

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

Sistema de visualización y monitorización de un  
proceso distribuido



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

Grado en Ingeniería eléctrica

**Autor:**

Gonzalo Ruiz-Melgarejo Zafrilla

**Tutor:**

Rubén Puche Panadero

**Cotutor:**

Manuel Pineda Sánchez

*Valencia, Julio de 2016*





Memoria

## Índice

1. Objetivo del proyecto.....	5
2. Antecedentes .....	5
3. Justificación .....	6
3.1 Académica .....	6
3.2 Funcional .....	6
4. Niveles de un sistema distribuido .....	7
4.1 Campo (E/S) .....	7
4.2 Control .....	7
4.3 Visualización .....	7
4.4 Producción .....	7
4.5 Gestión.....	8
5. Buses de comunicación .....	8
5.1 CAN .....	8
5.2 Profibus DP .....	9
5.3 Profinet.....	9
5.4 Modbus (RTU).....	10
5.5 AS-interface .....	11
5.6 HART .....	11
5.7 IO-Link.....	12
5.8 KNX .....	12
5.9 GSM .....	12
5.10 Web server .....	12
6. Descripción de la instalación.....	13
6.1 PLC's.....	14
S7-1500 .....	14
S7-1200 .....	14
S7-300 .....	14
S7-200 .....	15
LOGO!.....	15
6.2 Periferias distribuidas .....	16
IM 151-8F .....	16
IM 151-3 (PN).....	16



IM 151-1 (DP) ..... 17

6.3 Sistemas de visualización..... 17

    HMI TP177B ..... 17

    SCADA PC ..... 18

6.4 Controlador de motores ..... 18

6.5 Conectividad ..... 18

6.6 Comunicaciones..... 19

    Profinet ..... 19

    Profibus ..... 19

    AS-i ..... 19

    Modbus RTU..... 19

7. Solución adoptada..... 20

    7.2 Control ..... 20

        Software utilizado ..... 20

        Flujo de la información ..... 23

        Flujogramas de control ..... 23

    7.2 Visualización ..... 28

        Software utilizado ..... 28

        Flujograma del sistema SCADA ..... 29

    7.3 Web..... 29

        Flujograma de la información ..... 29

        Software utilizado ..... 30

## 1. Objetivo del proyecto

El objetivo del presente proyecto es realizar un sistema de monitorización de un sistema distribuido basado en diferentes elementos conectados a través de buses de comunicación estandarizados, y se descompone en tres objetivos:

- Realizar el control del flujo de la comunicación entre los elementos del sistema para permitir el intercambio de información entre los diferentes niveles de éste. Además, se utilizará una pantalla de operador con la que poder realizar un control de manera local.
- Realizar la supervisión y monitorización del sistema mediante un sistema SCADA PC, el cual estará conectado al autómatas principal, en el cual se recopila toda la información de la instalación.
- Realizar un sistema de supervisión y monitorización mediante HTML para realizar un control de manera remota.

## 2. Antecedentes

A principios del siglo XX la producción industrial sufre un drástico cambio. Hasta entonces, la fabricación se realizaba de manera artesanal, requiriendo personas con un alto nivel de formación para la creación de bienes con un nivel aceptable de calidad. Es entonces cuando se comienzan a introducir métodos científicos para mejorar las técnicas de producción de una manera más mecanicista, siendo un ejemplo el desarrollo de la cadena de montaje en las fábricas, lo que permite a cada trabajador especializarse en un determinado proceso, disminuyendo los tiempos de producción.

Con la introducción de la electricidad aparecen actuadores y motores de menor tamaño, lo que permite aumentar el grado de mecanización en las industrias y gracias al uso de relés aumenta el control de estas. Poco a poco se irá extendiendo el uso de contactores para la automatización de fábricas, estando muy limitados debido al grado de complejidad que alcanza la instalación al superar cierto tamaño.

Durante los años 60, el control se realiza mediante grandes paneles en los que el proceso es representado mediante luces que indican los diferentes estados de éste. A finales de la década comienza la evolución de los microprocesadores y en los años 70 se introducen los primeros ordenadores, con los cuales se realiza el control sustituyendo a los grandes paneles.

Posteriormente los ordenadores evolucionan para satisfacer la demanda industrial, apareciendo el relé lógico programable o PLC, el cual, junto al uso de sensores y actuadores permite un control más robusto de la instalación, lo que causa el crecimiento de esta, apareciendo lo que hoy conocemos como el “nivel de campo”.

En la década de los 80 el tamaño y la complejidad de las fábricas aumenta, teniendo un gran número de autómatas para controlar los diferentes procesos y volviéndose imperiosa la necesidad de instaurar un sistema de comunicación entre ellos para poder sincronizar los diferentes procesos.

Durante finales de los 80 y la década de los 90 surge un gran número de protocolos de comunicación industrial los cuales permiten aumentar el grado de control. Ya no se tienen

procesos independientes, ahora todos funcionan como una gran máquina. Ha nacido el “nivel de control”. El inconveniente es que cada fabricante ha desarrollado su protocolo de comunicación incompatible con los demás, por lo que se comienza a trabajar en protocolos normalizados, tanto basados en la comunicación serie (Modbus, AS-i o Profibus), como paralela (Profinet o EtherCAT).

Con el desarrollo de la informática aparecen los primeros sistemas de supervisión SCADA (Supervisión, control y adquisición de datos) en los que a través de una pantalla se puede obtener toda la información del proceso. Este avance permite que el control sea realizado de manera más visual e intuitiva, de modo que el operario no requiere una formación específica sobre la maquinaria y establece lo que se conoce como “nivel de visualización”.

Con el comienzo del siglo XXI el tamaño de las fábricas aumenta, los procesos se vuelven más complejos y el número de sensores y actuadores se multiplica, lo que requiere un mayor grado de control, apareciendo el “nivel de supervisión”. Un autómatas principal ahora gestiona la comunicación entre los demás autómatas y sistemas de visualización, teniendo un control absoluto de las instalaciones, lo que permite optimizar los tiempos de los procesos y mejorar la producción.

A día de hoy, con la expansión de internet el control de la producción se ha fusionado con el aspecto empresarial, dando lugar al “nivel de gestión” o “ERP” (Enterprise resource planning), lo que permite llevar un mayor control del stock, los pedidos o los trabajadores, de modo que la producción ha evolucionado, pasando de generar una cantidad de productos para tener siempre en stock, a producirlos a partir de los pedidos realizados. Una vez el comprador o el vendedor aprueba el pedido, la orden se manda a la lista de pedidos de la fábrica, la cual controla los materiales necesarios para la fabricación del producto, realizando un pedido de reabastecimiento de manera automática. De este modo se realiza una producción personalizada para cada cliente, evitando la problemática del exceso de stock y abocando por un menor consumo energético y una mayor sostenibilidad.

## 3. Justificación

### 3.1 Académica

Con el presente proyecto se pretende reforzar los conocimientos adquiridos en la mención “Accionamientos eléctricos y operación remota” sobre los sistemas de supervisión y monitorización SCADA, así como estudiar los diferentes protocolos de comunicación utilizados actualmente en la industria y familiarizarse con la programación y parametrización del software de la marca SIEMENS.

### 3.2 Funcional

Debido al creciente grado de automatización en la industria es necesaria una herramienta con la que poder gestionar toda la producción de manera eficiente. Con este proyecto se pretende realizar un sistema SCADA (Supervisión, control y adquisición de datos) desde el cual se pueda tener acceso a los diferentes equipos de la pirámide de comunicación de una manera eficiente y dinámica.

## 4. Niveles de un sistema distribuido

En la actualidad, con el desarrollo de la industria, están apareciendo sistemas de gran tamaño, desde los que se maneja una gran cantidad de información, y se está tendiendo a procesos descentralizados en los que se jerarquiza la información. Esta jerarquización ha dado lugar a diferentes niveles de control, los cuales intercambian información gracias al uso de buses de comunicación estandarizados.

### 4.1 Campo (E/S)

En cualquier aplicación automatizada existen numerosos elementos que requieren enviar o recibir información. Este es el nivel más bajo de la pirámide y trabaja con una cantidad de información reducida, generalmente bits, como puede ser el estado de un final de carrera que indica si está activado o no, o bytes, para entradas y salidas analógicas como pueden ser medidas de presión, velocidad o temperatura.

En el nivel de campo cada elemento ha de ser cableado de manera independiente, lo que supone elevados tiempos de instalación y un mantenimiento complejo. Por ello, se está tendiendo a sistemas descentralizados, de modo que los elementos se unen a un equipo de periferia distribuida que actúa como concentrador de la información y la envía a los autómatas a través de buses de comunicación. Además, existen buses desarrollados para el nivel de campo los cuales facilitan el cableado de la instalación.

### 4.2 Control

El nivel de control recoge toda la información obtenida del nivel de campo, la procesa y devuelve una respuesta a los actuadores de dicho nivel. Este nivel suele estar compuesto por diversos autómatas, de modo que cada uno controla un proceso.

### 4.3 Visualización

El nivel de visualización está formado por sistemas SCADA que permiten obtener la información de un proceso de manera sencilla y dinámica, pudiendo añadir o eliminar controles según nos interese. La visualización se puede realizar a través de dos dispositivos, PC o HMI:

- HMI: Su nombre viene de “human-machine interface” o “interfaz hombre-máquina). Son pequeños paneles que se suelen utilizar a pie de máquina, de modo que suelen estar conectados a los autómatas que forman el nivel de control.
- Sistema PC: Debido a que las pantallas del ordenador son más grandes, los sistemas SCADA PC pueden ser más complejos e incluir más elementos. Además, una ventaja del uso del PC es que permite recopilar la información en una base de datos de manera sencilla.

Los sistemas de visualización suelen estar compuestos por varias HMI distribuidas por procesos y un SCADA PC que recopila toda la información de la planta.

### 4.4 Producción

El nivel de producción se encarga de gestionar toda una planta. Como se ha explicado, el nivel de control está compuesto por diferentes autómatas que realizan procesos independientes. Estos autómatas estarán conectados a un autómata superior que los controlará y coordinará, de modo que la carga computacional que requiere todo el sistema está repartida entre los

diferentes equipos, los cuales estarán conectadas mediante un bus de comunicaciones a través del cual intercambiarán órdenes e información de la producción.

Además de conectar con el nivel de control, el autómatas que forma el nivel de producción también suele estar conectado con algún sistema SCADA PC desde donde poder visualizar la información de toda la planta. En este nivel el flujo de información es elevado, por lo que se requieren buses de comunicaciones en lo que la prioridad no es la velocidad de la información, sino la seguridad del mensaje.

## 4.5 Gestión

Procesa las tareas de tipo corporativo que implica grandes cantidades de información, pudiendo acceder a cualquier equipo conectado para obtener información de la producción. Hoy en día, las grandes empresas fabrican de manera individual: El vendedor de una tienda de coches hace el pedido a través de su página, la cual remitirá la información a la planta de fabricación más cercana y esta se dará las ordenes a los equipos de niveles inferiores. Además, controlará los materiales de fabricación, enviando un pedido para evitar paradas en la producción.

## 5. Buses de comunicación

Los buses de campo son una herramienta muy eficaz en los procesos de automatización, reduciendo los tiempos de puesta en marcha, facilitando las tareas de mantenimiento y abaratando los costes, ya que antes de su aparición, cada elemento se conectaba de manera independiente.

Las principales ventajas del uso de buses de comunicaciones son:

- Se sustituyen las grandes mangueras de cables por un único bus en el que viaja toda la información, reduciendo el coste del cableado y el tiempo de instalación.
- La conexión se realiza de manera sencilla, de modo que permite colocar los elementos de la red en cualquier ubicación.
- El diseño de la instalación se vuelve más sencillo: No es necesario identificar tantos componentes en los esquemas y se reducen las dimensiones de los armarios.
- Existe un gran número de protocolos de comunicación estandarizados, lo que permite una mayor libertad a la hora de elegir los dispositivos, permitiendo conectar de manera sencilla, por ejemplo, un PLC de la marca "A" con un variador de frecuencia de la marca "B".
- Los protocolos de transmisión de datos poseen herramientas para detectar y corregir errores de comunicación, aumentando la fiabilidad del sistema y permitiendo un mantenimiento más eficiente.

### 5.1 CAN

Es un protocolo de comunicación abierto que surgió originariamente para su aplicación en el campo del automovilismo, donde se requería una comunicación entre el creciente número de dispositivos electrónicos incorporados en los vehículos.

Las principales características de este sistema son:

- La gestión de la información a través de este bus no requiere un maestro.
- El control de errores desconecta automáticamente un elemento defectuoso, de modo que no afecte a la comunicación entre los demás dispositivos.
- El mensaje, en lugar de contener la dirección del dispositivo, contiene un identificador y un código de prioridad.

Cuando un elemento envía información, también lee del bus su propio mensaje para asegurarse de que no haya otro dispositivo hablando al mismo tiempo. Si se dan dos comunicaciones simultáneas, un algoritmo de arbitraje determina qué mensaje tiene mayor prioridad y le permite acceder al bus mientras el resto de los dispositivos espera a que el bus esté libre. De este modo no se pierde toda la información, como puede suceder en ethernet.

## 5.2 Profibus DP

Es un protocolo de comunicación con una arquitectura Maestro/ Esclavo, el cual se ha extendido por los diferentes niveles de automatización, desde el nivel de campo hasta sistemas de mayor tamaño. Su nombre viene de las palabras Process Field Bus



FIGURA 1: LOGOTIPO PROFIBUS

Una variación de Profibus es Profibus DP (Periferia Descentralizada). Este protocolo Profibus es el más extendido en la industria puesto que ha sido creado para permitir un intercambio de información a gran velocidad de manera cíclica. El rango de velocidades de comunicación varía, yendo desde 9600 a 12000 baudios (bits por segundo), permite una longitud del bus de hasta 12 km y se pueden conectar hasta 32 dispositivos a una misma red.

El bus de comunicaciones es un cable de dos hilos con doble pantalla y una cubierta robusta que proporciona protección mecánica para su aplicación a nivel de campo. Los cables de Profibus poseen un color morado característico.

## 5.3 Profinet

Es un estándar de comunicación basado en ethernet industrial, su nombre viene de Process Field Net y es una variación de Profibus en el que se integra el ethernet como bus de campo.



FIGURA 2: LOGOTIPO PROFINET

El cable ethernet está basado en un sistema de comunicación paralelo formado por ocho canales conectados a una interfaz estandarizada RJ45. En el caso del ethernet industrial el cable posee una mayor pantalla para evitar ruidos generados en un ambiente industrial, y utiliza una variación de seguridad del conector RJ45, y se diferencia de su homólogo doméstico en que este es determinista: la transmisión del mensaje está asegurada en un tiempo determinado. Esto no sucede con ethernet común, en el que la velocidad de la comunicación está determinada por lo saturada que esté la red en ese momento.

Las principales ventajas de la utilización de conexiones a través de Profinet son:

- Mayor velocidad de comunicación con un mayor volumen de datos
- Facilidad de instalación y de comunicación entre dispositivos
- Utiliza estándares de comunicación ethernet que permite su conexión con aplicaciones externas y a través de internet.

## 5.4 Modbus (RTU)

Es un protocolo de comunicación desarrollado para arquitecturas maestro/esclavo y servidor/cliente.

La información de una red viaja por el mismo cable formado por dos o cuatro hilos, admitiendo hasta un máximo de 32 equipos conectados y la velocidad del mensaje va desde 300 b/s a 38.4 kb/s. A diferencia de otros protocolos de comunicación, el mensaje no se lee entre el cable y 0V, sino que es diferencial, de modo que, en el caso de haber alguna interferencia, el mensaje no se verá afectado.

El tipo de comunicación es asíncrona: El maestro escribe en su buzón de salida una petición de información a uno de los equipos. Este mensaje será leído por todos los elementos de la red, por lo que al inicio del mensaje indica el número del esclavo con el que intenta comunicar. Una vez el esclavo recibe el mensaje, escribe la información solicitada en su buzón de salida, enviándola al maestro.

La estructura de un mensaje de Modbus es la siguiente:

- 1 bit de inicio: Indica el comienzo del mensaje
- 8 bits de mensaje: Contiene la información a enviar
- 1 bit de paridad: Suma los bits del mensaje y devuelve un 1 si el número es par. El receptor realizará la misma comprobación y si no coincide, devolverá un error.
- Campo de verificación de error
- Verificación de redundancia cíclica (CRC): del inglés, "Cyclic redundancy check". El código del mensaje se divide repetidamente por un código de 4 dígitos hasta que el mensaje no se pueda dividir más, entonces el resto se envía. De modo que, si el emisor y el receptor conocen el divisor, este último realizará la misma operación y comparará el resto con el enviado, y si no coincide, enviará un mensaje de error. El CRC sólo se utiliza en la variante RTU, para ASCII se utiliza LCR o verificación de redundancia longitudinal.

Dentro del protocolo Modbus existen dos variantes:

- ASCII: En esta variación, el inicio de un nuevo mensaje se realiza con "3A" y finalizan con "0D" o "0A" y se envían de manera acíclica, permitiendo hasta tiempos muertos de un segundo.
- RTU: Del inglés "*Remote Terminal Unit*". En esta variación de Modbus, el mensaje viaja de forma cíclica, y se indica el inicio de un nuevo mensaje con una pausa o un bit 0.

## 5.5 AS-interface

AS-interface es un estándar de comunicación internacional destinado al control de señales del nivel del campo. El sistema de conexión está diseñado para transmitir alimentación y datos en el mismo conductor con una longitud máxima de 100 metros.



FIGURA 3: LOGOTIPO AS-

El rasgo más representativo de una red AS-i es el cable plano amarillo, el cual se conecta a los receptores AS-i a través de una base con forma trapezoidal con dos pletinas que perforan el conductor. La sección del cable también tiene forma trapezoidal, de modo que sólo permite la conexión en un sentido, evitando así una polarización inversa y su cubierta está formada por un material “autocicatrizante” que sella las perforaciones al desconectar los dispositivos del cable. De este modo, cablear un sensor únicamente consiste en clavar el cable, evitando tener que conectar cuatro cables por sensor de manera independiente (Dos cables de información y dos de alimentación). Esto supone una clara ventaja a la hora de cablear una instalación con una gran cantidad de sensores y actuadores.

Además del característico cable amarillo, existen dos variaciones:

- Un cable negro que incorpora una alimentación en corriente continua para elementos externos como contactores.
- Un cable rojo, el cual alimenta en corriente alterna a 230V



FIGURA 4: SECCIÓN BUS AS-i

Puesto que los datos viajan junto a la alimentación, se requiere una fuente de alimentación adaptada, la cual ejerce a su vez de repetidor de señal, permitiendo aumentar la longitud del bus a 300m. Este tipo de fuente ha de ser capaz de realizar un desacoplamiento de los datos y la alimentación, de modo que genere una tensión continua de 30V además de la información recibida.

La comunicación es similar a la de Modbus: Una arquitectura maestro esclavo que admite hasta 32 equipos en la red con comunicación en serie.

## 5.6 HART

Es un protocolo desarrollado en los años 90 que mediante modulación FSK (Frequency shift Keying) superpone datos digitales y analógicos, aumentando la cantidad de información que puede enviar. Para conseguirlo, trabaja con corriente alterna de control de 4-20mA. El mensaje digital se codifica variando la frecuencia del mensaje, entregando 1200Hz para un “1”, y 2200 para “0” de modo que se utiliza la frecuencia para enviar el código binario y la amplitud para las señales analógicas.

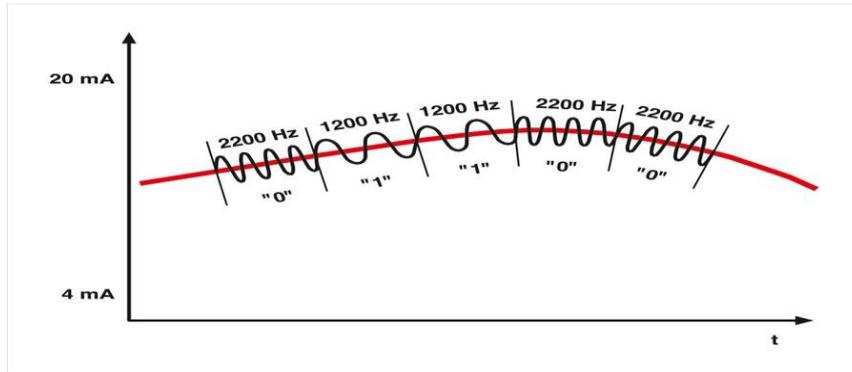


FIGURA 5: TRANSMISIÓN DE DATOS MEDIANTE PROTOCOLO HART

La tecnología HART permite una conexión de hasta 15 dispositivos punto a punto, con una distancia máxima entre dos puntos de 3000m sin repetidores y una velocidad máxima de 1200 b/s.

### 5.7 IO-Link

IO-Link es un estándar diseñado para la comunicación con sensores y actuadores, permitiendo una mayor monitorización y diagnóstico de estos, lo que favorece las tareas de mantenimiento.



FIGURA 6: LOGOTIPO IO-LINK

### 5.8 KNX

Es un protocolo de comunicaciones privado desarrollado para aplicaciones de domótica. Incorpora las diferentes funciones de control, gestión y comunicación de iluminación, calefacción, aire acondicionado y persianas en un sistema inteligente que permite reducir los costes de funcionamiento, suponiendo un ahorro energético.



FIGURA 7: LOGOTIPO KNX

### 5.9 GSM

*Sistema global para las comunicaciones móviles* o *Global System for Mobile communications*, es un sistema estándar de comunicación de telefonía móvil.



FIGURA 8: LOGOTIPO GSM

La introducción de GSM en el sector de automatización permitiría la creación de alarmas o mensajes vía SMS.

### 5.10 Web server

Algunos de los autómatas incorporan su propio servidor Web, de modo que se puede acceder a este si se está conectado a la misma red. Dentro del servidor se accede a una página creada por el fabricante a través de la cual se puede monitorizar el estado del autómata, sus variables y mensajes de error. Además, se puede cargar una página definida por el usuario en formato HTML con la que se puede crear un sistema SCADA accesible desde un ordenador, Tablet o Smartphone.

## 6. Descripción de la instalación

Para la simulación de un proceso distribuido como el que se puede dar en la industria de la automoción, se ha utilizado un panel que reúne los diferentes elementos propios de este tipo de instalación y está instalado en el laboratorio de operación remota del departamento de ingeniería eléctrica para estudiar los buses de comunicación y los sistemas de control empleados actualmente en el sector de la automatización.

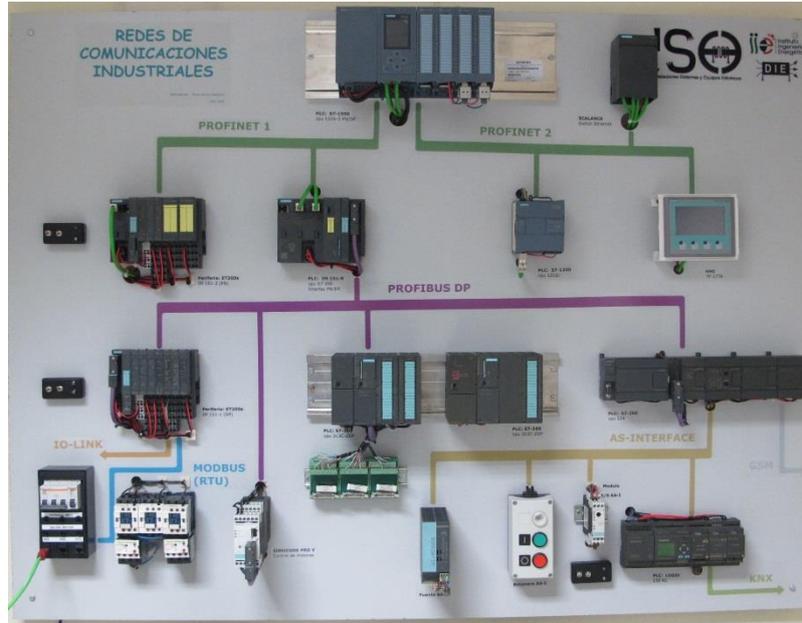


FIGURA 9: ELEMENTOS DE UN SISTEMA DISTRIBUIDO (DIE)

En esta instalación se aprecian diversos buses de comunicación explicados anteriormente, tales como Profinet, Profibus, o AS-i, y se pueden encontrar cuatro de los cinco niveles de la pirámide de automatización explicada anteriormente: Campo, Control, Visualización y Producción.



FIGURA 10: NIVELES INCLUIDOS EN EL PANEL

Los elementos incorporados son:

## 6.1 PLC's

### S7-1500

Es la gama más alta de los autómatas siemens. Incorpora una CPU 1516-3 PN/DP. Posee una interfaz Profibus y dos interfaces Profinet, además de un servidor web y lleva integrada una pantalla para el manejo y diagnóstico a pie de máquina. El S7-1500 actúa como servidor de las dos redes Profinet y se le han acoplado los siguientes módulos:

- Fuente de alimentación PM 190W 120/230 VAC (Referencia: 6EP1333-4BA00)
- Módulo de 32 entradas digitales DI32 x 24VDC HF\_1 (Referencia: 6ES7 521-BL00-0AB0)
- Módulo de 32 salidas digitales DQ32 x 24VDC/0.5A ST\_1 (Referencia: 6ES7 522-BL00-0AB0)
- Módulo de 8 entradas analógicas AI 8xU/I/RTD/TC ST\_1 (Referencia: 6ES7 531-7KF00-0AB0)
- Módulo de 4 salidas analógicas AQ 4xU/I ST\_1 (Referencia: 6ES7 532-5HD00-0AB0)



FIGURA 11: SIEMENS S7-1500

### S7-1200

Es un controlador diseñado para tareas sencillas. Utiliza una CPU 1212 AC/DC/Relay de 64 bits y cuenta con interfaz Profinet integrada.



FIGURA 12: SIEMENS S7-1200

### S7-300

Es la gama de autómatas más extendida de Siemens. Dispone de una CPU 313c 2DP y cuenta con una interfaz Profibus y otra MPI y lleva incorporadas 16 entradas y 16 salidas digitales

En el tablero hay instalados dos S7-300 para realizar redundancia por software: Ambos autómatas tienen el mismo programa y funcionan en paralelo, de modo que en el caso de que uno de los dos fallase, el otro continuaría funcionando. Esto se utiliza para procesos críticos en los que no puede pararse la producción.

Al S7-300 se le han añadido los siguientes módulos:

- Fuente de alimentación PS 307 2A\_1 (*Referencia: 6ES7 307-1BA01-0AA0*)
- Módulo de entradas analógicas AI 8x13BIT\_1 (*Referencia: 6ES7 331-1KF01-0AB0*)



FIGURA 13: SIEMENS S7-300

### S7-200

Utiliza una CPU 224 DC y dispone de un puerto PPI para conexión con el ordenador. Para poder conectarlo a la red se ha requerido el uso de un módulo de comunicación Profibus y siendo esclavo de esta y maestro de la red AS-i, haciendo de pasarela de información entre ambas.

Además, se le han incorporado los siguientes módulos:

- Módulo de comunicación Profibus (*Referencia: 6EST 277-0AA22-0XA0*)
- Módulo de comunicación AS-i (*Referencia: 6GK7 243-2AX01-0XA0*)
- Módulo de entradas analógicas para medida de temperaturas (*Referencia: 6EST 231-7PD22-0XA0*)
- Módulo de comunicación GSM (*Referencia: 6ES7 241-1AA22-0XA0*)

### LOGO!

A diferencia de los otros equipos, el LOGO! no es un autómata, sino un relé lógico programable. El modelo instalado es el 230RC. Dispone de un display a través del cual se puede visualizar el estado de las entradas y salidas. Se le han incorporado los siguientes módulos:

- Fuente de alimentación AC 100-240V-DC 24V/ 1.3 A (*Referencia: 6EP 1331-1SH02*)
- Módulo de comunicación AS-i (*Referencia: 3RK1400-OCE10-0AA2*)
- Módulo de entradas analógicas (*Referencia: 6BK1 700-0BA00-0AA0*)
- Módulo de comunicación KNX (*Referencia: 6ED1 055-1 MD00-0BA0*)



FIGURA 14: SIEMENS LOGO!

## 6.2 Periferias distribuidas

Frecuentemente, en las industrias, el autómatas que controla el nivel de planta no está situado cerca de los elementos de esta, por lo que el cableado supondría un coste elevado y largos tiempos de instalación y diagnóstico de fallos. La solución a este problema son los equipos de periferia descentralizada o distribuida. Un equipo DP es un módulo de entradas y salidas, que actúa como un concentrador de la información del nivel de campo, y la envía a través de un bus al autómatas del nivel de control.

### IM 151-8F

Es un módulo de periferia distribuida la cual lleva incorporada una CPU de seguridad basada en la de un autómatas S7-300. El IM 151-8 se ha instalado como cliente del S7-1500 y maestro de la red Profinet, teniendo el control de todos los equipos conectados “aguas abajo”.

Lleva incorporado el siguiente módulo:

- Interfaz Profibus DP (*Referencia: 6ES7 138-4HA00-0AB0*)



**FIGURA 15: PERIFERIA DISTRIBUIDA IM 151-8**

### IM 151-3 (PN)

Es un equipo de periferia distribuida de la gama ET200s con interfaz Profinet y sin CPU, el cual lleva acoplados los siguientes módulos:

- Fuente de alimentación (*Referencia: 6ES7 138-4CA80-0AB0*)
- Módulo de entradas digitales (*Referencia: 6ES7131-4BD01-0AB0*)
- Módulo de salidas digitales (*Referencia: 6ES7 132-4BB01-0AB0*)
- Módulo de entradas Profisafe (*Referencia: 6ES7 138-4FA04-0AB0*)
- Módulo de salidas Profisafe (*Referencia: 6ES7 138-4FB03-0AB0*)



**FIGURA 16: PERIFERIA DISTRIBUIDA IM 151-3**

### IM 151-1 (DP)

Al igual que el IM 151-3, es un equipo de periferia distribuida sin CPU. Este posee una interfaz de comunicación Profinet mediante la cual se conectará al IM 151-8. Además, posee los siguientes módulos:

- Fuente de alimentación (*Referencia: 6ES7 138-4CA50-0AB0*)
- Módulo de entradas digitales (*Referencia: 6ES7 131-4BD01-0AB0*)
- Módulo de salidas digitales (*Referencia: 6ES7 132-4BB01-0AB0*)
- Módulo IO-Link configurado como entrada (*Referencia: 6ES7 138-4GA50-0AB0*)
- Módulo de comunicación Modbus (RTU) (*Referencia: 6ES7 138-4DF11-0AB0*)
- Módulo contador rápido de 100kHz (*Referencia: 6ES7 138-4DA04-0AB0*)
- Módulo de 4 entradas analógicas (*Referencia: 6ES7 134-4LB02-0AB0*)



**FIGURA 17: PERIFERIA DISTRIBUIDA IM 151-1**

## 6.3 Sistemas de visualización

### HMI TP177B

Panel de la gama 170, con una pantalla TFT y 4 botones. Incluye una interfaz de conexión Profinet, MPI y USB. Admite tarjetas de memoria tipo SD y lápices de memoria USB. Este tipo de pantallas se puede utilizar a nivel de máquina, para controles más simples.



**FIGURA 18: PANEL HMI TP177B**

## SCADA PC

Mediante el software WinCC Runtime se permite crear un sistema SCADA en un ordenador, ofreciendo una mayor resolución de pantalla para sistemas de visualización más complejos, y ofreciendo un amplio abanico de posibilidades, como recopilación de información de la planta en bases de datos o envíos de informes de producción.

## 6.4 Controlador de motores

Posee funciones de vigilancia, control y protección. Es esclavo Profibus del IM 151-8. Además, dispone de un pequeño panel para un mejor diagnóstico de fallos.

El modelo instalado es el SIMOCODE PRO V, y está conectado a dos contactores para realizar una maniobra de arranque directo y cambio de sentido de un motor de inducción.



FIGURA 19: CONTROLADOR SIMOCODE PRO V

## 6.5 Conectividad

Para poder añadir más elementos a una red Ethernet, o Profinet, se requiere un switch que distribuya la información entre los diferentes equipos conectados a este. El modelo instalado es SCALANCE XF-204, el cual posee cuatro puertos ethernet a los que están conectados el S7-1500, el S7-1200, la pantalla HMI, dejando el cuarto conector libre para poder acceder con un ordenador a la red Profinet2.



FIGURA 20: SWITCH SCALANCE Y CONEXIONADO

## 6.6 Comunicaciones

### Profinet

El sistema contiene dos redes Profinet. El autómatas S7-1500 es el maestro de ambas. A la primera red, Profinet1, están conectados los módulos de periferia distribuida IM 151-8 e IM 151-3, y puesto que ambos contienen módulos de seguridad, se considera que es una red Profisafe

A la segunda red, Profinet2, están conectados el autómatas S7-1200 y la pantalla HMI a través del switch SCALANCE. La estación PC desde la que se ejecutará el sistema SCADA se puede conectar a cualquiera de las dos redes, configurando previamente su dirección IP.

### Profibus

El módulo de periferia distribuida IM 151-8, conectado a la red Profinet1, es maestro Profibus DP, de modo que controla la información entre los esclavos y la envía al S7-1500 a través de Profinet.

Los equipos conectados a este bus son los autómatas S7-300 y el S7-200, el módulo de periferia distribuida IM 151-1 (DP) y el controlador de motores SIMOCODE.

El equipo de periferia distribuida lleva incorporados dos módulos de comunicación: Modbus RTU e IO-Link. La información recopilada de estos dos módulos es enviada al maestro.

### AS-i

El autómatas S7-200, esclavo Profibus DP, posee un módulo AS-i y es maestro de esta red. Al igual que sucede con el IM 151-8, hace de pasarela para la información entre la red Profibus DP y ASi.

Los equipos conectados a esta red son una botonera y un contactor AS-i y un relé lógico LOGO!.

### Modbus RTU

Mediante el módulo incorporado en la periferia distribuida, se puede establecer conexión con dos contactores inteligentes de los cuales se puede obtener información. Esta información viajará hasta la pantalla HMI, desde donde se puede actuar sobre ambos contactores.

Mediante este sistema de conexiones y pasarelas, desde el autómatas S7-1500 se puede controlar una variable de la red AS-i o Modbus, teniendo un control total de toda la pirámide.

## 7. Solución adoptada

### 7.2 Control

Para poder comunicar los diferentes niveles de un proceso distribuido, hay que hacerlo de manera jerárquica, dividiendo los diferentes elementos en redes independientes, de modo que es el maestro de cada una el que recopila toda la información y a la vez interactúa con otra red, a la que vuelca dicha información.

#### Software utilizado

##### STEP 7

Es la versión actual del software de programación para autómatas de la compañía siemens, y admite los siguientes lenguajes de programación:

- FB: Diagrama de bloques de funciones. Es un lenguaje de programación en que los diferentes elementos son bloques con pines de entradas y salidas similares a los circuitos integrados utilizados en electrónica. Los bloques de función pueden contener operaciones lógicas, contadores o temporizadores entre otros.

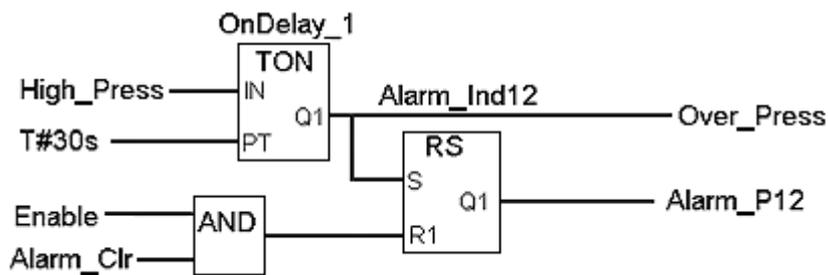


FIGURA 21: LENGUAJE DE BLOQUES DE FUNCIONES

- Ladder: También conocido como diagrama de contactos. Es un lenguaje de programación gráfico, similar a un esquema de conexión de contactores. Los principales elementos son bobinas y contactores y pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados.

La programación de la comunicación se realizará mediante ladder, añadiendo los bloques de función READ y WRITE.

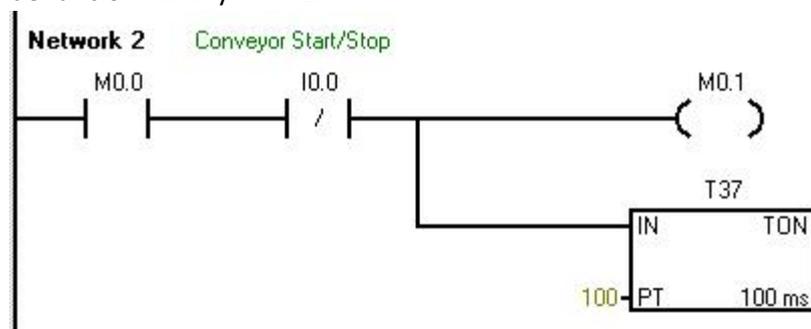


FIGURA 22: LENGUAJE LADDER

- ST: Texto estructurado. Es una variación del lenguaje de programación Pascal. Es un lenguaje más versátil y útil para programas complejos.

### Average of 5 numbers

```
F8:10 := 0;
WHILE (N7:0 < 5) DO
  F8:10 := F8:10 + F8:[N7:0];
  N7:0 := N7:0 + 1;
END_WHILE;
```

FIGURA 23: TEXTO ESTRUCTURADO

- IL: Lista de instrucciones. Es el primer lenguaje de programación de PLC's similar al Ensamblador. Es una representación en texto del ladder.

**LD:** Operación inicio contacto abierto.  
**LD NOT:** Operación inicio contacto cerrado.  
**AND (Y):** Contacto serie abierto.  
**OR (O):** Contacto paralelo abierto.  
**AND NOT:** Contacto serie cerrado.  
**OR NOT:** Contacto paralelo cerrado.  
**OUT:** Bobina de relé de salida.  
**MEM .** Relé interno o Marca  
**TMR:** Temporizador.  
**CNT:** Contador.

FIGURA 24: LISTADO DE INSTRUCCIONES

- SFC: Sequential Function Chart (o Grafcet). Es un lenguaje desarrollado para procesos secuenciales. Se suele utilizar en cadenas de montaje de modo que cada estado es una estación.

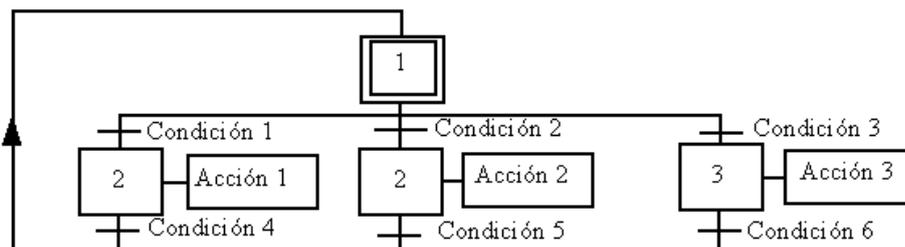


FIGURA 25: DIAGRAMA SECUENCIAL O GRAFCET

### TIA Portal V13

Es una herramienta que reúne los diferentes programas de Siemens, de modo que se pueda realizar un proyecto completo desde esta plataforma.

La principal ventaja del uso de este software es la ventana "Dispositivos y redes", desde la cual se pueden añadir los diferentes equipos utilizados en el proyecto y configurar las conexiones de una manera rápida y eficiente.

Otro punto a favor de este programa es el uso de etiquetas o “Tags”. El direccionamiento de las variables se puede realizar de manera simbólica. Al tener todos los equipos en un mismo proyecto no es necesario declarar las variables en todos ellos, sino que al declararla en una puedes llamarla desde otro autómata únicamente poniendo el nombre. De este modo, al trabajar con un nombre, se puede cambiar la dirección de memoria de la variable sin afectar a los demás proyectos.

Las conexiones entre los diferentes dispositivos se pueden clasificar en dos tipos:

- Integrada: Este tipo de conexión se realiza con el editor de “Dispositivos y redes”, y se puede realizar únicamente pinchando en el puerto de un equipo y arrastrando al del otro. Este tipo de conexión admite direccionamientos absolutos o simbólico entre variables
- No integrada: Es aquella conexión en la que uno de los dispositivos no se encuentra en la librería del programa. Para realizar este tipo de conexión es necesario realizar una configuración manual y no se permite el direccionamiento simbólico.

#### STEP 7 Microwin (s7-200)

Es una versión de STEP 7 diseñado para la programación del autómata S7-200. Como el S7-200 es un modelo descatalogado, no se puede programar mediante TIA Portal.

#### STEP 7 Safety

Es una variación del programa STEP 7 creada para trabajar con los autómatas de la gama de seguridad o safety. Para editar cualquier programa de STEP 7 safety se requiere la introducción de una contraseña fijada previamente.

#### Logo Soft Comfort

LOGO!, al no ser un autómata, no está incluido en las librerías de TIA Portal, y su programación se debe realizar desde un software especializado. Es el único equipo no descatalogado que no se puede incorporar a un proyecto de TIA Portal. La interfaz de Logo Soft es más simple y con menor cantidad de utilidades que STEP 7

#### SINAMICS Startdrive

Es el software de programación de accionamientos eléctricos de SIEMENS utilizado para configurar Simocode. Desde este programa se pueden parametrizar equipos desde variadores de frecuencia hasta controles numéricos.

## Flujo de la información

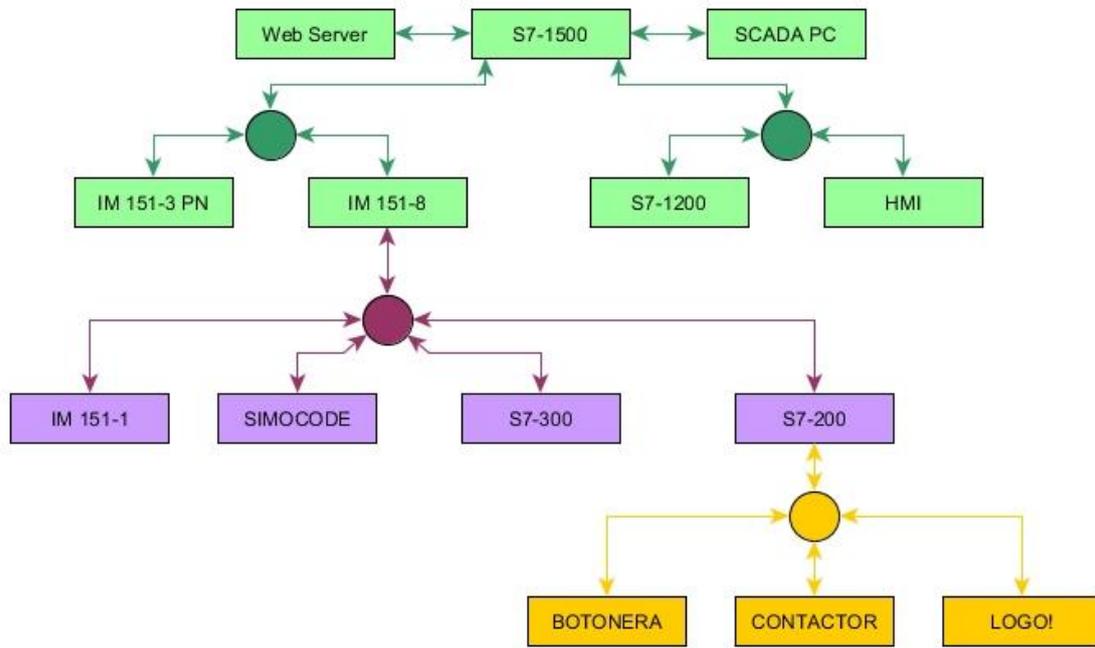


FIGURA 26: FLUJO DE LA INFORMACIÓN EN EL SISTEMA

## Flujogramas de control

El control de la información se realiza mediante funciones READ/WRITE: Una función escribe en un registro del dispositivo y otra lee de dicho registro. En ciertos dispositivos del tablero esta comunicación se ha realizado de forma automática gracias a la comunicación integrada, pero en otros ha sido necesario programar la comunicación a través de dichas funciones.

El autómatas S7-1500 es el encargado de controlar toda la información del sistema, formando el nivel de producción. Desde este se posee control directo sobre dos redes Profinet: Profinet1-F y Profinet2, de modo que ha de comunicar de manera individual entre los diferentes dispositivos, indicando cuando pueden enviar información por el bus. La manera de enviar la información será mediante bloques de datos, recopilando toda la información de un elemento en un paquete, el cual será redireccionado al espacio de memoria deseado.

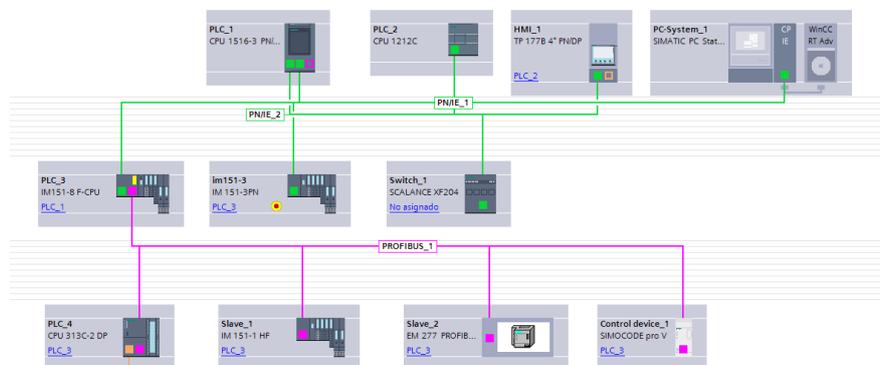


FIGURA 27: VISTA DE REDES (TIA PORTAL)

El siguiente flujograma representa el control de la información implementado en TIA Portal adjuntado en el Anexo D:

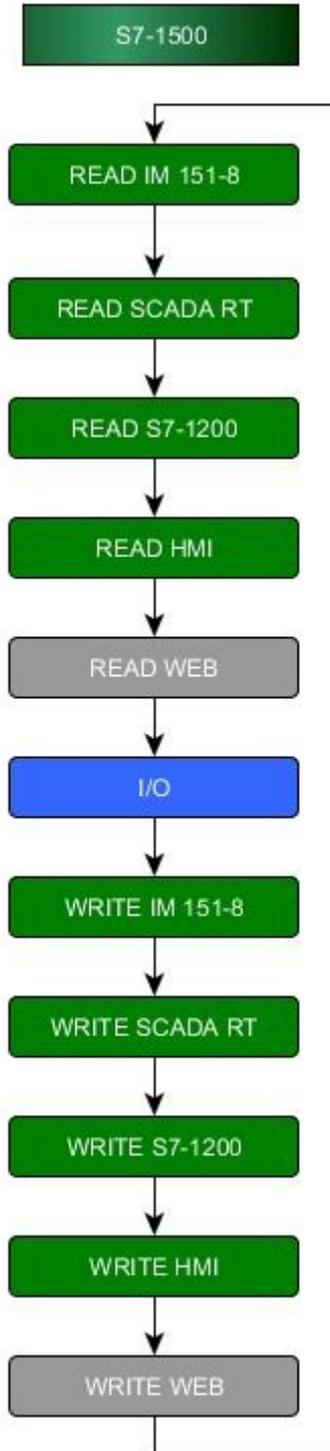


FIGURA 28: CICLO DE PROGRAMA S7-1500

El autómata S7-1200 es esclavo de la red Profinet2 y forma parte del nivel de control de la instalación. La información se enviará mediante la función MOVE, la cual envía un bloque de datos desde el espacio de memoria de un autómata al espacio seleccionado para el destinatario.

En la siguiente imagen se muestra el ciclo de programa del autómata S7-1200, para obtener más información, el programa completo aparece en el Anexo D y en el Anexo F, los cuales corresponden al listado de programa de los autómatas S7-1500 y S7-1200 respectivamente.

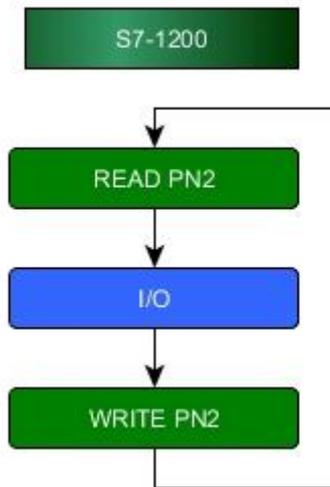


FIGURA 29: CICLO DE PROGRAMA: S7-1200

La pantalla HMI está conectada a la red profinet2, siendo un esclavo del autómata S7-1500. Esta formaría parte del nivel de visualización. La comunicación entre ésta y el autómata S7-1500 se realiza de manera automática gracias a la conexión integrada del programa TIA Portal y el ciclo de programa se puede extrapolar al sistema SCADA PC.

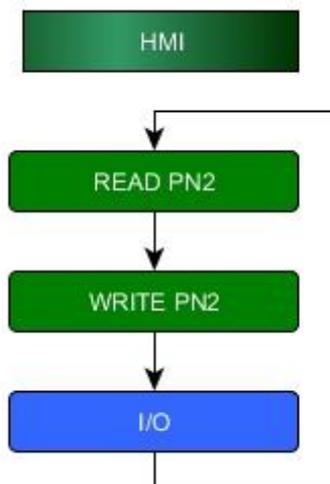


FIGURA 30: CICLO DE PROGRAMA HMI

El equipo de periferia distribuida IM 151-8F está conectado a la red Profinet1-F, de modo que es esclavo del autómata S7-1500. También posee conexión a Profibus DP, funcionando como esclavo dicho sistema.

El programa del IM 151-8 es el más complejo, puesto que hay de enviar y recibir bloques de datos con el autómata S7-1500 a través de Profinet, a los autómatas S7-300 y S7-200 mediante Profibus, al controlador de motores SIMOCODE y a los dos equipos de periferia distribuida, al IM 151-3PN a través de Profisafe y al IM 151-1DP a través de Profibus. La periferia distribuida IM 151-1DP posee un módulo de comunicación Modbus RTU y puesto que no lleva CPU incorporada, se considera dicho equipo como un módulo del IM 151-8, por lo que desde este también se ha de configurar la comunicación Modbus mediante las funciones “Send” y “Recieve”.

En la siguiente imagen está representado el ciclo de programa del equipo IM 151-8, el programa completo está adjunto en el Anexo E:

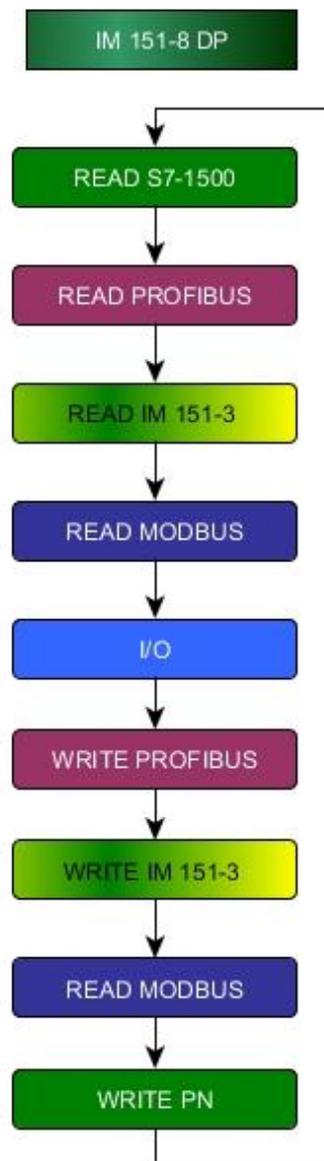
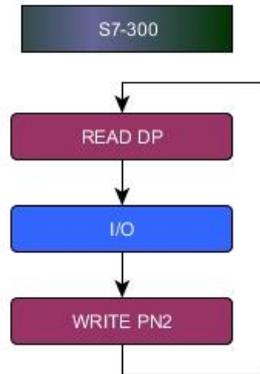


FIGURA 31: CICLO DE PROGRAMA IM 151-8

El autómata S7-300 es esclavo Profibus del equipo IM 151-8, y forma parte del nivel de control. El ciclo de trabajo del autómata consiste en recibir el paquete de datos proveniente de su maestro, realizar la acción de control, y posteriormente enviar otro paquete de datos al IM 151-8. El programa completo se encuentra en el Anexo G:



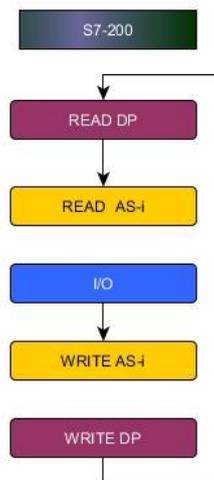
**FIGURA 32: CICLO DE PROGRAMA S7-300**

El controlador de motores Simocode es un esclavo Profinet del equipo IM 151-8, el cual, al ser un accionamiento, forma parte del nivel de campo. Para el actuar sobre este, desde el IM 151-8 se ha de escribir en los registros de memoria deseado para realizar las diferentes acciones, como marcha, paro o inversión de giro.

Al igual que sucede con la periferia distribuida IM 151-8, el autómata S7-200 ha de leer la información de la red Profinet y la información de los elementos de la red AS-i, posteriormente realizar el control programado y finalmente escribir en los dispositivos de la red AS-i y mandar la información al maestro Profibus.

El autómata LOGO realiza el mismo proceso, transmitiendo la información entre la red AS-i y KNX.

El autómata S7-200 es esclavo Profibus del equipo de periferia distribuida IM 151-8 y a la vez es maestro AS-i, regulando el flujo de información en dicho bus. Para comunicarse con su maestro Profinet, envía y recibe bloques de datos mediante la función "MOV". Para poder comunicarse con los elementos de la red AS-i, cada elemento posee un espacio en memoria reservado, de modo que hay que leer los diferentes espacios y escribir en los de salida. El programa completo se adjunta en el Anexo H.



**FIGURA 33: CICLO DE PROGRAMA S7-200**

## 7.2 Visualización

Dado el gran tamaño de la instalación, se ha optado por instalar un sistema SCADA PC desde el cual poder controlar los diferentes elementos. Desde un panel principal se puede acceder a paneles secundarios donde se podrá actuar sobre las salidas de los diferentes sistemas y visualizar el estado de las entradas.

### Software utilizado

#### WinCC

Es software de diseño de sistemas SCADA para PC y HMI de la empresa Siemens. Permite generar botones y displays a través de los cuales se puede controlar y visualizar el proceso. Además, incluye las siguientes funcionalidades:

- **Alarmas:** Permite parametrizar alarmas que dispararán al cumplirse la condición determinada. Posteriormente la información de la alarma puede mostrar en una tabla o exportarse a una base de datos.
- **Recetas:** Para máquinas en las que el proceso no es siempre el mismo se pueden generar recetas que se irán cargando en función del proceso deseado, como podría ser una máquina de control que genera piezas diferentes piezas, cada una cargada desde una receta diferente.
- **Administración de usuarios:** Se pueden crear usuarios con diferentes permisos. Generalmente suele haber un usuario limitado para el uso general, y luego un usuario de jefe de planta, el cual puede cambiar el proceso o recetas.
- **Informes:** A través de esta opción se puede crear una plantilla en la que se muestren, recetas o alarmas y asignarle una impresora. De manera automática se generará un documento en los momentos que hayamos programado. Un ejemplo de aplicación puede ser un informe diario en el que se muestren las piezas producidas o se genere un presupuesto automático una vez el proceso haya acabado.
- **Scripts:** Mediante un comando programado en JavaScript se puede generar un pequeño programa que se ejecute desde el SCADA.

- Idiomas: Todo texto escrito en una pantalla del SCADA lleva asignado un idioma. Esta opción permite agregar más idiomas, de modo que, en función del idioma seleccionado, el texto cambie automáticamente.

### WinCC Runtime Advanced

Es la herramienta de Siemens para ejecutar un sistema SCADA en el ordenador, va incluido en el software de WinCC pero requiere una licencia de Runtime.

### Flujograma del sistema SCADA

El programa consta de un panel inicial que da paso al principal, desde donde se tiene acceso a los paneles de los diferentes dispositivos. Además, desde todos los paneles se tiene acceso al panel de diagnóstico y al de ajustes.

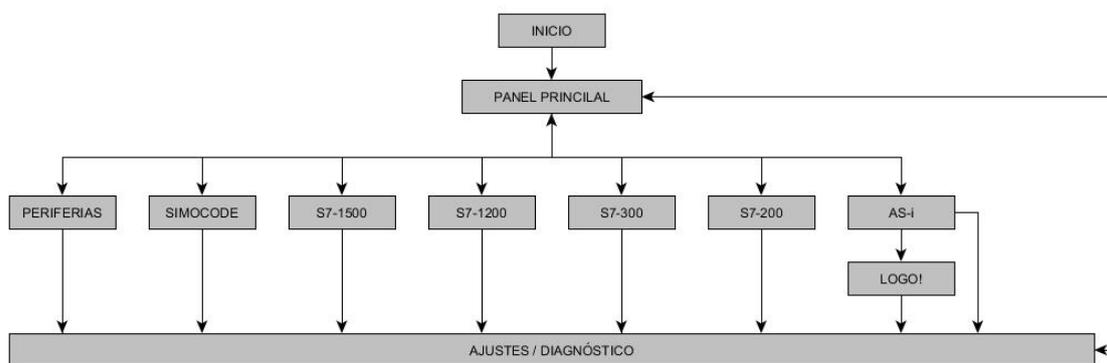


FIGURA 34: FLUJGRAMA DEL SISTEMA SCADA

### 7.3 Web

Mediante el servidor web del autómatas S7-1500 se podrá acceder a una página mediante la cual poder actuar sobre elementos de la periferia.

La página se programará en HTML, que es un lenguaje de marcas utilizado en el desarrollo de páginas web. El código de la página está incluido en el anexo B

### Flujograma de la información

Un archivo HTML no es un programa en sí, sino que es un lenguaje de etiquetas, orientado a la representación de texto, de modo que el flujo de la información es simple: sólo envía y recibe.

Para realizar una página más compleja y dinámica se necesitaría utilizar javascript y css, pero ese no es el objetivo del proyecto.

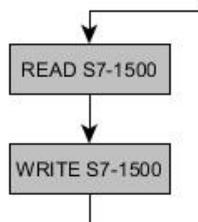


FIGURA 35: FLUJGRAMA COMUNICACIÓN WEB SERVER

## Software utilizado

### HTML editey

Para la realización de la página se ha utilizado el programa HTML editey, el cual es un software de edición de html con el cual se puede visualizar la página a la vez que se programa, de modo que se evita una programación intuitiva. Este programa es una extensión del navegador Chrome que permite generar y trabajar con archivos .html desde la nube de google drive.

Aunque para la realización de la página no es necesario ningún programa específico, simplemente desde un editor de texto como Word o el bloc de notas se puede escribir el código y posteriormente guardarlo como .html.

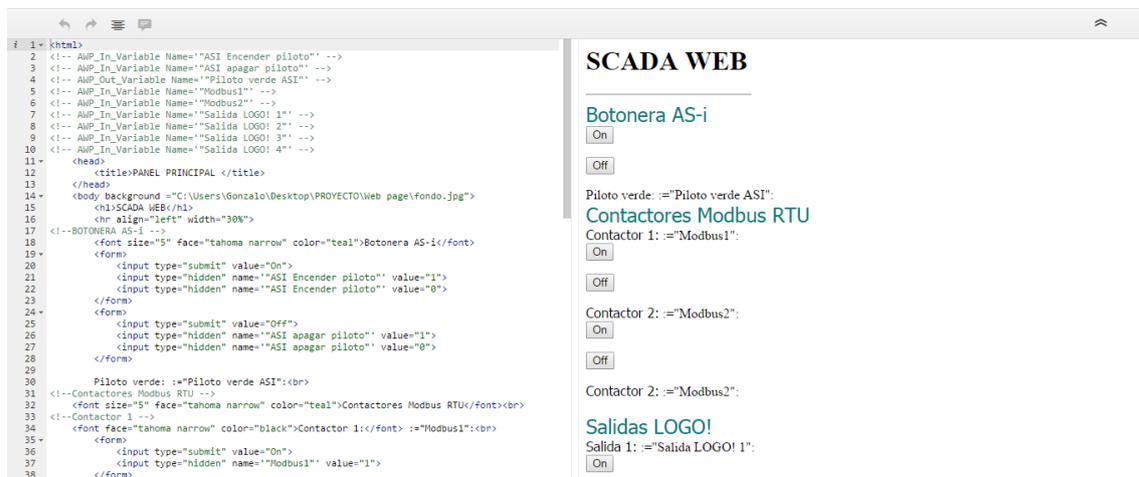


FIGURA 36: SOFTWARE DE EDICIÓN HTML "EDITEY"



# PLIEGO DE CONDICIONES

## Índice

1. Descripción .....	32
2. Disposiciones generales .....	32
3. Equipo instalado.....	32
Autómatas.....	32
PC y HMI.....	32
Controlador de motores.....	33
Botoneras y pilotos .....	33
Alimentación .....	33
Cableado.....	33
4. Licencias de software .....	33
5. Condiciones de instalación.....	34
6. Revisión de la instalación .....	34
Estado de las conexiones: .....	34
Estado de las comunicaciones:.....	34
7. Garantías .....	34
8. Suministro del material .....	35
9. Pagos .....	35
10. Cancelación del contrato.....	35

## 1. Descripción

En el presente documento se especifican las condiciones de instalación, tanto técnicas como económicas, de acuerdo con la normativa vigente y establece un contrato entre las partes interesadas. En caso de incumplimiento, se realizará la resolución mediante un tribunal.

## 2. Disposiciones generales

La instalación se llevará a cabo por un operario en un tiempo de 150 horas, y el diseño de la instalación la realizará un ingeniero en un tiempo máximo de 250 horas.

El proceso de instalación comenzará por las redes del nivel inferior y terminará con la instalación del autómata de cabecera. Las labores de programación se realizarán de manera independiente a la instalación, y una vez finalizada esta, se procederá a cargar los programas y realizar los ajustes pertinentes en la instalación.

## 3. Equipo instalado

### Autómatas

Se instalarán autómatas del fabricante Siemens. El control de la instalación lo realizará un autómata S7-1500 con CPU 1516, el cual permite la conexión de dos redes. La primera red estará conectada a dos periféricas distribuidas de seguridad, modelos IM 151-3 PN e IM 151-8F, y la segunda estará conectada a un switch industrial con el cual se podrán conectar una pantalla HMI y un autómata S7-1200. La comunicación entre el S7-1500 y los dispositivos mencionados se realizará a través de cable Profinet con conectores RJ45 de seguridad.

Al equipo de periferia distribuida IM 151-8F se le añadirá un módulo de comunicación Profibus DP. Este equipo llevará incorporada una CPU de la gama S7-300 para poder realizar el control de la comunicación de la red Profibus y enviar la información a la red Profinet y estará conectada a dos autómatas, modelos S7-200 y S7-300, a una periferia distribuida modelo IM 151-1 DP y a un controlador de motores SIMOCODE PRO V. La comunicación se realizará mediante cable de dos hilos con doble pantalla Profibus con conectores DP RS 485.

El autómata S7-300 incorporará módulos de salidas digitales y analógicas unidas a un conector IDE mediante el cual se controla una máquina de control numérico.

El autómata S7-200 incorporará un módulo AS-i para comunicar con una botonera AS-i, un contactor AS-i y un autómata LOGO!. La conexión se realizará mediante cable autocatricante AS-i de dos hilos.

### PC y HMI

Se instalará una pantalla HMI modelo TP177B 4" alimentada con corriente continua de 24V.

Para realizar el control general se instalará una estación PC con los siguientes requerimientos mínimos:

- Sistema operativo: Windows 7 o superior.
- Procesador: Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU 8400 3.00GHz y dos núcleos.
- Memoria RAM: 2GB.

El monitor instalado poseerá unas dimensiones de 1440 x 900 cm.

## Controlador de motores

Se instalará un controlador de motores modelo Simocode Pro V para llevar a cabo una maniobra de arranque y cambio de sentido de un motor de inducción trifásico, además de realizar funciones de protección.

## Botoneras y pilotos

Se instalará una botonera inteligente AS-i para función paro marcha.

Se instalarán tres cajas con dos pilotos y dos pilotos cada y se conectarán a la periferia distribuida IM 151-3 PN, a la periferia distribuida IM 151-1 DP y al contactor AS-i.

## Alimentación

El controlador de motores Simocode y los autómatas S7-1200 y LOGO! se alimentarán de corriente alterna monofásica a 230V y 50Hz.

El autómata S7-1500 llevará una fuente de alimentación incorporada de 230VAC/24VDC de 190W a la que se conectará este y sus módulos de entradas y salidas, los equipos de periferia distribuida IM 151-3 PN e IM 151-8F y la pantalla HMI TP177B.

Al autómata S7-300 se le añadirá una fuente de alimentación 230VAC/24VDC de 45W que además estará conectada al autómata S7-200 y al equipo de periferia distribuida IM 151-1 DP.

Los equipos de la red AS-i estarán alimentados por una fuente de alimentación AS-i 230VAC/30VDC.

## Cableado

Para la comunicación Profibus se utilizará cable apantallado FC 6XV1830-0EH10.

Para la comunicación Profinet se utilizará cable apantallado 6XV1840 2AH10.

La red AS-i se conectará mediante cable sin apantallar Siemens con referencia 3RX9 010-0AA00.

La alimentación de las fuentes de alimentación AC/DC se realizará a través de cable unipolar en manguera 3x1x1,5 XLPE

La alimentación en corriente continua a los diferentes equipos mediante cable unipolar de 1x1x1,5 XLPE

La alimentación del motor de inducción trifásico se realizará mediante cable tripolar en manguera 1x4x1,5 XLPE.

## 4. Licencias de software

Para la programación del sistema se necesitan las siguientes licencias:

- TIA Portal: Se utilizara la versión del programa 13.0

- STEP 7: Se utilizará la versión de software 13.0 con licencia profesional combo, además se requiere la utilización de las variaciones STEP 7 – Safety para la configuración de las comunicaciones de la red Profisafe y STEP 7- Microwin para la programación del autómeta S7-200.
- WinCC: Se utilizará dicho programa para la realización del sistema SCADA, tanto para la pantalla HMI como para la estación PC. La versión instalada será la 13.0 con una licencia Advanced. También se instalará una licencia Runtime en la estación PC para la utilización del sistema SCADA.
- Logosoft: Se instalará una licencia Comfort para la programación del autómeta LOGO!.
- Startdrive: Para la parametrización del controlador de motores simocode se instalará la versión 13SP1.

## 5. Condiciones de instalación

Los equipos se fijarán mediante raíles normalizados DIN, excepto los autómetas S7-1500 y S7-300, los cuales se montarán sobre raíl Simatic L= 480 mm. La conexión eléctrica se realizará mediante borneras de presión o en su defecto, atornillados y las conexiones de los diferentes buses se realizará mediante los conectores industriales normalizados RJ45 y RS485.

## 6. Revisión de la instalación

A lo largo de la instalación se realizarán diversas revisiones para comprobar el correcto estado de esta, en caso de encontrar algún error, se revisará respecto a las guías de conexión del fabricante de manera detallada.

### Estado de las conexiones:

Antes de conectar el sistema a la red, se comprobará el correcto cableado de los elementos para evitar y corregir posibles fallos, como mala conexión de los elementos o cortocircuitos.

### Estado de las comunicaciones:

Una vez realizada la comprobación previa y configuradas las comunicaciones, se comprobará el correcto funcionamiento de los diferentes elementos, corrigiendo cualquier problema de comunicación que pudiese surgir en el proceso.

## 7. Garantías

Durante el primer año desde la puesta en marcha de la instalación, la empresa instaladora se encargará de solventar los problemas que puedan surgir de un funcionamiento habitual. Pasado ese plazo, cualquier ajuste conllevará un cargo adicional, exceptuando el recambio de dispositivos que aún posean garantía del fabricante, en los que sólo se pagarán los costes de desplazamiento e instalación.

## 8. Suministro del material

La empresa instaladora será la encargada de seleccionar los distribuidores que presenten precios más competitivos, utilizando elementos normalizados para evitar sobrecostes en la instalación.

Durante la ejecución del proyecto los elementos a instalar pueden variar en función de la introducción en el mercado de algún dispositivo cuyas prestaciones se ajuste mejor a las características de la instalación o en caso de ausencia de stock en los distribuidores siempre que no suponga ningún sobrecoste o se modifiquen las condiciones del proyecto. En dichos supuestos es el cliente el que tomará la decisión.

## 9. Pagos

El cliente tendrá la posibilidad de realizar el pago de la instalación en un pago único o a plazos, los cuales se negociarán con la empresa instaladora, no llegando a superar 10 meses desde la puesta en marcha de la instalación.

En caso de realizar un pago único, se abonará en un plazo nunca superior a 30 días hábiles desde la puesta en marcha de la instalación.

## 10. Cancelación del contrato

En caso de cancelación del contrato, el cliente abonará un 5% del coste total del proyecto si éste aún no ha comenzado. En caso de que la empresa suministradora haya comenzado la instalación, el cliente habrá de abonar el coste de los materiales ya instalados, además de las horas de instalación y programación realizadas, siendo los elementos instalados de su propiedad. La empresa instaladora podrá negociar una devolución del equipo no utilizado.



# PRESUPUESTO

## Presupuesto

### Índice

Descripción.....	37
Hardware.....	38
Otros elementos de la instalación.....	41
Software .....	42
Diseño e instalación .....	42
Resumen.....	43



## Descripción

El presente documento resume los costes de la instalación, diferenciados en cuatro grupos principales: Hardware instalado, Software utilizado, Costes de instalación y otros.

A la categoría “Hardware instalado” corresponden los elementos de control de la instalación, tales como autómatas, sistemas de visualización o periféricas distribuidas. La tabla de presupuesto está descompuesta en equipos, y cada equipo está dividido en componentes. Cada componente utilizado consta de una referencia de fabricante para su fácil identificación.

Los costes de licenciamiento del software utilizado han sido calculados en función del número de horas de utilización y por un factor de utilización, el cual representa el número de proyectos requeridos para amortizar dicha licencia. A la licencia de WinCC RT se le ha aplicado un 100% de factor de utilización, puesto que se queda instalada en el dispositivo del cliente.

El coste de la instalación se descompone en instalación de los dispositivos y programación del sistema, diferenciándose el tipo de trabajo realizado para cada una de las tareas en el coste de dicho trabajo.

En el cuarto grupo se incluyen elementos menores, tales como cable, buses de información o fuentes de alimentación.

Finalmente se incluye un resumen de los costes totales, al que se le han aplicado costes indirectos e impuestos.

## Hardware

Equipo	Referencia	Unidades	Precio Ud (€)	Precio
<b>S7-1500</b>				
CPU 1516-3 PN/DP	6ES7516-3AN00-0AB0	1	3978	3978 €
Fuente de alimentación PM 190W 120/230 VAC	6EP1333-4BA00	1	181,4	181,4 €
Módulo de 32 entradas digitales DI32 x 24VDC HF_1	6ES7 521-BL00-0AB0	1	361,48	361,48 €
Módulo de 32 salidas digitales DQ32 x 24VDC/0.5A ST_1	6ES7 522-BL00-0AB0	1	385,07	385,07 €
Módulo de 8 entradas analógicas AI 8xU/I/RTD/TC ST_1	6ES7 531-7KF00-0AB0	1	988	988 €
Módulo de 4 salidas analógicas AQ 4xU/I ST_1	6ES7 532-5HD00-0AB0	1	756	756 €
				<b>6649,95 €</b>
<b>S7-1200</b>				
CPU 1212 AC/DC/Relay	6ES7 212-1BD30-0XB0	1	232,05	232,05 €
				<b>232,05 €</b>
<b>S7-300</b>				
CPU 313c 2DP	6ES7 313-6CG04-0AB0	1	1429,86	1429,86 €
Fuente de alimentación PS 307 2A_1	6ES7 307-1BA01-0AA0	1	121,71	121,71 €
Módulo de entradas analógicas AI 8x13BIT_1	6ES7 331-1KF01-0AB0	1	512,48	512,48 €
				<b>2064,05 €</b>



Equipo	Referencia	Unidades	Precio Ud (€)	Precio
<b>LOGO!</b>				
Controlador 23OR	6EDI 052-1FB00-0BA3	1	68	68 €
Fuente de alimentación AC 100-240V-DC 24V/ 1.3 A	6EP1331-1SH02	1	93,46	93,46 €
Módulo de comunicación AS-i	3RK1400-0CE10-0AA2	1	120,43	120,43 €
Módulo de entradas analógicas	6BK1 700-0BA00-0AA0	1	144	144 €
Módulo de comunicación KNX	6ED1 055-1 MD00-0BA0	1	168	168 €
				<b>593,89 €</b>
<b>IM 151-8F</b>				
IM 151-8F	6ES7 151-8FB01-0AB0	1	1187,3	1187,3 €
Interfaz Profibus DP	6ES7 138-4HA00-0AB0	1	535,13	535,13 €
				<b>1722,43 €</b>
<b>IM 151-3 (PN)</b>				
IM 151-3	6ES7 151-3BA23-0AB0	1	353,93	353,93 €
Fuente de alimentación	6ES7 138-4CA80-0AB0	1	62,29	62,29 €
Módulo de entradas digitales	6ES7131-4BD01-0AB0	1	197,25	197,25 €
Módulo de salidas digitales	6ES7 132-4BB01-0AB0	1	168,94	168,94 €
Módulo de entradas Profisafe	6ES7 138-4FA04-0AB0	1	245,39	245,39 €
Módulo de salidas Profisafe	6ES7 138-4FB03-0AB0	1	245,39	245,39 €
				<b>1273,19 €</b>

Equipo	Referencia	Unidades	Precio Ud (€)	Precio	
<b>IM 151-1 (DP)</b>					
IM 151-1	6ES7 151-1BA02-0AB0	1	353,93	353,93	€
Fuente de alimentación	6ES7 138-4CA50-0AB0	1	36,81	36,81	€
Módulo de entradas digitales	6ES7 131-4BD01-0AB0	1	197,25	197,25	€
Módulo de salidas digitales	6ES7 132-4BB01-0AB0	1	168,94	168,94	€
Módulo IO-Link configurado como entrada	6ES7 138-4GA50-0AB0	1	315,23	315,23	€
Módulo de comunicación Modbus (RTU)	6ES7 138-4DF11-0AB0	1	400,17	400,17	€
Módulo contador rápido de 100kHz	6ES7 138-4DA04-0AB0	1	229,34	229,34	€
Módulo de 4 entradas analógicas	6ES7 134-4LB02-0AB0	1	196,31	196,31	€
				<b>1897,98</b>	<b>€</b>
<b>HMI</b>					
HMI TP177B 4"	6AV6642-0BD01-3AX0	1	347	347	€
				<b>347</b>	<b>€</b>
<b>SIMOCODE</b>					
SIMOCODE PRO V	3UF7010-1AU00-0	1	510,03	510,03	€
				<b>510,03</b>	<b>€</b>
<b>SCALANCE</b>					
SCALANCE XF204	6GK5 204-0BA00-2AF2	1	609,68	609,68	€
				<b>609,68</b>	<b>€</b>
<b>PC</b>					
Intel® Core™2 Duo CPU	E8400	1	347,23	347,23	€
Disco duro SSD Patriot blast 120 GB	PTB120GS25SSDR	1	37,7	37,7	€
Monitor ASUS	VH198T	1	97,11	97,11	€
Teclado y raton	5MH-00017	1	23,38	23,38	€
				<b>505,42</b>	<b>€</b>

## Otros elementos de la instalación

Equipo	Referencia	Ud / m	Precio Ud/m (€)	Precio
<b>Red AS-i</b>				
Fuente de alimentación AS-i	3RX9 501-0BA00	1	391,16	391,16 €
Botonera AS-i	-----	1	256,26	256,26 €
Cable AS-i	3RX9 010-0AA00	5	1,64	8,2 €
Contactador AS-i	3RK1402-0BE00- 0AA2	1	112,13	112,13 €
				<b>767,75 €</b>
<b>Red Profibus</b>				
Cable Profibus	6XV1 830-0EH10	15	1,35	20,25 €
Conector Profibus DP	6ES7 972-0BA52- 0XA0	5	46,25	231,25 €
				<b>251,5 €</b>
<b>Red Profinet</b>				
Cable Profinet	6XV1 840-2AH10	10	2,03	20,3 €
Conector RJ45 Seguridad	6GK1901-1BB10- 2AA0	6	15,51	93,06 €
Pelabilos para conector ethernet	6GK1901-1GA00	1	57,88	57,88 €
Conector RJ45	-----	8	0,19	1,52 €
				<b>172,76 €</b>
<b>Otros</b>				
Perfil Soporte L= 480 mm	6ES7390-1AE80- 0AA0	2	35,86	71,72 €
Rail DIN	6ES57108MA21	2,5	2,74	6,85 €
Cable rojo 1,5 mm2	-----	10	1,8	18 €
Cable negro 1,5 mm2	-----	10	1,8	18 €
motor 0,75 kW	-----	1	75	75 €
cable motor RV-K 4x4	-----	3	2,66	7,98 €
conector RJ45 hembra	-----	3	0,99	2,97 €
				<b>200,52 €</b>

## Software

Programa	Versión	Utilización (%)	Precio Ud (€)	Precio
<b>WinCC</b>				
WinCC Advanced Combo	13.0	10	1482	148,2 €
WinCC RT Advanced	13.0	100	123	123 €
				<b>271,2 €</b>
<b>Step 7</b>				
Step 7 Safety Advanced Combo	13.0	25	714	178,5 €
Step 7 Professional Combo	13.0	10	1625	162,5 €
Step 7 Microwin		25	234	58,5 €
				<b>399,5 €</b>
<b>Logo Soft</b>				
Logo Soft Comfort		25	50	12,5 €
				<b>12,5 €</b>
<b>Software Simocode</b>				
Startdrive	13SP1	25	456	114 €
				<b>114 €</b>

## Diseño e instalación

Trabajo	Tipo de trabajo	Horas	Precio/Hora (€)	Precio
<b>Instalación</b>				
Montaje y cableado	Instalador	150	6,5	975,00 €
				<b>975,00 €</b>
<b>Programación</b>				
Configuración comunicaciones	Ingeniero	150	10	1.500,00 €
Sistema SCADA PC	Ingeniero	70	10	700,00 €
Sistema SCADA Web	Ingeniero	30	10	300,00 €
				<b>2.500,00 €</b>

## Resumen

RESUMEN	Precio (€)
<b>PLC</b>	
S7-1500	6.649,95 €
S7-1200	232,05 €
S7-300	2.064,05 €
S7-200	1.091,00 €
LOGO!	593,89 €
IM 151-8F	1.722,43 €
IM 151-3 PN	1.273,19 €
IM 151-1 (DP)	1.897,98 €
HMI	347,00 €
SIMOCODE	510,03 €
SCALANCE	609,68 €
PC	505,42 €
	<b>17.496,67 €</b>
<b>Software</b>	
Software	<b>797,20 €</b>
<b>Extras</b>	
Red AS-i	767,75 €
Red Profinet	172,76 €
Red Profibus	251,50 €
Otros	200,52 €
	<b>1.392,53 €</b>
<b>Instalación y programación</b>	
Instalación y programación	975,00 €
Programación	2.500,00 €
	<b>3.475,00 €</b>
<b>Total</b>	<b>23.161,40 €</b>
<b>Beneficio</b>	
4,5%	1.042,26 €
<b>Costes indirectos</b>	
11%	2.547,75 €
<b>Total sin IVA</b>	<b>25.709,15 €</b>
<b>IVA</b>	
21%	5.398,92 €
<b>TOTAL</b>	<b>31.108,08 €</b>

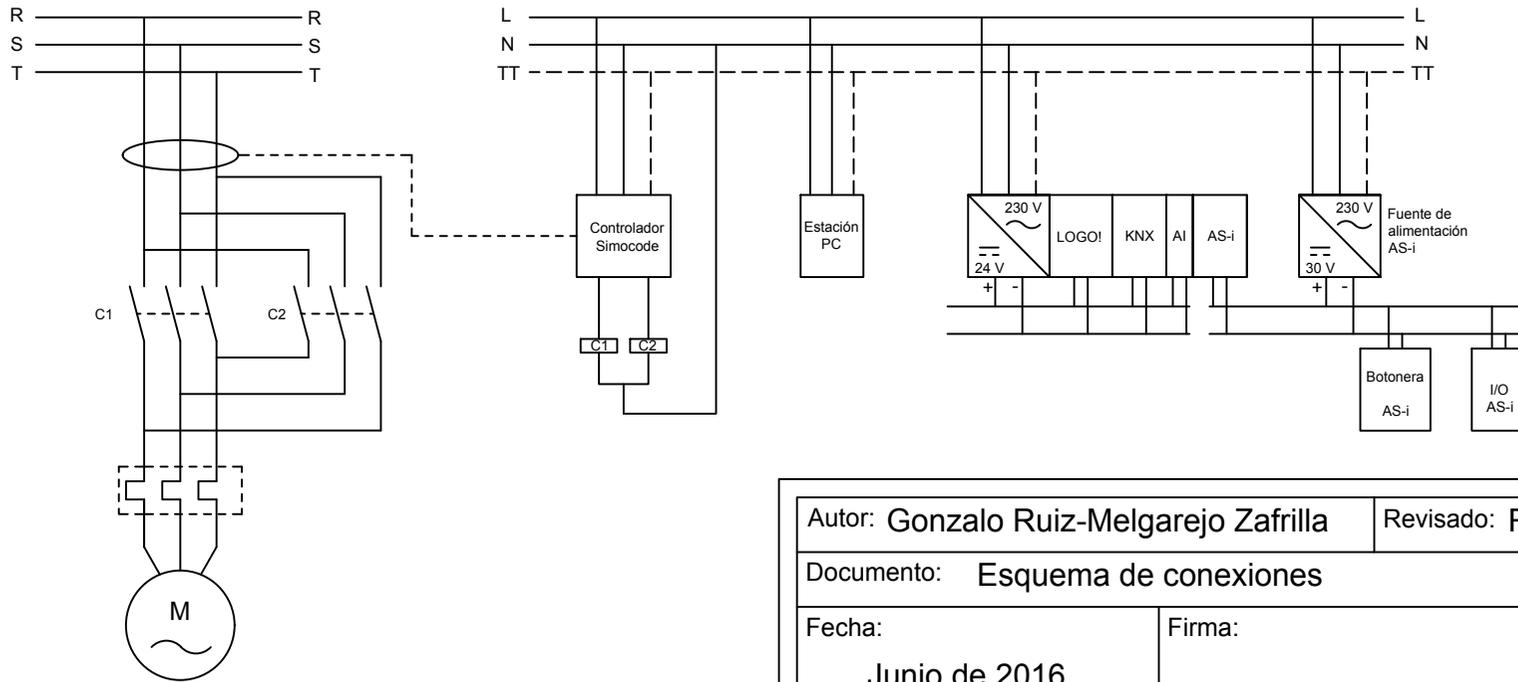
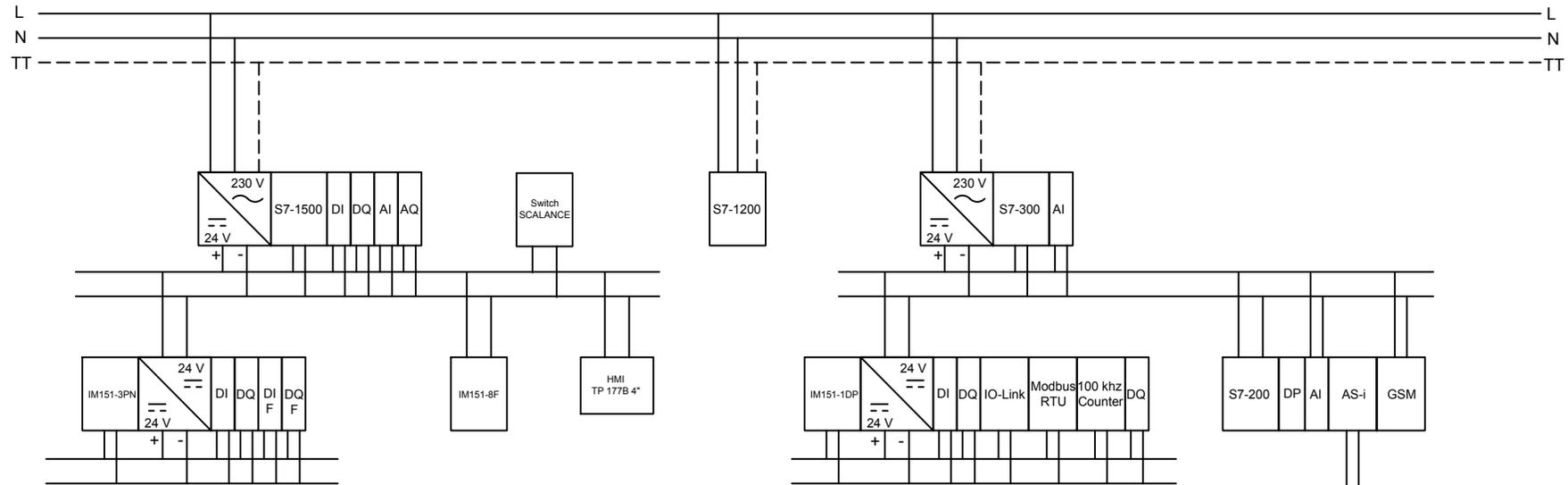


# PLANOS

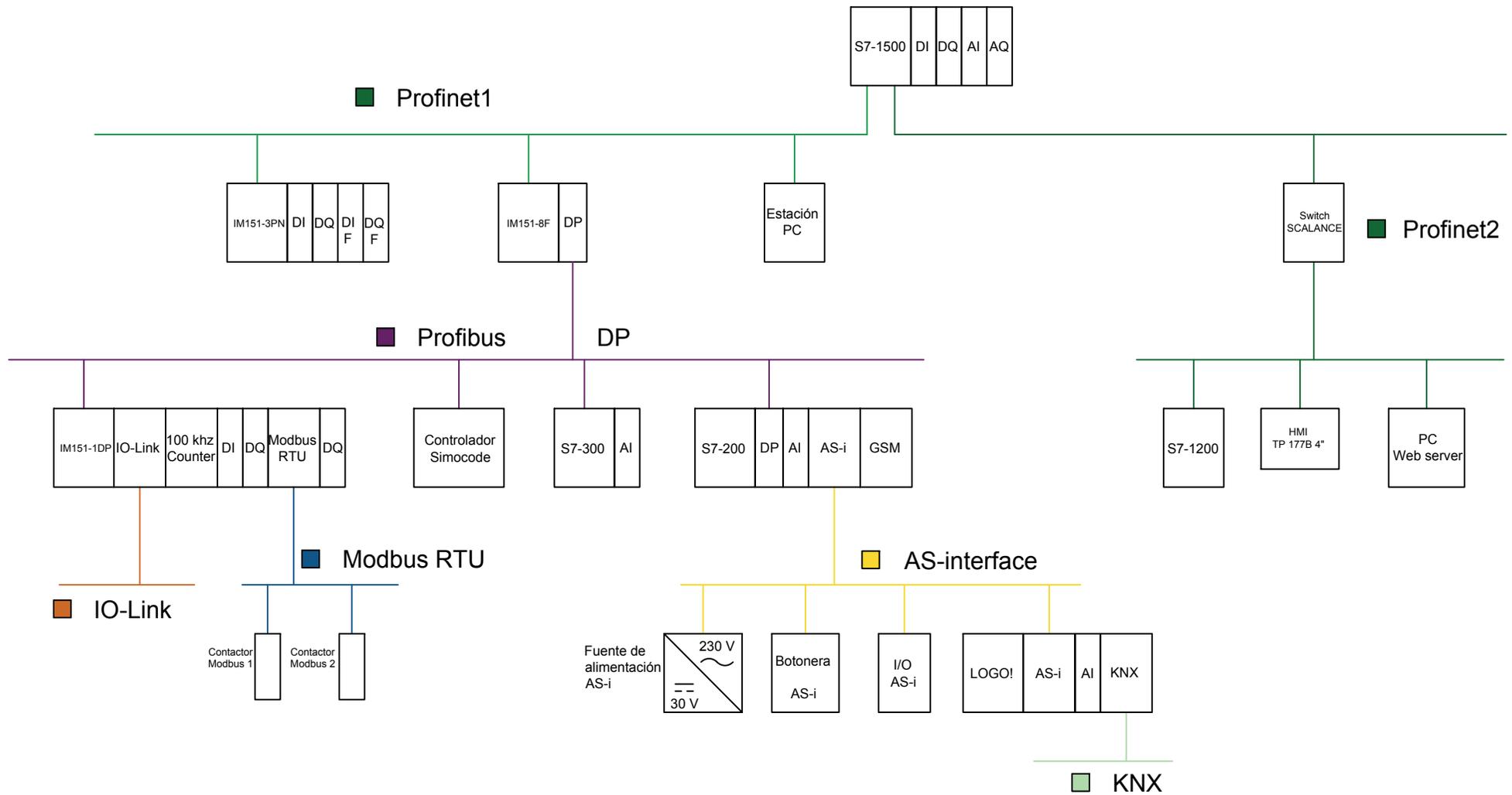
## Índice

<b>Esquema de conexiones .....</b>	<b>45</b>
<b>Esquema de comunicaciones .....</b>	<b>46</b>





Autor: Gonzalo Ruiz-Melgarejo Zafrilla		Revisado: Rubén Puche Panadero	
Documento: Esquema de conexiones			Nº Documento: 1
Fecha: Junio de 2016		Firma:	
		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	



Autor: Gonzalo Ruiz-Melgarejo Zafrilla		Revisado: Rubén Puche Panadero	
Documento: Esquema de comunicaciones			Nº Documento: 2
Fecha: Junio de 2016		Firma:	
		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	



# ANEXO A

## Manual de usuario SCADA PC

### Índice

Configuración previa .....	48
Iniciar Runtime .....	50
Controles .....	50
Parar Runtime .....	50
Ventana anterior .....	50
Ajustes .....	50
Panel de diagnóstico.....	50
Usuarios del sistema .....	51
Paneles .....	52
Panel de inicio.....	52
Panel principal .....	52
Ajustes .....	53
Ventana de Diagnóstico.....	53
Panel de control del autómatas S7-1500 .....	54
Panel de control del autómatas S7-1200 .....	54
Panel de control del autómatas S7-300 .....	55
Panel de control del autómatas S7-200 .....	55
Panel de control de la Red AS-i.....	56
Panel de control LOGO! .....	56
Panel de maniobra del controlador Simocode.....	57
Panel de control de las periféricas distribuidas .....	58
Panel Modbus .....	58



## Configuración previa

El ordenador está conectado a la red profinet1 del autómata S7-1500, el cual tiene una dirección IP: 192.10.0.2. Para poder comunicar se ha de configurar la dirección IP del ordenador para que esté en la misma red, es decir, se ha de cambiar la IP a 192.10.0.X, pudiendo darle a X un valor de 0 a 255 (Se recomienda la utilización de un valor alto para que la dirección del ordenador no coincida con ninguno de los autómatas conectados a la misma red).

Para obtener el valor de la dirección IP ethernet del equipo se puede acceder a la ventana de comandos e introducir el parámetro “ipconfig” y buscar la dirección de ethernet IPv4. En caso de que la dirección no coincida con la de la red (192.10.0.X), se deberá cambiar. Para cambiar la dirección hay que acceder al “Panel de control\Redes e Internet\Centro de redes y recursos compartidos”, abrir la ventana en la que pone “Cambiar configuración del adaptador”. Se ha de acceder a las propiedades de la conexión ethernet, para ello hay que pulsar con el botón secundario sobre “Conexión de área local”.

Una vez abierta la ventana de propiedades se ha de seleccionar el elemento “Protocolo de internet versión 4(TCP/IPv4)” y al pulsar sobre propiedades aparecerá una nueva ventana, la cual tiene dos pestañas. En la primera debe estar activada la casilla “Obtener una dirección IP automáticamente” y en la segunda “Configurada por el usuario” donde se debe introducir la dirección deseada.

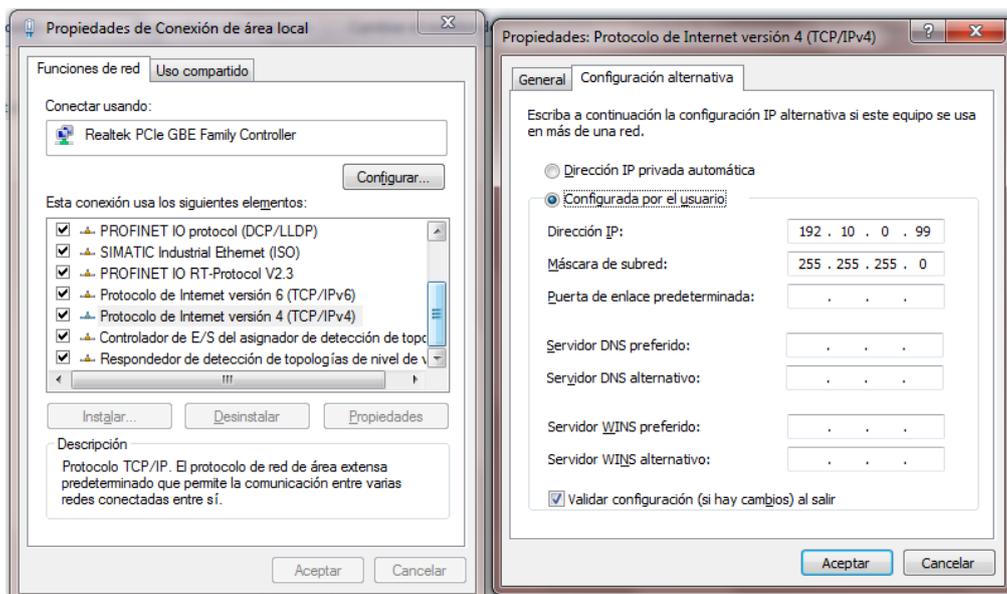


FIGURA 1: CONFIGURACIÓN IPV4

Se puede comprobar si existe conexión a través de la ventana de comandos, escribiendo “ping” y la IP del dispositivo con el que se desea comunicar. De este modo el ordenador envía cuatro paquetes de datos y comprueba si el otro equipo los recibe. Los dos posibles resultados son los siguientes

Comunicación exitosa: Los cuatro paquetes enviados han sido recibidos



FIGURA 2: DIÁLOGO DE COMUNICACIÓN EXSITOSA

Comunicación fallida: El destinatario no ha recibido ningún paquete

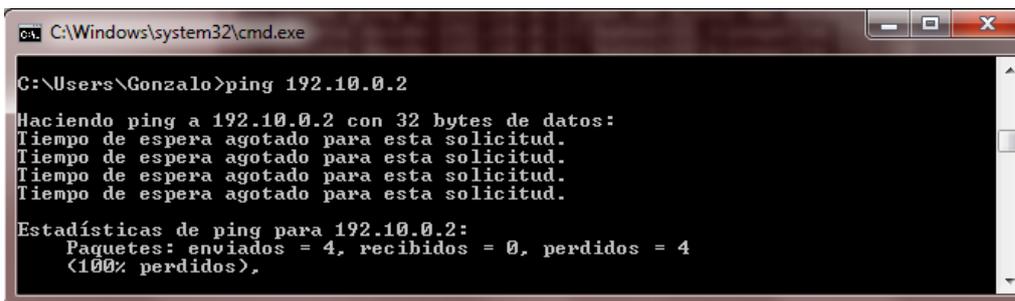
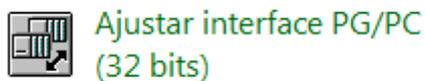


FIGURA 3: DIÁLOGO DE COMUNICACIÓN FALLIDA

En caso de que no se pueda establecer conexión habrá que ir al panel de control y buscar el botón “Ajustar interface PG/CP”. Desde aquí se debe configurar el punto de acceso de la aplicación. En el caso de WinCC RT la comunicación se realiza mediante un protocolo TCP/IP, por lo que se ha de seleccionar en la lista inferior. Se ha de seleccionar el nombre del controlador ethernet instalado en el ordenador en el que ponga TCP/IP.



Ajustar interface PG/PC  
(32 bits)

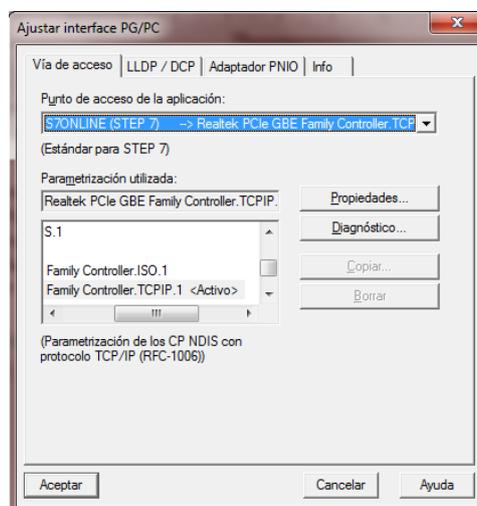


FIGURA 4: CONFIGURACIÓN PUNTO DE ACCESO

Si el problema persiste, póngase en contacto con la empresa instaladora.

## Iniciar Runtime

Para acceder al programa del SCADA hay que pulsar el icono del escritorio con nombre “SCADA PC”

## Controles

Todos los paneles incorporan diferentes elementos para moverse por el sistema SCADA y configurarlo.

### Parar Runtime

Es un botón situado en la esquina superior derecha, el cual permite cerrar el programa. Esta acción se puede ejecutar de igual modo presionando el botón F1 del teclado. 

### Ventana anterior

Es un botón situado en la esquina superior derecha de la pantalla, desde el cual se permite acceder a la imagen anterior. Esta acción se puede ejecutar de igual modo presionando el botón F2 del teclado. 

### Ajustes

Es un botón situado en la esquina superior izquierda de la pantalla. Al pulsarlo se abrirá la ventana de ajustes. 

### Panel de diagnóstico

Es un botón situado en la esquina inferior derecha, al pulsarlo se accederá a la ventana de diagnóstico del sistema. 

## Usuarios del sistema

Por motivos de seguridad, el acceso a los diferentes paneles está limitado según los permisos del usuario. El usuario “Operador” tendrá acceso relativo, mientras que el usuario “administrador” tendrá acceso a todos los paneles y controles. Al intentar acceder a un panel con permisos de administrados aparecerá un panel en el que hay que introducir el usuario y contraseña. Una vez iniciada sesión con el usuario “Administrador” la sesión permanecerá abierta durante 5 minutos.

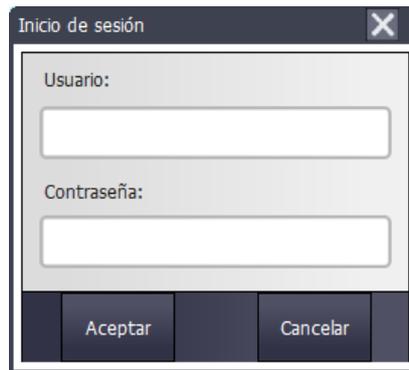


FIGURA 5: VENTANA DE INICIO DE SESIÓN

Usuario	Contraseña	Grupo	Tiempo de desco...
Administrador	*****	Grupo de...	5
PLC User	*****	No autori...	5

FIGURA 6: PANEL DE GESTIÓN DE USUARIOS

## Paneles

### Panel de inicio

Esta imagen aparece al abrir el runtime. Pulsando sobre cualquier parte de esta se accederá a la primera pantalla del sistema SCADA.



FIGURA 7: PANEL DE INICIO

### Panel principal

Desde este panel se tiene una visión de los equipos y las redes instaladas. Pulsando sobre cada equipo se accederá a otro panel desde donde se podrá visualizar y monitorizar.

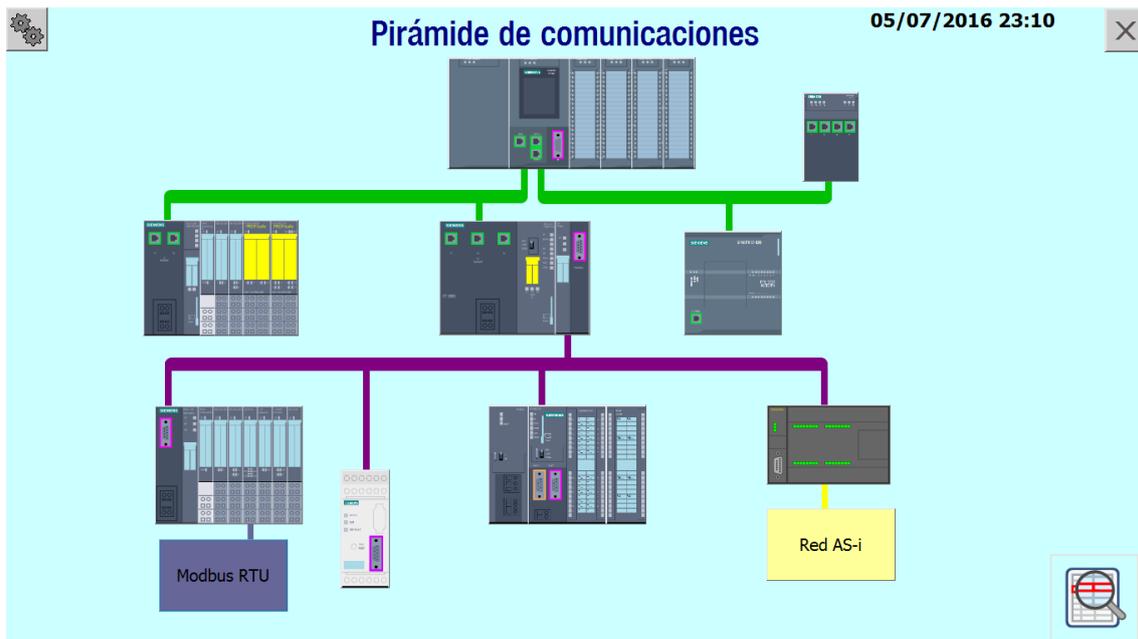


FIGURA 8: PANEL PRINCIPAL

## Ajustes

Para acceder a la ventana de ajustes, pulse sobre el icono de la esquina superior izquierda .

Desde esta ventana se permite la selección de idiomas (Inglés o Español) pulsando una u otra bandera.

Desde “Gestión de usuarios” se puede visualizar el usuario actual, además de un historial de usuarios conectados.



FIGURA 9: VENTANA DE AJUSTES

## Ventana de Diagnóstico

Desde este panel se tiene acceso a un visor de diagnóstico del sistema, que muestra el estado de la conexión y si existe algún error en un dispositivo conectado.



FIGURA 10: PANEL DE DIAGNÓSTICO

## Panel de control del autómata S7-1500

Desde este panel se pueden controlar las 16 salidas y visualizar las 16 entradas del autómata S7-1500



FIGURA 11: PANEL DE CONTROL S7-1500

## Panel de control del autómata S7-1200

Desde este panel se pueden controlar las 6 salidas y visualizar las 8 entradas del autómata S7-1200



FIGURA 12: PANEL DE CONTROL S7-1200

## Panel de control del autómatas S7-300

Desde este panel se pueden controlar las 16 salidas y visualizar las 16 entradas del autómatas S7-300



FIGURA 13: PANEL DE CONTROL S7-300

## Panel de control del autómatas S7-200

Desde este panel se pueden controlar las 8 salidas y visualizar las 8 entradas del autómatas S7-200



FIGURA 14: PANEL DE CONTROL S7-200

## Panel de control de la Red AS-i

Desde este panel se puede actuar sobre una botonera virtual y visualizar el estado de los dos pilotos accionados por el contactor. Además, al pulsar sobre el autómata LOGO! se accederá a otra ventana donde poder actuar sobre las salidas y visualizar sus entradas.

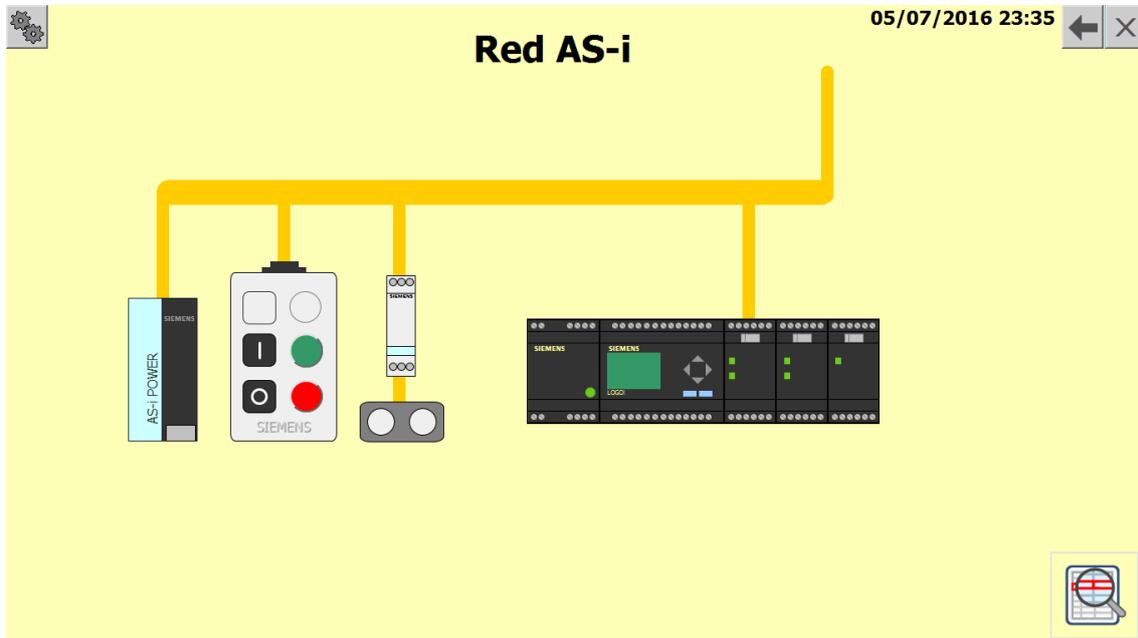


FIGURA 15: PANEL DE CONTROL RED AS-I

## Panel de control LOGO!

Al pulsar sobre el autómata LOGO! del panel AS-i se redireccionará a la siguiente ventana, desde la cual se puede visualizar el estado de las entradas de dicho autómata y controlar sus salidas.

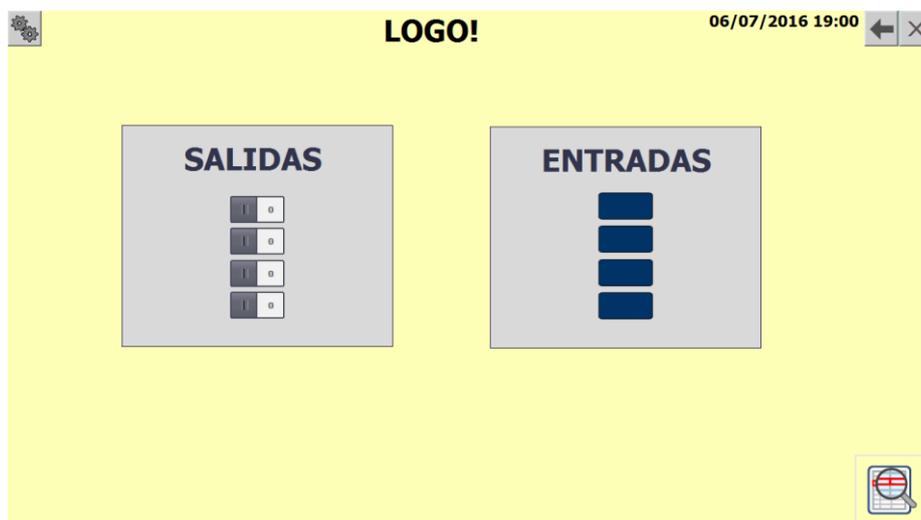
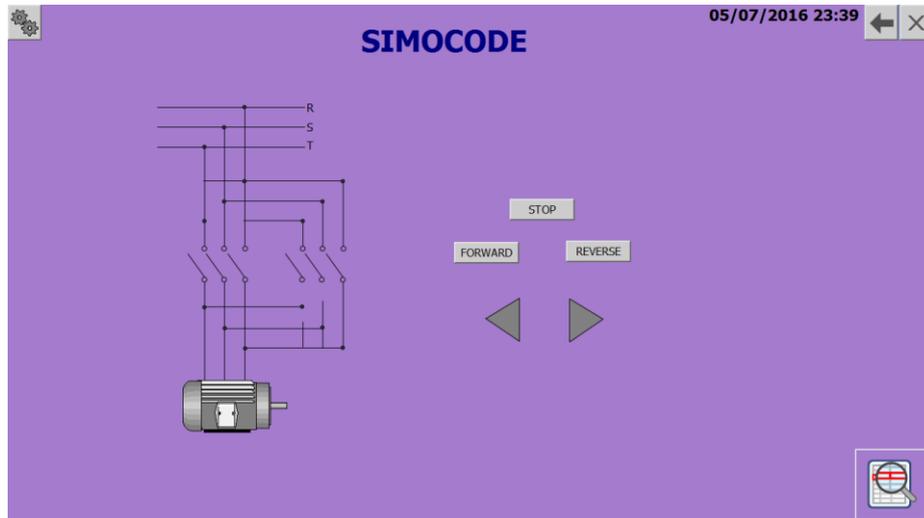


FIGURA 16: PANEL DE CONTROL LOGO!

## Panel de maniobra del controlador Simocode

Desde esta ventana se puede realizar la maniobra de arranque y cambio de sentido de un motor trifásico. Además, se podrá visualizar la maniobra en el esquema de conexiones y el sentido de giro mediante las dos flechas indicadoras. Para poder acceder a este panel se requieren permisos de administrador.



**FIGURA 17: PANEL DE CONTROL DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN**

## Panel de control de las periféricas distribuidas

Desde esta ventana se tiene acceso al control de un bit de los equipos de periferia distribuida IM 151-3 e IM 151-1. También se puede visualizar el estado de una entrada de cada uno de ellos, que se fuerza desde un interruptor conectado a la salida de cada dispositivo.

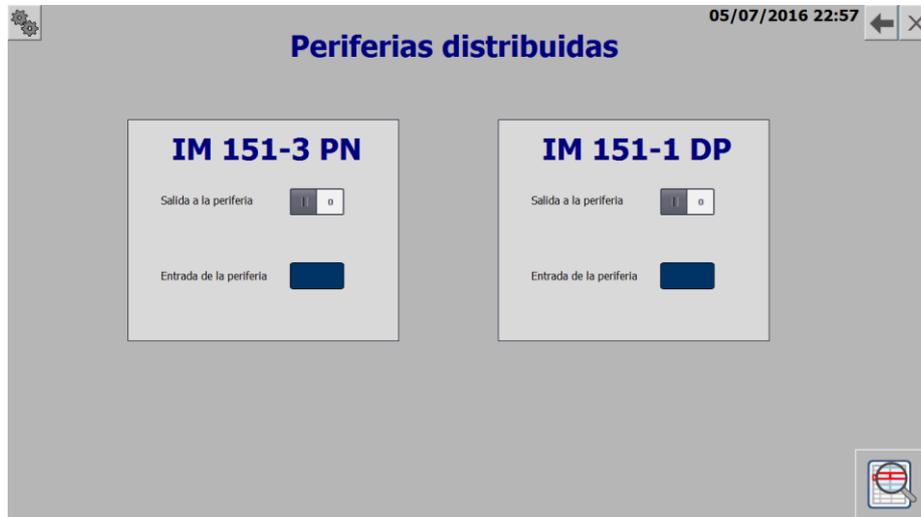


FIGURA 18: VENTANA DE CONTROL DE LAS PERIFERIAS DISTRIBUIDAS

## Panel Modbus

Desde este panel se controlan dos contactores inteligentes mediante Modbus.

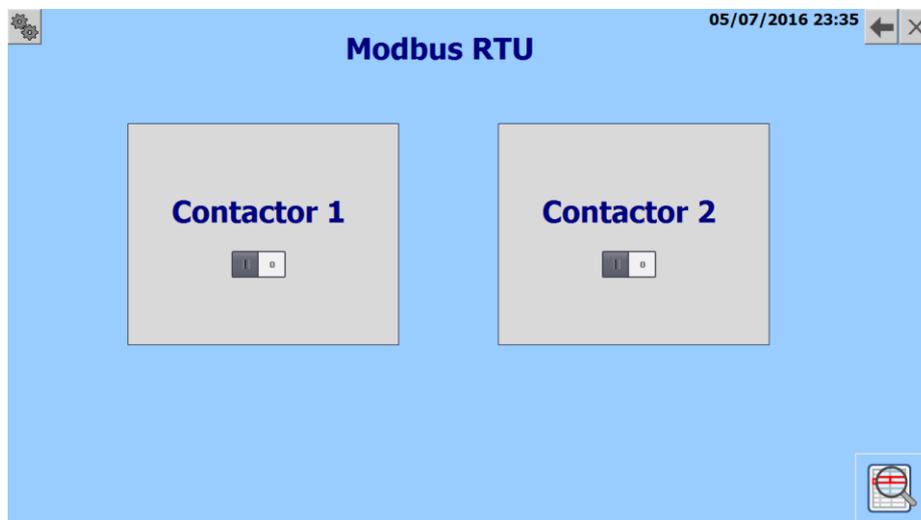


FIGURA 19: VENTANA CONTROL CONTACTORES MODBUS



# ANEXO B

## Guía Web Server

### Índice

Web server .....	60
Página inicial.....	60
Diagnóstico.....	61
Búfer de diagnóstico .....	61
Información del módulo.....	62
Avisos .....	62
Comunicación.....	62
Topología.....	63
Estado de variables .....	63
Tablas de observación.....	63
Páginas de usuario .....	64
Navegador de archivos.....	65



## Web server

Los autómatas S7-1500 y S7-1200 llevan incorporado un servidor web al que se puede acceder introduciendo la dirección del autómata en el navegador. Para poder utilizar el servidor se debe activar la casilla “Activar servidor web en el módulo”.

Además, se pueden crear grupos de usuarios con diferentes permisos para acceder a las diferentes funcionalidades del servidor.

## Página inicial

Desde esta página se obtiene información general sobre el autómata y el software utilizado, el estado de este y permite cambiar la CPU a modo RUN o STOP. El botón LED intermitente se utiliza para diferenciar el autómata con el que se ha establecido conexión en el caso de haber modelos similares.

SIEMENS S71500/ET200MP station\_1/PLC\_1

Nombre

- ▶ Página inicial
- ▶ Diagnóstico
- ▶ Búfer de diagnóstico
- ▶ Información del módulo
- ▶ Avisos
- ▶ Comunicación
- ▶ Topología
- ▶ Estado de variables
- ▶ Tablas de observación
- ▶ Páginas de usuario
- ▶ Navegador de archivos
- ▶ Registros de datos
- ▶ Introducción

1516-3 PN/DP

SIEMENS SIMATIC S7-1500

RUN

CPU 1516-3 PN/DP

6ES7 516-3AN00-0AB0

ESC OK

General:

TIA Portal: V13.0 SP1

Nombre del equipo: S71500/ET200MP station\_1

Nombre del módulo: PLC\_1

Tipo de módulo: CPU 1516-3 PN/DP

Estado:

Estado operativo: RUN

Estado:  Aceptar

Selector de modo: RUN

Panel de operador de la CPU:

RUN

STOP

LED intermitente

## Diagnóstico

Desde el panel Diagnóstico se puede acceder a dos pestañas, la primera pestaña, llamada “información” contiene la referencia del equipo utilizado, el número de serie y la versión de firmware instalada. La segunda pestaña, “memoria”, ofrece información sobre el uso de memoria del autómata.

**Identificación** Memoria

**Identificación:**

Código de subsistema:

Código de situación:

Número de serie: S C-F4SC95932015

**Referencia:**

Hardware: 6ES7 516-3AN00-0AB0

**Versión:**

Hardware: 5

Firmware: V 1.7.0

Bootloader: V 1.0.2

**Identificación** Memoria

**Memoria de carga**

1.7% ocupadas

23.59 MB libre de 24.01 MB

**Memoria de trabajo para códigos**

0.1% ocupadas

1023.48 KB libre de 1.00 MB

**Memoria de trabajo para datos**

0.0% ocupadas

5118.81 KB libre de 5.00 MB

**Memoria remanente**

0.0% ocupadas

472.66 KB libre de 472.66 KB

## Búfer de diagnóstico

Desde esta ventana se pueden visualizar todos los cambios realizados en la CPU. El límite de eventos que el autómata guarda en memoria es de 3200, pero se podrían exportar a una base de datos en formato CSV pulsando el botón “guardar” de la esquina superior derecha.

**Búfer de diagnóstico**

Entradas 1 a 50 de búfer de diagnóstico

Número	Hora	Fecha	Estado	Evento
1	11:19:48.738	28.06.2016	Evento entrante	Estado operativo siguiente tras transición Modo de arranque al conectar: ARRANQUE EN CALIENTE --> RUN (si antes de desconexión era RUN) Bloqueo(s) de arranque pendiente(s): - ningún bloqueo de arranque activado - La CPU cambia del estado ARRANQUE a RUN
2	11:19:44.025	28.06.2016	Evento entrante	Estado operativo siguiente tras transición Modo de arranque al conectar: ARRANQUE EN CALIENTE --> RUN (si antes de desconexión era RUN) Bloqueo(s) de arranque pendiente(s): - ningún bloqueo de arranque activado - La CPU cambia del estado STOP a ARRANQUE
3	11:19:43.926	28.06.2016	Evento entrante	Estado operativo siguiente tras transición Modo de arranque al conectar: ARRANQUE EN CALIENTE --> RUN (si antes de desconexión era RUN) Bloqueo(s) de arranque pendiente(s): - ningún bloqueo de arranque activado - La CPU cambia del estado STOP (inicialización) a STOP
4	11:19:41.708	28.06.2016	Evento entrante	Conexión (POWER ON) tipo de Memory Card: Tarjeta de programa (memoria de carga externa) - La CPU cambia del estado NO POWER a STOP (inicialización)
5	21:03:17.693	27.06.2016	Evento entrante	Desconexión (POWER OFF) - La CPU cambia del estado RUN a NO POWER
6	19:23:06.088	27.06.2016	Evento saliente	Fallo de datos E/S en el componente de hardware - -
7	19:23:06.072	27.06.2016	Evento saliente	Fallo de datos E/S en el componente de hardware - -
8	19:23:05.925	27.06.2016	Evento entrante	Estado operativo siguiente tras transición Modo de arranque al conectar: ARRANQUE EN CALIENTE --> RUN (si antes de desconexión era RUN) Bloqueo(s) de arranque pendiente(s): - ningún bloqueo de arranque activado - La CPU cambia del estado ARRANQUE a RUN
9	19:23:05.925	27.06.2016	Evento entrante	Fallo de datos E/S en el componente de hardware - -
10	19:23:05.924	27.06.2016	Evento entrante	Fallo de datos E/S en el componente de hardware - -
11	19:23:03.771	27.06.2016	Evento entrante	Estado operativo siguiente tras transición Modo de arranque al conectar: ARRANQUE EN CALIENTE --> RUN (si antes de desconexión era RUN) Bloqueo(s) de arranque pendiente(s): - ningún bloqueo de arranque activado

**Detalles: 1** ID de evento: 16# 02:400C

Información de CPU: Estado operativo siguiente tras transición Modo de arranque al conectar: ARRANQUE EN CALIENTE --> RUN (si antes de desconexión era RUN) Bloqueo(s) de arranque pendiente(s): - ningún bloqueo de arranque activado - La CPU cambia del estado ARRANQUE a RUN - PLC\_1

Evento entrante

## Información del módulo

En esta ventana aparece la información de los módulos conectados al autómata, como modelo, versión de firmware, fecha de instalación, y estado.

S71500/ET200MP station_1		
Estado	Nombre	
✓	S71500/ET200MP station_1	<a href="#">Detalles</a>
✓	PROFINET IO-System	<a href="#">Detalles</a>

Al pulsar sobre los diferentes dispositivos se puede obtener información más detallada de ellos. En la aparecen dos dispositivos conectados a la red PN1, el autómata S7-1500 y la periferia distribuida IM 151-8. El equipo de periferia distribuida IM 151-3, a pesar de estar conectado a la red PN1 no aparece puesto que al no tener CPU es como si fuera un módulo más conectado al autómata.

Si se pulsa sobre el equipo S71500/ET200MP aparecerá una tabla con los módulos que están conectados al autómata, sus referencias y el “slot” en el que están conectados.

S71500/ET200MP station_1 - S71500/ET200MP station_1				
Slot	Estado	Nombre	Referencia	
1	✓	PLC_1	<a href="#">Detalles</a>	6ES7 516-3AN00-0AB0
2	✓	DI 32x24VDC HF_1	<a href="#">Detalles</a>	6ES7 521-1BL00-0AB0
3	✓	DQ 32x24VDC/0.5A ST_1	<a href="#">Detalles</a>	6ES7 522-1BL00-0AB0
4	✓	AI 8xU//RTD/TC ST_1	<a href="#">Detalles</a>	6ES7 531-7KF00-0AB0
5	✓	AQ 4xU/I ST_1	<a href="#">Detalles</a>	6ES7 532-5HD00-0AB0

En la parte inferior de la tabla aparecen tres pestañas en la que se muestra información del equipo seleccionado. Desde la pestaña “Información” se puede visualizar el modelo utilizado, la versión de firmware, y la fecha de instalación del dispositivo. Desde la pestaña “firmware” se obtiene información más detallada de éste y permite cargar un archivo de actualización de firmware desde tu ordenador al módulo deseado.

## Avisos

En esta ventana aparece un buffer de avisos, el cual ha de ser configurado previamente en el autómata y al igual que con el buffer de diagnóstico, ofrece la posibilidad de ser exportado a formato CSV para generar una base de datos. Además, permite filtrar los avisos en función de los diferentes campos (Nº de aviso, fecha, hora, texto de aviso, estado o acuse).

## Comunicación

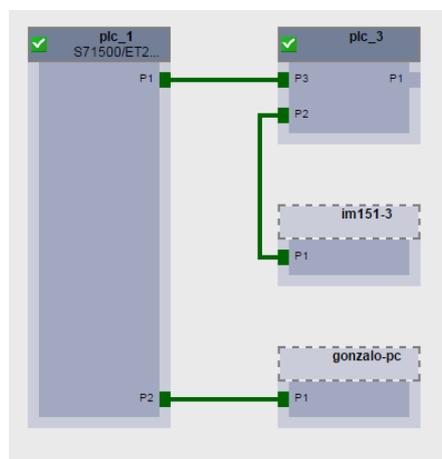
La ventana de comunicaciones ofrece información detallada de las redes a las que está conectada el autómata, y está dividido en cuatro pestañas:

- **Parámetros:** Desde esta pestaña se pueden ver los valores de las direcciones IP de las redes del autómata, así como la máscara de subred, la dirección MAC o el nombre de la red.
- **Estadísticas:** Muestra un extracto de los datos de la comunicación de ambas redes, como la cantidad de datos enviados o recibidos, los envíos fallidos o los rechazados

- Recursos: Ofrece información del número máximo de conexiones que permite la red, las conexiones no ocupadas, y muestra un resumen de las conexiones ocupadas o establecidas actualmente.
- Conexiones: En esta pestaña aparece información de las conexiones actuales, las direcciones de los dispositivos conectados y el tipo de conexión (TCP, Web), además indica el estado de la conexión, y en el caso de haber un error de comunicación, proporciona información de este.

## Topología

Muestra un esquema con las conexiones de la red:



## Estado de variables

En esta ventana se puede visualizar el estado de una variable del autómata únicamente introduciendo el nombre y tipo de dato:

Indique aquí la dirección de la variable que desea observar

Dirección	Formato de visualización	Valor
Piloto verde ASI	BOOL	FALSE
Piloto rojo ASI	BOOL	TRUE
Salida LOGO! 1	BOOL	FALSE
Salida LOGO! 2	BOOL	FALSE
Salidas 1200	Hex	16#15
Nueva variable		

Aplicar

## Tablas de observación

Desde TIA Portal se pueden crear tablas de observación de variables y agregarlas al web server, de modo que puedas seleccionar una u otra. La diferencia entre la utilización de tablas de observación y la lectura del estado de variables de la ventana anterior es que la ventana “estado

de variables” se utiliza para visualizar una variable de manera puntual, por ejemplo, para poder diagnosticar un fallo en planta.

Si se quiere visualizar una nueva variable mediante una tabla de observación requiere cambiar el programa del autómatas, de modo que el proceso se vuelve lento y poco eficiente.

## Páginas de usuario

En la configuración del servidor web del autómatas se puede adjuntar un archivo HTML con un sistema SCADA en web. Para poder cargarlo, el programa convierte el fichero HTML en un bloque de función que manda al autómatas.

Desde la página alojada en el servidor se podrán controlar diversos elementos del panel, para facilitar las tareas de mantenimiento, de modo que el operario pueda acceder al servidor de manera inalámbrica, comprobando desde el nivel de campo el funcionamiento de los elementos al ser forzados.

El código de la siguiente página se puede encontrar en el Anexo C:

# SCADA WEB

---

## Botonera AS-i

On

Off

Piloto verde: 1

## Contactores Modbus RTU

Contactador 1: 0

On

Off

Contactador 2: 0

On

Off

Contactador 2: 0



## Salidas LOGO!

Salida 1: 0

On

Off

Salida 2: 0

On

Off

Salida 3: 0

On

Off

Salida 4: 0

On

Off

La estética de la página es simple. Para poder personalizarla habría que crear una plantilla en código CSS y crear scripts en lenguaje Javascript, pero el objetivo del proyecto no es el aprendizaje de dichos lenguajes, sino el estudio de la comunicación y visualización del sistema vía web.

## Navegador de archivos

Desde esta ventana se pueden intercambiar archivos entre el autómata y el ordenador, o el dispositivo conectado, como podría ser cargar un programa, mandar un PDF, o descargar un archivo CSV de base de datos.



# ANEXO C

Código página HTML

## Índice

Código HTML.....	67
------------------	----



## Código HTML

En el presente documento se incluye el código empleado para la creación de una página web mediante el lenguaje HTML. Esta página se ha cargado en el servidor del autómatas S7-1500, y podrá acceder conectando un equipo a la red 192.10.0.X.

```
i 1 <html>
2 <!-- AWP_In_Variable Name="ASI Encender piloto" -->
3 <!-- AWP_In_Variable Name="ASI apagar piloto" -->
4 <!-- AWP_Out_Variable Name="Piloto verde ASI" -->
5 <!-- AWP_In_Variable Name="Modbus1" -->
6 <!-- AWP_In_Variable Name="Modbus2" -->
7 <!-- AWP_In_Variable Name="Salida LOGO! 1" -->
8 <!-- AWP_In_Variable Name="Salida LOGO! 2" -->
9 <!-- AWP_In_Variable Name="Salida LOGO! 3" -->
10 <!-- AWP_In_Variable Name="Salida LOGO! 4" -->
11 <head>
12 <title>PANEL PRINCIPAL </title>
13 </head>
14 <body background = "C:\Users\Gonzalo\Desktop\PROYECTO\Web page\fondo.jpg">
15 <h1>SCADA WEB</h1>
16 <hr align="left" width="30%">
17 <!--BOTONERA AS-i -->
18 <font size="5" face="tahoma narrow" color="teal">Botonera AS-i</font>
19 <form>
20 <input type="submit" value="On">
21 <input type="hidden" name="ASI Encender piloto" value="1">
22 <input type="hidden" name="ASI Encender piloto" value="0">
23 </form>
24 <form>
25 <input type="submit" value="Off">
26 <input type="hidden" name="ASI apagar piloto" value="1">
27 <input type="hidden" name="ASI apagar piloto" value="0">
28 </form>
29
30 Piloto verde: := "Piloto verde ASI":<br>
31 <!--Contadores Modbus RTU -->
32 <font size="5" face="tahoma narrow" color="teal">Contadores Modbus RTU</font><br>
33 <!--Contactor 1 -->
34 <font face="tahoma narrow" color="black">Contactor 1:</font> := "Modbus1":<br>
35 <form>
36 <input type="submit" value="On">
37 <input type="hidden" name="Modbus1" value="1">
38 </form>
39 <form>
40 <input type="submit" value="Off">
41 <input type="hidden" name="Modbus1" value="0">
42 </form>
43 <!--Contactor 2 -->
44 <font face="tahoma narrow" color="black">Contactor 2:</font> := "Modbus2":<br>
45 <form>
46 <input type="submit" value="On">
47 <input type="hidden" name="Modbus2" value="1">
48 </form>
49 <form>
50 <input type="submit" value="Off">
51 <input type="hidden" name="Modbus2" value="0">
52 </form>
53 <font face="tahoma narrow" color="black">Contactor 2:</font> := "Modbus2":<br><br>
54 <!--Salidas LOGO! -->
55 <font size="5" face="tahoma narrow" color="teal">Salidas LOGO!</font><br>
56 <!--Bit 1 -->
57 <font face="tahoma narrow" color="black">Salida 1:</font> := "Salida LOGO! 1":<br>
58 <form>
59 <input type="submit" value="On">
60 <input type="hidden" name="Salida LOGO! 1" value="1">
61 </form>
62 <form>
63 <input type="submit" value="Off">
64 <input type="hidden" name="Salida LOGO! 1" value="0">
```

```
65     </form>
66 <!--Bit 2 -->
67     <font face="tahoma narrow" color="black">Salida 2:</font> :="Salida LOGO! 2":<br>
68     <form>
69         <input type="submit" value="On">
70         <input type="hidden" name=""Salida LOGO! 2"" value="1">
71     </form>
72     <form>
73         <input type="submit" value="Off">
74         <input type="hidden" name=""Salida LOGO! 2"" value="0">
75     </form>
76 <!--Bit 3 -->
77     <font face="tahoma narrow" color="black">Salida 3:</font> :="Salida LOGO! 3":<br>
78     <form>
79         <input type="submit" value="On">
80         <input type="hidden" name=""Salida LOGO! 3"" value="1">
81     </form>
82     <form>
83         <input type="submit" value="Off">
84         <input type="hidden" name=""Salida LOGO! 3"" value="0">
85     </form>
86 <!--Bit 4 -->
87     <font face="tahoma narrow" color="black">Salida 4:</font> :="Salida LOGO! 4":<br>
88     <form>
89         <input type="submit" value="On">
90         <input type="hidden" name=""Salida LOGO! 4"" value="1">
91     </form>
92     <form>
93         <input type="submit" value="Off">
94         <input type="hidden" name=""Salida LOGO! 4"" value="0">
95     </form>
96 </body>
97 </html>
98
```

FIGURA 1: CÓDIGO DE LA PÁGINA WEB EN HTML



# ANEXO D

Listado de programa S7-1500



## Main [OB1]

### Main Propiedades

#### General

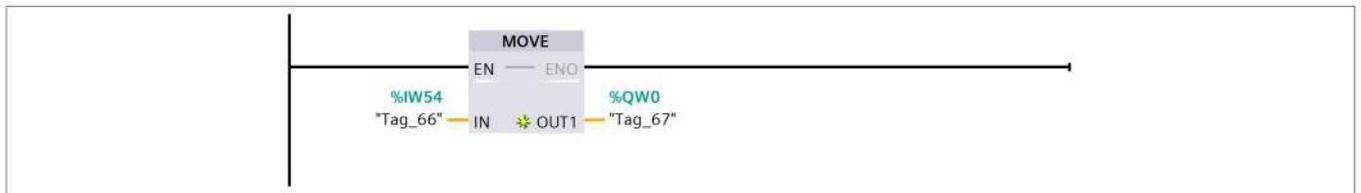
<b>Nombre</b>	Main	<b>Número</b>	1	<b>Tipo</b>	OB
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	automática		

#### Información

<b>Título</b>	"Main Program Sweep (Cycle)"	<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
▼ Temp			
ok	Int		
Constant			

### Segmento 1: Mover los datos que vienen de la IM 151-8 al canal de salidas del 1500



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_66"	%IW54	Word	
"Tag_67"	%QW0	Word	

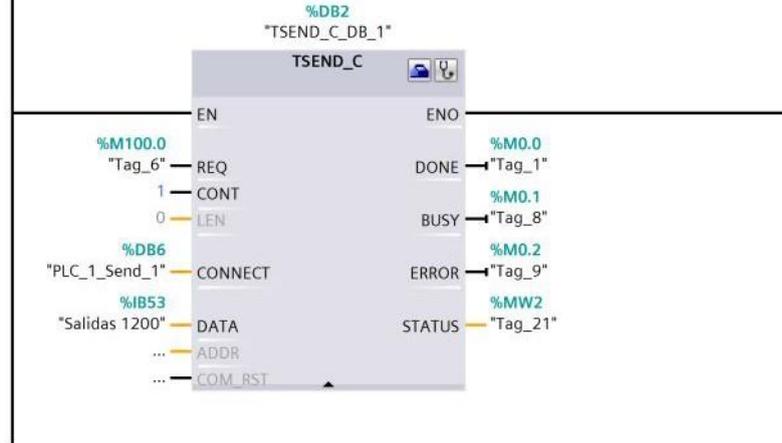
### Segmento 2: Mover el canal de entradas del 1500 a la IM 151-8



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_7"	%IW0	Word	
"Tag_68"	%QW49	Word	

### Segmento 3: Función de envío al S7-1200. Protocolo TCP

Esta función envía al 1200 los datos que vienen de la IM para activar las salidas del 1200



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Salidas 1200"	%IB53	Byte	
"Tag_1"	%M0.0	Bool	
"Tag_6"	%M100.0	Bool	
"Tag_8"	%M0.1	Bool	
"Tag_9"	%M0.2	Bool	
"Tag_21"	%MW2	Word	

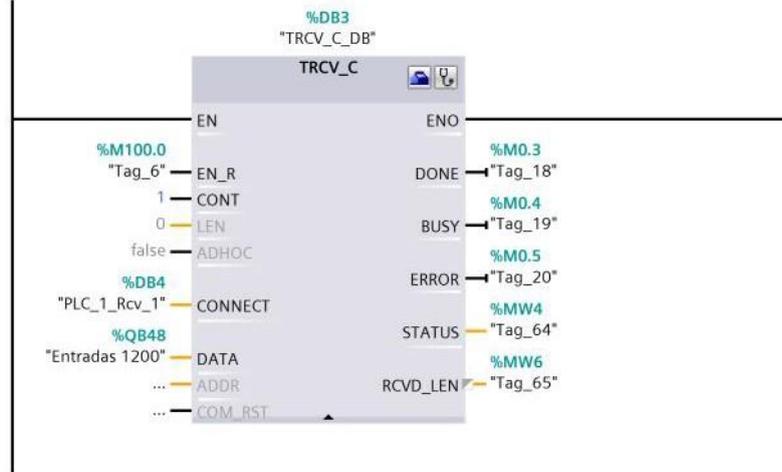
#### Segmento 4:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#ok		Int	

#### Segmento 5: Función de recepción del S7-1200

Esta función recibe del 1200 los datos de sus entradas y los pone en el canal de comunicación con la IM



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Entradas 1200"	%QB48	Byte	
"Tag_6"	%M100.0	Bool	
"Tag_18"	%M0.3	Bool	

Totally Integrated  
Automation Portal

Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_19"	%M0.4	Bool	
"Tag_20"	%M0.5	Bool	
"Tag_64"	%MW4	Word	
"Tag_65"	%MW6	Word	



# ANEXO E

Listado de programa IM 151-8



## Main [OB1]

### Main Propiedades

#### General

Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	automática		

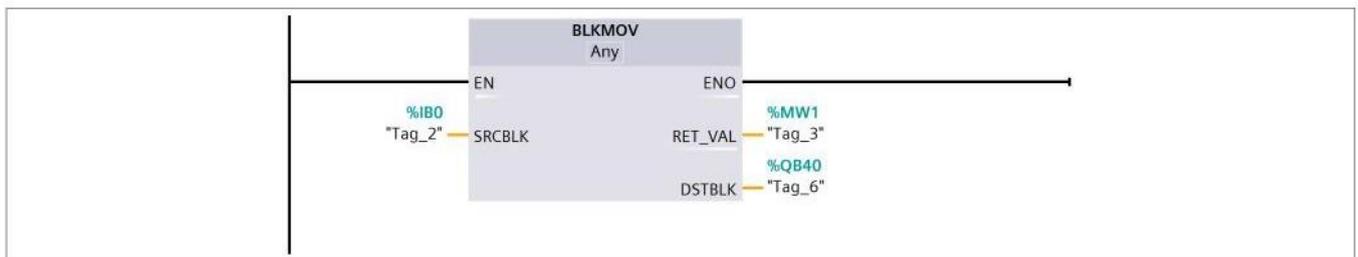
#### Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Comentario
▼ Temp				
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started
Constant				

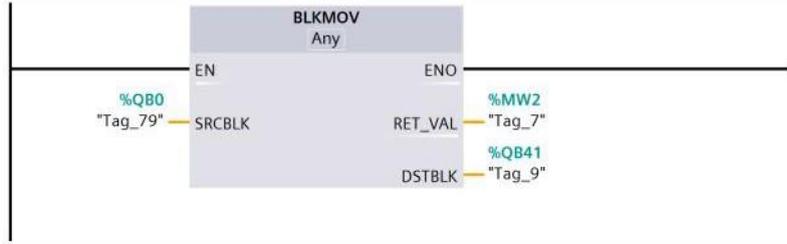
**Segmento 1: Desde este segmento hasta el segmento 10 se realizan los movimientos de datos que se deben enviar a S7-1500.**

Entradas ET200s (PN)



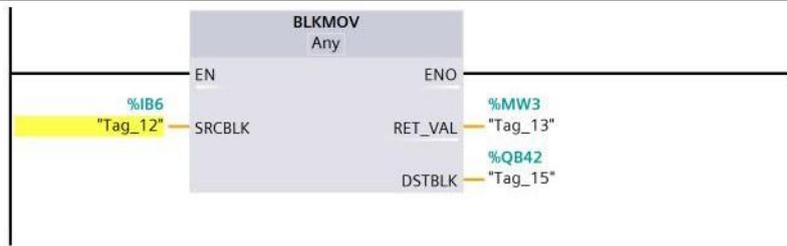
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_2"	%IB0	Byte	
"Tag_3"	%MW1	Int	
"Tag_6"	%QB40	Byte	

**Segmento 2: Salidas ET200s (PN)**



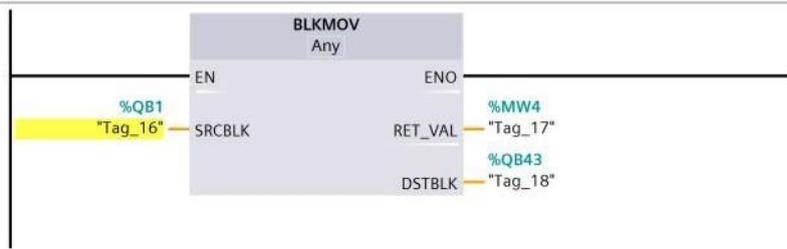
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_7"	%MW2	Int	
"Tag_9"	%QB41	Byte	
"Tag_79"	%QB0	Byte	

### Segmento 3: Entradas profisafe



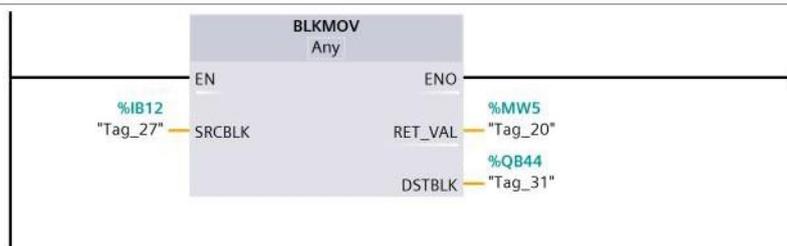
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_12"	%IB6	Byte	
"Tag_13"	%MW3	Int	
"Tag_15"	%QB42	Byte	

### Segmento 4: Salidas profisafe



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_16"	%QB1	Byte	
"Tag_17"	%MW4	Int	
"Tag_18"	%QB43	Byte	

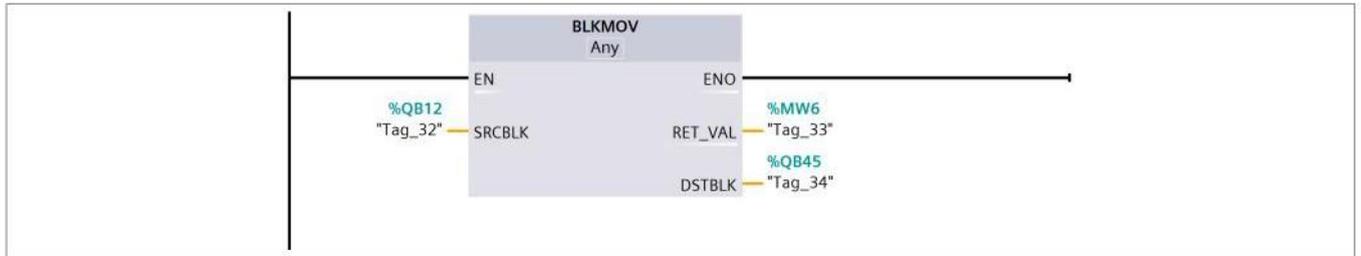
### Segmento 5: Entradas ET200s (DP) (IB 12)



--	--	--	--

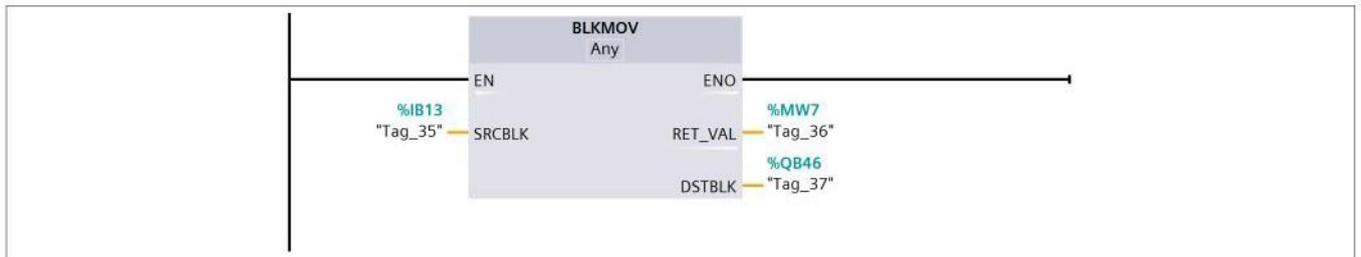
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_20"	%MW5	Int	
"Tag_27"	%IB12	Byte	
"Tag_31"	%QB44	Byte	

### Segmento 6: Salidas ET200s (DP)



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_32"	%QB12	Byte	
"Tag_33"	%MW6	Int	
"Tag_34"	%QB45	Byte	

### Segmento 7: Entradas IO-link



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_35"	%IB13	Byte	
"Tag_36"	%MW7	Int	
"Tag_37"	%QB46	Byte	

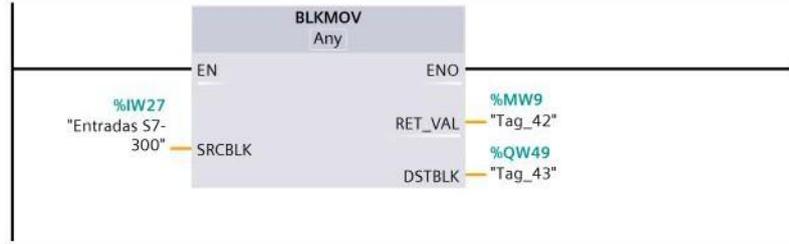
### Segmento 8: Entradas simocode



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_38"	%IW23	Word	
"Tag_39"	%MW8	Int	
"Tag_40"	%QW47	Word	

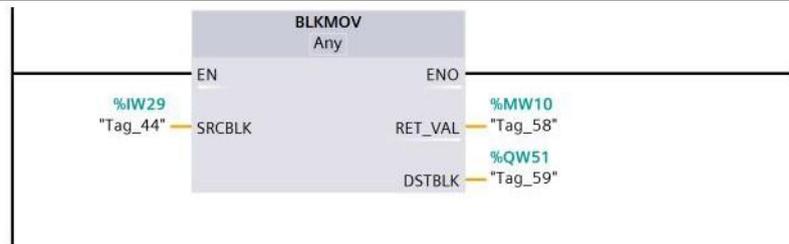
### Segmento 9: entradas S7-300

--	--	--	--



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Entradas S7-300"	%IW27	Word	
"Tag_42"	%MW9	Int	
"Tag_43"	%QW49	Word	

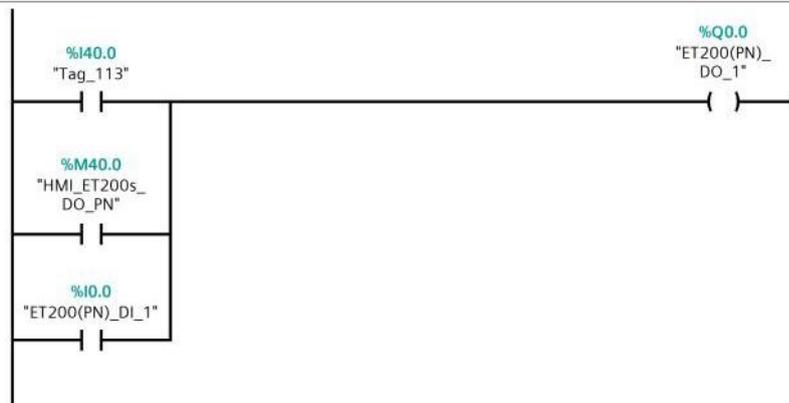
**Segmento 10: Datos ASI (IB29) y entradas 200 (IB30)**



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_44"	%IW29	Word	
"Tag_58"	%MW10	Int	
"Tag_59"	%QW51	Word	

**Segmento 11: Desde este segmento hasta el segmento 18 se realizan los movimientos de los datos procedentes del 1500 (I40 - I47) a sus respectivos destinos.**

Salida ET 200s (PN). Se activará desde S7-1500, desde HMI y desde la entrada de periferia PN



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"ET200(PN)_DI_1"	%I0.0	Bool	
"ET200(PN)_DO_1"	%Q0.0	Bool	
"HMI_ET200s_DO_PN"	%M40.0	Bool	
"Tag_113"	%I40.0	Bool	

**Segmento 12: Salida et 200s (DP)**

Salida ET 200s (DP). Se activará desde S7-1500, desde HMI y desde la entrada de periferia DP



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"ET200(DP)_DI_1"	%I12.0	Bool	
"ET200(DP)_DO_1"	%Q12.0	Bool	
"HMI_ET200s_DO_DP"	%M41.0	Bool	
"Tag_114"	%I41.0	Bool	

### Segmento 13: simocode

La instrucción OR realizará la operación lógica "o" con cada uno de los bits de los dos canales de entrada para poner el resultado en el canal de salida. Al ser los canales de entrada en formato byte y el canal de salida en formato Word. Ponemos la dirección QW22 aunque al simocode le corresponda el Byte QB23, porque la instrucción coloca el resultado en el segundo byte de la palabra destino.



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_86"	%IB43	Byte	
"Tag_110"	%MB43	Byte	
"Tag_116"	%QW22	Word	

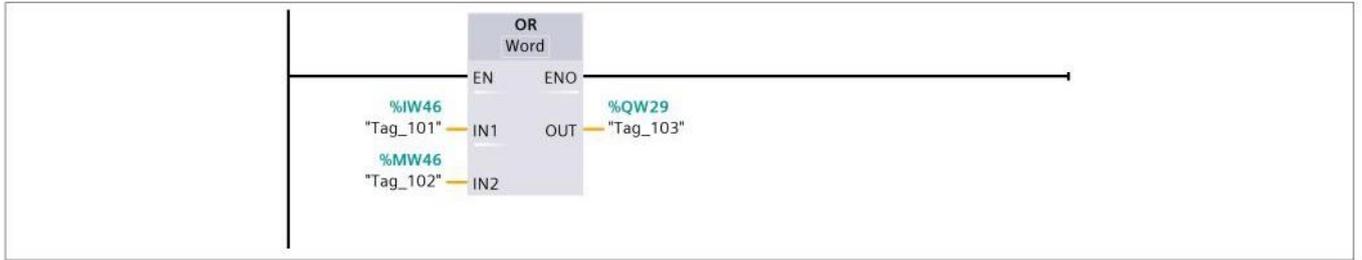
### Segmento 14: salidas 300

A diferencia del envío a SIMOCODE, aquí los canales de entrada SI son Word, por tanto el canal de resultado SI será la dirección del esclavo y NO una menos como en el caso anterior.



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"HMI_300_DO"	%MW44	Word	
"Salidas S7-300"	%QW27	Word	
"Tag_89"	%IW44	Word	

### Segmento 15: ASI y salidas 200



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_101"	%IW46	Word	
"Tag_102"	%MW46	Word	
"Tag_103"	%QW29	Word	

### Segmento 16: Activar el dato de envío modbus al contactor 1, desde HMI o desde 1500



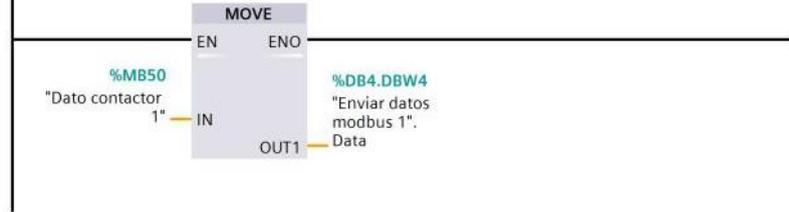
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"1500_Tesis1"	%I42.0	Bool	
"Bit_Tesis1"	%M50.1	Bool	
"HMI_Tesis1"	%M42.0	Bool	

### Segmento 17: Activar el dato de envío modbus al contactor 2, desde HMI o desde 1500



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"1500_Tesis2"	%I42.1	Bool	
"Bit_Tesis2"	%M51.1	Bool	
"HMI_Tesis2"	%M42.1	Bool	

### Segmento 18: Mover dato de contactor 1 al bloque de datos de envío de trama modbus



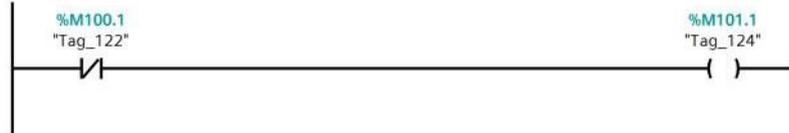
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Dato contactor 1"	%MB50	Byte	
"Enviar datos modbus 1".Data	%DB4.DBW4	Word	

**Segmento 19: Mover dato de contactor 2 al bloque de datos de envio de trama modbus**



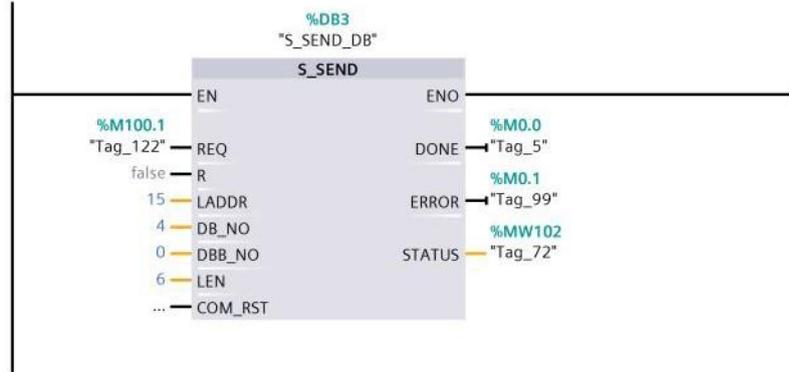
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Dato contactor 2"	%MB51	Byte	
"Enviar datos modbus 2".Data	%DB8.DBW4	Word	

**Segmento 20:**



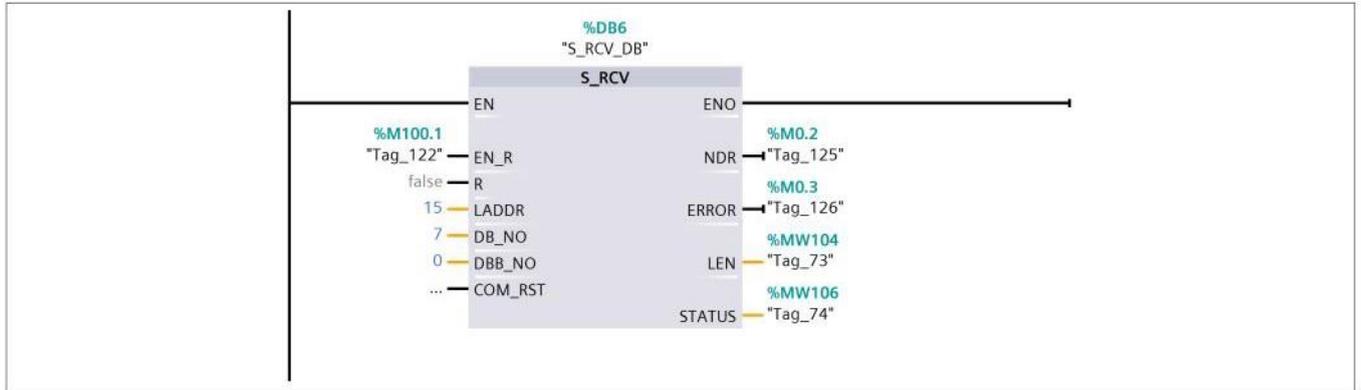
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_122"	%M100.1	Bool	
"Tag_124"	%M101.1	Bool	

**Segmento 21: Función de envio de trama modbus para escritura en contactor 1**



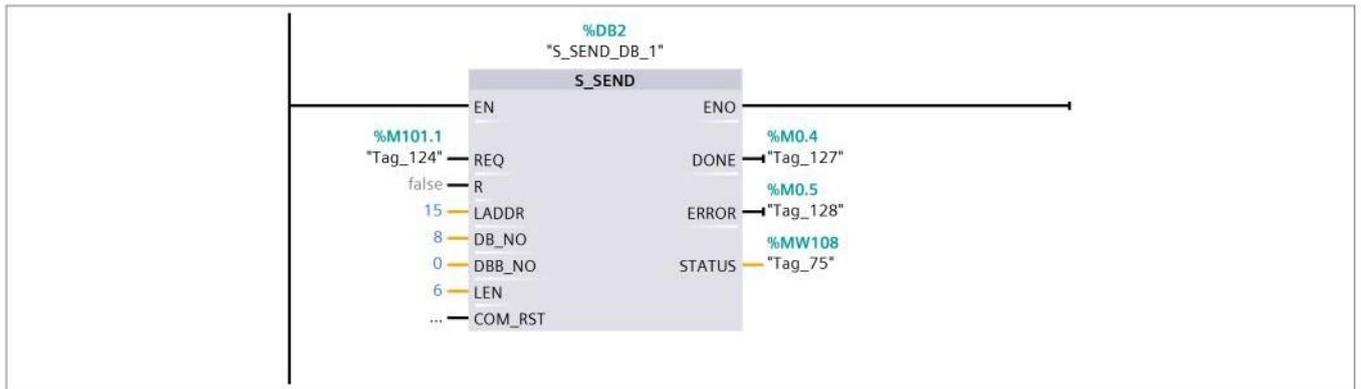
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_5"	%M0.0	Bool	
"Tag_72"	%MW102	Word	
"Tag_99"	%M0.1	Bool	
"Tag_122"	%M100.1	Bool	

### Segmento 22: Función de recepción modbus para el contactor 1



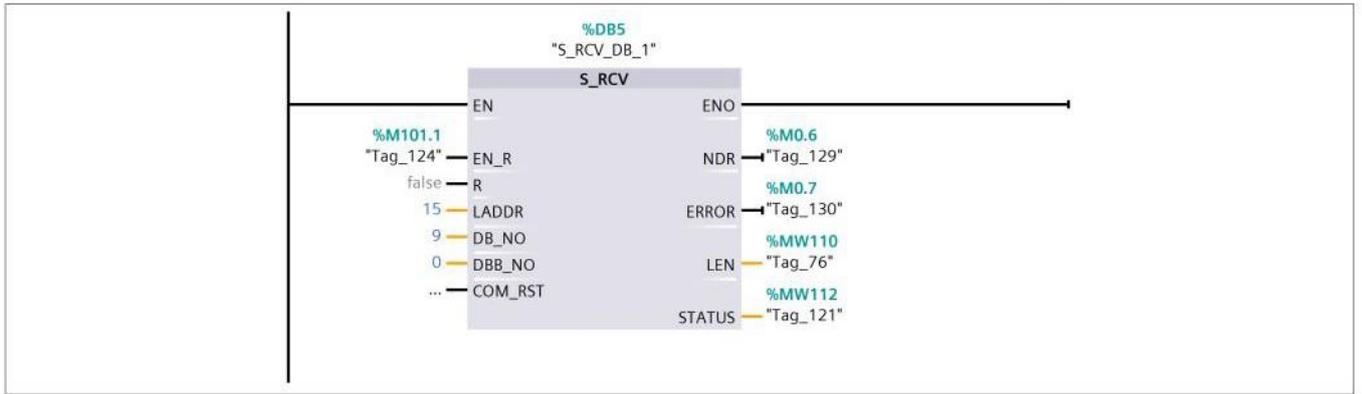
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_73"	%MW104	Int	
"Tag_74"	%MW106	Word	
"Tag_122"	%M100.1	Bool	
"Tag_125"	%M0.2	Bool	
"Tag_126"	%M0.3	Bool	

### Segmento 23: Función de envío de trama modbus para escritura en contactor 2



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_75"	%MW108	Word	
"Tag_124"	%M101.1	Bool	
"Tag_127"	%M0.4	Bool	
"Tag_128"	%M0.5	Bool	

### Segmento 24: Función de recepción modbus para el contactor 2



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_76"	%MW110	Int	
"Tag_121"	%MW112	Word	
"Tag_124"	%M101.1	Bool	
"Tag_129"	%M0.6	Bool	
"Tag_130"	%M0.7	Bool	

### Segmento 25: Reseteo SIMOCODE

SIMOCODE ha sido parametrizado para que enviando un 1 al bit Q23.6 se ejecute el reseteo. Ejecutaremos el reseteo al recibir una señal del bit I23.6 que corresponde a un fallo en SIMOCODE.



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Reset_Simocode"	%Q23.6	Bool	
"SIMOCODE_Fallo"	%I23.6	Bool	

### Segmento 26: Reseteo First\_cycle



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"First_cycle"	%M80.0	Bool	





# ANEXO F

LISTADO DE PROGRAMA S7-1200

## Main [OB1]

### Main Propiedades

#### General

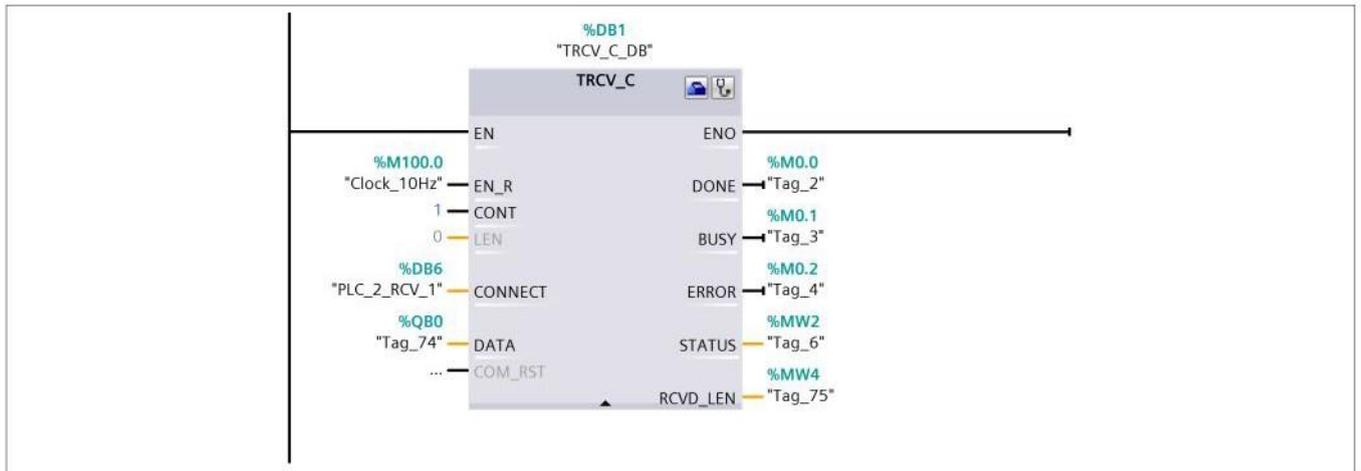
<b>Nombre</b>	Main	<b>Número</b>	1	<b>Tipo</b>	OB
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	automática		

#### Información

<b>Título</b>	Función para recibir los datos que vienen que vienen del 1500 y depositarlos en el canal de salidas	<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

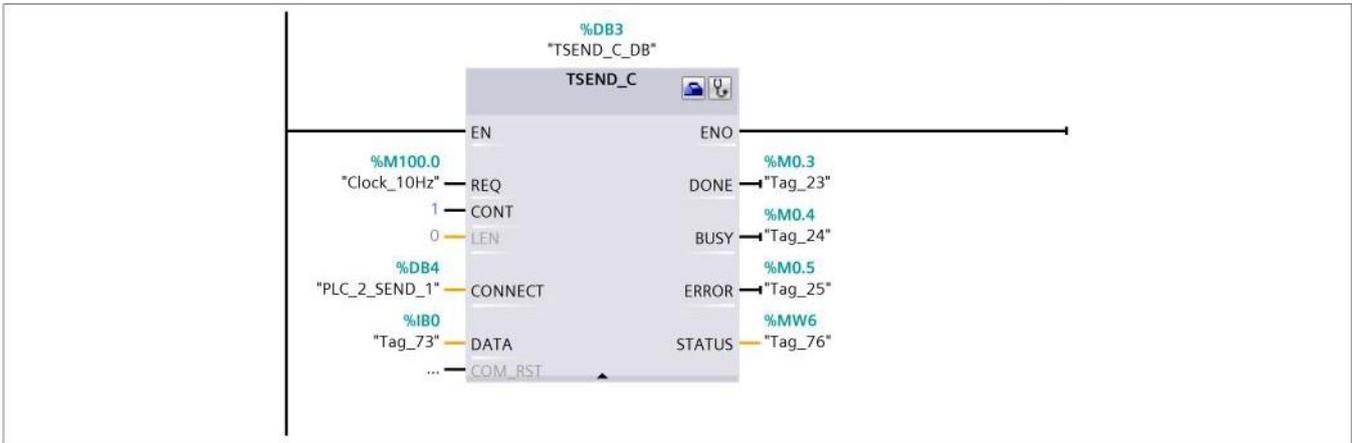
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
Temp			
Constant			

### Segmento 1:

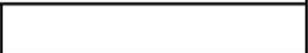
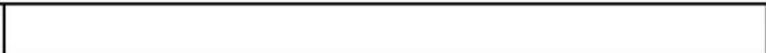
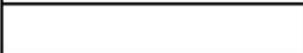


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Clock_10Hz"	%M100.0	Bool	
"Tag_2"	%M0.0	Bool	
"Tag_3"	%M0.1	Bool	
"Tag_4"	%M0.2	Bool	
"Tag_6"	%MW2	UInt	
"Tag_74"	%QB0	Byte	
"Tag_75"	%MW4	UInt	

### Segmento 2: Función para enviar al 1500 el canal de entradas



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Clock_10Hz"	%M100.0	Bool	
"Tag_23"	%M0.3	Bool	
"Tag_24"	%M0.4	Bool	
"Tag_25"	%M0.5	Bool	
"Tag_73"	%IB0	Byte	
"Tag_76"	%MW6	Word	





# ANEXO G

Listado de programa S7-300



## Main [OB1]

### Main Propiedades

#### General

Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	automática		

#### Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Comentario
▼ Temp				
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started
Constant				

### Segmento 1:

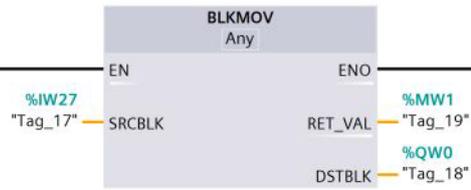
Mover canal de entradas del 300 (IB0 e IB1) al canal de comunicación con el maestro profibus (IM151-8). Canal de comunicación: salidas 27 y 28



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_5"	%IW0	Word	
"Tag_15"	%QW27	Word	
"Tag_16"	%MW0	Int	

### Segmento 2:

Mover canal de comunicación proveniente del maestro (I27 e I28) al canal de salidas del 300



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"Tag_17"	%IW27	Word	
"Tag_18"	%QW0	Word	
"Tag_19"	%MW1	Int	



# ANEXO H

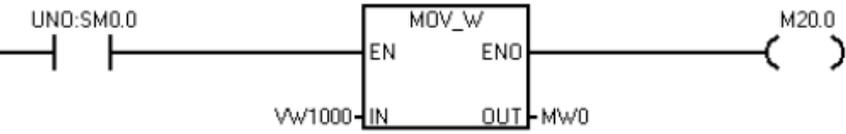
Listado de programa S7-200



**COMENTARIOS DEL PROGRAMA**

**Network 1**

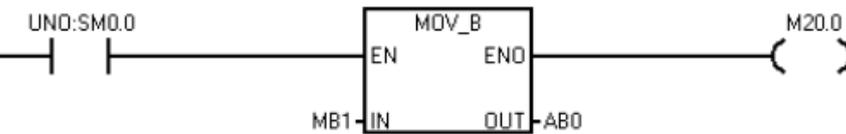
Recepción de datos del maestro  
-----  
El S7-300 escribe en el bufer de salidas (bandeja de entrada) que tiene una longitud de 2 bytes (desde la VB1000a la VB1002).  
Los 2 bytes de datos de recepción se almacenan en los bytes del area de marcas de la CPU desde MB0 a MB1.



Símbolo	Dirección	Comentario
UNO	SM0.0	MARCA ESPECIAL SIEMPRE A 1

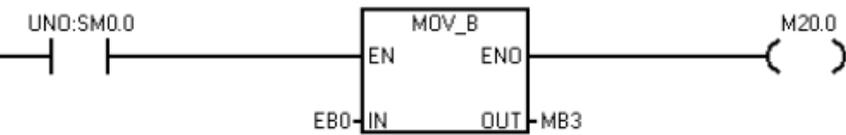
**Network 2**

Escribir en las salidas del 200  
-----  
El S7-200 recoge el byte de MB1 correspondiente a VB1001, y lo coloca en el byte de salidas del 200 (AB0)



**Network 3**

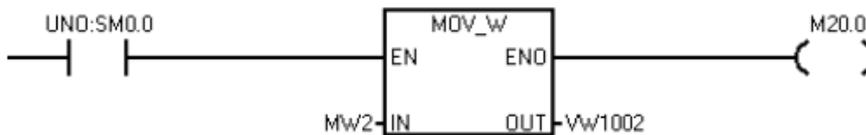
Envío del estado de las entradas del 200 al maestro profibus.  
-----  
El S7-200 deja el valor de sus entradas digitales en la zona de memoria MB3 correspondiente a VB1003, area de memoria de envío de datos al maestro profibus



Símbolo	Dirección	Comentario
UNO	SM0.0	MARCA ESPECIAL SIEMPRE A 1

#### Network 4

Envío de todos los datos (ASI y entradas 200) a la red profibus  
Los bytes MB2 (Datos ASI) y MB3 (Entradas 200) son enviados a la red profibus.



Símbolo	Dirección	Comentario
UNO	SM0.0	MARCA ESPECIAL SIEMPRE A 1

#### Network 5

Poner a 1 bit 7 de CP 243-2 (PLC\_RUN)

Con la marca especial SM0.1 (activa solamente durante el primer ciclo del PLC) se pone a uno mediante operación SET el bit 7 del byte de control del CP243-2. Con esta operación se indica al CP que el PLC se encuentra en estado "RUN".

El CP243-2 transmite el contenido del banco de salida 0 a todos los esclavos AS-i.



Símbolo	Dirección	Comentario
PLC_RUN	A2.7	BYTE DE CONTROL, SEÑAL A CP243-2 DE PLC A RUN
PRIMER_C...	SM0.1	BIT A 1 DURANTE EL PRIMER CICLO

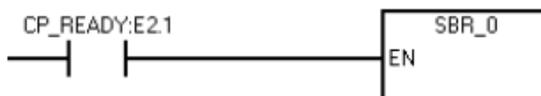
#### Network 6

La entrada E2.1 se corresponde con el bit 1 del byte de estado del CP243-2.

bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
0	asi_resp	0	0	0	0	CP_READY	ASI_MODE

Este bit nos indica que el CP esta listo para funcionar y permite la evaluación de los datos de E/S o de otras informaciones del CP.

Si bit CP\_READY = 1 -----> Llamada a subrutina 0 (lectura y escritura de los datos de los esclavos AS-i conectados)



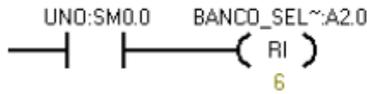
Símbolo	Dirección	Comentario
CP_READY	E2.1	BYTE DE ESTADO, INFORMACION CP243-2 LISTA PARA FUNCIONAR (1)

COMENTARIOS DE LA SUBROUTINA

**Network 1** Network Title

Selección Banco 0 (Esclavos 1 a 31)

Se ponen a "0" 6 bits desde A2.0 hasta A2.5 (ambos inclusive).  
De esta manera se selecciona el Banco 0, donde se encuentran las entradas binarias de los esclavos AS-i.



Símbolo	Dirección	Comentario
BANCO_SE...	A2.0	BYTE DE CONTROL, SELECCION BANCO CP243-2 - BIT 0
UNO	SM0.0	MARCA ESPECIAL SIEMPRE A 1

**Network 2**

LECTURA DE LAS ENTRADAS DE LOS ESCLAVOS AS-I

Transferencia de palabra en bloque para lectura de entradas de la botonera AS\_I.  
Las entradas están en AEW8 (dirección del esclavo 1) y se transfieren a VW100.

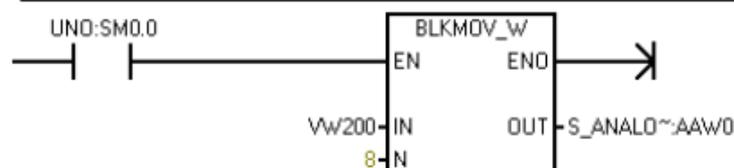


Símbolo	Dirección	Comentario
UNO	SM0.0	MARCA ESPECIAL SIEMPRE A 1

**Network 3**

ESCRITURA DE LAS SALIDAS DE LOS ESCLAVOS AS-I

Activación de la salida AS\_I por medio de la marca anterior en formato palabra para que sea compatible con el formato de la salida analógica.

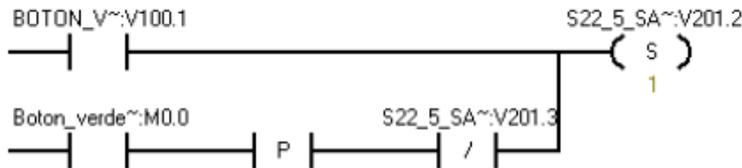


Símbolo	Dirección	Comentario
S_ANALOG...	AAW0	PALABRA 1 DE SALIDAS ANALOGICAS DEL BANCO 0 (CP243-2)
UNO	SM0.0	MARCA ESPECIAL SIEMPRE A 1

#### Network 4

**BOTONERA AS-I --> ESCLAVO AS-I Nº 1 activa ESCLAVO AS-I Nº 3**

Con el banco 0 seleccionado uso el boton verde de la botonera para activar la salida del esclavo 3, también la activo desde la HMI a no ser que inhabilite el control remoto desde la entrada del esclavo 3.

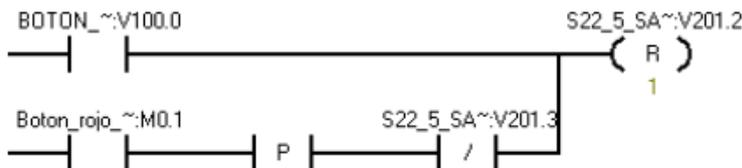


Símbolo	Dirección	Comentario
BOTON_V...	V100.1	ESCLAVO AS-I 1: BOTONERA ENTRADA 2 (BOTON VERDE)
Boton_verd...	M0.0	Boton verde proveniente de la HMI
S22_5_SAL...	V201.2	ESCLAVO AS-I 3: S22,5 SALIDA 1
S22_5_SAL...	V201.3	ESCLAVO AS-I 3: S22,5 SALIDA 2

#### Network 5

**BOTONERA AS-I --> ESCLAVO AS-I Nº 1 activa ESCLAVO AS-I Nº 3**

Con el banco 0 seleccionado uso el boton rojo de la botonera para desactivar la salida del esclavo 3, también la desactivo desde la HMI.



Símbolo	Dirección	Comentario
BOTON_R...	V100.0	ESCLAVO AS-I 1: BOTONERA ENTRADA 1 (BOTON ROJO)
Boton_rojo_...	M0.1	Boton rojo proveniente de la HMI
S22_5_SAL...	V201.2	ESCLAVO AS-I 3: S22,5 SALIDA 1
S22_5_SAL...	V201.3	ESCLAVO AS-I 3: S22,5 SALIDA 2

#### Network 6

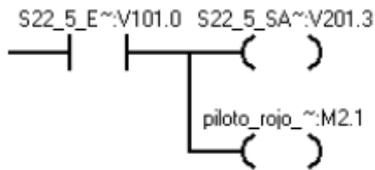
S22\_5\_SA~:V201.2 piloto\_verde~:M2.0



Símbolo	Dirección	Comentario
piloto_verd...	M2.0	
S22_5_SAL...	V201.2	ESCLAVO AS-I 3: S22,5 SALIDA 1

**Network 7**

Desde la entrada del esclavo 3 (Inhabilitar) enciendo la segunda salida de dicho esclavo (piloto rojo)

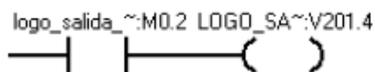


Símbolo	Dirección	Comentario
piloto_rojo...	M2.1	
S22_5_EN...	V101.0	ESCLAVO AS-I 3: S22,5 ENTRADA 1
S22_5_SA...	V201.3	ESCLAVO AS-I 3: S22,5 SALIDA 2

**Network 8**

LOGO! AS-I --> ESCLAVO AS-I N° 2  
=====

Envío a las salidas del LOGO los datos recibidos de la red profibus.



Símbolo	Dirección	Comentario
LOGO_SAL...	V201.4	ESCLAVO AS-I 2: LOGO SALIDA 1
logo_salida...	M0.2	

**Network 9**



Símbolo	Dirección	Comentario
LOGO_SAL...	V201.5	ESCLAVO AS-I 2: LOGO SALIDA 2
logo_salida...	M0.3	

**Network 10**



Símbolo	Dirección	Comentario
LOGO_SAL...	V201.6	ESCLAVO AS-I 2: LOGO SALIDA 3
logo_salida...	M0.4	

### Network 11



logo\_salida\_~:M0.5 LOGO\_SA~:V201.7



Símbolo	Dirección	Comentario
LOGO_SAL...	V201.7	ESCLAVO AS-I 2: LOGO SALIDA 4
logo_salida...	M0.5	

### Network 12

LOGO! AS-I ---> ESCLAVO AS-I Nº 2  
-----  
Envío a la red profibus los datos de las entradas digitales del LOGO!

LOGO\_EN~:V101.4 entrada\_log~:M2.2



Símbolo	Dirección	Comentario
entrada_log...	M2.2	
LOGO_EN...	V101.4	ESCLAVO AS-I 2: LOGO ENTRADA 1

### Network 13



LOGO\_EN~:V101.5 entrada\_log~:M2.3



Símbolo	Dirección	Comentario
entrada_log...	M2.3	
LOGO_EN...	V101.5	ESCLAVO AS-I 2: LOGO ENTRADA 2

### Network 14



LOGO\_EN~:V101.6 entrada\_log~:M2.4



Símbolo	Dirección	Comentario
entrada_log...	M2.4	
LOGO_EN...	V101.6	ESCLAVO AS-I 2: LOGO ENTRADA 3