente el logotipo y la fecha y hora.

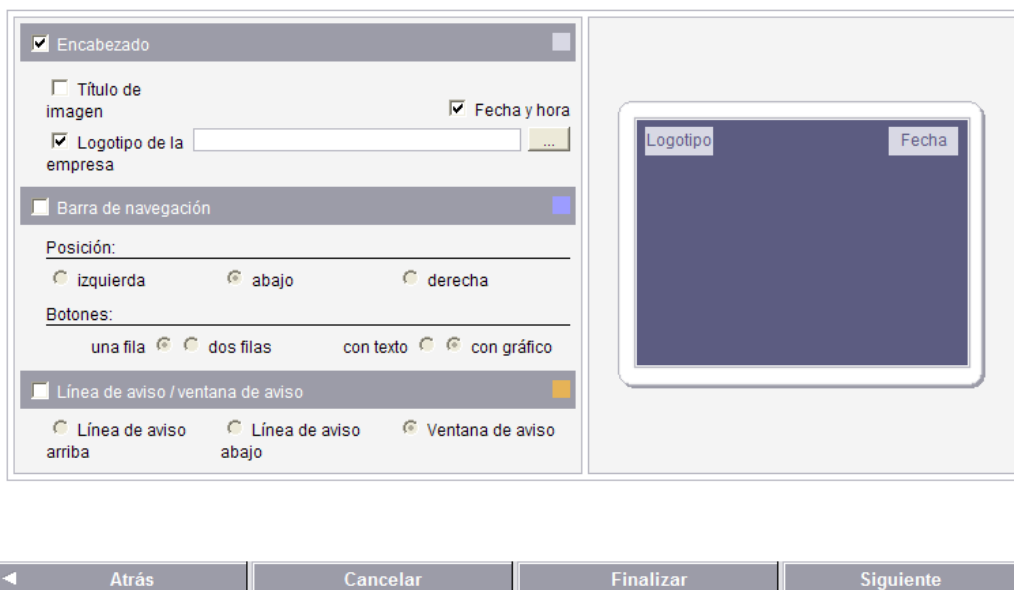


Figura 4.3.13 Personalización de la plantilla de imagen

4. Navegación de imágenes

El cuarto paso consiste en definir la estructura de las imágenes. De un principio sólo se decide que desde la imagen principal surja otra imagen secundaria, tal y como se muestra en la siguiente ilustración:

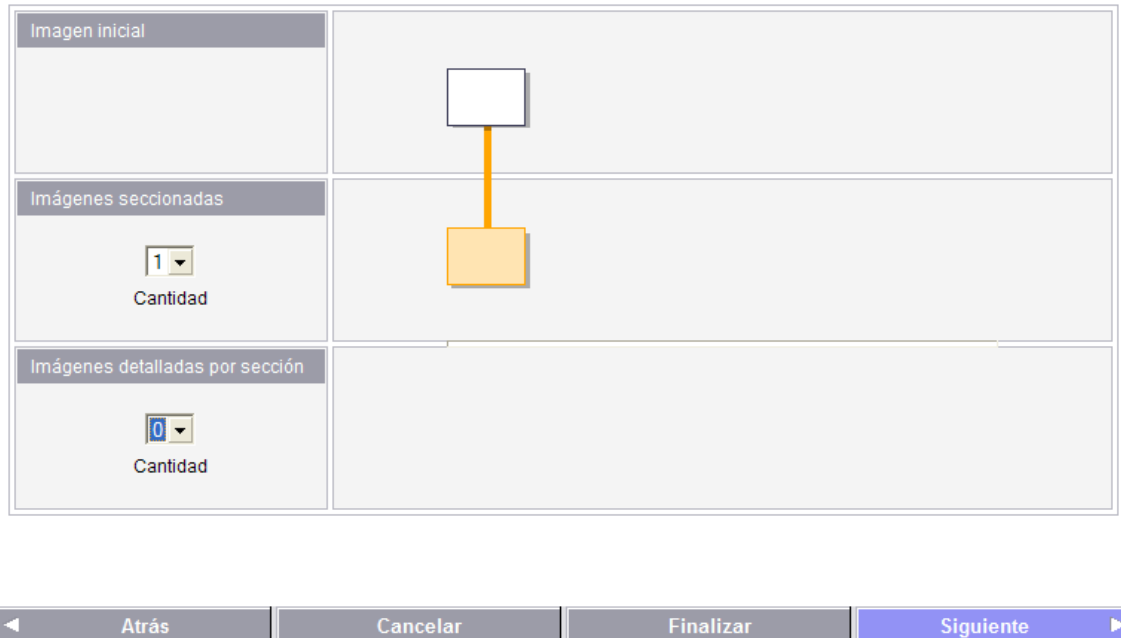


Figura 4.3.14 Navegación de imágenes

5. Imágenes del sistema

Se va a ignorar este paso. Se deja tal y como está.

6. Librerías

Las librerías que existen en WinCC flexible 2007 compuestas por los distintos elementos gráficos se pueden incluir en nuestro proyecto. Decidimos seleccionarlas todas para así disponer de una gran variedad de gráficos.

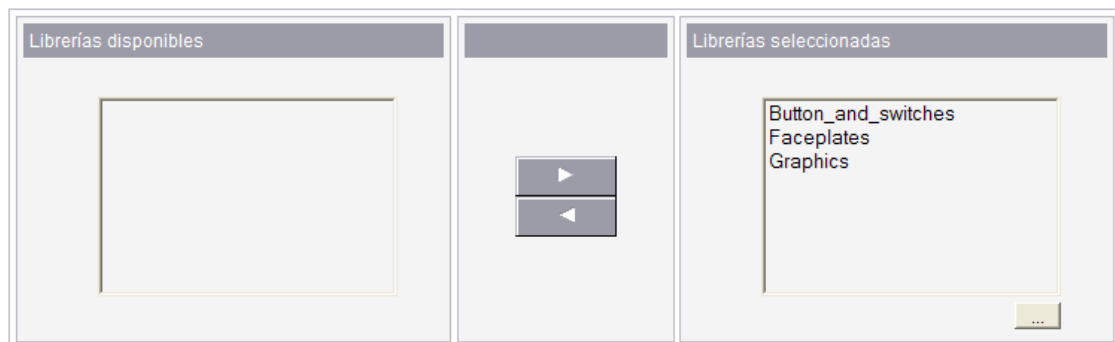


Figura 4.3.15 Inclusión de librerías gráficas para el proyecto

7. Información del proyecto

Éste es el último paso del asistente. Se pide dar un nombre al proyecto y nombrar al autor. Se pueden realizar de igual forma comentarios acerca del proyecto a realizar. Confirmamos “Finalizar”. A continuación se muestra la imagen de este último paso.

Nombre del proyecto
SCADA Manipulador Electroneumático

Creado por
J.L.Capilla

Creado el
22/11/2011

Comentario

Atrás Cancelar Finalizar Siguiente

Figura 4.3.16 Información del proyecto

Entorno de trabajo de WinCC flexible 2007

Bien, concluido con éxito el asistente, WinCC flexible compila todos los datos y nos muestra el entorno de dicho programa. Se pueden diferenciar claramente tres áreas de trabajo, tal y como se ilustra en la Figura 4.3.17:

- **Explorador del proyecto:** situado a la izquierda, aquí se pueden explorar todas las opciones de configuración que existen en el proyecto creado.
- **Área de trabajo:** se encuentra en la parte central y podemos tener distintas pestañas abiertas de las diferentes opciones de configuración que encontramos en el explorador.
- **Herramientas:** en el lado izquierdo de la ventana, aquí se eligen las herramientas a utilizar para la edición del SCADA.

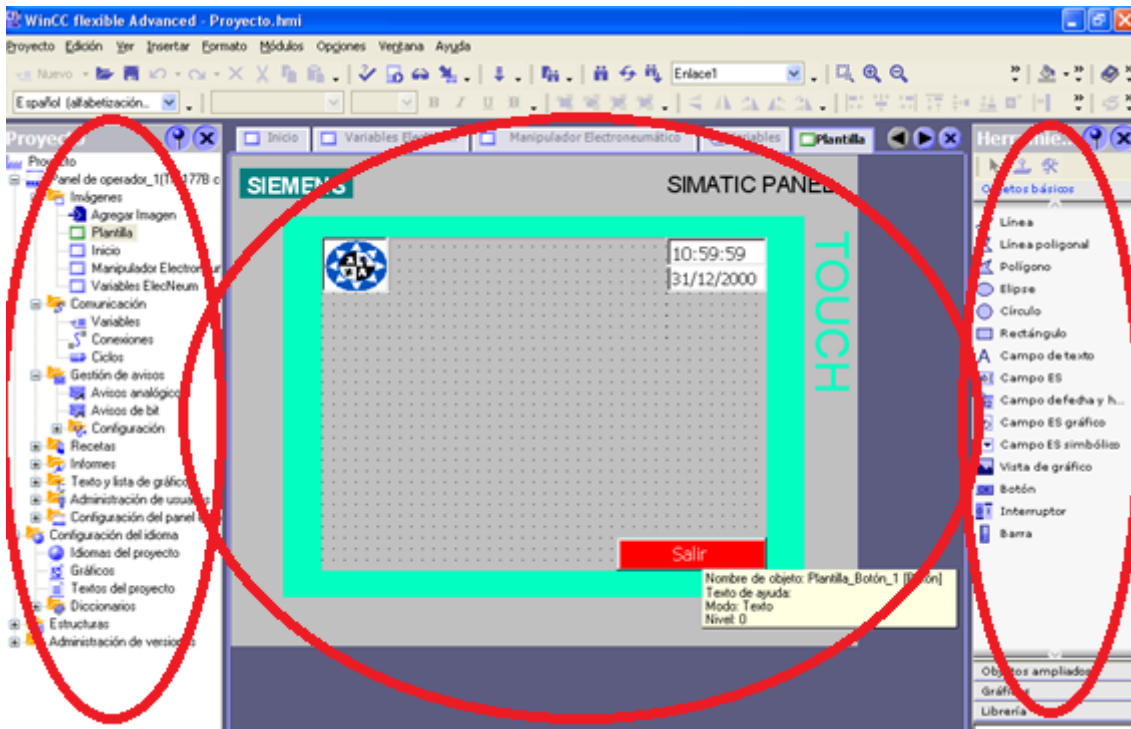


Figura 4.3.17 Diferenciación del entorno de trabajo de WinCC flexible 2007

Edición de variables

La primera acción que se va a llevar a cabo será la de crear las variables que intervendrán en el proceso, las cuales, serán las mismas que las indicadas en STEP7 MicroWin 32 en la Tabla 4.3.3, antes de realizar el GRAFCET de nivel 2.

Para ello, en el navegador del proyecto, encontraremos la ficha para introducir las variables dentro de la carpeta *Panel de operador*>>*Comunicaciones*>>*Variables*. Al clicar dos veces sobre ella se abre la ficha y se comienza seguidamente a definir las variables interventoras. Dichas variables se encuentran en la tabla de la imagen suministrada a continuación:

VARIABLES							
Nombre	Dirección	Conexión	Tipo de d...	Elem...	Ciclo de adquisición	Comentario	
Valvula	A 0.0	Enlace1	Bool	1	100 ms	Válvula 5/2 neumática	
Vacio	A 0.1	Enlace1	Bool	1	100 ms	Generador de vacío	
MotorDer	A 0.2	Enlace1	Bool	1	100 ms	Giro de motor a la derecha	
MotorIzq	A 0.3	Enlace1	Bool	1	100 ms	Giro de motor a la izquierda	
Lverde	A 0.4	Enlace1	Bool	1	100 ms	Lámpara verde	
Lblanca	A 0.5	Enlace1	Bool	1	100 ms	Lámpara blanca	
SetaMaqueta	E 0.0	Enlace1	Bool	1	100 ms		
REEDabajo	E 0.1	Enlace1	Bool	1	100 ms	REED cilindro abajo	
REEDarriba	E 0.2	Enlace1	Bool	1	100 ms	REED cilindro arriba	
Vacuostato	E 0.5	Enlace1	Bool	1	100 ms	Vacuostato	
Encoder	E 0.6	Enlace1	Bool	1	100 ms	Señal del encoder incrementa	

E0	M 0.0	Enlace1	Bool	1	100 ms	Etapa 0
E1	M 0.1	Enlace1	Bool	1	100 ms	
E2	M 0.2	Enlace1	Bool	1	100 ms	
E3	M 0.3	Enlace1	Bool	1	100 ms	
E4	M 0.4	Enlace1	Bool	1	100 ms	
E5	M 0.5	Enlace1	Bool	1	100 ms	
E6	M 0.6	Enlace1	Bool	1	100 ms	
E7	M 0.7	Enlace1	Bool	1	100 ms	
E8	M 1.0	Enlace1	Bool	1	100 ms	
SetaPanel	M 6.0	Enlace1	Bool	1	100 ms	
MarchaPanel	M 6.3	Enlace1	Bool	1	100 ms	
ManAutPanel	M 6.4	Enlace1	Bool	1	100 ms	
Marcabrazo	M 7.0	Enlace1	Bool	1	100 ms	
ParoWeb	V 10.2	Enlace1	Bool	1	100 ms	
Potencímetro	VW 2	Enlace1	Word	1	100 ms	Señal analógica potenciómetr
C39	VW 4	Enlace1	Word	1	100 ms	

Figura 4.3.18 Definición de las variables del proceso

Simplemente comentar que a las variables se les asigna la misma dirección que en el autómatas S7-200, ya que el panel de operador influye directamente sobre ellas. Además, para un buen refresco del estado de las variables del proceso en el SCADA se asigna un tiempo de ciclo de 100ms.

Edición de imágenes

Definidas las variables, el siguiente paso es diseñar el entorno gráfico del SCADA. Dicho aspecto debe representar el proceso con la mayor exactitud posible, así como los dispositivos (actuadores, sensores) que intervienen en él y sus variables.

Se comenzará, como es lógico, editando la imagen plantilla sobre la que se basarán las demás imágenes del SCADA. Para hacerlo, nos dirigimos al explorador y abrimos *Panel de operador>>Imágenes>>Plantilla*. La plantilla que creamos por defecto con el asistente nos mostraba la fecha y hora y el logotipo de la empresa (el cual sustituiremos por el logotipo de la UPCT). Además se ha agregado un botón desde la barra de herramientas para poder salir del Runtime del SCADA desde cualquier imagen.

La plantilla queda entonces tal y como se muestra en la siguiente figura:

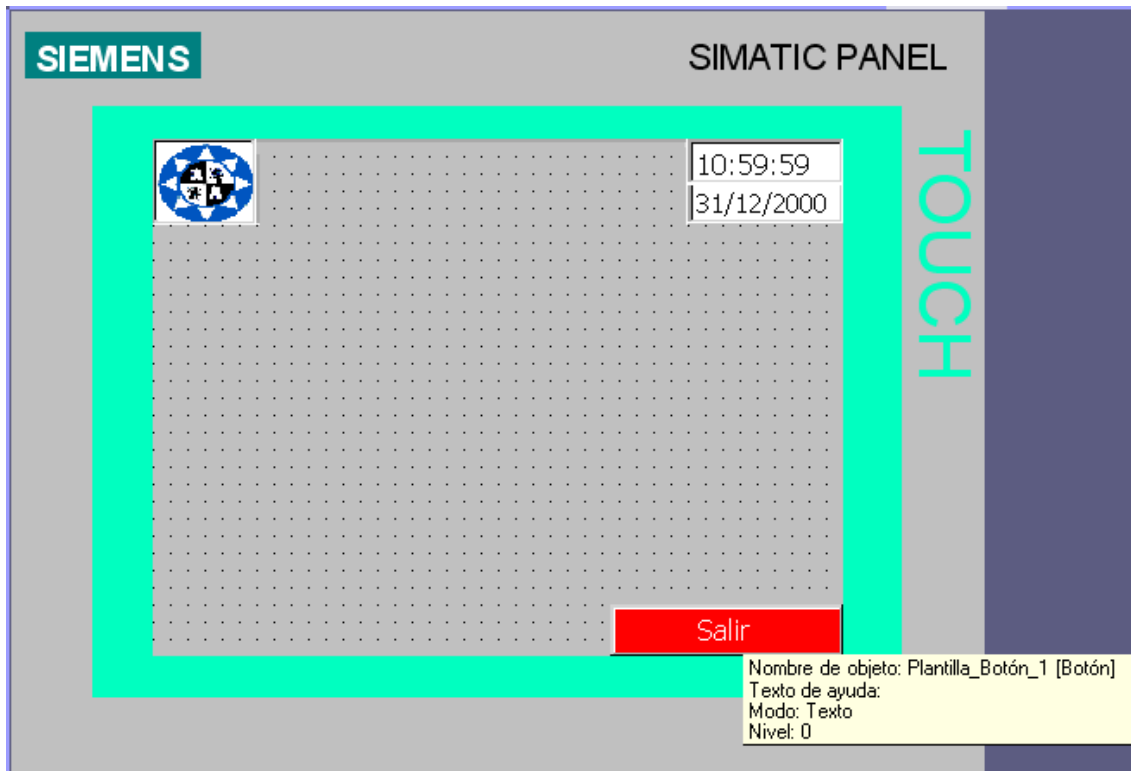


Figura 4.3.19 Plantilla de imágenes

Para detener el Runtime en cualquier momento con el botón salir, debemos modificar sus propiedades, tanto de aspecto como de acciones a realizar. Para la apariencia simplemente modificar el nombre, color, tamaño de fuente, etc. en *General* y *Propiedades*. Para programar la función del botón nos dirigimos a *Eventos*>>*Hacer clic*, donde como opción en el evento número uno elegiremos *Detener Runtime*.

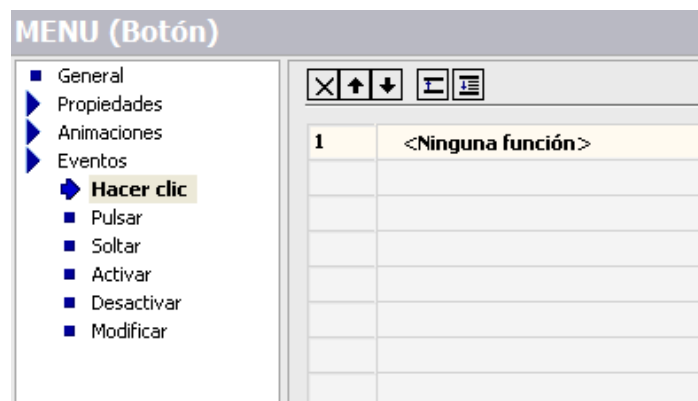


Figura 4.3.20 Programación del botón "Salir"

A continuación diseñamos la imagen de inicio, que es primera imagen que se muestra justo al arrancar el Runtime del SCADA y a la que se le ha asignado el nombre "Inicio". La imagen de inicio es muy simple. Se le ha añadido en base a la plantilla, una cabecera con el nombre del departamento, el título de la imagen y un botón que, al igual que hemos hecho con anteriormente con el botón "Salir", le hemos asignado un evento donde al hacer clic sobre él, active la imagen del proceso "Manipulador Electro-Neumático". Esta imagen inicio se deja preparada para una futura ampliación, en caso de que se deseen integrar en SCADA las demás unidades funcionales que se encuentran en el laboratorio.



Figura 4.3.21 Vista de la imagen "Inicio"

La siguiente imagen a diseñar, es la del proceso de la unidad funcional. Para editarla, nos dirigimos al proyecto y clicamos dos veces sobre la otra imagen existente (recordemos que en el asistente se creó una imagen principal y otra imagen emergente de la anterior). Le cambiamos el nombre por el de “Manipulador Electroneumático” y se ha diseñado con el siguiente aspecto:

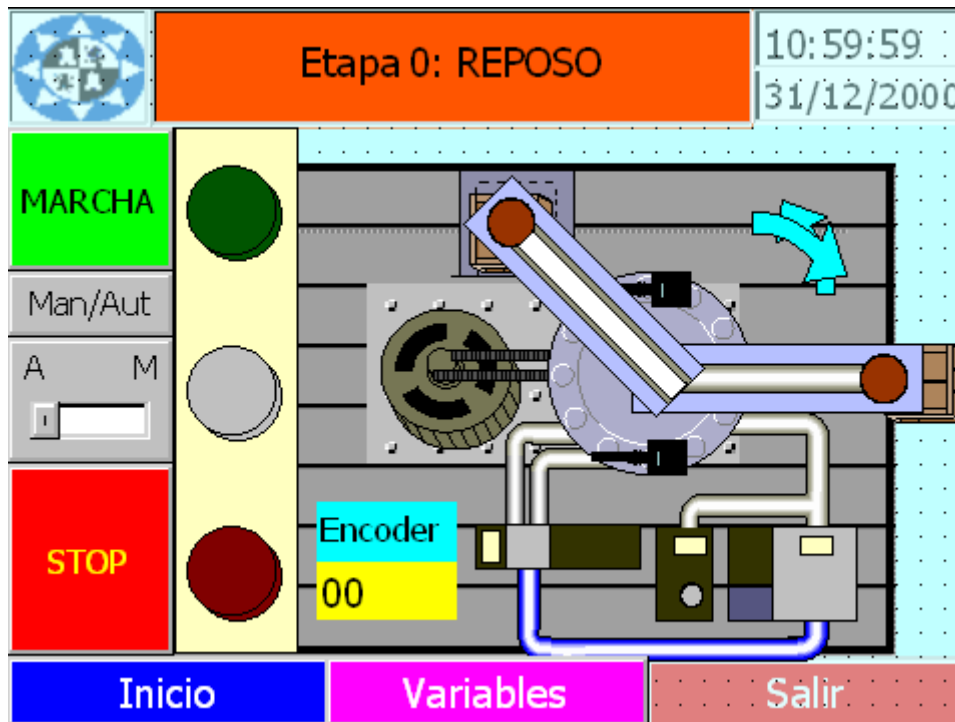


Figura 4.3.22 Vista de la imagen “Manipulador Electroneumático”

Cabe destacar los siguientes elementos:

- La barra de navegación inferior presenta tres botones: el botón “Salir” ya descrito, el botón “Inicio”, que activa la imagen principal “Inicio” y el botón “Variables” que conduce a la imagen “Variables ElecNeum”, la cual se comentará posteriormente y que hemos debido crear en el explorador con antelación a la configuración del botón.
- En la cabecera se puede apreciar el estado en el que se encuentra la secuencia del proceso a automatizar. Para ello se han debido crear ocho campos de texto distintos (uno para cada etapa del proceso) y editar sus respectivas opciones de visibilidad para que se muestren invisibles hasta que se activa la marca de la susodicha etapa, momento en el que aparecerán visibles.

Esto se ha realizado de la siguiente manera y como se muestra en la siguiente figura:

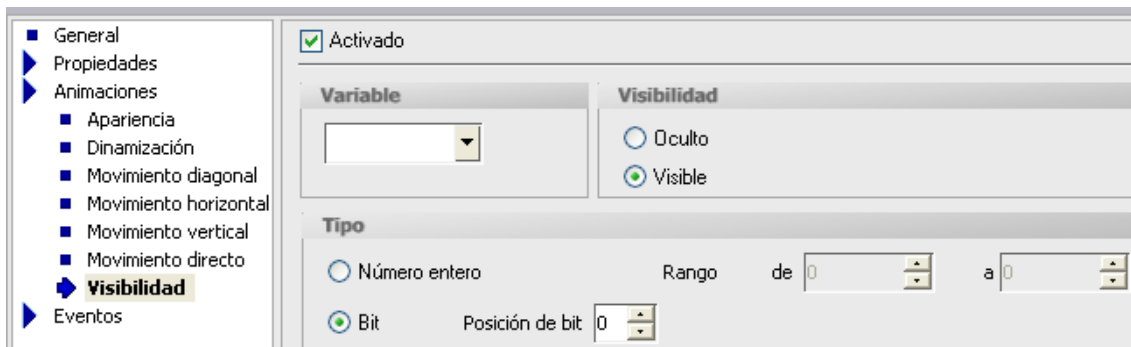


Figura 4.3.23 Modificación de opciones de visibilidad

En las propiedades del objeto, nos dirigimos a *Animaciones*>>*Visibilidad*. Debemos activar esta animación verificando la casilla de la parte superior. Elegimos la variable, en este caso será cada una de ellas una etapa. Seleccionamos visible para que este objeto solo sea visible cuando el bit de la variable tenga un estado alto (bit=1). No se ha de olvidar elegir el tipo de variable, en nuestro caso, bit.

- En el lateral izquierdo de la imagen se pueden apreciar el pulsador “*Marcha*” (botón) y los interruptores “*Man/Auto*” y “*Seta de Emer.*” (interruptores ambos).
 - Al botón “*Marcha*” se le han programado dos eventos, uno para que al pulsarlo se active el bit de la variable “*MarchaPanel*” y otro para que al soltarlo lo desactive.
 - El interruptor *Man/Auto* se ha programado para un uso futuro, aunque en nuestro proceso no dispone de utilidad. Su estado (asociado a la variable “*ManAutPanel*”) debe corresponderse con el del selector correspondiente en el panel de la unidad funcional, es decir, cuando esté en seleccionado el modo manual se pondrá el bit en alto y cuando lo esté el modo automático se pondrá a cero. Además hay que programar los eventos correspondientes para la activación y desactivación del bit de la variable “*ManAutPanel*”. Estos pasos descritos se muestran en la Figura 4.3.24.

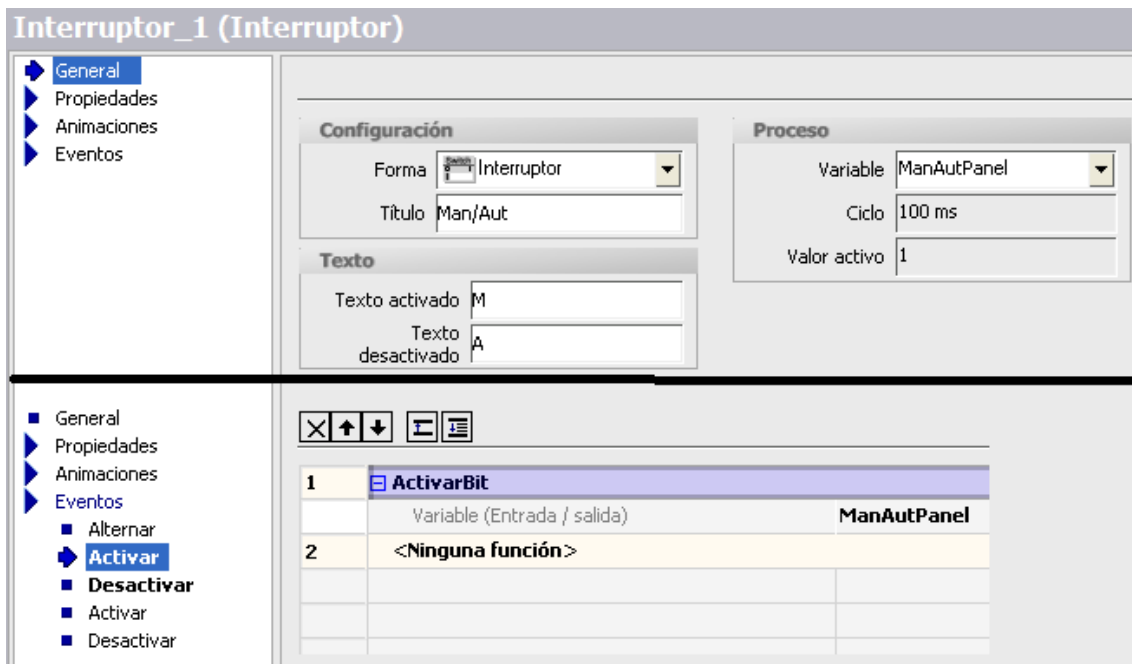


Figura 4.3.24 Propiedades del interruptor “Man/Auto”

- De igual forma se programa el interruptor para el paro de emergencia en el panel. En este caso va asociado a la variable “SetaPanel”.
- El display donde se muestra la señal del encoder magnético incremental (que realmente está asociado al contador que suma los pulsos suministrados por el mismo) se trata de un campo de E/S que podemos encontrar en la barra de herramientas del lateral derecho.

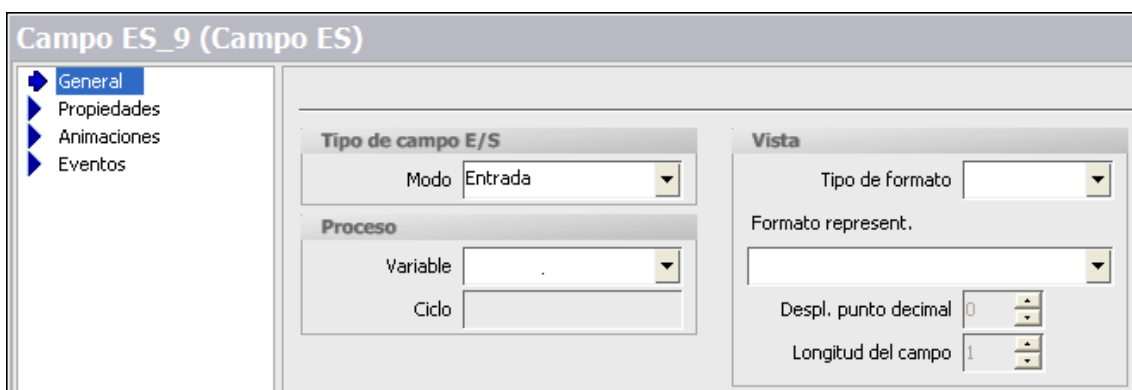
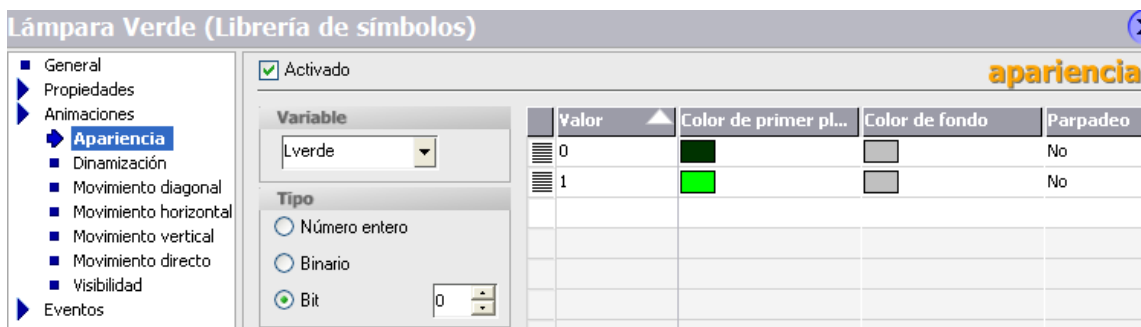


Figura 4.3.25 Propiedades del campo E/S del encoder incremental

Se debe especificar que es un campo del tipo entrada asociado a la variable “C39” con un formato de número entero con representación con dos decimales.

- Todos los demás objetos de la imagen se corresponden a gráfico que se encuentran en *Objetos ampliados*>>*Librería de símbolos* de la barra de herramientas. Se van a comentar los más importantes:
 - Los símbolos que se corresponden a las distintas lámparas están asociados a las variables de las lámparas físicas menos la de parada de emergencia. Éste símbolo se asocia al interruptor “*Seta de Emerg.*” del propio SCADA. A estos objetos se les programa el cambio de apariencia para simular el encendido y apagado de una lámpara real. Para dicho fin, en las propiedades de los objetos activamos la animación llamada *Apariencia*. La asociamos a la variable “*Lverde*” que corresponde a la salida del autómata de la lámpara del panel de la unidad funcional y según el estado del bit, ajustamos una tonalidad u otra de verde para simular el encendido y apagado.

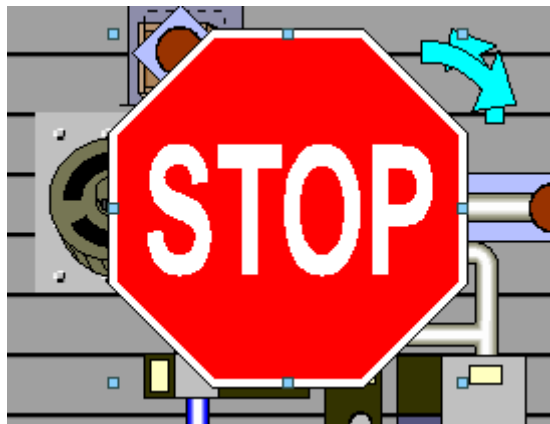


4.3.26 Animación de la apariencia de un objeto

Actuamos de igual forma con las demás lámparas.

- Los dispositivos neumáticos, como son el generador de vacío, la electroválvula 5/2 y el vacuostato disponen de unos LED's que cambian de apariencia (como las lámparas) según el estado de las variables asociadas a cada uno de ellos.
- Las flechas de indicación de sentido de giro del brazo solo son visibles cuando se activa el giro del motor a un sentido u otro. Además ofrecen la opción de parpadeo.
- Los sensores REED cambian de apariencia cuando están activos, simulando el LED que incorporan en la realidad.
- La red del circuito neumático cambia igualmente de apariencia cuando circula el aire por cada uno de los conductos. Para ellos se asocia el estado de estos símbolos a las variables de salida de los dispositivos neumáticos.

- Como se aprecia, hay dos brazos. El dibujo indica la posición inicial y la posición cuando llega al portapiezas. Estos dos conjuntos de elementos que conforma el brazo tienen programada su propiedad de visibilidad asociándola a la variable "Marabrazo". El funcionamiento de esta marca ya se realizó anteriormente.
- Existen dos elementos ventosas dentro del conjunto del brazo que cambian su apariencia cuando el vacuostato detecta o no el vacío. Así podemos visualizar gráficamente en el SCADA cuando un objeto ha sido o no succionado por la ventosa.
- Como meros objetos decorativos, se han incluido unas cajas que simulan los objetos situados en el portapiezas. Se ha modificado su visibilidad para que desde un principio esté situada en el portapiezas hasta la etapa 4 y en la etapa 7 aparece en la posición inicial desde la que partía el brazo.
- Por último mencionar que se han insertado como señales de advertencia tres símbolos de señal de stop superpuestos (cada uno asociado a una variable de paro) que son visibles solo cuando se ha activado cualquiera de los tres paros de emergencia posibles (en la maqueta, en el SCADA Web y en el presente SCADA).



4.3.27 Advertencia de paro de emergencia

Finalmente, se ha decidido incluir una tercera imagen para monitorizar el estado de cada una de las variables que intervienen en el proceso de una forma no gráfica. Por motivos de espacio no se incluyó en la imagen anterior la representación de la variable asociada al potenciómetro analógico (en el programa del proceso no se incluye, aunque forma parte de la unidad funcional). El diseño de esta última imagen corresponde al de la ilustración que a continuación se muestra:



4.3.28 Vista de la imagen "Variables ElecNeum"

Se van a describir los objetos más característicos de esta imagen:

- Cada una de los objetos amarillos corresponden a campos de E/S como el utilizado en la imagen del proceso. Simplemente mencionar que cada uno de ellos se asocia a la variable correspondiente a la que se quiere mostrar. En este caso, todas las variables que no son el encoder tienen un formato binario.
- El indicador del potenciómetro analógico corresponde al objeto del panel de herramientas *Objetos ampliados>>Indicador* y se ha asociado a la variable "Potenciómetro" (VW2). El fondo de escala es modificable a nuestros requerimientos, así como la personalización del color y formatos de texto.
- La cabecera corresponde a la misma que la de la imagen "Manipulador Electroneumatico".

- En la barra de navegación inferior, solo cambia con respecto a la imagen anterior el botón central “Maqueta”. Al pulsar sobre el mismo se activa la imagen “Manipulador Electroneumatico”.

Con todo esto ya se han editado todas las imágenes del SCADA. Para que el SCADA esté realmente listo, es necesario darle al botón Generar, que compila toda la información y genera el Runtime. Dicho botón se encuentra en una de las barras de herramientas en el margen superior de la ventana.

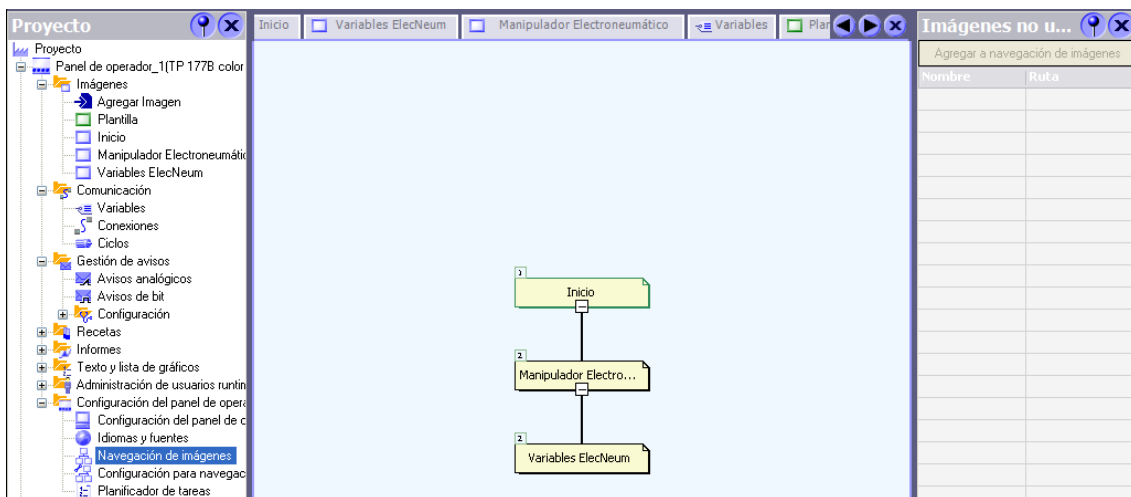


4.3.29 Botón generar

Navegación de imágenes

A veces sucede que cuando se inicia el Runtime en el panel de operador no siempre lo hace con la imagen que nosotros habíamos definido como principal. Esto se arregla proporcionando un nivel de jerarquía a las distintas imágenes.

Para realizar esta acción, nos dirigimos al explorador del proyecto, concretamente a *Panel de operador>>Configuración del panel de operador>>Navegación de imágenes*.



4.3.30 Navegación de imágenes

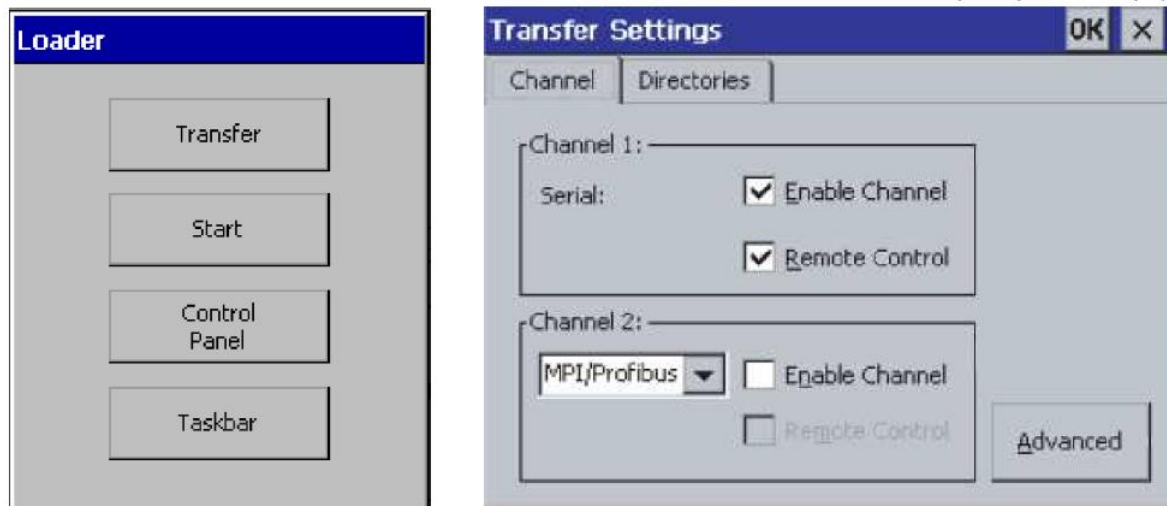
Una vez aquí arrastramos por orden de jerarquía las tres imágenes desde la tabla situada en el margen izquierdo. En nuestro caso, primero será “Inicio” seguida de “Manipulador Electroneumatico”, y por último, “Variables ElecNeum”.

Nos fijamos que se van encadenando dichas imágenes mediante una línea negra. Para finalizar, nos aseguramos de que la imagen “Inicio” corresponda a su nombre. Clicamos con el botón derecho sobre ella y en el menú emergente sobre *Establecer como imagen de inicio*.

Transferencia del SCADA al TP177B PN/DP

Se pretende transferir la configuración del SCADA realizada al panel de operador vía Ethernet Industrial. Para ello, previamente se debe configurar la interfaz física desde el propio panel, porque de fábrica no tiene configurado dicho puerto, así como asignarle una dirección IP (se recuerda que era la 192.168.0.194).

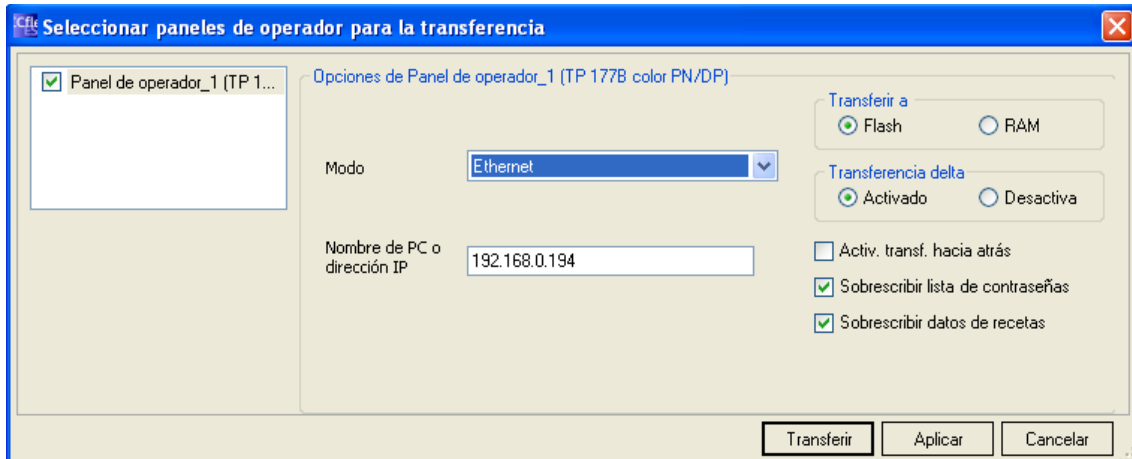
Una vez suministrada la alimentación de 24V y 0.3 amperios al panel, se encenderá y nos mostrará una lista de opciones a poder realizar. Entre ellas, elegimos *Control Panel* y seguidamente nos dirigimos a *Transfer Settings*. Es necesario habilitar el *Channel 2* seleccionando la opción Ethernet.



4.3.31 Habilitación del puerto Ethernet del HMI

Seguidamente, asignamos la dirección IP en la pestaña *Advanced*. Una vez hecho esto, debemos salir y en el Loader que se mostró al principio pulsamos sobre Transfer. El dispositivo se encuentra a partir de este momento receptivo para cargar el SCADA.

Una vez estos pasos han sido realizados con éxito, procedemos entonces a cargar el SCADA al panel de operador. Clicamos en *Proyecto>>Transferir* y nos emerge la siguiente ventana:



4.3.32 Transferencia del SCADA al panel de operador

Nos aseguramos que está elegida la opción Ethernet y a continuación introducimos la IP asignada al panel de operador. Lo demás lo dejamos tal y como se encuentra. Pulsamos en *Transferir* y esperamos. Nos pide que si deseamos sobrescribir los usuarios y contraseñas sobre los que hay en el panel. Decimos que sí y a partir de ese momento empieza la carga.

Se ha realizado con éxito el SCADA basado en HMI.

Sistema SCADA basado en Web

Realizado el SCADA basado en HMI se abordará en este nuevo apartado el desarrollo y la configuración del SCADA basado en Web. Se pretende controlar y monitorizar el proceso anterior a través de un navegador web desde cualquier PC, tableta, etc. conectado a la red del laboratorio.

¿Cómo se consigue interactuar a través de la web con las áreas de memoria del autómatas? Bien, esta es la primera pregunta que se nos viene a la cabeza. Como es sabido, las páginas web diseñadas en HTML pueden acoger plugins diversos para realizar una función de vídeo, audio y otros servicios streaming y multimedia. ¿Quién no ha oído hablar de JAVA? Seguramente usaremos aplicaciones JAVA a diario en Internet o nuestros propios móviles.

JAVA es un lenguaje de programación muy potente y estable que ya ha acaparado la mayor parte de la cuota de uso en el mercado. Un programa JAVA es capaz de ejecutarse en cualquier sistema operativo que tenga instalada la plataforma JAVA (máquina virtual), de forma que el programa se va compilando en tiempo real línea por línea de código. Esta técnica se llama "compilación al vuelo" o "Just-in-Time" (JIT). Debido a esto, en la industria, los SCADA's Web se desarrollan con aplicaciones específicas programadas en este lenguaje, que después se integran en una web HTML.

SIEMENS propone para sus procesadores de comunicación Ethernet SIMATIC CP's unos Applets JAVA (aplicaciones simples) para interactuar con las áreas de memoria de sus PLC's de la gama S7. Estos Applets son muy sencillos y tienen una función muy simple y específica. Los Applets proporcionados son cuatro, a saber:

- **S7 Get Applet:** Se usa para mostrar el valor de un área de memoria.
- **S7 Put Applet:** Permite modificar el valor de un área de memoria.
- **S7 Ident Applet:** Proporciona la MAC física (identidad) de un dispositivo.
- **S7 Status Applet:** Muestra el estado de operación (RUN, STOP, ERROR) de un dispositivo.

Aparte de estos cuatro Applets, se proporcionan unos códigos fuentes en JAVA llamados S7 BEANS para modificarlos a nuestro antojo y crear nuestras propias aplicaciones, siempre orientadas a la comunicación con los equipos SIMATIC S7. Como nuestros conocimientos de JAVA son reducidos se hará uso de los cuatro Applets básicos, de modo que se trabajará con recursos limitados a la hora de realizar un buen SCADA Web, echando en falta, sobre todo, un entorno gráfico.

¿Dónde se consiguen los S7 Applets? SIEMENS ofrece en su página de soporte técnico (ver referencia [13] de *Bibliografía y referencias*) un software libre que genera el código de dichos Applets para integrarlo después en un código HTML. Este software tiene el nombre *HTML Code Generator for SIMATIC IT Modules* (de aquí en adelante *HCG*), el cual se ha descargado e instalado en el ordenador de trabajo.

Antes de comenzar a generar los S7 Applets, mencionar que se van a diseñar dos páginas web para el SCADA con el software *Adobe Dreamweaver CS5*. En una de ellas se podrá diagnosticar el estado del S7-300 (tanto de la CPU 314C-2 DP como del CP343-1 IT) y modificar el valor de los dos primeros bytes de salidas (AB124 y AB125), así como leer el estado de dichas salidas en tiempo real; en la otra página se alojará el SCADA del proceso, que no dispondrá de un entorno gráfico, pero sí mostrará el valor de cada una de las variables intervinientes del proceso en tiempo real.

Respecto al tiempo real, decir que se trata de una afirmación relativa. Siempre existe un pequeño retardo debido a la transmisión y posterior procesamiento de las señales, además de que las variables no pueden tener un tiempo de ciclo o refresco nulo, ya que saturaríamos la red (en nuestro caso se ha decidido asignar a los Applets un tiempo de ciclo de 100ms). Además, el protocolo de Ethernet Industrial no es determinista, por lo que nunca se sabe el tiempo que va a tardar la información en transmitirse, aunque se trata de un protocolo muy fiable y rápido y no se aprecia apenas retraso.

Nota: Destacar que el Web-based-SCADA no va a interactuar directamente con las áreas de memoria de la estación SIMATIC S7-200 como hacía el HMI-based-SCADA. Esto se debe a que el único dispositivo de la instalación que dispone de funciones IT (Internet Tools) es el CP343-1 IT, el cual dispone de un servidor FTP que permite alojar las páginas web para el SCADA, entre otras opciones. Es por ello que trabajaremos indirectamente con las áreas de memoria del S7-200, a través del búfer de comunicación IE (DB30) del S7-300, el cual se ha definido con anterioridad en la Figura 4.3.5 del apartado 4.3.4.

Se procede a continuación a explicar el desarrollo y creación de los SCADA's basados en Web paso a paso:

Web “estado300”

Esta página HTML va a desempeñar el rol de “imagen de inicio” del SCADA. Se integrarán como parte del SCADA los S7 Ident y Status Applets, de identidad y estado para la CPU y el CP del S7-300, así como los Applets S7 Get y Put para la monitorización y modificación de los bytes de salida AB125 y AB125 del S7-300. Además se creará un apartado (modificable para una futura ampliación) donde se define el enlace hacia la página de monitorización y control del proceso de la unidad funcional “Manipulador Electro-Neumático”.

La elección del software “Adobe Dreamweaver CS5” se ha efectuado porque se trata de un editor de código HTML muy gráfico, y no son requeridos grandes conocimientos de este lenguaje para la creación de una página web.

El método que se va a seguir para explicar el desarrollo de las webs será el de mostrar el resultado final para obtener la idea de diseño deseada y seguidamente se continuará describiendo el procedimiento realizado hasta llegar a dicho resultado.

A continuación se muestra la web “Estado300”:



Universidad
Politécnica
de Cartagena

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

SIMATIC S7-300

CPU 314C-2 DP	CP 343-1 IT
	
Dirección MAC <input type="text" value="6ES7 314-6CF00-0AB0"/>	Dirección MAC <input type="text" value="6GK7 343-1GX11-0XE0"/>
Estado <input type="checkbox"/> <small>Run</small> <input type="checkbox"/> <small>Stop</small> <input type="checkbox"/> <small>Err</small>	Estado <input type="checkbox"/> <small>Run</small> <input type="checkbox"/> <small>Stop</small> <input type="checkbox"/> <small>Err</small>

SALIDA 124: 00000000

CONTROL Y MONITORIZACIÓN

1.- MANIPULADOR ELECTRONEUMÁTICO

Figura 4.3.33 Página HTML “Estado300” del Web-based-SCADA

Como descripción general de la página, comentar que se compone de:

- Una tabla de una de una fila y dos columnas para la cabecera, la cual está compuesta del logotipo de la *UPCT* del nombre del departamento,
- Otra tabla de cinco filas y dos columnas (una para cada dispositivo mencionado) donde se insertarán las imágenes de los dispositivos y los *S7 Ident* y *Status Applets*. Esta tabla será la tabla de diagnóstico de los equipos.
- Seguidamente se insertan dos *Applets*, uno del tipo *Put* para los bytes de salidas *AB124* y *AB125* y otro del tipo *Get* para saber el estado del byte de salidas *AB124*. Estas salidas no tienen influencia alguna sobre el proceso. Se han implementado como ejercicio para comprobar la correcta programación de los *Applets* en el *SCADA*.
- Por último, se ha incluido un enlace que nos dirige a la página de control y monitorización del proceso.

Para comenzar a editar la página HTML abrimos el editor de código HTML de *Adobe* y creamos una nueva página en blanco. Si se quiere editar en un entorno gráfico, en la parte superior de la ventana hay una barra de herramientas donde se puede elegir la forma de edición, en código HTML, gráficamente o ambas (ventana dividida en dos). Elegimos *Diseño*.



Figura 4.3.34 Elección de entorno de trabajo

Los elementos que forman la web se pueden introducir mediante una barra de herramientas que existe en el lateral de la ventana y que nos permite insertar los elementos más comunes, como imágenes, tablas, enlaces, etc.

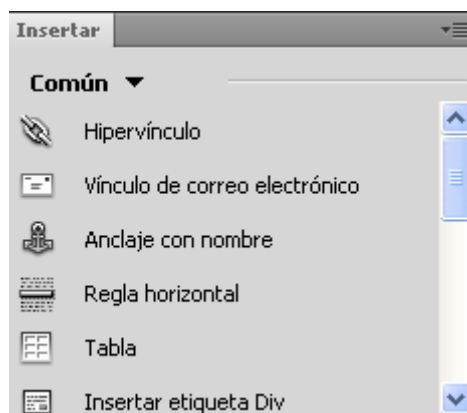


Figura 4.3.35 Barra de herramientas "Insertar"

Introducimos de forma sencilla los distintos elementos a nuestro gusto como las tablas, las imágenes dentro de la celda deseada, el texto y el enlace a la página del proceso. Como de igual forma hay que crearla, ya le especificamos el nombre: “electroneumático.html”.

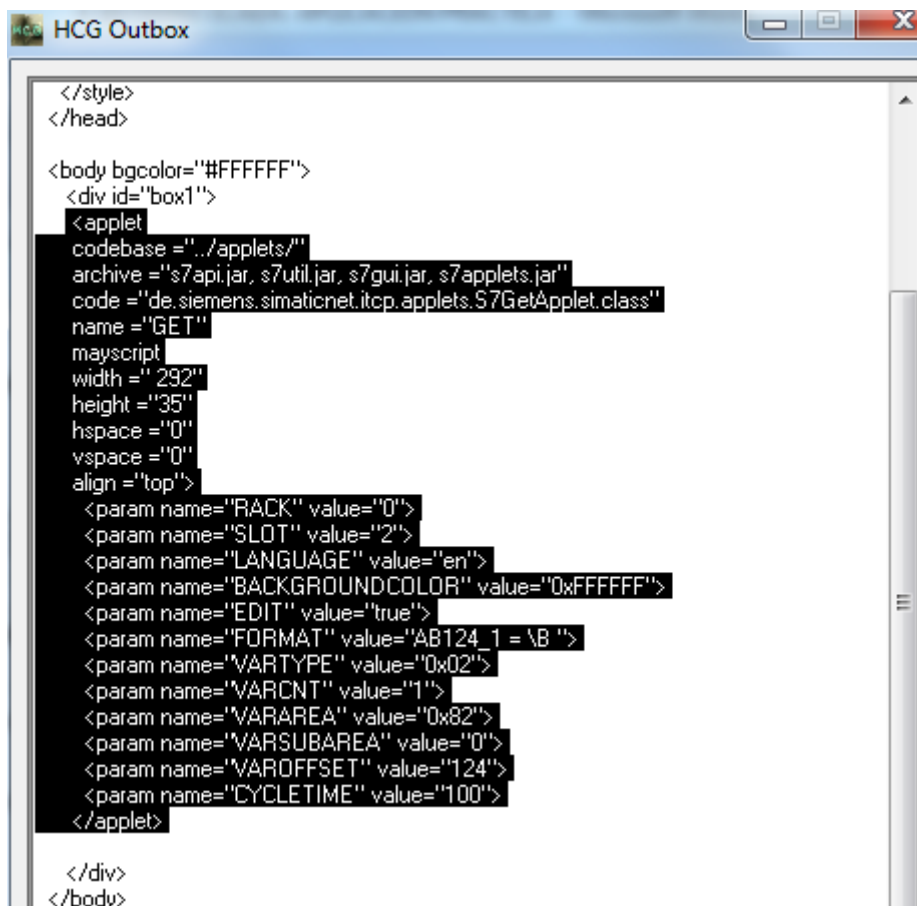
Nota: Hay que tener en cuenta que el SCADA Web estará alojado en el servidor FTP del CP343-1 IT, por lo que a la hora de especificar el directorio tanto de las imágenes como los enlaces, tendrá que ser un directorio dentro del servidor y nunca del PC en el que se trabaja. Para nuestro caso, se alojarán todos los componentes del SCADA Web en el directorio “http://192.168.0.195/user/...”.

Ya solo quedan por insertar los S7 Applets. Se debe dejar de lado por un momento el programa editor de código HML y abrir el software HCG. La ventana de dicho programa se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.3.36 Pestaña S7 Get Applet de HCG

Como se puede apreciar, no existe ventana principal, ya que siempre se trabaja en la misma. Se debe especificar el tipo de CPU (300/400), así como el bastidor (Rack = 0) donde se encuentra y su posición (Slot = 2) en el mismo. Además deseccionamos la opción "Create Index" y seleccionamos "If checked, will create selected S7 Applets", la cual generará los S7 Applets que marquemos en sus respectivas pestañas.

- Para añadir el **S7 Get Applet** nos dirigimos a su pestaña correspondiente y la marcamos. Especificamos los datos como en la Figura 4.3.37. Se quiere obtener el valor del primer byte de salidas (Q) con dirección 124. En número de variables se deja a 1, ya que sólo se requiere un byte. Como se ha dicho anteriormente, el tiempo de refresco será de 100ms. Clicamos en "Generate" y nos emerge una nueva ventana con código HTML. Sólo copiamos la parte del S7 Applet que corresponde al texto señalado a continuación:



```

</style>
</head>

<body bgcolor="#FFFFFF">
  <div id="box1">
    <applet
      codebase = "../applets/"
      archive = 's7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar'
      code = 'de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class'
      name = "GET"
      mayscript
      width = "292"
      height = "35"
      hspace = "0"
      vspace = "0"
      align = "top">
      <param name="RACK" value="0">
      <param name="SLOT" value="2">
      <param name="LANGUAGE" value="en">
      <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
      <param name="EDIT" value="true">
      <param name="FORMAT" value="AB124_1 = %B ">
      <param name="VARTYPE" value="0x02">
      <param name="VARCNT" value="1">
      <param name="VARAREA" value="0x82">
      <param name="VARSUBAREA" value="0">
      <param name="VAROFFSET" value="124">
      <param name="CYCLETIME" value="100">
    </applet>
  </div>
</body>

```

Figura 4.3.37 Código generado del S7 Get Applet

A continuación, una vez copiado la parte indicada del código generado, nos dirigimos al *Adobe Dreamweaver CS5* y lo pegamos justo debajo de la tabla de diagnóstico de los dispositivos. Aparecerá un cuadro gris, que nos querrá decir que el Applet se ha incluido con éxito. Aún así queremos hacer una modificación. Seleccionamos el Applet y nos dirigimos al entorno de edición en código. El nombre mostrado en el Applet no está bien del todo así como tampoco el formato de representación es el deseado. Editamos la línea de código siguiente

```
<param name="LANGUAGE" value="en">
<param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
<param name="EDIT" value="true">
<param name="FORMAT" value="AB124_1 = \B ">
<param name="VARTYPE" value="0x02">
<param name="VARCNT" value="1">
```

por `<param name="FORMAT" value="AB124 = \S ">`

Esto quiere decir que el Applet mostrará la salida con el formato "AB124 = xxxxxxxx". El indicador por defecto "\B" nos mostraba el valor del byte en formato decimal, mientras que el indicador "\S" nos lo proporciona en formato binario, con los 8 bits de mayor a menor peso.

- El **S7 Put Applet** lo creamos de la misma manera que el anterior. Señalamos la pestaña deseccionamos las demás para no inducir a la confusión del código. Indicamos el área de datos Q de tipo Byte y con dirección 124. Aquí no hay que indicar tiempo de refresco puesto que se trata de un Applet para escribir valores, no para leerlos. Generamos el código y copiamos sólo la parte del Applet en la celda deseada en *Adobe Dreamweaver*.

```
<applet
  codebase = "../applets/"
  archive = "s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
  code = "de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7PutApplet.class"
  name = "PUT"
  mayscript
  width = "500"
  height = "35"
  hspace = "0"
  vspace = "0"
  align = "top">
  <param name="RACK" value="0">
  <param name="SLOT" value="2">
  <param name="LANGUAGE" value="en">
  <param name="VARFORMAT1" value="B">
  <param name="VARAREA1" value="0x82">
  <param name="VAROFFSET1" value="124">
  <param name="VARNAME1" value="AB124">
  <param name="VARTYPE1" value="0x02">
  <param name="VARSUBAREA1" value="0">
  <param name="VARNUM" value="1">
  <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
  <param name="EDIT" value="true">
</applet>
```

Como deseamos poder cambiar el valor del byte de salidas AB125 modificamos el código tal como se muestra a continuación para que en el Put Applet se puedan seleccionar tanto el byte AB124 como el AB125.

```
<applet
  codebase = "../applets/"
  archive = "s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
  code = "de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7PutApplet.class"
  name = "PUT"
  mayscript
  width = "500"
  height = "35"
  hspace = "0"
  vspace = "0"
  align = "top">
  <param name="RACK" value="0">
  <param name="SLOT" value="2">
  <param name="LANGUAGE" value="en">
  <param name="VARFORMAT1" value="B">
  <param name="VARAREA1" value="0x82">
  <param name="VAROFFSET1" value="124">
  <param name="VARNAME1" value="AB124">
  <param name="VARTYPE1" value="0x02">
  <param name="VARSUBAREA1" value="0">
  <param name="VARFORMAT2" value="S">
  <param name="VARAREA2" value="0x82">
  <param name="VAROFFSET2" value="125">
  <param name="VARNAME2" value="AB125">
  <param name="VARTYPE2" value="0x02">
  <param name="VARSUBAREA2" value="0">
  <param name="VARNUM" value="2">
  <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
  <param name="EDIT" value="true">
</applet>
```

Ahora ya podemos seleccionar en el mismo Applet cualquiera de los dos bytes de salida. Nótese que el byte AB124 se debe introducir con formato decimal y el AB125 con formato binario de mayor a menor peso.

- Los **S7 Ident Applets** y los **S7 Status Applets** se configuran del mismo modo, así que sólo vamos a especificar uno de ellos, por ejemplo, el S7 Ident Applet. Simplemente basta con seleccionar la pestaña y deseleccionar las demás. A continuación marcar los dos dispositivos que se muestran, asegurándonos que los Slots se corresponden. Generamos y copiamos el código de los dos Applets que aparecen en el *Adobe Dreamweaver*.

Figura 4.3.38 Parametrización del S7 Ident Applet

Una vez realizados todos los pasos indicados hasta ahora, ya tenemos la página web “Estado300” terminada. El siguiente paso es cargarla al servidor FTP de la CP343-1 IT, pero se va a esperar a terminar las dos páginas para cargarlas todas juntas.

Para más información acerca de la página web “estado300.htm”, el código HTML completo puede encontrarse en el *Anexo C: Programación de la aplicación práctica*.

Web “electroneumatico”

Esta página web contiene la parte del SCADA del proceso de la unidad funcional. Como se ha dicho anteriormente no será un SCADA Web gráfico, sino el que se leerá la información de las variables que intervienen en el proceso.

Para facilitar la lectura de las variables, a cada uno de los elementos que forma la unidad funcional se le ha asignado un color. Una imagen muestra esto que se ha comentado anteriormente. Correspondiendo al color, los S7 Get Applets de las variables de cada uno de los elementos se encasillarán en celdas cuyo color de fondo será el mismo que el del elemento al que representan. Además, el S7 Get Applet que recoge la señal del potenciómetro tiene apariencia de indicador analógico.

Comentar también que se incluirá un S7 Put Applet para modificar el valor de los datos que corresponden a las variables del panel de mando virtual, formado por “Marchaweb”, “Manautoweb” y “paroweb”.

Antes de proseguir con la realización de la página HTML, es recomendable para una mejor comprensión de lo que se va a realizar a continuación saber cómo se van a configurar y programar la lectura de las variables asociadas al proceso en el SIMATIC S7-300. Esto se indica en el apartado “Programación de la estación S7-300” que sigue al presente.

De vuelta, y una vez comprendidas y realizadas las configuraciones expuestas en el apartado mencionado, se procede a desarrollar el SCADA Web.

Como se ha podido apreciar, se desea que el estado de los elementos que componen la unidad funcional se muestre en forma de cadena de caracteres mediante bloques de datos (DB's) y no en forma binaria como se reflejaría si se leyera un solo bit.

La correspondencia entre los estados de los elementos y la dirección de los bloques de datos a los que están asociados es la que se muestra en la siguiente tabla:

ELEMENTO	Nº DE DB
Marcha	10
Emergencia	11
ManAuto	12
Brazo	13
Generador de vacío	14
Motor	15
Lámpara verde	16
Lámpara blanca	17
Vacuostato	18
Válvula 5/2	19

Tabla 4.3.4

Sabido esto, se va a proceder al diseño de la página web, la cual quedará como en la imagen que a continuación se ofrece:



MANIPULADOR ELECTRONEUMÁTICO

SETA DE EMERGENCIA = NO PULSADO	<p>Potenciometro</p> <p>Encoder Incremental= 0</p>
PULSADOR MARCHA= NO PULSADO	LÁMPARA VERDE = APAGADA
SELECTOR MAN/AUTO = AUTOMATICO	LÁMPARA BLANCA = APAGADA
GENERADOR DE VACÍO = DESACTIVADO	VACUOSTATO = VACIO NO DETECTADO
SITUACIÓN DEL BRAZO = ABAJO	VALVULA 5/2 = DESACTIVADA
ESTADO DEL MOTOR = PARADO	
<input type="text" value="ACCIONAMIENTO"/> <input type="button" value="Set"/>	
<p>Marcha en Automático = 1 ; Marcha en Manual = 3 ; Paro de emergencia = 4 ; Anular = 0</p>	

[MENÚ PRINCIPAL](#)

Figura 4.3.39 Vista general de la página HTML “Electroneumatico”

Para diseñar la página HTML tal y como se ha visto en la Figura 4.3.39, abrimos una nueva página en blanco en el *Adobe Dreamweaver CS5*.

- La cabecera, puesto que es la misma que en la página “Estado300”, se sigue el mismo procedimiento para su creación y personalización.
- Seguidamente de la cabecera se inserta el texto “Manipulador Electroneumático”, que será el título de la página.
- Nuevamente se inserta otra tabla, en cuya primera fila de celdas combinadas alojaremos la imagen de la unidad funcional. En las demás celdas se insertan los S7 Get Applets de todas las variables a mostrar, así como un S7 Put Applet para accionar las variables del panel de mando virtual de este SCADA basado en Web.

Los S7 Get Applets se programan en *HCG* como se indica en la ilustración siguiente:

Figura 4.3.40 Programación de S7 Get Applet en HCG

Se quieren leer las 10 primeras variables (tamaño del DB) del DB de número 10 y que se representen en formato de carácter (\Z). Se copia el código perteneciente solo al Applet del Outbox y se pega en la celda deseada en *Adobe Dreamweaver*. Debe modificarse la línea de representación indicada:

```
<applet
codebase = "../applets/"
archive = "s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code = "de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class"
name = "MARCHA"
mayscript
width = " 1460"
height = "35"
hspace = "0"
vspace = "0"
align = "top">
  <param name="RACK" value="0">
  <param name="SLOT" value="2">
  <param name="LANGUAGE" value="en">
  <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
  <param name="EDIT" value="true">
  <param name="FORMAT" value="\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">
  <param name="VARTYPE" value="0x03">
  <param name="VARCNT" value="10">
  <param name="VARAREA" value="0x84">
  <param name="VARSUBAREA" value="10">
  <param name="VAROFFSET" value="0">
  <param name="CYCLETIME" value="100">
</applet>
```

por la línea `<param name="FORMAT" value="PULSADOR MARCHA = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">`

Se procede de igual forma con el resto de variables que necesiten de S7 Get Applets salvo dos:

- Para el encoder incremental se debe leer la palabra con dirección 14 (Word=2 Bytes) del DB30 (búfer de comunicación IE) y cuyo valor se representará con formato \W.
- Para la señal del potenciómetro analógico se lee la palabra 12 del mismo DB30. En este caso se utiliza un gráfico (CLTacho) para representar el valor de la palabra. Además, en *HCG* debemos activar la casilla "Use Graphic Display?" y elegimos CLTacho. Indicamos los valores extremos de la escala y la dimensión, aunque en nuestro caso le indicaremos "Potenciómetro" para distinguir la variable.

Figura 4.3.41 Programación del S7 Get Applet con display gráfico CLTacho

Para el S7 Put Applet, modificamos el primer byte del buzón emisor IE (DB30.DBB0), el cual se enviará a la Memoria-V del S7-200. Sólo serán utilizables los 3 primeros bits de ese byte, los cuales se corresponderán en el S7-200 a “Marchaweb”, “Manautoweb” y “paroweb” respectivamente.

- Por último, creamos un enlace que nos dirija a la página “Estado300”.

El código HTML completo generado por *Adobe Dreamweaver* de la presente página “electroneumático.html” puede encontrarse en el *Anexo C: Programación de la aplicación práctica*. En dicho código se incluye la programación de todos los S7 Applets.

Una vez que se ha acabado de diseñar las dos páginas que componen el SCADA basado en Web, es necesario alojarlas en el servidor FTP del CP343-1 IT. Para subir las, solo es necesario un software cliente FTP como *FileZilla Client*, pero antes debemos configurar la seguridad del procesador de servidor FTP, definiendo los usuarios y los privilegios que tiene cada uno de ellos sobre dicha CP.

Para ello abrimos el *STEP7 Manager* y nos dirigimos al *HWConfig*. Una vez allí clicamos dos veces sobre la CP343-1 IT en el bastidor virtual y nos emerge una ventana con sus propiedades. Se hace clic sobre la pestaña “Usuarios”.

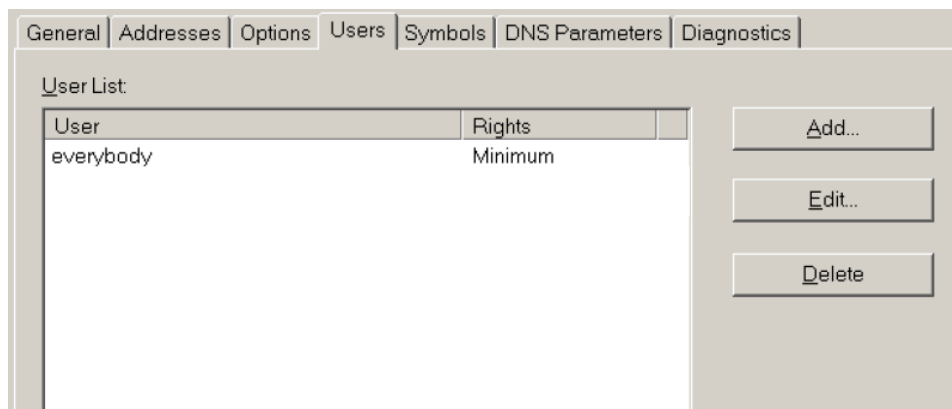


Figura 4.3.42 Definición de usuarios

La ventana ante la que nos encontramos es similar a la de la figura anterior, eliminamos el usuario “everybody” que viene definido por defecto y añadimos uno nuevo llamado “administrador” que tendrá todos los privilegios posibles.

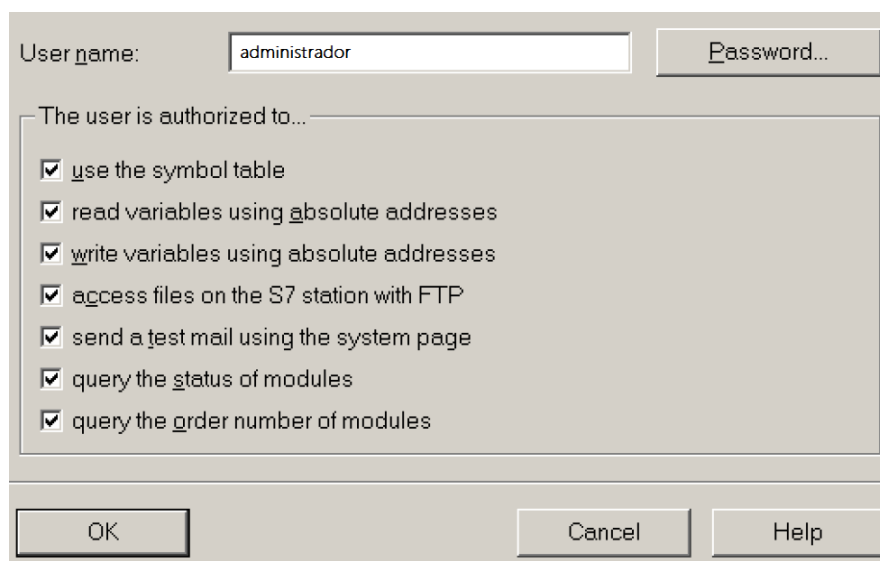


Figura 4.3.43 Definición del nivel de acceso de los usuarios

Además editamos una contraseña o password quedando el acceso del usuario agregado por:

- **Usuario:** administrador
- **Contraseña:** administrador

Guardamos la configuración del proyecto y la cargamos al PLC. Ahora todo está listo para poder transferir el SCADA Web al servidor FTP de la CP343-1.

Abrimos *FileZilla* y nos dirigimos a *Archivo>>Gestor de sitios*. Una nueva ventana donde es necesario configurar las propiedades de la transmisión hacia el servidor FTP. Definimos a continuación un “nuevo sitio”, ya que no tenemos configurado ningún servidor.

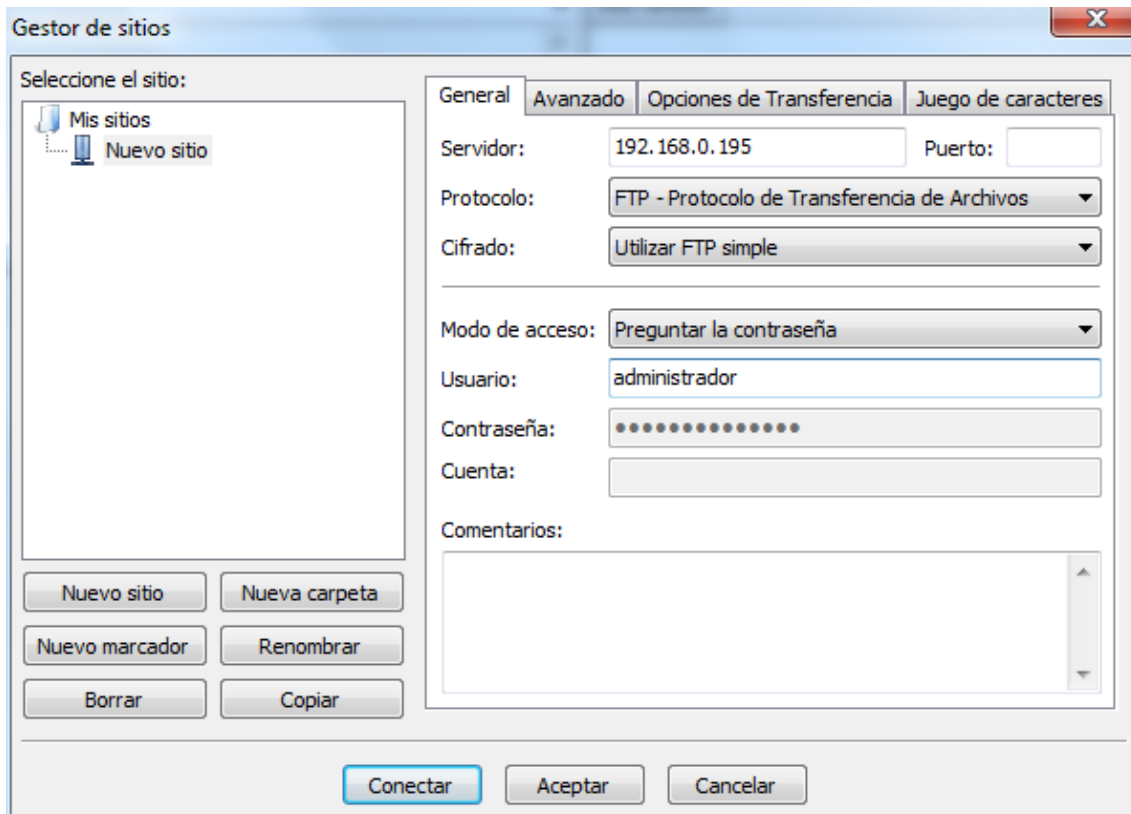


Figura 4.3.44 Creación de un nuevo sitio en *FileZilla*

En nuestro caso, solo es necesario especificar la IP del servidor y elegir como modo de acceso “Preguntar la contraseña”, así como definir el usuario “administrador” tal y como se aprecia en la Figura 4.3.44. Conectamos y a continuación se demandará la contraseña para el usuario “administrador”, la cual se corresponde con el nombre del usuario.

Si la conexión se realiza con éxito se obtendrá una vista de la ventana general del *FileZilla* similar a la que se presenta a continuación:

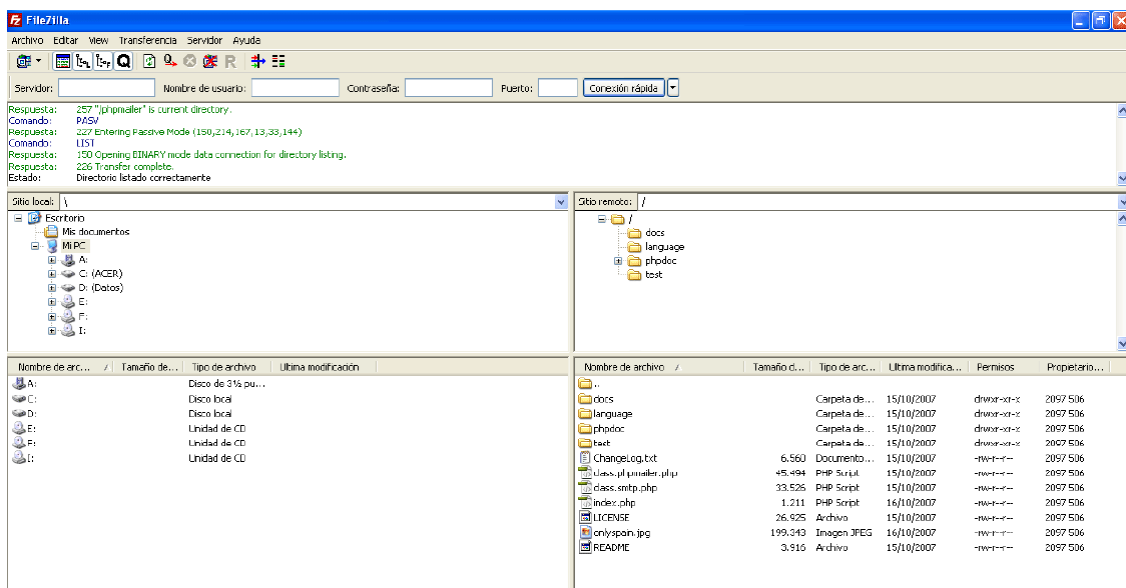


Figura 4.3.45 Conexión establecida con el servidor

Para concluir la carga, buscamos en el sitio local (el ordenador de trabajo) la ubicación tanto de los archivos “estado300.htm” y “electroneumatico.html” como de las imágenes utilizadas para el diseño de los anteriores y los emplazamos como se comentó anteriormente en el directorio del sitio remoto “http://192.168.0.195/user/...”. Seguidamente desconectamos la conexión con el servidor.

Finalmente, El SCADA basado en Web está cargado en el servidor FTP de la CP343-1 y se podrá acceder a él a través de un navegador web cualquiera como *Internet Explorer* o *Mozilla Firefox* introduciendo para ello la dirección remota de la página inicial del SCADA para monitorizar y controlar el proceso, a saber, “http://192.168.0.195/user/estado300.htm”.

Programación de la estación S7-300

Se recomienda la anterior lectura de este apartado para el desarrollo de la página HTML “electroneumático” para una mejor comprensión de la programación de los S7 Applets JAVA que se incluyen en ella.

Para aclarar las transferencias y haciendo uso de la imagen de la Figura 4.3.5 “Búfer de comunicación de Industrial Ethernet” se van a comentar las transferencias realizadas entre los equipos S7-300 y S7-200.

- El byte de salidas QB0 del S7-200 se moverá al primer byte del buzón emisor IE (VB0) de dicho equipo, el cual se transferirá al primer byte del buzón de recepción IE (DB30.DBB10) del S7-300.
- El byte de entradas IB0 del S7-200 se moverá al segundo byte del buzón emisor IE (VB1) de dicho equipo, el cual se transferirá al segundo byte del buzón de recepción IE (DB30.DBB11) del S7-300.
- El S7 Put Applet modifica el valor de los tres primeros bits de un byte correspondientes a los tres elementos de mando del SCADA Web (“Marchaweb”, “Manautoweb” y “paroweb”). Dicho Applet se asociará al primer byte del buzón emisor IE del S7-300 (DB30.DBB0) el cual se transferirá al primer byte del buzón de recepción IE del S7-200 (VB10).

Teniendo claros los conceptos anteriores, mencionar que no se desea que el valor de las distintas variables que intervienen en el proceso de la unidad funcional se muestre con un formato binario, sino que es de interés de cara al SCADA Web que se represente mediante una cadena de caracteres. Por ejemplo, cuando la salida correspondiente a la lámpara verde esté activada, en vez representarse como “Lámpara Verde = 1” se hará como “Lámpara Verde = Encendida”.

Para dicho fin es necesario asociar a cada variable dos bloques de datos distintos:

- Uno de ellos contendrá una cadena de caracteres de una determinada longitud con todos los posibles estados de una variable. Todos los posibles estados de una misma variable deberán tener el mismo número de caracteres aunque para ello se deban dejar caracteres en blanco (espacios).
- El segundo bloque de datos (de misma longitud que de un solo estado posible) tendrá los caracteres en blanco.

Esto se debe a que posteriormente se programará, según el estado de la variable asociada a dichos DB's, que se mueva la cadena de caracteres correspondiente a dicho estado de la variable hacia el bloque de datos en blanco.

Para la mejor comprensión de lo descrito anteriormente vamos a comenzar la programación de la estación S7-300 y realizar un ejemplo con la variable correspondiente a la lámpara verde “Lverde”.

Como bien se sabe, el S7-300 debe contar con un bloque de datos DB30, de longitud 20 bytes, que actuará como búfer de comunicaciones IE para el intercambio de datos con el S7-200. Además debe contar con dos DB’s para mostrar el estado de las variables mediante un formato de cadena de caracteres. Dichos DB’s se muestran en la siguiente tabla:

ELEMENTO	Nº DE DB DE ESTADO ACTUAL	Nº DE DB DE ESTADOS POSIBLES
Marcha	10	20
Emergencia	11	21
ManAuto	12	22
Brazo	13	23
Generador de vacío	14	24
Motor	15	25
Lámpara verde	16	26
Lámpara blanca	17	27
Vacuostato	18	28
Válvula 5/2	19	29

Tabla 4.3.5 Número de los DB’s asociados a las variables del proceso

Como se va a explicar el ejemplo para la variable de la lámpara verde, procedemos a crear dos nuevos bloques de datos. Para ello, clicamos en el menú *Insertar>>Bloque de datos* y le asignamos un número a continuación que será el 16. De igual forma actuamos para el DB26.

Comenzamos editando el DB26. Queremos que se muestren los estados “ENCENDIDA” y “APAGADA”. Como los estados deben tener el mismo número de caracteres, prevalece el número de la secuencia de caracteres más larga para que de este modo no se omita ningún carácter de un posible estado en la representación. En este el mayor número de caracteres corresponde al estado “ENCENDIDA” con nueve caracteres, aunque por comodidad se decide insertar diez. Dicho esto incluimos un Array de longitud 20 [0..19] del tipo CHAR, tal y como se muestra a continuación:

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	DE_VAR	ARRAY[0..19]	'-'	Variable provisional
*1.0		CHAR		
=20.0		END_STRUCT		

Figura 4.3.46 Creación del bloque de datos DB26

Después de realizar esto, nos dirigimos al menú *Ver>>Datos* y editamos el valor de todos los caracteres, poniendo especial atención en que los estados, como se había dicho, tendrán una longitud de diez caracteres, por lo que será necesario dejar algunos en blanco.

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Valor actual
0.0	DE_VAR[0]	CHAR	'-'	'E'
1.0	DE_VAR[1]	CHAR	' '	'N'
2.0	DE_VAR[2]	CHAR	' '	'C'
3.0	DE_VAR[3]	CHAR	' '	'E'
4.0	DE_VAR[4]	CHAR	' '	'N'
5.0	DE_VAR[5]	CHAR	' '	'D'
6.0	DE_VAR[6]	CHAR	' '	'I'
7.0	DE_VAR[7]	CHAR	' '	'D'
8.0	DE_VAR[8]	CHAR	' '	'A'
9.0	DE_VAR[9]	CHAR	' '	' '
10.0	DE_VAR[10]	CHAR	' '	'A'
11.0	DE_VAR[11]	CHAR	' '	'P'
12.0	DE_VAR[12]	CHAR	' '	'A'
13.0	DE_VAR[13]	CHAR	' '	'G'
14.0	DE_VAR[14]	CHAR	' '	'A'
15.0	DE_VAR[15]	CHAR	' '	'D'
16.0	DE_VAR[16]	CHAR	' '	'A'
17.0	DE_VAR[17]	CHAR	' '	' '
18.0	DE_VAR[18]	CHAR	' '	' '
19.0	DE_VAR[19]	CHAR	' '	' '

Figura 4.3.47 Valor de los datos del DB26.

El bloque de datos DB16 se crea con el mismo método, sólo que en este caso tendrá un array de 10 caracteres (el valor para uno de los posibles estados), ya que se desea que muestre el estado en que se encuentra la lámpara verde en un determinado momento. Los caracteres se dejan en blanco en el campo valor actual.

Para la programación del estado debemos modificar el programa principal del S7-300 (OB1). Aquí, según el estado de la variable "Lverde" moveremos el valor de estado en que se encuentre la lámpara desde el DB26 al DB16. Este último es el que está asociado el S7 Get Applet del SCADA Web. Para realizar dicho movimiento de datos se utilizará la función especial "Fill" (SFC21) que podemos encontrar en *Librerías>>Standard Library>>System Fuction*.

- **Lámpara verde encendida**

Para este caso, debemos tener en cuenta que el bit de la variable "Lverde" podemos encontrarlo en el buzón receptor IE del DB30. Corresponde al bit 4 del byte 10 (DB30.DBX10.4). Entonces, si dicho bit está en estado alto se copiará la cadena de caracteres correspondiente al estado "ENCENDIDA " (del 0 al 9) del DB26 hacia el DB16.

Segm. 16 : LAMPARA VERDE ENCENDIDA

Comentario:

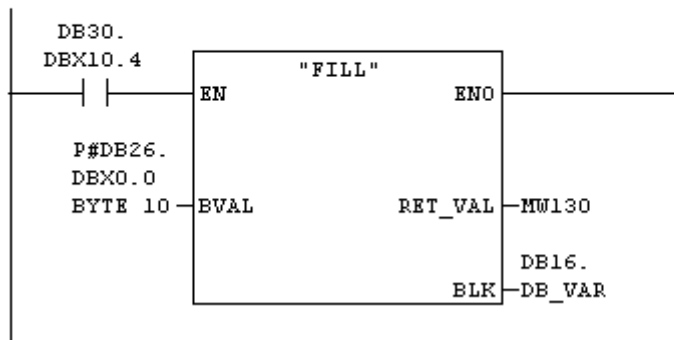


Figura 4.3.4.8 Programación de la lámpara verde encendida

- **Lámpara verde apagada**

A diferencia del estado anterior, debemos tener en cuenta que si el bit de la variable “Lverde” (DB30.DBX10.4) se encuentra en estado bajo se copiará la cadena de caracteres correspondiente al estado “APAGADA ” (del 10 al 19) del DB26 hacia el DB16.

Segm. 17 : LAMPARA VERDE APAGADA

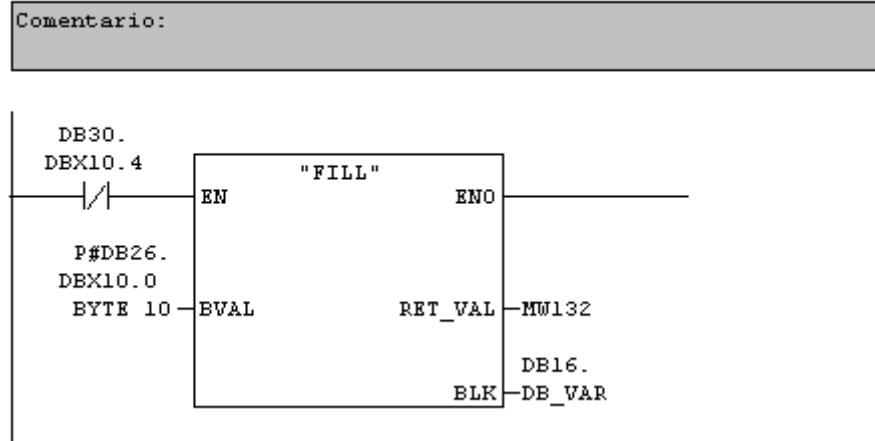


Figura 4.3.49 Programación de la lámpara verde apagada.

Se procede entonces, de igual forma para cada una de las variables que deseemos integrar en el SCADA basado en Web. El bloque OB1 queda definido por el código que se halla en el *Anexo C: Programación de la aplicación práctica*.

Terminado el programa OB1, se quieren mostrar los bloques del sistema de la CPU 314C-2 DP:



Figura 4.3.50 Bloque del sistema de la CPU 314C-2 DP

Realizado todo lo expuesto, tenemos terminado el programa para el S7-300. Se guarda y compila toda la información. Por último se realiza la carga mediante el puerto Ethernet a la CPU 314C-2 DP.

Capítulo 5

Conclusiones y líneas futuras

5.1 Conclusiones

En este proyecto se ha llevado a cabo la configuración y puesta en marcha de una red de comunicación industrial Ethernet Industrial. Se han realizado varios ejercicios de comunicación con diferentes topologías de red incluso integrando una red PROFIBUS DP. Como aplicación práctica se ha controlado un proceso a través de dos sistemas SCADA, uno basado en web y otro integrado en un panel industrial.

Las bondades de Ethernet Industrial, avaladas por los estándares IEEE 802.3 (Ethernet) e IEEE 802.11 (Wireless LAN), así como la necesidad actual que existe en la industria a la interconexión globalizada de equipos y procesos por WAN, hacen de esta red de comunicaciones la evolución lógica de los buses de campo existentes.

La protección para las inversiones ya realizadas está asegurada gracias a desarrollos y perfeccionamientos compatibles con otros buses de campo existentes. Como se ha comprobado en el ejercicio segundo de comunicación, a un equipo SIMATIC S7-300 que controlaba una red PROFIBUS DP ya existente, se le ha incorporado una segunda red Ethernet Industrial, actuando como maestro de ambas redes al mismo tiempo. A su vez, este mismo ejemplo para la protección de inversiones se convierte también en un ejemplo de flexibilidad, integrando distintas redes y dejando la posibilidad de ampliación del sistema para un futuro en caso de necesidad.

El uso de Industrial Wireless LAN (IWLAN) garantiza una comunicación exitosa y sin perturbaciones con el consecuente ahorro de cableado y sus gastos derivados, como pueden ser la realización de obras para la canalización o soterramiento, salvando grandes distancias. El aspecto negativo de las transmisiones por radiofrecuencia es sin duda, que por muchos medios de seguridad que se pongan, existe la posibilidad de captación externa de la señal y consecuentemente, nunca se estará exento de ataques ajenos contra el sistema.

Es posible el diagnóstico y configuración en cualquier instante de cualquier estación de la red desde un mismo PG, siempre y cuando éste tenga asignada una dirección IP del mismo rango que dichas estaciones. Cabe destacar que para el caso de los autómatas, esto sólo es posible siempre y cuando sus procesadores de comunicaciones hayan sido configurados una primera vez a través de su correspondiente cable de comunicación (PC/PPI para S7-200 o MPI/DP para S7-300), por lo que supone un desembolso adicional a la hora de configurar el sistema.

Mencionar también, que Ethernet Industrial se trata de un sistema probabilístico, aunque no por ello quiera decir que se deseché su elección como sistema a implantar ni que sus transferencias no se harán correctamente, pues presenta más ventajas que otros sistemas de bus de campo existentes en el mercado. Simplemente, en ciertos procesos en los que los tiempos sean críticos, sobre todo en procesos químicos, será mejor elegir un sistema determinista por motivos de seguridad y tener un buen control del proceso.

Finalmente, en cuanto a los sistemas SCADA, controlar un proceso industrial es de gran ayuda, tanto para su supervisión como para su control de forma sencilla e intuitiva.

- Un panel industrial en un puesto de operador a nivel de campo nos permite no situarnos físicamente frente a la maquinaria, monitorizando incluso varios procesos simultáneamente y evitando accidentes innecesarios.
- La implementación de un sistema SCADA basado en web nos amplía enormemente las posibilidades de supervisión y control. Al no tratarse de un software específico para un dispositivo concreto, podemos tener acceso al proceso desde cualquier parte del mundo y con cualquier equipo (PC, móvil, PDA, tableta, etc.) con acceso a internet a través de un navegador web cualquiera. Se desbanca así a la tecnología GSM (en la mayoría de los casos), ya que actualmente un gran porcentaje de personas dispone de tarifa de datos contratada en su dispositivo móvil. En este proyecto solo se permite el acceso al SCADA basado en Web a dispositivos integrados dentro de la misma red debido a motivos de seguridad y configuración de la red interna de la *Universidad Politécnica de Cartagena*. Existen multitud de Web-Based SCADA, y la mayoría de ellos se realizan a través de programas JAVA. En nuestro caso, hemos utilizado unos Applets JAVA predefinidos y programados por SIEMENS. Están diseñados específicamente para la comunicación con los equipos SIMATIC S7, pero éstos son muy básicos y no nos han permitido realizar un SCADA Web potente y, sobre todo, gráfico. Se requieren conocimientos de programación en JAVA para realizar un deseable SCADA basado

en Web. Como anécdota, mencionar que en ciertas ocasiones la carga de los Applets JAVA desde el servidor no es correcta en un principio, por lo que es necesario refrescar la página en la que nos encontramos.

Para concluir este apartado, y para ayudar a la comprensión del proceso a automatizar en el *Capítulo 4: Sistemas SCADA. Aplicación Práctica*, destacar la edición de un video explicativo de dicho proceso y de los elementos que componen la unidad funcional “*Manipulador Electro-Neumático*”. Este vídeo se puede encontrar adjunto en el CD suministrado con el presente Proyecto Fin de Carrera.

5.2 Líneas futuras

Se proponen como posibles futuras líneas de trabajo las siguientes:

1. Implementación en el proyecto del protocolo abierto y determinista desarrollado por Siemens y basado en Ethernet Industrial, PROFINET para poder controlar procesos en tiempo real.
2. Mejora del SCADA Web haciendo uso de la programación JAVA, creando para ello Applets específicos. Posteriormente exportar dicho SCADA a la nube y hacerlo accesible vía Internet para de esta forma, poder monitorizar y controlar un proceso desde cualquier parte del mundo.
3. Desarrollo y configuración de las funciones IT del CP343-1, tales como el envío de e-mails y generación de archivos históricos de datos para su almacenamiento en el servidor interno del procesador de comunicaciones y su posterior consulta desde la Web.

Bibliografía y referencias

- [1] “Configuración y puesta en marcha de una red de autómatas programables basada en PROFIBUS, MPI y GSM para el control y monitorización de módulos de fabricación flexible”
Francisco José Menchón Ruíz
Proyecto Fin de Carrera, UPCT
Año 2006
- [2] “Automatización y diseño Scada con TP177B PN/DP de aplicaciones docentes con Software Scada y autómatas: S7-200 y S7-300
Javier Crespo Ródenas
Proyecto Fin de Carrera, UPCT
Año 2008
- [3] “Comunicaciones Industriales”
Vicente Guerrero, Ramón L. Yuste y Luís Martínez
Ediciones técnicas MARCOMBO
Año 2010.
ISBN: 978-84-267-1574-6
- [4] Guía de prácticas de Automatización Industrial
Manual del profesor
Automatización Industrial, 2º I.T.I. Electrónica Industrial
Universidad Politécnica de Cartagena

- [5] Temario de Comunicaciones Industriales
Manuel Jiménez Buendía
Comunicaciones Industriales, 3º I.T.I. Electrónica Industrial
Universidad Politécnica de Cartagena
- [6] Instrucciones de servicio “Procesador de comunicaciones CP243-1 para Industrial Ethernet y tecnología de la información”
SIMATIC NET
Siemens AG
- [7] Manual del equipo CP343-1 IT Parte B3 “CP S7 para Ethernet Industrial”
SIMATIC NET
Siemens AG
- [8] Instrucciones de servicio “Panel de operador TP177A, TP177B, OP177B (WinCC flexible)”
SIMATIC HMI
Siemens AG
- [9] Configuration Manual “SCALANCE W-700”
Siemens AG
- [10] Operating Instructions (Compact) “SCALANCE W784-1xx/SCALANCE W74x-1”
SIMATIC NET
Siemens AG
- [11] Manual “Quick Start CD: CPU to CPU Communication over IE between an S7-200 with a CP243-1 and an S7-300 with a CP343-1”
SIMATIC NET
Siemens AG
- [12] Manual “HTML Code Generator v1.0 for SIMATIC IT Modules CPx43-1 IT”
Siemens AG
- [13] Web de Soporte Técnico y Foro de Siemens AG
<http://support.automation.siemens.com>
- [14] Web y Foro de actualidad y recursos sobre automatización industrial
<http://www.infopl.net>

- [15] Wikipedia
<http://es.wikipedia.org>
- [16] Web Textos Científicos
<http://www.textoscientificos.com>
- [17] “Autómatas Programables. Entorno y Aplicaciones”
E. Mandado, J. Marcos, C. Fernández, J.I. Armesto, S. Pérez.
Editorial Thompson Paraninfo, 2004
- [18] “Autómatas Programables. Teoría y Práctica”
N. García, M. Almonacid, R.J. Saltarén, R. Puerto.
Universidad Miguel Hernández, 2000.

Anexo A

Datos técnicos de los dispositivos

Este anexo contiene información técnica acerca de los dispositivos utilizados en este proyecto. Se recogen a continuación sus descripciones, tablas de características, esquemas de conexión, croquis de dimensiones, etc. que nos servirán para conocer con detalle las propiedades que presentan los dispositivos con los que se ha trabajado.

A.1 CPU 224 AC/DC/Relé

Descripción general

Para el proyecto se han utilizado autómatas programables S7-200, de modelo CPU 224. Los autómatas programables pertenecientes a la serie S7-200 son PLC's de gama baja. Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo coste y su amplio juego de operaciones están especialmente indicados para solucionar tareas de automatización sencillas. En la Figura A.1.1 se muestra una CPU de la serie S7-200.

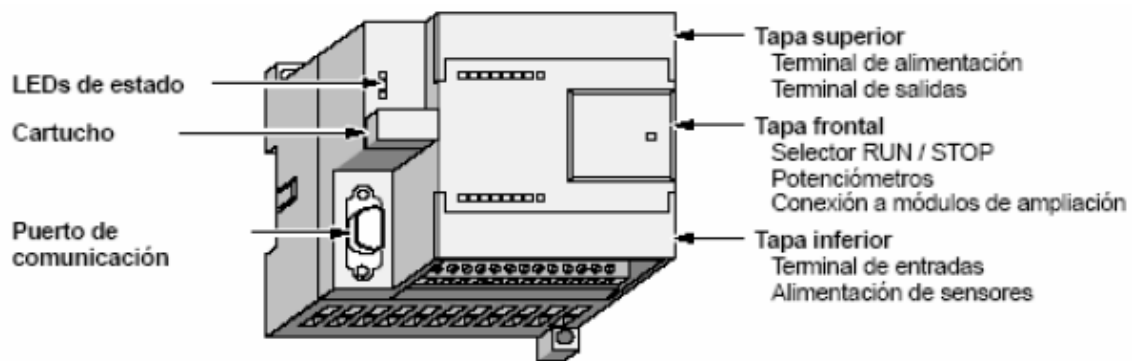


Figura A.1.1 Vista general de una CPU224

La CPU 224 AC/DC/Relé se alimenta a tensión alterna de 100 a 230 V, proporciona tensión continua 24V y 5V y sus salidas son de tipo Relé (de ahí la terminología AC/DC/Relé). Consta de los siguientes elementos:

- Una unidad central de procesamiento o CPU.
- Una fuente de alimentación integrada con salida 24VDC para sensores y actuadores y 5VDC para alimentación de módulos de ampliación.
- LEDs de estado. Se contemplan tres estados:
 - RUN
 - STOP
 - FALLO
- Selector de estado. Tres posiciones:
 - RUN: ejecución del programa de usuario.
 - STOP: la CPU no procesa ningún programa de usuario.
 - TERM: posición para controlar el estado de la CPU por software.
- Ranura para cartucho de memoria.
- Puerto de comunicación integrado.
- 14 entradas digitales a 24VDC.
- 10 salidas digitales tipo relé a 24VDC/24 a 230 VAC.
- 2 potenciómetros analógicos con resolución 8 bits asociados a dos áreas de memoria internas.

En cuanto a características técnicas de esta CPU hay que destacar los siguientes puntos importantes para este proyecto:

➤ *Comunicación integrada:*

Puerto de comunicación integrado para comunicaciones PPI/MPI/Freeport. En este proyecto se utilizan la comunicación modo MPI y la comunicación modo Freeport.

➤ *Mapa de memoria:*

Número de entradas, salidas, contadores, temporizadores, marcas, bloques de datos, funciones integradas. Son datos relevantes a la hora de programar una CPU 224.

➤ *Marcas especiales:*

Las marcas especiales permiten intercambiar datos entre la CPU y el programa. Dichas marcas se puede utilizar para seleccionar y controlar algunas funciones especiales de la CPU 224. En este proyecto se utilizan:

- SM0.0 – Marca en estado “1” siempre.
- SM0.1 – Marca que pasa a estado “1” sólo en el primer ciclo de la CPU.
- SMB30 – Registros de control modo Freeport.
- SMB87, SMB88, SMB92, SMB94 – Control de recepción de mensajes.
- SMB226, SMB228 – Datos del estado módulo EM 277.

Dimensiones técnicas.Croquis acotado

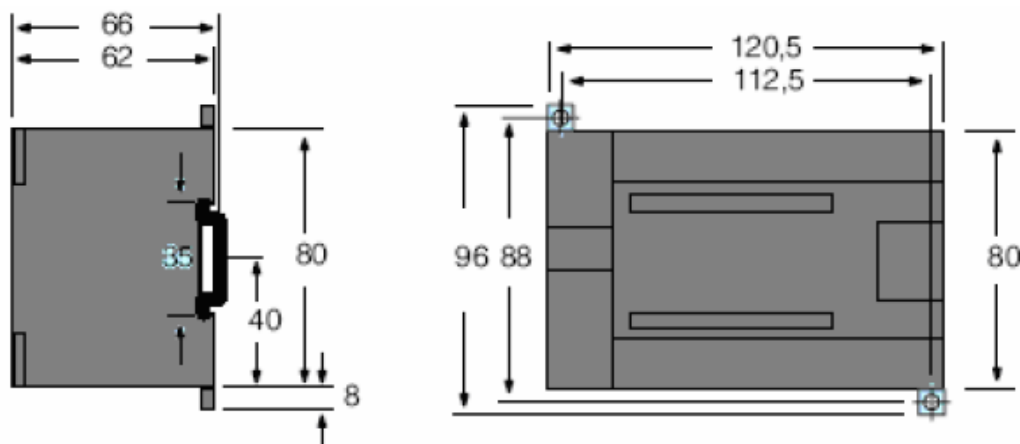


Figura A.1.2 Dimensiones técnicas de una CPU224

Disposición de los terminales

Los terminales del autómata se reflejan en la Figura A.1.3, donde se observan los bornes de alimentación L1 y N; los bornes de alimentación para salidas 1L, 2L, 3L; los bornes de alimentación para entradas 1M, 2M; las salidas de la fuente de alimentación L+ y M; las entradas que van desde E0.0 hasta E1.5; las salidas que van desde A0.0 hasta A1.1.

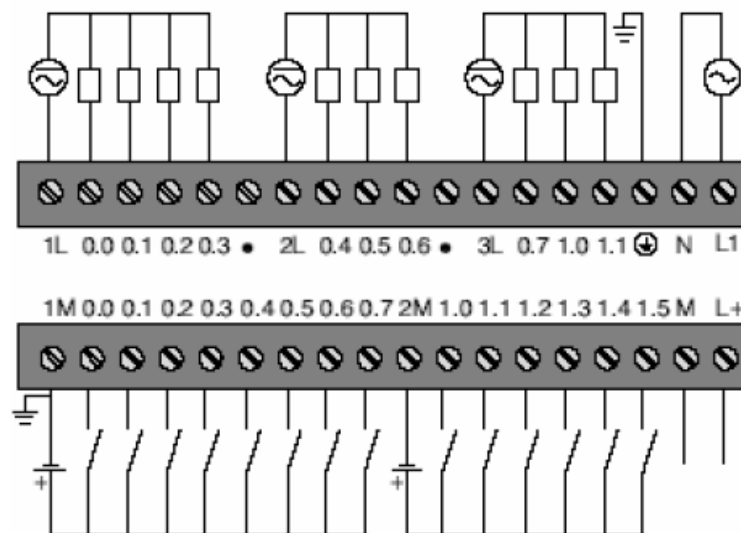


Figura A.1.3 Disposición de terminales de la CPU 224 AC/DC/Relé

Datos técnicos

En la Tabla A.1.1 se recogen los datos técnicos de la CPU 224 AC/DC/Relé. En la Tabla A.1.2 se muestra el área de memoria "Marcas especiales", con una descripción funcional de cada byte.

Datos técnicos de la CPU 224 AC/DC/Relé	
Dimensiones (l x a x p)	120.5 x 80 x 62 mm
Peso	410 g
Disipación	10 W
Características de la CPU	
Entradas digitales integradas	14 entradas
Salidas digitales integradas	10 salidas
Contadores rápidos (valor de 32 bits)	6 contadores rápidos
Salidas de impulsos	2 a 20 Khz.
Potenciómetros analógicos	2 con resolución de 8 bits

Tamaño del programa (almacenado permanentemente)	4096 palabras
Tamaño del bloque de datos (almacenado permanentemente)	2580 palabras
Nº de módulos de ampliación	7 módulos
E/S de ampliación digitales (máx.)	256 E/S
E/S analógicas (máx.)	32 entradas y 32 salidas
Marcas internas	256 bits
Temporizadores	256 temporizadores
Contadores	256 contadores
Velocidad de ejecución	Desde 0.37 μ s a 400 μ s por operación
Tiempo de respaldo por el condensador de alto rendimiento	Condiciones normales: 190 h Condiciones adversas: 120 h a 40°C
Comunicación integrada	
Nº puertos	1 puerto
Puerto eléctrico	RS-485
Velocidades de transferencia PPI/MPI	9.6, 19.2 y 187.5 Kbits/s
Velocidades de transferencia Freeport	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2 y 38.4 Kbits/s
Longitud máx. del cable por segmento	
Hasta 38.4 Kbits/s	1200 m
187.5 Kbits/s	1000 m
Nº máx. de estaciones	
Por segmento	32 estaciones
Por red	126 estaciones
Nº máx. de maestros	32 maestros
Modo maestro PPI	Sí
Enlaces MPI	4 en total; 2 reservados: 1 para PG y 1 OP
Alimentación	
Tensión de línea (margen admisible)	AC 85 a 264 V 47 a 63 Hz
Corriente de entrada (sólo CPU)	30/100 mA a AC 240 V 60/200 mA a AC 120 V
Aislamiento	AC 1500 V
Fusible interno	2 A, 250 V, de acción lenta
Características de las entradas	

Tipo de entrada	Sumidero de corriente/fuente
Tensión de entrada máx.	DC 30 V; DC 35 V, 0.5 s
Valor nominal	DC 24 V a 4 mA
Señal 1 lógica (mín.)	DC 15 V a 2.5 mA
Señal 0 lógica (máx.)	DC 5 V a 1 mA
Características de las salidas	
Tipo de salida	Relé, contacto de baja potencia
Tensión de salida máx.	DC 5 a 30 V ó AC 5 a 250 V
Corriente de salida a señal 1	2.00 A
Corriente máx. por grupo (4/3/3)	8 A
Frecuencia de conmutación	Máx. 1 Hz
Retardo de conmutación	Máx. 10 ms
Vida útil a carga nominal	100.000 ciclos abiertos/cerrados

Tabla A.1.1 Datos técnicos CPU 224 AC/DC/Relé

Marcas especiales para CPU 224	
SMB0	Bits de estado. Contiene 8 bits de estado que la CPU 224 actualiza al final de cada ciclo
SMB1	Bits de estado. Contiene varios indicadores de los posibles errores
SMB2 y SMB3	Control comunicación en modo Freeport
SMB4	Desbordamiento de la cola de espera
SMB5	Estado de las entradas salidas. Condiciones de error
SMB6	Identificador de la CPU
SMB7	Reservado
SMB8 a SMB21	Registro de errores e identificadores de los módulos de ampliación
SMW22 a SMW26	Información tiempos de ciclo
SMB28 y SMB29	Potenciómetros analógicos 0 y 1
SMB30 y SMB130	Registros de control modo Freeport
SMB31 y SMW32	Control de escritura en la memoria no volátil (EEPROM)

SMB34 y SMB35	Duración de las interrupciones temporizadas
SMB36 a SMB65	Bytes de programación de los contadores rápidos HSC0, HSC1 y HSC2
SMB66 a SMB85	Control y supervisión de funciones de modulación
SMB86 a SMB94 y SMB186 a SMB194	Control de recepción de mensajes
SMB98 y SMB99	Número de errores en el bus de ampliación
SMB130 a SMB165	Bytes de programación de los contadores rápidos HSC3, HSC4 y HSC5
SMB166 a SMB194	Tabla de definición de perfiles
SMB200 a SMB299	Estado del módulo inteligente, por ejemplo EM277

Tabla A.1.2 Marcas especiales CPU 224 AC/DC/Relé

A.2 Módulo de comunicaciones EM 277

Descripción general

El módulo EM 277 PROFIBUS-DP pertenece a la serie S7-200. Es un módulo de comunicación para conectar la CPU 224 a una red PROFIBUS DP (como esclavo) y a una red MPI. Soporta ambas conexiones al mismo tiempo. El puerto de comunicaciones se adapta al estándar RS 485. Es un conector del tipo 9-Pin Sub D I/O, hembra. En la Figura A.2.1 está representado un módulo de este tipo.

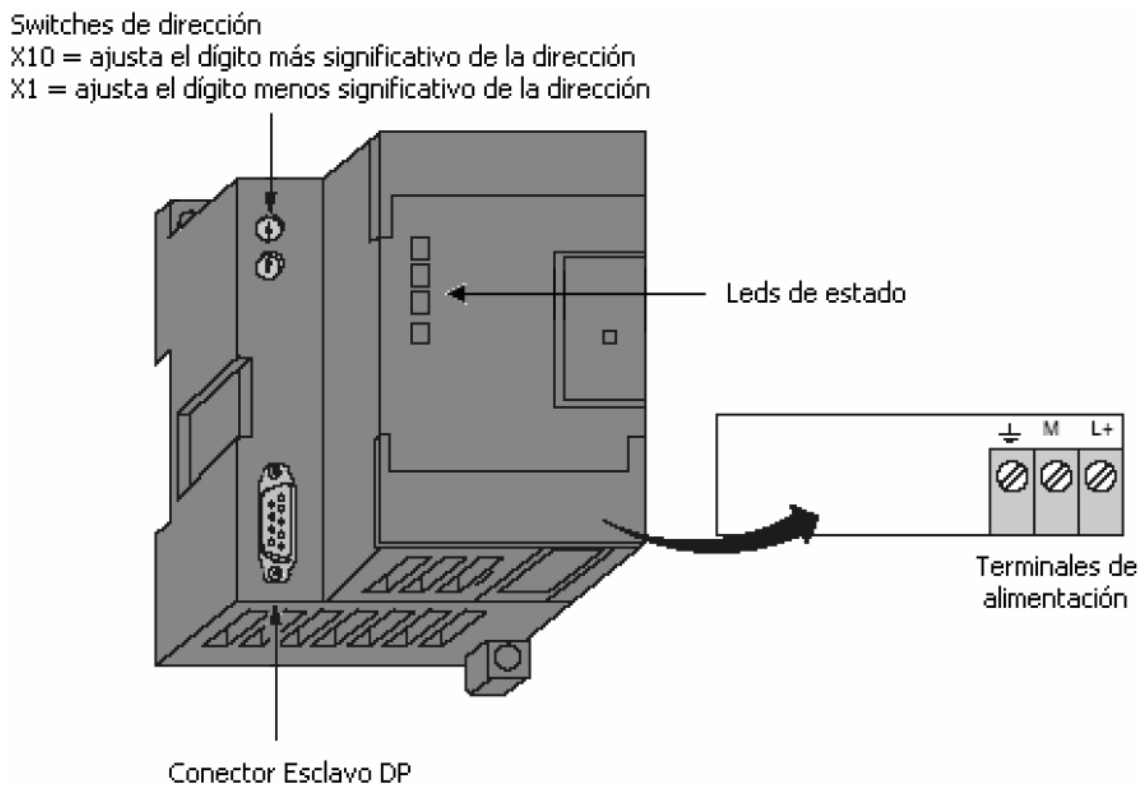


Figura A.2.1 Vista general del módulo EM 277

El módulo EM 277 cuenta con 4 LED's de estado en el panel frontal, los cuales indican:

LED	OFF	ROJO	PARPADEO ROJO	VERDE
CPU FAULT	No fallo	Fallo interno	-	-
POWER	No 24VDC	-	-	Alimentación OK
DP ERROR	No error	Datos perdidos	Error parametrización	-
DX MODE	No hay intercambio de datos	-	-	En modo intercambio de datos

Tabla A.2.1 Descripción de la situación de los LED's de estado

Datos técnicos

En este apartado se describirán las propiedades del conector del módulo EM 277 y se darán una serie de datos técnicos de dicho módulo.

En la Figura A.2.2 se aprecian las funciones de cada uno de los pines del puerto de comunicación DB9 del módulo EM 277.

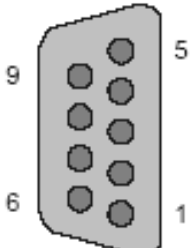
9-PIN D CONECTOR HEMBRA	PIN	DESCRIPCION
	1	Tierra del conector
	2	Retorno 24VDC, Masa (M)
	3	Señal B (Rx/D/TxD+)
	4	Peticion de enviar (Nivel TTL)
	5	Retorno 5VDC
	6	Alimentación 5VDC a 90 mA
	7	Alimentación 24VDC a 120 mA máx.
	8	Señal A (Rx/D/TxD-)
	9	Sin conectar

Figura A.2.2 Propiedades conector modulo EM 277

Los datos técnicos del módulo EM 277 están expuestos en la Tabla A.2.2:

Datos técnicos del módulo de comunicaciones EM277	
Características generales	
Dimensiones (a x a x p)	71 x 80 x 62 mm
Peso	175 g
Cantidad de salidas	1, tipo RS485
Alimentación y consumo	5 VDC, 150 mA 24 VDC, 30 a 180 mA
Alimentación vía interface de comunicación	5 VDC, intensidad máx.: 90 mA 24 VDC, intensidad máx.: 120 mA
Disipación	2.5 W
Aislamiento	500 VAC (separación galvánica)
Comunicación	
Protocolos	MPI (esclavo) PROFIBUS DP (esclavo)
Velocidad PROFIBUS DP	Máx. 12 Mbit/s
Dirección estación DP	0 a 99, ajustable por hardware
Estaciones máx. por segmento	32 estaciones
Estaciones máx. en la red	126, de ellas máx. 99 EM277
Velocidad MPI	Máx. 12 Mbit/s
Conexiones MPI	6 total, 2 reservadas (1 para PG, 1 para OP)

Tabla A.2.2 Datos técnicos modulo EM277

A.3 Módulo de comunicaciones CP243-1

Descripción general

El CP 243-1 es un procesador de comunicaciones que está previsto para la operación en un autómatas programable S7-200. Permite conectar un sistema S7-200 a Industrial Ethernet (IE). Por lo tanto, con el CP 243-1 resulta posible la comunicación vía Ethernet también en la gama de prestaciones inferior de la familia de productos S7. De esta forma, mediante STEP 7 Micro/WIN 32 se puede configurar, programar y diagnosticar un S7-200 incluso a distancia a través de Ethernet. Utilizando un CP 243-1, un S7-200 puede comunicarse asimismo vía Ethernet con otro controlador del tipo S7-200, S7-300 o S7-400. También es posible la comunicación con un servidor OPC.



Figura A.3.1 Vista general de la CP343-1

A continuación, se muestra una tabla donde se puede apreciar el estado en que se encuentra el módulo de comunicaciones Ethernet Industrial según las distintas situaciones que se señalan mediante los LED's de estado situados en el frontal de dicho módulo.

SF	Rojo, luz permanente	Error del sistema: luce cuando se presenta un error
	Rojo, intermitente	Error del sistema: parpadea (a intervalos de aprox. 1 segundo) si la configuración es incorrecta y no se puede encontrar ningún servidor BOOTP/DHCP
LINK	Verde, luz permanente	Enlace vía interfaz RJ45: se ha establecido el enlace con Ethernet

Tabla A.3.1 Descripción de la situación según los LED's de estado

Dimensiones técnicas. Croquis acotado

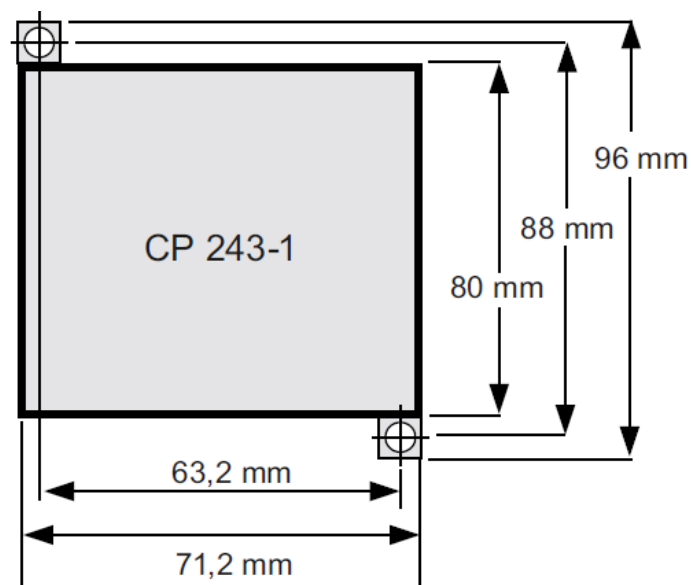


Figura A.3.2 Dimensiones técnicas de la CP343-1

Datos técnicos

En la Tabla A.3.2 se recogen los datos técnicos del módulo de comunicaciones CP243-1 Ethernet Industrial para el equipo S7-200.

Estructura constructiva: Formato del módulo Dimensiones (An x Al x P) Peso	Módulo de ampliación S7-200 71,2 x 80 x 62 mm aprox. 150 g
Velocidades de transmisión	10 Mbits/s y 100 Mbits/s
Capacidad de la memoria flash	8 MB como ROM para el firmware del CP 243-1 y 8 MB como ROM para el sistema de archivos
Capacidad de la memoria SDRAM	16 MB
Vida útil garantizada de la memoria flash para el sistema de archivos	100 000 operaciones de escritura o borrado
Interfaces Conexión a Industrial Ethernet (10/100 Mbits/s)	Conector hembra octopolar RJ45
Tensión de entrada	+24 V DC (-15%/+20%)
Consumo de corriente del bus S7 de 24 V DC externa	55 mA 60 mA
Disipación	1,5 W
Máx. cantidad de enlaces	hasta 8 enlaces S7 (XPUT/XGET o READ/WRITE) + 1 enlace con STEP 7 Micro/WIN 32
máx. cantidad de enlaces IT	un enlace respectivamente para el servidor FTP, el cliente FTP y el cliente e-mail, así como 4 enlaces HTTP
Condiciones ambientales admisibles Temperatura de servicio Temperatura de transporte/almacenaje Humedad relativa máx. Altitud de servicio	de 0 °C a +55 °C para montaje horizontal de 0 °C a +45 °C para montaje vertical de -40 °C a +70 °C 95% a +25 °C hasta 2.000 m sobre el nivel normal; en altitudes mayores se podría restringir la refrigeración, lo cual hace necesario reducir la temperatura superior de servicio
Grado de protección	IP 20
Estándar Ethernet	IEEE 802.3


Normas estándar / homologaciones	<p>Marcado CE UL 508 o cULus CSA C22.2 número 142 o cULus FM 3611 EN 50081-2 / EN 61000-6-4 EN 55011 grupo 1 clase A EN 60529 EN 61000-6-2 EN 61131-2</p> <p> ATEX: EN 60079-0:2006, EN 60079-15:2005 II 3 G Ex nA II T4 KEMA 03 ATEX I228X</p>
Tiempo de arranque o de re arranque tras un reset	aprox. 10 segundos
Volúmenes de datos útiles	<ul style="list-style-type: none"> • como cliente: con XPUT / XGET hasta 212 bytes • como servidor: <ul style="list-style-type: none"> – con XGET o READ hasta 222 bytes – con XPUT o WRITE hasta 212 bytes
máx. longitud de un e-mail	1.024 caracteres
Sistema de archivos	<ul style="list-style-type: none"> • máx. longitud de ruta incl. nombre de archivo y de unidad: 254 caracteres • máx. longitud de un nombre de archivo: 99 caracteres • máx. profundidad de anidamiento de los directorios: 49
Puertos de servidor utilizados	<p>HTTP: 80 canal de instrucciones FTP: 21 canales de datos FTP para servidor FTP: 3100 - 3199 establecimiento del enlace S7: 102</p>

Tabla A.3.2 Datos técnicos del CP243-1

A.4 CPU 314C-2 DP

Descripción general

Los autómatas de esta familia son PLCs de gama media, rápidos, de alto rendimiento y versátiles (CPU 31xC con funcionalidad integrada); indicados para aplicaciones con un grado de automatización medio-alto. En la Figura A.4.1 se observan los elementos y la estructura de una CPU de esta gama.

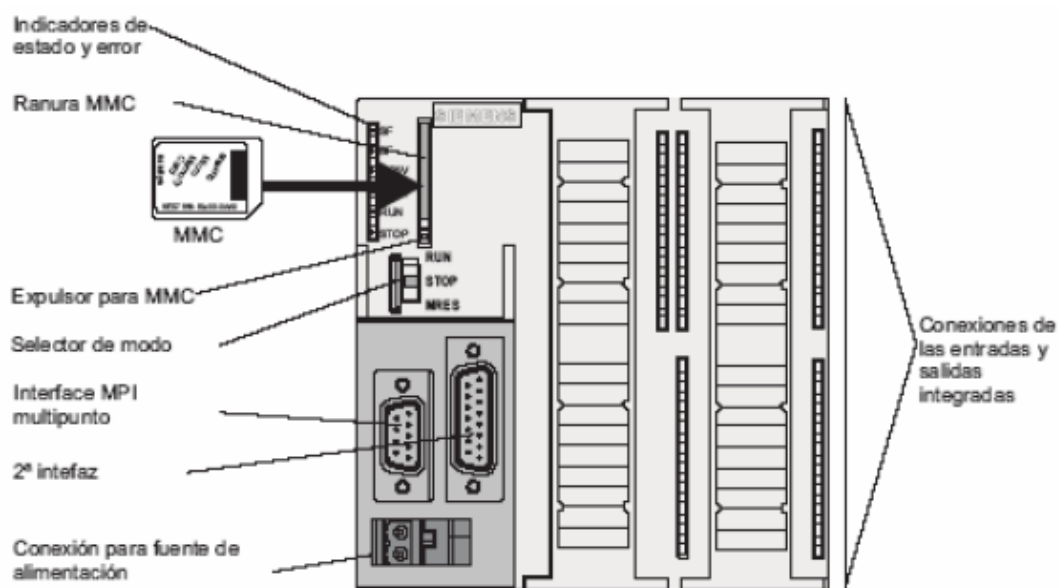


Figura A.4.1 Vista general de una CPU 314C-2 DP

La CPU 314C-2DP se alimenta a tensión alterna de 100 a 230 V desde una fuente de alimentación externa. Los elementos que constituyen la CPU son:

- Unidad central de procesamiento o CPU.
- Indicadores de estado y de error. Posee varios indicadores con varios significados (Tabla A.4.1).

Indicadores de la CPU 314C-2DP	
SF (rojo)	Fallo de hardware o software
BF (rojo)	Fallo de bus
DC5V (verde)	Alimentación de 5 V para CPU y bus S7-300 funciona correctamente
FRCE (amarillo)	Petición de forzado activa
RUN (verde)	CPU en RUN; Led parpadea en ARRANQUE a 2 Hz; en PARADA a 0.5 Hz
STOP (amarillo)	CPU en STOP o en PARADA o en ARRANQUE. Led parpadea a 0.5 Hz al solicitar borrado, durante el borrado a 2 Hz

Tabla A.4.1 Indicadores LED frontales de la CPU 314C-2 DP

Dimensiones técnicas. Croquis acotado

Las dimensiones de la CPU 314C-2DP se observan en la Figura A.4.2, expresadas en milímetros.

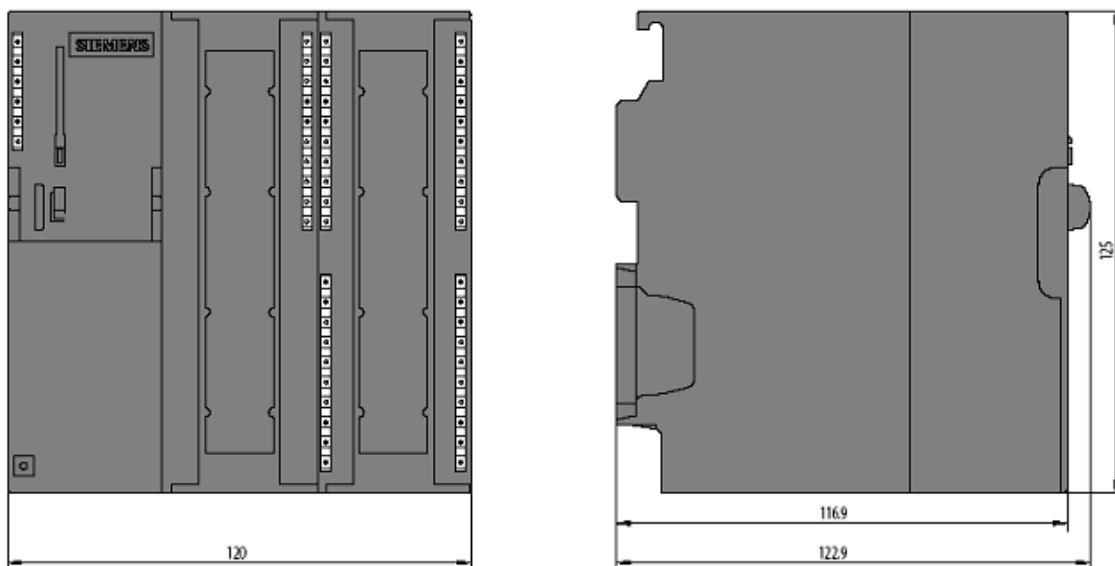


Figura A.4.2 Dimensiones técnicas de la CPU 314C-2DP

Disposición de los terminales

Los terminales de la CPU 314C-2 DP quedan reflejados en la Figura A.4.3. Se observan las diferentes entradas/salidas digitales/análogas integradas en la CPU. Los terminales 1L, 2L, 3L corresponden a tensión de alimentación 24VDC; los terminales 1M, 2M, 3M, 4M son terminales de masa; el terminal M_{ana} se identifica con masa analógica. Hay que destacar que cada canal analógico, excepto el correspondiente a la entrada termo-resistencia, posee conexión para tensión y para intensidad.

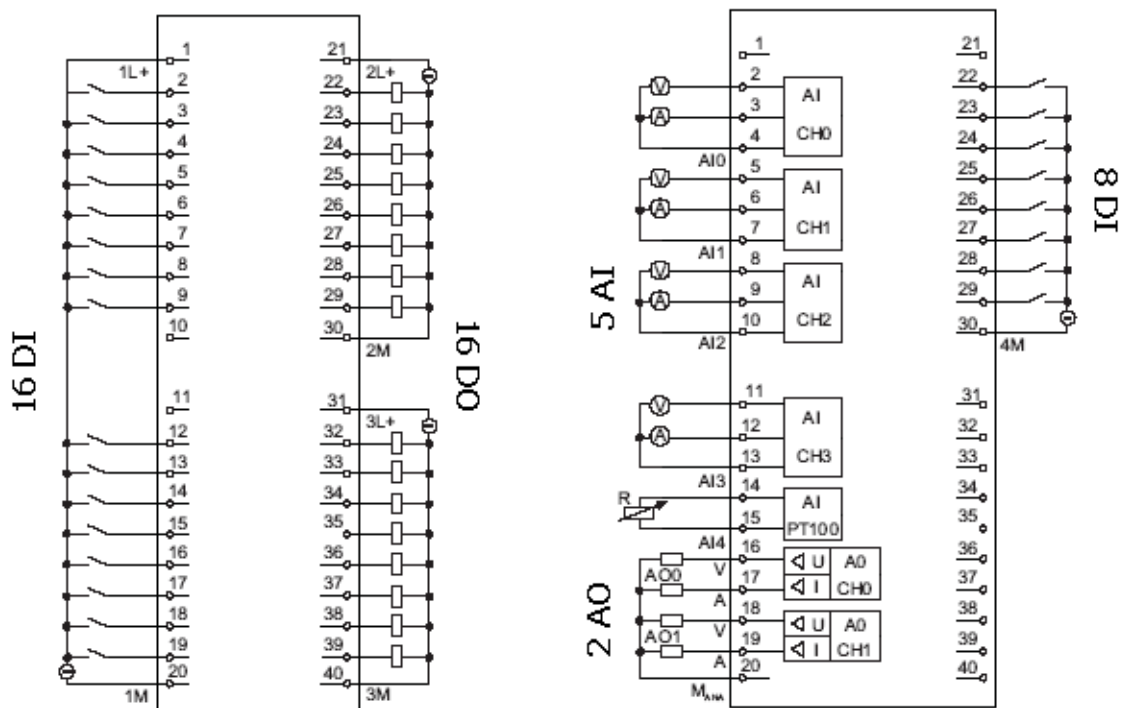


Figura A.4.3 Disposición de terminales CPU 314C-2DP

Datos técnicos

En la Tabla A.4.2 se recoge información técnica de la CPU 314C-2DP.

Datos técnicos de la CPU 314C-2DP	
Dimensiones (l x a x p)	120 x 125 x 122.9 mm
Peso	676 g
Disipación	14 W
Características de la CPU	
Entradas digitales integradas	24 entradas
Salidas digitales integradas	16 salidas
Entradas analógicas integradas	5 entradas
Salidas analógicas integradas	2 salidas
Salidas de impulso	4 canales max. 2.5 KHz
Posicionamiento controlado	1 canal
Frecuencímetro	4 canales máx. 60 KHz
Regulación integrada	Regulación PID
Memoria de trabajo integrada	48 Kbytes.
Ampliable	NO
Memoria de carga	Enchufable (MMC)
Respaldo	Garantizado por la MMC (no necesario)
Contadores	256 contadores
Contadores IEC	Sí. Tipo: SFB
Temporizadores	256 temporizadores
Temporizadores IEC	Sí. Tipo: SFB
Marcas	256 bytes
Marcas de ciclo	1 byte de marcas
Datos locales	Máx. 510 bytes
Bloques de datos (DBs)	Máx. 127 (16 Kbytes)
Bloques OB	Máx. 16 Kbytes
Bloques FB	Máx. 128 (16 Kbytes)
Bloques FC	Máx 128 (16 Kbytes)
Bastidores	Máx. 4 bastidores

Módulos por cada bastidor	Máx. 8; en el bastidor 3 máx. 7
Módulos de comunicación	Máx. 8
FM	Máx. 8
CP (punto a punto)	Máx. 10
CP (LAN)	
Duración de respaldo por tampón	(típ.) 6 semanas (a 40°C)
Velocidad de ejecución	Desde 0.1 μ s a 20 μ s por operación
Comunicación integrada	
Nº puertos	2 puertos
1ª Interface	
Tipo de enlace	RS 485
Funcionalidad	MPI: Sí PROFIBUS-DP: No PPI: No
Cantidad de enlaces	Máx. 12
Velocidad de transferencia	Máx. 187.5 Kbit/s
2ª Interface	
Tipo de enlace	RS 485
Funcionalidad	MPI: No PROFIBUS-DP: Sí PPI: No
Cantidad de enlaces	Máx. 12
Velocidad de transferencia	Máx. 15 Mbit/s
Alimentación	
Tensión de alimentación	24VDC nominal 20.4 a 28.8 V admisible
Consumo de corriente (en vacío)	150 mA
Potencia disipada	14 W
Características de las entradas digitales	
Tipo de entrada	Sumidero de corriente/fuente
Tensión de entrada máx.	DC 30 V; DC 35 V, 0.5 s
Valor nominal	DC 24 V
Señal 1 lógica	DC 15 V a 30 V
Señal 0 lógica	DC -3 V a 5 V
Intensidad de entrada	(típ.) 9 mA
Características de las salidas digitales	

Tipo de salida	Salida a tensión
Tensión nominal	24VDC
Corriente de salida a señal "1"	0.5 A nominal
Corriente máx. por grupo	3 A
Margen de resistencia de carga	48Ω a 4K Ω
Carga de lámparas	Máx. 5 W
Frecuencia de conmutación	Carga ohmica: máx. 100 Hz Carga inductiva: máx. 0.5 Hz Carga de lámparas: máx. 100 Hz
Protección contra cortocircuitos de la Salida	Sí, electrónica
Características de las entradas analógicas	
Cantidad de entradas	4 canales de entrada de tensión e intensidad 1 canal de entrada de resistencia
Entrada de resistencia	
Tensión en vacío	(típ.) 2.5 V
Intensidad media	(típ.) 1.8 mA a 3.3 mA
Principio de medida	Codificación momentánea
Frecuencia máx.	Máx. 400 Hz
Resolución	11 bits + signo
Filtro de entrada	Sí. Red RC para canales 0 a 3
Márgenes de entrada	
Tensión	± 10 V/100 K Ω
Intensidad	± 20 mA/50 Ω
Resistencia	0 Ω a 600 Ω/10 M Ω
Termorresistencia	Pt100/10M Ω
Tensión máx. admisible	50 V para la entrada tensión 2.5 V para la entrada intensidad
Intensidad máx. admisible	0.5 mA para la entrada tensión 50 mA para la entrada intensidad
Características de las salidas analógicas	
Cantidad de salidas	2
Tensión nominal de carga	24 VDC
Resolución	11 bits + signo
Tiempos de estabilización	
Carga óhmica	0.6 ms

Carga capacitiva	1.0 ms
Carga inductiva	0.5 ms
Margen de salida	
Tensión	± 10 V
Intensidad	± 20 mA
Resistencia de carga	
Salida de tensión	Mín. 1 K Ω. Carga capacitiva: máx. 0.1
Salida de intensidad	μF
	Máx. 300 Ω. Carga inductiva: 0.1 mH

Tabla A.4.2 Datos técnicos CPU 314C-2DP

A.5 Fuente de alimentación PS307-2A

Descripción general

Esta fuente de alimentación es necesaria para alimentar la CPU 314C-2DP y los sensores/actuadores con 24VDC. Se dispone dentro del sistema S7-300 como un módulo de alimentación. La Figura A.5.1 muestra una fuente de alimentación de este tipo.

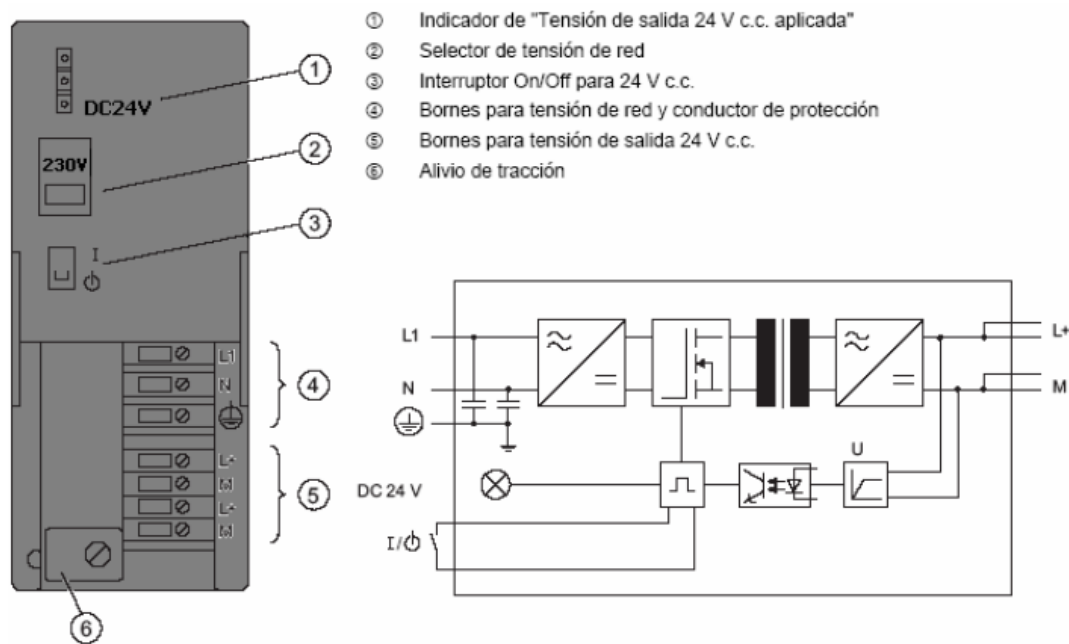


Figura A.5.1 Vista general de Fuente de Alimentación PS307-2A. Componentes internos

La fuente de alimentación PS307-2A se alimenta a 120/230 VAC y proporciona una salida a 24 VDC, de intensidad 2A.

Dimensiones técnicas. Croquis acotado

Las dimensiones de la PS307-2A se observan en la Figura A.5.2

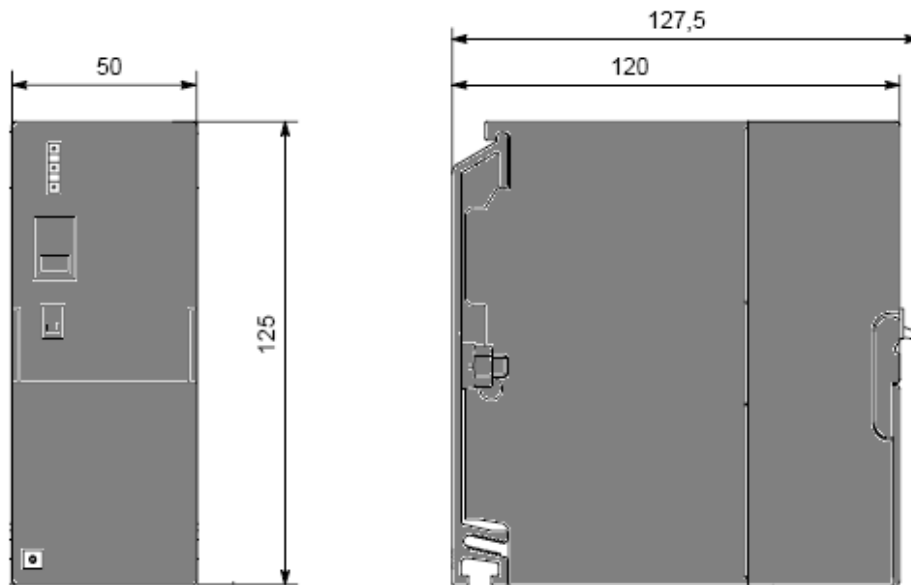


Figura A.5.2 Dimensiones técnicas PS307-2A

Datos técnicos

Los datos técnicos para esta fuente de alimentación quedan resumidos en la Tabla A.5.1.

Datos técnicos de la fuente de alimentación PS307-2A

Tamaño físico

Dimensiones (a x a x p) 50 x 125 x 120 mm

Peso 420 g

Magnitudes de entrada

Tensión de entrada 120/230 V CA

Frecuencia de red 50 Hz o 60 Hz.

Rango admisible: 47 Hz a 63 Hz

Intensidad de entrada	0.5 A a 230 V 0.8 A a 120 V
Intensidad al conectar	20 A
Magnitudes de salida	
Tensión de salida	24 Vcc \pm 5 %
Intensidad de salida	2 A
Protección contra cortocircuitos	Electrónica, de 1.1 a 1.3 x In
Rizado residual	Máx. 150mVpp
Magnitudes características	
Tensión nominal del aislamiento	250 Vca
Separación eléctrica segura	Circuito SELV
Rendimiento	83 %
Potencia absorbida	58 W
Potencia disipada	Típ. 10 W

Tabla A.5.1 Datos técnicos fuente de alimentación PS307-2A

A.6 Módulo de comunicaciones CP243-1

Descripción general

El procesador de comunicaciones CP343-1 IT está previsto para operar asociado a un sistema de automatización S7-300. Permite la conexión de S7-300 / C7-300 a Industrial Ethernet.

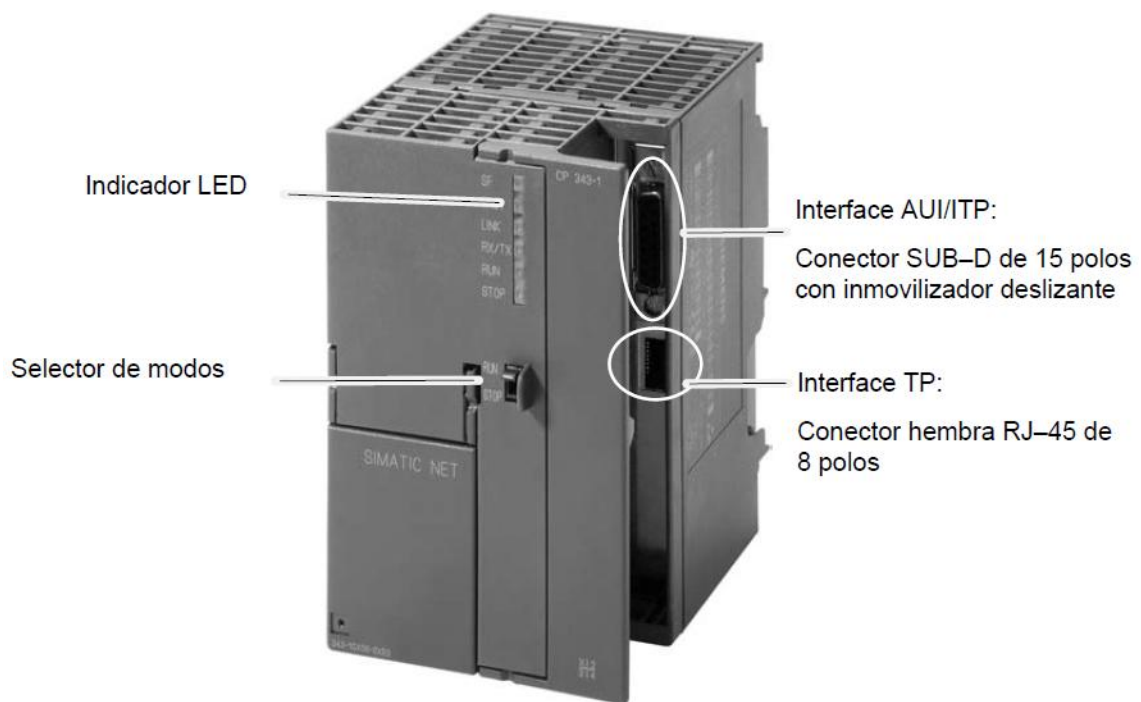


Figura A.6.1 Vista general del CP343-1 IT

A continuación se van a mostrar las tablas que muestran las situaciones ante las que podemos encontrar de los LED's de estado del frontal:

SF(rojo)	RUN(verde)	STOP(amrillo)	Estado operativo del CP
			Arrancando (STOP->RUN)
			Fucionando (RUN)
			Parado (RUN->STOP)
			Dispuesto para comenzar la carga de firmware (el modo está activo durante 10 segundos tras conectar la red y con el interruptor en la posición de STOP)
			Esperando actualización de firmware (el CP contiene actualmente una versión de firmware incompleta o incorrecta)
			Detenido (STOP) En el estado STOP sigue siendo posible configurar y diagnosticar el CP.
			Detenido (STOP) con error En este estado siguen siendo posibles las funciones PG en la CPU o en otros módulos inteligentes del rack.
			Error de módulo/Error de sistema

Leyenda: encendido apagado parpadeando (0,5 Hz)

Tabla A.6.1 Estado operativo del CP

LED	Significado (LED encendido)
LINK-LED (verde)	señaliza que existe un enlace con ITP/TP
RX/TX-LED (verde)	destellando: CP envía/recibe a través de TP/ITP/AUI
FAST-LED (verde)	señaliza que existe un enlace con ITP/TP con 100 Mbit/s (Fast Ethernet)
FD-LED (verde)	señaliza que existe un enlace con dúplex completo

Tabla A.6.2 Estado de las comunicaciones

Datos técnicos

El CP 343–1 IT soporta los siguientes servicios de comunicación:

➤ **Comunicación S7 y comunicación PG/OP**

- Funciones PG (inclusive routing)

Con las funciones PG puede accederse a través del CP también a módulos – como p. ej. FM 354 – (funciones PG “ampliadas”).

- Funciones de operación y observación (HMI)

Multiplexación de enlaces TD/OP.

- Cliente y servidor para intercambio de datos a través de bloques de comunicación en enlaces S7 configurados bilateralmente.
- Servidor para intercambio de datos por enlaces configurados unilateralmente sin módulos de comunicación en el equipo S7–300 / C7–300.

➤ **Comunicación compatible con S5**

- Interface SEND/RECEIVE vía enlaces ISO–on–TCP, TCP y UDP.

- Multicast vía enlace UDP

La operación Multicast se hace posible por medio de un correspondiente direccionamiento IP al configurar los enlaces.

- Servicios FETCH/WRITE (servidor; conforme a protocolo S5) vía enlaces ISO–on–TCP y TCP.
- LOCK/UNLOCK para servicios FETCH/WRITE.

➤ **Funciones IT**

- Enviar e-mails.
- Supervisar datos de equipos y procesos (control de procesos HTML).
- Funciones FTP (File Transfer Protocol) para administración de archivos y accesos a bloques de datos en la CPU (Función de Cliente y Servidor).

➤ **Sincronización horaria a través de Industrial Ethernet**

- Procedimiento SIMATIC

El CP recibe mensajes horarios MMS y sincroniza su hora local.

- Procedimiento NTP (NTP: Network Time Protocol)

El CP envía a intervalos regulares peticiones de hora a un servidor NTP y sincroniza su hora local.

➤ **Direccionabilidad a través de dirección MAC previamente ajustada**

Se puede acceder al CP a través de la dirección MAC preajustada para asignar direcciones IP; el CP soporta para ello la función PST (Primary Setup Tool).

	CP 343-1 IT	CP 343-1 IT GX20
Velocidad de transmisión	10 Mbit/s y 100 Mbit/s	
Interfaces		
Conexión a Industrial Ethernet (10/100 Mbit/s)	Conector Sub-D de 15 polos (conmutación automática entre AUI e Industrial Twisted Pair)	suprimido
Conexión a Twisted Pair	Conector hembra RJ-45	
Tensión de alimentación	DC +5 V (+/-5%) y DC +24 V (+/-5%)	
Consumo		
• de bus de panel posterior	70 mA	200 mA
• de DC 24 V externa	AUI: aprox. 0,73 A como máximo TP/ITP: aprox. 0,4 A como máximo	TP/ITP: aprox. 0,2 A como máximo
Pérdidas	10 W	5,8 W
Condiciones ambientales admisibles		
• Temperatura de funcionamiento	0 °C a +60 °C	
• Temperatura de transporte y almacenamiento	-40 °C a +70 °C	
• Humedad relativa máx.	95% para +25 °C	
• Altura de operación	hasta 2000 m sobre el nivel del mar	
Estructura		
• Formato de módulo	Grupo compacto S7-300; doble ancho	
• Medidas (ancho x alto x prof.) en mm	80 x 125 x 120	
• Peso aproximado	600 g	

Tabla A.6.3 Datos técnicos del CP343-1 IT

A.7 SCALANCE W784-1/W746-1

Descripción general

SCALANCE W784-1

El Punto de Acceso SCALANCE W784-1 dispone de un puerto Ethernet y un puerto LAN inalámbrico. Esto hace a este dispositivo adecuado para las siguientes aplicaciones:

- Envío de datos dentro de un rango de transmisión desde un nodo a otro sin que la conexión cableada.
- Puede ser usado como pasarela desde una red alámbrica a una red inalámbrica.
- Puede ser usado como un bridge o puente inalámbrico entre dos redes.

SCALANCE W746-1

El Módulo Cliente SCALANCE W746-1 dispone de un puerto Ethernet y un puerto LAN inalámbrico. Esto hace a este dispositivo adecuado para las siguientes aplicaciones:

- Es usado para conectar hasta 8 dispositivos con un puerto Ethernet, por ejemplo, un PLC SIMATIC con un procesador de comunicaciones Ethernet Industrial) a una red WLAN.
- Puede ser usado como pasarela desde una red alámbrica a una red inalámbrica. Se soportan hasta 8 nodos en la red alámbrica.

En la siguiente tabla se muestran las principales características de estos dos dispositivos:

Type	Number of WLAN ports	Number of supported IP nodes	Number of supported MAC nodes	iPCF mode
W784-1	1	several	several	No
W746-1	1	8	8	No

Tabla A.7.1 Principales características de los SCALANCE W784-1 y W746-1

Los dos SCALANCE tienen un aspecto físico similar. En el frontal se ubican unos LED's que nos indican el estado operacional de dichos equipos. Véase la Figura A.7.1

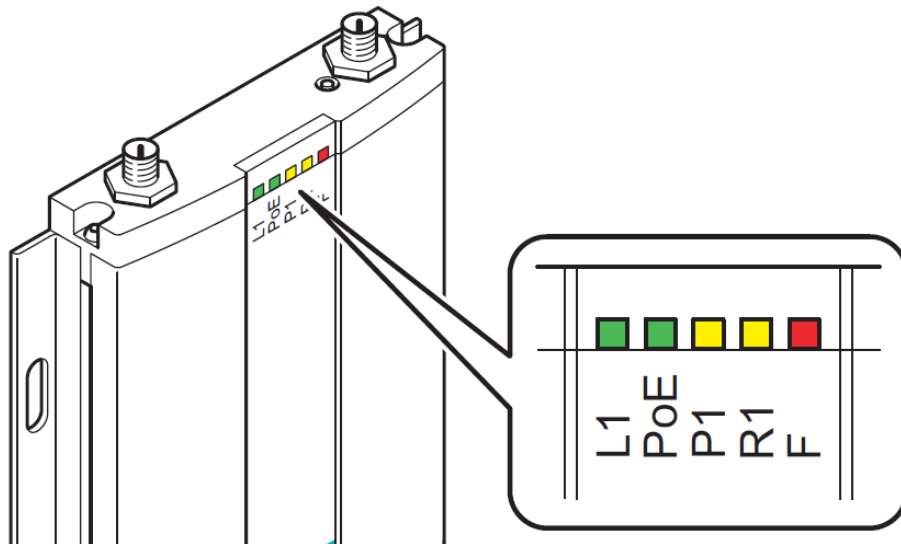


Figura A.7.1 LED's de estado de los SCALANCE

A continuación se representa una tabla donde se recoge la información detalla del estado del dispositivo según se muestren los LED's de estado.

LED	Color	Meaning
L1	Green	Power supply over the 18 - 32 V DC connector.
PoE	Green	Power supply using Power over Ethernet.
P1	Yellow	Data transfer over the Ethernet interface (traffic).
	Green	There is a connection over the Ethernet port. (Link).
	Flashing yellow	PRESET-PLUG detected.
	Yellow/green	PRESET function completed successfully.
	Flashing green	"Flashing" enabled over PST.
R1	Yellow	Data transfer over the WLAN interface.
	Green	<i>W784-1xx in access point mode:</i> The WLAN interface is initialized and ready for operation. <i>W784-1xx in client mode or W74x-1:</i> There is a connection over the WLAN interface.
	Flashing green	<i>W784-1xx in access point mode:</i> The channels are being scanned. <i>W784-1xx in client mode or W74x-1:</i> The client is searching for a connection to an access point or ad hoc network.
	Green flashing quickly	<i>W784-1xx in access point mode:</i> With 802.11h, the channel is scanned for one minute for primary users before the channel can be used for data traffic. <i>W784-1xx in client mode or W74x-1:</i> The client waits for the adopt MAC address due to the setting <Auto Find Adopt MAC> and is connected to no access point.
	Green 3x fast, 1x long flashing	<i>W784-1xx in client mode or W74x-1:</i> The client waits for the adopt MAC address due to the setting <Auto Find Adopt MAC> and is connected to an access point.
	Flashing yellow	PRESET-PLUG detected.
	Yellow/green	PRESET function completed successfully.

LED	Color	Meaning
F	Red	An error occurred during operation with the device.
	Flashing red	Ready to load firmware. The device was either stopped with the reset button or there is incorrect firmware on the device.
	Flashing red, R1 flashing green at the same time	A primary user was found on all enabled channels.

Tabla A.7.2 Descripción del estado de operación según los LED's.

Dimensiones técnicas. Croquis acotado

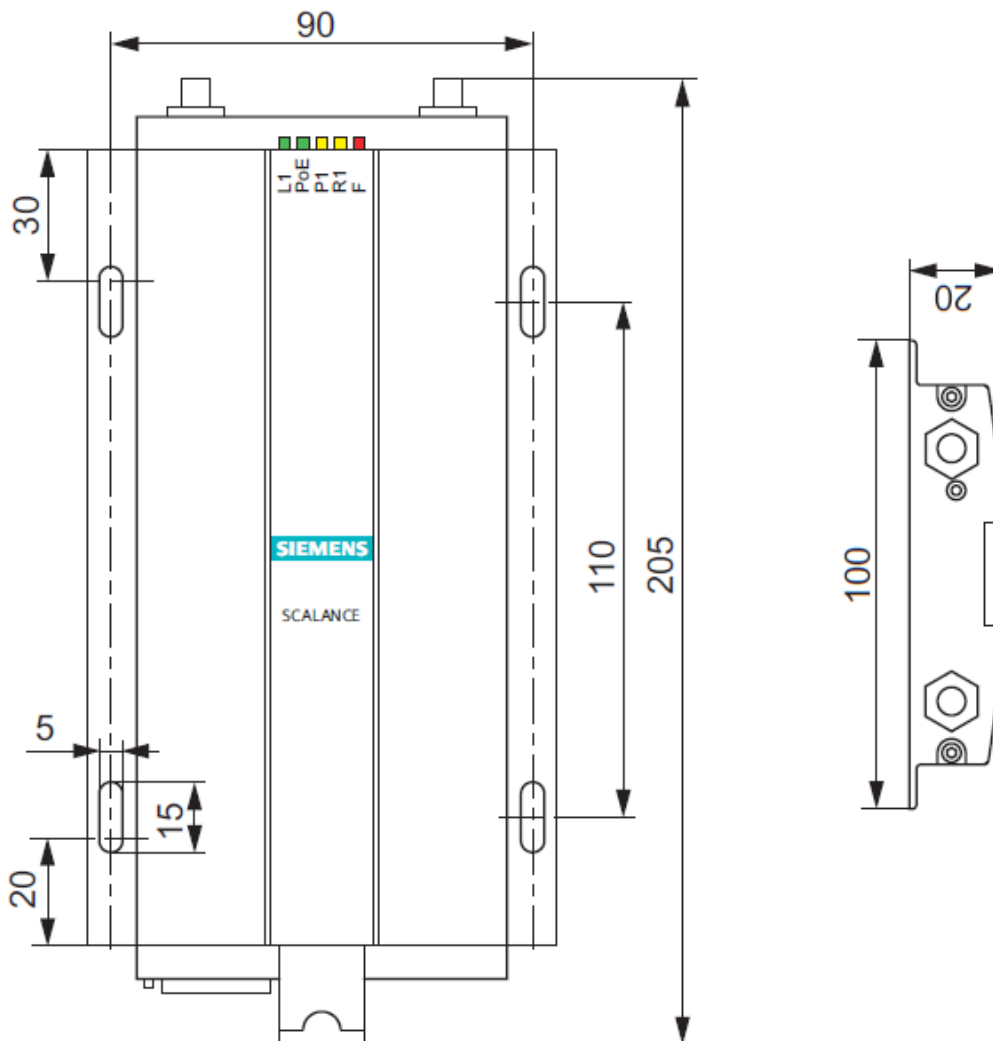


Figura A.7.2 Dimensiones técnicas de los SCALANCE W784-1 y W746-1

Datos técnicos

Data transfer

Ethernet transfer rate	10/100 Mbps
Wireless transmission rate	1 ... 54 Mbps (108 Mbps)
Wireless standards supported	802.11a 802.11b 802.11g 802.11h
Power supply standards supported	802.3af (Power over Ethernet)

Interfaces

Power	<ul style="list-style-type: none"> Rated voltages 24 V DC or 48 V DC safety extra-low voltage (SELV) (minimum permitted voltage 18 V DC, maximum permitted voltage 57 V DC) RJ-45 jack Power over Ethernet 48 V DC (minimum permitted voltage 36 V DC, maximum permitted voltage 57 V DC) <p>Power supply isolated according to IEEE 802.3af, isolation resistance > 2 Mohms.</p>
Data	<ul style="list-style-type: none"> RJ-45 jack for Ethernet 2 R-SMA antenna sockets

Electrical data

Power consumption	5 W
-------------------	-----

Design of the SCALANCE W784

Dimensions without antennas and adapter plate (W x H x D)	100 mm x 205 mm x 20 mm
Weight	approx. 291 g

Design of the adapter plate

Dimensions without DIN rail slider (W x H x D)	120 mm x 129 mm x 15 mm
Material of the adapter plate	Aluminum
Material of the DIN rail slider	Stainless steel
Weight	approx. 256 g

Permitted ambient conditions	
Operating temperature	-20°C to 60°C
Transportation/storage temperature	-40°C to 70°C
Degree of protection	Tested to IP30

MTBF information (mean time between failure)	
MTBF	67 years

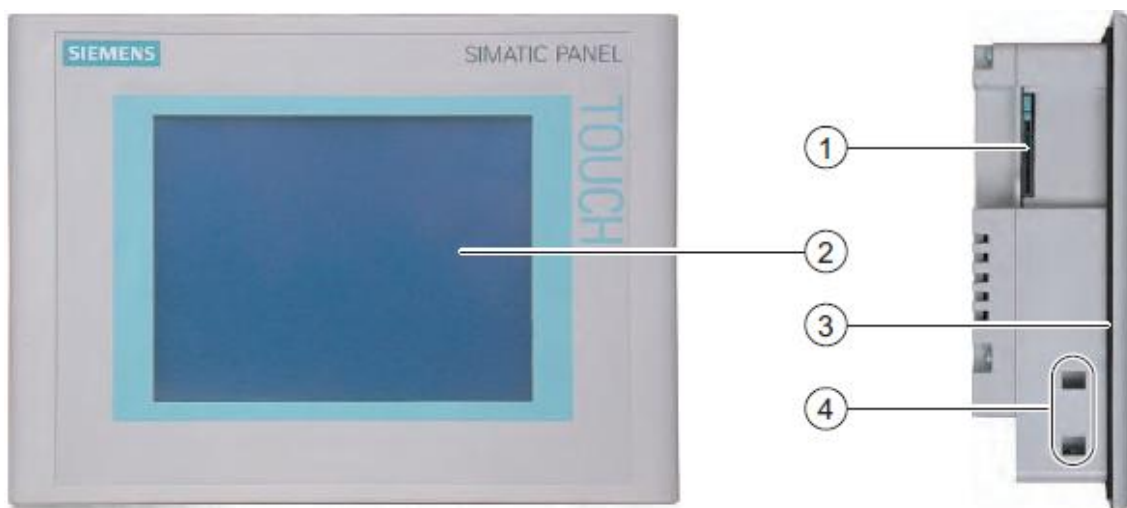
Tabla A.7.3 Datos técnicos de SCALANCE W784-1 y W746-1

A.8 Panel de operador TP177B PN/DP

Descripción general

Los paneles de la gama 177 constituyen un avance de los paneles de operador ya conocidos de la gama 170. El panel TP 177B permite utilizar de forma aún más eficiente los proyectos basados en textos o gráficos para realizar tareas de manejo y visualización simples o medianas en máquinas e instalaciones. Los proyectos configurados con caracteres asiáticos o cirílicos se pueden utilizar de la forma habitual. El búfer de aviso no volátil del TP 177B ofrece campos de aplicación adicionales. Además el TP 177B dispone de puertos de conexión USB, RS422/RS485 (PROFIBUS) y Ethernet Industrial.

El panel de operador TP 177B se caracteriza por su breve tiempo de puesta en marcha, el gran tamaño de su memoria de trabajo y su elevado rendimiento, habiéndose optimizado para proyectos basados en WinCC flexible.



- ① Ranura para una MultiMediaCard
- ② Display/Pantalla táctil
- ③ Junta de montaje
- ④ Escotadura para mordazas de fijación



Figura A.8.1 Vistas generales del TP177B PN/DP

Dimensiones técnicas. Croquis acotado

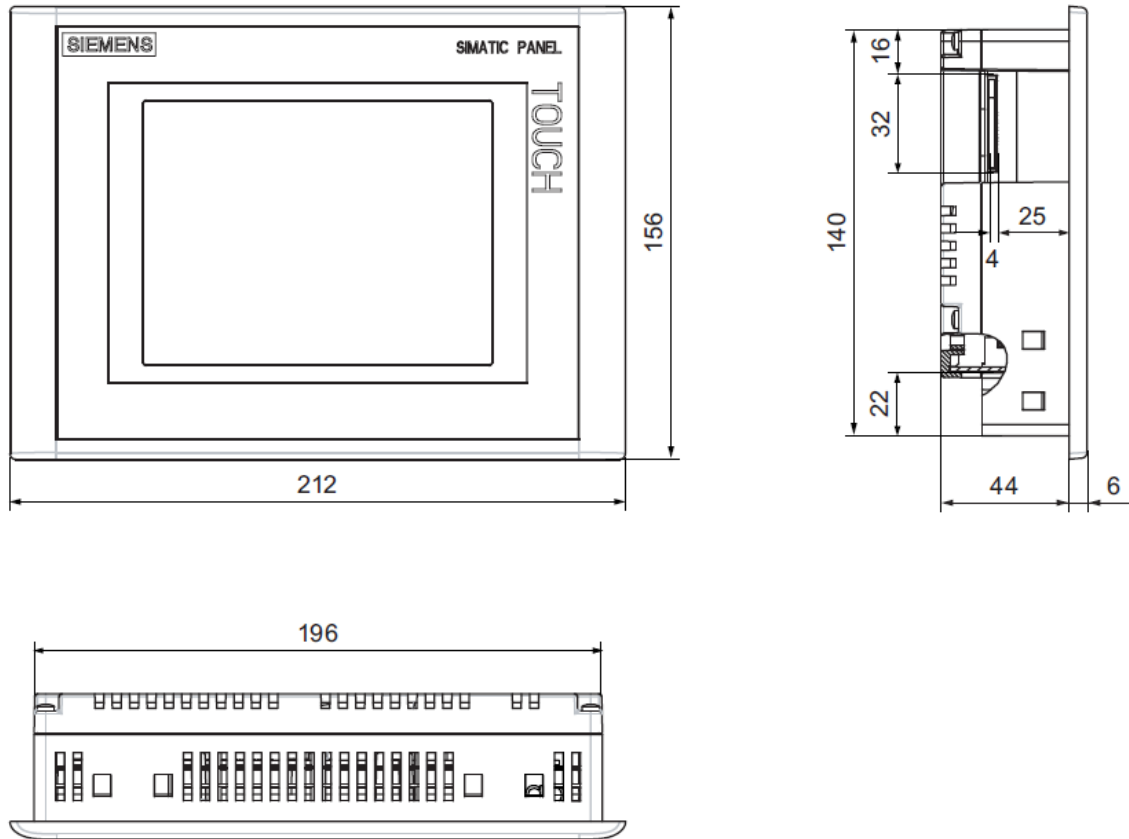


Figura A.8.2 Dimensiones técnicas del Panel TP177B PN/DP

Datos técnicos

Pantalla

Tipo	LCD-STN
Área activa del display	115,18 mm x 86,38 mm (5,7")
Resolución	320 x 240 puntos de imagen
Colores representables	256 colores en el TP 177B 6" PN/DP 4 colores (blue mode) en el TP 177B 6" DP
Regulación de contraste	sí
Retroiluminación Half Brightness Life Time, típica	CCFL 50 000 h

Unidad de entrada

Tipo	Pantalla táctil analógica resistiva
------	-------------------------------------

Memoria

Memoria de aplicación	2 MB
-----------------------	------

Tensión de alimentación

Tensión nominal	+24 V DC
Rango admisible	20,4 V a 28,8 V (-15 %, +20 %)
Transitorios, máximo admisible	35 V (500 ms)
Tiempo entre dos transitorios, mínimo	50 s
Consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Típico • Corriente continua máx. • Impulso de corriente de conexión I²t
Fusible interno	Electrónico

Tabla A.8.1 Datos técnicos del Panel TP177B PN/DP

Fuente de alimentación

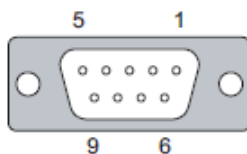
Conector de 2 pines



PIN	Ocupación
1	+24 V DC
2	GND 24 V

X10/IF 1B (RS 422/RS 485)

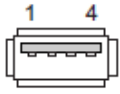
Conector Sub-D (subminiatura D), de 9 pines, con bloqueo de tornillo



PIN	Asignación en RS 422	Asignación en RS 485
1	n. c.	n. c.
2	GND 24 V	GND 24 V
3	TxD +	Línea de datos B (+)
4	RD+	RTS
5	GND 5 V, libre de potencial	GND 5 V, libre de potencial
6	+5 V DC, libre de potencial	+5 V DC, libre de potencial
7	+24 V DC, out (máx. 100 mA)	+24 V DC, out (máx. 100 mA)
8	TxD-	Línea de datos A (-)
9	RxD-	RTS

X20 (USB)

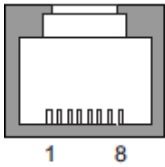
Conector estándar USB



PIN	Ocupación
1	+5 V DC, out en el TP 177A, TP 177B 6", OP 177B: 100 mA en el TP 177B 4": 500 mA
2	USB-DN
3	USB-DP
4	GND

X1 (PROFINET)

Conector RJ45



PIN	Ocupación
1	TX+
2	TX-
3	RX+
4	n.c.
5	n.c.
6	RX-
7	n.c.
8	n.c.

Tabla A.8.2 Datos técnicos de los puertos del Panel TP177B PN/DP

En cada interfaz PROFINET se encuentra un LED verde y uno amarillo. Estos LED's indican el estado de la comunicación PROFINET. La tabla siguiente muestra el significado de los LED's.

LED "LINK" verde	LED "RX/TX" amarillo	Significado
apag.	apag.	No hay ninguna comunicación PROFINET.
encendido	apag.	La comunicación PROFINET es posible.
encendido	encendido	A través de la conexión PROFINET se intercambian datos.

Tabla A.8.3 Estado de comunicación del Panel TP177B PN/DP según LED's

Anexo B

Datos técnicos de la unidad funcional “Manipulador Electro-Neumático”

B.1 Descripción del sistema

La unidad funcional del sistema de fabricación flexible “Manipulador electroneumático” que se muestra en la Figura B.1.1 es un componente didáctico modular cuya función es la de manipular piezas mediante la técnica del vacío permitiendo el traslado de las mismas entre diferentes posiciones. El Manipulador electroneumático dispone de un portapiezas de aluminio en el que se coloca la pieza a transportar, un plato giratorio que se mueve por la acción de un motor eléctrico provisto de un encoder. El eje del plato a su vez está provisto de un potenciómetro giratorio. De esta forma se establecen dos sistemas de medición de la posición del plato giratorio, una mediante el encoder del motor y otra, mediante el potenciómetro analógico. Sobre el plato giratorio está colocado el cilindro antitorsión guiado por dos barras de 6mm de diámetro que impiden el giro del vástago. Éste cilindro a su vez sujeta el brazo mecánico, en cuyo extremo se aloja la ventosa de vacío. Además, el cilindro neumático dispone de una ranura donde se alojan dos sensores REED finales de carrera.

Todas las entradas neumáticas están equipadas con válvulas reductoras de caudal con las cuales se puede regular el flujo de aire y así controlar las velocidades de avance y retroceso de los actuadores neumáticos. La válvula FESTO que controla el cilindro neumático se alimenta a una tensión de 24 VDC proporcionada por el módulo del autómeta.

El "Manipulador electroneumático" dispone de un panel de mando con un interruptor un pulsador, una seta de emergencia con lámpara naranja y dos lámparas de iluminación blanca y verde. El alumno utilizará este panel de mando para accionar el módulo.

El módulo dispone de unas placas de expansión de 37 pines en las cuales todas las señales del módulo se encuentran replicadas mediante un BUS de 37 conexiones para ser accesibles tanto vía conector DB-37 (para conectar a una tarjeta A/D) como mediante la bornera eléctrica de tornillos (para ser utilizada con el PLC).

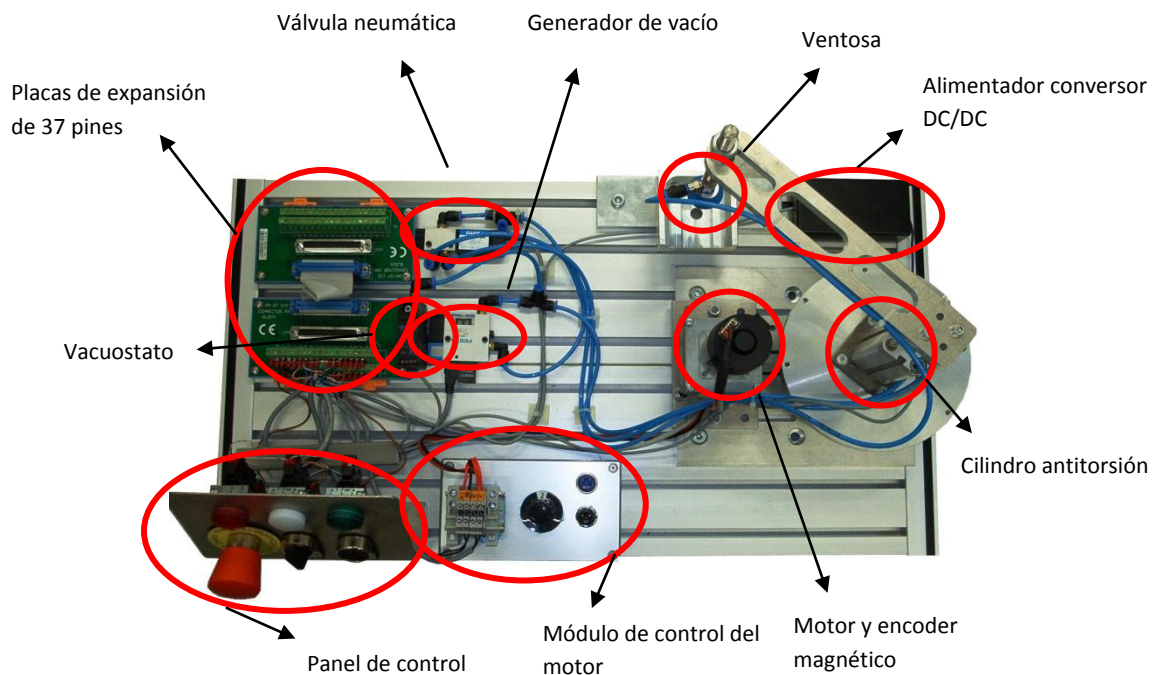


Figura B.1.1 Unidad didáctica "Manipulador electroneumático"

En la Figura B.1.1 se distinguen las diferentes partes de la unidad funcional manipulador electroneumático, tales como el panel de control (ver figura B.1.2), la válvula neumática, las placas de expansión de 37 pines y el módulo de control del motor.



Figura B.1.2 Panel de control de la unidad funcional

B.2 Documentación técnica

En este apartado se muestran los esquemas eléctricos y neumáticos necesarios para la realización de los ejercicios propuestos.

Descripción de la interfaz

El módulo didáctico dispone de todas las señales replicadas sobre una tarjeta de expansión DN-37 como se muestra en la Figura B.2.1. La numeración de los pines de la tarjeta coincide con los utilizados en los planos eléctricos. La bornera de tornillos dispone de 38 zócalos (el nº 38 está inutilizado) que permiten la conexión directa con el PLC.

El conector DB-37 accesible de la tarjeta dispone de las señales replicadas para ser utilizadas mediante un cable paralelo en una conexión directa sobre una tarjeta A/D.

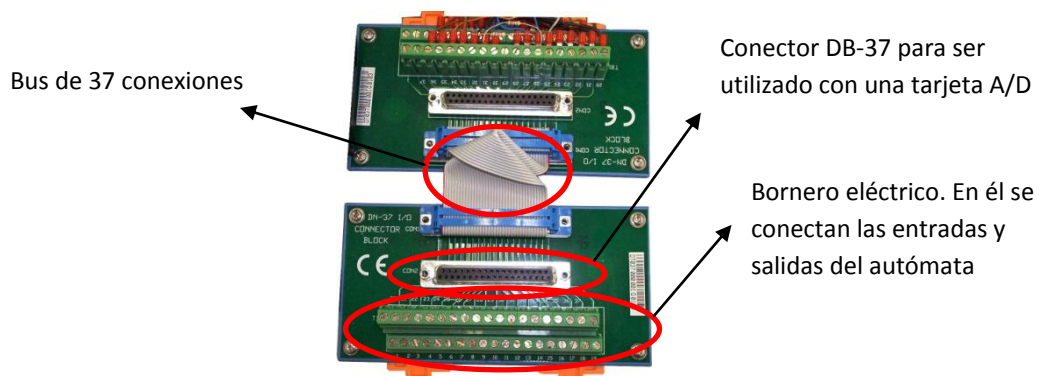


Figura B.2.1 Tarjeta de expansión DN-37

Datos técnicos del cilindro antitorsión

La siguiente información de la Tabla B.2.1 está extraída de los catálogos de FESTO y hace referencia al cilindro de doble efecto ADVUL-25-50-PA encargado de elevar el brazo mecánico:

CARÁCTERÍSTICA	PROPIEDADES
Forma de funcionamiento	de doble efecto
Tipo de montaje	Tornillo
Forma exterior	Perfil
Forma émbolo	redondo
Forma vástago	redondo
Forma de exploración	magnético
Forma de amortiguación	Anillo amortiguador interno (no regulable)
Seguridad antigiro	Barra guía
Tamaño nominal del émbolo	25 mm
Carrera	50 mm
Diámetro del vástago	10 mm
Tipo de rosca (vástago) (KK)	M
Diámetro de la rosca (métr.)	5 mm
Longitud de la rosca (vástago)	12 mm
Longitud	2
Longitud total	103 mm
Presión de servicio mín.	1 bar
Presión de trabajo máx.	10 bar
Temperatura ambiente mín.	-20 °C
Temperatura ambiente máx.	80 °C

Tipo de conexión tapa cojinete	Rosca interior
Tipo de rosca (tapa delantera)	M
Diámetro de la rosca (métr.)	5 mm
Tipo de conexión tapa terminal	Rosca interior
Tipo de rosca (tapa terminal)	M
Diámetro de la rosca (métr.)	5 mm
Fuerza útil (teór.) a 6 bar, avance	295 N
Fuerza útil (teór.) a 6 bar, retorno	247 N
Par de giro máx.	0,45 Nm
Angulo de torsión máx. para P1, B2 (+/-)	0,6 deg

Tabla B.2.1 Características técnicas del cilindro de doble efecto

La Figura B.2.2 muestra el aspecto del cilindro de doble efecto ADVUL-25-50-PA encargado de elevar el brazo mecánico.



Figura B.2.2 Cilindro de doble efecto para elevación

Datos técnicos de la válvula neumática

La siguiente información de la Tabla B.2.2 está extraída de los catálogos de FESTO y hace referencia a la electroválvula MYH-5/2-M5-L-LED con reposición por resorte neumático, que controla el movimiento del cilindro neumático:

CARÁCTERÍSTICA	PROPIEDADES
Función de conmutación, símbolo	Válvula de 5/2 vías
Función de conmutación, código	5/2
Dirección de flujo reversible	no
Principio de funcionamiento	Corredera
Forma elemento funcional	Embolo
Sin solapamiento	no
Clase de mando	indirecto
Característica de ajuste	monoestable
Forma de reposición	Muelle neumático
Tipo de fijación	Rosca
Número de posibilidades de fijación	2
Diámetro nominal	2,3 mm
Presión de servicio mín.	2 bar
Presión de trabajo máx.	8 bar
Temperatura ambiente mín.	-5 °C
Temperatura ambiente máx.	50 °C
Temperatura del fluido mín.	-5 °C
Temperatura del fluido máx.	50 °C
Tipo de conexión conexiones principales	Rosca/placa
Conexión principal escape conducido	sí
Tipo de conexión aire aux. mando pres.	Interno

Tipo de conexión aire aux. mando escape	Placa
Tipo de rosca (conexiones principales)	M
Diámetro de la rosca (métr.)	5 mm
Accionamiento/reposición	Bobina servopilotada: reposición por muelle neum.
Accionamiento auxiliar manual	empuje-reposición
Indicación de estado de conmutación	Sí
Caudal nominal 1 - 2	190 l/min
Tiempo de operación CON./CONMUT. (dif.)	14 ms
Tiempo de operación DESC./CONMUT.	26 ms
Clase de tension	DC
Tensión continua nominal	24 V
Potencia nominal (DC)	1,8 W
Fluido de servicio	Aire comprimido filtrado (5 µm)
Fluido de mando	Aire comprimido filtrado (5 µm)

Tabla B.2.2 Características técnicas de la electroválvula MYH-5/2-M5-L-LED

La Figura B.2.3 muestra el aspecto de la electroválvula MYH-5/2-M5-L-LED con reposición por resorte neumático, que controla el movimiento del cilindro neumático:



Figura B.2.3 Electroválvula con reposición por resorte neumático

Datos técnicos del vacuostato

La siguiente información de la Tabla B.2.3 está extraída de los catálogos de FESTO y hace referencia al vacuostato contenido en el equipo didáctico. Éste es capaz de detectar cuándo la ventosa ha cogido el objeto:

CARÁCTERÍSTICA	PROPIEDADES
Principio de conformado	Membrana
Intervalo de presión	Vacío
Número de salidas digitales	1
Función al accionar	Contacto inversor
Presión de servicio mín.	0 bar
Presión de trabajo máx.	-1 bar
Temperatura ambiente mín.	0 °C
Temperatura ambiente máx.	60 °C
Temperatura del fluido mín.	0 °C
Temperatura del fluido máx.	60 °C
Intervalo mín. de ajuste de presión	-0,25 bar
Intervalo máx. de ajuste de presión	-0,8 bar
Histerésis mín. regulable	0,08 bar
Histerésis máx. regulable	2 bar
Tipo de conexión eléct.	Borne
Núm. de polos de la conexión de enchufe	4
Indicación de estado de conmutación	LED amarillo
Tipo de conexión neumática	Rosca interior
Número de conexiones neumáticas	1
Tipo de rosca (rosca de conexión)	M

Diámetro de la rosca (métr.)	5 mm
Tipo de fijación	Taladro/Carril
Posición de montaje	discrecional
Peso de producto	0,056 kg
Clase de tension	DC
Tensión de servicio calculada (CC)	24 V
Tensión mín. (DC)	10 V
Tensión máx. (DC)	30 V
Frecuencia de maniobra máx.	3
Fluido de servicio	Aire comprimido filtrado lubricado o no lubricado
Grado de protección según IEC 529 IP..	20

Tabla B.2.3 Características técnicas del vacuostato.

La Figura B.2.4 muestra el aspecto del vacuostato contenido en el equipo didáctico.



Figura B.2.4 Vacuostato.

Datos técnicos de la tobera de aspiración por vacío

La siguiente información de la Tabla B.2.4 está extraída de los catálogos de FESTO y hace referencia a la tobera de aspiración por vacío contenida en el equipo didáctico:

CARÁCTERÍSTICA	PROPIEDADES
Válvula de conexión integrada	sí
Válvula de conexión integrada	sí
Malla del filtro	40 um
Posición de montaje	discrecional
Tipo de fijación	Taladro/Rosca
Diámetro nominal de la tobera de Laval	1,4 mm
Presión de servicio mín.	2 bar
Presión de trabajo máx.	8 bar
Temperatura ambiente mín.	0 °C
Temperatura ambiente máx.	60 °C
Temperatura del fluido mín.	0 °C
Temperatura del fluido máx.	60 °C
Vacío máx.	-0,85 bar
Tipo de conexión de la ventilación	Rosca interior
Tipo de rosca de la ventilación	G
Diámetro de la rosca (pulg.)	1/8
Tipo de conexión de vacío	Rosca interior
Tipo de conexión de vacío	G
Diámetro de la rosca (pulg.)	1/4
Criterio CT	conforme
Peso de producto	0,29 kg

Tiempo de conmutación de válvula conect.	5 ms
Tensión nom. de válvula de conexión [DC]	24 V
Potencia inicial válvula de conexión CC	1,5 W
Duración de conexión imán	100 %
Fluido de servicio	Aire comprimido filtr. (40 µm), no lubricado
Consumo de aire de la tobera aspiradora	110 l/min
Grado de protección según IEC 529 IP..	65

Tabla B.2.4 Características técnicas de la tobera de aspiración por vacío

La Figura B.2.5 muestra el aspecto de la tobera de aspiración por vacío.

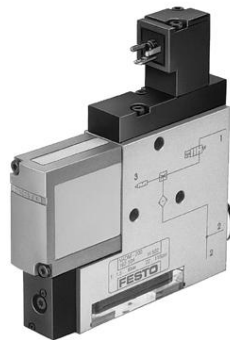


Figura B.2.5 Tobera de aspiración por vacío

Datos técnicos del módulo de control del motor eléctrico

El motor de 24 VDC está controlado mediante una serie de relés que invierten la polaridad de la tensión de alimentación. Los relés pueden ser accionados mediante los pines 13 y 14 o mediante los botones que se ven en la Figura B.2.6 dispuestos para tal efecto en la caja de control. La electrónica varía la tensión de alimentación de 0 – 24V mediante un potenciómetro escalado permitiendo la regulación de velocidad del motor.

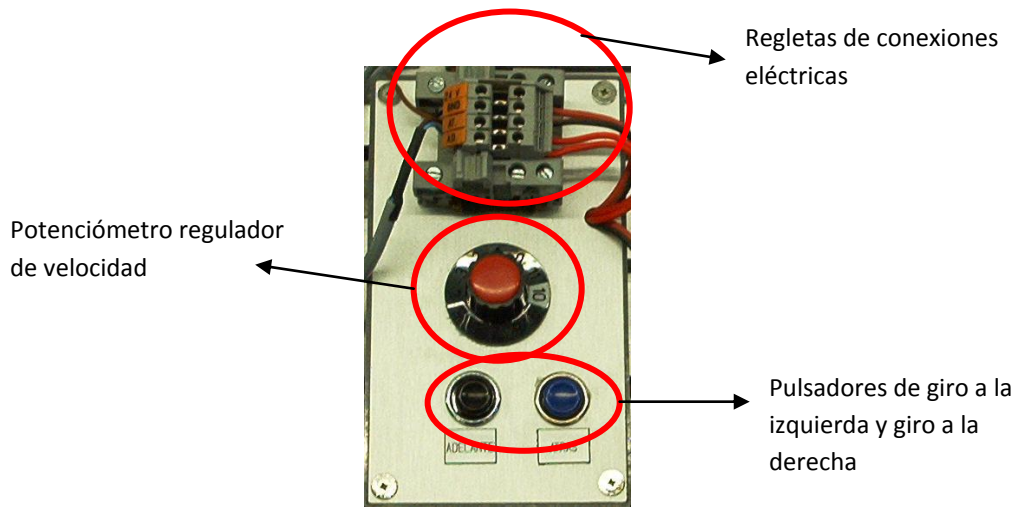


Figura B.2.6 Módulo de control del motor

La Figura B.2.7 muestra el esquema eléctrico de cambio de sentido mediante relés. En él se ven los pines 13 y 14 los cuales pueden ser accionados en el bornero eléctrico ó mediante los pulsadores del módulo de control (I=Pulsador marcha atrás, D=Pulsador marcha adelante).

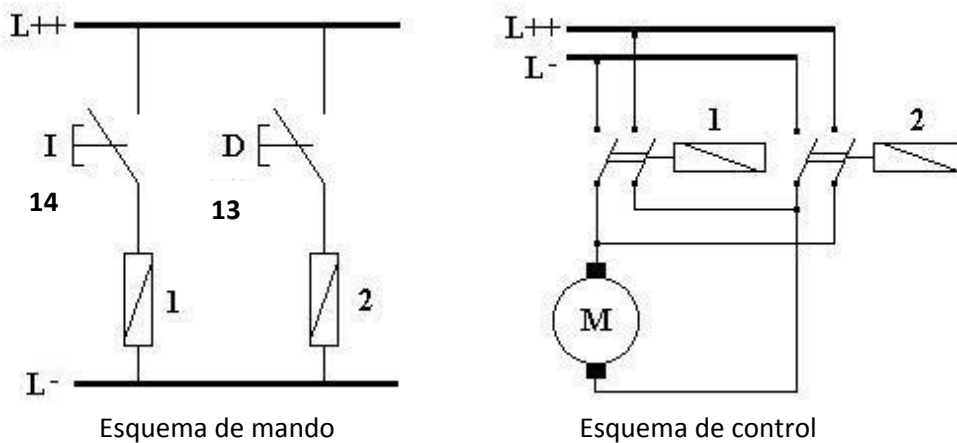


Figura B.2.7 Esquema de mando y esquema de control del motor

Datos técnicos de los detectores de proximidad REED

La siguiente información de la Tabla B.2.5 está extraída de los catálogos de FESTO y hace referencia al detector de proximidad por contacto REED:

CARÁCTERÍSTICA	PROPIEDADES
Conformidad con la UE (CE)	CE
Aclaración de la conformidad - UE	Tolerancia electromagnética
Tratamiento de señales/Tipo de contacto	Contacto Reed
Medio sensitométrico	Campo magnético
Función al accionar	Contacto de trabajo
Tamaño del sensor	8
Precisión de conmutación (+/-)	0,1 mm
temperatura ambiente mínima, estándar	-30 °C
Temperatura ambiente máxima, estándar	70 °C
Temperatura ambiente mínima, certificada	-5 °C
Temperatura ambiente máx., certif.	70 °C
Tipo de conexión eléct.	Cable
Número de hilos	3
Núm. de polos de la conexión de enchufe	3
Indicación de estado de conmutación	LED amarillo
Tipo de fijación	Ranura
Forma de ranura	NA5
Peso de producto	0,05 kg
Clase de tensión	AC/DC
Tensión de servicio calculada (CC)	24 V
Tensión mín. (DC)	12 V

Tensión máx. (DC)	30 V
Tensión de servicio calculada (CA)	24 V
Tensión de servicio mín. (AC)	12 V
Tensión de servicio mín. (AC)	30 V
Corriente de conmutación máx.	500 mA
Potencia máx. de ruptura (CC)	10 W
Potencia máx. de ruptura (CA)	10 VA
Frecuencia de maniobra máx.	800 Hz

Tabla B.2.5 Características técnicas del detector de proximidad REED

La Figura B.2.8 muestra el aspecto del detector de proximidad por contacto REED y la Figura B.2.9 muestra la conexión eléctrica.



Figura B.2.8 Detector de proximidad por contacto REED

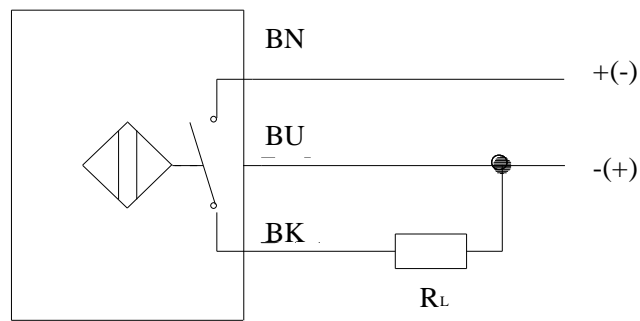


Figura B.2.9 Conexión eléctrica del detector de proximidad por contacto REED

Datos técnicos del encoder incremental magnético

El sistema codificador puede ajustarse fácilmente al eje de salida posterior de cada motor (éste puede dar un impulso por revolución del eje del motor). Puede emplearse con una unidad de realimentación de tacómetro-digital para crear una señal análoga proporcional a la velocidad del motor.

Hacer especial mención en el transistor de la Figura B.2.10, el cual se encarga de suministrar la corriente en forma de impulsos.

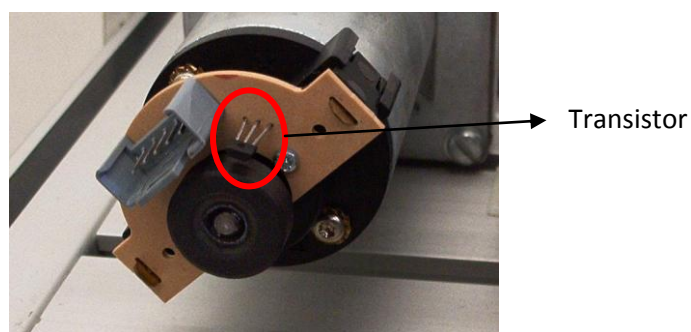


Figura B.2.10 Encoder magnético incremental

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
	Sin carga	Unidades	Con carga	Unidades
Velocidad	3100	rpm	2000	rpm
Corriente	0.2	A	1.2	A
Par			75	Nm
Potencia			16	W

Tabla B.2.6 Características técnicas del encoder incremental

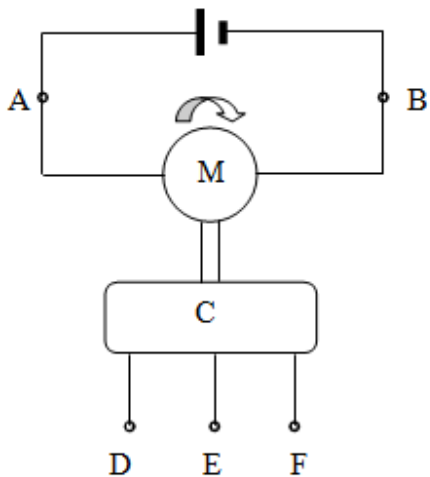


Figura B.2.11 Diagrama de conexiones

DIAGRAMA DE CONEXIONES	
	Patilla del encoder
A	Patilla 1
B	Patilla 5
C	Generador de impulsos
D	Patilla 2 Vcc
E	Patilla 3, Masa
F	Patilla 4, Salida

Tabla B.2.7 Diagrama de conexiones

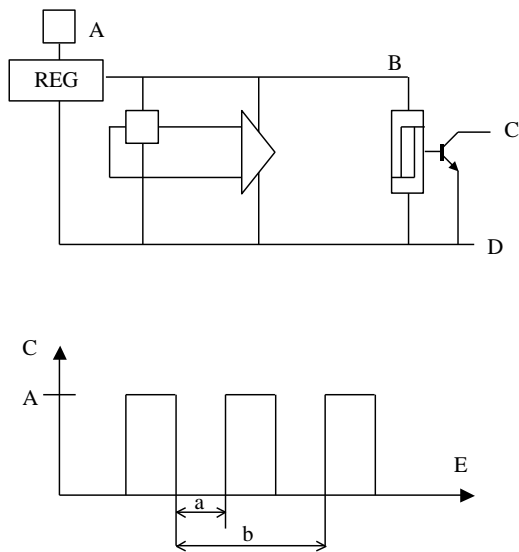


Figura B.2.12 Diagrama lógico

DIAGRAMA DE CONEXIONES	
A	Vcc
B	Vcc = 4.5 a 18V salida en corriente
C	Salida
D	Masa
E	1 impulso por rev. a/b=50 ± 20%

Tabla B.2.8 Diagrama de conexiones

Planos neumáticos y eléctricos. Esquema de conexiones

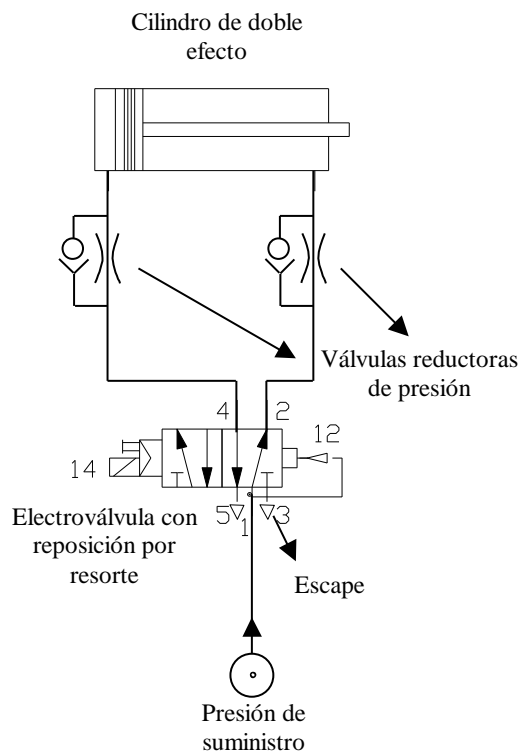


Figura B.2.13 Esquema neumático del módulo "Manipulador electroneumático"

En la Figura B.2.14 se distingue la fuente de alimentación y el paro de emergencia. Los pines 1, 2 y 20 son los que corresponden al bornero eléctrico.

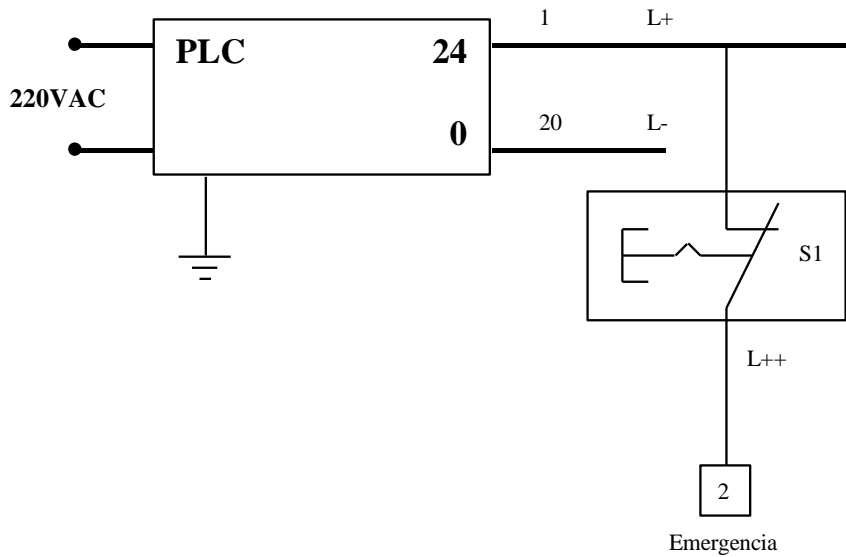


Figura B.2.14 Plano eléctrico del paro de emergencia

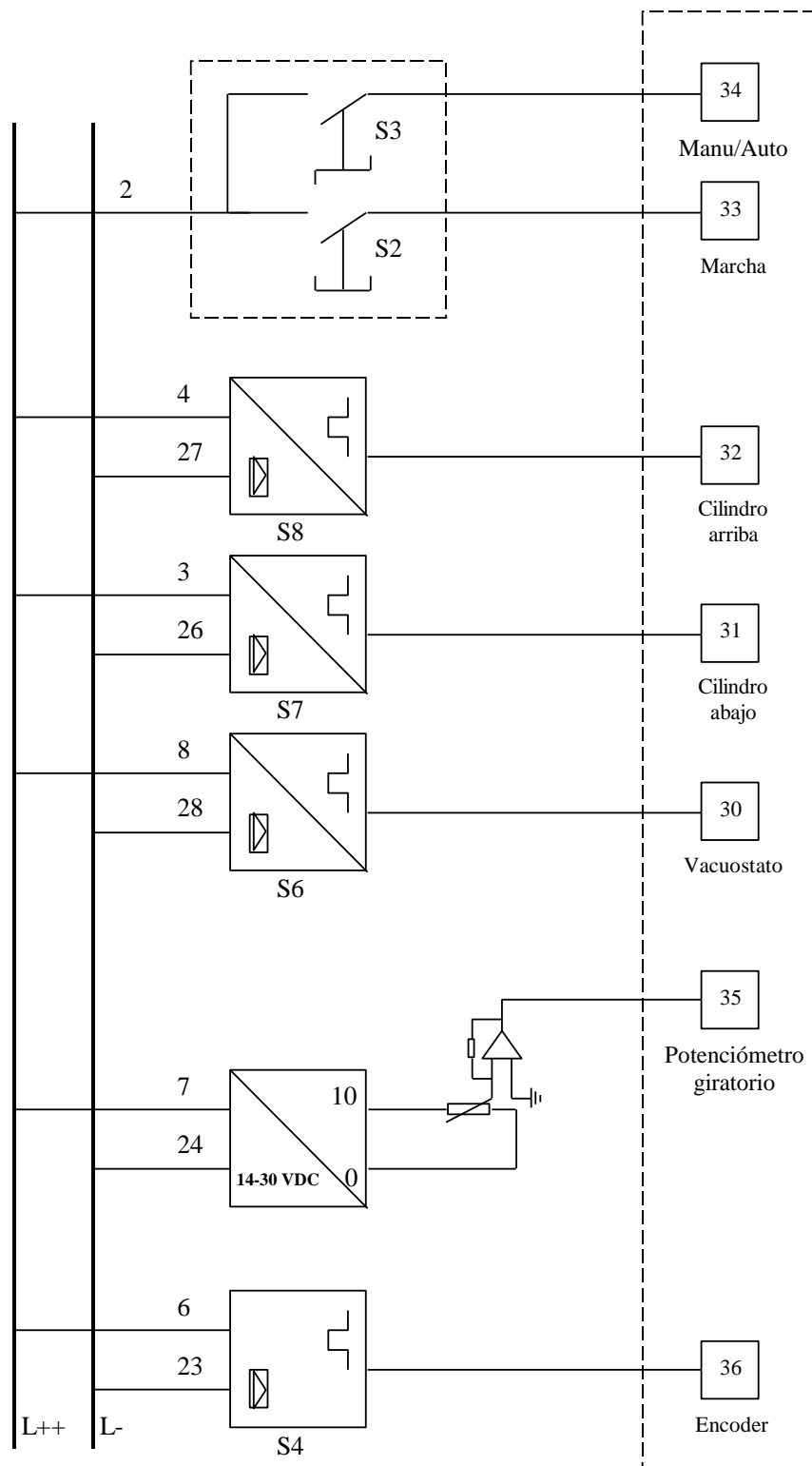


Figura B.2.15 Plano eléctrico de las entradas del "Manipulador electro-neumático"

En la Figura B.2.15 se ven los pulsadores de Marcha y Manu/Auto del panel de control (S2 y S3 respectivamente). Los pines corresponden con el bornero eléctrico.

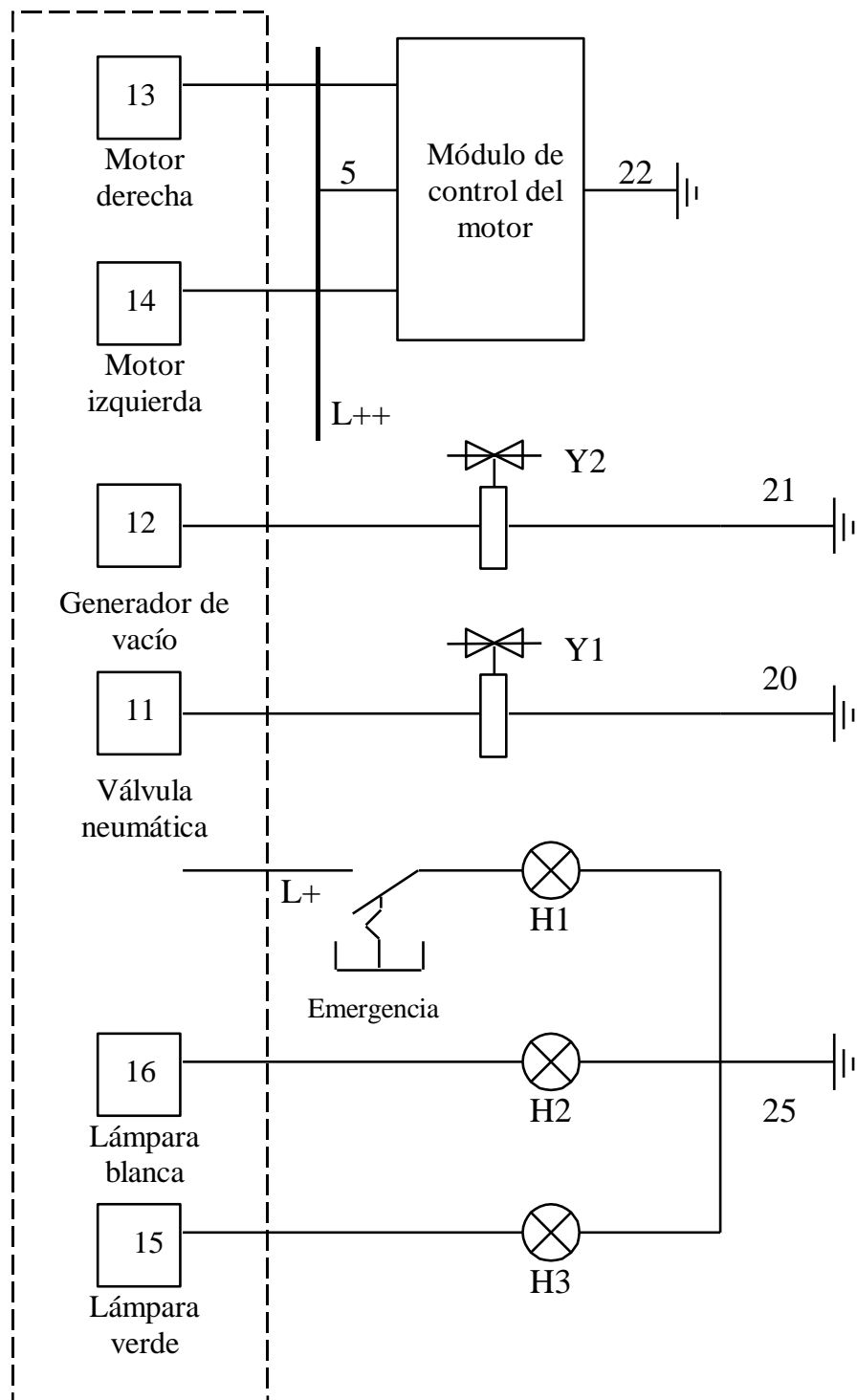


Figura B.2.16 Plano eléctrico de las salidas del "Manipulador electro-neumático"

Anexo C

Programación de la aplicación práctica

Este anexo está dedicado a la programación de los distintos dispositivos y sistemas realizada en el *Capítulo 4: Sistemas SCADA. Aplicación Práctica*. Se exponen a continuación los códigos completos de los programas empleados:

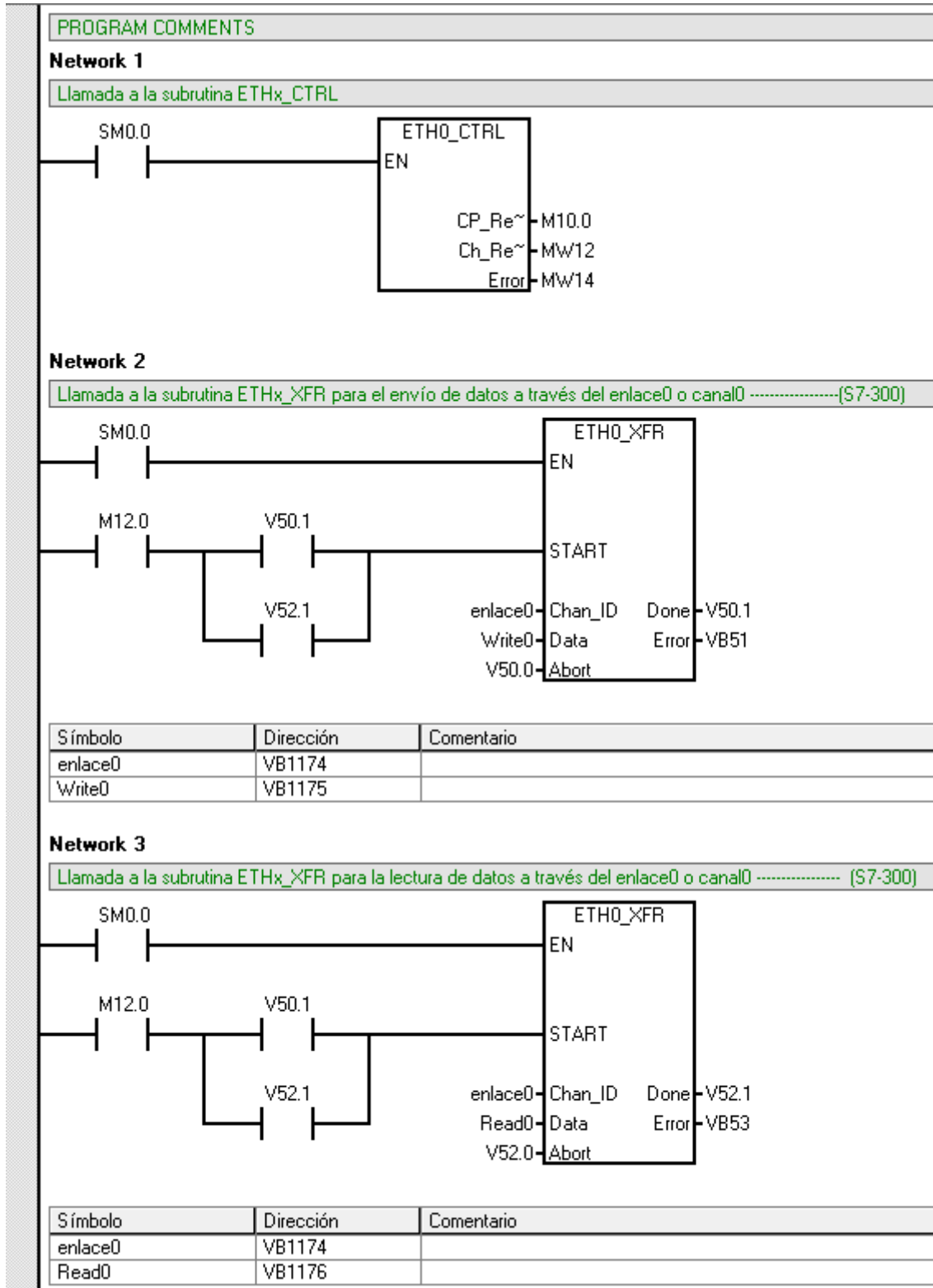
C.1 Programación de la estación S7-200

Tabla de variables

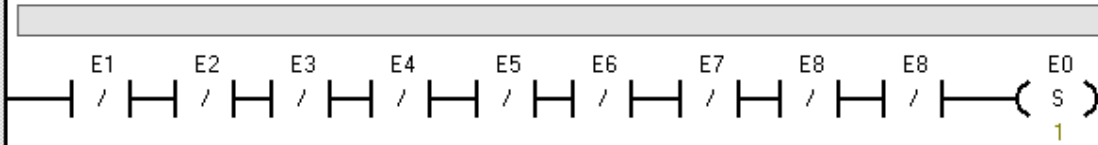
Símbolo	Dirección	Comentario
Emergencia	I0.0	Señal de emergencia
REEDabajo	I0.1	REED cilindro abajo
REEDarriba	I0.2	REED cilindro arriba
Marcha	I0.3	Pulsador de marcha
ManAut	I0.4	Interruptor manual/automático
Vacuostato	I0.5	Vacuóstato
Encoder	I0.6	Señal encoder incremental
Potenciómetro	AIW2	Señal analógica potenciómetro giratorio
Valvula	Q0.0	Válvula neumática 5/2
Vacio	Q0.1	Generador de vacío
MotorDerecha	Q0.2	Giro de motor a la derecha
MotorIzquierda	Q0.3	Giro de motor a la izquierda
Lverde	Q0.4	Lámpara verde
Lblanca	Q0.5	Lámpara blanca
E0	M0.0	Etapas 0
E1	M0.1	
E2	M0.2	
E3	M0.3	
E4	M0.4	
E5	M0.5	
E6	M0.6	
E7	M0.7	
E8	M1.0	
	VW4	Señal Encoder para WinCC
	VW2	Señal Potenciómetro para WinCC
EmergenciaP	M6.0	Señal de emergencia del panel
MarchaP	M6.3	Marcha panel
ManautP	M6.4	Man/Auto panel
Marcabrazo	M7.0	Marca para visibilidad del brazo en WinCC
Marchaweb	V10.0	
Manautoweb	V10.1	
paroweb	V10.2	

Tabla C.1 Asignación de nombre simbólico a las variables

Programa OB1

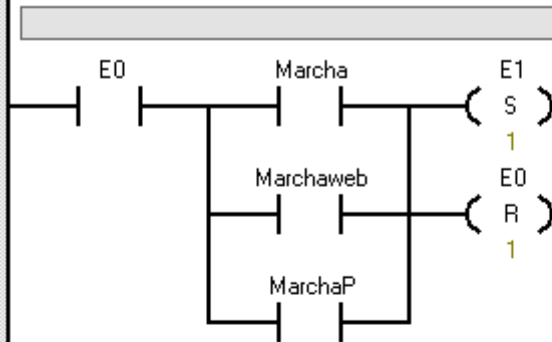


Network 4



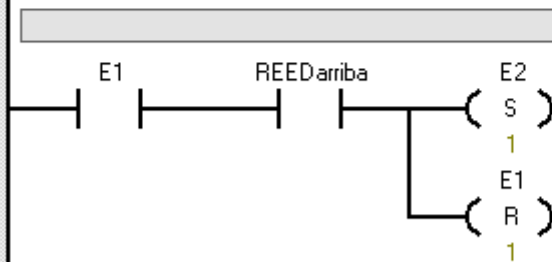
Símbolo	Dirección	Comentario
E0	M0.0	
E1	M0.1	
E2	M0.2	
E3	M0.3	
E4	M0.4	
E5	M0.5	
E6	M0.6	
E7	M0.7	
E8	M1.0	

Network 5



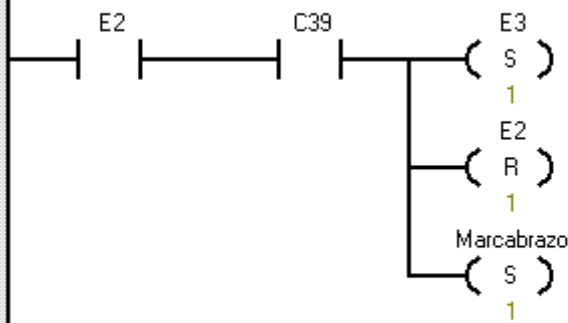
Símbolo	Dirección	Comentario
E0	M0.0	
E1	M0.1	
Marcha	I0.3	Pulsador de marcha
MarchaP	M6.3	Marcha panel
Marchaweb	V10.0	

Network 6



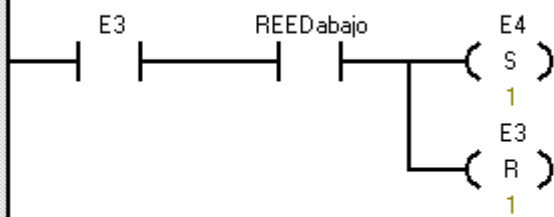
Símbolo	Dirección	Comentario
E1	M0.1	
E2	M0.2	
REEDarriba	I0.2	REED cilindro arriba

Network 7



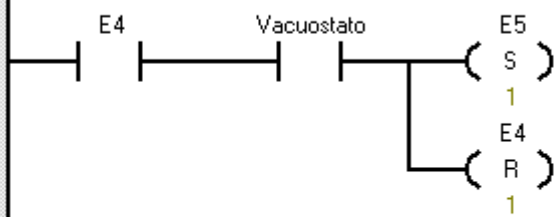
Símbolo	Dirección	Comentario
E2	M0.2	
E3	M0.3	
Marcabrazo	M7.0	Marca para visibilidad del brazo en WinCC

Network 8



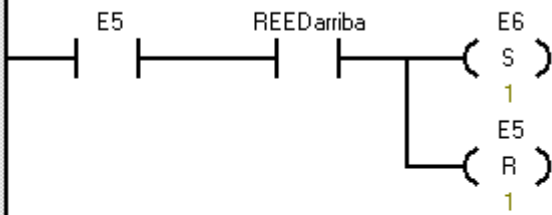
Símbolo	Dirección	Comentario
E3	M0.3	
E4	M0.4	
REEDabajo	I0.1	REED cilindro abajo

Network 9



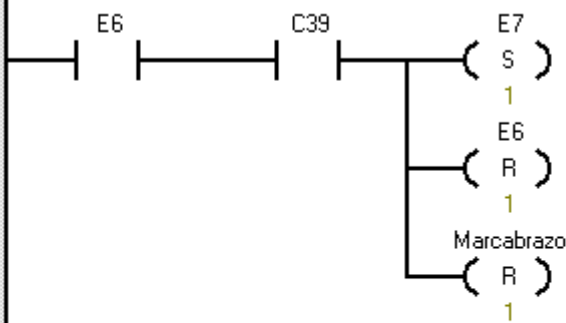
Símbolo	Dirección	Comentario
E4	M0.4	
E5	M0.5	
Vacuostato	I0.5	Vacuóstato

Network 10



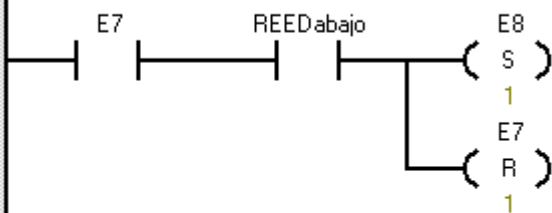
Símbolo	Dirección	Comentario
E5	M0.5	
E6	M0.6	
REEDarriba	I0.2	REED cilindro arriba

Network 11



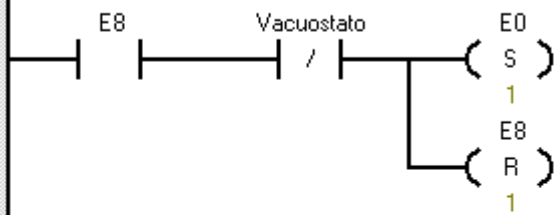
Símbolo	Dirección	Comentario
E6	M0.6	
E7	M0.7	
Marcabrazo	M7.0	Marca para visibilidad del brazo en WinCC

Network 12



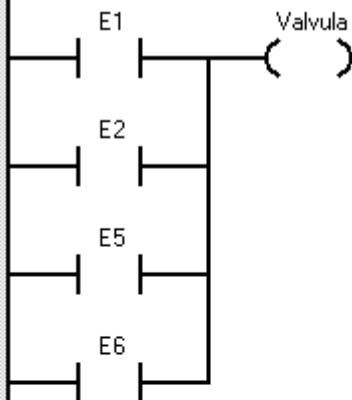
Símbolo	Dirección	Comentario
E7	M0.7	
E8	M1.0	
REEDabajo	I0.1	REED cilindro abajo

Network 13



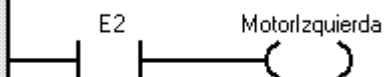
Símbolo	Dirección	Comentario
E0	M0.0	
E8	M1.0	
Vacuostato	I0.5	Vacuóstato

Network 14



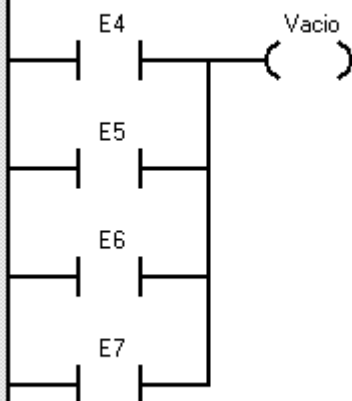
Símbolo	Dirección	Comentario
E1	M0.1	
E2	M0.2	
E5	M0.5	
E6	M0.6	
Valvula	Q0.0	Válvula neumática 5/2

Network 15



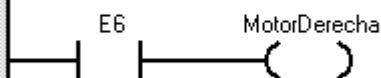
Símbolo	Dirección	Comentario
E2	M0.2	
Motorizquierda	Q0.3	Giro de motor a la izquierda

Network 16



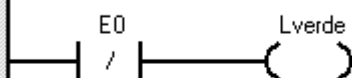
Símbolo	Dirección	Comentario
E4	M0.4	
E5	M0.5	
E6	M0.6	
E7	M0.7	
Vacio	Q0.1	Generador de vacío

Network 17



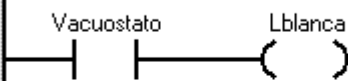
Símbolo	Dirección	Comentario
E6	M0.6	
MotorDerecha	Q0.2	Giro de motor a la derecha

Network 18



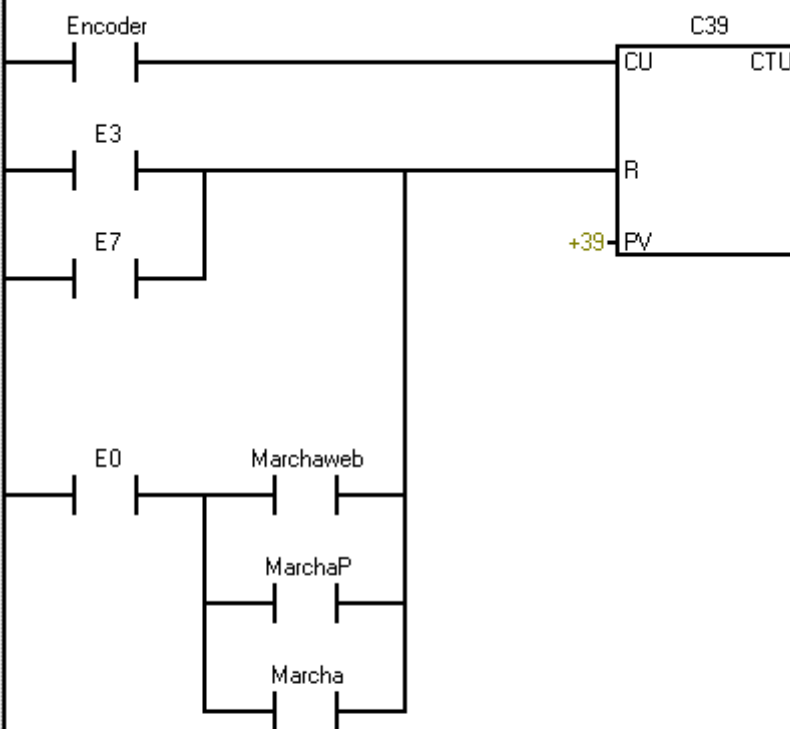
Símbolo	Dirección	Comentario
E0	M0.0	
Lverde	Q0.4	Lámpara verde

Network 19



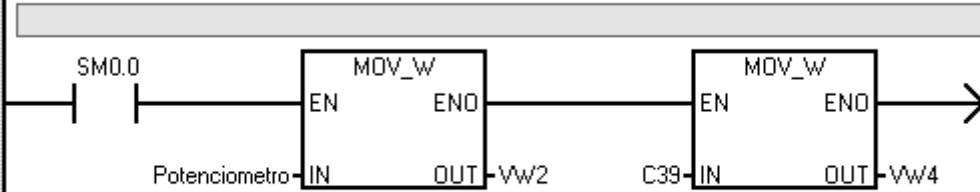
Símbolo	Dirección	Comentario
Lblanca	Q0.5	Lámpara blanca
Vacuostato	I0.5	Vacuóstato

Network 20



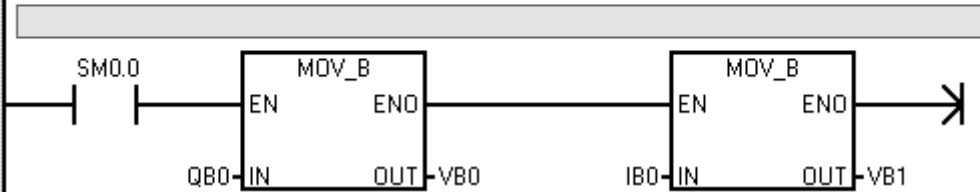
Símbolo	Dirección	Comentario
E0	M0.0	
E3	M0.3	
E7	M0.7	
Encoder	I0.6	Señal encoder incremental
Marcha	I0.3	Pulsador de marcha
MarchaP	M6.3	Marcha panel
Marchaweb	V10.0	

Network 21

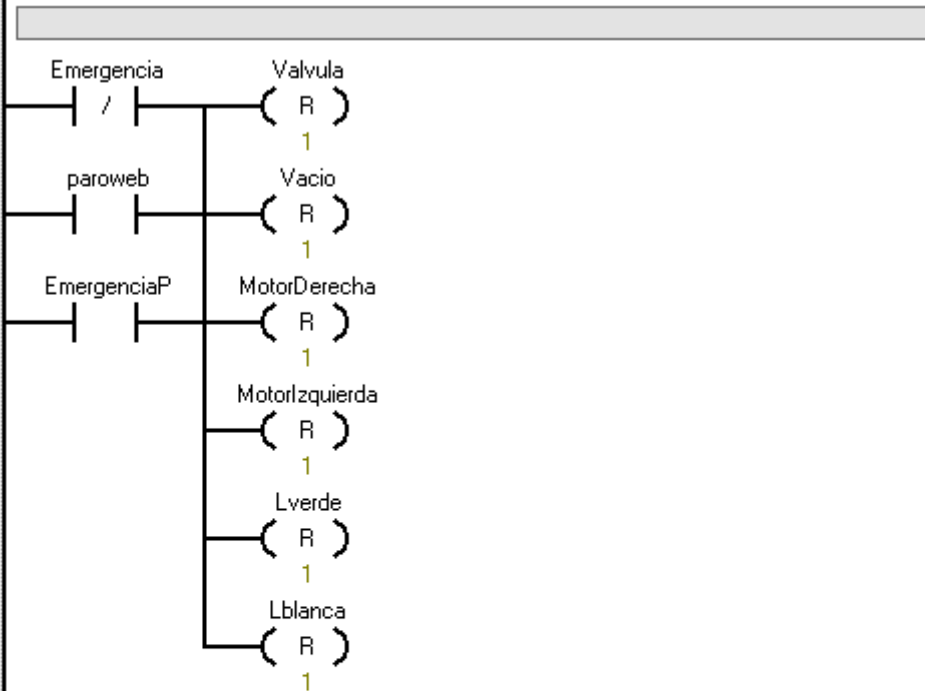


Símbolo	Dirección	Comentario
Potenciómetro	AIW2	Señal analógica potenciómetro giratorio

Network 22



Network 23



Símbolo	Dirección	Comentario
Emergencia	I0.0	Señal de emergencia
EmergenciaP	M6.0	Señal de emergencia del panel
Lblanca	Q0.5	Lámpara blanca
Lverde	Q0.4	Lámpara verde
MotorDerecha	Q0.2	Giro de motor a la derecha
MotorIzquierda	Q0.3	Giro de motor a la izquierda
paroweb	V10.2	
Vacio	Q0.1	Generador de vacío
Valvula	Q0.0	Válvula neumática 5/2

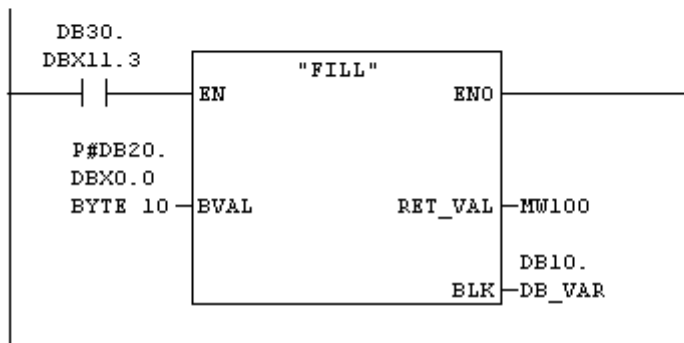
C.2 Programa de la estación S7-300

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comentario:

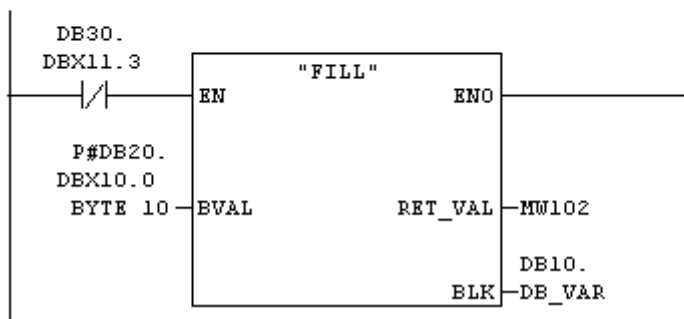
Segm. 1: MARCHA PULSADO

Comentario:



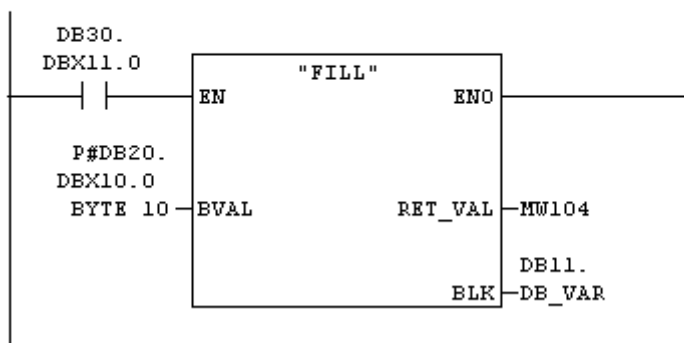
Segm. 2 : MARCHA NO PULSADO

Comentario:



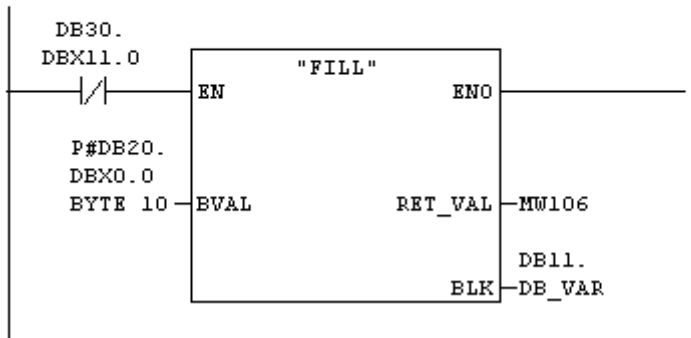
Segm. 3 : SETA EMERGENCIA NO PULSADA

Comentario:



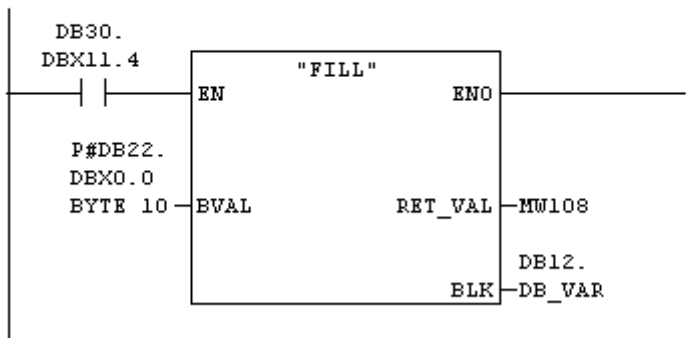
Segm. 4 : SETA DE EMERGENCIA PULSADA

Comentario:



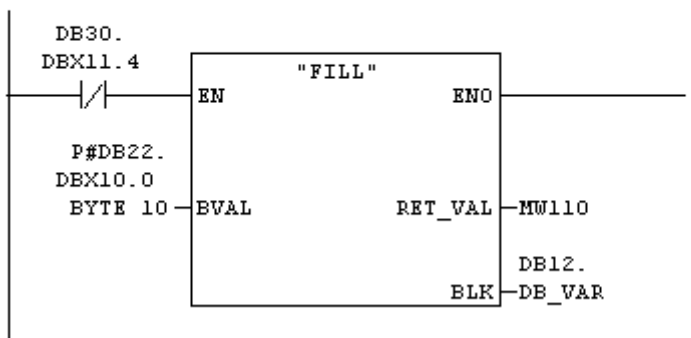
Segm. 5 : INTERRUPTOR MAN/AUTO EN MANUAL

Comentario:



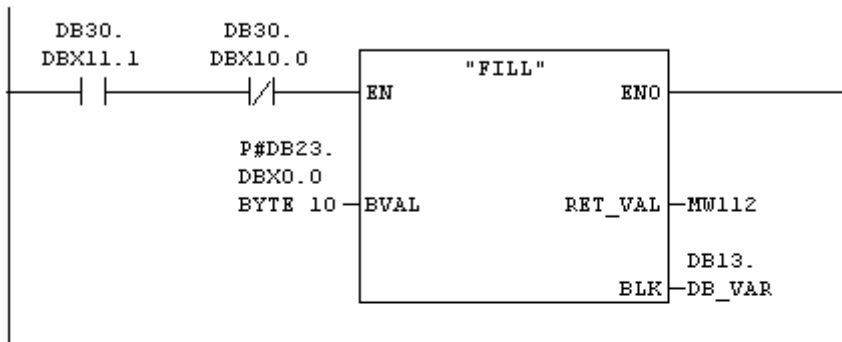
Segm. 6 : INTERRUPTOR MAN/AUTO EN AUTOMATICO

Comentario:



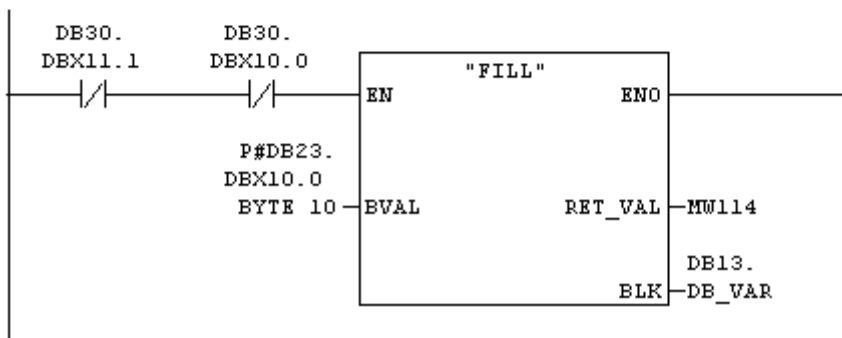
Segm. 7 : BRAZO ABAJO

Comentario:



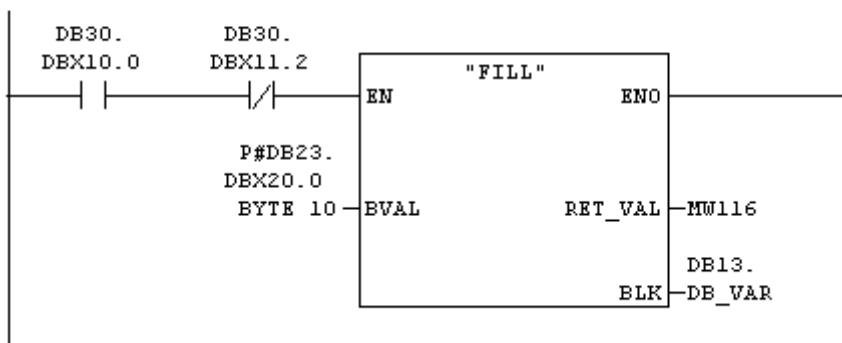
Segm. 8 : BRAZO BAJANDO

Comentario:



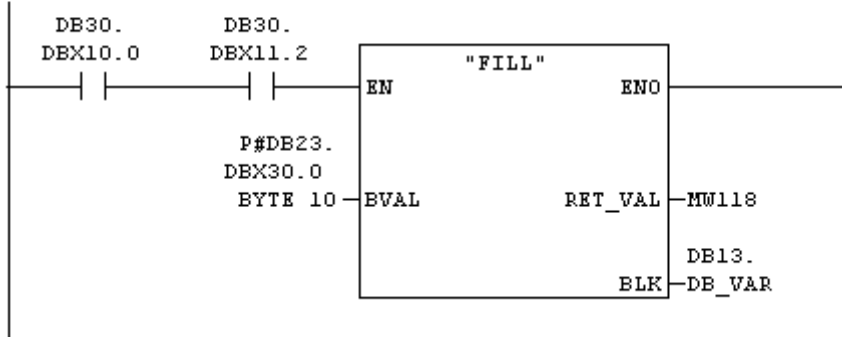
Segm. 9 : BRAZO SUBIENDO

Comentario:



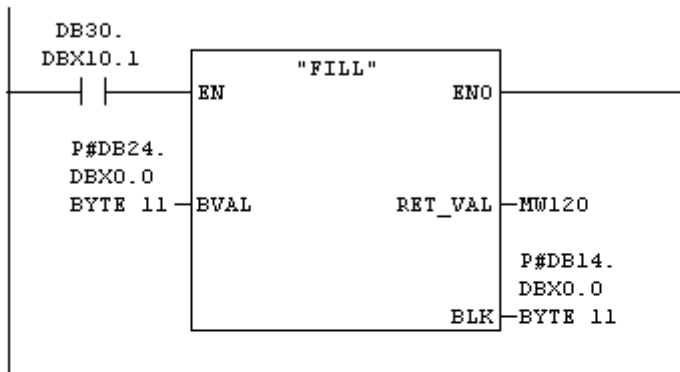
Segm. 10 : BRAZO ARRIBA

Comentario:



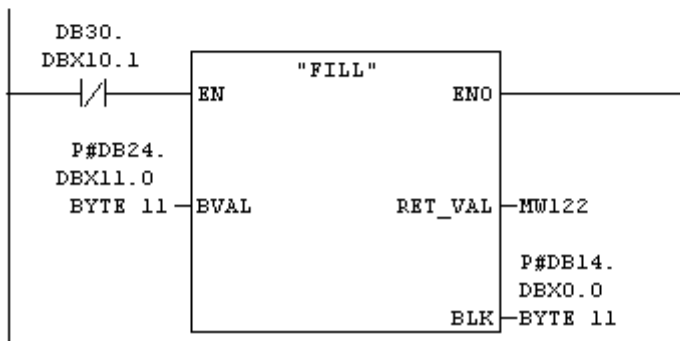
Segm. 11 : GENERADOR DE VACÍO ACTIVADO

Comentario:



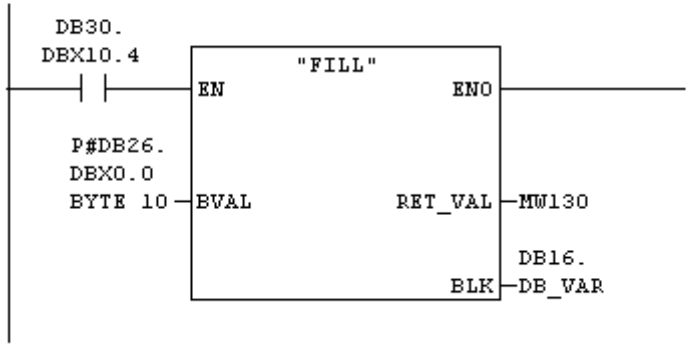
Segm. 12 : GENERADOR DE VACÍO DESACTIVADO

Comentario:



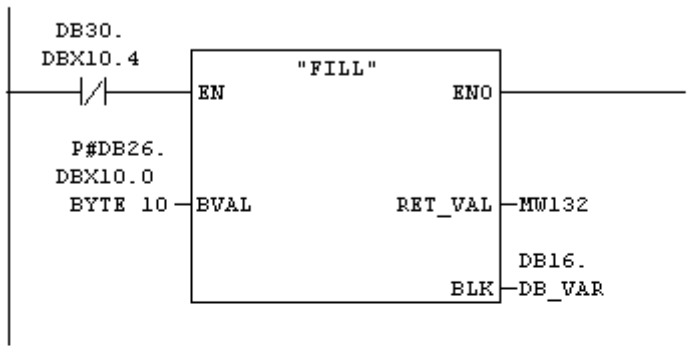
Segm. 16 : LAMPARA VERDE ENCENDIDA

Comentario:



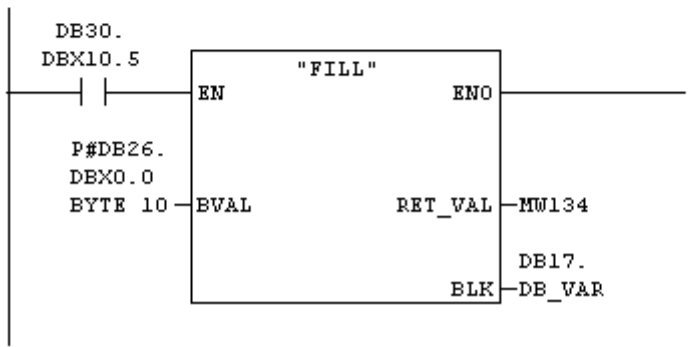
Segm. 17 : LAMPARA VERDE APAGADA

Comentario:



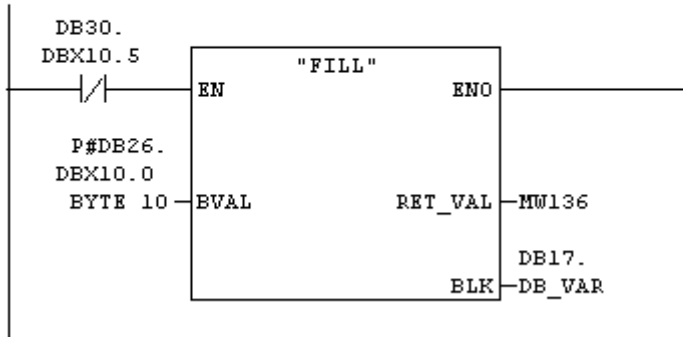
Segm. 18 : LAMPARA BLANCA ENCENDIDA

Comentario:



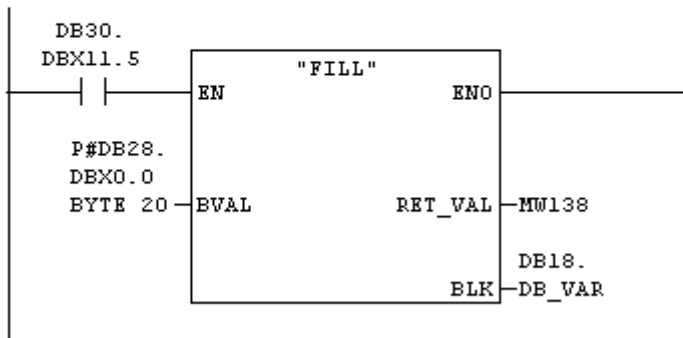
Segm. 19 : LAMPARA BLANCA APAGADA

Comentario:



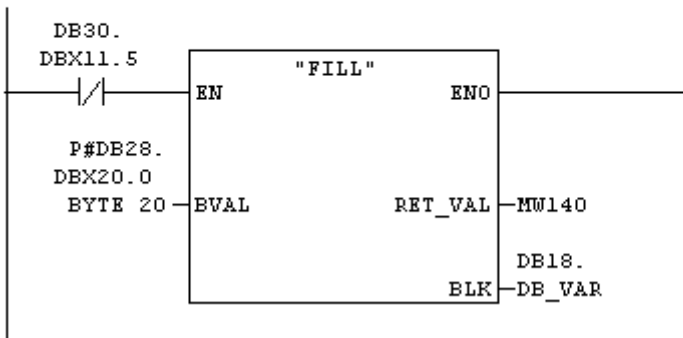
Segm. 20 : VACUOSTATO DETECTA VACÍO

Comentario:



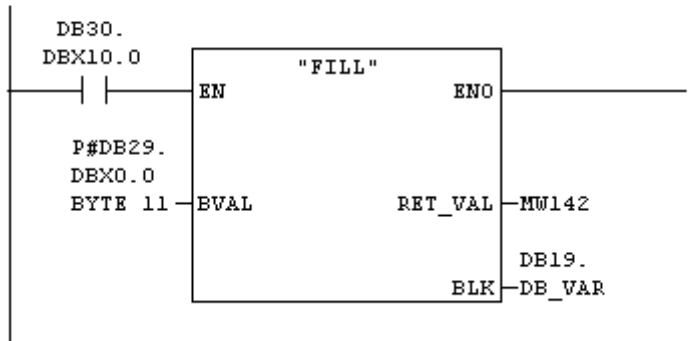
Segm. 21 : VACUOSTATO NO DETECTA VACÍO

Comentario:



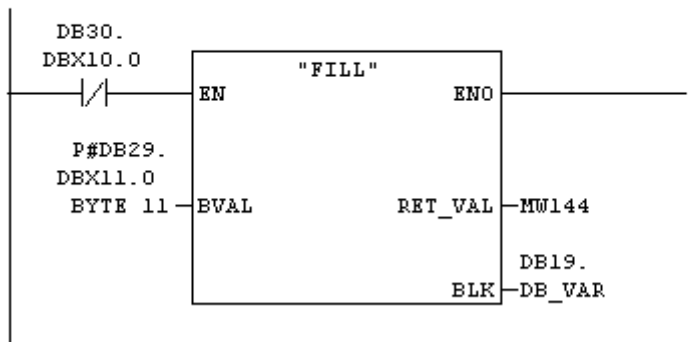
Segm. 22 : VALVULA 5/2 ACTIVADA

Comentario:



Segm. 23 : VALVULA 5/2 DESACTIVADA

Comentario:




```

<applet codebase="../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7IdentApplet.class" name="GET" mayscript=""
align="middle" height="35" hspace="0" vspace="0" width="200">

    <param name="RACK" value="0">

    <param name="SLOT" value="2">

    <param name="LANGUAGE" value="en">

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">

    <param name="EDIT" value="true">

</applet></span></big></small></small></big></big></div></td>

<td><div align="center"><big><big><big><small><small><strong>Direcci&ocute;n MAC</strong> <span
style="top: 145px; left: 567px; width: 140px; height: 26px;">

<applet codebase="../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7IdentApplet.class" name="GET" mayscript=""
align="middle" height="35" hspace="0" vspace="0" width="200">

    <param name="RACK" value="0">

    <param name="SLOT" value="4">

    <param name="LANGUAGE" value="en">

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">

    <param name="EDIT" value="true">

</applet></span></small></small></big></big></big></div></td>

</tr>

```

```

<tr>

<td><div align="center"><big><big><small><strong>Estado</strong> <span style="top: 217px; left:
91px; width: 61px; height: 10px;">

<applet codebase=" ../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7StatusApplet.class" name="GET" mayscript=""
align="middle" height="40" hspace="0" vspace="0" width="80">

    <param name="RACK" value="0">

    <param name="SLOT" value="2">

    <param name="LANGUAGE" value="en">

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">

    <param name="EDIT" value="true">

    <param name="CYCLETIME" value="5000">

</applet></span></small></big></big></div></td>

<td><div align="center"><big><big><small><strong>Estado</strong></small></big></big><span
style="top: 215px; height: 14px; left: 505px; width: 78px;">

<applet codebase=" ../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7StatusApplet.class" name="GET" mayscript=""
align="middle" height="40" hspace="0" vspace="0" width="80">

    <param name="RACK" value="0">

    <param name="SLOT" value="4">

    <param name="LANGUAGE" value="en">

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">

    <param name="EDIT" value="true">

    <param name="CYCLETIME" value="5000">

</applet></span></div></td>

</tr>

</table>

```

```
<div align="center">

<p><big><big><big><span style="font-weight: bold;">

<applet codebase="../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7PutApplet.class" name="PUT1" mayscript="" align="top"
height="35" hspace="0" vspace="0" width="500">

    <param name="RACK" value="0">

    <param name="SLOT" value="2">

    <param name="LANGUAGE" value="en">

    <param name="VARFORMAT1" value="B">

    <param name="VARAREA1" value="0x82">

    <param name="VAROFFSET1" value="124">

    <param name="VARNAME1" value="AB124 ">

    <param name="VARTYPE1" value="0x02">

    <param name="VARSUBAREA1" value="0">

    <param name="VARFORMAT2" value="S">

    <param name="VARAREA2" value="0x82">

    <param name="VAROFFSET2" value="125">

    <param name="VARNAME2" value="AB125 ">

    <param name="VARTYPE2" value="0x02">

    <param name="VARSUBAREA2" value="0">

    <param name="VARNUM" value="2">

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">

    <param name="EDIT" value="true">

</applet></span></big></big></big></p>
```

```

<p><big><big><span style="font-weight: bold;">

<applet  codebase=" ../applets/"  archive="s7api.jar,  s7util.jar,  s7gui.jar,  s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="GET1" mayscript="" align="top"
height="35" hspace="0" vspace="0" width="150">

  <param name="RACK" value="0">

  <param name="SLOT" value="2">

  <param name="LANGUAGE" value="en">

  <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">

  <param name="EDIT" value="true">

  <param name="FORMAT" value="SALIDA 124: \S">

  <param name="VARTYPE" value="0x02">

  <param name="VARCNT" value="1">

  <param name="VARAREA" value="0x82">

  <param name="VARSUBAREA" value="0">

  <param name="VAROFFSET" value="124">

  <param name="CYCLETIME" value="250">

</applet><br></span></big></big></p> </div></div>

<div align="center">

<h1><strong>CONTROL Y MONITORIZACI&Oacute;N</strong></h1>

<h3>

<a href=" http://192.168.0.195/user/electroneumatico.html ">

<strong>1.- MANIPULADOR ELECTRONEUMÁTICO</strong></a>

<strong>&nbsp;</strong>&nbsp;</strong><br><br>

</h3>

</div>

</body>

</html>

```


Página Web “electroneumatico.html”

```
<html>

<head>

<title>Title</title>

<style type="text/css">

<!--body { } h2 {color: #FFF;} -->

</style>

<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">

</head>

<body style="background-color: rgb(255, 255, 255);">

<table width="1022" border="1">

<tr>

<td width="235" height="119">

<div align="center">



</div>

</td>

<td width="1000" bgcolor="#FFCC66">

<h2 align="center">

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

</h2>

</td>

</tr>

</table>

<div align="center"><h1>

<br>&nbsp;
```

```

<big style="font-weight: bold;"><strong>MANIPULADOR ELECTRONEUMÁTICO</strong></big>

</h1></div>

<hr>

<div style="top: 117px; left: 5px;">

<div align="center">

<table width="620" border="1">

<tr>

<th colspan="2" bgcolor="#FFFFFF" scope="col">



</th>

</tr>

<tr>

<th width="304" bgcolor="#FF0000" scope="col"><span style="top: 91px; left: 10px; width:
301px;"><applet codebase="../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="EMERGENCIA" mayscript=""
align="top" height="141" hspace="0" vspace="0" width="304">

    <param name="RACK" value="0">

    <param name="SLOT" value="2">

    <param name="LANGUAGE" value="en">

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">

    <param name="EDIT" value="true">

    <param name="FORMAT" value="SETA DE EMERGENCIA = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">

    <param name="VARTYPE" value="0x03">

    <param name="VARCNT" value="10">

    <param name="VARAREA" value="0x84">

    <param name="VARSUBAREA" value="11">

    <param name="VAROFFSET" value="0">

    <param name="CYCLETIME" value="100">

```

```
</applet></span></th>
```

```
<th width="300" scope="col"><div align="center"><p><applet codebase = "../applets/" archive  
="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"  
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name = "GETPOT" mayscript width = "250"  
height = "87" hspace = "0" vspace = "0" align = "top">
```

```
    <param name="RACK" value="0">
```

```
    <param name="SLOT" value="2">
```

```
    <param name="LANGUAGE" value="en">
```

```
    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
```

```
    <param name="EDIT" value="true">
```

```
    <param name="DISPLAY" value="CLTacho">
```

```
    <param name="MINVAL" value="0">
```

```
    <param name="MAXVAL" value="32000">
```

```
    <param name="DIMENSION" value="Potenciometro">
```

```
    <param name="FORMAT" value="\W">
```

```
    <param name="VARTYPE" value="0x04">
```

```
    <param name="VARCNT" value="1">
```

```
    <param name="VARAREA" value="0x84">
```

```
    <param name="VARSUBAREA" value="30">
```

```
    <param name="VAROFFSET" value="12">
```

```
    <param name="CYCLETIME" value="100">
```

```
</applet></p>
```

```
<p><applet codebase = "../applets/" archive = "s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar" code  
="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name = "Encoder" mayscript width = "150"  
height = "35" hspace = "0" vspace = "0" align = "top">
```

```
    <param name="RACK" value="0">
```

```
    <param name="SLOT" value="2">
```

```
    <param name="LANGUAGE" value="en">
```

```

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
    <param name="EDIT" value="true">
    <param name="FORMAT" value="Encoder Incremental= \W ">
    <param name="VARTYPE" value="0x04">
    <param name="VARCNT" value="1">
    <param name="VARAREA" value="0x84">
    <param name="VARSUBAREA" value="30">
    <param name="VAROFFSET" value="14">
    <param name="CYCLETIME" value="100">

</applet>&nbsp;</p></div></th>

</tr>

<tr>

<th bgcolor="#000000" scope="row"><span style="top: 135px; left: 10px; width: 301px;"><applet
codebase=" ../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="MARCHA" mayscript=""
align="top" height="35" hspace="0" vspace="0" width="300">

    <param name="RACK" value="0">
    <param name="SLOT" value="2">
    <param name="LANGUAGE" value="en">
    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
    <param name="EDIT" value="true">
    <param name="FORMAT" value="PULSADOR MARCHA= \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">
    <param name="VARTYPE" value="0x03">
    <param name="VARCNT" value="10">
    <param name="VARAREA" value="0x84">
    <param name="VARSUBAREA" value="10">
    <param name="VAROFFSET" value="0">
    <param name="CYCLETIME" value="100">

</applet></span></th>

```

```
<td bgcolor="#00FF00"><span style="top: 136px; left: 334px; width: 301px;"><applet
codebase=" ../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="LVERDE" mayscript="" align="top"
height="35" hspace="0" vspace="0" width="300">
```

```
<param name="RACK" value="0">
```

```
<param name="SLOT" value="2">
```

```
<param name="LANGUAGE" value="en">
```

```
<param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
```

```
<param name="EDIT" value="true">
```

```
<param name="FORMAT" value="L&Aacute;MPARA VERDE = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">
```

```
<param name="VARTYPE" value="0x03">
```

```
<param name="VARCNT" value="10">
```

```
<param name="VARAREA" value="0x84">
```

```
<param name="VARSUBAREA" value="16">
```

```
<param name="VAROFFSET" value="0">
```

```
<param name="CYCLETIME" value="100">
```

```
</applet></span></td>
```

```
</tr>
```

```
<tr>
```

```
<th bgcolor="#000000" scope="row"><span style="top: 182px; left: 9px; width: 300px;"><applet
codebase=" ../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="MANAUTO" mayscript=""
align="top" height="35" hspace="0" vspace="0" width="300">
```

```
<param name="RACK" value="0">
```

```
<param name="SLOT" value="2">
```

```
<param name="LANGUAGE" value="en">
```

```
<param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
```

```
<param name="EDIT" value="true">
```

```
<param name="FORMAT" value="SELECTOR MAN/AUTO = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">
```

```
<param name="VARTYPE" value="0x03">
```

```

<param name="VARCNT" value="10">
<param name="VARAREA" value="0x84">
<param name="VARSUBAREA" value="12">
<param name="VAROFFSET" value="0">
<param name="CYCLETIME" value="100">
</applet></span></th>

```

```

<td bgcolor="#FFFF00"><span style="top: 183px; left: 334px; width: 299px;"><applet
codebase="../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="LBLANCA" mayscript=""
align="top" height="35" hspace="0" vspace="0" width="300">

```

```

<param name="RACK" value="0">
<param name="SLOT" value="2">
<param name="LANGUAGE" value="en">
<param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
<param name="EDIT" value="true">
<param name="FORMAT" value="L&Aacute;MPARA BLANCA = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">
<param name="VARTYPE" value="0x03">
<param name="VARCNT" value="10">
<param name="VARAREA" value="0x84">
<param name="VARSUBAREA" value="17">
<param name="VAROFFSET" value="0">
<param name="CYCLETIME" value="100">

```

```

</applet></span></td>

```

```

</tr>

```

```

<tr>

```

```

<th bgcolor="#0000FF" scope="row"><span style="top: 233px; left: 12px; width: 300px;"><applet
codebase="../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="GENVACIO" mayscript=""
align="top" height="35" hspace="0" vspace="0" width="300">

```

```

<param name="RACK" value="0">
<param name="SLOT" value="2">

```

```

<param name="LANGUAGE" value="en">

<param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">

<param name="EDIT" value="true">

<param name="FORMAT" value="GENERADOR DE VAC&iacute;o = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">

<param name="VARTYPE" value="0x03">

<param name="VARCNT" value="11">

<param name="VARAREA" value="0x84">

<param name="VARSUBAREA" value="14">

<param name="VAROFFSET" value="0">

<param name="CYCLETIME" value="100">

</applet></span></th>

<td bgcolor="#0000FF"><span style="top: 300px; left: 329px; width: 500px;"> <applet
codebase="..\/applets\/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="VACUOSTATO" mayscript=""
align="top" height="35" hspace="0" vspace="0" width="300">

    <param name="RACK" value="0">

    <param name="SLOT" value="2">

    <param name="LANGUAGE" value="en">

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">

    <param name="EDIT" value="true">

    <param name="FORMAT" value="VACUOSTATO = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">

    <param name="VARTYPE" value="0x03">

    <param name="VARCNT" value="20">

    <param name="VARAREA" value="0x84">

    <param name="VARSUBAREA" value="18">

    <param name="VAROFFSET" value="0">

    <param name="CYCLETIME" value="100">

</applet></span></td>

```

```
</tr>
```

```
<tr>
```

```
<th bgcolor="#FF00FF" scope="row"><span style="top: 282px; left: 21px; width: 301px;"> <applet
codebase="../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="BRAZO" mayscript="" align="top"
height="35" hspace="0" vspace="0" width="300">
```

```
    <param name="RACK" value="0">
```

```
    <param name="SLOT" value="2">
```

```
    <param name="LANGUAGE" value="en">
```

```
    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
```

```
    <param name="EDIT" value="true">
```

```
    <param name="FORMAT" value="SITUACI&Oacute;N DEL BRAZO = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">
```

```
    <param name="VARTYPE" value="0x03">
```

```
    <param name="VARCNT" value="10">
```

```
    <param name="VARAREA" value="0x84">
```

```
    <param name="VARSUBAREA" value="13">
```

```
    <param name="VAROFFSET" value="0">
```

```
    <param name="CYCLETIME" value="100">
```

```
</applet></span></th>
```

```
<td bgcolor="#FF00FF"><span style="top: 233px; left: 12px; width: 300px;"> <applet
codebase="../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="VALVULA" mayscript=""
align="top" height="35" hspace="0" vspace="0" width="300">
```

```
    <param name="RACK" value="0">
```

```
    <param name="SLOT" value="2">
```

```
    <param name="LANGUAGE" value="en">
```

```
    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">
```

```
    <param name="EDIT" value="true">
```

```
    <param name="FORMAT" value="VALVULA 5/2 = \Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">
```

```
    <param name="VARTYPE" value="0x03">
```



```

    <param name="VARCNT" value="11">

    <param name="VARAREA" value="0x84">

    <param name="VARSUBAREA" value="19">

    <param name="VAROFFSET" value="0">

    <param name="CYCLETIME" value="100">

</applet></span></td>

</tr>

<tr>

<th colspan="2" bgcolor="#FF00FF" scope="row"><span style="top: 375px; left: 10px;"> <applet
codebase=" ../applets/" archive="s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar, s7applets.jar"
code="de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7GetApplet.class" name="MOTOR" mayscript="" align="top"
height="35" hspace="0" vspace="0" width="606">

    <param name="RACK" value="0">

    <param name="SLOT" value="2">

    <param name="LANGUAGE" value="en">

    <param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFFFF">

    <param name="EDIT" value="true">

    <param name="FORMAT" value="ESTADO DEL MOTOR =
\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z\Z">

    <param name="VARTYPE" value="0x03">

    <param name="VARCNT" value="22">

    <param name="VARAREA" value="0x84">

    <param name="VARSUBAREA" value="15">

    <param name="VAROFFSET" value="0">

    <param name="CYCLETIME" value="100">

</applet></span></th></tr>

<tr>

<th colspan="2" scope="row"><p><applet codebase = " ../applets/" = "s7api.jar, s7util.jar, s7gui.jar,
s7applets.jar" code = "de.siemens.simaticnet.itcp.applets.S7PutApplet.class" name = "PUT" mayscript
width = "500" height = "35" hspace = "0" vspace = "0" align = "top">

    <param name="RACK" value="0">

```

```
<param name="SLOT" value="2">
<param name="LANGUAGE" value="en">
<param name="VARFORMAT1" value="B">
<param name="VARAREA1" value="0x84">
<param name="VAROFFSET1" value="0">
<param name="VARNAME1" value="ACCIONAMIENTO">
<param name="VARTYPE1" value="0x02">
<param name="VARSUBAREA1" value="30">
<param name="VARNUM" value="1">
<param name="BACKGROUNDCOLOR" value="0xFFFFFF">
<param name="EDIT" value="true">
</applet></p>
<p>Marcha en Autom&acutetico = 1 ; Marcha en Manual = 3 ; Paro de emergencia = 4 ; Anular = 0</p>
</th>
</tr>
</table>
</div>
</div>
<p align="center">&nbsp;</p>
<h3 align="center">
<a href="http://192.168.0.195/user/estado300.htm"><strong>MENÚ PRINCIPAL</strong></a>
</h3>
</div>
<br>
</body>
</html>
```