



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

**“Diseño e implementación de un sistema SCADA utilizando
protocolos AS-Interface, Profibus - DP y Ethernet para las
estaciones de procesos del laboratorio de Redes Industriales y
Control de Procesos de la Escuela Politécnica del Ejército
Sede Latacunga”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**HARO FIERRO MAYRA ELIZABETH
NAVAS PAREDES MARÍA ALEJANDRA**

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO BIBLIOTECA ESPE-L LATACUNGA	
eni-	
No. 0260	Fecha: Sep. 24-2009
Precio: X X	Donación: <input checked="" type="checkbox"/>

Latacunga, septiembre 2009

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Nosotras, Mayra Elizabeth Haro Fierro

María Alejandra Navas Paredes

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO PROTOCOLOS AS-INTERFACE, PROFIBUS-DP Y ETHERNET PARA LAS ESTACIONES DE PROCESOS DEL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA" cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoria.

Latacunga, Septiembre 2009



Mayra Elizabeth Haro Fierro

CI: 1804017778



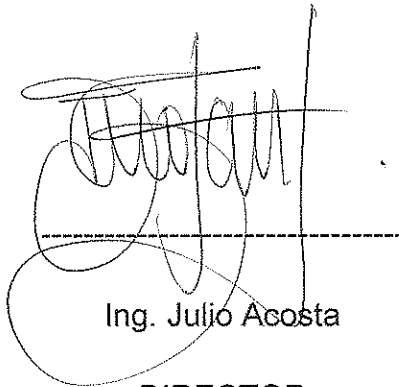
María Alejandra Navas Paredes

CI: 1804025599

CERTIFICACIÓN

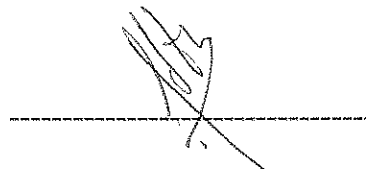
Certificamos que el presente proyecto de grado fue realizado en su totalidad por las señoritas HARO FIERRO MAYRA ELIZABETH y NAVAS PAREDES MARÍA ALEJANDRA, previo a la obtención de sus Títulos en Ingeniería Electrónica e Instrumentación.

Latacunga, septiembre 2009

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over a horizontal dashed line. The signature is highly cursive and difficult to read.

Ing. Julio Acosta

DIRECTOR

A smaller, more legible handwritten signature in black ink, written over a horizontal dashed line. The signature appears to be 'Fausto Tapia'.

Ing. Fausto Tapia

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a un gran amigo, el Ingeniero *Fernando Cuaspud* por su importante colaboración guiándonos durante las fases de programación y pruebas de los distintos dispositivos utilizados en el presente proyecto.

A la Escuela Politécnica del Ejército, por los conocimientos adquiridos en nuestra formación profesional, y a los Ingenieros Julio Acosta y Fausto Tapia, por su siempre tan acertada dirección y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

DEDICATORIA

A Dios por su guía y cuidado, a mis padres por su amor y apoyo incondicional durante el largo recorrido hacia mi meta. A mi hermano que dibujó una sonrisa en mi rostro en los momentos más difíciles.

Mayra

A Dios por su amparo, a mis padres compendio de amor y comprensión, a mis hermanos por su cuidado y apoyo y a mis sobrin@s que con su presencia alegran mi vida.

Alejandra

RESUMEN

El presente proyecto esta basado en tres filosofías de control para realizar un sistema SCADA de las cuatro estaciones didácticas que posee el laboratorio de Redes industriales y Control de Procesos:

Estación de Presión Modelo 3501

Estación de Flujo Modelo 3502

Estación de Temperatura Modelo 3504,

Estación de Nivel Modelo 3603

Mediante el uso de los distintos protocolos como son AS-interface, Profibus DP y Ethernet se realizó las comunicaciones entre los diferentes niveles basados en la pirámide CIM. Para lo cual se utilizaron los siguientes módulos por cada estación:

Modulo AS-interface-maestro CP 243-2 para el nivel Sensor-Actuador.

Modulo AS-interface de Entradas analógicas

Modulo AS-interface de Salidas analógicas.

Fuente de Alimentación As-interface 3A

Modulo Profibus EM277 para el nivel de Campo y Proceso.

Modulo de Ethernet CP 243-1 para el nivel de Gestión

Conjuntamente con cuatro PLC S7-200, 1 S7-300, 1 Touch panel, 1 PC (HMI); y las respectivas protecciones a las entradas de las fuentes y los PLC's.

En la primera Filosofía de control se realizo una red PPI en la cual el maestro de la red es el PLC S7-200 de la estación de presión en éste se efectuó la programación en el software STEP7/Microwin utilizando el Asistente NETR/NETW para la comunicación PPI, Asistente AS-interface para la comunicación con los módulos de entradas y salidas y el Asisten PID para el control al cual ingresan la señal del sensor que va al modulo de entradas analógicas y se genera la señal al actuador mediante el modulo de salidas

análogas de igual forma se utilizó funciones de operaciones aritméticas para realizar la relación entre set points, en la cual dependiendo del Set point ingresado en dicha estación se realizarán las operaciones para los otros set point de tal manera que se modifican y comienza a realizarse el control PID con dichos set point en las otras estaciones; los tres PLC's S7-200 de las estaciones de nivel, flujo y temperatura son los esclavos de la red PPI los cuales simplemente reciben la información de los set point mediante la red y poseen una programación más sencilla en la cual solo constan los asistentes PID.

En la segunda filosofía de control se implementa una red Profibus en la cual los maestros son cada uno de los PLC's S7-200 programados de la misma forma que los asistentes de la primera filosofía utilizando el software STEP7/Microwin omitiendo el asistente NETR/NETW que solo se utiliza para configurar una red PPI, en el PLC S7-300 se programó solo para almacenar la información de todas las estaciones como son el valor de consigna, variable manipulada, variable del proceso y las constantes de control (tiempo integral, derivativo, ganancia), es decir el S7-300 solo funciona de recolector de datos para la recepción de información desde los S7-200 y de envío de información desde la touch panel.

Para la tercera Filosofía el S7-300 es el maestro de la red donde se realiza la programación mediante el software SIMATIC MANAGER para el control PID de las estaciones, los S7-200 solo reciben la información del S7-300 y la envían a las estaciones mediante los módulos AS-interface antes mencionados.

Para la visualización de los SCADA se utilizó el software Wincc Flexible en el cual se realizó las diferentes pantallas de visualización del proceso como por ejemplo avisos de alarmas, gráfica de curvas, control PID (ingreso de las constantes y set point) tanto para la PC como para la touch panel, la comunicación con la PC se realizó mediante el Asistente Ethernet que se

programo en los S7-200 de cada una de las estaciones y en las tres filosofías de control, conjuntamente con el uso del software PC-Access como OPC; y para la touch panel solo fue necesario el direccionamiento de las variables. Todos los equipos que se utilizaron fueron empotrados en un tablero doble fondo para su presentación.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

1.1.-	INTRODUCCIÓN	1
1.2.-	AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS	1
1.2.1.-	TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	2
1.2.1.1.-	Fija	2
1.2.1.2.-	Programable	3
1.2.1.3.-	Flexible	2
1.2.2.-	SENSORES Y TRANSDUCTORES	3
1.2.2.1.-	Clasificación	3
1.2.3.-	PLC	4
1.2.3.1.-	Partes de un controlador lógico programable	5
1.2.3.2.-	Programación	10
1.3.-	ESTACIONES DE PROCESOS	10
1.3.1.-	ESTACIÓN DE PRESIÓN MODELO 3501	11
1.3.2.-	ESTACIÓN DE FLUJO MODELO 3502	12
1.3.3.-	ESTACIÓN DE NIVEL MODELO 3503	12
1.3.4.-	ESTACIÓN DE TEMPERATURA MODELO 3504	13
1.4.-	TRANSMISORES	14
1.4.1.-	TRANSMISORES NEUMÁTICOS	14
1.4.2.-	TRANSMISORES ELECTRÓNICOS	14
1.4.3.-	TRANSMISORES INTELIGENTES	15
1.5.-	REDES INDUSTRIALES	19
1.5.1.-	CLASIFICACIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES	19
1.5.1.1.-	Buses actuadores y sensores	20
1.5.1.2.-	Buses de campo	20

1.5.2.-	COMPONENTES DE LAS REDES INDUSTRIALES	20
1.5.2.1.-	Bridge	20
1.5.2.2.-	Repetidor	20
1.5.2.3.-	Gateway	21
1.5.2.4.-	Enrutadores	21
1.5.3.-	TOPOLOGÍAS DE REDES INDUSTRIALES	21
1.5.3.1.-	Red Bus o Lineal	21
1.5.3.2.-	Red Estrella	22
1.5.3.3.-	Red Híbrida	22
1.5.4.-	BENEFICIOS DE UNA RED INDUSTRIAL	23
1.5.5.-	REDES INDUSTRIALES CON PLC	23
1.6.-	BUSES DE CAMPO Y PROTOCOLOS	24
1.6.1.-	VENTAJAS DE LOS BUSES DE CAMPO	24
1.6.2.-	DESVENTAJAS DE UN BUS DE CAMPO	26
1.6.3.-	CLASIFICACIÓN DE LOS BUSES DE CAMPO	26
1.6.3.1.-	Buses de alta velocidad y baja funcionalidad	26
1.6.3.2.-	<i>Buses de alta velocidad y funcionalidad media</i>	27
1.6.3.3.-	Buses de altas prestaciones	27
1.6.3.4.-	Buses para áreas de seguridad intrínseca	28
1.7.-	SISTEMAS SCADA	32
1.7.1.-	NECESIDADES DE UN SISTEMA SCADA	34
1.7.2.-	FUNCIONES	34
1.7.3.-	SOLUCIONES DE HARDWARE	35
1.7.4.-	COMPONENTES DEL SISTEMA	35
1.7.4.1.-	Estación Maestra o MTU	36
1.7.4.2.-	Interfaz Humano-Máquina	37
1.7.4.3.-	Infraestructura y Métodos de Comunicación	38
1.7.4.4.-	Unidad Remota de Telemetría o RTU	39
1.7.5.-	PRESTACIONES ADICIONALES EN SCADA'S	40

CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

2.1.-	REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	42
2.2.-	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA	42
2.3.-	SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA	45
2.4.-	DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LAS REDES DE CADA NIVEL DEL SISTEMA SCADA	47
2.4.1.-	DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE SENSOR – ACTUADOR	47
2.4.1.1.-	Configuración de los elementos de red la AS-Interface	47
2.4.2.-	DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE CAMPO Y PROCESO	48
2.4.2.1.-	Configuración de los elementos de la red Profibus-DP	49
2.4.3.-	DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE CONTROL	50
2.4.4.-	DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE GESTIÓN	50
2.5.-	DISEÑO DE SOFTWARE DE CONTROL EN EL PLC	51
2.5.1.-	PRIMERA FILOSOFÍA DE CONTROL	51
2.5.1.1.-	Diseño de software de control a nivel de sensor - actuador	51
2.5.1.2.-	Diseño de software de control a nivel de campo y proceso	52
2.5.1.3.-	Diseño de software de control a nivel de control	52
2.5.2.-	SEGUNDA FILOSOFÍA DE CONTROL	53
2.5.2.1.-	Diseño de software de control a nivel de sensor - actuador	53
2.5.2.2.-	Diseño de software de control a nivel de campo y proceso	53
2.5.2.3.-	Diseño de software de control a nivel de control	53
2.5.3.-	TERCERA FILOSOFÍA DE CONTROL	54
2.5.3.1.-	Diseño de software de control a nivel de sensor - actuador	54
2.5.3.2.-	Diseño de software de control a nivel de campo y proceso	54
2.5.3.3.-	Diseño de software de control a nivel de control	56
2.6.-	DISEÑO DEL PROTOTIPO HMI	56

CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA SCADA EN LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS

3.1.-	DISEÑO DE TABLERO ELÉCTRICO	65
3.2.-	DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA	66
3.3.-	PRUEBAS EXPERIMENTALES DEL SISTEMA	67
3.3.1.-	PRUEBA DE COMUNICACIÓN EN LA RED AS-i	67
3.3.2.-	PRUEBA DE COMUNICACIÓN EN LA RED PROFIBUS-DP	68
3.3.3.-	PRUEBA DE COMUNICACIÓN EN LA RED ETHERNET	71
3.3.4.-	PRUEBA DE SINTONIZACIÓN DEL CONTROL PID	72
3.3.5.-	PRUEBAS EN EL CONTROL PID	74
3.3.5.1.-	Prueba escalón en las estaciones	74
3.3.5.2.-	Prueba rampa en las estaciones	76
3.4.-	ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO	78
3.5.-	ALCANCES Y LIMITACIONES	80

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.-	CONCLUSIONES	82
4.2.-	RECOMENDACIONES	83
4.3.-	BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES	84
4.4.-	ANEXOS	85
	A.- Glosario	
	B.- Planos y diagramas de conexión.	

- PI&D
- Diagramas Eléctricos
- Tablero Eléctrico

C.- Hojas Técnicas

D.- Manual para implementación del sistema SCADA

INTRODUCCIÓN

En el laboratorio de Redes industriales y Control de Procesos existen cuatro estaciones de control de los distintos procesos industriales como son: temperatura, presión, flujo y nivel. Para realizar el control lo hacen autónomamente o a través de un computador. El control autónomo lo realiza con el controlador digital FOXBORO serie 761-C y el control a través de la computadora utilizando comunicación RS485.

Por tal motivo, en el presente proyecto, se ha planteado como objetivo fundamental diseñar e implementar un Sistema SCADA utilizando para ello el software WinCC con el que se va monitorear, supervisar y controlar los procesos existentes en el Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga.

En el presente proyecto, vamos a utilizar los medios eléctricos y electrónicos auxiliares para realizar el control de cada proceso, es decir que para realizar el control de los procesos industriales simulados por las estaciones no se van a utilizar los controladores digitales instalados en cada una de ellas, sino que cada proceso estará controlado por un PLC. Todos los PLC's estarán conectados a un PLC master que recogerá la información generada por cada uno de los procesos y estará conectada a un computador en donde con ayuda del software WinCC se podrá monitorear, supervisar y controlar cada uno de los procesos de manera independiente.

En el presente trabajo se han elaborado cuatro capítulos en los cuales se detalla el funcionamiento del proyecto para su mejor comprensión.

En el capítulo I se hace referencia a la parte teórica del proyecto, como son definiciones básicas sobre automatización, redes industriales, transmisores y sistemas SCADA.

En el capítulo II se detalla el diseño del sistema SCADA, en cada uno de sus niveles, que se implementará en el laboratorio de Redes industriales y Control de Procesos.

En el capítulo III se hace una descripción física del sistema y las pruebas experimentales necesarias para conocer el funcionamiento del sistema.

En el capítulo IV se presentan las conclusiones obtenidas tras la finalización del proyecto y se hace las distintas recomendaciones.

CAPÍTULO I.-

ANTECEDENTES

1.1.- INTRODUCCIÓN

La tecnología incide directamente en el rendimiento eficiente, a lo que se refiere en cantidad y tiempos de producción, de cualquier industria por lo que estar a la par en conocimientos con la innovación de la misma es imprescindible. La automatización de procesos industriales se hace indispensable ya que hoy en día en todas las diferentes áreas productivas se requieren de dichos procesos con la finalidad de recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable desde los equipos de campo: estados de dispositivos, magnitud de variables. Y de acuerdo a los programas realizados, se pueda ejecutar acciones de control en forma automática, incluyendo el disparo de alarmas, históricos, etc.

Para ello es completamente necesario tener un laboratorio de Redes Industriales y de Control de Procesos con equipos que presten su máxima utilidad, cosa que hoy por hoy no es posible ya que las estaciones en donde el estudiante va a realizar las prácticas no funcionan adecuadamente.

1.2.- AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

Es un conjunto de técnicas que involucran la aplicación e integración de sistemas mecánicos, eléctricos-electrónicos, unidos con los controladores lógicos programables (PLCs) para operar y controlar diferentes tipos de sistemas industriales de forma autónoma. Es un área en la que confluyen diferentes disciplinas para la solución de problemas industriales. Los problemas de eficiencia, productividad, calidad, decisiones estratégicas y

diseño de procesos, tanto en el ámbito de producción y planta como a nivel gerencial, son también problemas de Automatización Industrial.

En el contexto industrial, la automatización es una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos, electrónicos basados en la informática en la operación y control de la producción. Este concepto debe incluir el uso de robots. El robot industrial forma parte del progresivo desarrollo de la automatización industrial, favorecido notablemente por el avance de las técnicas de control por computadora, y contribuye de manera decisiva a la automatización en los procesos de fabricación de series de mediana y pequeña escala.¹

1.2.1.- TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL²

1.2.1.1.- Fija

Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por lo tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar productos o componentes de éstos con alto rendimiento y elevadas tasas de producción.

1.2.1.2.- Programable

Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de productos a obtener. En este caso, el equipo de producción está diseñado para ser adaptable a variaciones en la configuración del producto. Esta característica de adaptabilidad se logra haciendo funcionar el equipo bajo el control de un programa de instrucciones para el producto dado. La producción se obtiene por lotes.

1.2.1.3.- Flexible

Es una categoría situada entre las dos anteriores. Se ha comprobado que es más adecuada para el rango medio de producción. Con este tipo de automatización pueden obtenerse simultáneamente varios tipos de producto, en el mismo sistema de fabricación.

¹ [www.peocitfes.com/automatizacion industrial](http://www.peocitfes.com/automatizacion%20industrial)

² www.monografias.com/trabajos16/estrategia-produccion/estrategia-produccion.shtml

Al hablar sobre automatización industrial ineludiblemente se debe hablar de sensores, transductores y PLC's.

1.2.2.- SENSORES Y TRANSDUCTORES

Se denomina sensor a todo elemento o dispositivo que es capaz de detectar señales físicas como temperatura, posición, longitud, velocidad, tamaño etc. y transformarlas en señales eléctricas.

Los transductores se trata de aparatos o dispositivos capaces de convertir energía, o algún atributo físico particular, en información, ya sea en parámetros, señales, etc. Dada su función, son de vital importancia, constituyendo el núcleo de los sistemas de control.

1.2.2.1.- Clasificación³

Dentro de las numerosas clasificaciones, destaca aquella que enmarca los tipos según los parámetros medidos. Según ello, se establece que los principales tipos de transductores eléctricos quedan agrupados según la magnitud a medir:

- Posición
- Velocidad Angular
- Proximidad
- Fuerza Mecánica
- Presión
- Temperatura
- Flujo
- Nivel de líquido
- Visión

³ TRANSDUCTORES ELÉCTRICOS PARA CONTROL, Daniel Herrmann y Felipe Larraín

1.2.3.- CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

También conocidos como autómatas programables, a los que se los define como un microprocesador que es utilizado para controlar procesos industriales secuenciales en tiempo real en medios físicos adversos o no accesibles para un operario.⁴

Una aplicación corriendo en un PLC puede ser interpretada como un tablero electromecánico convencional con una cantidad de relés, temporizadores y contadores en su interior, solo que ahora estos elementos serán simulados electrónicamente y entonces comienzan a aparecer las primeras ventajas.

1. El conexionado de estos elementos no se hará con cables sino en su gran mayoría mediante el programa, con la consecuente disminución de la mano de obra y tiempo de cableado.
2. La cantidad de contactos normales cerrados o normales abiertos por cada elemento simulado, o por cada elemento real conectado al equipo (por ejemplo llaves, límites de carrera, sensores, etc.), tienen una sola limitación que es la capacidad del controlador elegido, lo que en general es inmensamente superior al de los aparatos de maniobra eléctricos reales.
3. En los contactos programados, realizados por la lógica del PLC no hay posibilidad de contactos sucios o bornes flojos, lo que lleva al mantenimiento una mínima expresión.
4. Al no tratarse de un equipo dedicado exclusivamente a una aplicación, es posible adecuarlo a cualquier tipo de maquina o proceso con solo desarrollar el programa adecuado.
5. Soportan sin problemas ruidos eléctricos, magnetismo, vibraciones y no necesitan de un ambiente especialmente acondicionado para funcionar.⁵

4 Documento de estudio de la asignatura de PLC

5 CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES, Maccarrone Gustavo

1.2.3.1.- PARTES DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (Ver figura 1.1)

- Fuente de alimentación.
- Unidad central de procesos (CPU).
- Memoria.
- Interfases de entrada.
- Interfases de salida.
- Unidad o dispositivo de programación.

Al aumentar la complejidad de los equipos, podrán tener además interfases de comunicación con otros programadores y con computadoras, y módulos de funciones especiales.

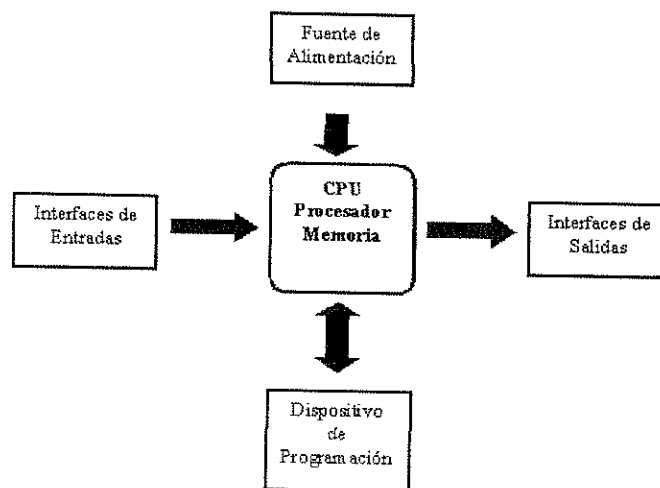


FIGURA 1.1.- Partes de un controlador lógico programable

- Fuente de alimentación:

Es la encargada de tomar la energía eléctrica de las líneas, transformarla, rectificarla filtrarla y regularla para entregar la tensión requerida para el correcto funcionamiento del controlador.

- Unidad central de procesos (CPU)

Esta ejecuta todas las operaciones lógicas y/o aritméticas que requiere el controlador. Estas operaciones son realizadas por microprocesadores.

Es fundamental aclarar que el aprovechamiento de la capacidad de un microprocesador está dado por un programa llamado sistema operativo, que es un componente básico del controlador programable. Dos fabricantes de PLCs pueden usar el mismo microprocesador con diferentes sistemas operativos, lo que determinará distintas características para cada equipo.

Una CPU con microprocesador es capaz de realizar cuatro tipos básicos de operaciones:

1. Aritméticas y lógicas tales como suma, resta, AND, OR, etc.
2. Operaciones de saltos que hacen posible pasar de una posición a otra de un programa.
3. Operaciones de lectura y modificación de contenidos de memoria.
4. Operaciones de entradas / salidas que hacen que el sistema pueda comunicarse con el mundo exterior.

La "potencia" del microprocesador puede ser valorada en términos del número y de la variedad de instrucciones a las que puede responder. Hay un límite basada en el tamaño de los registros del microprocesador en los que se almacenan instrucciones. Esta diferencia influye también en la velocidad con que se realizan las operaciones lógicas y matemáticas. Básicamente la CPU realiza el control interno y externo del autómata y la interpretación de las instrucciones del programa a partir de las instrucciones almacenadas en la memoria y de los datos que recibe de las entradas, genera las señales de las salidas.

- Memorias

La memoria se divide en dos bloques, la memoria de solo lectura o ROM (*Read Only Memory*) y la memoria de lectura y escritura o RAM (*Random Access Memory*).

En la memoria ROM se almacenan programas para el correcto funcionamiento del sistema, como el programa de comprobación de la puesta en marcha y el programa de exploración de la memoria RAM.

RAM (Random Access Memory)

El programa se almacena en memorias RAM soportadas por batería, pero con la posibilidad de transferir, en forma automática, datos a memorias que permanezcan inalterables ante falta de energía.

Otra aplicación posible es la de mantener en la memoria del módulo una cantidad de recetas de distintos productos a elaborar. Las recetas se podrán descargar a pedido del operador en el momento adecuado, modificando posiciones de memoria requeridas del controlador. Se pueden crear menús para facilitar el trabajo del operador.

La memoria RAM a su vez puede dividirse en dos áreas:

- Memoria de datos, en la que se almacena la información de los estados de las entradas y salidas y de variables internas.
- Memoria de usuario, en la que se almacena el programa con el que trabajará el autómeta.

ROM (Read Only Memory)

En ésta se puede leer su contenido, pero no se puede escribir, los datos e instrucciones los graba el fabricante y el usuario no puede alterar su contenido. La información se mantiene ante la de alimentación.

EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

Usando un equipo especial, las EPROM pueden programarse luego de su fabricación y ser usadas para almacenamiento por largos periodos de tiempo.

Este tipo de memoria tiene la ventaja de poder ser borrada y reprogramada. Para borrarla, se la debe exponer a una fuente de luz ultravioleta.

Las EPROM proveen una excelente solución cuando se requiere almacenamiento de programas de aplicación que no van a sufrir modificaciones posteriores.

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)

Estas memorias pueden ser borradas aplicando tensión a una de las patas del chip.

Proveen almacenamiento no volátil y es posible programarla con elementos convencionales, para reprogramarla o realizar algún cambio debe ser borrada en su totalidad antes de escribir un nuevo dato. Tiene un límite máximo de operaciones borrado/escritura. A pesar de esto, es usada en muchos controladores medianos y grandes.

Una vez programada solo se borra mediante un programa que es puede usar desde la PC. Es menos usada que las ROM o EPROM.

- Entradas / Salidas.

Dentro de la estructura del controlador programable, las interfases o adaptadores de entradas y salidas cumplen la función de conectar el equipo con "la vida exterior" de la CPU. Todas las señales provenientes del campo son informadas a la CPU luego de ser captadas por los adaptadores de entrada y a su vez, las órdenes generadas por la CPU son comunicadas a los elementos del proceso bajo control.

En los controladores programables más sencillos, las interfases de entrada se encargan de convertir la tensión que reciben de sensores, límites de carrera, pulsadores, llaves, etc., en un nivel de tensión apropiado para la operación de la CPU. De la misma manera, las interfases de salida permiten, partiendo de señales de baja tensión originadas en la CPU, comandar contactores, solenoides de válvulas, arrancadores de motores, etc., valiéndose de elementos que los puedan manejar, tales como triacs, relés o transistores de potencia. (Ver Figura 1.2)

Las entradas pueden ser de corriente entrante o saliente se denominan source o sink respectivamente en ese caso se debe cambiar el común de negativo a positivo

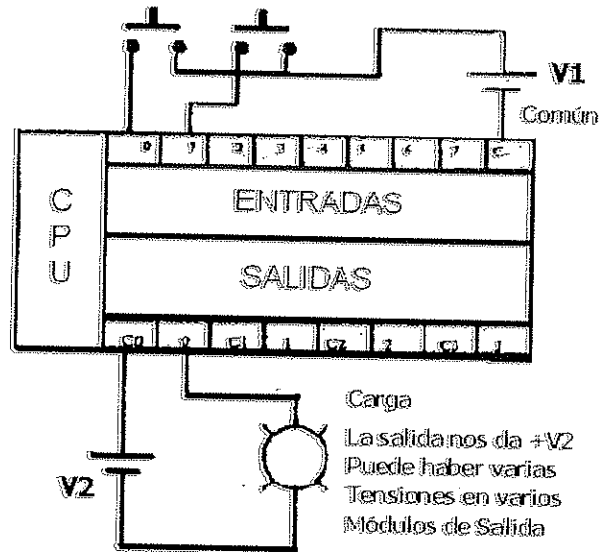


FIGURA 1.2.- Esquema básico de Cableado de entradas y salidas

A medida que la complejidad del PLC aumenta, es necesario contar con otro tipo de interfases que puedan interpretar señales analógicas provenientes del proceso y emitir las como salidas.

- Unidad de programación

La unidad de programación es el medio material del que se auxilia el programador para grabar o introducir en la memoria de usuario las instrucciones del programa. Pero esta unidad realiza otras tareas fundamentales. La gama de funciones que son capaces de ejecutar los equipos de programación son múltiples y variados, aumentando el tipo de éstas e razón directa a la complejidad del equipo. Las funciones básicas de estos son:

Programación:

- Introducción de instrucciones (programa)
- Búsqueda de instrucciones o posiciones de memoria
- Modificación del programa (borrado de instrucciones,
- Inserción de instrucciones, modificación de instrucciones)
- Detección de errores de sintaxis o formato
- Visualización del programa de usuario o parte del mismo, contenido

en la memoria de usuario

- Forzamiento del estado de marcas, registros, contadores, temporizadores, etc.

1.2.3.2.- PROGRAMACIÓN

La programación de un PLC consiste en llevar un problema de automatización real a un diagrama funcional de distintos tipos según sea la conveniencia del programador. Este se lo escribe para adaptar el controlador programable a su aplicación específica. Este programa se codifica según varios lenguajes siempre que la capacidad del PLC lo permita.

1. Programación mediante mnemónicos, simples secuencias de caracteres que indican las operaciones que se desea que el programa del usuario realice.
2. Programación gráfica mediante diagrama escalera, ladder (en inglés) asemejando los circuitos de contactos de relés.
3. Programación mediante funciones lógicas tales como las compuertas and, or, nor, nand, etc.
4. Programación mediante lenguaje estructurado, en general muy semejante al pascal.
5. Programación mediante estados y acciones mediante el sistema GRAFCET.

1.3.- ESTACIONES DE PROCESOS

Las estaciones de procesos utilizadas en el laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga son puestos de trabajo autónomos diseñados para desarrollar prácticas de control de procesos de temperatura, presión, flujo y nivel. Las estaciones pueden operar independientemente, o pueden ser interconectadas en varias configuraciones

para simular. En estas estaciones se puede realizar los siguientes tipos de control: proporcional, integral, derivativo y PID.

Procesos más complejos. La estación de Flujo y Nivel, utilizan el agua como medio de comunicación del proceso, mientras la estación de presión y de temperatura utilizan aire. (Las estaciones incluyen un controlador FOXBORO)

1.3.1.- ESTACIÓN DE PRESIÓN MODELO 3501 ⁶

La estación de Proceso de Presión, Modelo 3501, consta de dos tanques de 7.5-l (2 galones americanos), un regulador de la presión atmosférica, una válvula de descarga conectada a un silenciador, una válvula neumática para el control de flujo de aire. Todos los dispositivos tienen sus conexiones en el panel de control principal de la estación. Cada uno de los dispositivos permite a los estudiantes conectarlos independientemente según la configuración que se vaya a usar. También incluye un indicador graduado de kPa/psi, un transmisor de presión electrónico, un conversor de corriente a presión (I/P). (Ver figura 1.3)

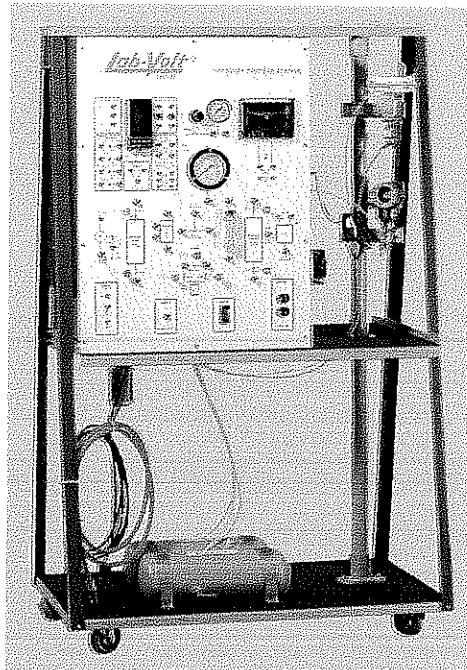


FIGURA 1.3.- Estación de Presión Modelo 3501

1.3.2.- ESTACIÓN DE FLUJO MODELO 3502

La estación de Proceso de Flujo (figura 1.4) consiste de una bomba centrífuga, un depósito de agua de 75 litros, bomba de frecuencia variable, válvulas manuales y una tubería indicadora del proceso hecha de termoplástico claro (PVC). La estación también tiene un medidor de flujo, un transmisor de presión diferencial. El transmisor de D/P (presión diferencial) está montado en el lado de la estación.

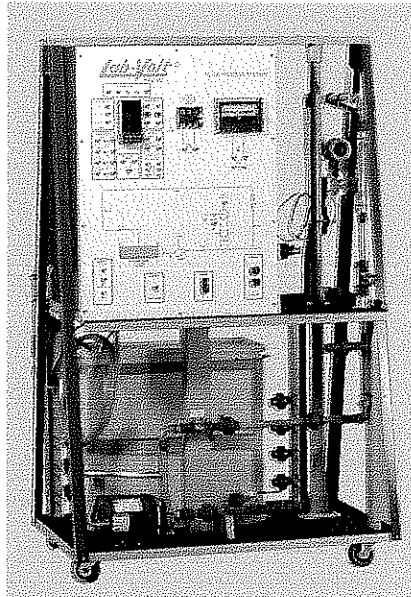


FIGURA 1.4.- Estación de Flujo Modelo 3502

1.3.3.- ESTACIÓN DE NIVEL MODELO 3503

La estación de nivel (figura 1.5) consiste en una bomba centrífuga, un depósito de agua la bomba centrífuga, un depósito de agua de 20cm el diámetro. Tiene una tubería indicadora del proceso hecha en termoplástico. La columna nivelada es hecha de plexiglás. Al fondo de la columna hay dos válvulas que permiten la conexión con el transmisor de D/P, también tiene dos manómetros optativos.

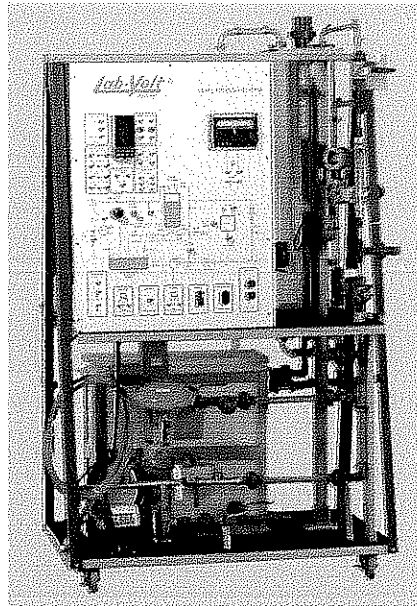


FIGURA 1.5.- Estación de Nivel Modelo 3503

1.3.4.- ESTACIÓN DE TEMPERATURA MODELO 3504

La estación de proceso de temperatura (figura 1.6), principalmente consiste en un horno incorporado de 20 a 200°C (70 a 400°F), inyector de la refrigeración por aire. El sensado de la temperatura del horno para realizar el control puede realizarse con una RTD o una termocupla tipo J; estos dos sensores tienen conexiones en el transmisor (para elegir cualquiera de estos sensores se los hace configurado los dip-switchs del transmisor).

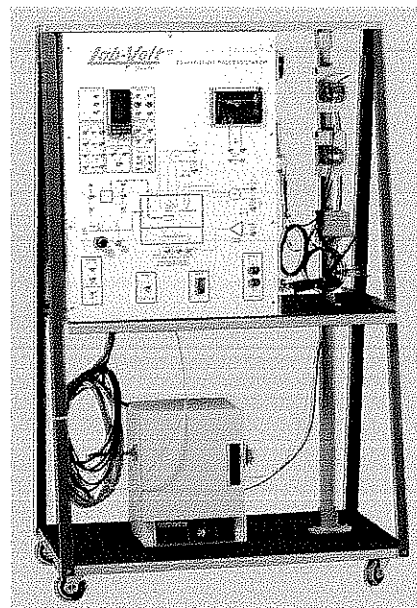


FIGURA 1.6.- Estación de Temperatura Modelo 3504

1.4.- TRANSMISORES ⁷

Los transmisores son instrumentos que captan la variable del proceso y la transmiten a distancia a un instrumento receptor indicador, registrador o controlador o una combinación de estos. Existen varios tipos de señales de transmisión: neumáticas, electrónicas, digitales, hidráulicas y telemétricas. Las más empleadas a nivel industrial son las tres primeras, las señales hidráulicas se utilizan ocasionalmente cuando se necesita una gran potencia y las señales telemétricas se emplean cuando hay una distancia de varios kilómetros entre el transmisor y el receptor.

1.4.1.- TRANSMISORES NEUMÁTICOS

Los transmisores neumáticos generan una señal neumático variable linealmente de 3 a 15 PSI (*libras por pulgada cuadrada*) para el campo de medida de 0 a 100% de la variable. Esta señal está normalizada por la SAMA-Asociación de fabricantes de instrumentos (Scientific Apparatus Makers Association) y ha sido adoptada en general por los fabricantes de transmisores y controladores neumáticos.

1.4.2.- TRANSMISORES ELECTRÓNICOS

Los transmisores electrónicos generan la señal estándar de 4 a 20 mA. c.c., a distancias de 200m a 1 Km., según sea el tipo de instrumento transmisor. Todavía pueden encontrarse que envía las señales distintas a las estandarizadas de 1 a 4 mA.

La señal de 1 a 4mA tiene un nivel suficiente y de compromiso entre la distancia de transmisión y de robustez. Al ser continua y no alterna, elimina la posibilidad de captar perturbaciones, está libre de corrientes parásitas y emplea sólo dos hilos que no precisan blindaje (dependiendo del medio que atraviesen hasta el receptor).

Actualmente las fibras ópticas se están utilizando en lugares de la planta donde las condiciones son duras (por ejemplo campos magnéticos intensos que influyen sobre la señal). Los módulos de transmisión pueden ser excitados por fuentes de

⁷ INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL, Creus

luz de LED o diodo láser. Los módulos receptores disponen de fotodetector y preamplificador, con los cables o multicaules de fibra óptica y con convertidores electro-ópticos. La transmisión de datos puede efectuarse con multiplexores transmitiendo simultáneamente a la velocidad máxima definida por la norma RS232 de transmisión de datos para módems y multiplexores. Las ventajas de la transmisión por fibra óptica incluyen la inmunidad frente al ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas), el aislamiento eléctrico total, una anchura de banda mayor que la proporcionada por los correspondientes hilos de cobre, ser de pequeño tamaño y de poco peso, sus bajas pérdidas de energía y que las comunicaciones sean seguras.

1.4.3.- TRANSMISORES INTELIGENTES

Los Smart transmitter también son conocidos como transmisores digitales, el término de "inteligentes" se les acuña porque el sensor tiene incorporadas funciones adicionales que se añaden a las propias de la medida exclusiva de la variable, lógicamente dichas funciones son proporcionadas por un microprocesador.

Hay dos modelos básicos de transmisores inteligentes:

- El capacitivo (ver figura 1.7) está basado en la variación de la capacidad de se produce en un condensador formado por dos placas fijas y un diafragma sensible interno unido a las mismas, cuando se les aplica una presión o presión diferencial a través de dos diafragmas externos. La transmisión de la presión del proceso se realiza a través de un fluido (aceite) que rellena el interior del condensador. El desplazamiento del diafragma sensible es de solo 0.1mm como máximo. Un circuito formado por un oscilador y demodulador transforma la variación de capacidad en señal analógica. Ésta a su vez es convertida a digital, y pasa después a un microprocesador <<inteligente>> que la transforma a la señal analógica de transmisión de 4 a 20mA.

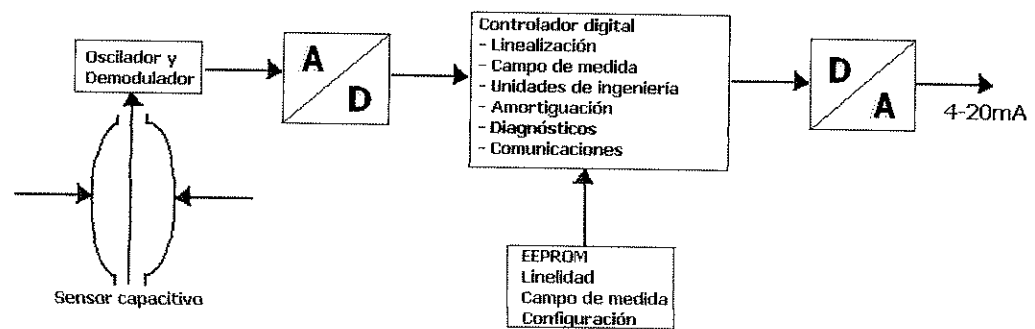


FIGURA 1.7.- Transmisor Inteligente Capacitivo

- El de semiconductor (Ver Figura 1.8) aprovecha las propiedades eléctricas de los semiconductores al ser sometido a tensiones. El modelo de semiconductor difundido está fabricado a partir de una delgada película de silicio y utiliza técnicas de dopaje para generar una zona sensible a los esfuerzos. Se comporta como un circuito dinámico de puente de Wheastone aplicable a la medida de presión, presión diferencial y nivel, formado por una pastilla de silicio difundido en el que se hallan embebidas las resistencias Ra, Rb y Rd de un puente de Wheastone. El desequilibrio del puente originado por cambios en la variable, de lugar a una señal de salida de 4-20mA c.c. Su funcionamiento es el siguiente:

Cuando no hay presión, las tensiones E1 y E2 son iguales, y al aplicar la presión del proceso, Rb y Rc disminuyen su resistencia y Ra y Rd la aumentan, dando lugar a caídas de tensión distintas y a una diferencia entre E1 y E2. Esta diferencia se aplica a un amplificador de alta ganancia que controla un regulador de corriente variable. Un margen de corriente continua de 3 a 19mA c.c. con 1mA del puente produce una señal de 4 a 20mA. Esta corriente circula a través de la resistencia de realimentación Rfb, y eleva E1 a una tensión equivalente a E2 y reequilibra el puente. Como la caída de tensión producida a través de Rfb es proporcional a R2b, esta resistencia fija el intervalo de medida (span) del transductor. El cero del instrumento se varía intercalando resistencias fijas en el brazo izquierdo del puente y un potenciómetro en el brazo derecho. La pastilla de silicio contiene normalmente dos puentes de Wheastone, uno de presión, y el otro de presión diferencial y una termorresistencia.

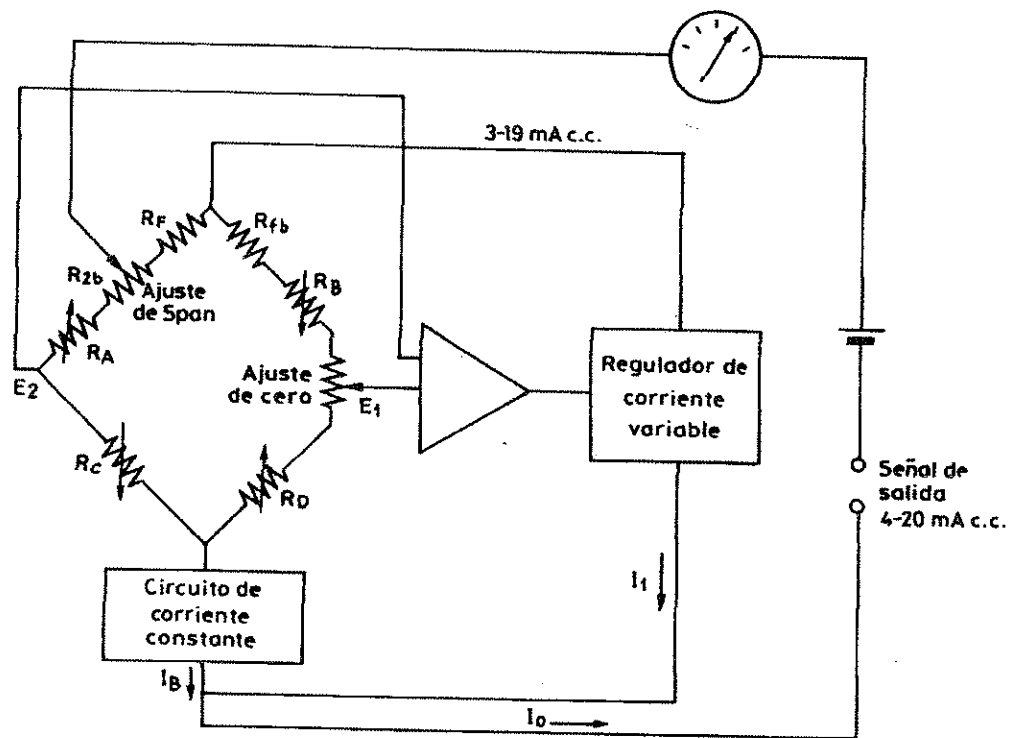


FIGURA 1.8.- Transmisor de semiconductor

Los transmisores inteligentes también disponen de autocalibración y autodiagnóstico de sus partes electrónicas internas. Las principales ventajas de utilizar un transmisor inteligente son:

- Mejora de la precisión (2:1 como mínimo)
- Mejora la estabilidad en condiciones de trabajo diversas
- Campos de medida más amplios
- Mayor fiabilidad
- Bajos costos de mantenimiento

Y si se emplea el transmisor digital inteligente (comunicación digital directa), las ventajas adicionales son:

- Menor desviación por variaciones de la temperatura ambiente o de la tensión de alimentación.
- Diagnóstico continuo del circuito (Estado del instrumento)
- Comunicación bidireccional.

- Configuración remota desde cualquier punto de la línea de Transmisión.

En cuanto a las desventajas, existe el problema de la rapidez y la falta de normalización de las comunicaciones. Si el transmisor inteligente transmite una señal rápida, tal como de presión o el caudal, existe el peligro de que la cantidad de tareas y cálculos que debe realizar el microprocesador, le impida captar todos los valores de la variable. En este caso se debe utilizar un transmisor electrónico analógico.

En la tabla 1.1 se realiza una comparación de características entre los distintos transmisores.

TABLA 1.1.- Comparación entre transmisores

<i>Transmisor</i>	<i>Señal</i>	<i>Precisión</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Neumático	3-15 psi 0,2-1 bar	± 0,5 %	Rapidez Sencillo	Aire limpio No guardan información Distancias limitadas Mantenimiento caro Sensible a vibraciones
Electrónico convencional	4-20 mA c.c.	± 0,5 %	Rapidez	Sensible a vibraciones deriva térmica
Electrónico Inteligente	4-20 mA c.c.	± 0,2 %	Mayor precisión Intercambiable Estable, Fiable Campo de medida más amplio Bajo coste mantenimiento	Lento (para variables rápidas puede presentar problemas)
Electrónico Inteligente Señal digital	Digital	± 0,1 %	Mayor precisión Más estabilidad Fiable Autodiagnóstico Comunicación bidireccional Configuración remota Campo de medida más amplio Bajo coste mantenimiento	Lento (para variables rápidas puede presentar problemas) Falta normalización de las comunicaciones No intercambiable con otras marcas

1.5.- REDES INDUSTRIALES

La fundación FieldBus desarrolló un nuevo protocolo de comunicación, para la medición y control de procesos donde todos los instrumentos puedan comunicarse en una misma plataforma.

Las comunicaciones entre los instrumentos de proceso y el sistema de control se basan principalmente en señales analógicas (neumáticas de 3 a 15 PSI en las válvulas de control y electrónicas de 4 a 20 mA cc). Pero ya existen instrumentos digitales capaces de manejar gran cantidad de datos y guardarlos históricamente; su precisión es diez veces mayor que la de la señal típica de 4-20 mA cc. En vez de transmitir cada variable por un par de hilos, transmiten secuencialmente las variables por medio de un cable de comunicaciones llamado bus.

La tecnología fieldbus (bus de campo) es un protocolo de comunicaciones digital de alta velocidad que esta creada para remplazar la clásica señal de 4-20 mA que aún se utiliza en muchos de los sistemas DCS (Sistema de Control Distribuido) y PLC (Controladores Lógicos Programables), instrumentos de medida y transmisión y válvulas de control. La arquitectura fieldbus conecta estos instrumentos con computadores que se usan en diferentes niveles de coordinación y dirección de la planta. Muchos de los protocolos patentados para dichas aplicaciones tiene una limitante y es que el fabricante no permite al usuario final la interoperabilidad de instrumentos, es decir, no es posible intercambiar los instrumentos de un fabricante por otro similar. Es claro que estas tecnologías cerradas tienden a desaparecer ya que actualmente es necesaria la interoperabilidad de sistemas y aparatos y así tener la capacidad de manejar sistemas abiertos y estandarizados. Con el mejoramiento de los protocolos de comunicación es ahora posible reducir el tiempo necesitado para la transferencia de datos, asegurando la misma, garantizando el tiempo de sincronización y el tiempo real de respuesta determinística en algunas aplicaciones.

1.5.1.- CLASIFICACIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES

Si se clasifican las redes industriales en diferentes categorías basándose en la *funcionalidad*, se hará en:

1.5.1.1.- Buses Actuadores y Sensores

Inicialmente es usado un sensor y un bus actuador en conexión simple, dispositivos discretos con inteligencia limitada, como un foto sensor, un switch limitador o una válvula solenoide, controladores y consolas terminales.

1.5.1.2.- Buses de Campo

Estas redes se distinguen por la forma como manejan el tamaño del mensaje y el tiempo de respuesta. En general estas redes conectan dispositivos inteligentes en una sola red distribuida.

Estas redes ofrecen altos niveles de diagnóstico y capacidad de configuración, generalmente al nivel del poder de procesamiento de los dispositivos más inteligentes. Son las redes más sofisticadas que trabajan con control distribuido real entre dispositivos inteligentes.

1.5.2.- COMPONENTES DE LAS REDES INDUSTRIALES

En grandes redes industriales un simple cable no es suficiente para conectar el conjunto de todos los nodos de la red. Deben definirse topologías y diseños de redes para proveer un aislamiento y conocer los requerimientos de funcionamiento.

1.5.2.1.- Bridge

Con un puente la conexión entre dos diferentes secciones de red, puede tener diferentes características eléctricas y protocolos; además puede enlazar dos redes diferentes.

1.5.2.2.- Repetidor

El repetidor o amplificador es un dispositivo que intensifica las señales eléctricas para que puedan viajar grandes distancias entre nodos. Con este dispositivo se pueden conectar un gran número de nodos a la red; además se pueden adaptar a diferentes medios físicos como cable coaxial o fibra óptica.

1.5.2.3.- Gateway

Un gateway es similar a un puente ya que suministra interoperabilidad entre buses y diferentes tipos de protocolos y además las aplicaciones pueden comunicarse a través de él.

1.5.2.4.- Enrutadores

Es un switch "Enrutador" de paquetes de comunicación entre diferentes segmentos de red que definen la ruta.

1.5.3.- TOPOLOGÍA DE REDES INDUSTRIALES

Los sistemas industriales usualmente consisten de dos o más dispositivos, como un sistema industrial puede ser bastante grande debe considerarse la topología de la red; las topologías más comunes son: La Red Bus, Red Estrella y Red Híbrida.

1.5.3.1.- Red Bus o Lineal

Consiste en un solo cable al cual se le conectan todas las estaciones de trabajo.

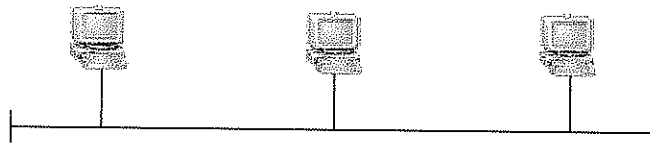


FIGURA 1.9.- Topología tipo Bus

En este sistema una sola computadora por vez puede mandar datos los cuales son escuchados por todas las computadoras que integran el bus, pero solo el receptor designado los utiliza.

Ventajas: Es la más barata.

Desventajas: Si se tienen demasiadas computadoras conectadas a la vez, la eficiencia baja notablemente.

Un corte en cualquier punto del cable interrumpe la red.

1.5.3.2.- Red Estrella

En este esquema todas las estaciones están conectadas a un concentrador o HUB y de allí a varias computadoras.

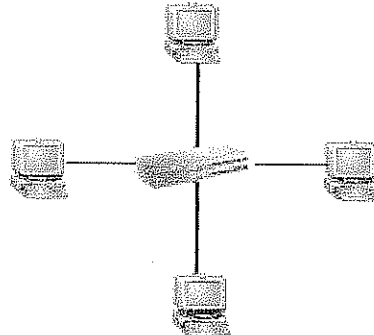


FIGURA 1.10.- Topología tipo Estrella

Para futuras ampliaciones pueden colocarse otros HUBs en cascada dando lugar a la estrella jerárquica.

Ventajas: La ausencia de colisiones en la transmisión y dialogo directo de cada estación con el servidor. La caída de una estación no anula la red.

Desventajas: Baja transmisión de datos.

1.5.3.3.- Red Híbrida

También es conocida como topología Mesh. Es una combinación de más de una topología, como podría ser un bus combinado con una estrella.

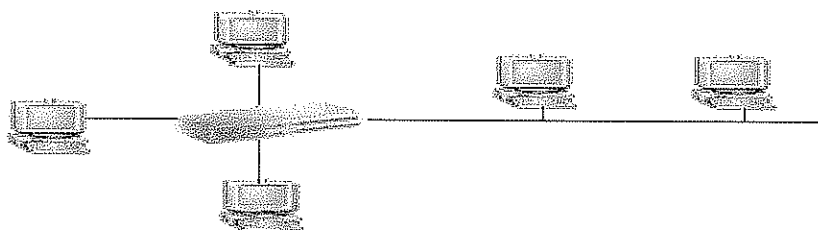


FIGURA 1.11.- Topología Híbrida

Este tipo de topología es común en lugares en donde tenían una red bus y luego la fueron expandiendo en estrella.

Son complicadas para detectar su conexión por parte del servicio técnico para su reparación.

1.5.4.- BENEFICIOS DE UNA RED INDUSTRIAL

Las principales ventajas que ofrece montar una red industrial son:

- Reducción de cableado (físicamente)
- Dispositivos inteligentes (funcionalidad y ejecución)
- Control distribuido (flexibilidad)
- Simplificación de cableado de las nuevas instalaciones.
- Reducción de costo en cableado y cajas de conexión.
- Aplicable a todo tipo de sistema de manufactura.
- Incremento de la confiabilidad de los sistemas de producción.
- Optimización de los procesos existentes.

1.5.5.- REDES INDUSTRIALES CON PLC

Muchos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes y funcionan en diferentes niveles de automatización; además, a menudo se encuentran distanciados entre sí; pero sin embargo, se desea que trabajen en forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. El objetivo principal es la comunicación totalmente integrada en el sistema. Al usuario, esto le reporta la máxima flexibilidad ya que también puede integrar sin problemas productos de otros fabricantes a través de las interfaces software estandarizadas.

En los últimos años, las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado haciendo posible la conexión de sensores, actuadores y equipos de control en una planta de procesamiento.

De esta manera, la comunicación entre la sala de control y los instrumentos de campo se han convertido en realidad. La comunicación digital debe integrar la información provista por los elementos de campo en el sistema de control de procesos.

1.6.- BUSES DE CAMPO Y PROTOCOLOS

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que *simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos* industriales utilizados en procesos de producción. El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA. Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

El objetivo es reemplazar los sistemas de control centralizados por redes de control distribuido mediante el cual permita mejorar la calidad del producto, reducir los costos y mejorar la eficiencia. Para ello se basa en que la información que envían y/o reciben los dispositivos de campo es digital, lo que resulta mucho más preciso que si se recurre a métodos analógicos. Además, cada dispositivo de campo es un dispositivo inteligente y puede llevar a cabo funciones propias de control, mantenimiento y diagnóstico. De esta forma, cada nodo de la red puede informar en caso de fallo del dispositivo asociado, y en general sobre cualquier anomalía asociada al dispositivo. Esta monitorización permite aumentar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de horas de mantenimiento necesarias.

1.6.1.- VENTAJAS DE LOS BUSES DE CAMPO

La principal ventaja que ofrecen los buses de campo, y la que los hace más atractivos a los usuarios finales, es la reducción de costos. El ahorro proviene fundamentalmente de tres fuentes: ahorro en costo de instalación, ahorro en el costo de mantenimiento y ahorros derivados de la mejora del funcionamiento del sistema. Una de las principales características de los buses de campo es su significativa reducción en el cableado necesario para el control de una instalación.

Cada componente sólo requiere un cable para la conexión de los diversos nodos. Se estima que puede ofrecer una reducción de 5 a 1 en los costos de cableado. En comparación con otros tipos de redes, dispone de herramientas de administración del bus que permiten la reducción del número de horas necesarias para la instalación y puesta en marcha.

El hecho de que los buses de campo sean más sencillos que otras redes de uso industrial como por ejemplo MAP⁸, hace que las necesidades de mantenimiento de la red sean menores, de modo que la fiabilidad del sistema a largo plazo aumenta. Además, los buses de campo permiten a los operadores monitorizar todos los dispositivos que integran el sistema e interpretar fácilmente las interacciones entre ellos. De esta forma, la detección de las fuentes de problemas en la planta y su corrección resulta mucho más sencilla, reduciendo los costos de mantenimiento y el tiempo de parada de la planta.

Los buses de campo ofrecen mayor flexibilidad al usuario en el diseño del sistema. Algunos algoritmos y procedimientos de control que con sistemas de comunicación tradicionales debían incluirse en los propios algoritmos de control, radican ahora en los propios dispositivos de campo, simplificando el sistema de control y sus posibles ampliaciones.

También hay que tener en cuenta que las prestaciones del sistema mejoran con el uso de la tecnología de los buses de campo debido a la simplificación en la forma de obtener información de la planta desde los distintos sensores. Las mediciones de los distintos elementos de la red están disponibles para todos los demás dispositivos. La simplificación en la obtención de datos permitirá el diseño de sistemas de control más eficientes.

Con la tecnología de los buses de campo, se permite la comunicación bidireccional entre los dispositivos de campo y los sistemas de control, pero también entre los propios dispositivos de campo.

⁸ *Manufacturing Automation Protocol*, Protocolo de automatización de manufactura.

Otra ventaja de los buses de campo es que sólo incluyen 3 capas (Física, Enlace y Aplicación), y un conjunto de servicios de administración. El usuario no tiene que preocuparse de las capas de enlace o de aplicación. Sólo necesita saber cual es la funcionalidad. Al usuario sólo se le exige tener un conocimiento mínimo de los servicios de administración de la red, ya que parte de la información generada por dichos servicios puede ser necesaria para la reparación de averías en el sistema. De hecho, prácticamente, el usuario sólo debe preocuparse de la capa física y la capa de usuario.

1.6.2.- DESVENTAJAS DE UN BUS DE CAMPO

- Necesidad de conocimientos superiores.
- Inversión de instrumentación y accesorios de diagnóstico.
- Costos globales inicialmente superiores.
- Procesos de comunicación por medio de bus

1.6.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS BUSES DE CAMPO

Debido a la falta de estándares, diferentes compañías han desarrollado diferentes soluciones, cada una de ellas con diferentes prestaciones y campos de aplicación. En una primera clasificación tenemos los siguientes grupos:

1.6.3.1.- Buses de alta velocidad y baja funcionalidad

Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Básicamente comprenden las capas física y de enlace del modelo OSI, es decir, señales físicas y patrones de bits de las tramas. Algunos ejemplos son:

CAN: Diseñado originalmente para su aplicación en vehículos.

SDS: Bus para la integración de sensores y actuadores, basado en CAN

ASI: Bus serie diseñado por Siemens para la integración de sensores y actuadores.

1.6.3.2.- Buses de alta velocidad y funcionalidad media

Se basan en el diseño de una capa de enlace para el envío eficiente de bloques de datos de tamaño medio. Estos mensajes permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad de modo que permite incluir aspectos como la configuración, calibración o programación del dispositivo. Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo costo. Normalmente incluyen la especificación completa de la capa de aplicación, lo que significa que se dispone de funciones utilizables desde programas basados en PCs para acceder, cambiar y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema. Algunos incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos (perfiles) que facilitan la inter-operabilidad de dispositivos de distintos fabricantes. Algunos ejemplos son:

DeviceNet: Desarrollado por Allen-Bradley, utiliza como base el bus CAN, e incorpora una capa de aplicación orientada a objetos.

LONWorks: Red desarrollada por Echelon.

BitBus: Red desarrollada por INTEL.

DIN MessBus: Estándar alemán de bus de instrumentación, basado en comunicación RS-232.

InterBus-S: Bus de campo alemán de uso común en aplicaciones medias.

1.6.3.3.- Buses de altas prestaciones

Son capaces de soportar comunicaciones a nivel de todos los niveles de la producción CIM⁹. Aunque se basan en buses de alta velocidad, algunos presentan problemas debido a la sobrecarga necesaria para alcanzar las características funcionales y de seguridad que se les exigen. La capa de aplicación tiene un gran número de servicios a la capa de usuario, habitualmente un subconjunto del estándar MMS (Manufacturing Message Specification). Entre sus características incluyen:

⁹ Computer Integrated Manufacturing es utilizado para describir el proceso de integración de todos los elementos involucrados en la producción a través de técnicas basadas en computador.

- Redes multi-maestro con redundancia.
- Comunicación maestro-esclavo según el esquema pregunta respuesta.
- Recuperación de datos desde el esclavo con un límite máximo de tiempo
- Capacidad de direccionamiento unicast, multicast y broadcast,
- Petición de servicios a los esclavos basada en eventos.
- Comunicación de variables y bloques de datos orientada a objetos.
- Descarga y ejecución remota de programas.
- Altos niveles de seguridad de la red, opcionalmente con procedimientos de autenticación.
- Conjunto completo de funciones de administración de la red.

Algunos ejemplos son:

- Profibus
- WorldFIP
- Fieldbus Foundation

1.6.3.4.- Buses para áreas de seguridad intrínseca

Incluyen modificaciones en la capa física para cumplir con los requisitos específicos de seguridad intrínseca en ambientes con atmósferas explosivas. La seguridad intrínseca es un tipo de protección por la que el componente en cuestión no tiene posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera circundante. Un circuito eléctrico o una parte de un circuito tienen seguridad intrínseca, cuando alguna chispa o efecto térmico en este circuito producidos en las condiciones de prueba establecidas por un estándar (dentro del cual figuran las condiciones de operación normal y de fallo específicas) no puede ocasionar una ignición. Algunos ejemplos son HART, Profibus PA o WorldFIP.

A continuación, a través de una tabla se compara los beneficios, y características de los distintos buses de campo:

BUS DE CAMPO

Tabla 1.2.- Comparación de características de buses de campo

	Foundation™ Fieldbus			WorldFIP™			Profibus™
	H1	H2	H2	H2	H2	PA	
Tasa de transmisión [bits/s]	31.25 kB	1.0 MB	1.0 MB	2.5 MB	31.25 kB 1.0 MB 2.5 MB	31.25 kB	
Comunicación	Single/Multi-Master	Single/Multi-Master	Single/Multi-Master	Single/Multi-Master	Producer/Consumer	Master/Master Master/Slave Peer to Peer	Token
Acceso a la red	Token Passing	Token Passing	Token Passing	Token Passing	Bus Arbitrator	Token Passing	
Medio de transmisión							
Cantidad de Nodos máx.	240 por Segmento, ó Sistema	240 por Segmento, ó Sistema	240 por Segmento, ó Sistema	240 por Segmento, ó Sistema	256 por Red	14400 por Segmento	
Seguridad intrínseca?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	
Alimentación por Bus?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	
ASIC disponible?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	
Medio de transmisión Normativa	IEC 1158-2	IEC 1158-2	IEC 1158-2	IEC 1158-2	IEC/ISA/FF IEC 1185-2	IEC/ISA/FF IEC 1185-2	
Normativa (s) aplicable (s)	ISA 850	ISA 850	ISA 850	ISA 850	EN (Parte 3)	EN 50170 DIN 19245	50170-A2

BUS DE EQUIPO

Tabla 1.3.- Comparación de características de buses de equipo

	Profibus 1		CAN		COMNET	LONWORKS	Interbus-S
	DP	FMS	SBS DEVICENET	COMNET			
Rata de transmisión (bits/s)	Hasta 1.5 MB y 12 MB	500 kB	Hasta 1 MB	5MB	Hasta 1.25 MB	500 kB	
Comunicación	Master/Slave Peer to Peer	Master/Slave con Token Peer to Peer	Producer/Consumer, Peer to Peer	Producer/Consumer	Master/Slave, Peer to Peer	Master/Slave	Master/Slave
Acceso a la red	Rolling cíclico/ acíclico		C-SMA/CD/ NDA	CDTMA	Predictive Media Access	Ninguno	
Medio de transmisión							
Cantidad de Nodos máx.	127 por segmento		2048	99 por Link 247 por Red	32.768 por Dominio	256 estaciones	
Seguridad intrínseca?	---	---	---	---	SI	---	---
Alimentación por Bus?	---	---	---	---	SI	---	---
ASIC disponible?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Medio de transmisión Normativa	RS 485 IEC1158-2	RS 485	no especificado	no especificado	RS 485	RS 485	RS 485
Normativa aplicable (s)	EN 50170 (parte 2) DIN 19245	EN 50170 (parte 2) DIN 19245	ISO 11898	ISO 50254	no especificado	DIN E 19258	DIN E 19258

OTROS PROTOCOLOS

Tabla 1.4.- Comparación de características de otros protocolos

	Bus de Señal		Protocolos de Comunicación		Habit
	AS-Interface	Modbus	Ethernet		
Rata de transmisión [bits/s]	167 kB	no (1,2 kB-115,2 kB típico)	10MB	determinado	1200 Baud
Comunicación	Master/Slave	Master/Slave	Master/Slave Peer to Peer		Master/Slave
Acceso a la red	Polling cíclico	Token Passing	CSMA/CD*5		Ninguno
Medio de transmisión					
Cantidad de Nodos máx. *9	31 por Red	247 por Red	400 por segmento		15 por segmento
Seguridad Intrínseca?	---	---	---		SI
Alimentación por Bus?	SI	---	---		SI
ASIC disponible? *6	SI	---	SI		SI
Medio de transmisión Normativa	no especificado	no especificado	no especificado		no especificado
Normativa (s) aplicable (s)	IEC947-5-2/DIN EN 60660/208	947 no VDE especificado	IEE802.3 ISO 8802.3		no especificado

1.7.- SISTEMAS SCADA (VER FIGURA 1.12)

SCADA es acrónimo de Supervisory Control and Data Acquisition (en español, adquisición de datos y control de supervisión).

Control de supervisión = medir para corregir.

Adquisición de datos = obtención y tratamiento de datos.

Es una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos...) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.).

Comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial (aunque no es absolutamente necesario que pertenezca a este ámbito), para que, con esta información, sea posible realizar una serie de análisis o estudios con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el propio proceso, tales como:

- Indicadores sin retroalimentación inherente (no afectan al proceso, sólo al operador): Estado actual del proceso, Valores instantáneos, Desviación o deriva del proceso, Evolución histórica y acumulada;
- Indicadores con retroalimentación inherente (afectan al proceso, después al operador): Generación de alarmas, HMI Human Machine Interface (Interfaces hombre-máquina);
- Toma de decisiones: Mediante operatoria humana, Automática (mediante la utilización de sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos).

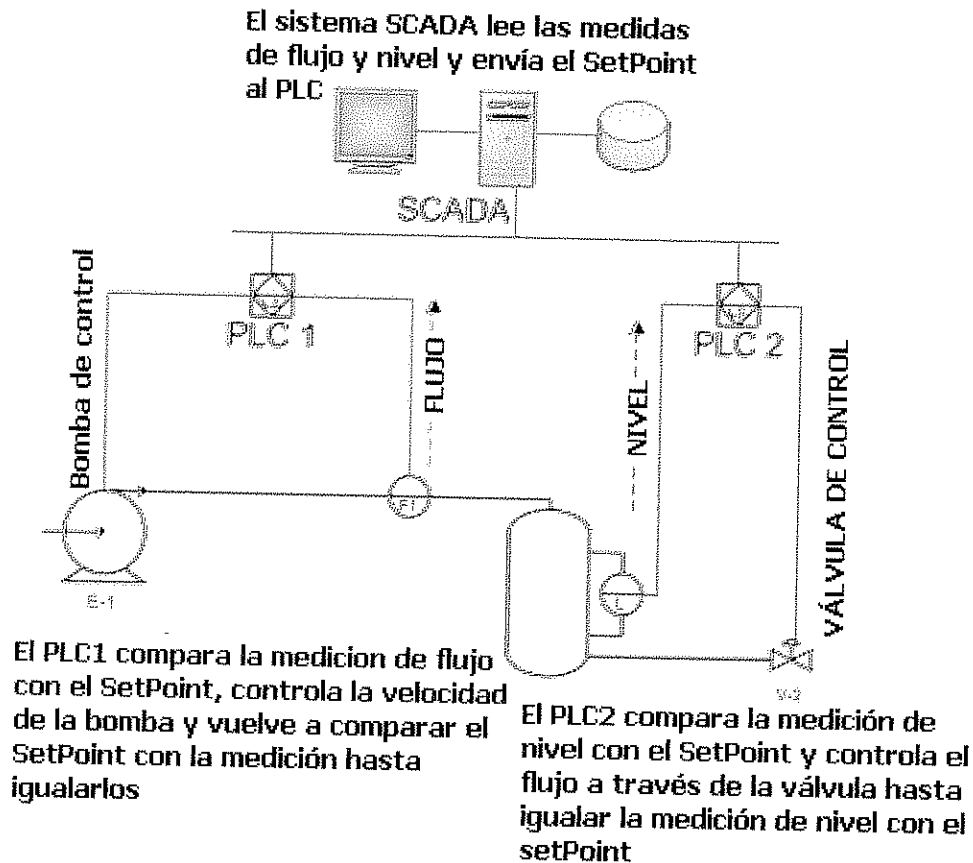


FIGURA 1.12.- Sistema SCADA

Las áreas en las que se pueden usar sistemas SCADA son:

- Monitorizar procesos químicos, físicos o de transporte en sistemas de suministro de agua, para controlar la generación y distribución de energía eléctrica, de gas o en oleoductos y otros procesos de distribución.
- Gestión de la producción (facilita la programación de la fabricación)
- Mantenimiento (proporciona magnitudes de interés tales para evaluar y determinar modos de fallo, MTBF, índices de Fiabilidad, entre otros).
- Control de Calidad (proporciona de manera automatizada los datos necesarios para calcular índices de estabilidad de la producción).
- Administración (actualmente pueden enlazarse estos datos del SCADA con un servidor ERP (Enterprise Resource Planning o sistema de planificación de recursos empresariales), e integrarse como un módulo más)
- Tratamiento histórico de información (mediante su incorporación en bases de datos).

1.7.1.- NECESIDAD DE UN SISTEMA SCADA

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- a) El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto
- b) El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- c) La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen, en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.
- d) La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- e) Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, los niveles de seguridad, etc.
- f) La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un sistema de control automático, el cual lo puede constituir un sistema de control distribuido, PLC's, controladores de lazo cerrado o una combinación de ellos.

1.7.2.- FUNCIONES

Se utiliza para vigilar y para controlar la planta industrial o el equipamiento. El control puede ser automático, o iniciado por comandos de operador. La adquisición de datos es lograda en primer lugar por los RTU's¹⁰ que exploran las entradas de información de campo conectadas con ellos (pueden también ser usados PLC's - Programmable Logic Controllers). Esto se hace generalmente a intervalos muy cortos. La MTU¹¹ entonces explorará los RTU's generalmente con una frecuencia menor. Los datos se procesarán para detectar condiciones de alarma, y si una alarma estuviera presente, sería catalogada y visualizada en listas especiales de alarmas.

Los datos pueden ser de tres tipos principales:

¹⁰ Unidad Remota de Telemetría

¹¹ Unidad Terminal Maestra

- Datos analógicos (por ejemplo números reales) que quizás sean presentados en gráficos.
- Datos digitales (on/off) que pueden tener alarmas asociadas a un estado o al otro.
- Datos de pulsos (por ejemplo conteo de revoluciones de un medidor) que serán normalmente contabilizados o acumulados.

1.7.3.- SOLUCIONES DE HARDWARE

La solución de SCADA a menudo tiene componentes de sistemas de control distribuido, DCS (*Distributed Control System*). El uso de RTUs o PLCs o últimamente PACs sin involucrar computadoras maestras está aumentando, los cuales son autónomos ejecutando procesos de lógica simple. Frecuentemente se usa un lenguaje de programación funcional para crear programas que corran en estos RTUs y PLCs, siempre siguiendo los estándares de la norma IEC 61131-3. La complejidad y la naturaleza de este tipo de programación hace que los programadores necesiten cierta especialización y conocimiento sobre los actuadores que van a programar. Aunque la programación de estos elementos es ligeramente distinta a la programación tradicional, también se usan lenguajes que establecen procedimientos, como pueden ser FORTRAN, C o Ada95. Esto les permite a los ingenieros de sistemas SCADA implementar programas para ser ejecutados en RTUs o un PLCs.

1.7.4.- COMPONENTES DEL SISTEMA

Los cuatro componentes de un sistema SCADA son:

1. Estación Maestra
2. HMI.
3. Infraestructura de Comunicación.
4. Unidad de Terminal Remota (RTU)

1.7.4.1.- Estación Maestra o MTU

La parte más visible de un sistema SCADA es la estación central o MTU. Éste es el "centro neurálgico" del sistema, y es el componente del cual el personal de operaciones se valdrá para ver la mayoría de la planta. Una MTU a veces se llama HMI -Human Machine Interface, interfaz ser humano - máquina.

Las funciones principales de una MTU de SCADA son:

- **Adquisición de datos.** Recolección de datos de los RTU's.
- **Trending.** Salvar los datos en una base de datos, y ponerlos a disposición de los operadores en forma de gráficos.
- **Procesamiento de Alarmas.** Analizar los datos recogidos de los RTU's para ver si han ocurrido condiciones anormales, y alertar a personal de operaciones sobre las mismas.
- **Control.** Control a Lazo Cerrado, e iniciados por operador.
- **Visualizaciones.** Gráficos del equipamiento actualizado para reflejar datos del campo.
- **Informes.** La mayoría de los sistemas SCADA tienen un ordenador dedicado a la *producción de reportes conectado en red (LAN o similar) con el principal.*
- **Mantenimiento del Sistema Mirror,** es decir, mantener un sistema idéntico con la capacidad segura de asumir el control inmediatamente si el principal falla.
- **Interfaces con otros sistemas.** Transferencia de datos hacia y desde otros sistemas corporativos para, por ejemplo, el procesamiento de órdenes de trabajo, de compra, la actualización de bases de datos, etc.
- **Seguridad.** Control de acceso a los distintos componentes del sistema.
- **Administración de la red.** Monitoreo de la red de comunicaciones.
- **Administración de la Base de datos.** Agregar nuevas estaciones, puntos, gráficos, puntos de cambio de alarmas, y en general, reconfigurar el sistema.

- **Aplicaciones especiales.** Casi todos los sistemas SCADA tendrá cierto software de aplicación especial, asociado generalmente al monitoreo y al control de la planta.
- **Sistemas expertos, sistemas de modelado.** Los más avanzados pueden incluir sistemas expertos incorporados, o capacidad de modelado de datos.

1.7.4.2- Interfaz Humano - Máquina

Una interfaz Hombre - Máquina o HMI ("Human Machine Interface") es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Los sistemas HMI (figura 1.13) podemos pensarlos como una "ventana de un proceso". Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en un ordenador. Los sistemas HMI en ordenadores se los conoce también como software HMI o de monitoreo y control de supervisión. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en el ordenador, PLC's (Controladores lógicos programables), PACs (controlador de automatización programable), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVER's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

La industria de HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorear y de controlar múltiples sistemas remotos, PLCs y otros mecanismos de control. Aunque un PLC realiza automáticamente un control pre-programado sobre un proceso, normalmente se distribuyen a lo largo de toda la planta, haciendo difícil recoger los datos de manera manual, los sistemas SCADA lo hacen de manera automática. Históricamente los PLC no tienen una manera estándar de presentar la información al operador. La obtención de los datos por el sistema SCADA parte desde el PLC o desde otros controladores y se realiza por medio de algún tipo de red, posteriormente esta información es combinada y formateada. Un HMI puede tener también vínculos con una base de datos para proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de la información así como un cronograma de procedimientos de mantenimiento, información

logística, esquemas detallados para un sensor o máquina en particular, incluso sistemas expertos con guía de resolución de problemas. Desde cerca de 1998, virtualmente todos los productores principales de PLC ofrecen integración con sistemas HMI/SCADA, muchos de ellos usan protocolos de comunicaciones abiertos y no propietarios. Numerosos paquetes de HMI/SCADA de terceros ofrecen compatibilidad incorporada con la mayoría de PLCs, incluyendo la entrada al mercado de ingenieros mecánicos, eléctricos y técnicos para configurar estas interfaces por sí mismos, sin la necesidad de un programa hecho a medida escrito por un desarrollador de software.

SCADA es popular debido a esta compatibilidad y seguridad. Ésta se usa desde aplicaciones pequeñas, como controladores de temperatura en un espacio, hasta aplicaciones muy grandes como el control de plantas nucleares.

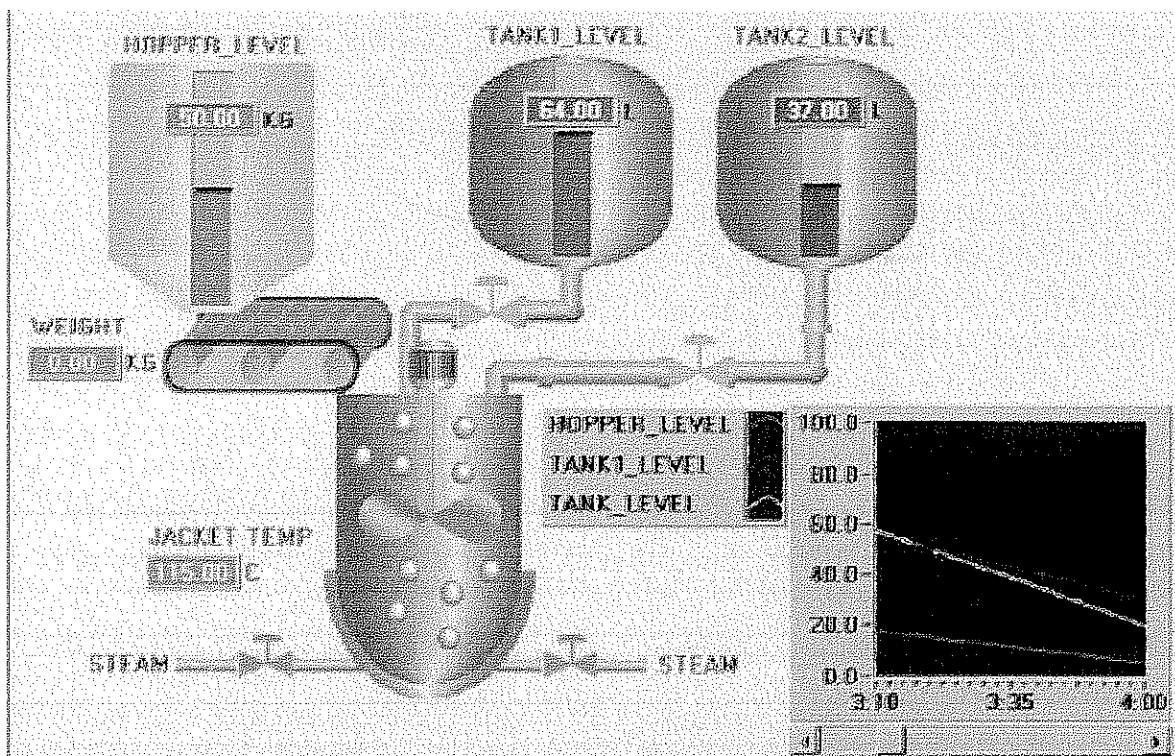


FIGURA 1.13.- Ejemplo de Interfaz Humano – Máquina

1.7.4.3.- Infraestructura y Métodos de Comunicación

Los sistemas SCADA tienen tradicionalmente una combinación de radios y señales directas seriales o conexiones de módem para conocer los requerimientos de comunicaciones, incluso Ethernet e IP sobre SONET (fibra

óptica) es también frecuentemente usada en sitios muy grandes como ferrocarriles y estaciones de energía eléctrica .

Es más, los métodos de conexión entre sistemas pueden incluso que sea a través de Wireless (por ejemplo si queremos enviar la señal a una PDA, a un teléfono móvil) y así no tener que emplear cables.

Para que la instalación de un SCADA sea perfectamente aprovechada, debe de cumplir varios objetivos:

1. Deben ser sistemas de arquitectura abierta (capaces de adaptarse según las necesidades de la empresa).
2. Deben comunicarse con facilidad al usuario con el equipo de planta y resto de la empresa (redes locales y de gestión).
3. Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware. También tienen que ser de utilización fácil.

1.7.4.4.- Unidad remota de Telemetría o RTU

Una RTU es una pequeña y robusta computadora que proporciona inteligencia en el campo para permitir que el Master se comunique con los instrumentos. Es una unidad stand-alone (independiente) de adquisición y control de datos. Su función es controlar el equipamiento de proceso en el sitio remoto, adquirir datos del mismo, y transferirlos al sistema central SCADA.

Hay dos tipos básicos de RTU's- "single boards" (de un solo módulo), compactos, que contienen todas las entradas de datos en una sola tarjeta, y "modulares" que tienen un modulo CPU separado, y pueden tener otros módulos agregados, normalmente enchufándolos en una placa común (similar a una PC con una placa madre donde se montan procesador y periféricos). Un RTU single board tiene normalmente I/O fijas, por ejemplo, 16 entradas de información digitales, 8 salidas digitales, 8 entradas de información analógicas, y 4 salidas analógicas. No es normalmente posible ampliar su capacidad.

Un RTU modular (ver figura 1.14) se diseña para ser ampliado agregando módulos adicionales. Los módulos típicos pueden ser un módulo de 8 entradas análogas, un módulo de 8 salidas digitales.

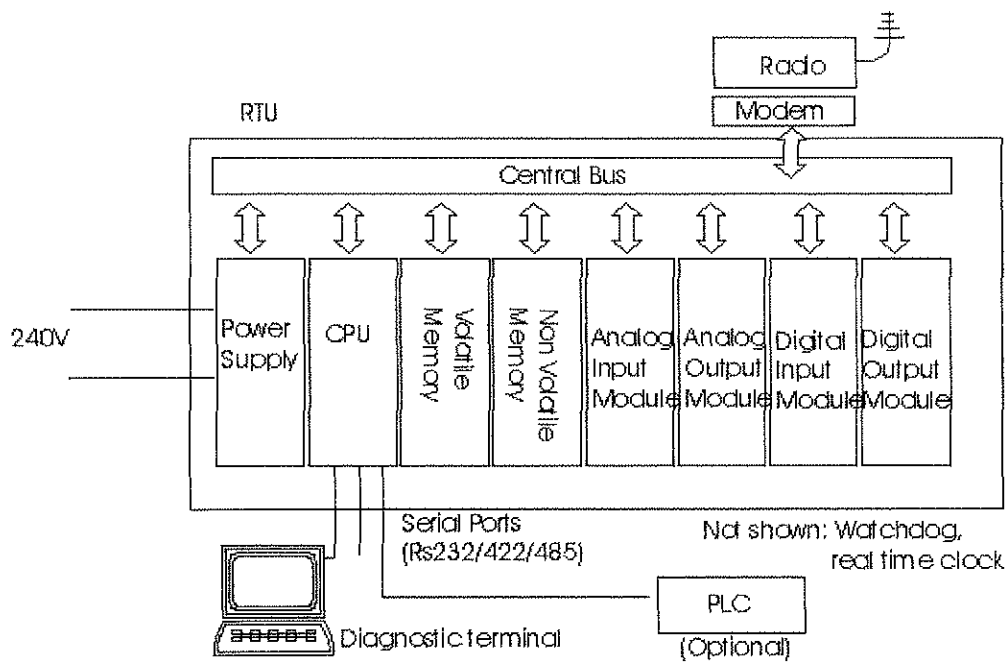


FIGURA 1.14.- RTU modular

1.7.5.- PRESTACIONES ADICIONALES EN SCADA'S

Dada la potencialidad del manejo de datos provenientes directamente de los sistemas automatizados, los sistemas SCADA permiten entre otras aplicaciones:

- Control y supervisión remota de sistemas automatizados.
- Manejo avanzado de alarmas (Se pueden utilizar zonas y reportes de alarmas).
- Transporte de información a bases de datos.
- Almacenamiento de datos históricos.
- Generación automática de reportes de producción.
- Supervisión vía Internet.

CAPÍTULO II.-

DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

2.1.- REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Un sistema SCADA debe cumplir varios requerimientos para su máximo aprovechamiento, estos son los siguientes:

1. Tiene que ser un sistema de arquitectura abierta que permita adaptarse según las necesidades de los procesos a ser supervisados.
2. Los requisitos de software y hardware no deben ser excesivos lo que permita una fácil instalación y manejo.
3. Las interfaces humano-máquina deben ser intuitivas (amigables con el usuario), lo que permitiría un sencillo control supervisorio de la planta o proceso.

La principal característica que tiene el sistema SCADA es que busca centralizar el la supervisión de todo un proceso industrial (toda la planta). Permite obtener o adquirir información de cambios en el proceso en tiempo real, generando alarmas cuando estos cambios son anómalos y generando reportes de lo ocurrido en un cierto período de tiempo para hacer así un control correctivo o de mantenimiento de los distintos equipos que intervienen en el proceso.

2.2.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

Para el levantamiento de la red en cada uno de los niveles es necesario realizar un diagrama de bloques con el cual guiarse. Para el presente proyecto el diagrama de bloques es el siguiente:

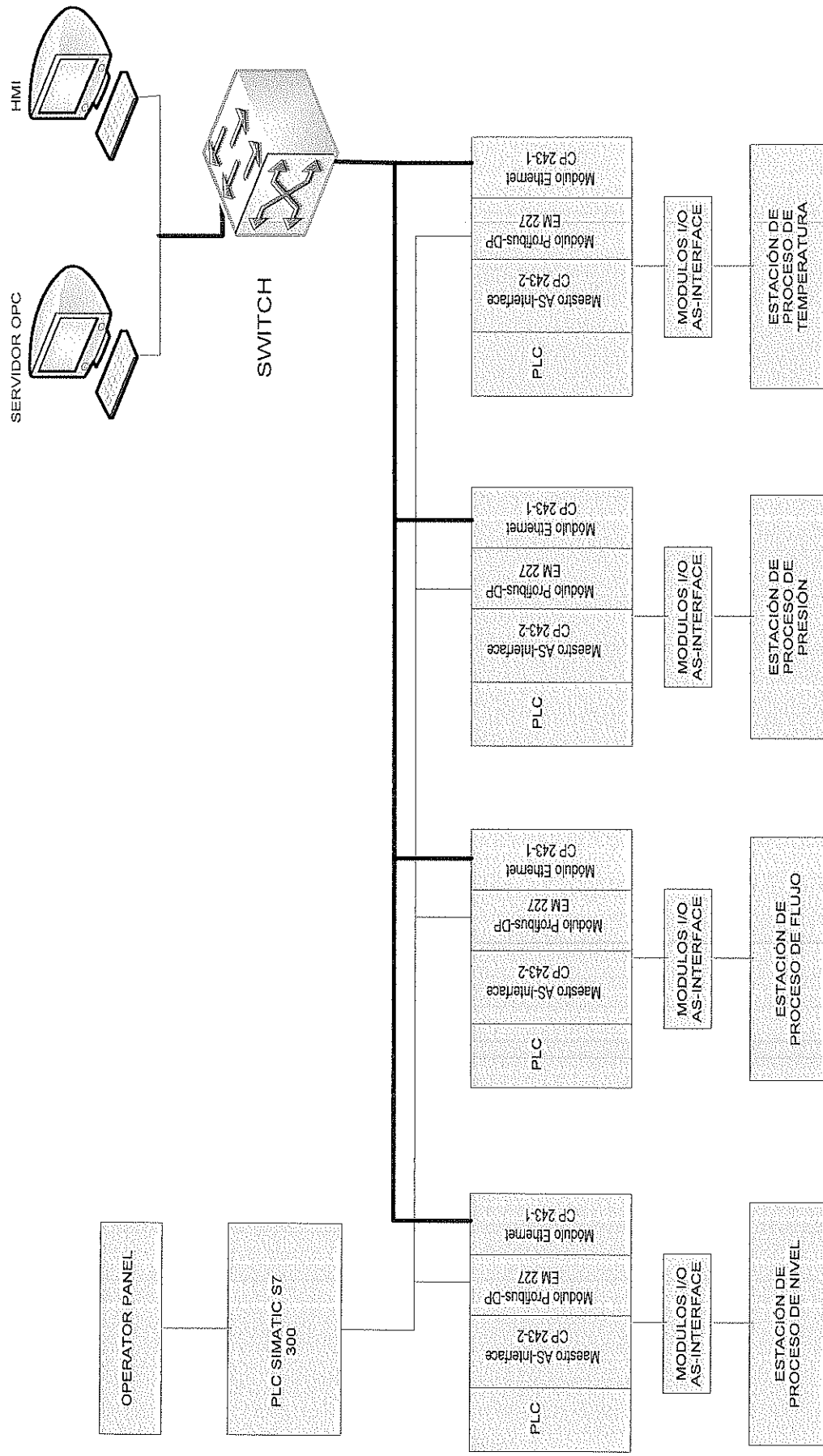


FIGURA 2.1.- Diagrama de bloques del sistema para las dos primeras filosofías de control

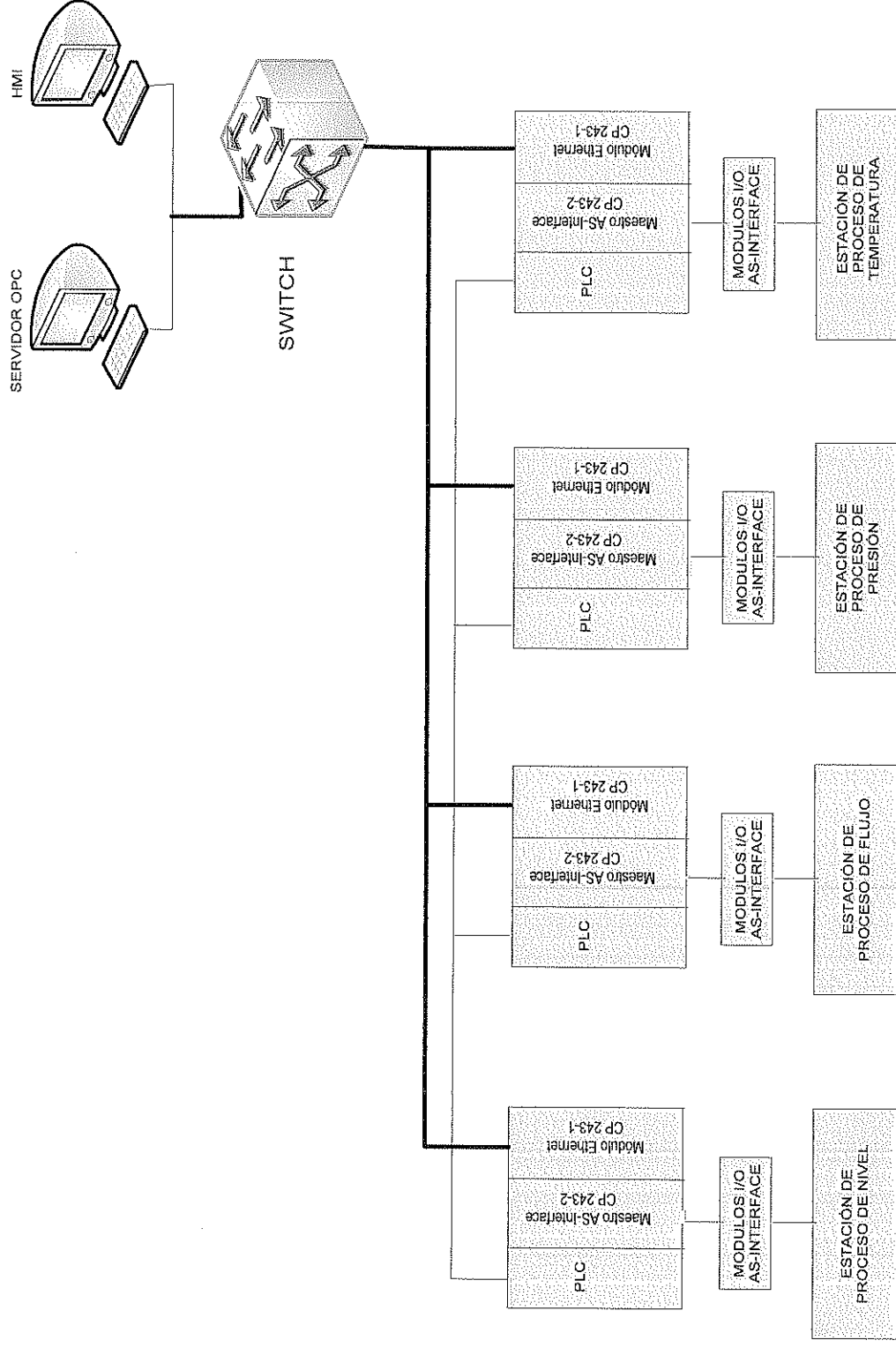


FIGURA 2.2-- Diagrama de bloques del sistema para la tercera filosofias de control

2.3.- SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA

Para la selección de los componentes y equipos que se utilizan en un sistema SCADA se debe tener en cuenta su funcionalidad y su compatibilidad con otros que no pertenezcan a la misma casa fabricante; otro aspecto importante a tomar en cuenta es el costo que debe ser relativo a las funciones que el equipo tendrá dentro del sistema y sus características.

Para implementar el sistema Scada en el Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos se han seleccionado equipos SIEMENS ya que se tiene la facilidad de que estos están disponibles en la Escuela Politécnica del Ejército.

Los elementos a utilizar son los siguientes:

TABLA 2.1.- Listado de elementos seleccionados para el proyecto

ELEMENTO	MÓDULO	CANTIDAD	FUNCION	MOTIVO DE SELECCIÓN
Maestro Red AS-i	CP 243-2	4	Permite conectar el PLC a una red AS-i para que este funcione como maestro de red	Disponibilidad laboratorio en
Esclavo para entrada de red AS-i	3RK1207-1BQ4.-0AA3	4	Permite ingresar la señal de proceso hacia la red	Disponibilidad laboratorio en
Esclavo para salida de red AS-i	3RK1107-1BQ4.-0AA3	4	Permite enviar la señal de control desde la red hacia el proceso	Disponibilidad laboratorio en
Maestro de red Profibus	S7 300, CPU 313 2DP	1	Dirige todo el tráfico de datos del bus	Disponibilidad laboratorio en
Módulo inteligente para red Profibus	EM 277	4	Permite conectar al PLC S7 200 como esclavo en la red Profibus	Disponibilidad laboratorio en
Módulo inteligente para red Ethernet	CP 243-1	4	Permite conectar al PLC S7 200 como parte de una red Ethernet	Disponibilidad laboratorio en
Fuente de alimentación de red AS-i	3RX9501-0BA00	4	Provee de energía al maestro y a los esclavos de AS-i	Disponibilidad laboratorio en
Fuente de alimentación para módulos inteligentes	6EP1332-1SH42	1	Provee de energía a los módulos inteligentes	El amperaje es suficiente para alimentar a los módulos inteligentes
Controlador de estación	S7 200, CPU 226	4	Hace un puente de comunicación entre la red de nivel de entrada/salida hacia los niveles superiores	Disponibilidad laboratorio en

2.4.- DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LAS REDES DE CADA NIVEL DEL SISTEMA SCADA

Para el diseño de red en cada uno de los niveles se debe considerar de donde se van a adquirir las señales y de que tipo, a más de la ubicación de los equipos de control. En tanto que para la configuración se basa en el tipo de control que se va a realizar y las herramientas que se posean para ello.

2.4.1.- DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE SENSOR – ACTUADOR

Para el diseño de la red a nivel de sensor – actuador se considerará de donde se van a adquirir las señales y de que tipo, pudiendo ser estas analógicas o digitales. Existen varios protocolos que se utilizan para el nivel de entradas / salidas como DeviceNet, Seriplex, Interbus, ControlNet. La ventaja del bus AS-i frente a estos buses es la eliminación de cableado excesivo ya que el estándar abierto AS-Interface permite a través del mismo cable el intercambio de datos entre sensores/actuadores (esclavos AS-i) y el maestro AS-i como la alimentación eléctrica de los sensores y los actuadores. El tipo de señal de entrada que se va a adquirir de cada una de las estaciones es analógica ya que es la señal del transmisor la señal de entrada, entonces el módulo de entradas debe ser analógico.

2.4.1.1.- Configuración de los elementos de la red AS-Interface

AS-Interface es un sistema de maestro único o "single master". El maestro AS-i constituye la conexión con el sistema de control supervisor. Organiza autónomamente el flujo de datos en el cable AS- i y, si procede, pone a disposición de un sistema de bus de datos de rango superior las señales de los sensores y actuadores en una interfaz. Además de consultar señales, el maestro también transmite ajustes de parámetros a las distintas estaciones, supervisa la red continuamente y realiza diagnósticos. A diferencia de sistemas de bus de datos más complejos, AS- i es capaz de autoconfigurarse casi por completo. No es necesario efectuar ajustes. El maestro ejecuta automáticamente todas las funciones necesarias para el funcionamiento correcto de AS-Interface. Además permite el autodiagnóstico del sistema. Detecta perturbaciones y si durante el

mantenimiento se sustituye un esclavo, le asigna automáticamente la dirección correcta.

Los esclavos AS-i son los encargados de recoger las señales de los sensores para enviarlos al maestro de red para su procesamiento, en caso de ser entradas; caso contrario son los que envían la señal hacia los actuadores de acuerdo a la programación del PLC.

Cada esclavo (módulo) conectado a la red AS-i necesita una dirección con la cual se lo pueda identificar dentro de la red. Esta dirección se la configurará con un dispositivo conocido como direccionador, también se lo utilizará para parametrizar el esclavo. La parametrización se basa en el tipo de sensor del que se va a recibir las señales; es decir, si es un sensor de dos o cuatro hilos.

Para la programación de la red AS-Interface se utiliza el software propio de SIEMENS, este programa es STEP 7.

El asistente AS-Interface ayudará a utilizar datos de una red AS-I en la configuración. Para ello el asistente solicita información de los esclavos conectados a la red. Al final, el asistente generará la lógica para transferir datos entre el programa de usuario y el módulo maestro. El asistente puede leer toda la información necesaria acerca de la red AS-I existente.

2.4.2.- DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE CAMPO Y PROCESO

Para el diseño de la red en este nivel se empleará el bus Profibus DP (*Decentralized Periphery*) ya que está orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLC's) o terminales. La configuración del protocolo Profibus DP tiene una estructura de maestro único.

La comunicación entre el maestro DP y el esclavo DP se efectúa según el principio maestro - esclavo. El maestro dirige todo el tráfico de datos en el bus, esto significa que los esclavos DP sólo pueden actuar en el bus tras solicitarlo el maestro. A tal efecto, los esclavos DP son activados sucesivamente por el maestro conforme a una lista de llamadas (lista de sondeo). Entre el maestro DP y el esclavo DP se intercambian los datos útiles continuamente (de forma cíclica), sin tener en consideración su contenido. A la periferia conectada a PROFIBUS

como esclavo DP se accede como a cualquier otra unidad periférica situada en el módulo central o de ampliación. Es decir, es posible acceder a los módulos periféricos directamente mediante instrucciones.

2.4.2.1.- Configuración de los elementos de la red Profibus-DP

Al igual que la red AS-i, la red Profibus tiene un maestro único que es configurado a través del software SIMATIC Manager.

Por configurar se entiende, en STEP 7, la verificación y direccionamiento de los bastidores disponibles para la conexión de módulos de comunicación de la red. Los bastidores se representan en una tabla de configuración que puede acoger un número determinado de módulos enchufables, del mismo modo que los bastidores "reales".

La configuración se puede copiar cuantas veces se desee a otros proyectos de STEP 7. Si es necesario, también se puede modificar y cargar en una o varias instalaciones existentes. Durante el arranque del sistema de automatización, la CPU compara la configuración teórica creada en STEP 7 con la configuración física (real) de la instalación. Así es posible detectar e indicar inmediatamente los posibles errores.

Ya terminadas las configuraciones de las redes se visualiza la pantalla que indica la figura 2.3:

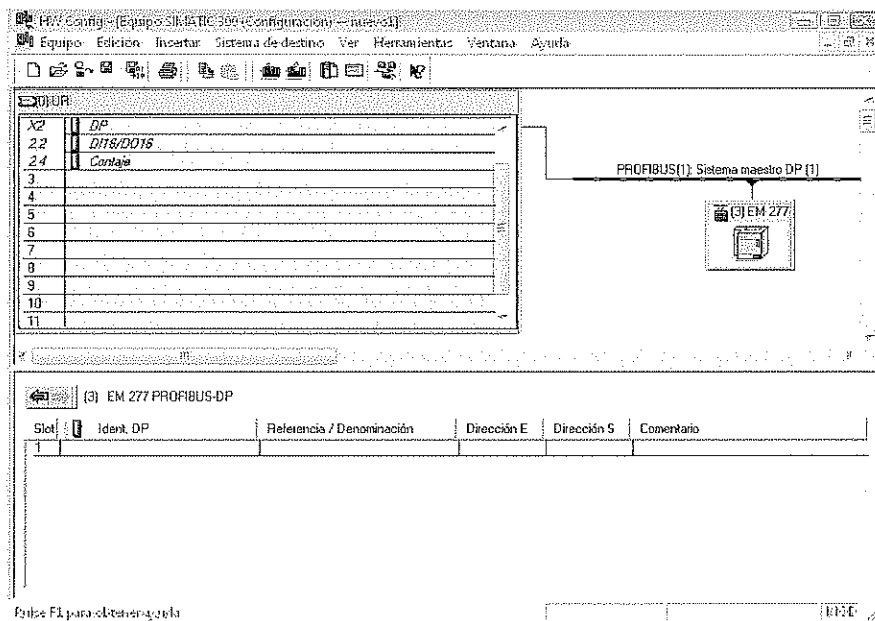



FIGURA 2.3.- Configuración de la red Profibus

Para finalizar la configuración se realiza el programa que corresponda a lo que se quiera realizar en la red. Para esto se guarda los cambios y se abre la opción 'BLOQUES'

Una vez terminada la configuración de los esclavos y terminado el programa se la carga en el equipo dando clic sobre el siguiente ícono  que se encuentra en la barra de herramientas.

2.4.3.- DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE CONTROL

Dentro del sistema de comunicación no propietario y abierto SIMATIC NET, Industrial Ethernet es la red concebida para el nivel de control central y de célula. Debido a la facilidad y las grandes ventajas que ofrece la utilización de este protocolo se lo utiliza en cualquier tipo de industria. En la gama SIMATIC S7 200 se realiza la comunicación a través de Ethernet con la utilización de un módulo que se lo debe configurar para la aplicación que se desee. La comunicación es entre servidor (PLC) y el cliente (PC), teniendo en cuenta que el servidor es el que envía o entrega la información mientras que el cliente es el que solicita la información.

Para la programación de Ethernet se utiliza el software propio de SIEMENS, este programa es STEP 7.

El asistente Ethernet ayudará a configurar el intercambio de datos entre el servidor y el cliente. Al final, el asistente generará la lógica para transferir datos entre el programa de usuario y el módulo Ethernet conectado al PLC.

2.4.4.- DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE GESTIÓN

Para este nivel se utilizará un switch que gestionará las direcciones IP de cada estación y las podrá comunicar con las HMI's.

Se utilizará un servidor OPC que contendrá un software propio de SIEMENS, S7 200 PC ACCESS que abrirá un canal de comunicación entre el computador que contiene las HMI's y los PLC en donde se generán los datos respectivos; a más servirá para llevar hasta los PLC los datos como K_p , K_i , y K_d necesarios para realizar el control PID de cada estación.

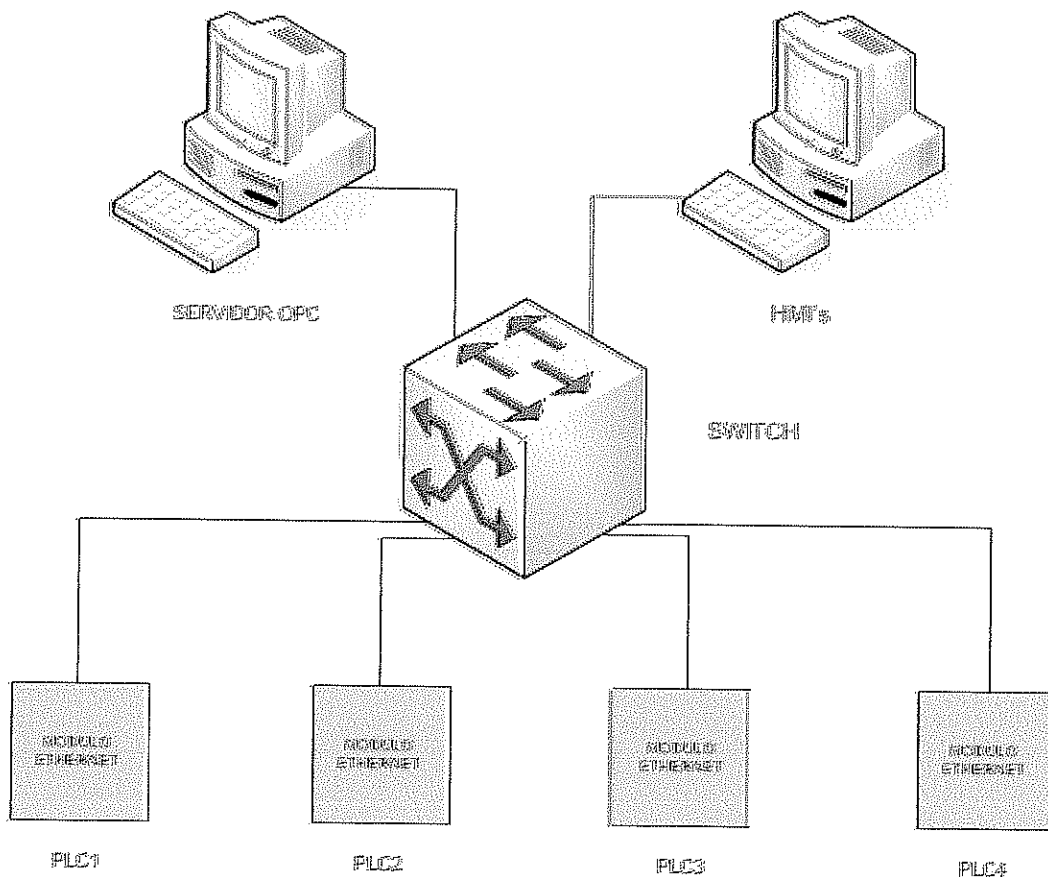


FIGURA 2.4.- Esquema de la red a Nivel de Gestión

2.5.- DISEÑO DE SOFTWARE DE CONTROL EN EL PLC

2.5.1.- PRIMERA FILOSOFÍA DE CONTROL

La primera filosofía de control se basa en que el programa de control se lo realice en cada PLC S7-200, el PLC S7-300 funcionará como un recolector de datos entre el proceso y el panel de operador. (Ver Anexos B, Planos P&ID y diagramas de lazo)

2.5.1.1.- Diseño de software de control a nivel de sensor-actuador

El programa para la red AS-i se desarrolla en el software STEP 7 luego haberse configurado el maestro y esclavos y de haberse creado las subrutinas que se utilizarán para el intercambio de información entre los elementos de red. En este caso solo se iniciará la subrutina de AS-interface como se indica en la figura 2.5:

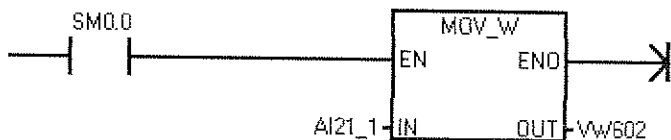


FIGURA 2.5.- Programa en STEP 7 para red AS-i

2.5.1.2.- Diseño de software de control a nivel de campo y proceso

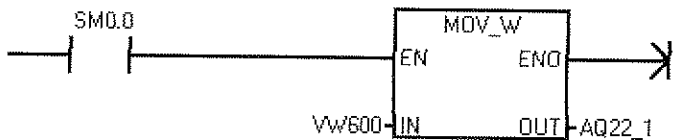
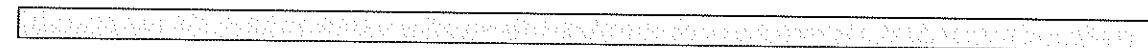
Para el intercambio de datos entre cada esclavo y el maestro de la red Profibus DP se debe tener en cuenta la dirección del bloque de memoria con el que se va a trabajar.

El programa en STEP 7 es solo una función de transferencia como se indica en la Figura 2.6:



Símbolo	Dirección	Comentario
AI21_1	VW159	Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 3



Símbolo	Dirección	Comentario
AQ22_1	VW163	Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

FIGURA 2.6.- Programa en STEP 7 para red Profibus

2.5.1.3.- Diseño de software de control a nivel de control

Una vez configurados los elementos de red Ethernet con ayuda del asistente y como dentro de la red cada PLC actuará como servidor el programa debe ser realizado como se indica en la figura 2.7:

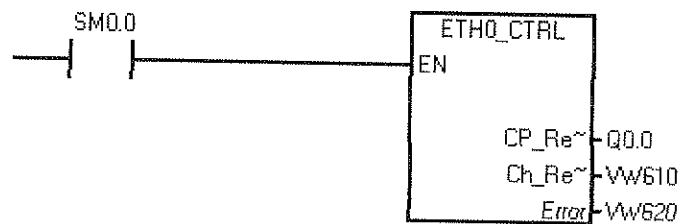


FIGURA 2.7.- Subrutina en STEP 7 para Ethernet

Con esto se finaliza la programación en cada uno de los PLC que serán parte del sistema SCADA.

2.5.2.- SEGUNDA FILOSOFÍA DE CONTROL

Para la segunda filosofía de control se implementará una red PPI interdependiente entre las estaciones de proceso, es decir el funcionamiento de cada proceso dependerá de otro. Por ejemplo la estación de temperatura dependerá del funcionamiento de la estación de nivel. (Ver Anexos B, Planos P&ID y diagramas de lazo)

2.5.2.1.- Diseño de software de control a nivel de sensor – actuador

El programa para la red AS-i se desarrolla en el software STEP 7 luego haberse configurado el maestro y esclavos y de haberse creado las subrutinas que se utilizarán para el intercambio de información entre los elementos de red. En este caso solo se iniciará la subrutina de AS-interface como se indica en la figura 2.8:

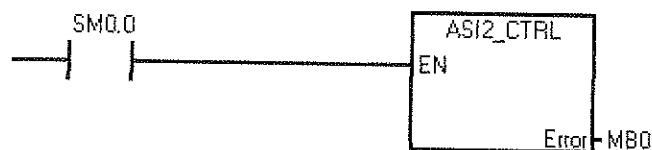


FIGURA 2.8.- Programa en STEP 7 para red AS-i

2.5.2.2.- Diseño de software de control a nivel de campo y proceso

Antes de realizar el software en este nivel se debe inicializar el asistente para intercambio de datos a través de PPI, esto se lo realiza con el asistente de operaciones "NETR/NETW".

El software para el maestro PPI se indica en la figura 2.9:

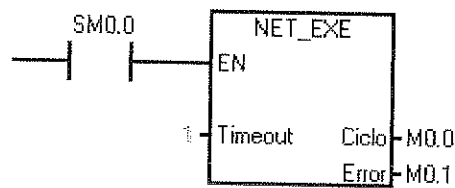


FIGURA 2.9.- Programa es STEP 7 para maestro PPI

2.5.2.3.- Diseño de software de control a nivel de control

En este nivel se realiza el mismo diseño indicado en el apartado 2.5.1.3 DISEÑO DE SOFTWARE DE CONTROL A NIVEL DE CONTROL.

2.5.3.- TERCERA FILOSOFÍA DE CONTROL

La tercera filosofía aplicada en el proyecto se basa en considerar a las estaciones de proceso como remotas y con un solo dispositivo controlador. Es decir todo el control del sistema recae en un solo elemento que es el PLC S7-300. (Ver Anexos B, Planos P&ID y diagramas de lazo)

2.5.3.1.- Diseño de software de control a nivel de sensor-actuador

El software en este nivel solo servirá para almacenar los datos enviados desde el proceso a través del bus AS-i y de paso para los datos de respuesta luego de haberse realizado en control. Es decir este nivel servirá como recolector de datos entre el dispositivo controlador y las estaciones de proceso. El programa se indica en la figura 2.10:

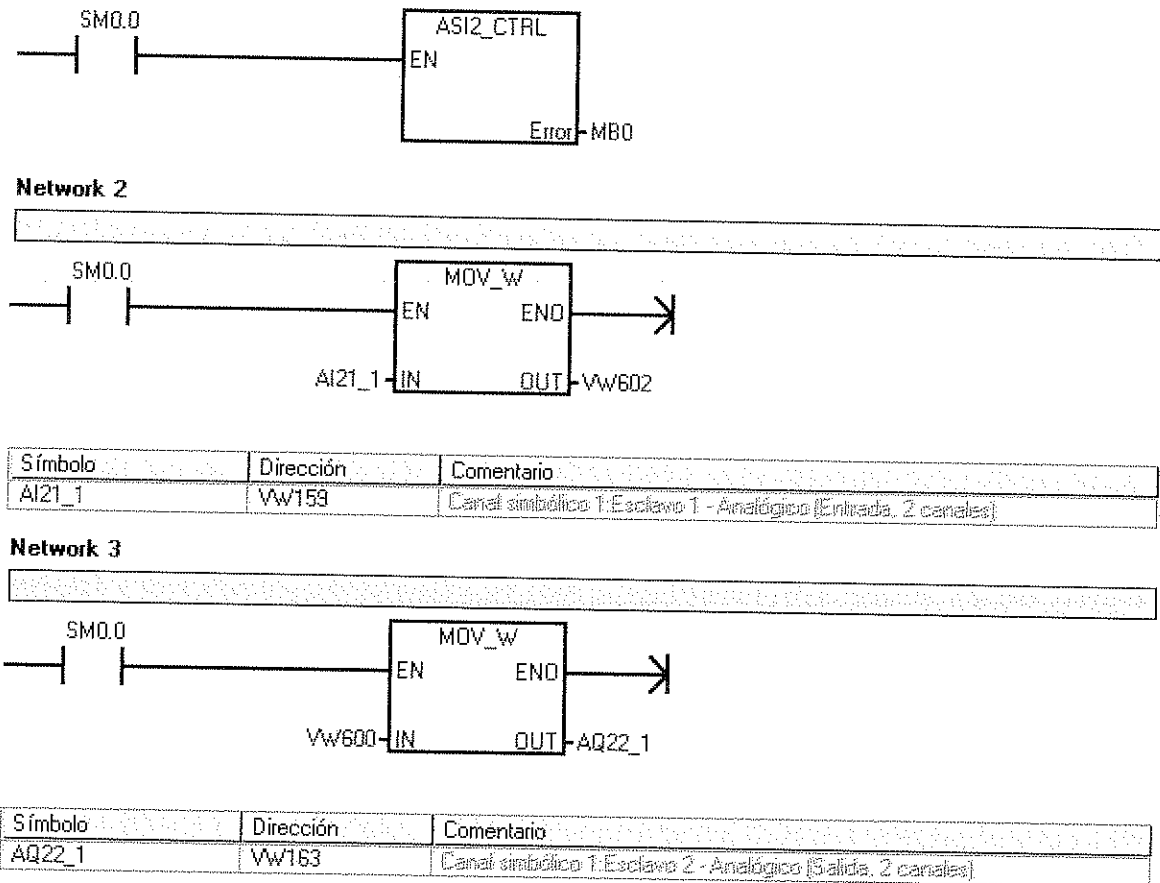


FIGURA 2.10.- Programa para el intercambio de datos entre PLC S7-200 y PLC S7-300

2.5.3.2.- Diseño de software de control a nivel de campo y proceso

En este nivel no solo se realizará el envío y recepción de datos, también se realizará el programa de control (en este caso PID) para cada uno de los procesos. El maestro de la red Profibus es el que realizará el programa de control con la ayuda de una función propia para el PLC S7-300 que nos ayuda a configurar directamente los parámetros necesarios para realizar el control PID del proceso. El programa está indicado en la figura 2.11:

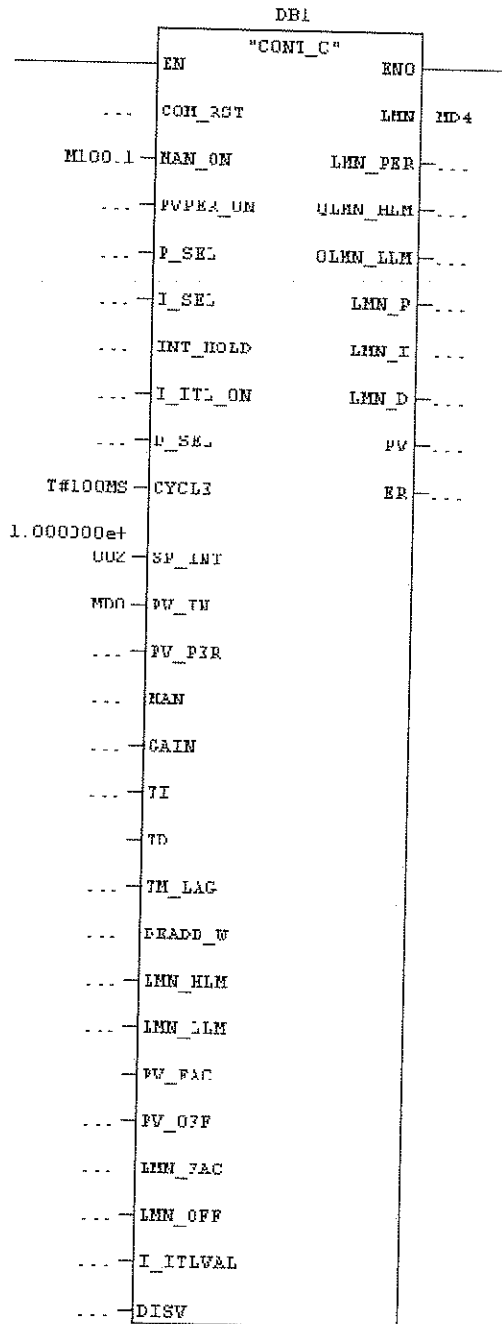


FIGURA 2.11.- Programa para realizar el control PID en el PLC S7-300

Para configurar correctamente se debe tomar en cuenta las direcciones de memoria en las que se guardarán los datos luego de ser transmitidos hacia el maestro a través de Profibus - DP.

2.5.3.3.- Diseño de software de control a nivel de control

En este nivel se realiza el mismo diseño indicado en el apartado 2.5.1.3 DISEÑO DE SOFTWARE DE CONTROL A NIVEL DE CONTROL.

2.6.- DISEÑO DEL PROTOTIPO HMI

Un diseño HMI debe cumplir varios requerimientos básicos para el control supervisorio de un proceso, estos son:

- **Monitoreo.-** Es la habilidad de obtener y mostrar datos, de fácil interpretación, de la planta o proceso en tiempo real
- **Supervisión.-** Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo directamente desde la computadora.
- **Alarmas.-** Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.
- **Control.** Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.
- **Históricos.** Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

El diseño de los prototipos de cada proceso se lo realizará utilizando el software propio de la SIEMENS para estas aplicaciones, este programa es WinCC (Windows Control Center para Windows).

WinCC es un aplicación software HMI (Human Machine Interface) que integra el software de controlador de planta en el proceso de automatización. Los componentes de WinCC permiten integrar sin problemas aplicaciones nuevas o ya existentes. WinCC combina la arquitectura de las aplicaciones de Windows con la programación en entornos gráficos, e incluye varios elementos destinados al control y supervisión de procesos. El entorno de ingeniería de proyectos de WinCC engloba:

- Dibujos para diseñar representaciones de planta

- Estructura de archivos para guardar datos/eventos marcados con fecha y hora en una base de datos.
- Generador de informes para generar informes sobre los datos solicitados.
- Administración de datos para definir y recopilar datos de toda la planta.
- Tiempo de ejecución de WinCC

Además permite a los operarios interactuar con la aplicación directamente en la máquina o desde un centro de control. Las figuras 2.12, 2.13, 2.14 y 2.15 indican las HMI's en donde se visualizan los procesos. En cada una de las pantallas tienen indicadores muy importantes del proceso como son las alarmas que se encienden si el valor del proceso excede los límites superior e inferior ya configurados. También tienen indicadores en donde se visualizan los valores principales del proceso de control como es Set Point (valor de consigna), Process Value (valor de proceso) y Control Value (valor de control del proceso).

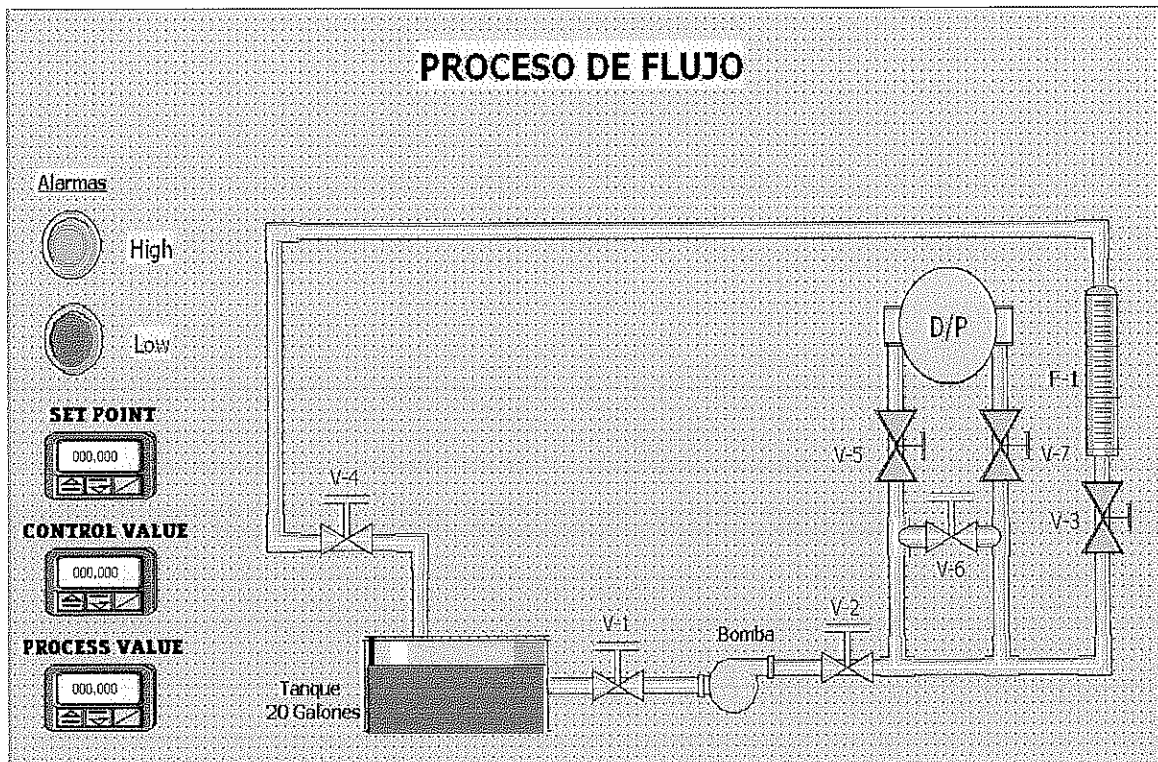


FIGURA 2.12.- HMI para el proceso de Flujo

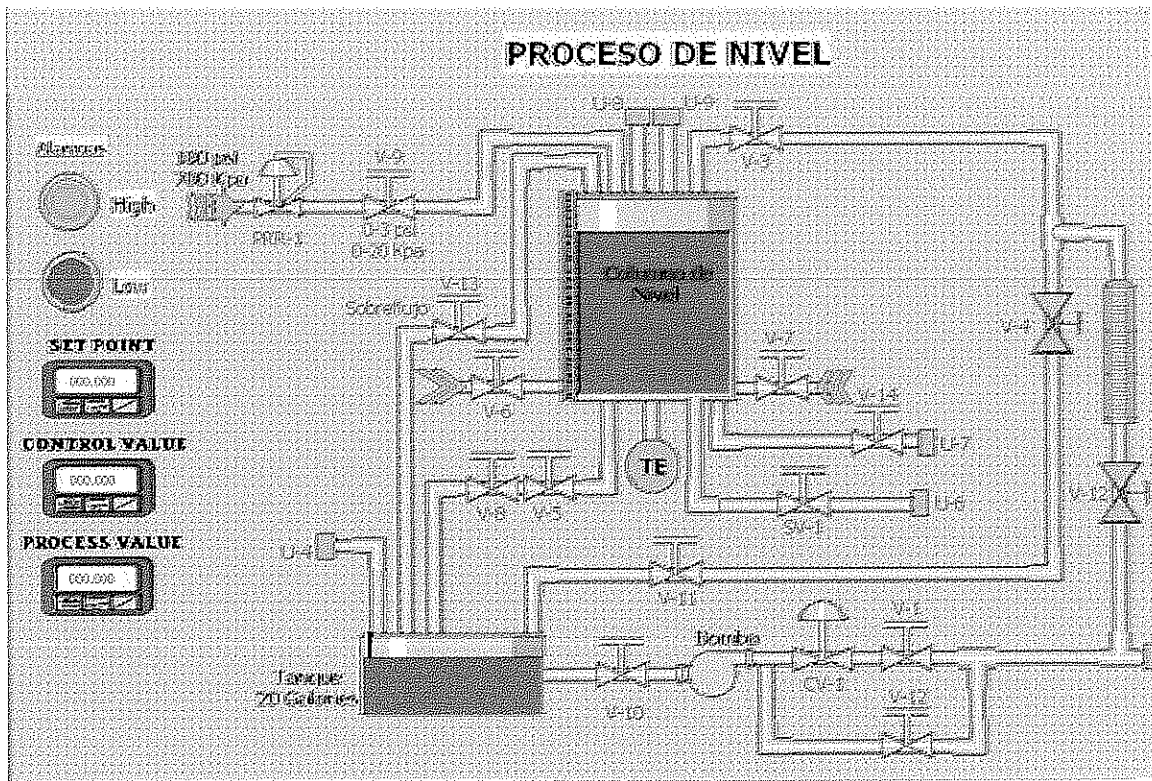


FIGURA 2.13.- HMI para el proceso de Nivel

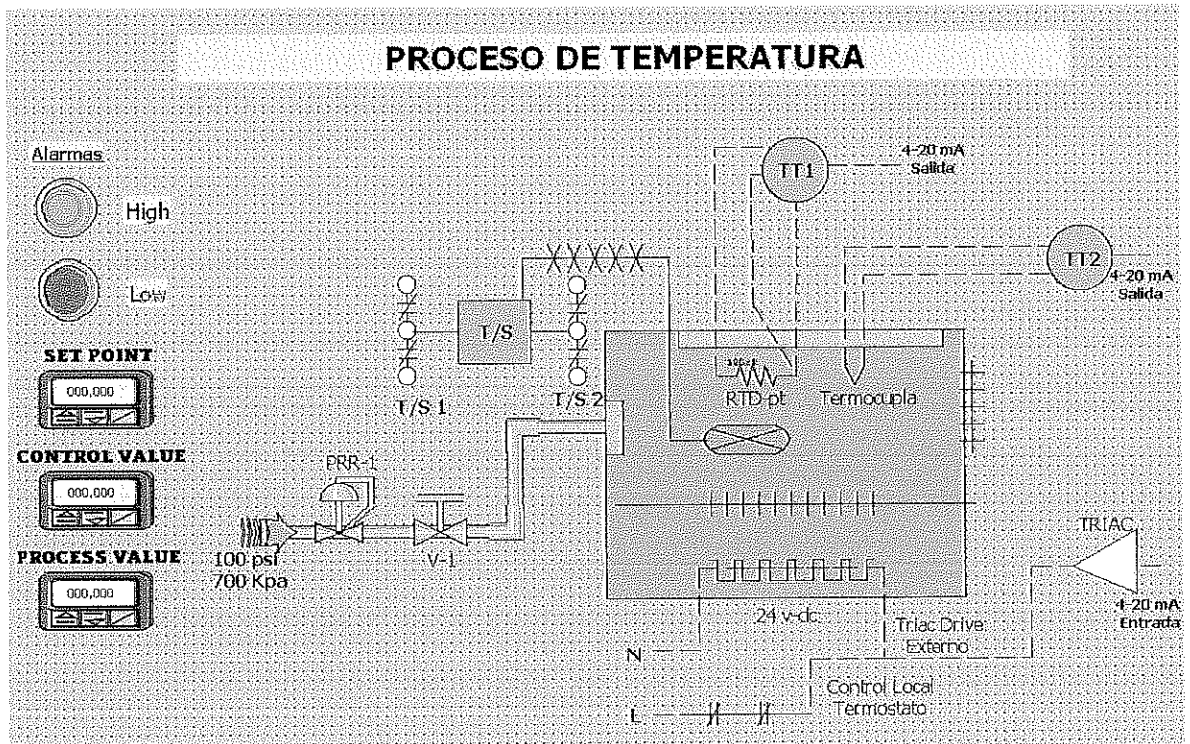


FIGURA 2.14.- HMI para el proceso de Temperatura

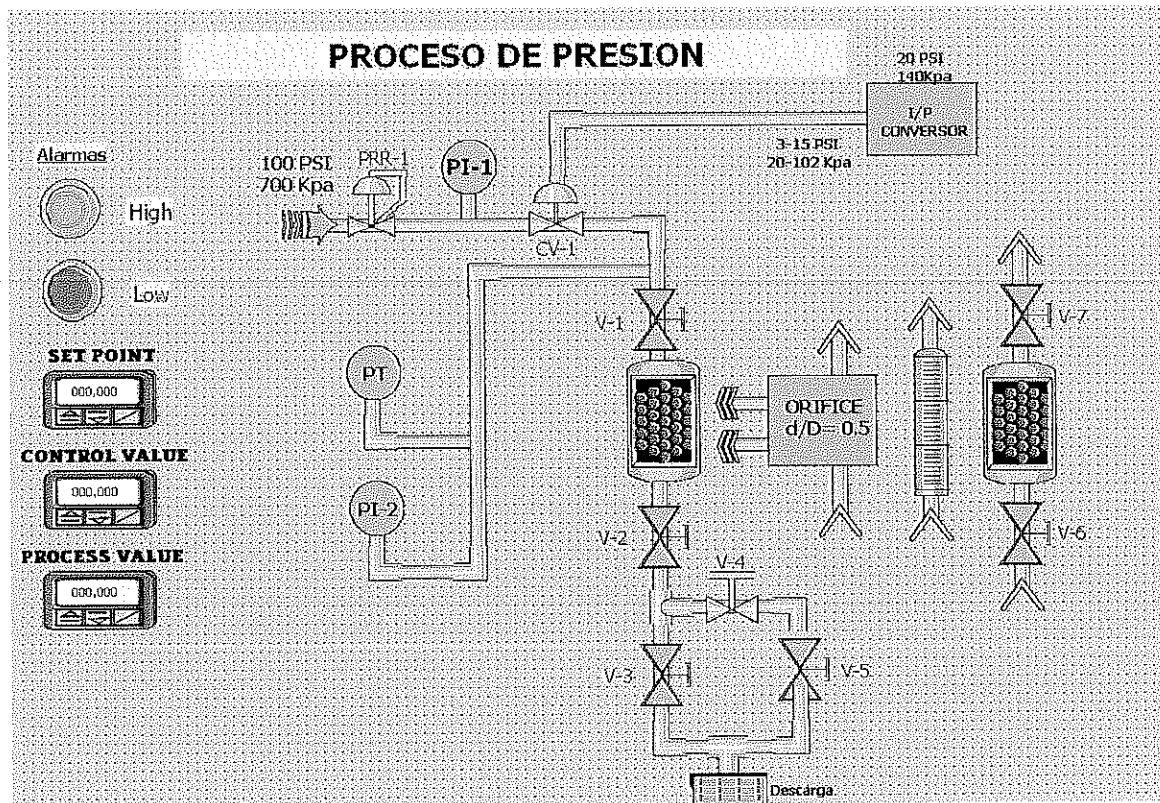




FIGURA 2.15.- HMI para el proceso de Presión

Una vez terminada la configuración se guarda las pantallas luego de haberlas compilado para verificar que no existan errores; la compilación se la hace dando clic en el ícono  y se las ejecuta dando un clic sobre el ícono  para realizar el 'Runtime' de la aplicación

2.7.- CONFIGURACIÓN DE LAS PANTALLAS TÁCTILES PARA LA SUPERVISION DEL SISTEMA

Para realizar la configuración de la pantalla táctil o touch screen se utilizará WinCC. La figura 2.16 indica la pantalla de inicio en la touch screen

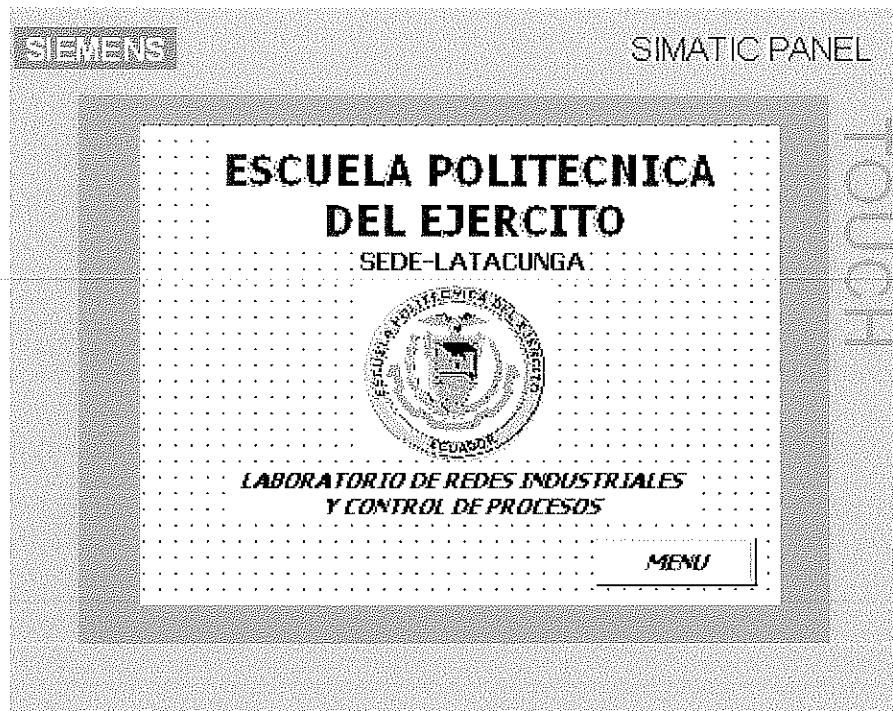


FIGURA 2.16.- Pantalla de inicio para OP

Al presionar el botón menú en la pantalla de inicio se desplegará una pantalla en la que se podrá seleccionar la estación que se supervisará; esta pantalla esta indicada en la figura 2.17:

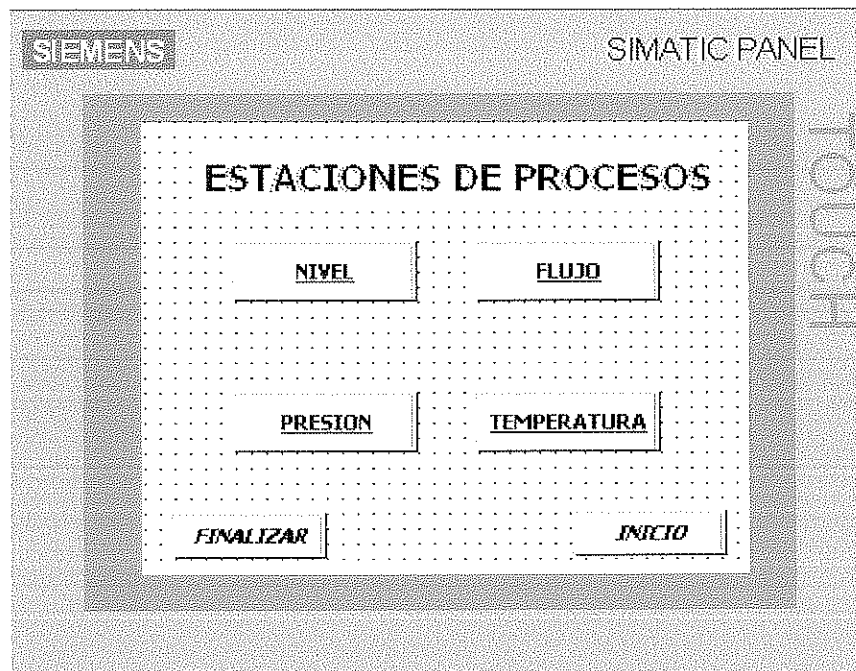


FIGURA 2.17.- Pantalla de selección de procesos

Para acceder a la estación de proceso se deberá dar un clic sobre el botón que corresponda y así se desplegará una pantalla con las distintas opciones que se podrán visualizar del proceso de la estación seleccionada. Esta pantalla se indica en la figura 2.18:

Básicamente el diseño de esta pantalla será el mismo para cada estación, lo que diferirá son las variables que se leerán en cada pantalla.

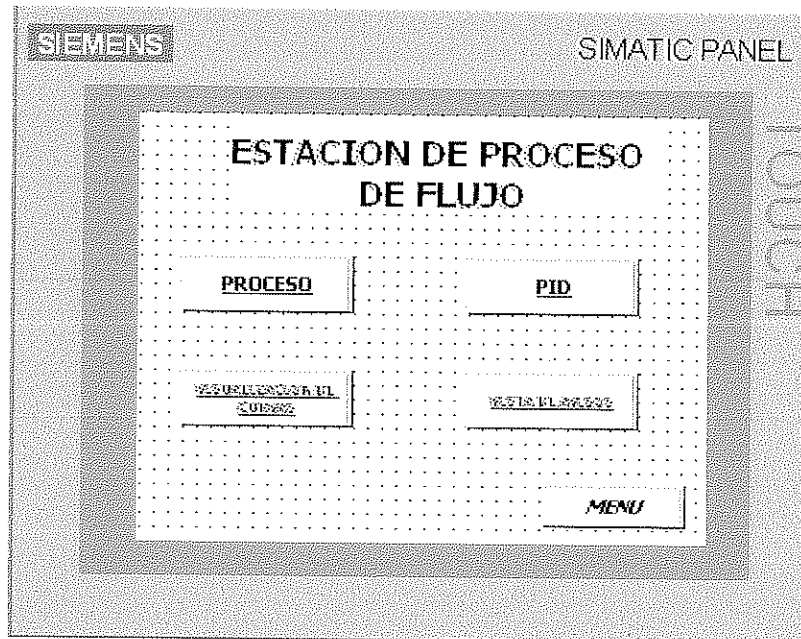


FIGURA 2.18.- Pantalla de selección en OP para datos del proceso

Para acceder a cada pantalla se ha considerado el manejo de usuarios que restringen las funciones de estos sobre el proceso. (Ver figura 2.19)

Por ejemplo el usuario "Administrador" es el que tiene acceso a todas las visualizaciones y funciones del proceso. El usuario "Operador" tiene acceso a visualizar las curvas del proceso y a variar el valor de consigna del proceso y el usuario "Supervisor" puede acceder a los avisos de alarmas; todos los usuarios tienen acceso a visualizar el proceso. El ingreso de los usuarios con sus respectivas contraseñas habilitan las funciones anteriormente descritas para cada uno.

Usuarios	
Nombre	Contraseña
Admin	*****
Operador	*****
Supervisor	*****

FIGURA 2.19.- pantalla en la cual se configuran los usuarios

El usuario y la contraseña son ingresados en el menú como se indica en la figura 2.20:

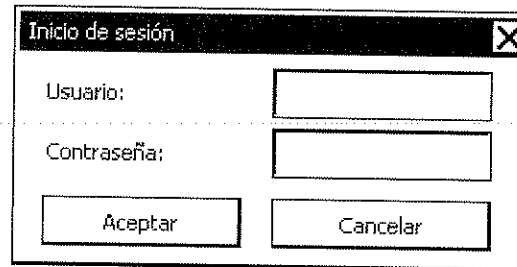


FIGURA 2.20.- Menú para ingresar usuario y contraseña

Al dar clic en el botón 'Proceso' se desplegará una pantalla en la cual se visualizará gráficamente como está trabajando la estación, tal como se indica en la figura 2.21:

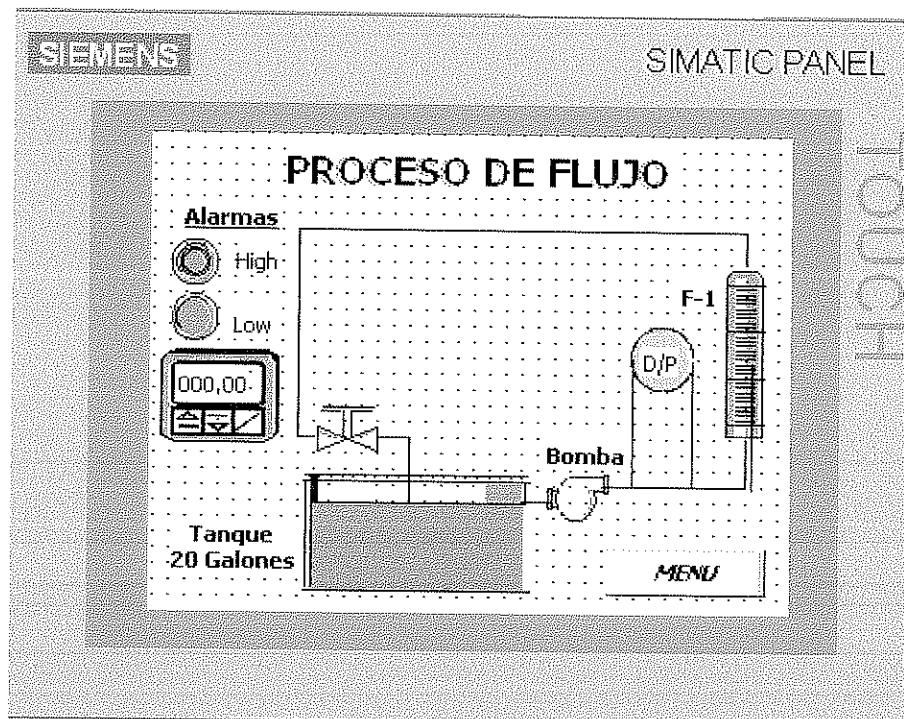


FIGURA 2.21.- Pantalla de visualización de proceso en OP

Al presionar el botón 'PID' se desplegará la pantalla indicada en la figura 2.22:

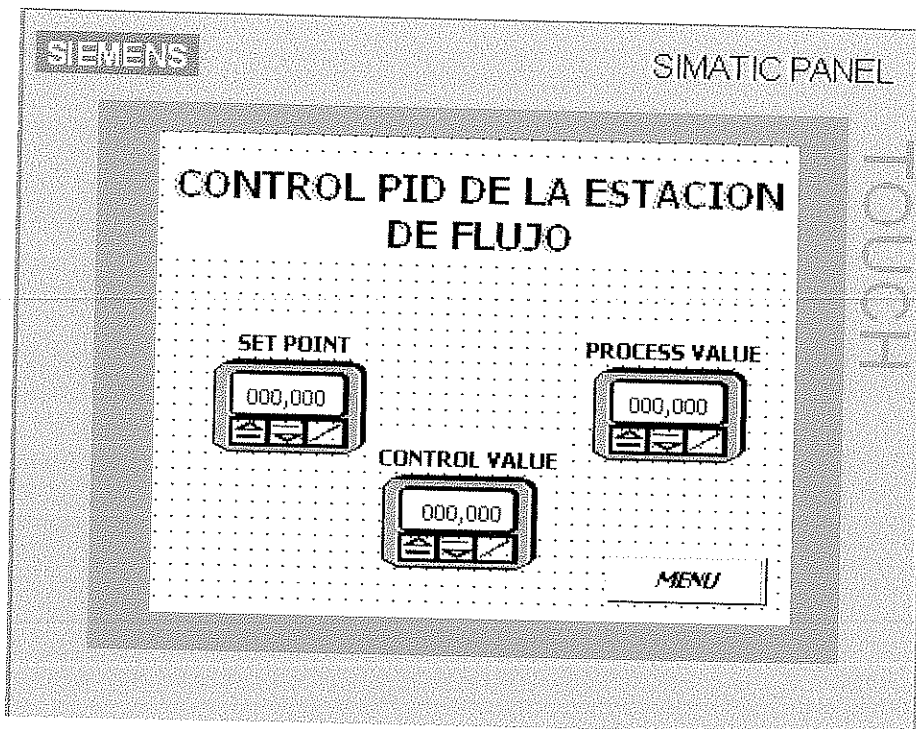


FIGURA 2.22.- Pantalla de visualización en OP de variables del control PID del proceso

En esta pantalla se visualizará los valores de los principales variables del control PID. Esta pantalla es similar para las otras estaciones diferenciándose desde donde se obtendrán los datos, obviamente de la estación a la que se este monitoreando.

Una vez terminado el diseño de las pantallas se deberá definir las variables, de donde serán adquiridas y mediante qué conexión.

CAPÍTULO III.-

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA SCADA EN LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS

3.1.- DISEÑO DE TABLERO ELÉCTRICO

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico.

La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados.

La distribución de los equipos a montarse sobre el tablero eléctrico (ver anexo B, planos eléctricos) tienen la siguiente disposición como se muestra en la figura 3.1:

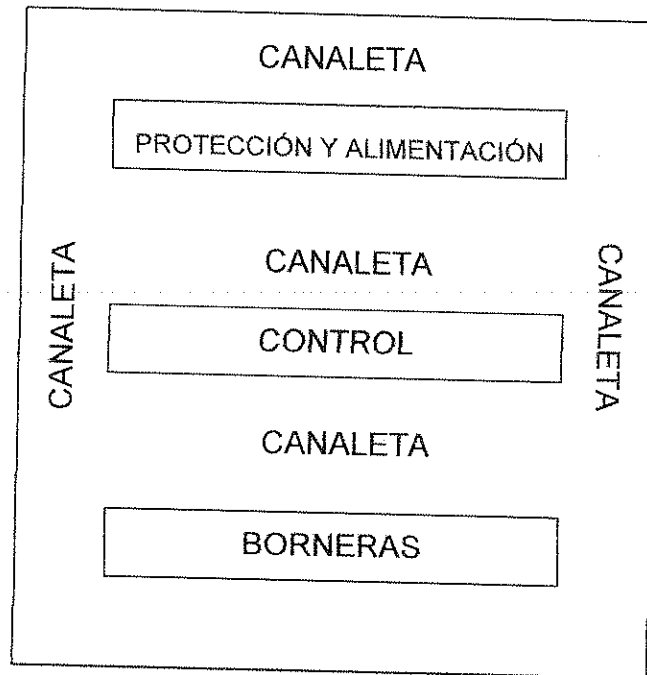


FIGURA 3.1.- Disposición de equipos en un tablero eléctrico

3.2.- DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA

Físicamente el sistema SCADA será montado en el Laboratorio de redes Industriales y Control de Procesos procurando la máxima optimización del espacio.

Los componentes están colocados en un riel din que se encuentra empotrado en una placa doble fondo a un costado de cada estación de proceso (ver figura 3.1) Las dimensiones de la placa doble fondo son:

Ancho: 60 cm.

Altura: 80 cm.

La alimentación para los PLC's S7 200, y las fuentes AS-i es de 110 Vca y para el PLC s7 300, los esclavos AS-i y los módulos AS-i, Profibus y Ethernet es 24Vcc.



FIGURA 3.2.- Tablero utilizado para cada estación de proceso

3.3.- PRUEBAS EXPERIMENTALES DEL SISTEMA

Las pruebas experimentales realizadas se basaron en la correcta comunicación de los elementos de cada red.

3.3.1.- PRUEBA DE COMUNICACIÓN EN LA RED AS-I

El objetivo de este experimento es comprobar si el intercambio de datos entre equipos utilizando AS-i se realiza correctamente. Revelará si se ha montado bien el cable y si los parámetros de configuración escogidos para el bus son los adecuados.

Para llevar a cabo este experimento se configurarán los equipos siguiendo los pasos del Anexo D (Manual para implementación del sistema SCADA). Luego cargar un programa sencillo de transferencia de datos en el PLC como el que se indica en la figura 3.3. Una vez cargado el programa, en el esclavo de entrada de AS-i, con ayuda de un generador de corriente, enviar una señal que se guardará en una localidad de la memoria del PLC y la misma enviarla al esclavo de salida y con un multímetro verificar si la corriente de entrada es

la misma que la de salida. Con esto queda comprobada la comunicación en este bus.

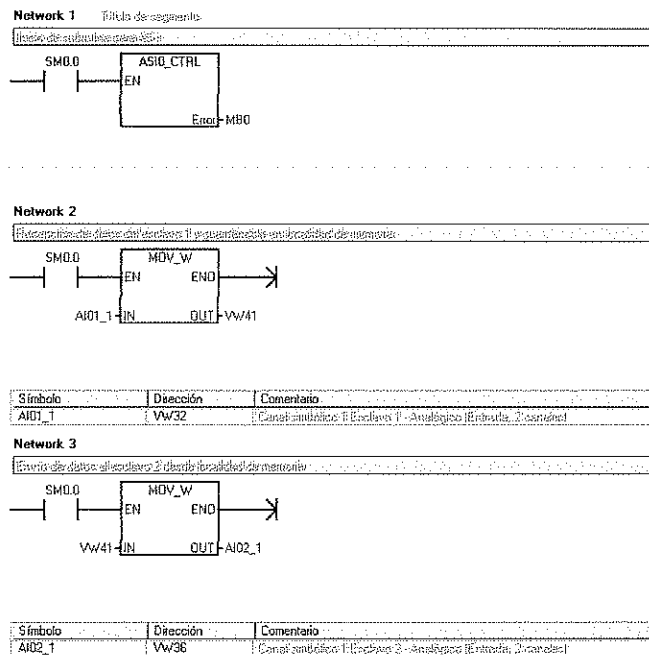


FIGURA 3.3.- Programa utilizado para comprobar la comunicación a través de AS-i

A mas de esta prueba se puede comprobar la coherencia de la red utilizando con el que se direcciona y parametriza los esclavos.

TABLA 3.1.- ESTADO DE RED AS-I

	ESCLAVO 1	ESCLAVO 2	ESTADO
DIRECCIÓN	1	2	CORRECTO
PARAMETRIZACIÓN (valor hexadecimal)	0011	0011	CORRECTO

3.3.2.- PRUEBA DE COMUNICACIÓN EN LA RED PROFIBUS - DP

El objetivo de este experimento es comprobar si el intercambio de datos entre equipos vía PROFIBUS se realiza correctamente. Revelará si se ha montado bien el cable y si los parámetros de configuración escogidos para el bus PROFIBUS son los adecuados. Para llevar a cabo este experimento se configurarán los equipos siguiendo los pasos del Anexo D (Manual para implementación del sistema SCADA).

La implementación del programa para la comprobación de la comunicación entre un esclavo (S7-200) y el maestro (S7-300) es un pequeño programa de transferencia tanto en el maestro y el esclavo como el que se indica en la figura 3.4.

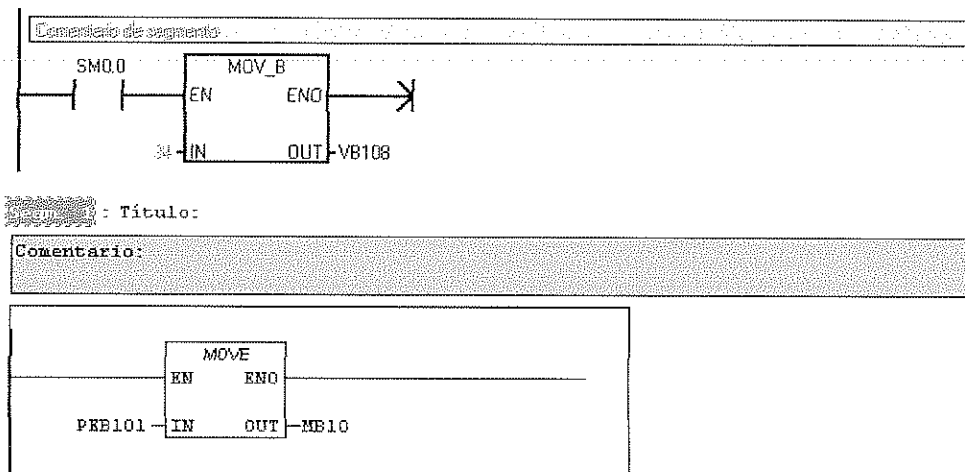


FIGURA 3.4.- Programa utilizado para comprobar la comunicación en la red Profibus DP

Ya en funcionamiento tanto el maestro y los esclavos de red la comunicación se puede comprobar con la ayuda de un software propio de SIEMENS llamado NetPRO. Este software comprueba la coherencia de red, es decir si físicamente la red es la misma a la configurada. Para ello se ejecuta el programa NetPRO y se abre el archivo donde se guardo la configuración para la red Profibus y se ejecuta la opción "Red" que se encuentra en la barra de herramientas y de ejecuta la tarea "Comprobar coherencia" entonces se despliega gráficamente como se encuentra la red y una ventana de aviso de los posibles errores o indicando que la red está funcionando correctamente como se indica en la figura 3.5:

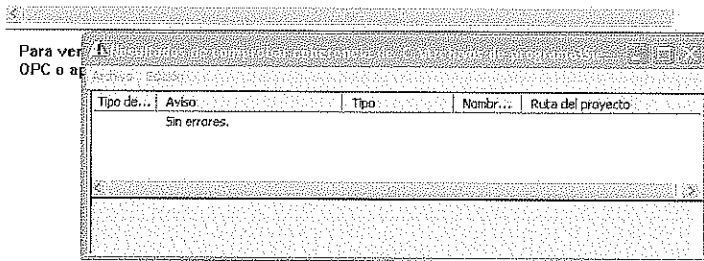
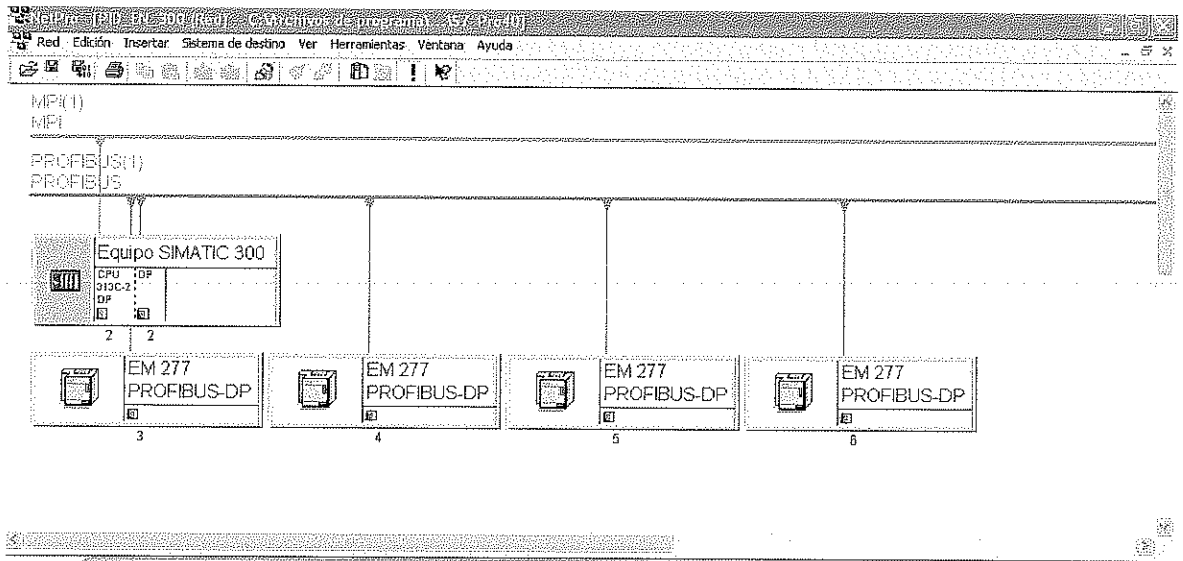


FIGURA 3.5.- Prueba para el correcto funcionamiento de la red Profibus.

Otra manera de comprobar el funcionamiento de la red Profibus es ejecutando el programa previamente cargado en el maestro. Abrir el programa en "Administrador Simatic" y una vez que este corriendo abrir la opción "Información del módulo" que se encuentra en la opción "Sistema de destino". Allí se despliega toda la información del módulo (Maestro Profibus). En la pestaña "Comunicaciones" se muestra la velocidad de transferencia de la información, los recursos de enlaces utilizados y la carga de ciclo por comunicación; tal como lo indica la figura 3.6:

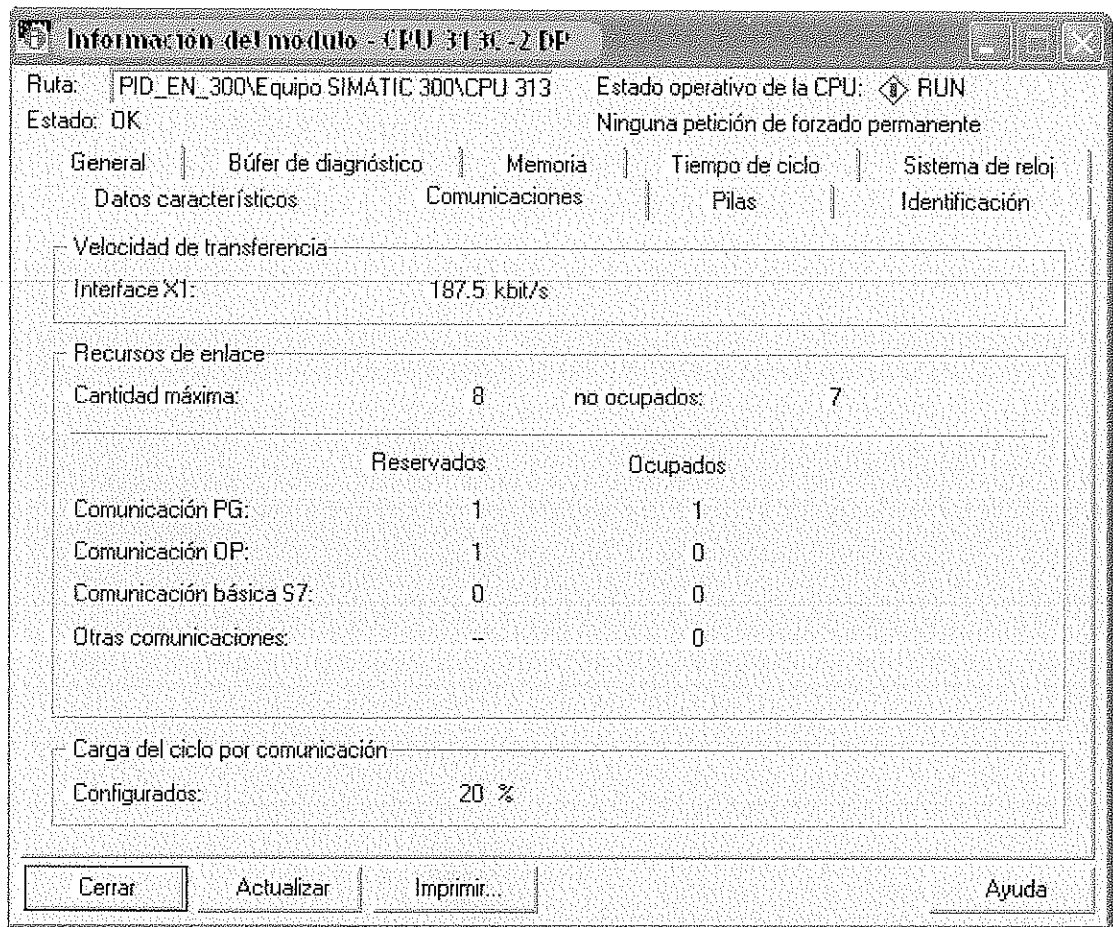


FIGURA 3.6.- Información del maestro Profibus

TABLA 3.2.- Características de la transmisión a través de Profibus

	NORMAL	OBTENIDA	FUNCIONAMIENTO
Velocidad de transferencia	9.6Kbit/s hasta 12Mbit/s	187.Kbit/s	CORRECTO
Recursos de enlace	1 a 8	1 ocupada	CORRECTO

3.3.3.- PRUEBA DE COMUNICACIÓN EN LA RED ETHERNET

El objetivo de este experimento es comprobar si el intercambio de datos entre equipos vía Ethernet se realiza correctamente. Revelará si se ha montado bien el cable y si los parámetros de configuración escogidos para Ethernet son los adecuados. Para llevar a cabo esta prueba se utilizó el software “SoftPerfect Network Protocol Analyzer” con el cual nos ayuda a verificar la correcta transmisión de datos, velocidad de transmisión, paquetes enviados, y direcciones de clientes y del servidor al que están conectados (ver figura 3.7).

Para la utilización de este programa solo es necesario configurar los enlaces tal como se indica en el anexo D (Manual para la implementación de un sistema SCADA).

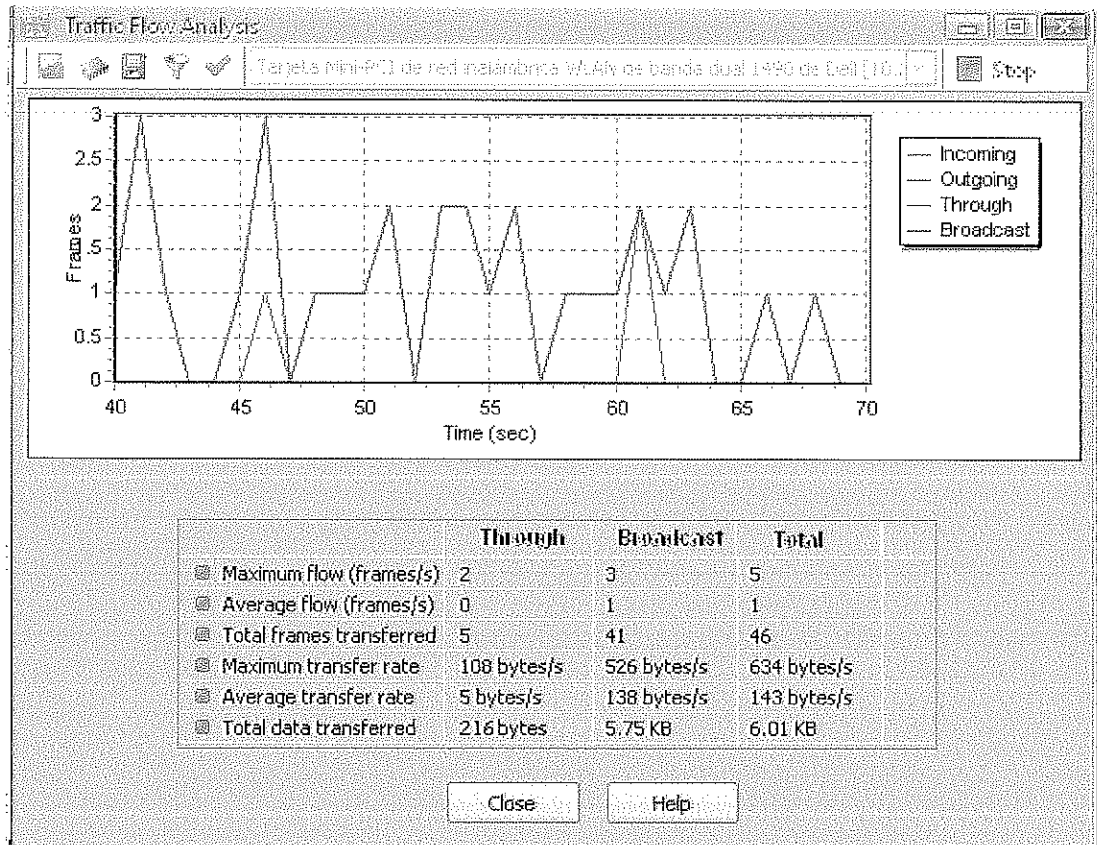


FIGURA 3.7.- Prueba para el correcto funcionamiento de Ethernet

TABLA 3.2.- Características de la transmisión a través de Ethernet

	OBTENIDO	FUNCIONAMIENTO
THROUGH	216 bytes	CORRECTO
INCOMING	114 bytes	CORRECTO
OUTGOING	107 bytes	CORRECTO

3.3.4.- PRUEBA DE SINTONIZACIÓN DEL CONTROL PID

Para la sintonización de la estación de presión en el PLC S7-300 se cuenta con una herramienta llamada PARAMETRIZAR REGULACIÓN PID en donde se puede hacer la sintonización con cualquier método solo importando el archivo de instancia cargado en el PLC.

Con una ganancia proporcional de 6.5 y deshabilitando la acción integral se obtiene la siguiente respuesta indicada en la figura 3.8:

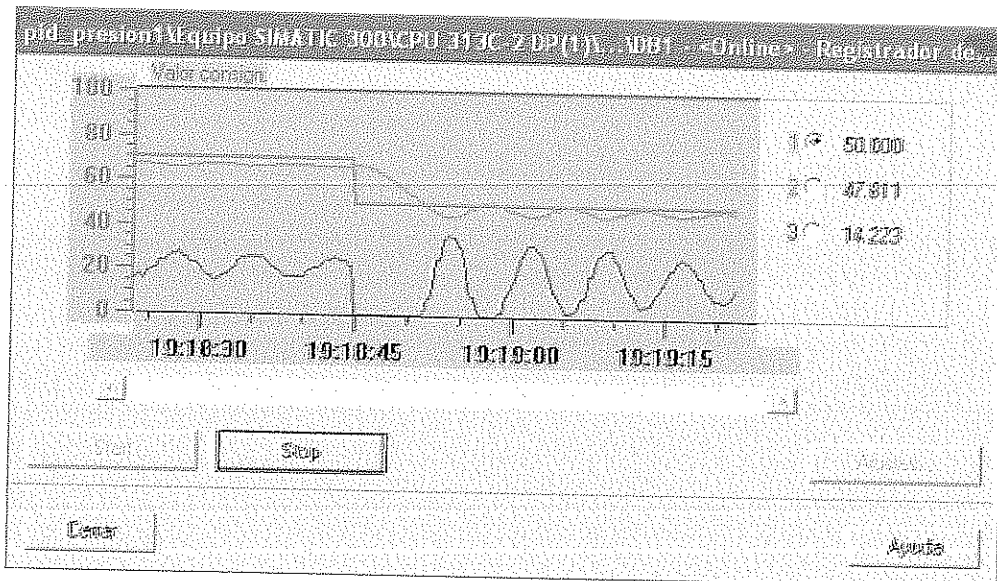


FIGURA 3.8.- Gráfica de respuesta para el proceso de Presión

Descripción de la figura:

Línea color verde: Valor de consigna o Set Point

Línea color amarillo: Valor de proceso

Línea color rojo: Valor de control o manipulado

Al variar tan solo un poco en la ganancia proporcional se comprobó que la estabilización se realizó en menor tiempo como lo muestra la siguiente respuesta indicada en la figura 3.9:

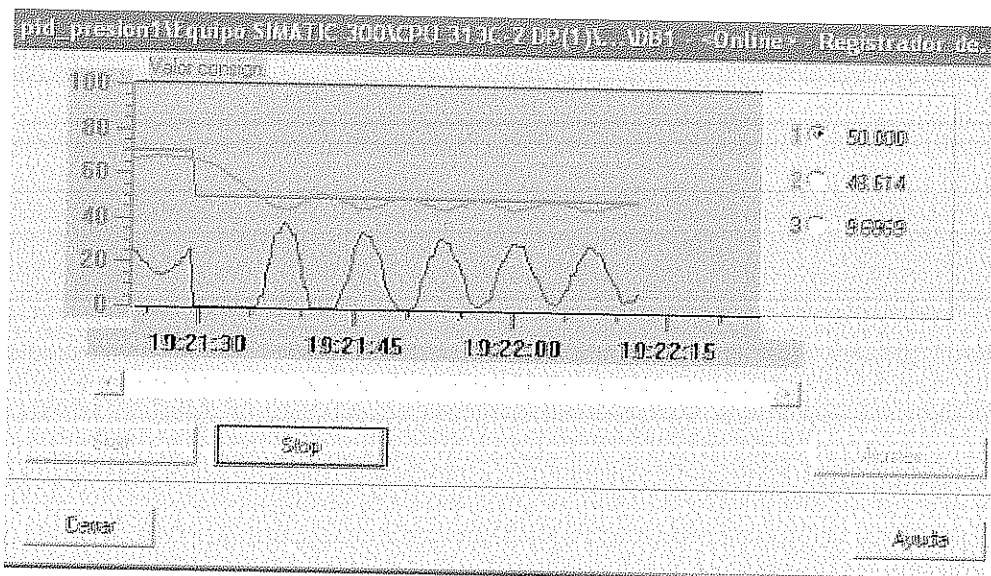


FIGURA 3.9.- Gráfica de respuesta para el proceso de Presión al variar la ganancia proporcional

Descripción de la figura:

Línea color verde: Valor de consigna o Set Point

Línea color amarillo: Valor de proceso

Línea color rojo: Valor de control o manipulado

3.3.5.- PRUEBAS EN EL CONTROL PID

Con estas pruebas se pretende conocer que tan rápido la variable de proceso (Process value) se estabiliza de acuerdo a los cambios en el valor de consigna (Set point).

3.3.5.1.- Prueba escalón en las estaciones

Estación de Nivel

En el control PID realizado en la estación de nivel se obtuvo la siguiente respuesta de la variable de proceso a un cambio brusco en el valor de consigna como se indica en la figura 3.10:

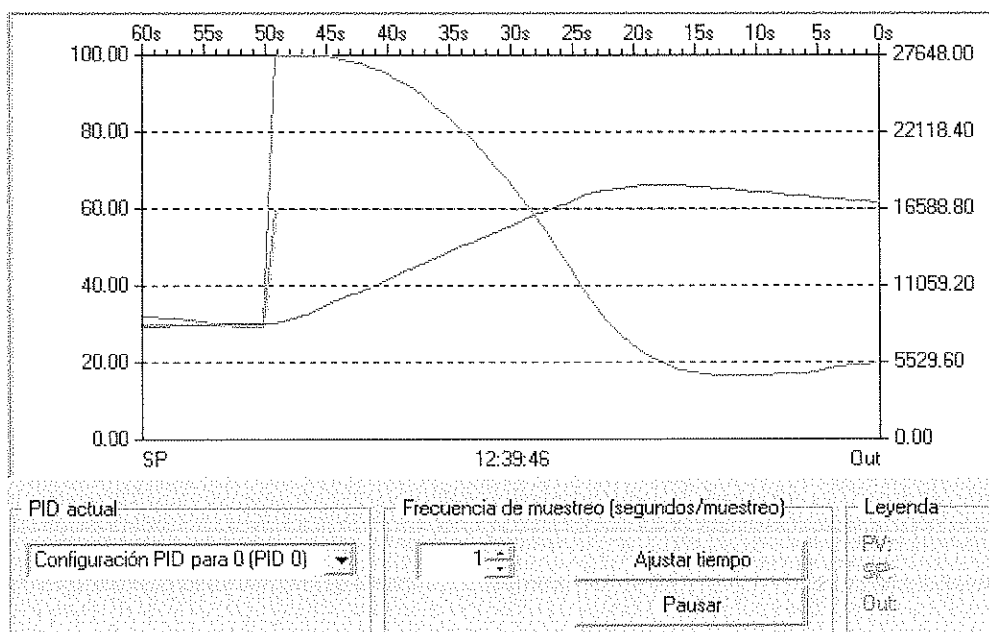


FIGURA 3.10.- Respuesta obtenida a una prueba escalón en la estación de nivel

Estación de Flujo

En el control PID realizado en la estación de flujo se obtuvo la siguiente respuesta de la variable de proceso a un cambio brusco en el valor de consigna como se indica en la figura 3.11:

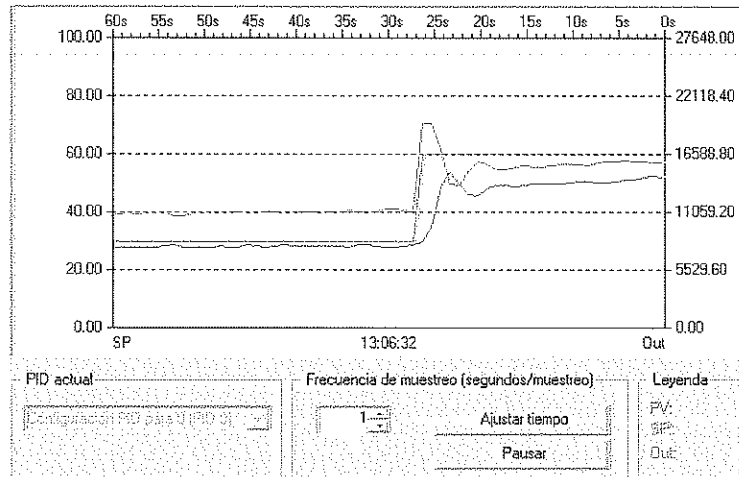


FIGURA 3.11.- Respuesta obtenida a una prueba escalón en la estación de flujo

Estación de Presión

En el control PID realizado en la estación de presión se obtuvo la siguiente respuesta de la variable de proceso a un cambio brusco en el valor de consigna como se indica en la figura 3.12:

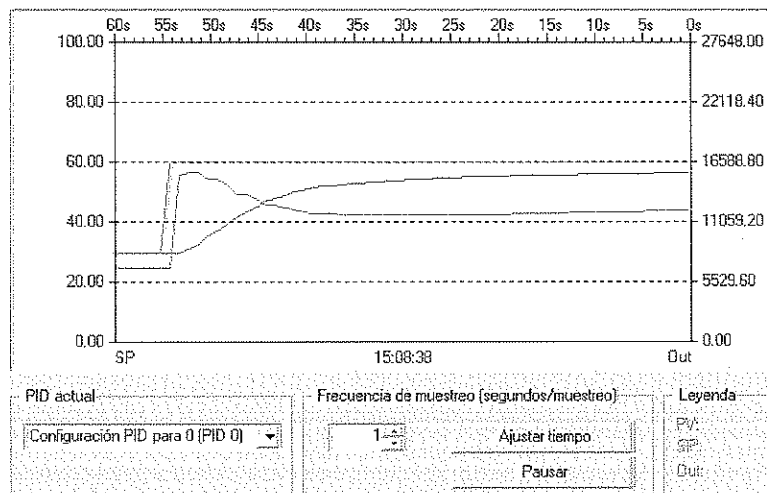


FIGURA 3.12.- Respuesta obtenida a una prueba escalón en la estación de presión

Estación de Temperatura

En el control PID realizado en la estación de temperatura se obtuvo la siguiente respuesta de la variable de proceso a un cambio brusco en el valor de consigna como se indica en la figura 3.13:

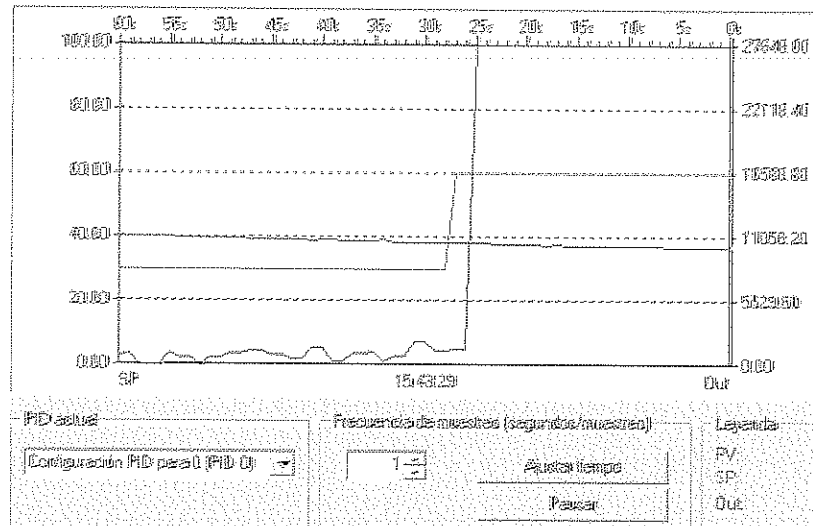


FIGURA 3.13.- Respuesta obtenida a una prueba escalón en la estación de temperatura

3.3.5.2.- Prueba rampa en las estaciones

Estación de Nivel

En el control PID realizado en la estación de nivel se obtuvo la siguiente respuesta de la variable de proceso a un cambio continuo en el valor de consigna como se indica en la figura 3.14:

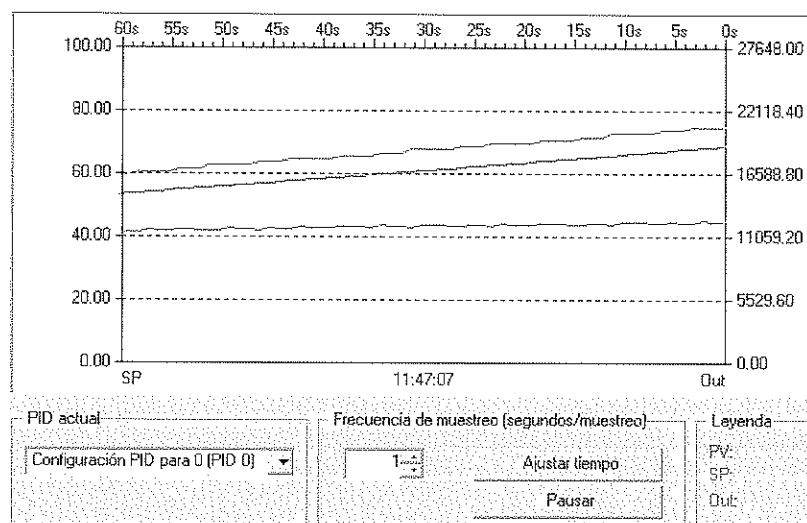


FIGURA 3.14.- Respuesta obtenida a una prueba rampa en la estación de nivel

Estación de Flujo

En el control PID realizado en la estación de flujo se obtuvo la siguiente respuesta de la variable de proceso a un cambio continuo en el valor de consigna como se indica en la figura 3.15:

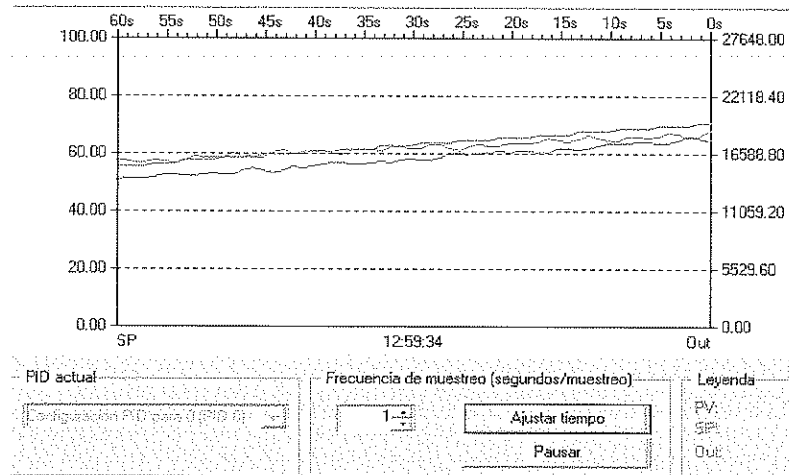


FIGURA 3.15.- Respuesta obtenida a una prueba rampa en la estación de flujo

Estación de Presión

En el control PID realizado en la estación de presión se obtuvo la siguiente respuesta de la variable de proceso a un cambio continuo en el valor de consigna como se indica en la figura 3.16:

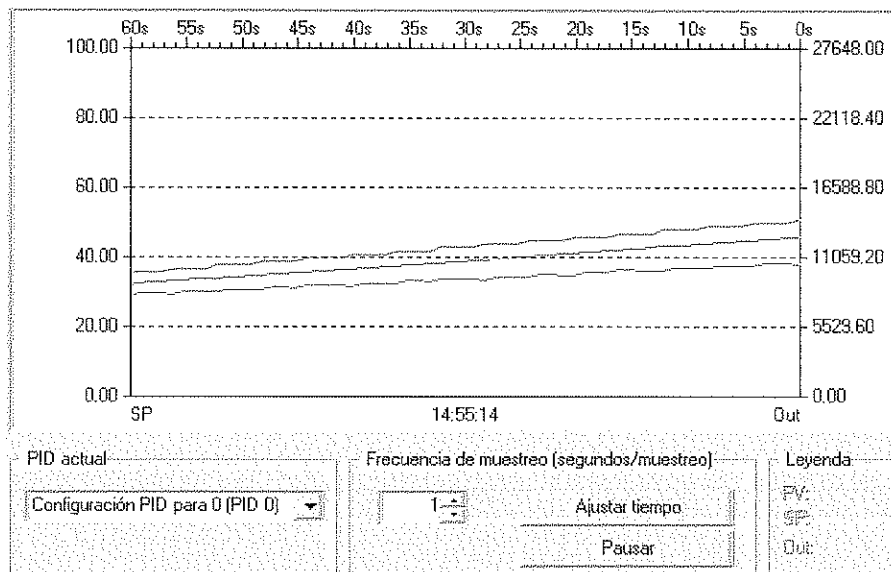


FIGURA 3.16.- Respuesta obtenida a una prueba rampa en la estación de presión

Estación de Temperatura

En el control PID realizado en la estación de temperatura se obtuvo la siguiente respuesta de la variable de proceso a un cambio continuo en el valor de consigna como se indica en la figura 3.17:

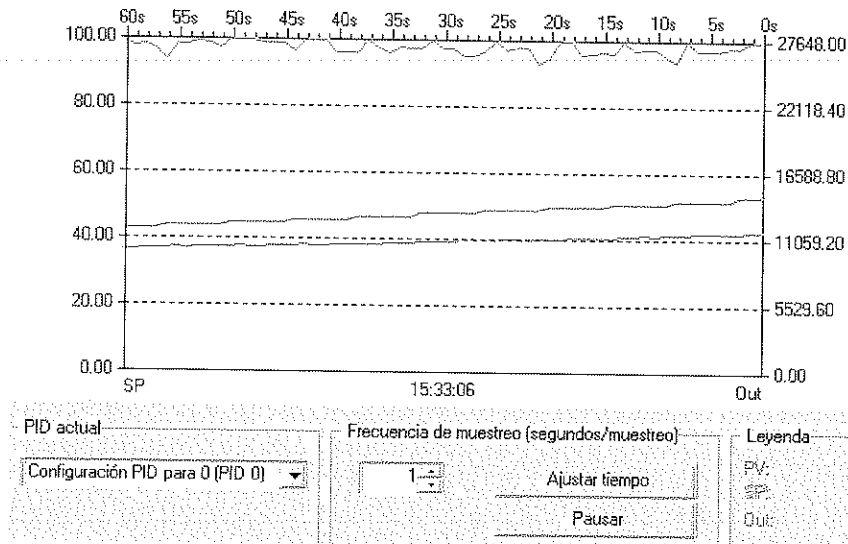


FIGURA 3.17.- Respuesta obtenida a una prueba rampa en la estación de temperatura

3.4.- ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

El sistema SCADA desde el punto de vista técnico ha cumplido con las pruebas de comunicación que se han realizado. El análisis económico se realiza en base a los beneficios que prestan cada uno de los componentes integrados en el sistema. En la siguiente tabla se detallan los componentes utilizados y su costo. A más el valor de ingeniería y de montaje del proyecto.

TABLA 3.4.- Listado de elementos utilizados en el proyecto

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO/UNIDAD	SUBTOTAL
4	CPU226, 24 VDC, entradas 24 VDC, salida 24 VDC, memoria 24KBYTE 24DI/16DO, 2AI/1AO, 2 puertos RS-485, capacidad de ampliación hasta 7	740,00	2.960,00

	módulos.		
1	PLC S7 300 CPU 313C-2 DP, CPU compacta con 1 puerto MPI + 1 puerto PROFIBUS DP, alimentación 24VDC, 16DI 24VDC, 16DI a 24VDC/16DO a 24VDC, Memoria central 64KBYTES (Micro memory card)	1.770,00	1.770,00
1	Software PC Adapter Universal para comunicar S7-200, S7-300, S7-400, C7 con PC (USB). Ejecutable bajo Windows2000 / Windows XP.	550,00	550,00
4	Cable interfase PPI para comunicación y programación S7-200/PC (RS 232)	160,00	640,00
4	CP 243-1 para conectar el S7-200 a una red Industrial Ethernet	715,00	2.860,00
100	Cable para comunicación PROFIBUS	3,10	310,00
6	Conector para PROFIBUS	83,00	498,00
4	MODULO AS-INTERFASE CP 243 - 2 SIEMENS	579,85	2.319,40
4	EM 277 para conectar el S7-200 a una red Profibus o MPI como esclavo	300,00	1.200,00
1	Panel táctil TP177A con pantalla STN de 6", con interface PROFIBUS/MPI	910,00	910,00
1	Software WinCC Flexible Standard	1.800,00	1.800,00

4	AS-INTERFACE POWER SUPPLY 3 Amp	239,78	959,12
4	Módulo analógico de entrada de red AS- Interface	459,09	1.836,36
4	Módulo analógico de entrada de red AS- Interface	459,09	1.836,36
8	Backplane para Módulos AS-i	26,51	212,08
100	Cable trapezoidal para AS- i	315,26	1.261,04
1	Software Simatic Manager	4.200,00	4.200,00
1	Software Step 7	2.660,00	2.660,00
1	Fuente LOGO! 24vcc 2.5 Amp.	93,36	93,36
10	Canaleta ranurada 25 x 25	3,88	38,80
20	Bornera 1P 2.5mm	1,05	21,00
100	Cable flexible #18 AWG	0,17	17,00
4	Placa fondo falso	5,00	20,00
4	Riel DIN 35mm	3,50	14,00
100	Terminal aislado #18	0,12	12,00
2	Computador	500	1.000
		TOTAL	29.998,52

En la siguiente tabla se detalla el costo mano de obra empleada para la realización del proyecto:

TABLA 3.5.- Costo de mano de obra para el proyecto

VALOR DE HORA DE TRABAJO	N# DE HORAS/PERSONA	SUBTOTAL
10,00	240	2.400,00
TOTAL		4.200,00

3.5.- ALCANCES Y LIMITACIONES

La determinación de los alcances y limitaciones del presente proyecto constan como metas por lo cual tras la realización de las redes en los distintos niveles del sistema SCADA se han determinado las siguientes limitaciones:

- Un limitante muy importante es la falta de fuentes independientes para alimentar a los módulos inteligentes utilizados que óptimamente sería una fuente que alimente a los dispositivos para cada estación.
- Para la realización del proyecto un limitante muy importante es la falta de manuales en español que proporcionen especificaciones técnicas del los equipos.

Los alcances establecidos tras la realización del proyecto son:

- El presente proyecto pone la pauta para realizar el control en cualquier tipo de proceso implementando distintas filosofías de control.
- Las HMI's se pueden realizar en cualquier software siempre y cuando se utilice correctamente el OPC Server para cada fabricante.
- Los tableros que se han construido se pueden utilizar en cualquier estación de proceso ya que están contruidos de manera similar.
- Centralización de la supervisión de los procesos en un solo HMI.
- Mayor facilidad en la toma de las señales de los procesos y del manejo de los mismos.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A la finalización del presente proyecto se pone a consideración las siguientes conclusiones y recomendaciones para aquellos trabajos futuros basados en este.

4.1.- CONCLUSIONES

- Al finalizar el proyecto se cumplió el objetivo general planteado que fue diseñar e implementar de un sistema SCADA utilizando protocolos AS-Interface, Profibus - DP y Ethernet para las estaciones de procesos del laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga.
- Se pudo implementar tres filosofías de control para realizar el sistema SCADA de las estaciones de proceso lo que ha permitido ampliar los conocimientos adquiridos y establecer una pauta para proyectos futuros.
- Se diseñó una aplicación HMI en la que es posible visualizar la respuesta de los procesos expuestos a distintas perturbaciones lo que reemplaza la utilización de los graficadores para cada estación que por su tiempo de uso se encuentran en mal estado.
- Con la implementación de las HMI's es posible visualizar no solo el valor de proceso sino también el valor de control y el valor de consigna, esta es una gran ventaja sobre los graficadores ya que con los cuales solo se podía obtener el valor de proceso.

- Para el diseño de las HMI's deben considerarse que estas presenten la información mas relevante del proceso que se está monitoreando, esto quiere decir que deben ser lo más amigables al usuario sin que sea necesario presentar datos técnicos de lo equipos que se están utilizando.
- Se logró utilizar eficientemente todos los elementos de los que se disponen en el laboratorio dándoles su máxima utilización dentro del nivel en el cual trabajaron.
- Se sustituyó el control realizado por el dispositivo FOXBORO 761C CONTROLLER utilizado anteriormente en cada estación por un dispositivo externo (varía por cada filosofía de control implementada).

4.2.- RECOMENDACIONES

- La lectura y el estudio de los manuales y especificaciones técnicas para la utilización y configuración de cada uno de los equipos se hace imprescindible para que en el momento del montaje y puesta en marcha de los equipos no se provoquen daños en los mismos.
- Para realizar algún cambio dentro del sistema es necesario cortar la energía eléctrica en los equipos, ya que al hacerlos en caliente se corre un altísimo riesgo de dañarlos.
- Para la programación es muy importante llevar una documentación apropiada para la asignación de variables en caso de realizarse algún cambio en la programación de los dispositivos de control sea más segura sin provocar incoherencia en el control.

- Es muy importante la configuración y calibración de los elementos inmersos en el control del proceso ya que de esto depende el funcionamiento correcto dentro de los límites a los que se quiera trabajar con cada estación.
- El presente proyecto sirva como precedente y de gran utilidad en la visualización del sistema de control de cada estación.
- Para la realización de cualquier práctica se utilicen adecuadamente los tableros construidos ya que para el montaje de los equipos es muy práctico que estos se encuentren asegurados sobre rieles y el cableado se realice organizadamente.
- Sería muy conveniente que se tuviese una computadora individual para programar y monitorear cada proceso esto haría mucho más fácil su control y programación.

4.3.- BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

- DORANTES Jorge, MANZANO Moisés, SANDOVAL Guillermo, VÁZQUEZ Virgilio, "Automatización y Control, Prácticas de Laboratorio"
- HERRMANN Daniel, LARRAÍN Felipe, "TRANSDUCTORES ELÉCTRICOS PARA CONTROL"
- MACCARRONE Gustavo, "CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES"
- CREUS Antonio, "INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL"
- www.peocities.com/automatizacion industrial.com
- www.monografias.com/trabajos16/estrategia-produccion/estrategia-produccion.shtml
- <http://supportautomation.siemens.com>
- www.infopl.com

4.4.- ANEXOS

A.- Glosario

B.- Planos y diagramas de conexión.

- PI&D
- Diagramas Eléctricos
- Tablero Eléctrico

C.- Hojas Técnicas

D.- Manual para implementación del sistema SCADA

ANEXO A

GLOSARIO

A

Ada95.- Es un lenguaje de programación orientado a objetos, Es un lenguaje multipropósito, orientado a objetos y concurrente, pudiendo llegar desde la facilidad de Pascal hasta la flexibilidad de C++.

AS-interface.- Protocolo de SIEMENS para el nivel de sensor – actuador.

AWL.- Lenguaje de programación por lista de instrucciones de los PLCs Siemens.

C

CAN.- Es un protocolo de comunicaciones para la transmisión de mensajes en ambientes distribuidos, además ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs (unidades centrales de proceso).

CIM.- Manufactura integrada por computadora.

D

DCS.- Distributed Control System, es un sistema de control que cumple con sus funciones de control a través de una serie de módulos de control automático e independiente, distribuidos en una planta o proceso.

DIN.- Acrónimo de Deutsches Institut für Normung ('Instituto Alemán de Normalización').

DRIVER.- Programa que permite el correcto funcionamiento de un dispositivo.

F

FORTRAN.- Este lenguaje de estilo procedural fue el primero de alto nivel, desarrollado por IBM en 1957 para el equipo IBM 704. Está fuertemente orientado al cálculo y por ende es uno de los de mayor eficiencia en la ejecución.

G

GATEWAY.- Es un dispositivo, con frecuencia un ordenador, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.

GRAFSET.- Gráfica de control de etapas de transición, es un diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones

H

HART.- High way-Addressable-Remote-Transducer

I

IEC 61131-3.- Estandarización de los autómatas programables y sus periféricos, incluyendo los lenguajes de programación que se deben utilizar.

IP.- Es una dirección que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo de una red que utilice el protocolo IP.

K

KOP.- Lenguaje de programación a contactos de Siemens.

M

MAP.- Manufacturing Automation Protocol, Protocolo de automatización de manufactura.

MESH.- Es una red en malla implementada sobre una red inalámbrica LAN.

MMS.- Manufacturing Message Specification, protocolo propio para entornos de fabricación.

MTBF.- Acrónimo de mean time between failures, es la media aritmética (promedio) del tiempo entre fallos de un sistema

O

OP.- OLE for Process Control, es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos

OPC.- OLE para el Control de Procesos

P

PAC.- Controlador de automatización programable

PID.- Acción de control Proporcional-Integral-Derivativo.

PLEXIGLÁS.- Es una resina sintética que tiene el aspecto de vidrio.

PLC.- Controlador lógico programable

R

ROBUSTEZ.- El grado de capacidad que presenta un sistema o un componente para funcionar correctamente frente a entradas de información erróneas, o carga de trabajo elevada.

S

SOLONOIDE.- Es un alambre aislado enrollado en forma de hélice (bobina) o un número de espirales con un paso acorde a las necesidades, por el que circula una corriente eléctrica

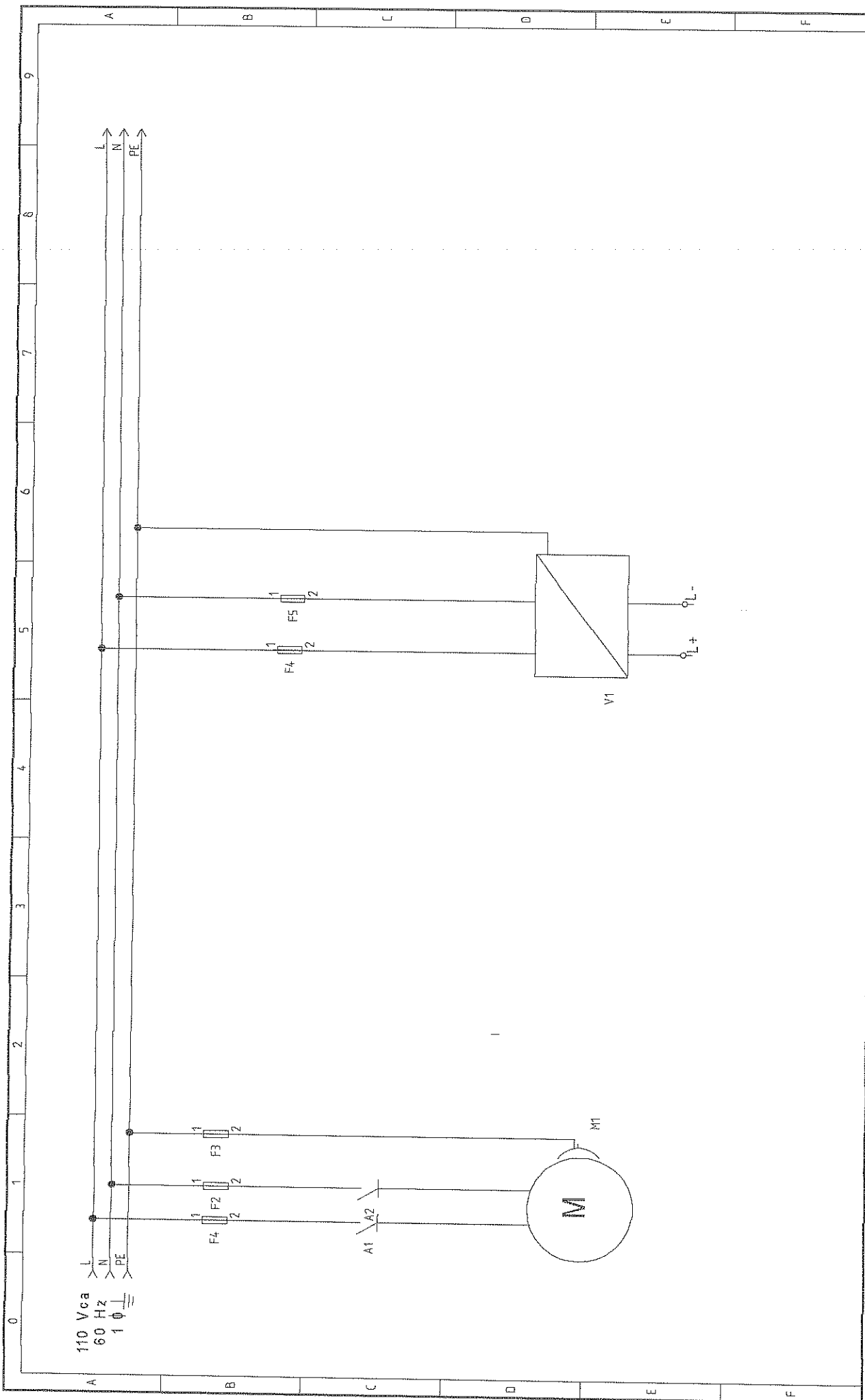
SONET.- Synchronous Optical Network, es un estándar para el transporte de telecomunicaciones en redes de fibra óptica.

T

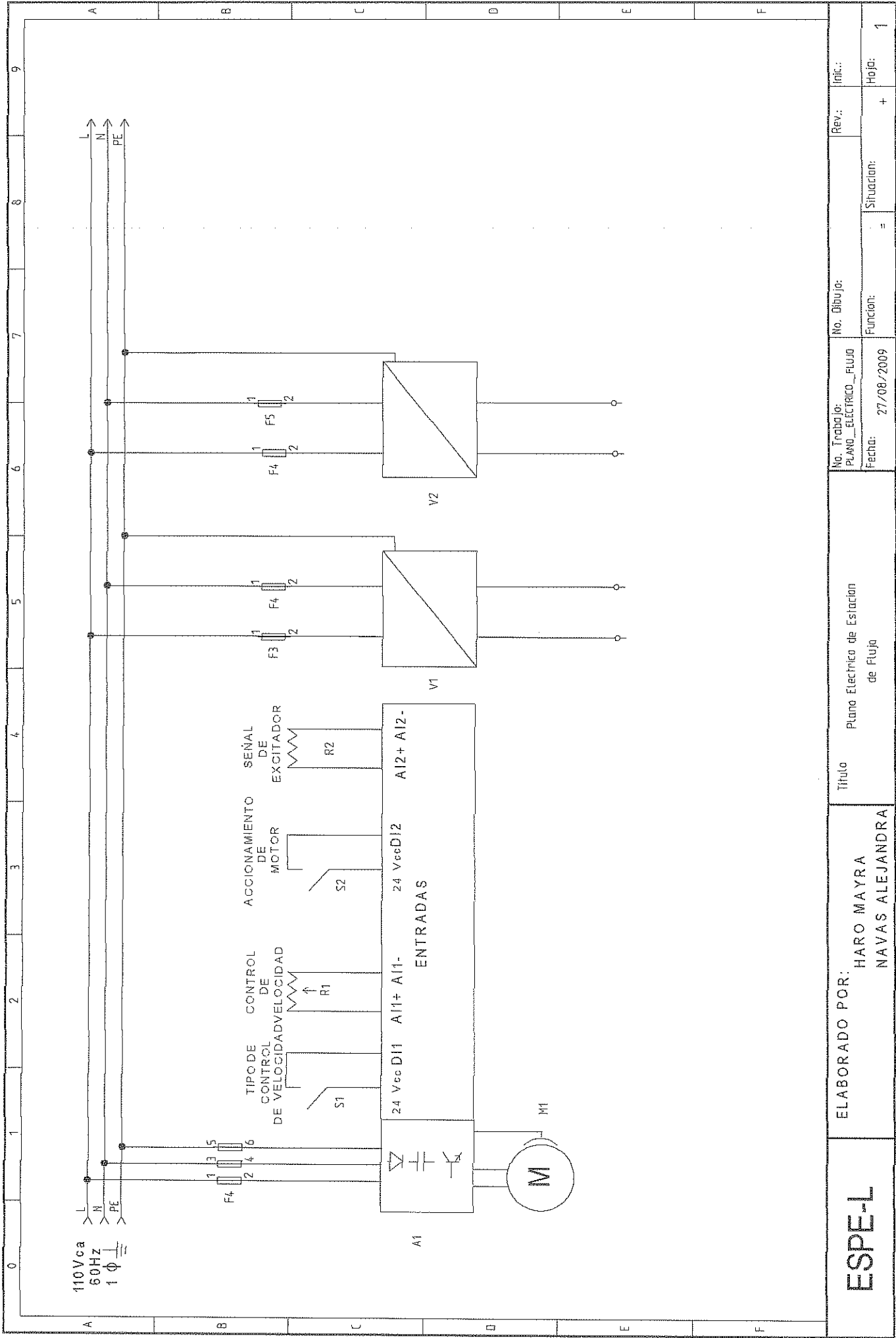
TELEMETRÍA.- Es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema

ANEXO B

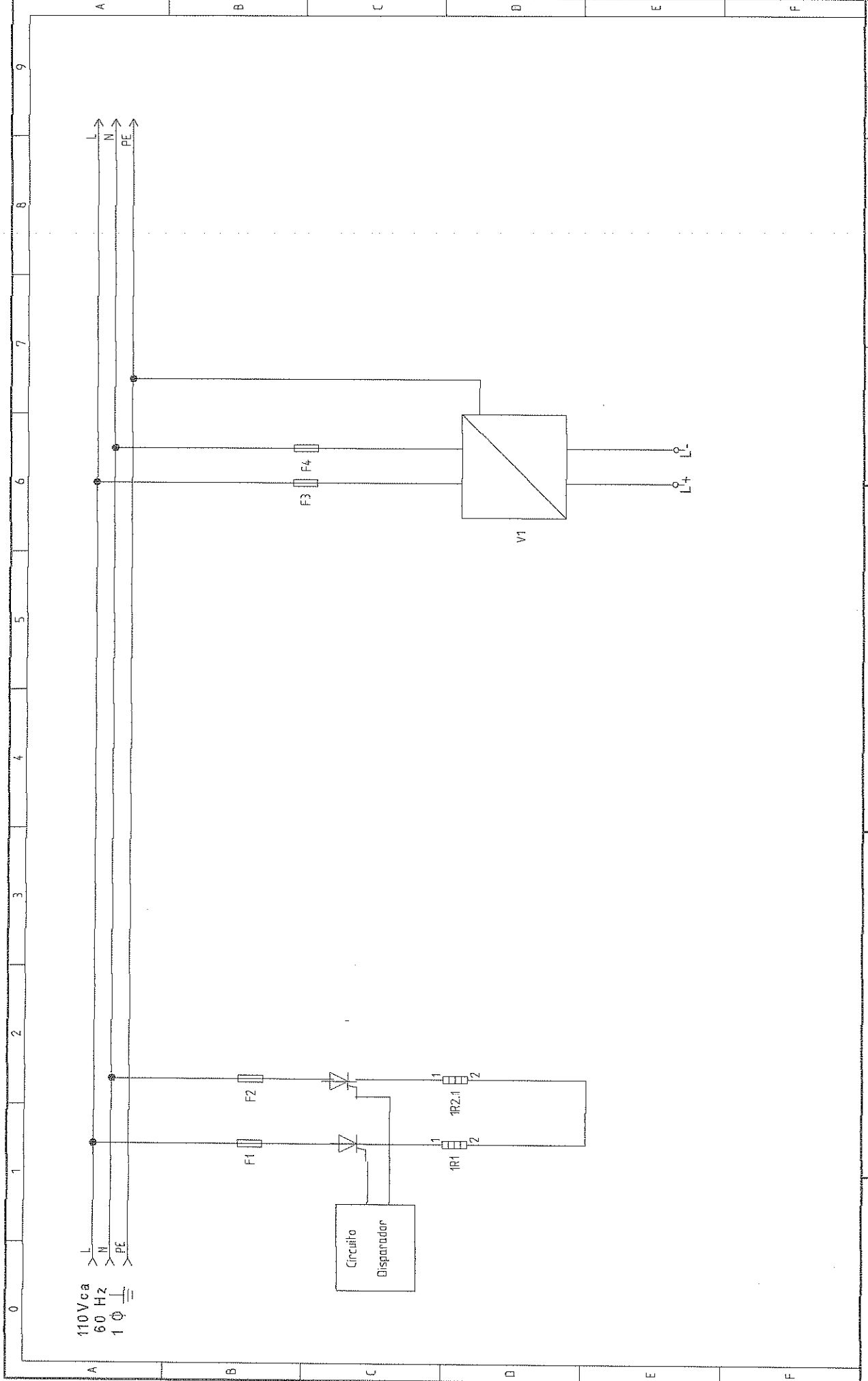
PLANOS Y DIAGRAMAS DE CONEXIÓN



ESPE-L	ELABORADO POR: HARO MAYRA NAVAS ALEJANDRA		TITULO Plano Electrico Estacion de Nivel		No. Dibujo: PLANO_ELECTRICO_NIVEL	REV.:	Int.C.:
	Fecha: 27/08/2009		Situacion: #		Funcion: #	Hoja: + 1	



ESPE-L	ELABORADO POR: HARO MAYRA NAVAS ALEJANDRA		Título Plano Electrico de Estación de Flujo		No. Dibujo: PLANO_ELECTRICO_FLUJO		Rev.: +		Inic.: +	
					Fecha: 27/08/2009		Situación: =		Hoja: 1	



ESPEL

ELABORADO POR:
HARO MAYRA
NAVAS ALEJANDRA

Título
Plano Electrico de Estacion
de Temperatura

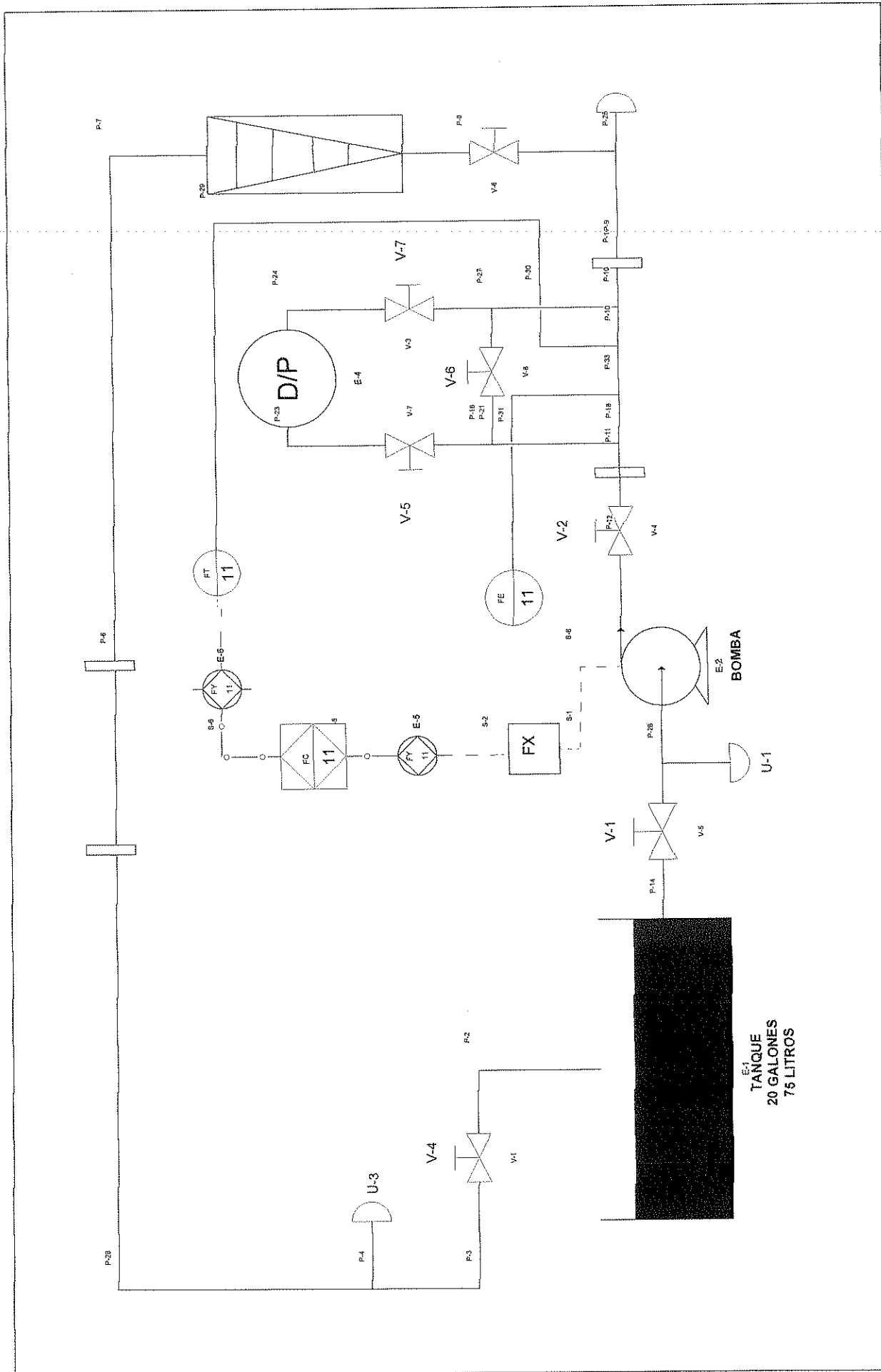
No. Trabajo:
PLANO ELECTRICO TEMPERATURA
Fecha: 28/08/2009

No. Dibujo:
Funcion:
Situacion: =

Rev.:
Hojid: +
Inic.:
Hojid: 1

SIMBOLOGÍA DE PLANOS

ESTACIÓN DE PRESIÓN	
PY	Módulo especializado de red
PC	Controlador de presión
PIT	Transmisor indicador de presión
PE	Elemento final de control del proceso de presión
PX	Actuador del proceso de control de presión
ESTACIÓN DE NIVEL	
LZ	Actuador del proceso de control de nivel
LC	Controlador de nivel
LY	Módulo especializado de red
LT	Transmisor de nivel
LE	Elemento final de control del proceso de nivel
ESTACIÓN DE FLUJO	
FY	Módulo especializado de red
FC	Controlador de flujo
FX	Variador de velocidad
FT	Transmisor de flujo
FE	Elemento final de control del proceso de flujo
ESTACIÓN DE TEMPERATURA	
TY	Módulo especializado de red
TC	Controlador de temperatura
TX	Control para regular temperatura del horno
TT	Transmisor de temperatura
TE	Elemento final de control del proceso de flujo



E-1
 TANQUE
 20 GALONES
 75 LITROS

Dibujado

Fecha
 27/08/2009

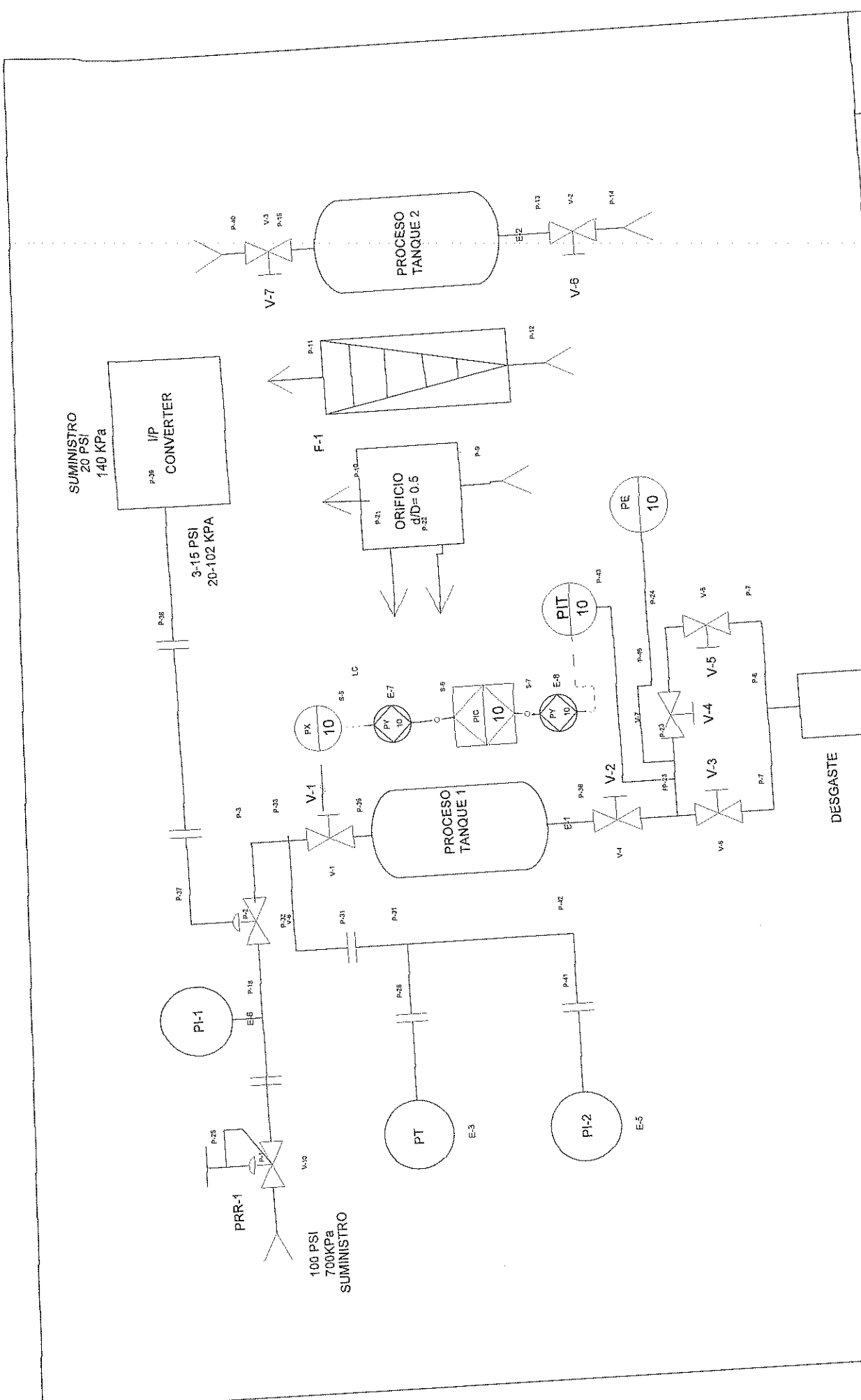
Nombre
 Haro Mayra Navas

Firmas

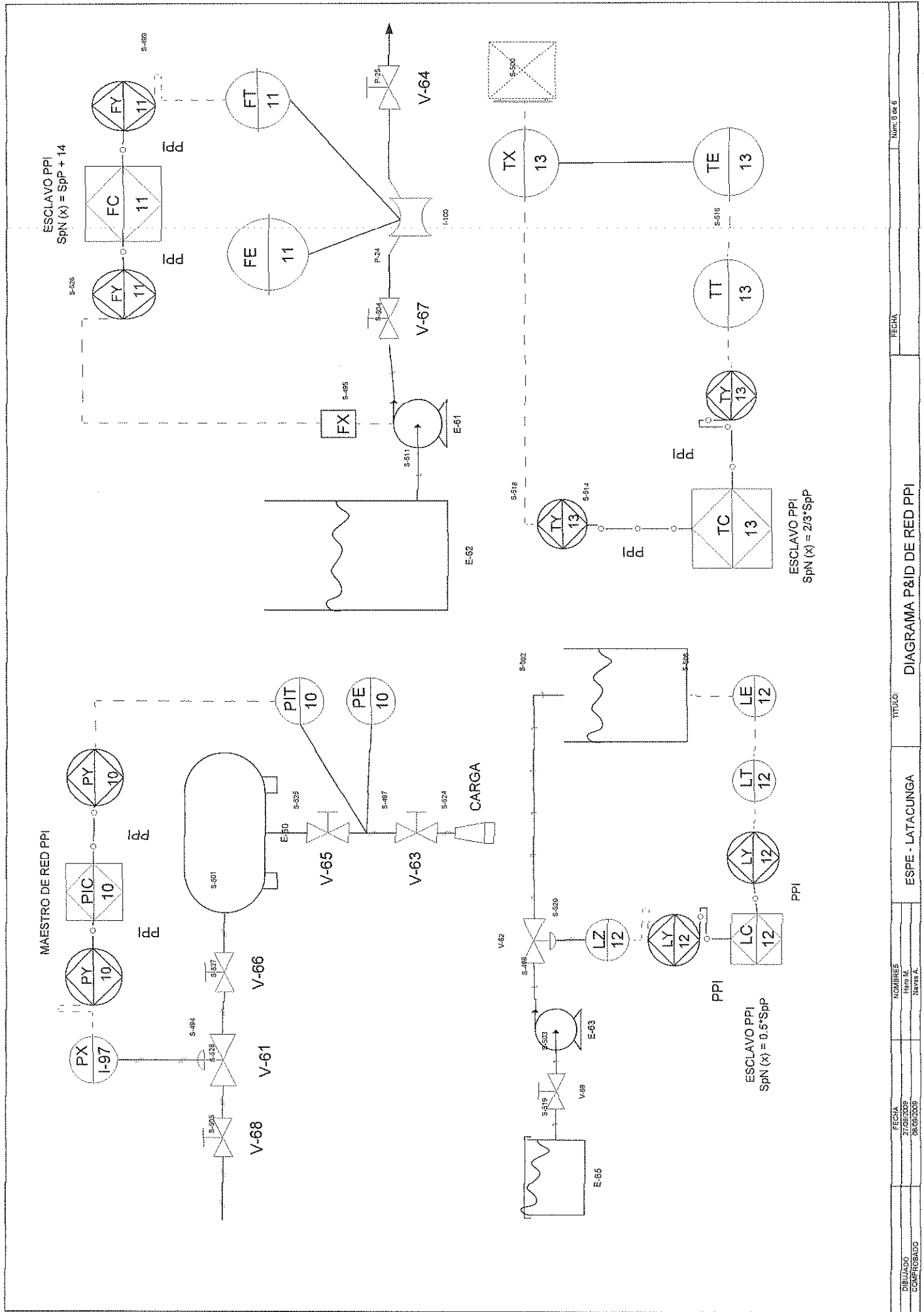
ESPEL-L
 LATACUNGA

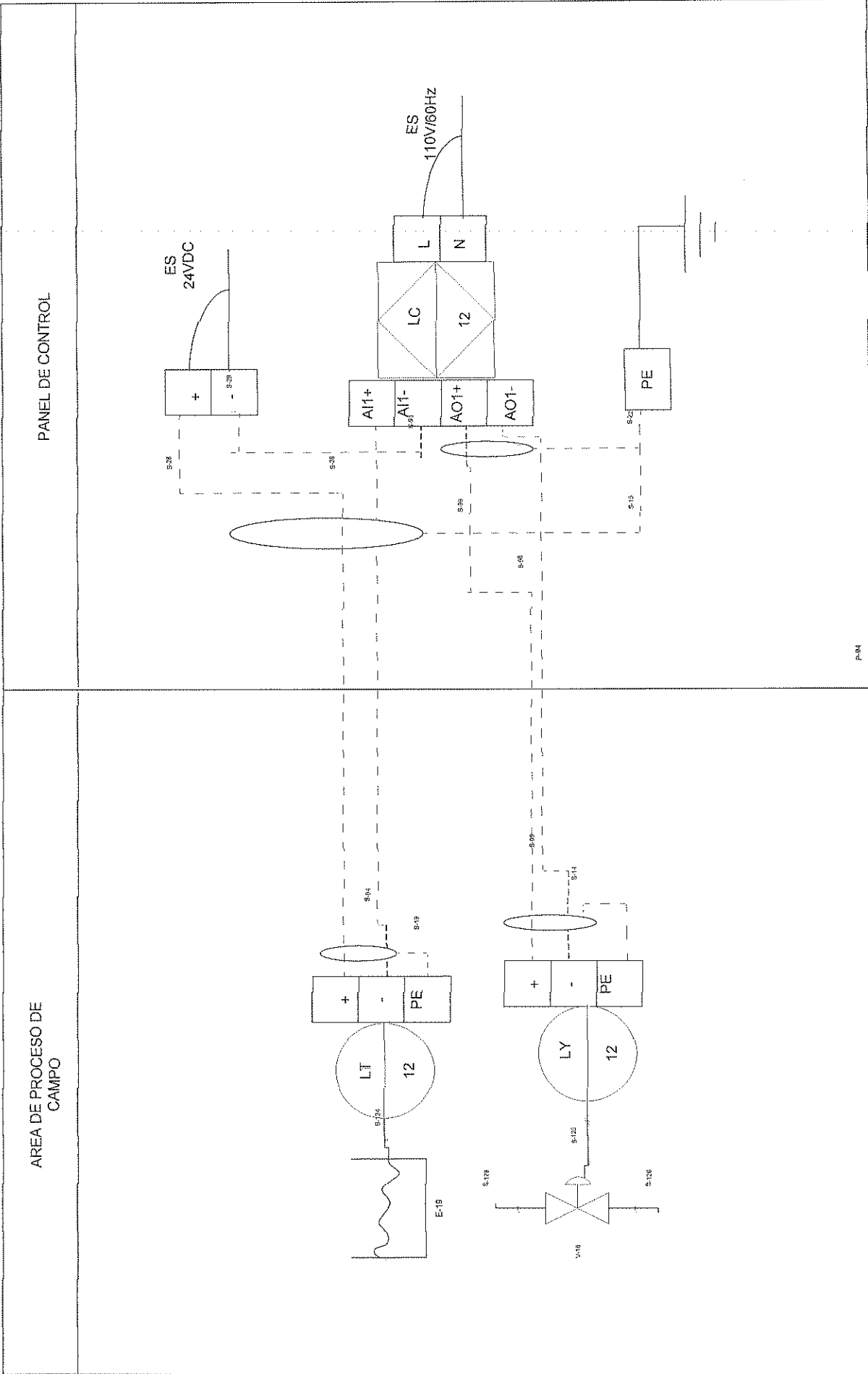
Título
 Plano P&ID de la Estación
 de Flujo

Fecha
 10/09/2009
 Num.
 2 de 6
 Archivo



Dibujado	Fecha	27/08/2009	Nombre	Haro Mayra Navas Alejandra	Firmas		
	1n/mg/2009						
Título		Plano P&ID de la Estación de Presión				Fecha	10/09/2009
ESPE-L LATACUNGA						Num.	3 de 6
						Archivo	

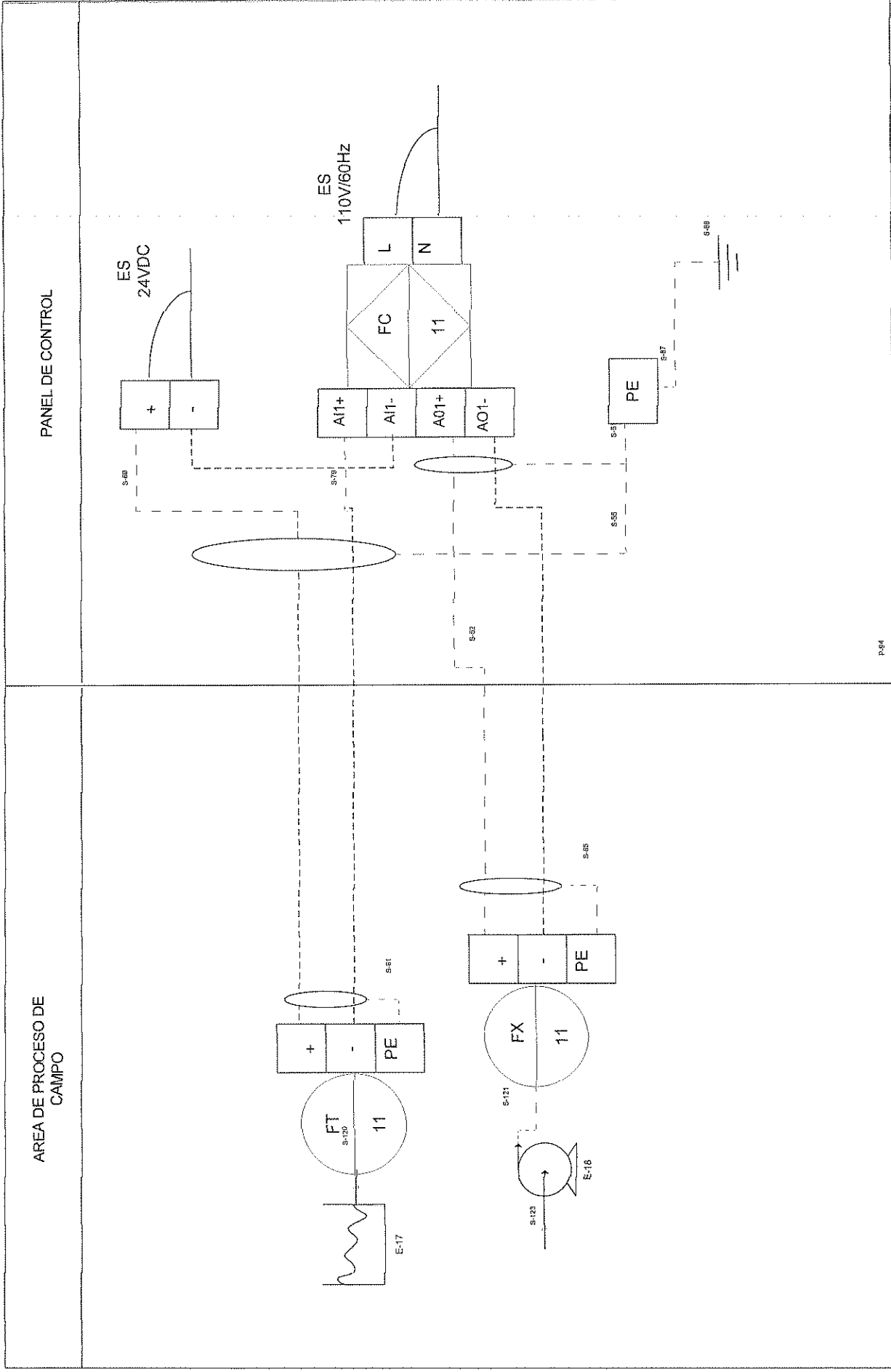




AREA DE PROCESO DE CAMPO

PANEL DE CONTROL

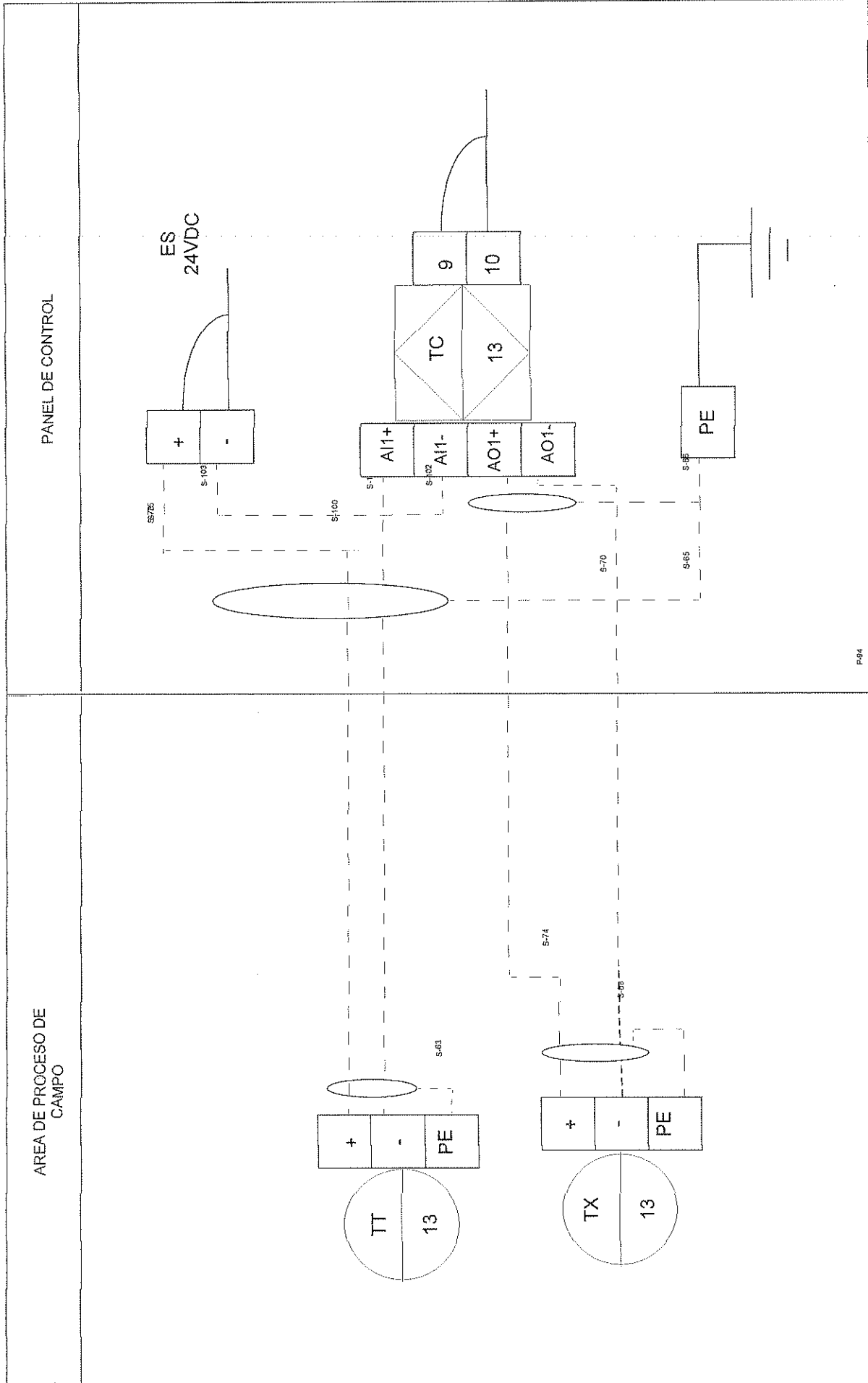
Comentado	Fecha	27/08/2009	Nombre	Haro Mayra Navas	Firmas	
	Dibujado	10/09/2009	Nombre	Mayra Navas	Firmas	
Título		Diagrama de Lazo de la Estación de Nivel		ESPE-L LATACUNGA		
Fecha		10/09/2009	Num.		1 de 6	
Archivo						



PANEL DE CONTROL

AREA DE PROCESO DE CAMPO

Dibujado	Fecha	27/08/2009	Nombre	Haro Mayra	Firmas		Título	Diagrama de Lazo de la Estación de Flujo	
	Fecha	10/09/2009		Num.				2 de 6	Archivo

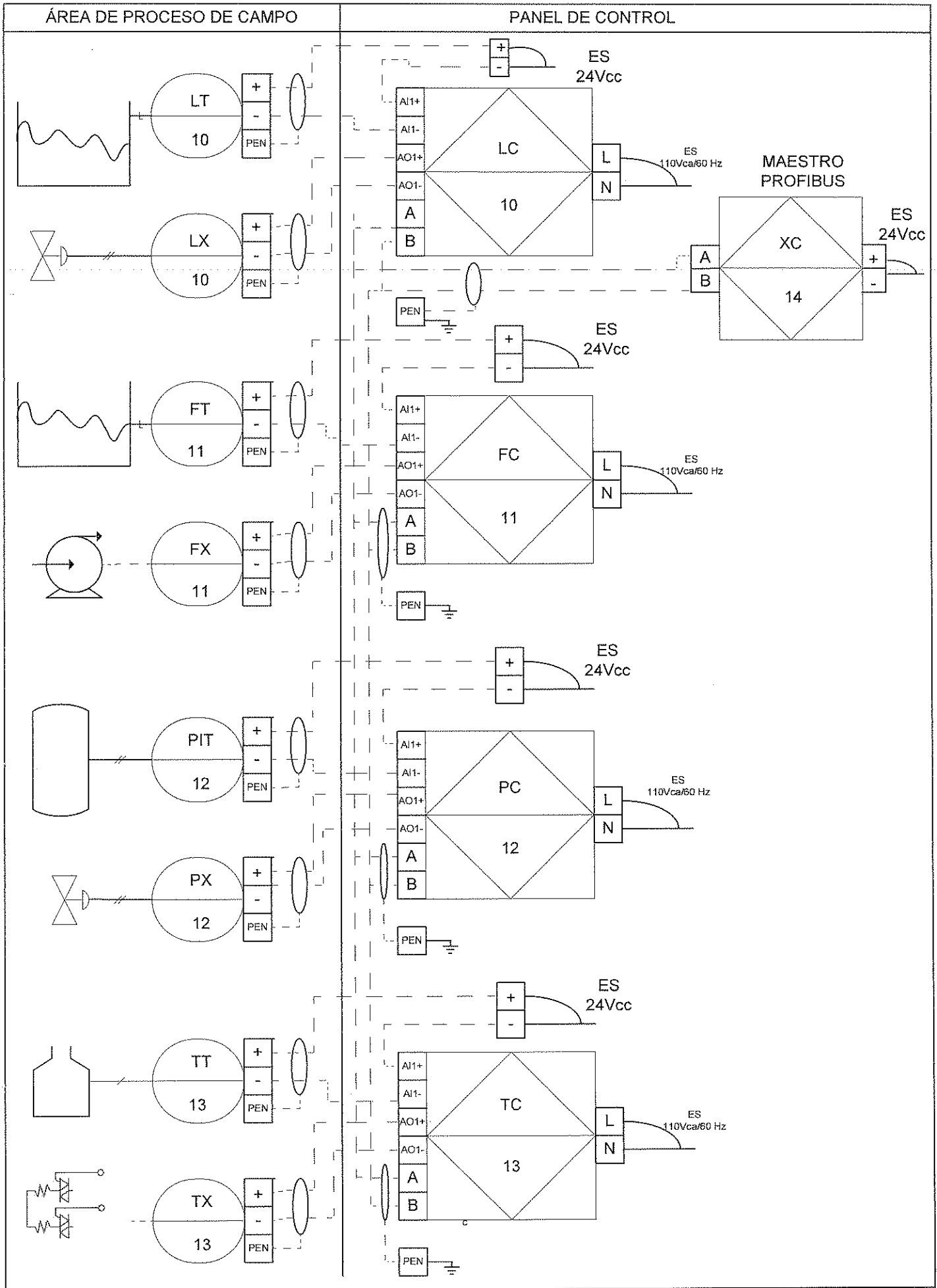


P.84

PANEL DE CONTROL

AREA DE PROCESO DE CAMPO

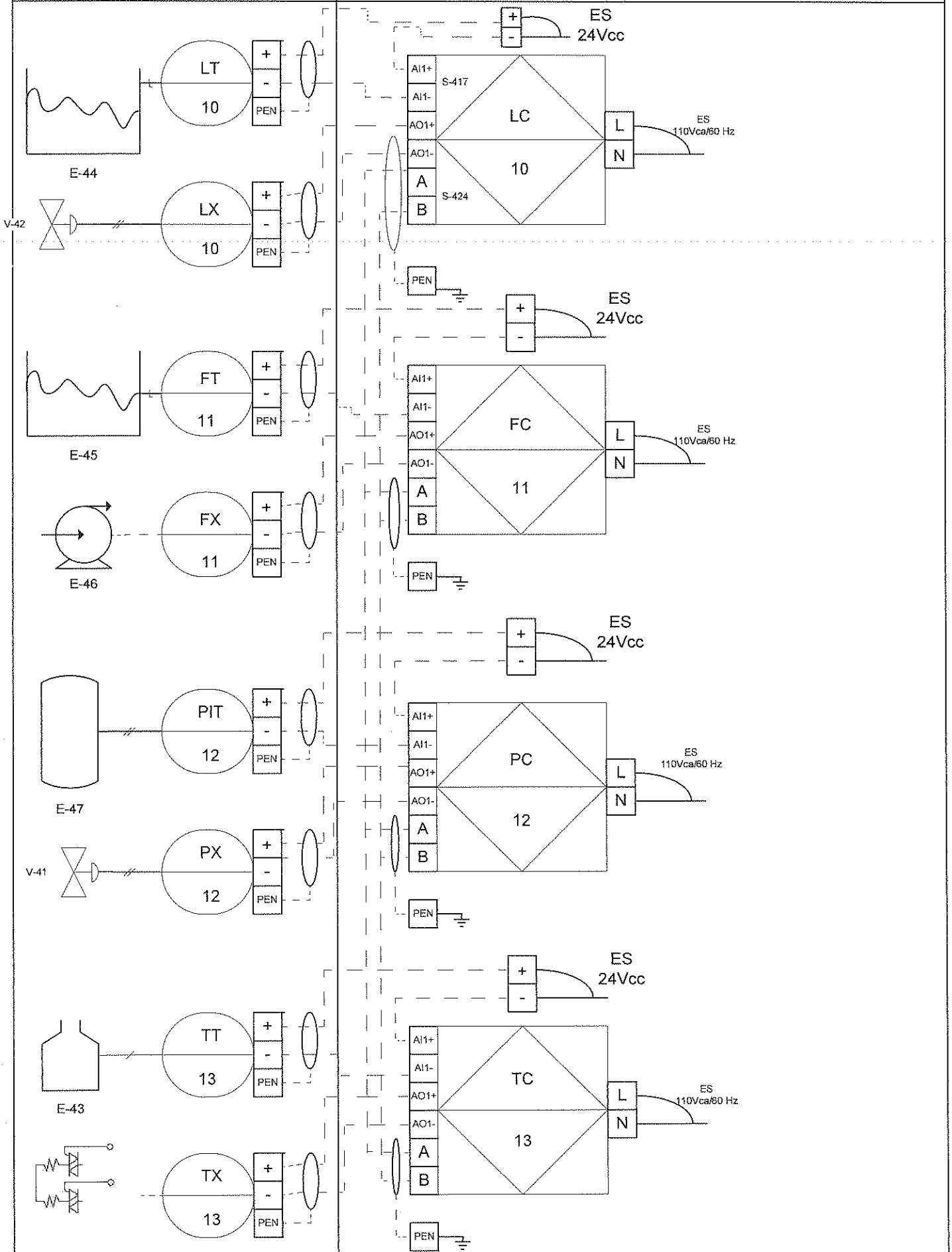
Dibujado	Fecha	27/08/2009	Nombre	Haro Mayra Navas Alajandro	Firmas	
	Fecha	10/09/2009	Nombre		Firmas	
Título		Diagrama de Lazo de la Estación de Temperatura		Num.	4 de 6	
Archivo						



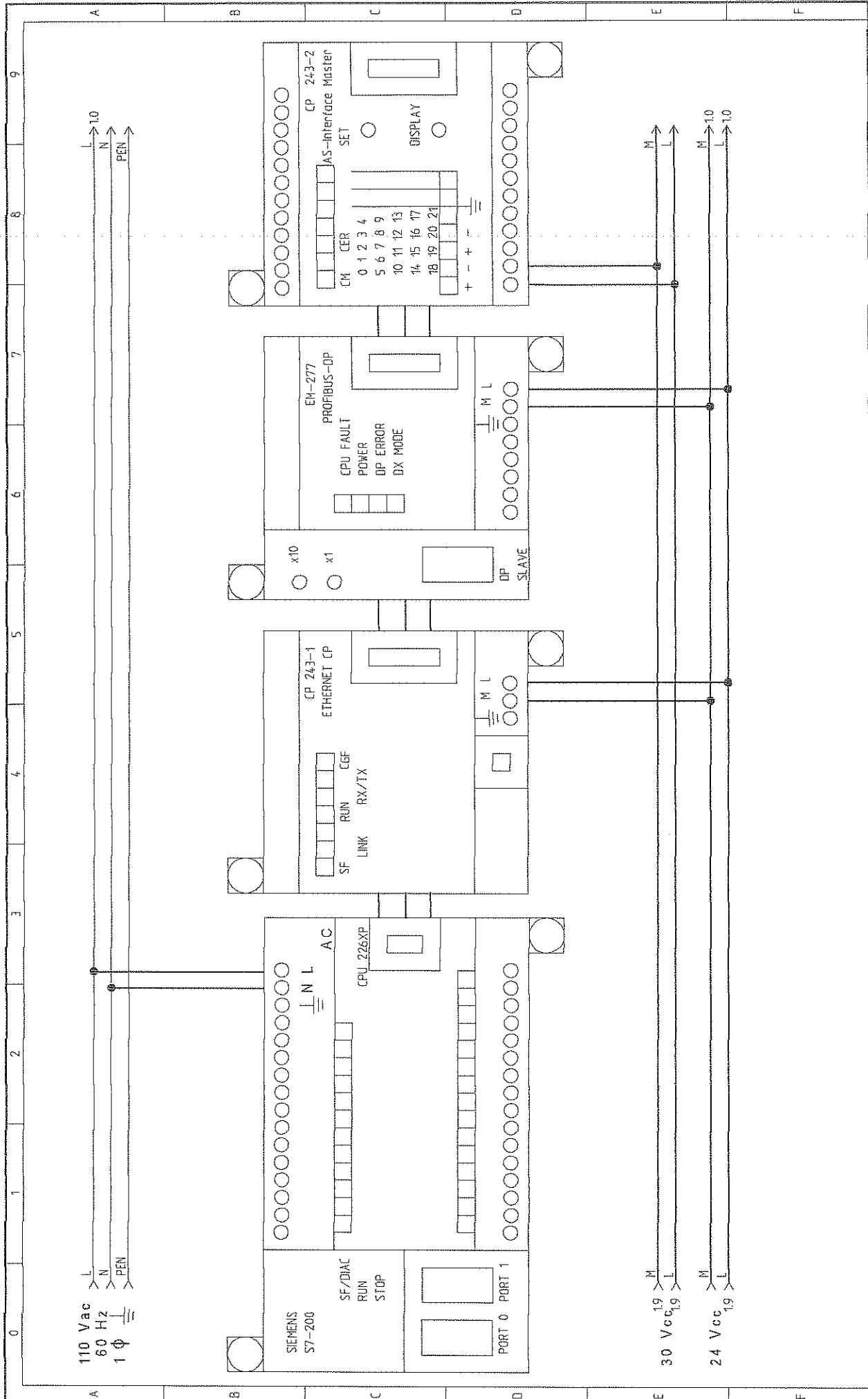
	FECHA	NOMBRES	TITULO:	FECHA	Núm: 5 de 6
DIBUJADO	27/08/2009	Haro M.	ESPE - LATACUNGA		
COMPROBADO	08/09/2009	Navas A.	DIAGRAMA DE LAZO RED PROFIBUS		

ÁREA DE PROCESO DE CAMPO

PANEL DE CONTROL

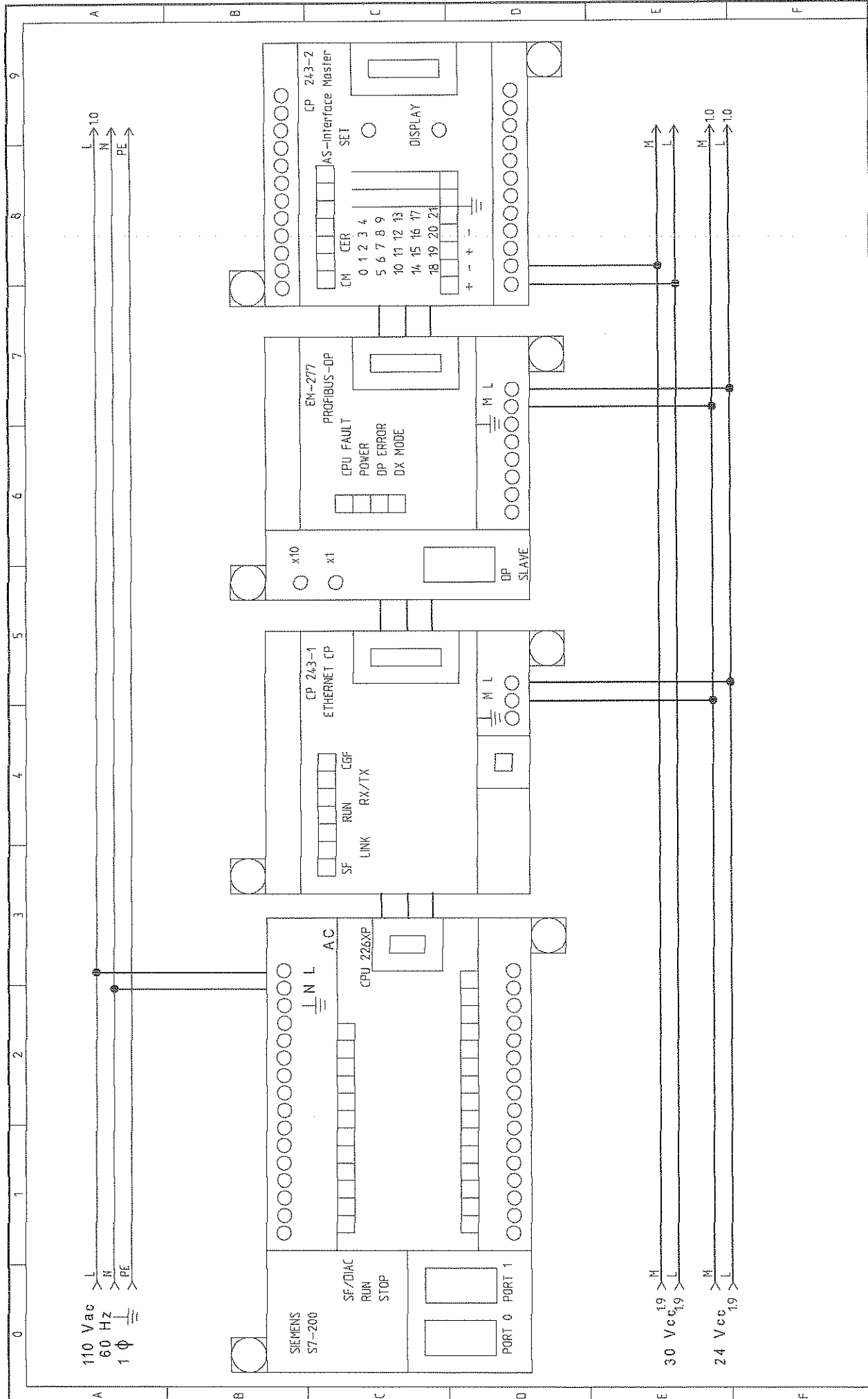


	FECHA	NOMBRES	TITULO	FECHA	Núm: 6 de 6
DIBUJADO	27/08/2009	Haro M.	ESPE - LATACUNGA		
COMPROBADO	08/09/2009	Navas A.	DIAGRAMA DE LAZO RED PPI		



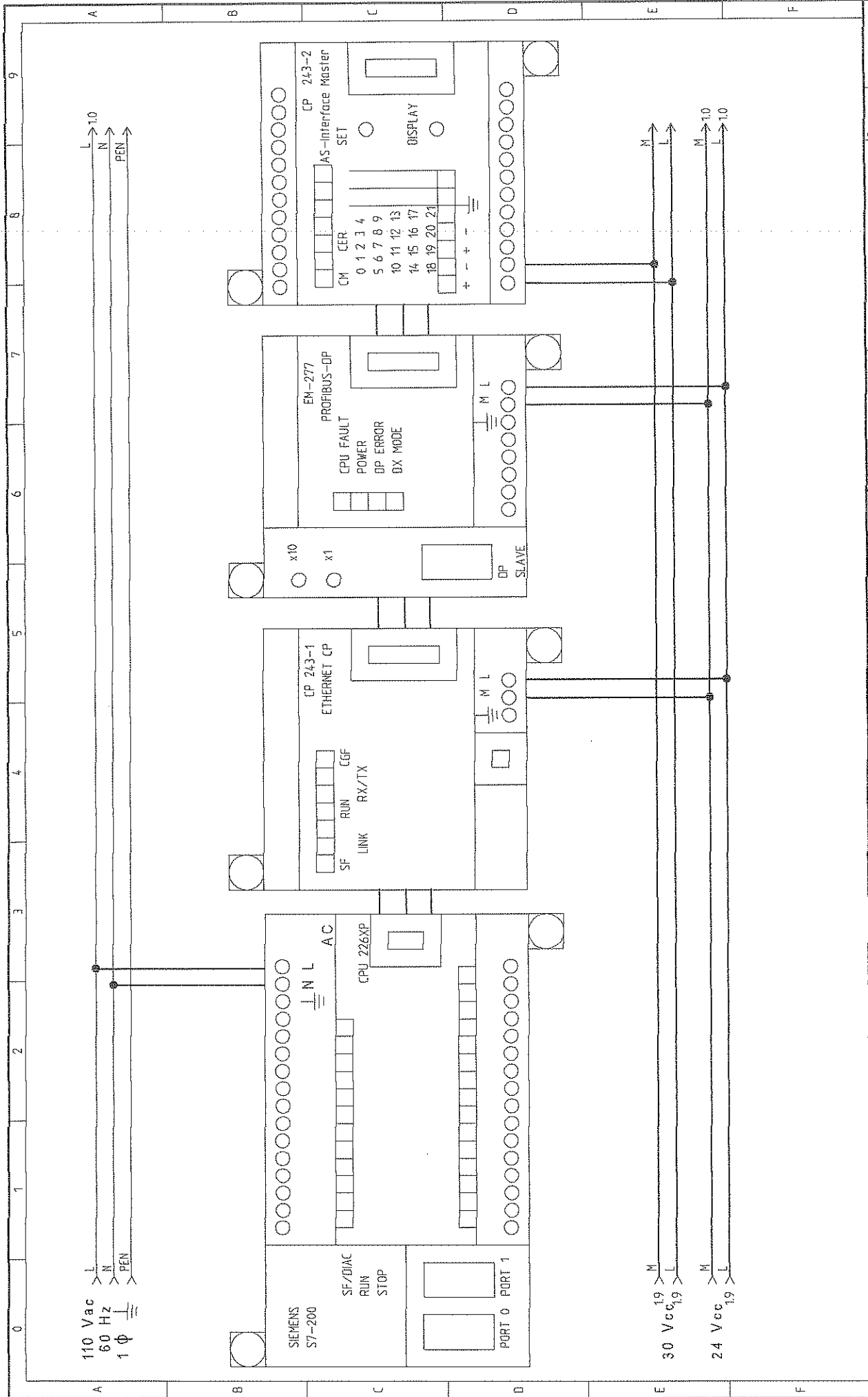
ELABORADO POR: HARO MAYRA NAVAS ALEJANDRA		No. Dibujo:	Rev.:	Inicio:
		No. Trabajo: PLANO_PLC_NIVEL	Situación: +	Hoja: 1
		Fecha: 02/08/2009		

ESPEL

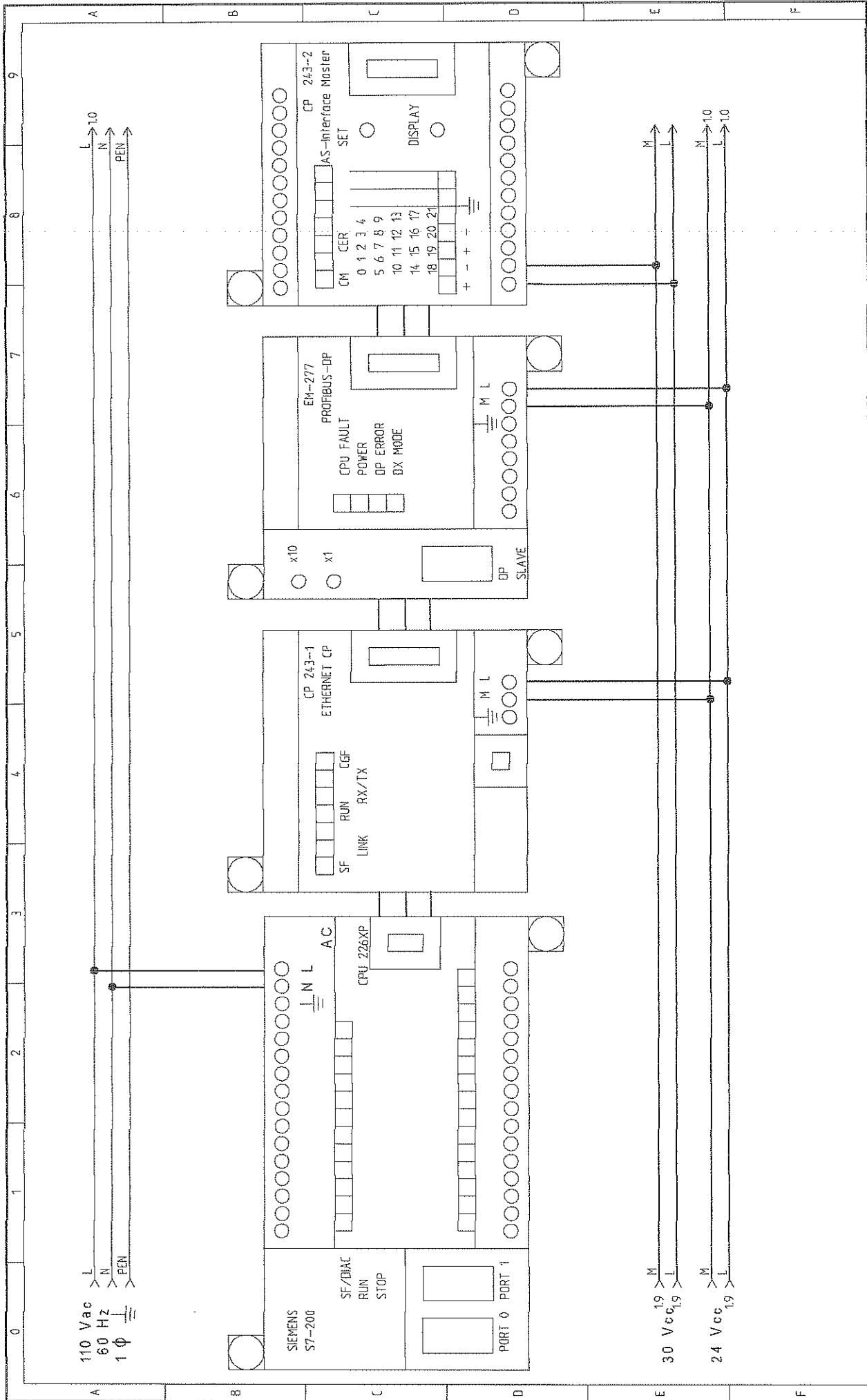


ELABORADO POR: HARO MAYRA NAVAS ALEJANDRA		No. Dibujo:	Rev.:	Inic.:
		PLANO_PLC_FLUJO		
		Fecha: 02/08/2009	Situación: =	Hoja: 1

ESPEL



ESPEL	ELABORADO POR: HARO MAYRA NAVAS ALEJANDRA	
	No. Trabajo: PLANO_PLC_PRESION	No. Dibujo: =
	Fecha: 02/08/2009	Situación: +
	Rev.: =	Hoja: 1



ESPEL	ELABORADO POR: HARO MAYRA NAVAS ALEJANDRA		No. Trabajo: PLAND_PLC_TEMPERATURA	No. Dibujo: Función:	Rev.: Situación:	Inic.: Hoja:
			Fecha: 02/08/2009	=	+	1

ANEXO C

HOJAS TÉCNICAS

PLC S7 300

Datos técnicos del PLC s7 300 CPU 313

Datos técnicos	
CPU y versión de producto	CPU 313C-2 DP
Referencia	6ES7 313-6CG03-0AB0
• Versión de hardware	01
• Versión de firmware	V2.6
Paquete de programas correspondiente	STEP 7 a partir de la versión 5.4 + SP3 ó STEP 7 a partir de la versión 5.3 + SP2 con HSP 0123
Memoria	CPU 313C-2 DP
Memoria de trabajo	
• Integrada	64 KB
• Ampliable	No
Memoria de carga	Insertable mediante Micro Memory Card (máx. 8 MB)
Conservación de datos en la Micro Memory Card (tras la última programación)	Mínimo 10 años
Respaldo	Garantizado por la Micro Memory Card (libre de mantenimiento)
Tiempos de ejecución	CPU 313C-2 DP
Tiempos de ejecución para	
• Operaciones de bits	Min. 0,1 µs
• Operaciones de palabras	Min. 0,2 µs
• Aritmética en coma fija	Min. 2 µs
• Aritmética en coma flotante	Min. 3 µs
Temporizadores/contadores y su retención	CPU 313C-2 DP
Contadores S7	256
• Retención	Configurable
• Predeterminada	de Z 0 a Z 7
• Rango de conteo	0 a 999
Funciones de comunicación	
Comunicación PG/OP	sí
Comunicación de datos globales	sí
• Cantidad de círculos GD	4
• Cantidad de paquetes GD	máx. 4
– Emisor	máx. 4
– Receptor	máx. 4
• Capacidad del paquete GD	máx. 22 bytes
– De ellos, coherentes	22 bytes
Comunicación básica S7	sí (servidor)
• Datos útiles por tarea	máx. 76 bytes
– De ellos, coherentes	76 bytes (en X_SEND o X_RCV) 64 bytes (en X_PUT o X_GET como servidor)
Comunicación S7	
• Como servidor	Sí
• Como cliente	Sí (a través de CP y FB cargables)
• Datos útiles por tarea	máx. 180 bytes (en PUT/GET)
– De ellos, coherentes	64 bytes
Comunicación compatible con S5	sí (a través de CP y FC cargable)
Número de enlaces utilizados para	máx. 8
• Comunicación PG	máx. 7
– Reservados (por defecto)	1
– Configurable	de 1 a 7
• Comunicación OP	máx. 7
– Reservados (por defecto)	1
– Configurable	de 1 a 7

MPI	
Servicios	
* Comunicación PG/OP	Sí
* Routing	No Sí
* Comunicación de datos globales	Sí
* Comunicación básica S7	Sí
* Comunicación S7	*
– Como servidor	* Sí
– Como cliente	* no (pero vía CP y FBs cargables)
* Velocidades de transferencia	máx. 187,5 Kbits/s
Za interfaz	
Tipo de interfaz	Interfaz RS 485 integrado
Física	RS 485
Separación galvánica	Sí
Alimentación de la interfaz (15 a 30 V c.c.)	
Número de enlaces	8
Funcionalidad	
* MPI	No
* PROFIBUS DP	Sí
* Acoplamiento punto a punto	No
Maestro DP	
Número de enlaces	8
Servicios	
* Comunicación PG/OP	sí
* Routing	Sí
* Comunicación de datos globales	No
* Comunicación básica S7	Sí (sólo bloques I)
* Comunicación S7	sí (sólo servidores; conexión de configuración unilateral)
* Equidistancia	no
* Modo isócrono	no
* SYNC/FREEZE	Sí
* activar/desactivar esclavos DP	Sí
– Número máximo de esclavos DP activables/desactivables simultáneamente	4
* DPV1	sí
* Velocidades de transferencia	hasta 12 Mbits/s
* Cantidad de esclavos DP por estación	máx. 32
* Área de direccionamiento	máx. 1 KB I/1 KB O
* Datos útiles por esclavo DP	Máx. 244 bytes I / 244 bytes O

Esclavo DP	8
Número de enlaces	
Servicios	sí
• Comunicación PG/OP	sí (sólo con interfaz activa)
• Routing	no
• Comunicación de datos globales	no
• Comunicación básica S7	sí (sólo servidores; conexión de configuración unilateral)
• Comunicación S7	sí
• Comunicación directa	hasta 12 Mb/s
• Velocidades de transferencia	sí (sólo con interfaz pasiva)
• Búsqueda automática de velocidad de transferencia	244 bytes / 244 bytes 0
• Memoria de transferencia	máx. 32 c/u con máx. 32 bytes
• Areas de direccionamiento	No
• DPV1	-

PLC S7 200

Datos técnicos

En la tabla A-1 figuran los datos técnicos generales de las CPUs S7-200 y de los módulos de ampliación.

Nota

Cuando un contacto mecánico aplica tensión a una CPU S7-200, o bien a un módulo de ampliación digital, envía una señal "1" a las salidas digitales durante aproximadamente 50 microsegundos. Considere esto especialmente si desea utilizar aparatos que reaccionen a impulsos de breve duración.

Tabla A-1 Datos técnicos

Condiciones ambientales — Transporte y almacenamiento	
EN 6006822, ensayo Bb, calor seco y EN 6006821, ensayo Ab, frío	-40° C a +70° C
EN 60068230, ensayo Dd, calor húmedo	25° C a 55° C, 95% humedad
EN 60068214, ensayo Na, choque de temperatura	-40° C a +70° C tiempo de secado 3 horas, 2 ciclos
EN 60068232, caída libre	0,3 m, 5 veces, embalado para embarque
Condiciones ambientales — Funcionamiento	
Condiciones ambientales (aire de entrada 25 mm debajo de la unidad)	0° C a 55° C en montaje horizontal, 0° C a 45° C en montaje vertical 95% humedad no condensante
Presión atmosférica	1080 a 795 hPa (altitud: 1000 a 2000 m)
Concentración de contaminantes	SO ₂ : < 0,5 ppm; H ₂ S: < 0,1 ppm; RH < 60% no condensante
EN 60068214, ensayo Nb, cambio de temperatura	5° C a 55° C, 3° C/minuto
EN 60068227, choque mecánico	15 G, 11 ms impulso, 6 choques en c/u de 3 ejes
EN 6006826, vibración sinusoidal	Montaje en un armario eléctrico: 7,0 mm de 5 a 9 Hz; 2 G de 9 a 150 Hz Montaje en un rack DIN: 3,5 mm de 5 a 9 Hz; 1 G de 9 a 150 Hz 10 barridos por eje, 1 octava/minuto
EN 60529, IP22 Protección mecánica	Protege los dedos contra el contacto con alto voltaje, según pruebas realizadas con sondas estándar. Se requiere protección externa contra polvo, impurezas, agua y objetos extraños de < 12,5 mm de diámetro.

MÓDULO CP 234-1

Anexo A Datos técnicos

Estructura constructiva <ul style="list-style-type: none"> • <i>Formato del módulo</i> • Dimensiones (A x A x P) Peso	Módulo de ampliación S7-200 71,2 x 80 x 62 mm Aprox. 150 g
Velocidades de transmisión Tamaño de la memoria flash Tamaño de la memoria SDRAM	10 Mbit/s y 100 Mbit/s 1 Mbyte 8 Mbytes
Interfaces Conexión a Industrial Ethernet (10/100 Mbit/s)	Conector hembra octopolar RJ45
Tensión de entrada	+24 V DC (-15%/+20%)
Consumo de corriente <ul style="list-style-type: none"> • del bus posterior • de la DC 24 V externa 	55 mA 60 mA
Disipación	1,75 W
Enlaces máx.	Máx. 8 enlaces S7 (XPUT/XGET o READ/WRITE) + 1 enlace con STEP 7 Micro/WIN 32
Condiciones ambientales admisibles <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de servicio • Temperatura de transporte / almacenamiento • Humedad relativa máx. • Altura de servicio 	0° C a +55° C con montaje horizontal 0° C a +45° C con montaje vertical -40° C a +70° C 95% a +25° C hasta 2000 m sobre el nivel normal, en alturas mayores la refrigeración puede verse limitada, lo cual hace necesario reducir la temperatura superior de servicio
Grado de protección Estándar Ethernet Estándares	IP 20 IEEE 802.3 Marcado CE UL 508 ó cULus CSA C22.2 número 142 ó cULus FM 3611 EN 50081-2 / EN 61000-6-4 EN 60529 EN 61000-6-2 EN 61131-2
Tiempo de arranque o de re arranque tras un reset	Aprox. 10 segundos
Cantidades de datos útiles	Como cliente: con XPUT / XGET hasta 212 bytes Como servidor: con XGET o READ hasta 222 bytes con XPUT o WRITE hasta 212 bytes

Tabla 17: Datos técnicos

MÓDULO CP 243-2

1.3 Datos técnicos del módulo

El módulo CP 243-2 tiene los siguientes datos técnicos:

Tabla 1-1

Característica	Explicación / Valores
Tiempo de ciclo AS-I	5 ms para 31 esclavos 10 ms para 62 esclavos AS-I con espacio de direcciones extendido
Configuración de AS-Interface	por pulsador en el panel frontal o con el comando Configuración total, configurar (ver descripción de los comandos AS-I)
Perfiles de maestro AS-I soportados	M1e
Conexión del cable AS-I	a través de bloque de bornes S7-200 Capacidad de carga de corriente de conexión 1 a 3 o de conexión 2 a 4: 3 A como máximo
Volumen de direcciones	un módulo digital con 8ED/8SD y un módulo analógico con 8EA/8SA
Tensión de alimentación de bus de panel posterior SI-MATIC	DC 5 V
Consumo de corriente de DC 5 V	máx. 220 mA
Tensión de alimentación del cable AS-I	según especificación AS-I
Consumo de corriente del cable AS-I	máx. 100 mA
Consumo de potencia	3,7 W
Condiciones ambientales admisibles	
• Temperatura de funcionamiento	montaje horizontal: 0 a 55°C montaje vertical : 0 a 45°C
• Temperatura de transporte y almacenaje	-40 °C hasta +70 °C
• Humedad relativa	máx. 95% a +25°
Estructura	
• Grado de protección	IP 20
• Formato de módulo	Módulo de extensión S7-200
• Medidas (ancho x alto x prof.) en mm	71 x 80 x 62
• Peso	aprox. 250 g

MÓDULO EM 277

A.12 Specifications for the EM 277 PROFIBUS-DP Module

Table A-16 Specifications for the EM 277 PROFIBUS-DP Module

Description Order Number	EM 277 PROFIBUS-DP 6ES7 277-0AA20-0XA0
Physical Size	
Dimensions (W x H x D)	71 mm x 80 mm x 62 mm
Weight	175 g
Power loss (dissipation)	2.5 W
Communication Features	
Number of Ports	1 port
Electrical interface	RS-485
Isolation (external signal to PLC logic)	500 VAC (Galvanic)
PROFIBUS-DP/MPI baud rates (set automatically)	9.6, 19.2, 45.45, 93.75, 187.5, and 500K baud; 1, 1.5, 3, 6, and 12M baud
Protocols	PROFIBUS-DP slave and MPI slave
Cable Length	
Up to 93.75K baud	1200 m
187.5K baud	1000 m
500K baud	400 m
1 to 1.5M baud	200 m
3 to 12M baud	100 m
Network Capabilities	
Station address settings	0 - 99 (set by rotary switches)
Maximum stations per segment	32
Maximum stations per network	126, up to 99 EM277 stations
MPI Connections	6 total, 2 reserved (1 for PG and 1 for OP)
Power Consumption	
+5 VDC (from I/O bus)	150 mA
24 VDC Input Power Requirements	
Voltage range	20.4 to 28.8 VDC (Class 2 or sensor power from PLC)
Maximum current	
Module only with port active	30 mA
Add 90 mA of 5V port load	60 mA
Add 120 mA of 24V port load	180 mA
Ripple noise (<10 MHz)	<1 V peak to peak (maximum)
¹ isolated (input power to module logic)	500 VAC for 1 minute
5 VDC Power on Communication Port	
Maximum current per port	90 mA
Transformer isolation from module logic and from 24 VDC input power	500 VAC for 1 minute
24 VDC Power on Communication Port	
Voltage range	20.4 to 28.8 VDC
Maximum current per port	120 mA
Current limit	0.7 to 2.4 A
Isolated	Not isolated, same circuit as input 24 VDC

¹ No power is supplied to module logic by the 24 VDC supply. 24 VDC supplies power for the communication port.

PANEL TÁCTIL TP 177A

12.4 Datos técnicos del TP 177A

Panel de operador

Peso sin embalaje	aprox. 750 g
-------------------	--------------

Pantalla

Tipo	LCD-STN, modo azul
Área activa del display	115,18 mm x 86,38 mm (5,7")
Resolución	320 x 240 puntos de imagen, 240 x 320 puntos de imagen en montaje vertical
Colores representables	4 tonos de azul
Regulación de contraste	sí
Retroiluminación	CCFL
Half Brightness Life Time, típica	50 000 h

Unidad de entrada

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

Memoria

Memoria de aplicación	512 kbytes
-----------------------	------------

Tensión de alimentación

Tensión nominal	+24 V c.c.
Rango admisible	20,4 V a 28,8 V (-15 %, +20 %)
Transitorios, máximo admisible	35 V (500 ms)
Tiempo entre dos transitorios, mínimo	50 s
Consumo de corriente	
• Típico	• aprox. 300 mA
• Corriente continua máx.	• aprox. 450 mA
• Impulso de corriente de conexión I ² t	• aprox. 0,5 A ² s
Fusible interno	Electrónico

Consulte también

Normas y homologaciones (Página 30)

Compatibilidad electromagnética (Página 36)

Condiciones de transporte y almacenamiento (Página 38)

Indicaciones para el montaje (Página 39)

Datos sobre los ensayos de aislamiento, clase y grado de protección (Página 45)

FUENTE AS-I

AS-Interface

Fuente de alimentación 3A, 5A, 8A


3RX9501/2/3-0BA00

Instructivo

Referencia: 3ZX1012-0RX00-1AA1

Español

Leer y comprender este instructivo antes de la instalación, operación o mantenimiento del equipo.




⚠ Peligro

Tensión peligrosa.
Puede causar la muerte o lesiones graves.

Desconectar la alimentación eléctrica antes de trabajar en el equipo.

El funcionamiento seguro del aparato sólo está garantizado con componentes certificados.

Notas



⚠ Advertencia

Durante el funcionamiento de equipos eléctricos, es inevitable que se produzcan tensiones peligrosas en distintos componentes de los mismos. El manejo indebido de estos equipos puede provocar graves lesiones corporales y hasta la muerte, así como importantes daños materiales. Por lo tanto, únicamente podrá realizar tareas en el equipo o en su alrededor personal especializado y adecuadamente cualificado. Con el fin de asegurar el correcto y seguro funcionamiento del equipo, debe ser transportado, almacenado y montado adecuadamente. Componentes sensibles a descargas electrostáticas. ¡Desmontaje del equipo sólo por personal cualificado! ¡Peligro de muerte, graves lesiones corporales o daños materiales!

Campo de aplicación

Las fuentes de alimentación de 30 V / 3 A, 5 A, 8 A con detección de defectos a tierra y desacople integrado de datos sirven para el funcionamiento de sistemas de bus AS-Interface.

Los aparatos generan una tensión continua regulada de 30 V DC de constancia elevada y baja ondulación residual. La tensión de salida está libre de potencial y resistente a los cortocircuitos y la marcha en vacío. La fuente de alimentación se conecta automáticamente en el momento de volver al estado normal tras producirse un cortocircuito o una sobrecarga. Las señales del LED de diagnóstico se guardan en memoria, el operario puede borrar esta información pulsando la tecla RESET. Al detectar una falta de tierra en AS-i + o AS-i -, sólo se desconecta la salida activada 'AS-i + SWITCHED'. Los avisos de cortocircuito y sobrecarga pueden resetearse pulsando la tecla RESET, o bien por medio de una señal HI en la entrada de reset a distancia (borne 41 / 42).

Las fuentes de alimentación están basadas en el principio de un regulador conmutado en el primario y son adecuadas para su conexión a una red de corriente alterna monofásica de 120 V o 230 V, 50 / 60 Hz o bien a una red de corriente alterna bifásica de 120 V o 230 V - 500 V a 8 A. La instalación de los dispositivos se debe realizar teniendo en cuenta las reglamentaciones DIN / VDE, o bien las reglamentaciones aplicables del país de que se trate.

Montaje / Conexión

Con el fin de asegurar la disipación del calor adecuada, deben ser montados verticalmente y manteniendo un espacio libre de al menos 50 mm por encima y debajo de los mismos. La conexión de la tensión de alimentación (120 / 230 V) debe realizarse conforme a VDE 0100 y VDE 0160 (Figura III). La red debe estar protegida con un fusible de máx. 20 A (USA) o bien 16 A (IEC). El primario del aparato incorpora en el primario un fusible interno.

Los equipos se montan en perfil normalizado de 35 mm (figura I).

Se pueden desmontar todos los terminales de cables.

Componentes del equipo:

- Fig. I: a Conmutador de tensión, ajuste básico de fábrica 230 V.
 Fig. II: b Conexión de red,
 c Conexión AS-Interface con bornes,
 d Reset a distancia,
 e Detección de defectos de tierra,
 f LED Sobrecarga, rojo,
 g LED Detección de falta a tierra, amarillo,
 h LED Estado ok, verde, tensión de salida $\geq 26,5$ V
 i Tecla RESET.

Dibujos dimensionales (medidas en mm), (figura IV).

Datos técnicos

Sin especificar lo contrario, los datos se refieren a una tensión de entrada de AC 230 V y una temperatura ambiente de +25 °C.

Tipo	30 V / 3 A	30 V / 5 A	30 V / 8 A
Referencia	3RX9501	3RX9502	3RX9503

Datos de entrada

Tensión AC primaria	120 / 230 V	120 / 230...500 V
Gama de tensión AC	85...132 / 176...253 V	85...132 / 176...550 V
Compensación fallos de red con $I_{a\text{Nom}}$	> 20 ms	
Banda de frecuencias de red	47...63 Hz	
Corriente primaria asignada	1,6 / 0,9 A	2,7 / 1,5 A 4,4 / 2,4 A

Datos de salida

Tensión nominal $U_{a\text{Nom } 30}$	DC 30 V según la norma AS-i		
Ondulación residual	< 50 mV _{pp} (10...500 kHz) < 300 mV _{pp} (0...10 kHz)		
Corriente nominal $I_{a\text{Nom}}$	3 A	5 A	8 A
Derating (55...70 °C)	2 A	3 A	5 A

Rendimiento

con potencia asignada	tip.	84 %	87 %
-----------------------	------	------	------

Protección y vigilancia

Protección contra sobretensión en el lado de salida	sí (< 35 V)		
Limitación de corriente	tip.	3,5 A	5,5 A 8,5 A

Seguridad

Aislamiento de potencial primario / secundario	Tensión de salida SELV según EN 60950 y EN 50178		
Clase de protección	I		
Tipo de protección	IP20		

Certificaciones

Certificado CE	según 89 / 336 CEE y 73 / 23 CEE		
UL	UL 508		
CSA	CSA 22.2		
Nivel de contaminación	EN 60 950		
Clase de sobretensión y separación de potencial	EN 50 178 y IEC 61 558		

CEM

Emisión de interferencias (categoría B)	EN 61000-6-3		
Resistencia	EN 61000-6-2		

Datos de servicio

Temperatura ambiente	Servicio	-10 °C...+70 °C
	Almacenaje	-25 °C...+80 °C
Clase de contaminación	2	
Clase de humedad	Clase climática según DIN 50010, humedad relativa del aire un 100 %, como máx., sin condensación	

Datos mecánicos

Dimensiones (ancho x altura x prof.) en mm	50 x 125 x 125	70 x 125 x 125	120 x 125 x 125
Peso	ca. 0,5 kg	0,8 kg	1,1 kg

FUENTE LOGO!



Indicaciones de Advertencia

LOGO!Power es una fuente de alimentación regulada, dimensionada para su uso en red monofásica de corriente alterna. Para la instalación del aparato deberán observarse las disposiciones DIN/VDE en vigor o la normativa específica del país. La conexión de la tensión de suministro deberá ejecutarse según VDE 0100 y VDE 0160. Deberá ir previsto un dispositivo de protección (fusible) y dispositivo de corte para dejar sin tensión la fuente de alimentación. Son requisitos para un funcionamiento correcto y fiable del presente aparato el transporte adecuado y correcto almacenamiento montaje e instalación.

Peligro por descarga eléctrica !

Durante el funcionamiento de aparatos eléctricos quedan determinadas partes del aparato condicionadas sometidas a tensiones peligrosas. La utilización indebida de estos aparatos puede conllevar la muerte o lesiones del cuerpo graves así como daños materiales considerables. Solo se permite ajustar el potenciómetro U_A usando un destornillador aislado!



Atención !

Componentes con riesgos electrostáticos (EGB). Solo puede abrir el aparato personal especialista cualificado !

Instalación y ensamblaje:

LOGO!Power sólo podrá ser montado y cableado por personal especialista cualificado que conozca y actúe de acuerdo con las normativas y disposiciones en vigor correspondientes.

⚠ Peligro Antes de la instalación y mantenimiento deberá desconectarse el interruptor principal y asegurarlo contra reconexión. Para las operaciones de mantenimiento deberá ir previsto un dispositivo de corte que separe el circuito de corriente de alimentación.

LOGO!Power es un aparato de empotrar y por consiguiente puede ir instalado en una caja de registro o en un armario de maniobra. Tras su instalación deberán quedar cubiertas toda la zona de embornado. Solo así quedará garantizado de no hacer contacto con piezas sometidas a tensión.

El aparato puede ir enganchado sobre carril de perfil normalizado DIN EN 50022-35x15 y DIN EN 50022-35x7,5. Para la fijación a presión colgar el aparato con la pestaña ① en el carril perfilado ③ hasta que encaje el resorte ② (ver pág. 7). Si la fijación a presión presenta dificultad soltar ligeramente el resorte ② tal como se describe en el desmontaje. Para el desmontaje desde el carril perfilado soltar el resorte ② en dirección de la flecha y retirar el aparato.

Utilice en el cableado un destornillador con 3 mm de ancho de hoja (esfuerzo de torsión 0,5Nm). No precisa terminales de hilo para las regletas. Puede utilizar cable (certificado para 65/75°C) de 1 x 2,5 mm² o 2 x 1,5 mm² de sección. La alimentación de red y la línea de derivación se han de colocar por separado. Al aplicar LOGO!Power en combinación con aparatos de clase de protección I (con conductor de protección a tierra) se ha de establecer una conexión entre „-“ y „PE“ con 1,5 mm² como mínimo.

Para la disipación de calor adecuada, deberá montarse el aparato verticalmente de modo que los bornes de entrada y de salida queden situados arriba. En la parte inferior y superior del aparato deberá quedar un espacio libre de 2 cm respectivamente con el fin de no dificultar la convección.

La conexión en paralelo de aparatos de igual naturaleza para el aumento de potencia está permitida (Condición: Diferencia de tensiones de salida < 0,2% e impedancias de línea igual respecto a la carga).

Características técnicas: Mientras no se indique lo contrario, todos los datos son válidos para una tensión de entrada 230 V AC y una temperatura ambiente de +25 °C. Sujeto a cambios técnicos sin previo aviso.

Tipo:	5V/6,3A	12V/4,5A	15V/4A	24V/2,5A
Número de pieza:	6EP1311-1SH12	6EP1322-1SH02	6EP1352-1SH02	6EP1332-1SH42
Datos técnicos:				
Tensión nominal de entrada U_e :	AC 100-240 V	AC 100-240 V	AC 100-240 V	AC 100-240 V
Rango de tensión de entrada:	AC 85...264 V	AC 85...264 V	AC 85...264 V	AC 85...264 V
Rango de frecuencia:	47...63 Hz	47...63 Hz	47...63 Hz	47...63 Hz
Superación de cortes de red:	> 40 ms	> 40 ms	> 40 ms	> 40 ms
Corriente nominal de entrada I_e :	0,71-0,37 A	1,13-0,61 A	1,24-0,68 A	1,22-0,66 A
Seguridad en la acometida de red:	recomendado: Interruptor automático (CEI 898) : a partir de 16A curva B, 10A curva C			
Magnitudes de salida:				
Tensión nominal de salida U_a :	DC 5 V	DC 12 V	DC 15 V	DC 24 V
Ondulación residual / Picos de conexión:	< 100/100 mV _{SS}	< 200/300 mV _{SS}	< 200/300 mV _{SS}	< 200/300 mV _{SS}
Zona de ajuste:	DC 4,6...5,4 V	DC 10,5...16,1 V	DC 10,5...16,1 V	DC 22,2...26,4 V
Corriente nominal de salida I_a :	6,3 A	4,5 A	4 A	2,5 A
Limitación estática de corriente:	tip. 8,2 A	tip. 5,9 A	tip. 5,0 A	tip. 3,4 A
Rendimiento a plena carga:	tip. 83 %	tip. 85 %	tip. 85 %	tip. 87 %
Condiciones ambientales:				
Temp. para almacenamiento y transporte:	-40 °C...+70 °C	-40 °C...+70 °C	-40 °C...+70 °C	-40 °C...+70 °C
Temperatura para funcionamiento:	-20 °C...+55 °C	-20 °C...+55 °C	-20 °C...+55 °C	-20 °C...+55 °C
Grado de protección según:	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
Grado De la Contaminación:	2	2	2	2
Clase de la humedad:	según clase de clima 3K3 según EN 60721, sin condensaciones, Humedad relativa del aire 5...95 %			
Emisión de interferencias:	EN 50081-1, Clase B según EN 55022			
Resist. a interferencias:	EN 61000-6-2, EN 61000-4-2/3/4/5/6/11			
Seguridad:				
Clase de protección según:	UL 60950, Clase de protección según II (asegure la separación eléctrica, sin PE)			
Corte de potencial primario/secundario:	tensiones de salida SELV según EN 60950 y EN 50178			

Homologaciones:

- CE De acuerdo con conformidad del CE (98/336 EWG y 73/23 EWG)
- UL UL 508 (Listed, File E197259), UL 60950 (Recognized, File E151273), por 24 V-tipo suplementario class II
- FM Class I, Division 2, Groups A,B,C,D, T4
- GL Homologaciones para barcos según Germanischer Lloyd

ANEXO D

MANUAL PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA

Para el diseño de red en cada uno de los niveles se debe considerar de donde se van a adquirir las señales y de que tipo, a más de la ubicación de los equipos de control. En tanto que para la configuración se basa en el tipo de control que se va a realizar y las herramientas que se posean para él.

DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE SENSOR – ACTUADOR

Para el diseño de la red a nivel de sensor – actuador se considerará de donde se van a adquirir las señales y de que tipo, pudiendo ser estas analógicas o digitales. Para este nivel se empleará el estándar abierto AS-Interface pues es idóneo para la conexión de actuadores y sensores. A través del cable AS-i tienen lugar tanto el intercambio de datos entre sensores/actuadores (esclavos AS-i) y el maestro AS-i como la alimentación eléctrica de los sensores y los actuadores. El tipo de señal de entrada que se va a adquirir de cada una de las estaciones es analógica ya que es la señal del transmisor la señal de entrada, entonces el módulo de entradas debe ser analógico.

Configuración de los elementos de red la AS-Interface

AS-Interface es un sistema de maestro único o "single master". El maestro AS-i constituye la conexión con el sistema de control supervisor. Organiza autónomamente el flujo de datos en el cable AS- i y, si procede, pone a disposición de un sistema de bus de datos de rango superior las señales de los sensores y actuadores en una interfaz. Además de consultar señales, el maestro también transmite ajustes de parámetros a las distintas estaciones, supervisa la red continuamente y realiza diagnósticos. A diferencia de sistemas de bus de datos más complejos, AS- i es capaz de autoconfigurarse casi por completo. No es necesario efectuar ajustes. El maestro ejecuta automáticamente todas las funciones necesarias para el funcionamiento correcto de AS-Interface. Además permite el autodiagnóstico del sistema. Detecta perturbaciones y si durante el

mantenimiento se sustituye un esclavo, le asigna automáticamente la dirección correcta.

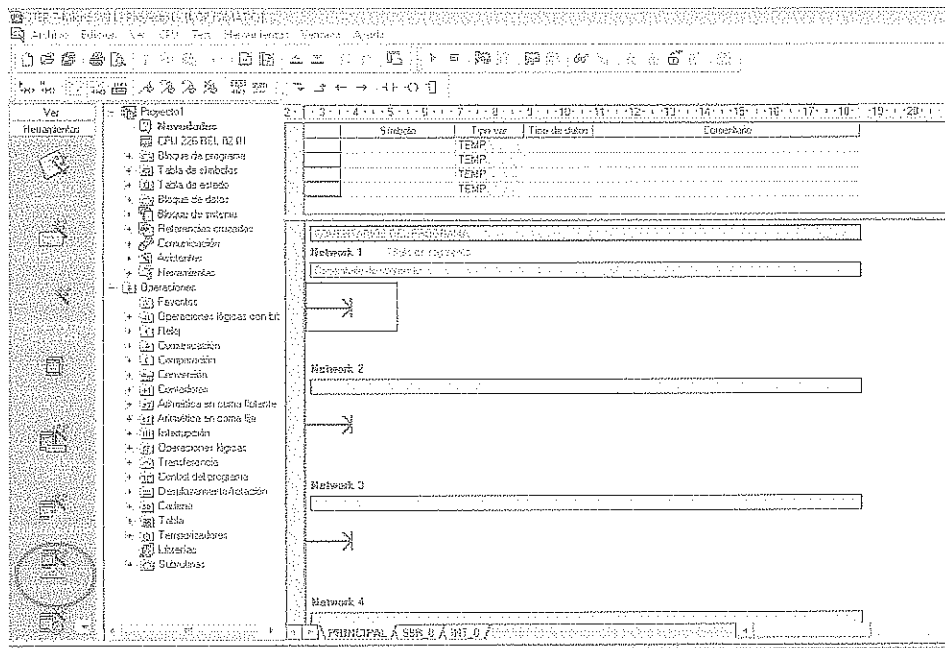
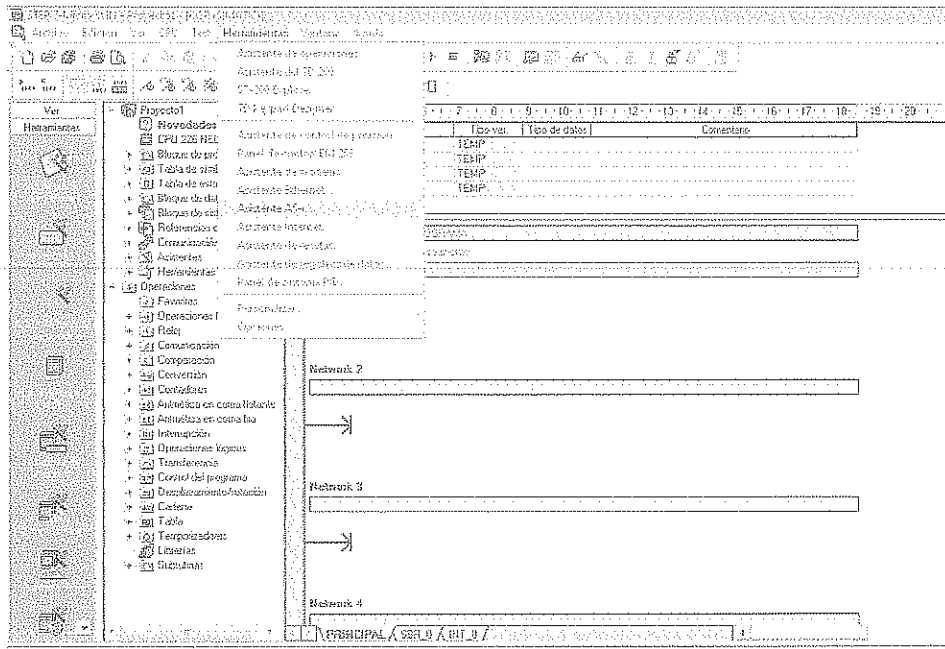
Los esclavos AS-i son los encargados de recoger las señales de los sensores para enviarlos al maestro de red para su procesamiento, en caso de ser entradas; caso contrario son los que envían la señal hacia los actuadores de acuerdo a la programación del PLC.

Cada esclavo (módulo) conectado a la red AS-i necesita una dirección con la cual se lo pueda identificar dentro de la red. Esta dirección se la configurará con el **direccionador**, también se lo utilizará para parametrizar el esclavo. La parametrización se basa en el tipo de sensor del que se va a recibir las señales; es decir, si es un sensor de dos o tres hilos.

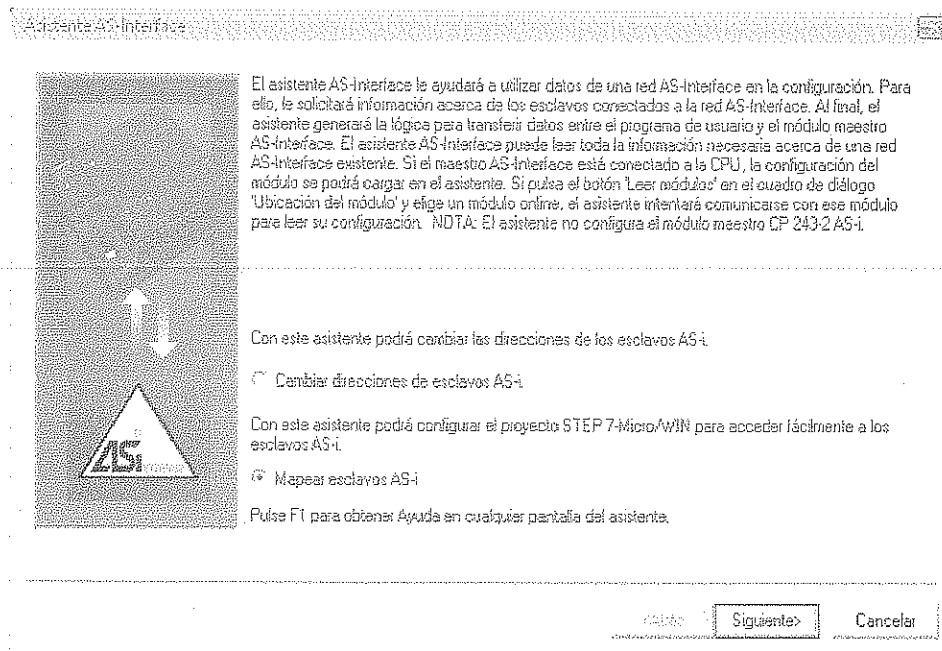
Para la programación de la red AS-Interface se utiliza el software propio de SIEMENS, este programa es STEP 7.

El asistente AS-Interface ayudará a utilizar datos de una red AS-I en la configuración. Para ello el asistente solicita información de los esclavos conectados a la red. Al final, el asistente generará la lógica para transferir datos entre el programa de usuario y el módulo maestro. El asistente puede leer toda la información necesaria acerca de la red AS-I existente. Si el maestro está conectado a la CPU, la configuración del módulo se podrá cargar en el asistente. Los pasos para acceder a este asistente son los siguientes:

- 1.- Iniciar el asistente ("wizard"), éste se encuentra en el menú "Herramientas", dentro del apartado "Asistente AS-i", y también en la zona izquierda de la ventana de STEP 7 que tiene una barra de navegación, dentro del apartado "Herramientas".

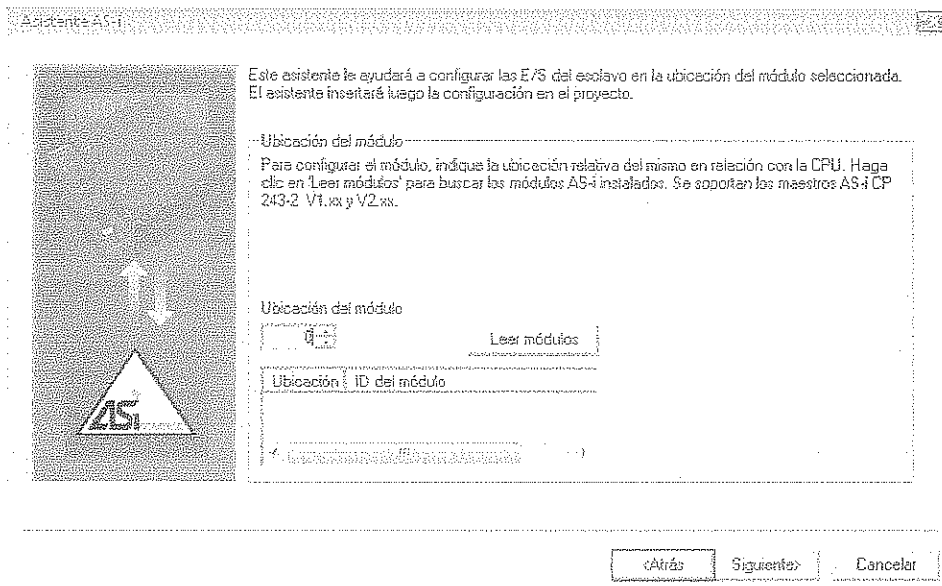


2.- Una vez iniciado el asistente aparece el siguiente cuadro de diálogo:



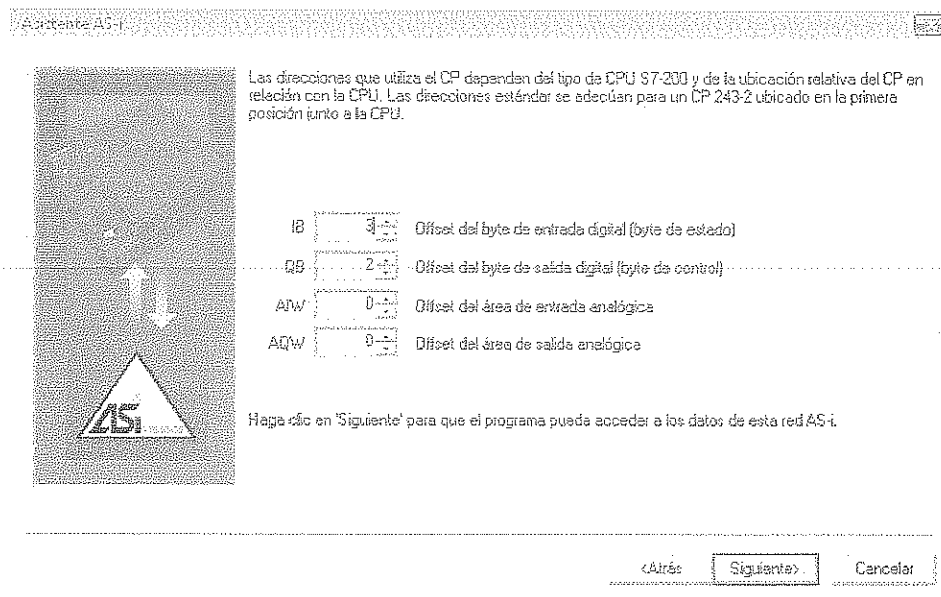
En el cual se elige la función que realizará el asistente, si se desea cambiar las direcciones de los esclavos (esto solamente si ya se tiene configurada una red anteriormente); y si se desea mapear los esclavos (esto si es la primera configuración en la red).

3.- Al presionar siguiente aparecerá la siguiente pantalla:



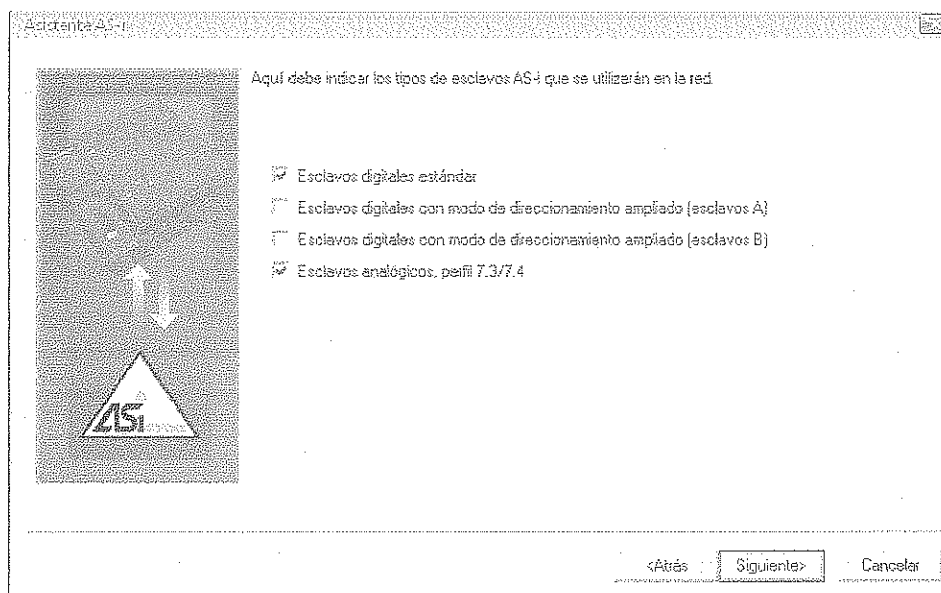
En esta parte de la configuración se procede a leer el módulo en su ubicación en relación a la CPU. Esto sucede al presionar sobre el botón LEER MÓDULOS.

4.- Una vez leído el módulo aparece el siguiente cuadro de diálogo:



Aquí se definirá las direcciones que se utilizarán en la red; estas dependen de la posición del módulo con relación a la CPU.

4.- Al hacer clic en el botón 'Siguiete' el programa puede acceder a los datos de la red AS-i configurada y se indicará los tipos de esclavos que utilizará la red.



5.- Al dar clic en 'Siguiete' se despliega una pantalla en la cual se definirá el número de entradas y salidas de cada esclavo (dependiendo del tipo del cual se haya escogido en el apartado anterior).

Adaptante AS-i

Indicar esclavos digitales
 Indique la dirección de red y la configuración de E/S de cada uno de los esclavos. Cada columna representa una dirección de esclavo AS-i. Para agregar un esclavo, haga clic en la fila 'Configuración E/S' y seleccione el tipo de esclavo. Para cada E/S se generará un nombre simbólico único una vez elegido el tipo de esclavo. Estos nombres simbólicos se pueden modificar a discreción.

Dirección:	Esclavo #1	Esclavo #2	Esclavo #3
Configuración E/S	Esclavo digital		
Símbolo entrada	DIGI_1		
Símbolo entrada	DIGI_2		
Símbolo entrada	DIGI_3		
Símbolo entrada	DIGI_4		
Símbolo salida 1			
Símbolo salida 2			
Símbolo salida 3			

<Atrás **Siguiente** Cancelar

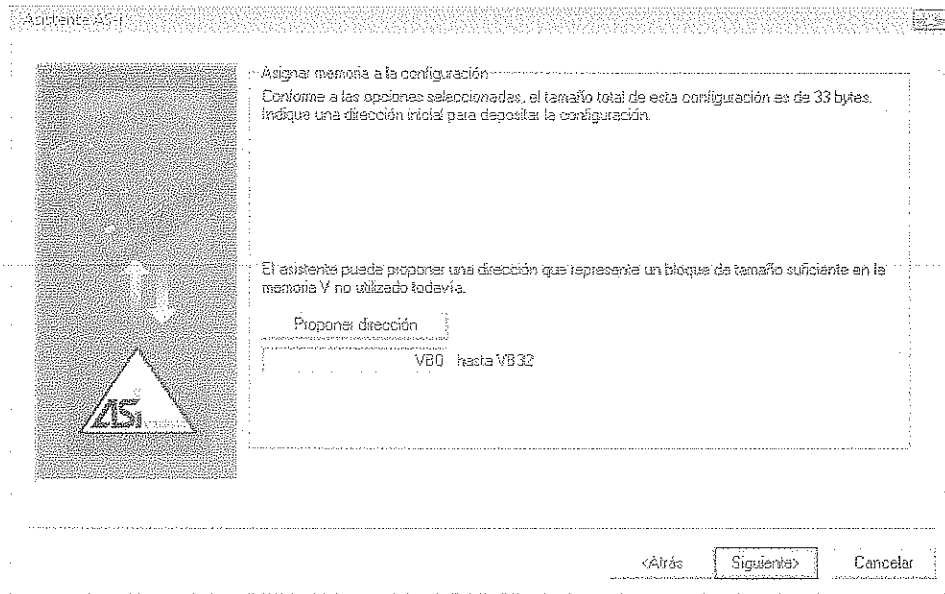
Adaptante AS-i

Indicar esclavos analógicos
 Indique la dirección de red y la configuración de E/S de cada uno de los esclavos. Cada columna representa una dirección de esclavo AS-i. Para agregar un esclavo, haga clic en la fila 'Configuración E/S' y seleccione el tipo de esclavo. Para cada E/S se generará un nombre simbólico único una vez elegido el tipo de esclavo. Estos nombres simbólicos se pueden modificar a discreción.

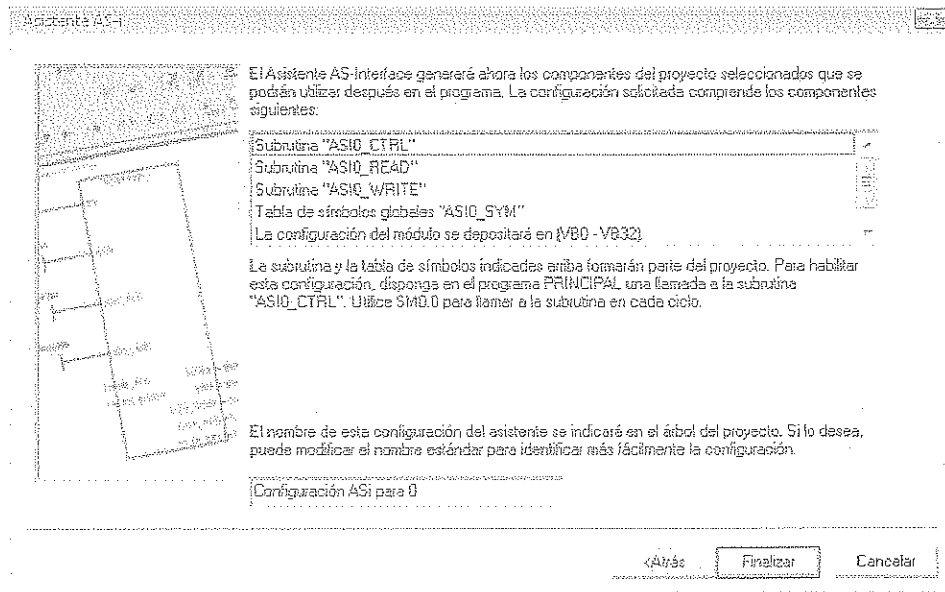
Dirección:	Esclavo #1	Esclavo #2	Esclavo #3
Configuración E/S	Esclavo digital		
Canal simbólico 1			
Canal simbólico 2			
Canal simbólico 3			

<Atrás **Siguiente** Cancelar

6.- A continuación se asigna el espacio de memoria de variables suficiente para el programa.



7.- Para finalizar el asistente indicará las subrutinas que se generarán y que se utilizarán en el programa.



DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE CAMPO Y PROCESO

Para el diseño de la red en este nivel se empleará el bus Profibus DP (Decentralized Periphery) ya que está orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCS) o terminales. La configuración del protocolo Profibus DP tiene una estructura de maestro único.

La comunicación entre el maestro DP y el esclavo DP se efectúa según el principio maestro esclavo. El maestro dirige todo el tráfico de datos en el bus, esto significa que los esclavos DP sólo pueden actuar en el bus tras solicitarlo el maestro. A tal efecto, los esclavos DP son activados sucesivamente por el maestro conforme a una lista de llamadas (lista de sondeo). Entre el maestro DP y el esclavo DP se intercambian los datos útiles continuamente (de forma cíclica), sin tener en consideración su contenido. A la periferia conectada a PROFIBUS como esclavo DP se accede como a cualquier otra unidad periférica situada en el módulo central o de ampliación. Es decir, es posible acceder a los módulos periféricos directamente mediante instrucciones.

Configuración de los elementos de la red Profibus-DP

Al igual que la red AS-i, la red Profibus tiene un maestro único que es configurado a través del software SIMATIC Manager.

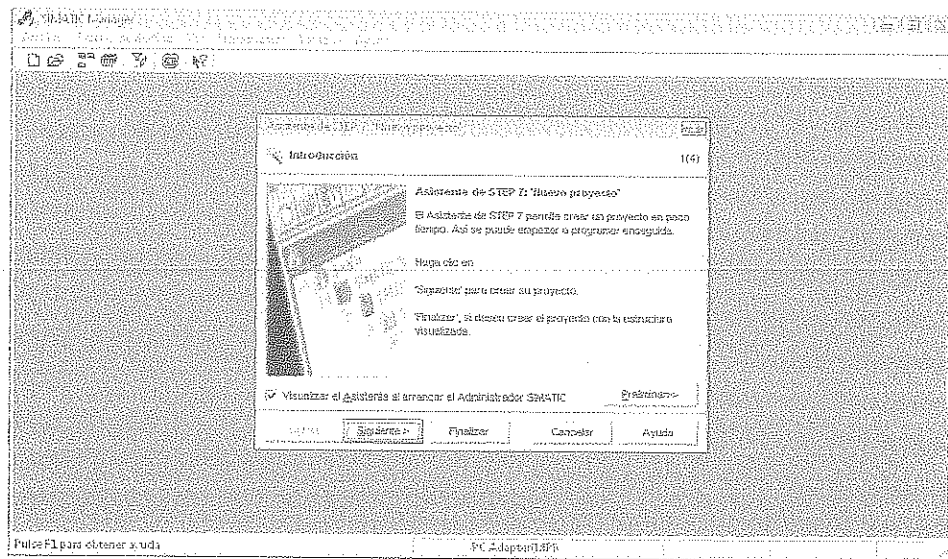
Por configurar se entiende, en STEP 7, la disposición de los bastidores, de los módulos, de los aparatos de la periferia descentralizada y de los submódulos interface en la ventana de un equipo. Los bastidores se representan en una tabla de configuración que puede acoger un número determinado de módulos enchufables, del mismo modo que los bastidores "reales".

En la tabla de configuración, STEP 7 asigna automáticamente una dirección a cada módulo. Si la CPU se puede direccionar libremente, es posible modificar las direcciones de los módulos de un equipo.

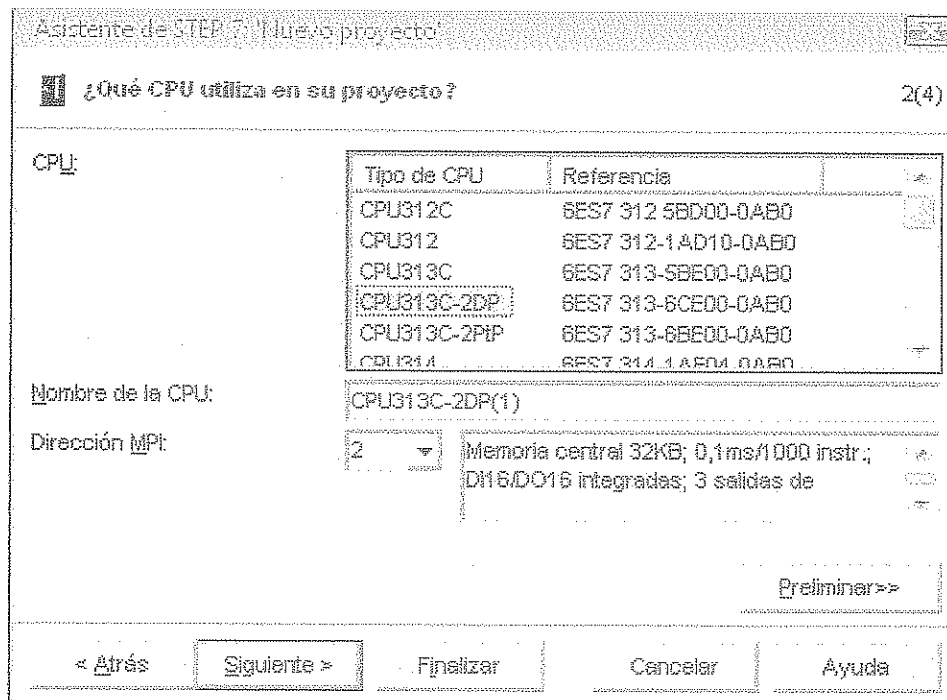
La configuración se puede copiar cuantas veces se desee a otros proyectos de STEP 7. Si es necesario, también se puede modificar y cargar en una o varias instalaciones existentes. Durante el arranque del sistema de automatización, la CPU compara la configuración teórica creada en STEP 7 con la configuración física (real) de la instalación. Así es posible detectar e indicar inmediatamente los posibles errores.

Para realizar la configuración del maestro y de los esclavos para la red Profibus se siguen los siguientes pasos:

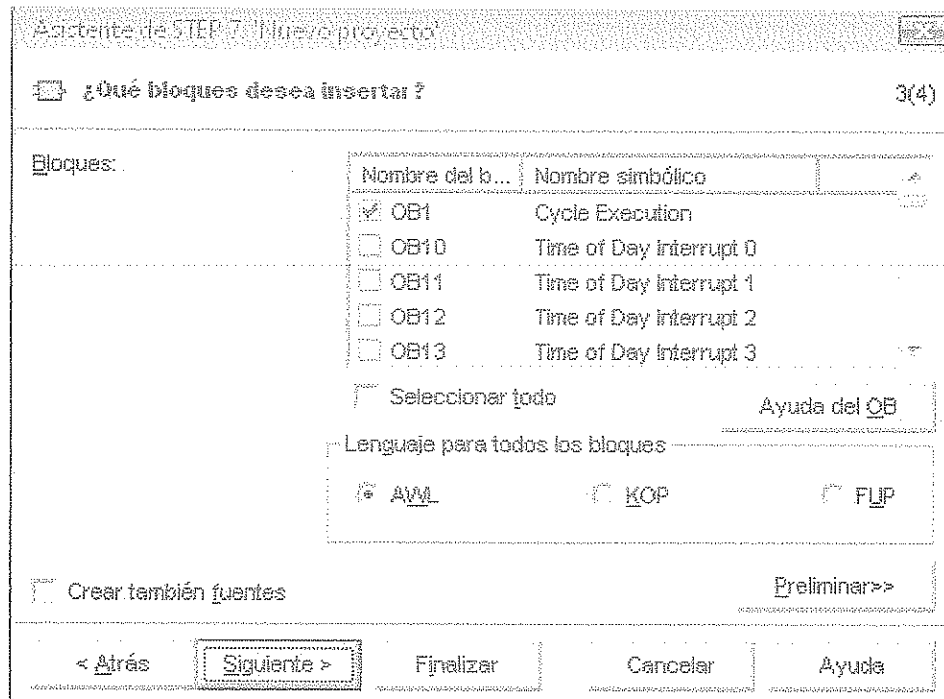
- 1.- Se accede al software en donde se visualiza la pantalla siguiente:



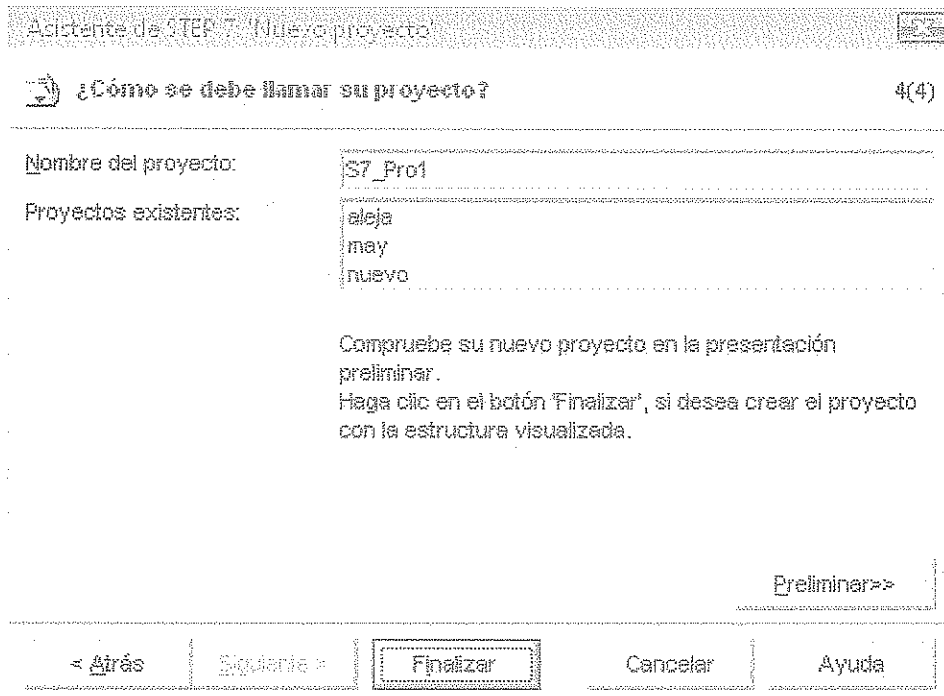
2.- Al desplegarse el asistente para un nuevo proyecto se presiona el boton 'Siguiente'. Al hacerlo se visualiza un listado de las distintas CPU que se pueden utilizar para realizar una red Profibus.



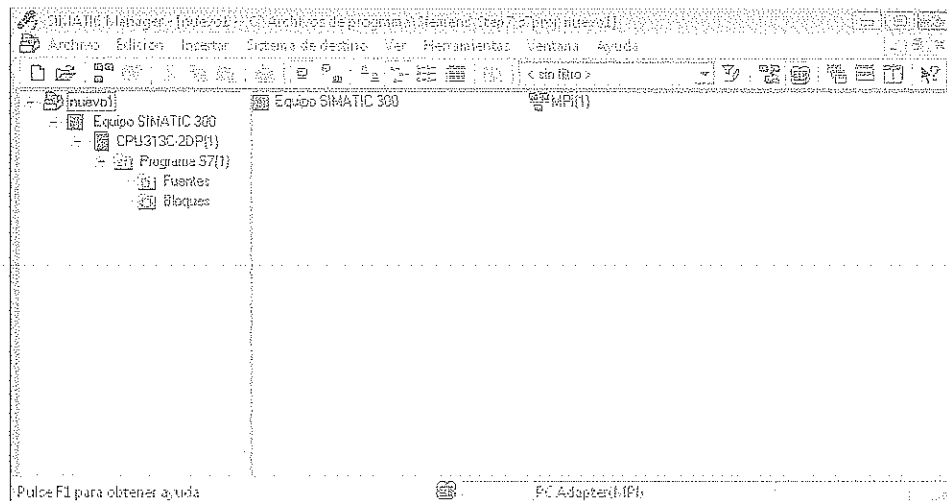
3.- Una vez elegida la CPU con la que se va a trabajar, se debe elegir el bloque de organización con el que se va a trabajar.



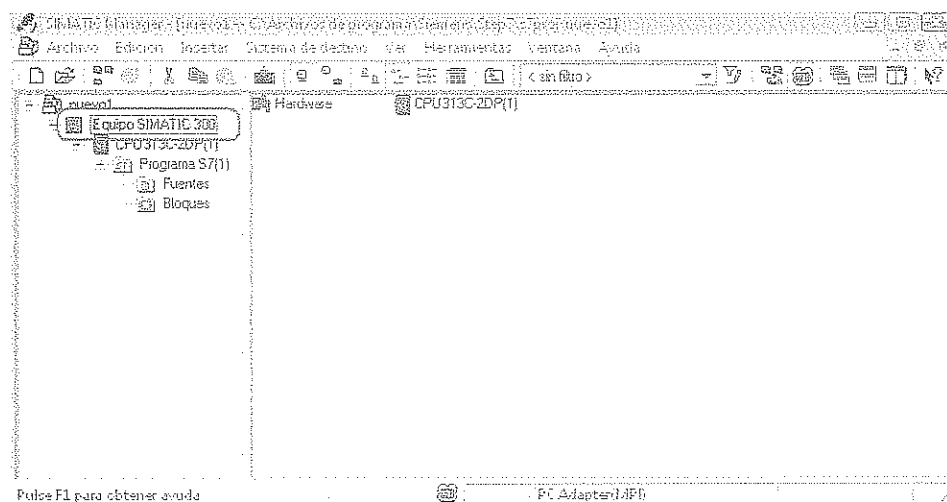
4.- Ya para finalizar el asistente para crear el nuevo proyecto, el mismo 'wizard' dará el nombre al proyecto creado. Para terminar dar clic en 'Finalizar'



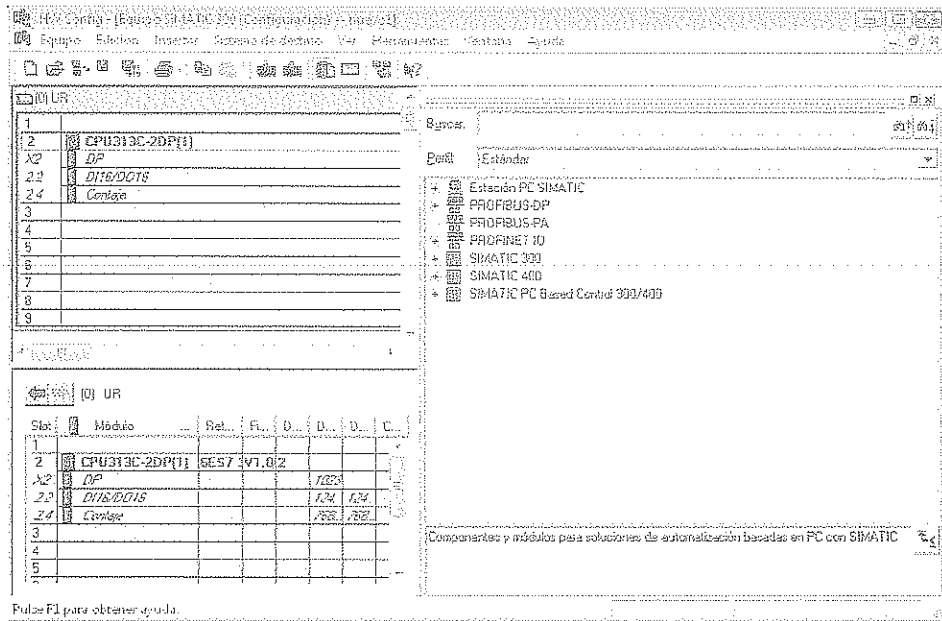
5.- Cuando se finaliza el asistente se visualiza la siguiente pantalla:



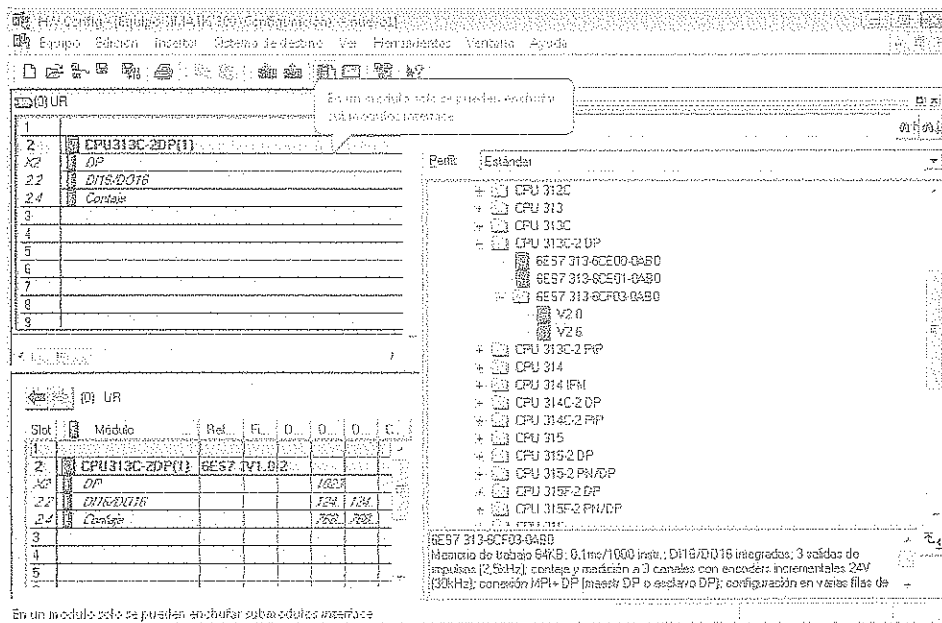
5.- Para configurar la CPU seleccionada se da un clic sobre la pestaña 'Equipo SIMATIC 300'



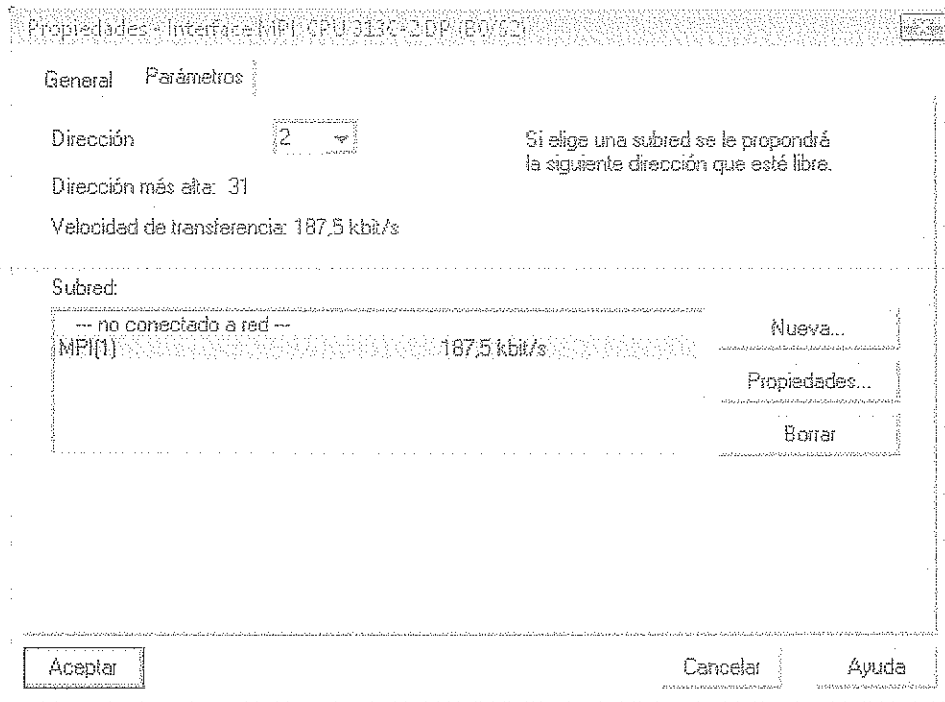
6.- Luego se da doble clic en la opción 'Hardware' para acceder al programa 'HW Config' en el cual se configurará el hardware que se colocará en cada slot o bastidor.



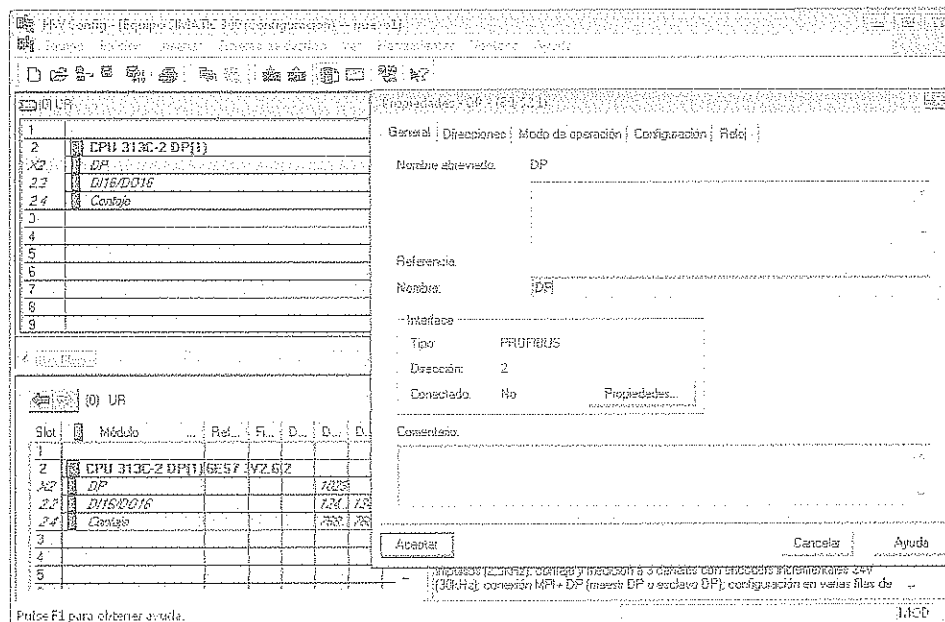
7.- Con la ayuda del catálogo de red se inserta en cada slot el elemento con el se va a trabajar (con su respectiva referencia que debe coincidir con el elemento físico).



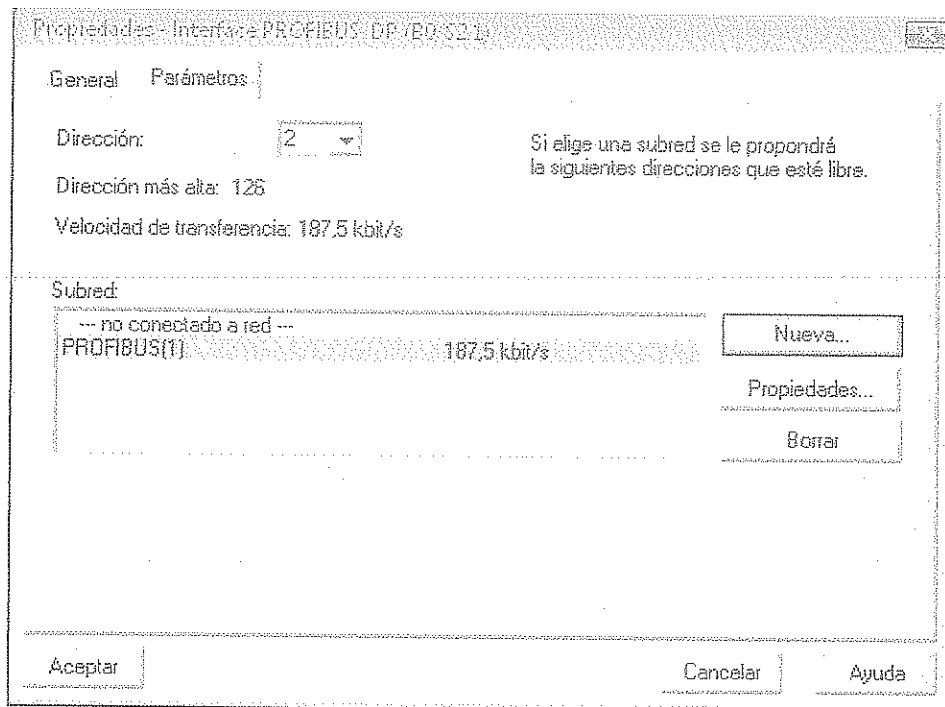
8.- Una vez elegido el tipo de CPU con su referencia se procede a configurar las 'propiedades del enlace' con lo que se puede cambiar la dirección de la estación y elegir la subred MPI a la que está conectada.



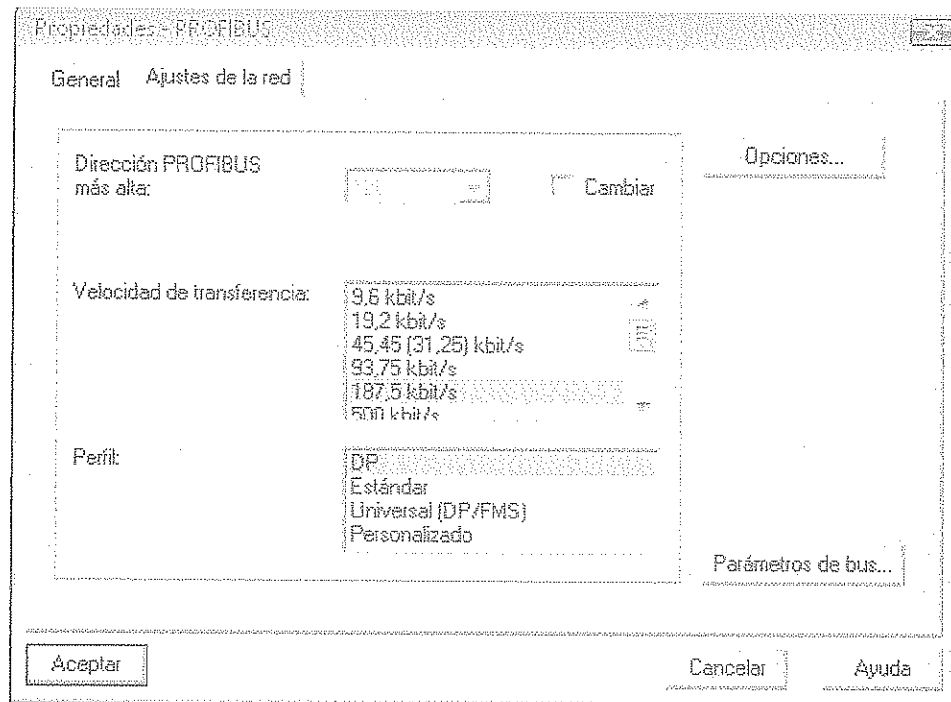
9.- Luego de seleccionar la subred MPI a la cual se estará conectada, se da doble clic sobre la opción DP; con lo cual se despliega la pantalla para configurar las propiedades de la red Profibus DP



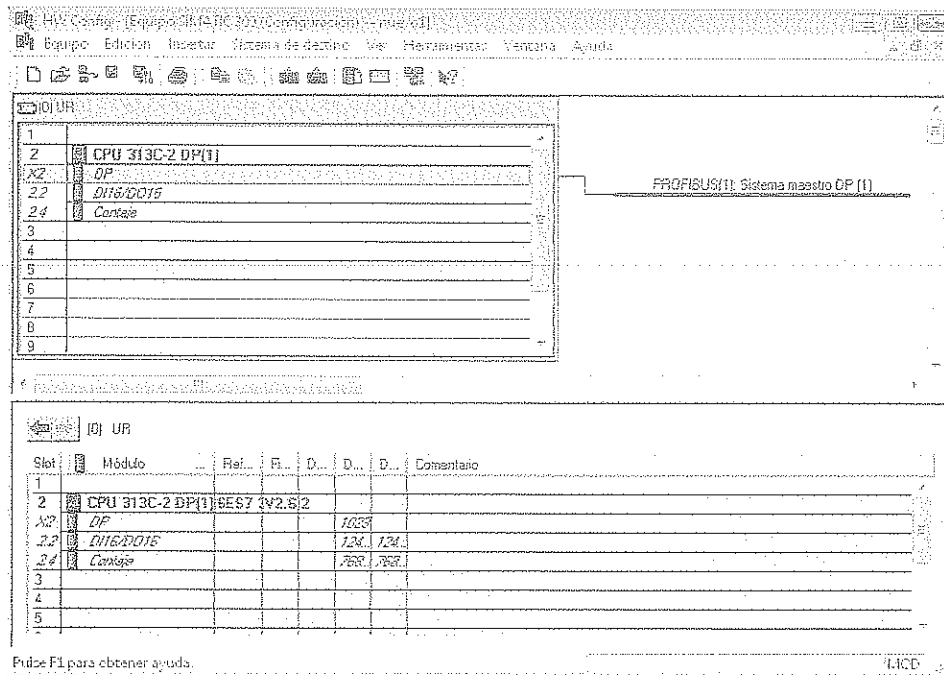
Para configurar la red DP se da clic sobre el botón 'Propiedades' y se visualiza lo siguiente:



En donde se elegirá el nombre, la dirección, la velocidad y el perfil de red (en caso de no existir los parámetros deseados se los crea al dar clic sobre el botón 'Nueva').



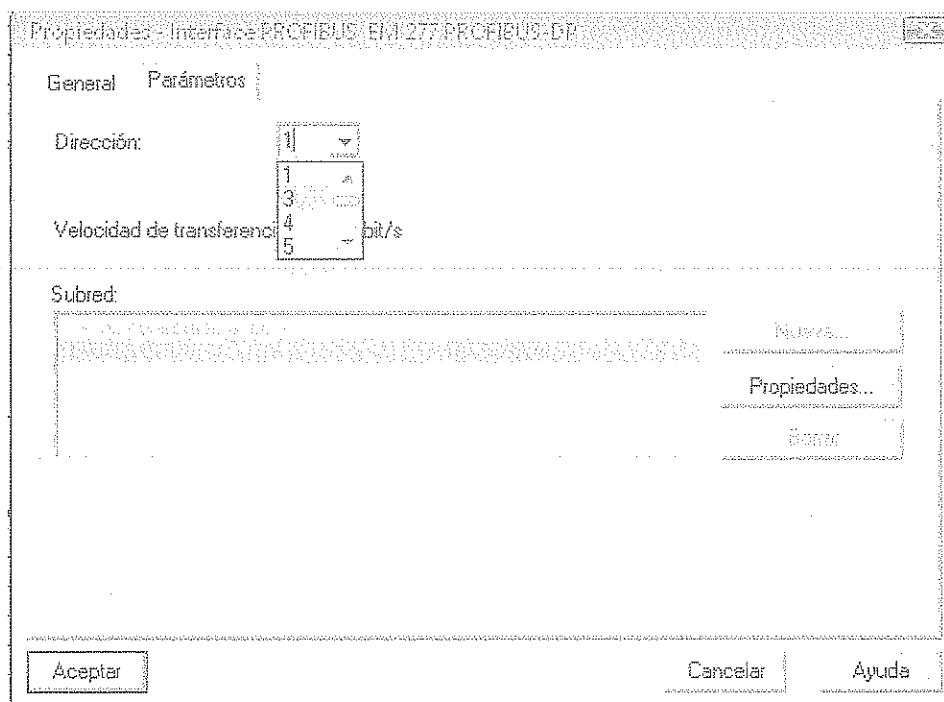
Ya terminadas las configuraciones de las redes se visualiza la siguiente pantalla:



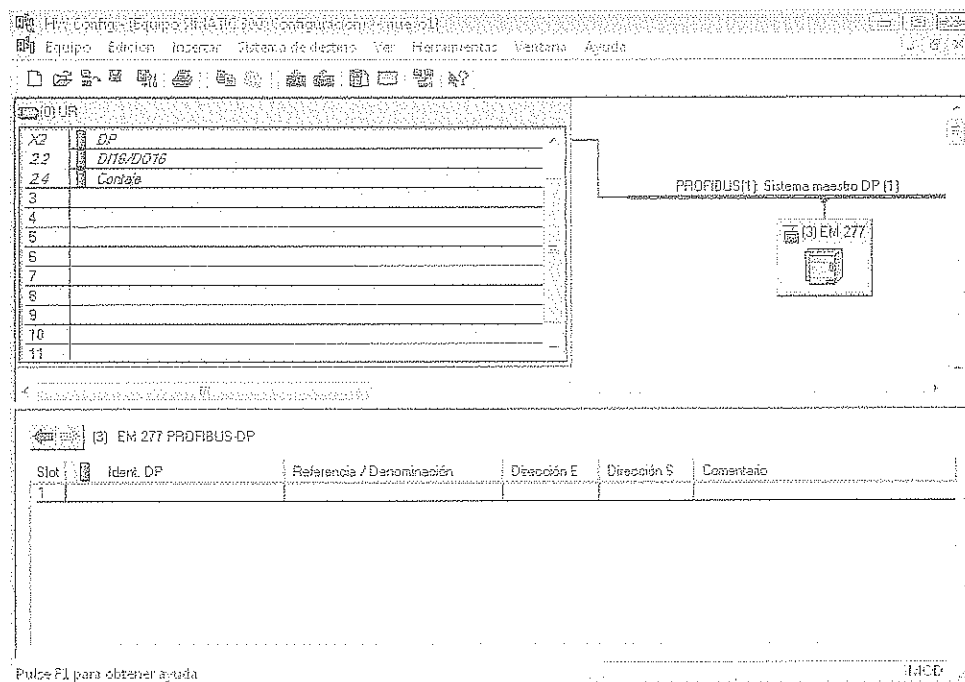
Para la configuración de cada uno de los esclavos se realiza el siguiente procedimiento:

1.- Para seleccionar el tipo de esclavo que se va a utilizar en la red se debe escogerlo en el catálogo; en este caso se seleccionará el módulo EM 277 para que el esclavo sea un PLC de la gama S7 200. La inserción de este equipo en el proyecto se sigue los comandos PROFIBUS DP → OTROS APARTADOS DE CAMPO → PLC → SIMATIC → EM 277

2.- Una vez seleccionado el módulo ya mencionado se lo arrastra hasta la línea que indica la red Profibus DP, al realizar esto se despliega la siguiente pantalla:

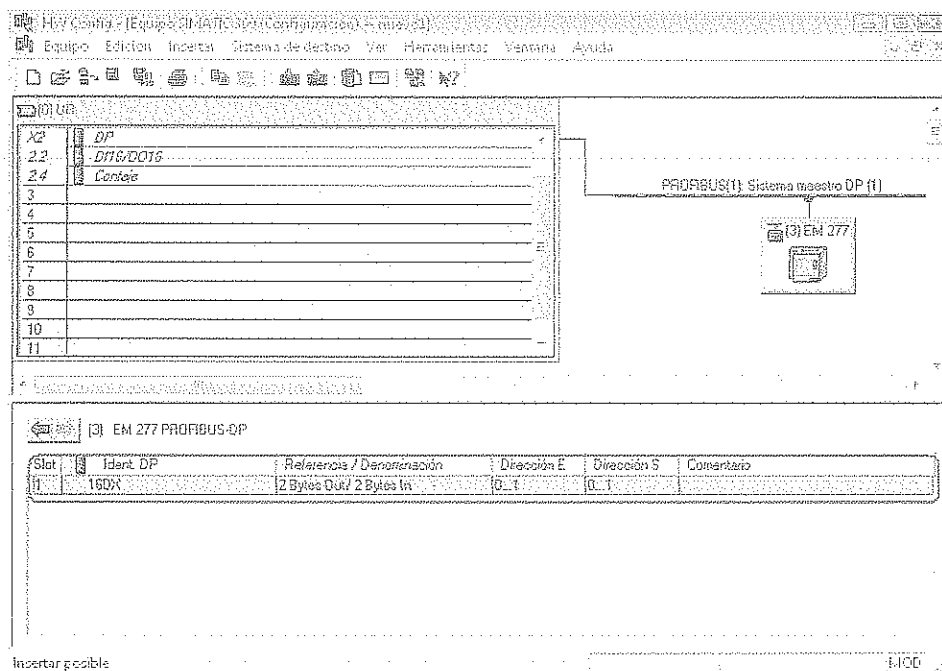


En donde se elige la dirección que este esclavo tendrá en la red y con la que se lo identificará. Una vez hecho esto se visualiza el esclavo ya conectado en la red.

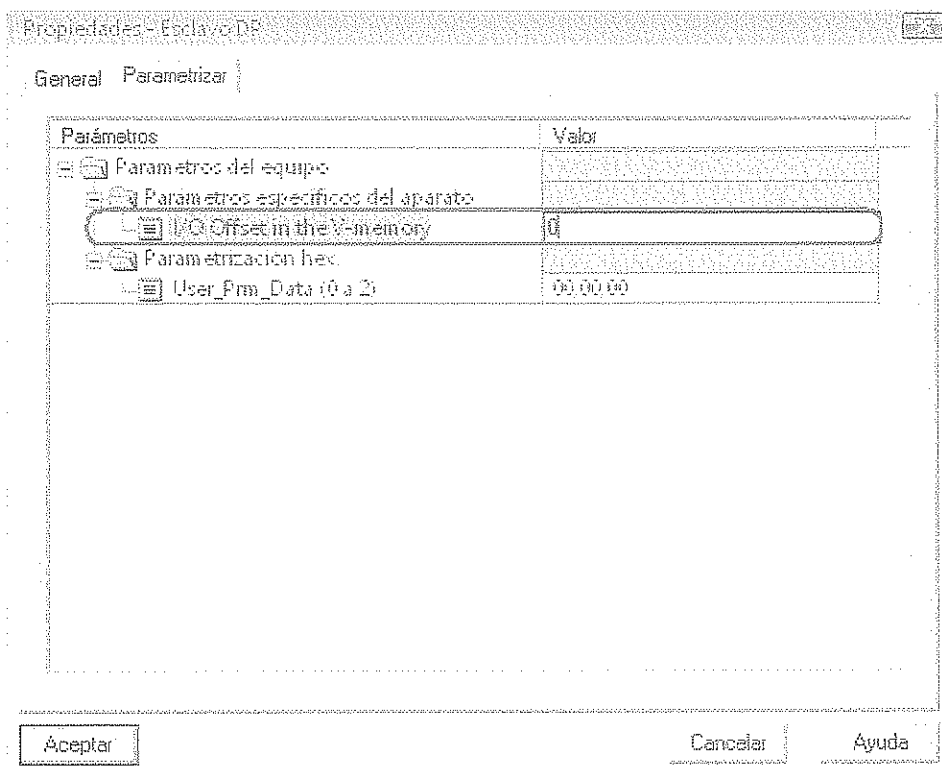


3.- Luego se debe elegir el numero de bytes con el que trabajará el esclavo, estas opciones se las encuentran siguiendo los comandos PROFIBUS DP → OTROS APARTADOS DE CAMPO → PLC → SIMATIC → EM 277 → 2 bytes out / 2 bytes

in. (Si es el caso porque existe una amplia gama de número de bytes para seleccionar). Ya seleccionado se lo arrastra hasta el slot correspondiente.



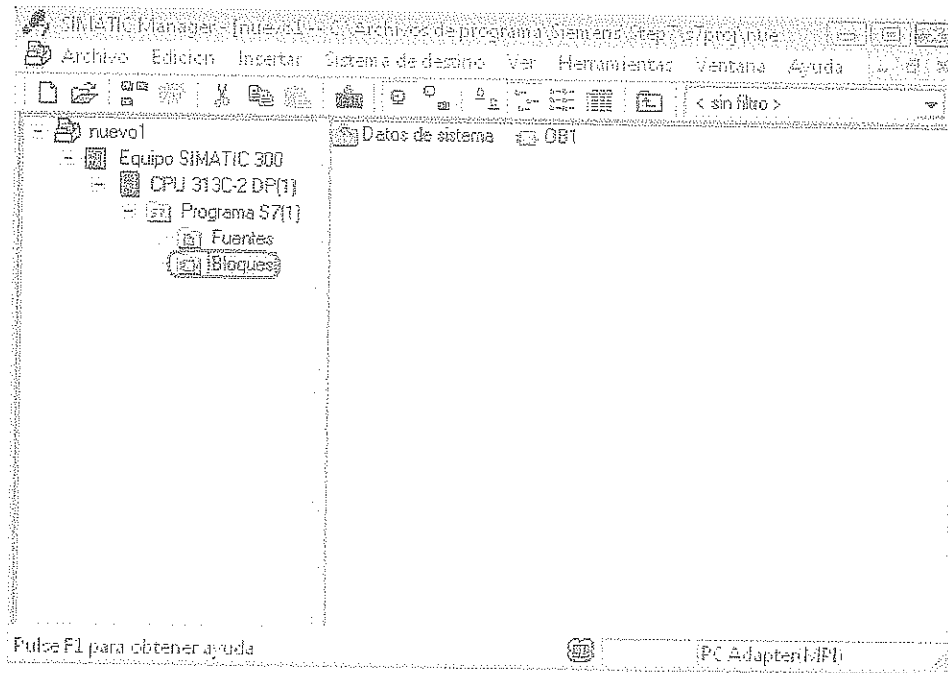
4.- La parametrización del esclavo se la realiza dando doble clic sobre el mismo y se abre la pestaña 'Parametrizar'



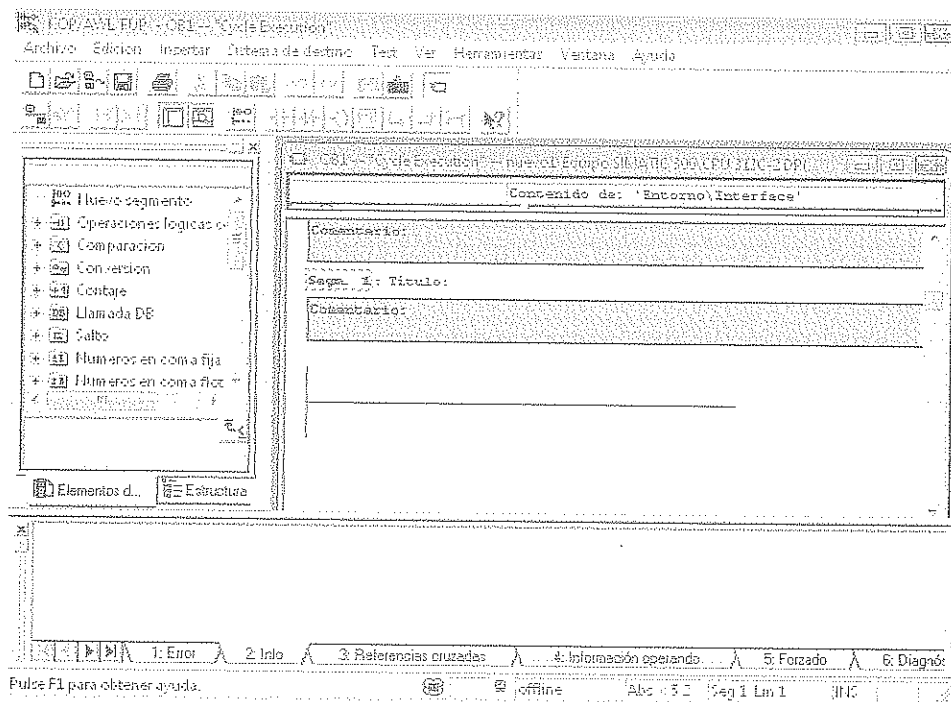
En la opción 'I / O Offset in the V-memory' se coloca el valor desde el cual se va a utilizar la memoria de variables.

Para insertar otro esclavo se sigue el mismo procedimiento


5.- Para finalizar la configuración se realiza el programa que corresponda a lo que se quiera realizar en la red. Para esto se guarda los cambios y se abre la opción 'BLOQUES'



Luego doble clic sobre OB1 y se desplegará la siguiente pantalla:



Donde se realizará el programa de manera similar que se lo hace en el software STEP 7.

6.- Una vez terminada la configuración de los esclavos y terminado el programa se la carga en el equipo dando clic sobre el siguiente ícono  que se encuentra en la barra de herramientas.

DISEÑO DE LA RED A NIVEL DE CONTROL

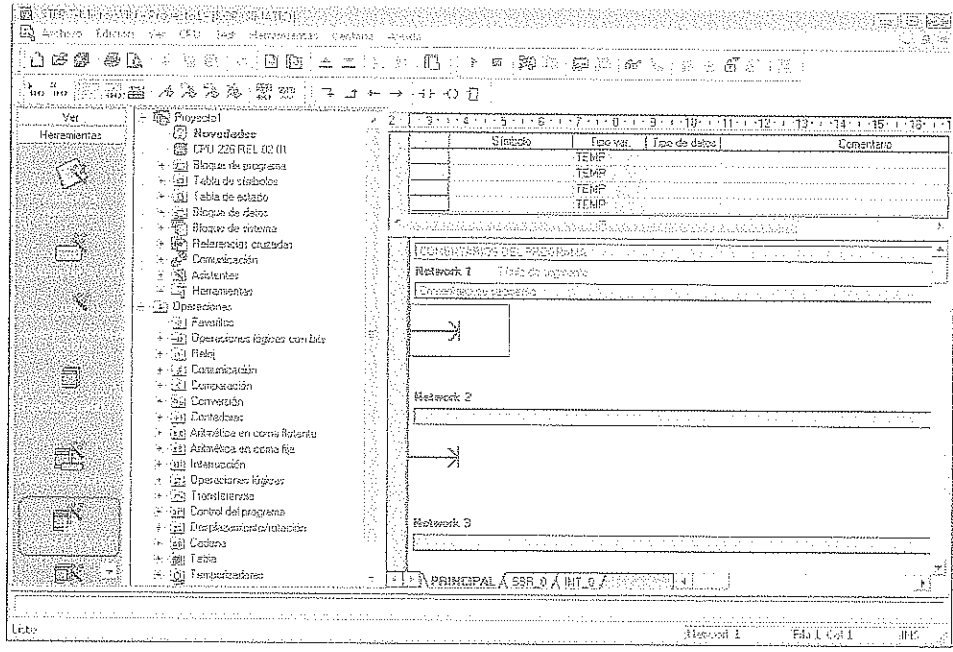
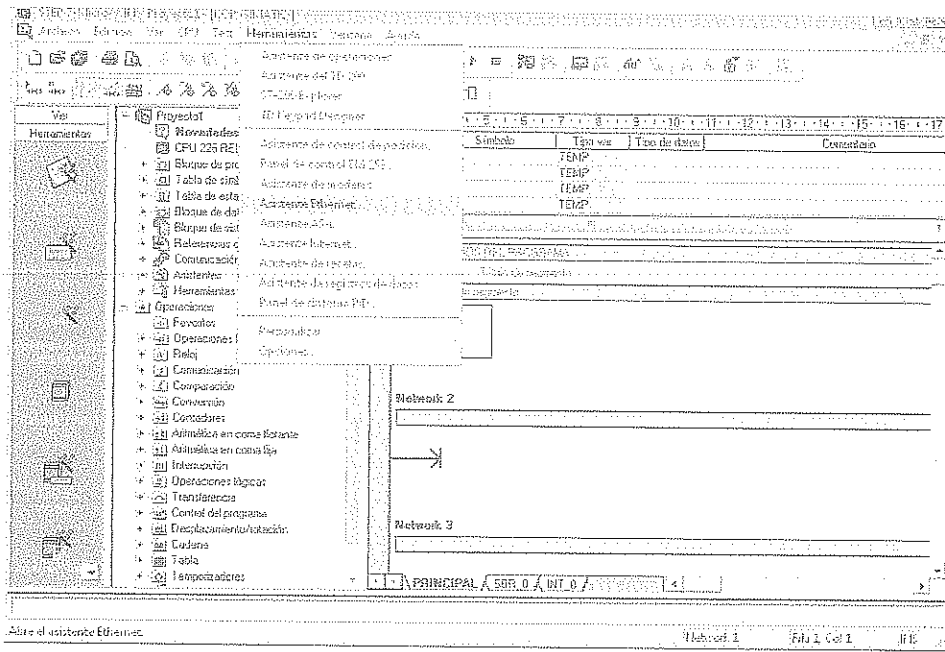
Dentro del sistema de comunicación no propietario y abierto SIMATIC NET, *Industrial Ethernet* es la red concebida para el nivel de control central y de célula. Debido a la facilidad y las grandes ventajas que ofrece la utilización de este protocolo se lo utiliza en cualquier tipo de industria. En la gama SIMATIC S7 200 se realiza la comunicación a través de Ethernet con la utilización de un módulo que se lo debe configurar para la aplicación que se desee. La comunicación es entre servidor (PLC) y el cliente (PC), teniendo en cuenta que el servidor es que envía o entrega la información mientras que el cliente es el que solicita la información.

Para la programación de Ethernet se utiliza el software propio de SIEMENS, este programa es STEP 7.

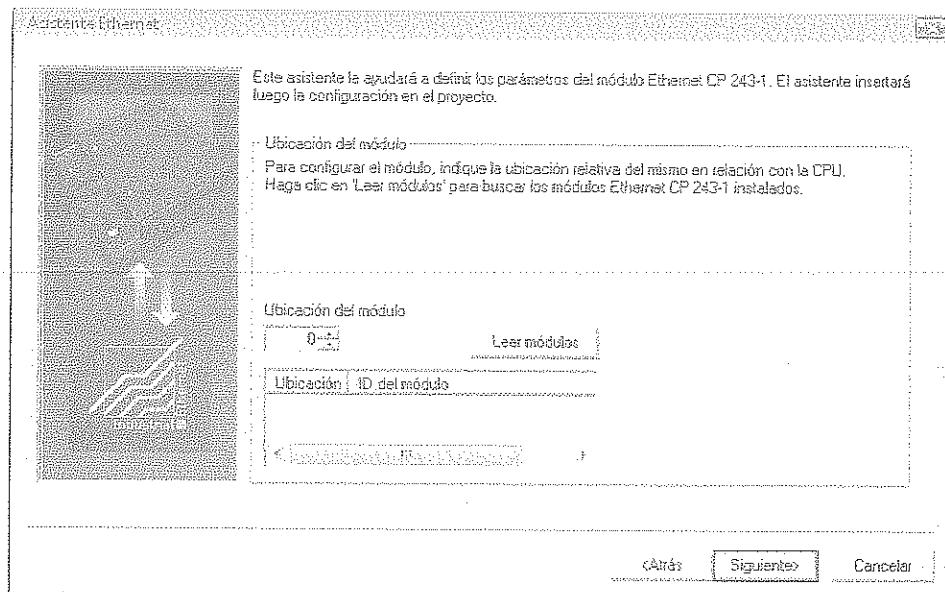
El asistente Ethernet ayudará a configurar el intercambio de datos entre el servidor y el cliente. Al final, el asistente generará la lógica para transferir datos entre el programa de usuario y el módulo Ethernet conectado al PLC.

Los pasos para acceder a este asistente son los siguientes:

1.- Iniciar el asistente ("wizard"), éste se encuentra en el menú "Herramientas", dentro del apartado "Asistente Ethernet", y también en la zona izquierda de la ventana de STEP 7 que tiene una barra de navegación, dentro del apartado "Herramientas"

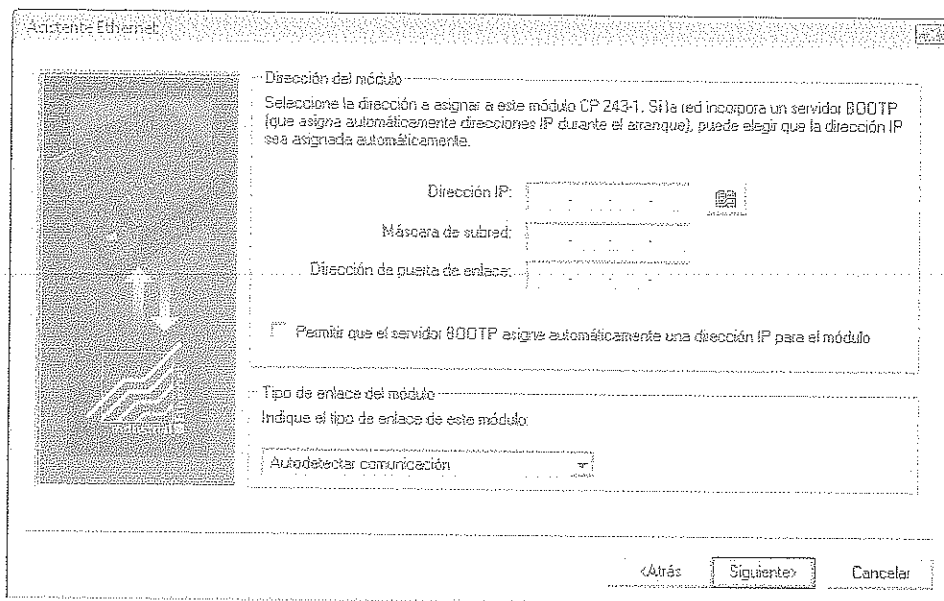



2.- Una vez inicializado el asistente se visualizará la siguiente pantalla:



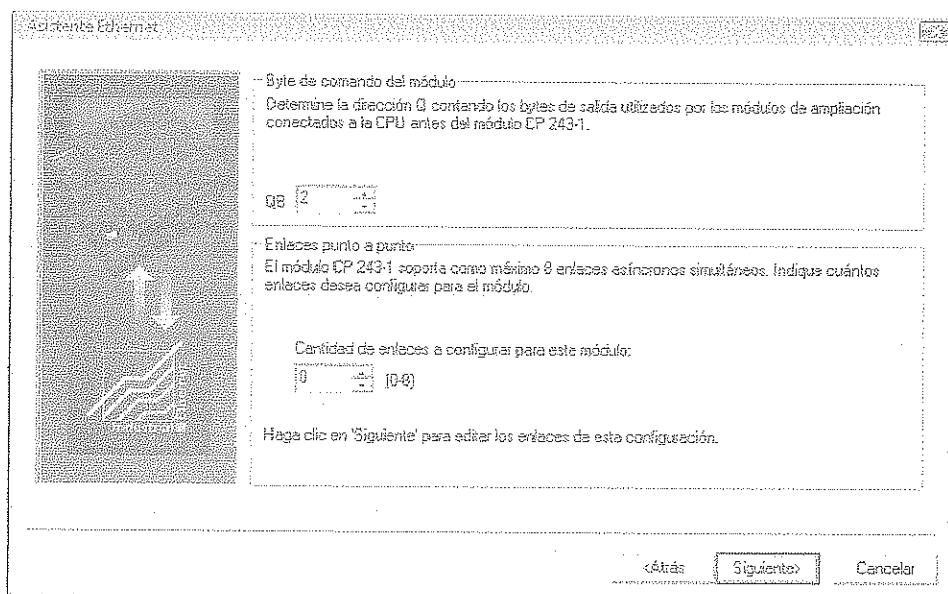
En esta parte del asistente se deberá indicar la posición de la CP en relación con la CPU. Para detectar automáticamente la posición se deberá dar clic en el botón 'Leer módulos'. Entonces si la comunicación se establece correctamente, el asistente mostrará una lista de todos los módulos Ethernet conectados a la CPU. Puede elegir uno de los módulos "online", o bien seleccionar una posición de módulo que no figure en la lista (es decir, un módulo "offline"). Al seleccionar uno de los módulos online, el byte de comando de ese módulo se cargará en la correspondiente pantalla del asistente.

3.- Al dar clic en 'Siguiete' se despliega la pantalla siguiente:



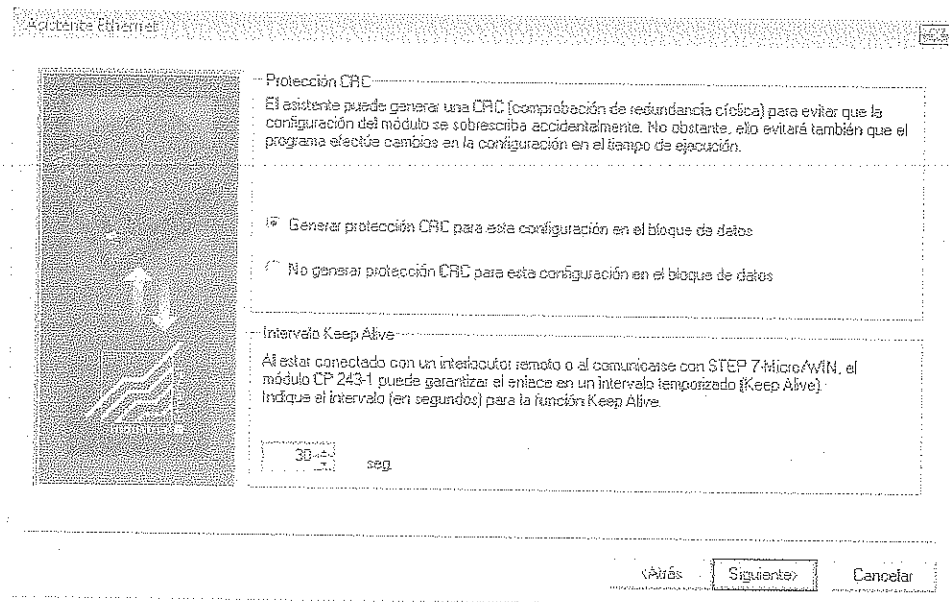
En este paso se definirán las direcciones IP con la que se identificará la CP en la red Ethernet. Si se desea que la dirección sea asignada automáticamente se dará clic en el ícono . Además se definirá el tipo de enlace del módulo, es decir; comunicación dúplex, semidúplex, etc.

4.- En este paso se determinará el byte de comando y la cantidad de enlaces a utilizar.



El módulo Ethernet soporta como máximo 8 enlaces asíncronos simultáneos.

5.- Una vez indicado el número de enlaces se los configura de la siguiente manera:



Defina cada uno de los enlaces, bien sea como enlace cliente, o bien como enlace servidor.

Un enlace cliente solicita transferencias de datos entre la CPU local y un interlocutor remoto. Cada enlace cliente puede comprender entre 1 y 32 transferencias de datos.

Si desea configurar un enlace cliente deberá indicar la dirección del servidor del cual se obtendrá la información (1).

Luego se deberá determinar la 'Transferencia de datos' (2).

Configurar enlace

Ha solicitado 1 enlace(s). Para cada enlace, indique si debe actuar de cliente o de servidor y configure las propiedades asociadas.

Enlace 0 (1 enlaces solicitados)

Este es un enlace cliente. Los enlaces cliente solicitan transferencias de datos entre la CPU local y un servidor remoto.

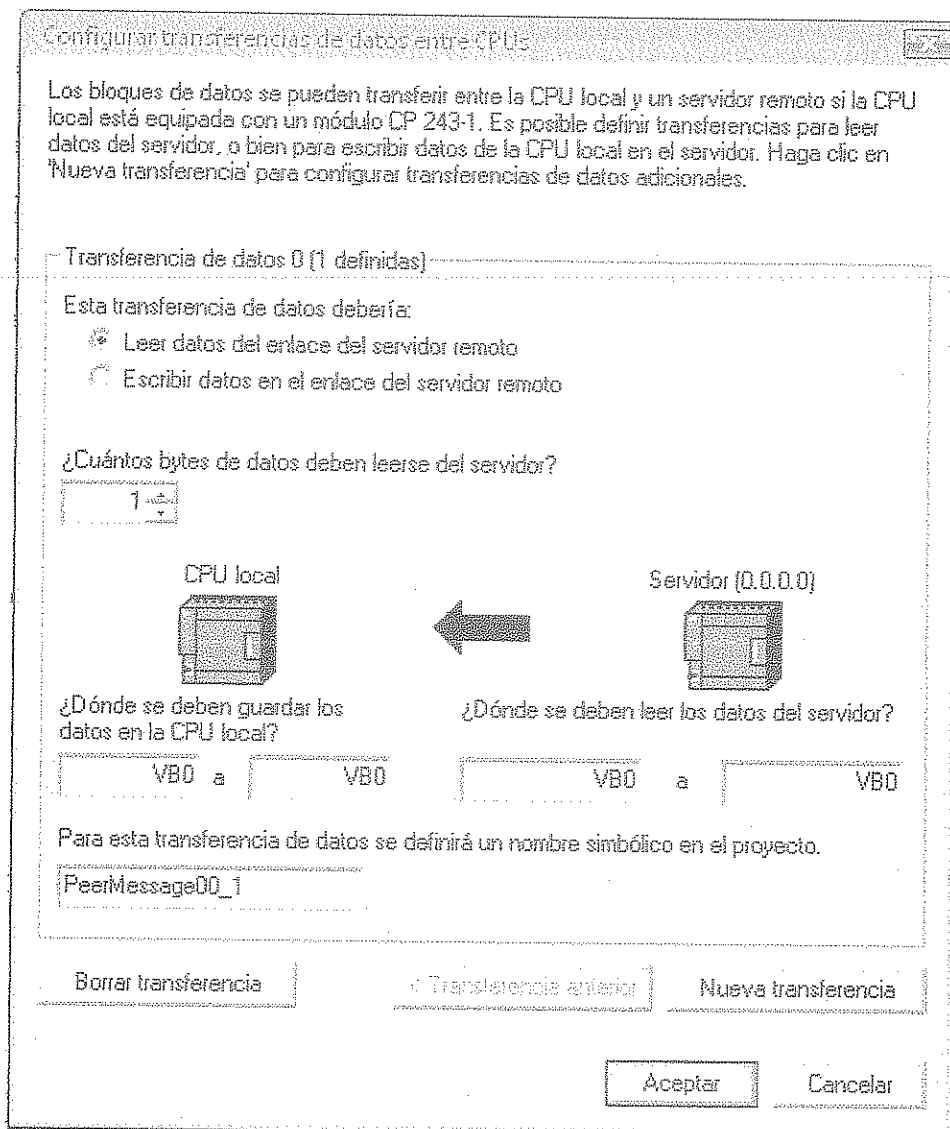
Este es un enlace servidor. Los servidores responden a las peticiones de conexión de clientes remotos.

Propiedades locales (cliente)	Propiedades remotas (servidor)
TSAP <input type="text" value="10.00"/>	TSAP <input type="text" value="10.00"/>
Puede definir 32 transferencias de datos como máximo entre este enlace y el servidor remoto. <input type="text" value="2"/> <input type="button" value="Transferencias de datos..."/>	Indique la dirección IP del servidor para este enlace: <input type="text" value="0.0.0.0"/> <input type="button" value="IP..."/>

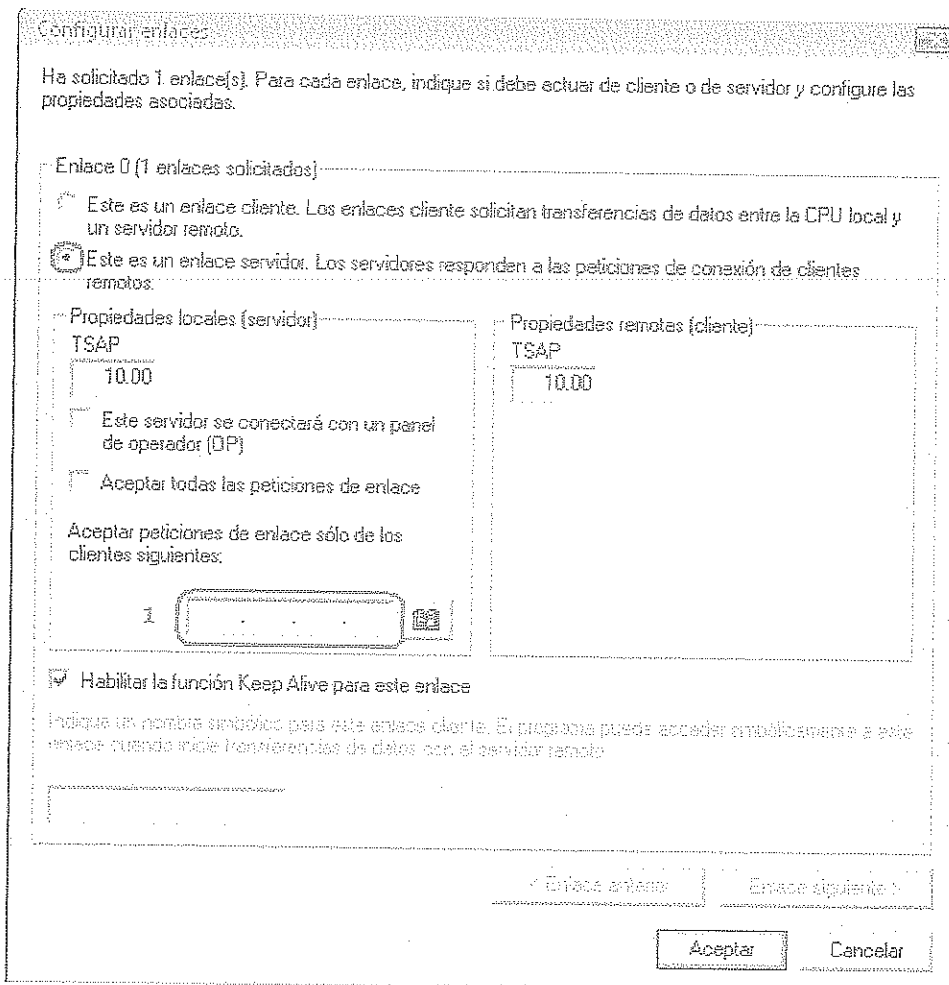
Habilitar la función Keep Alive para este enlace

Indique un nombre simbólico para este enlace cliente. El programa puede acceder simbólicamente a este enlace cuando inicie transferencias de datos con el servidor remoto.

Para configurar la 'Transferencia de datos' se deberá definir el área de memoria en el cual se guardarán los datos leídos y también el área de memoria de donde se leerán los datos del servidor.



En el caso de que se quiera configura un servidor se deberán definir la dirección IP del esclavo del cual se recibirán las peticiones (1).

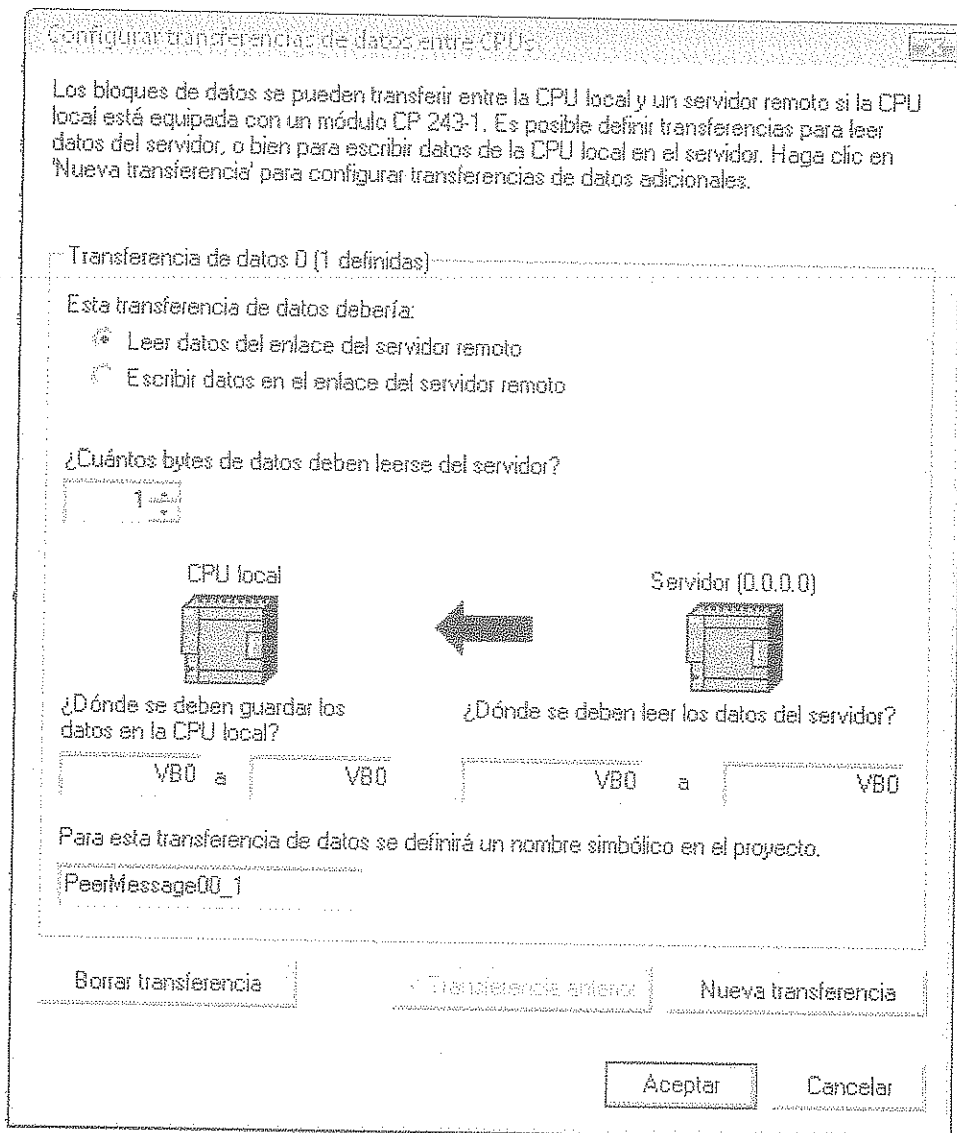


6.- Antes de finalizar el asistente Ethernet crea un bloque de configuración para el módulo Ethernet y lo guarda en la memoria V de la CPU.

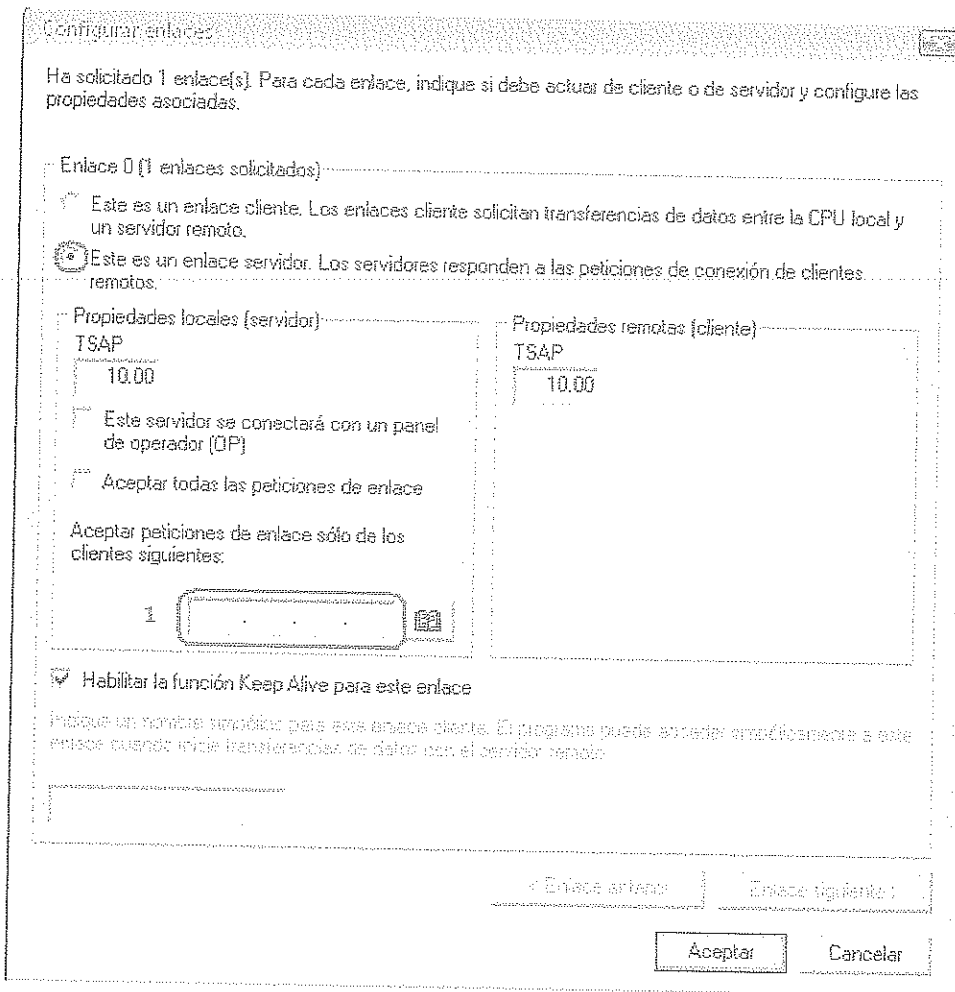
Se deberá indicar la dirección inicial en el bloque de datos donde desea depositar la configuración.

Se puede determinar la dirección de la memoria V donde se debe almacenar el bloque de configuración, o bien hacer clic en el botón "Proponer dirección" si desea que el asistente sugiera una dirección que represente un bloque de tamaño suficiente en la memoria V no utilizado todavía.

El tamaño del bloque de configuración depende de lo que haya seleccionado en el asistente.



En el caso de que se quiera configura un servidor se deberán definir la dirección IP del esclavo del cual se receptorán las peticiones (1).

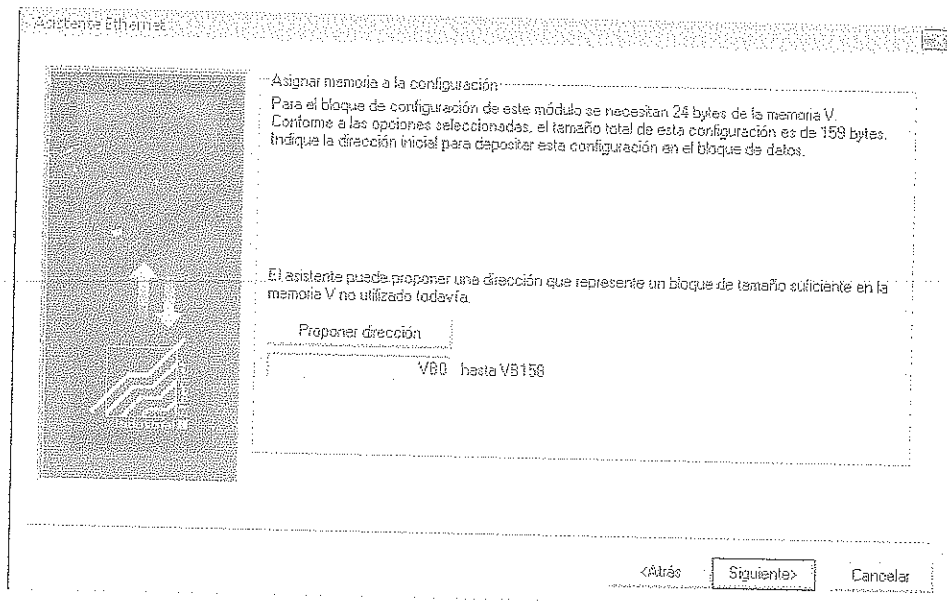


6.- Antes de finalizar el asistente Ethernet crea un bloque de configuración para el módulo Ethernet y lo guarda en la memoria V de la CPU.

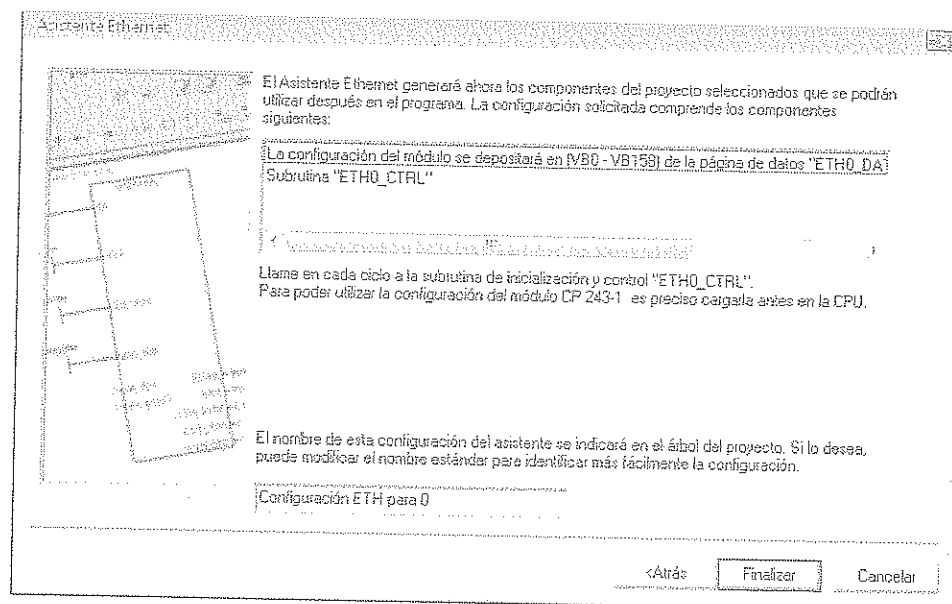
Se deberá indicar la dirección inicial en el bloque de datos donde desea depositar la configuración.

Se puede determinar la dirección de la memoria V donde se debe almacenar el bloque de configuración, o bien hacer clic en el botón "Proponer dirección" si desea que el asistente sugiera una dirección que represente un bloque de tamaño suficiente en la memoria V no utilizado todavía.

El tamaño del bloque de configuración depende de lo que haya seleccionado en el asistente.



7.- Para finalizar se creará las rutinas para realizar la respectiva programación para la transmisión de datos a través de Ethernet.

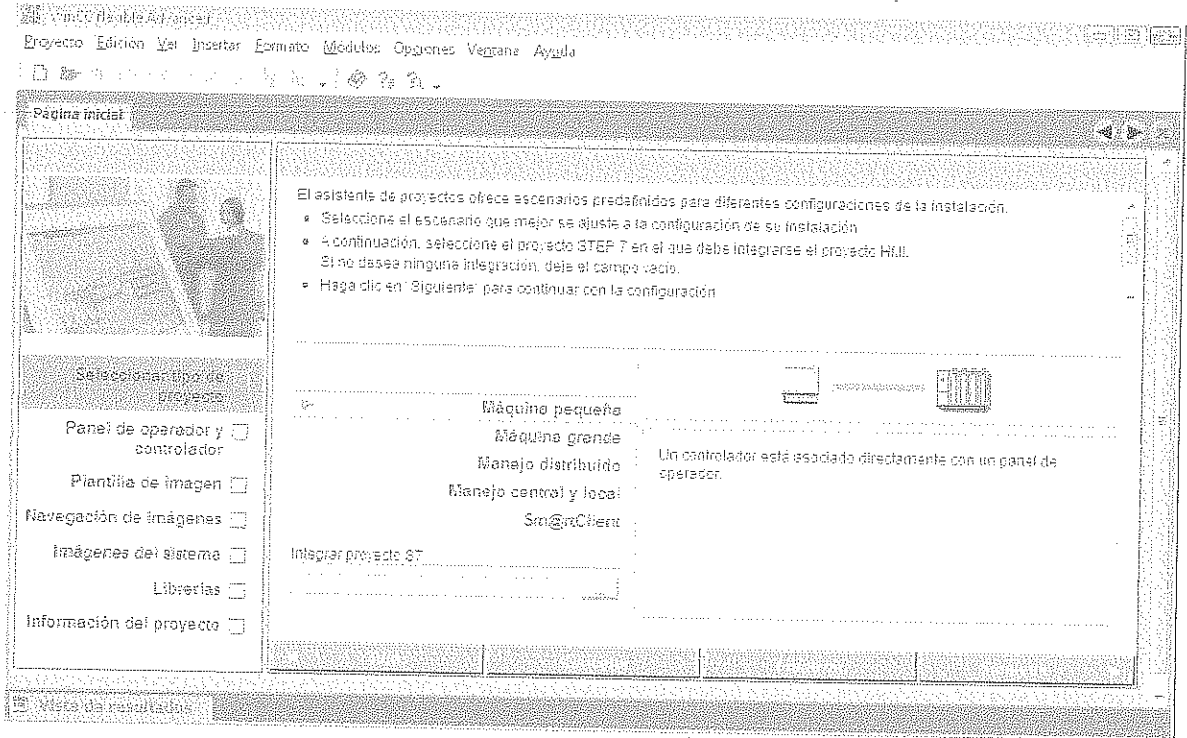


DISEÑO DEL PROTOTIPO HMI

Para el diseño de los prototipos de cada proceso se lo realizará utilizando el software propio de la SIEMENS para estas aplicaciones, este programa es WinCC (Windows Control Center para Windows).

Para la creación de las HMI se siguen los siguientes pasos detallados a continuación:

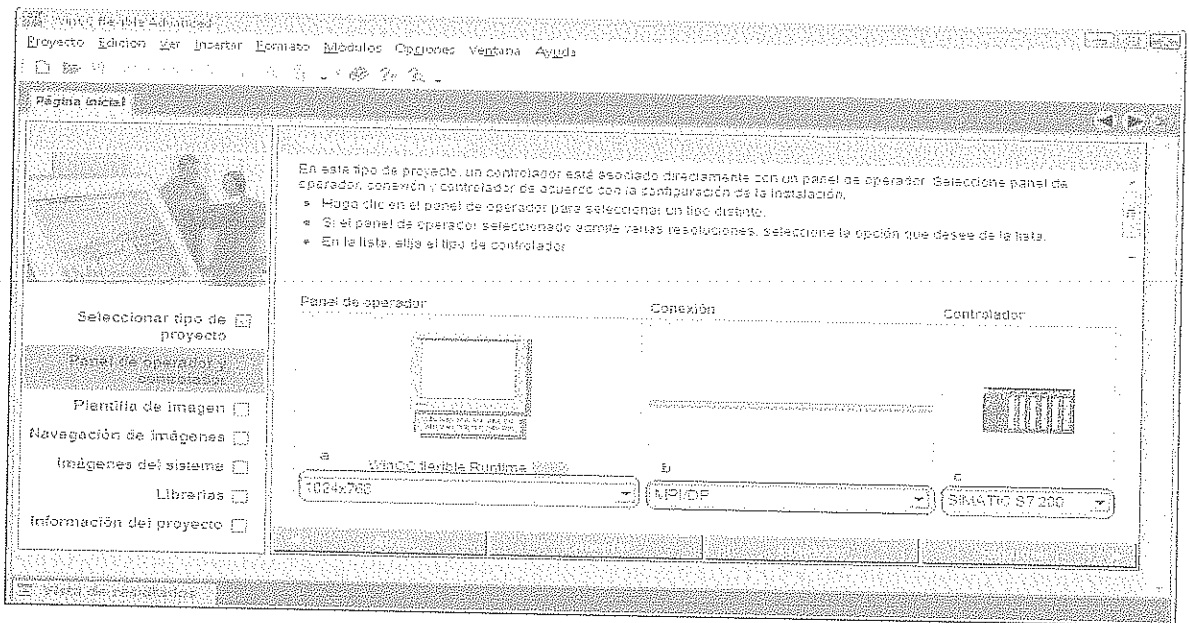
1.- Una vez inicializado el programa se despliega la siguiente pantalla:



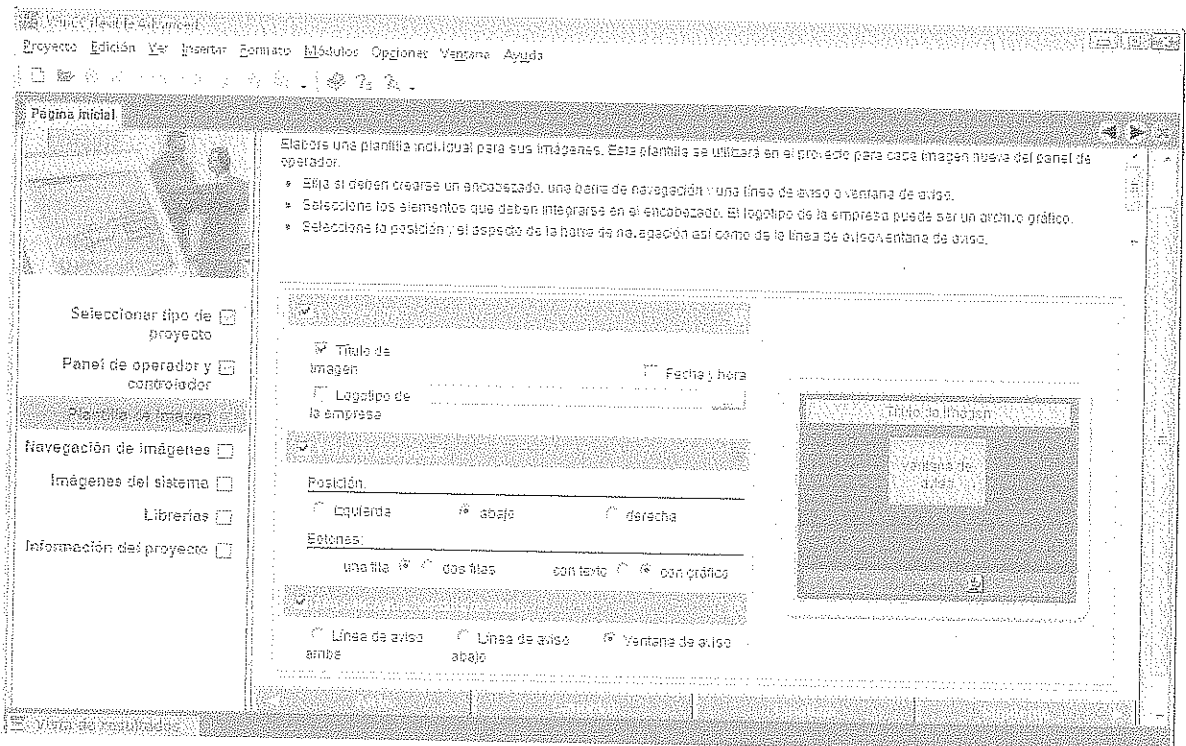
En donde, con ayuda del asistente de proyectos, se seleccionará el escenario que mejor se ajuste a las necesidades del proyecto. Para continuar con la configuración se da clic en 'Siguiente'.

2.- Al desplegarse la siguiente pantalla se deberá seleccionar:

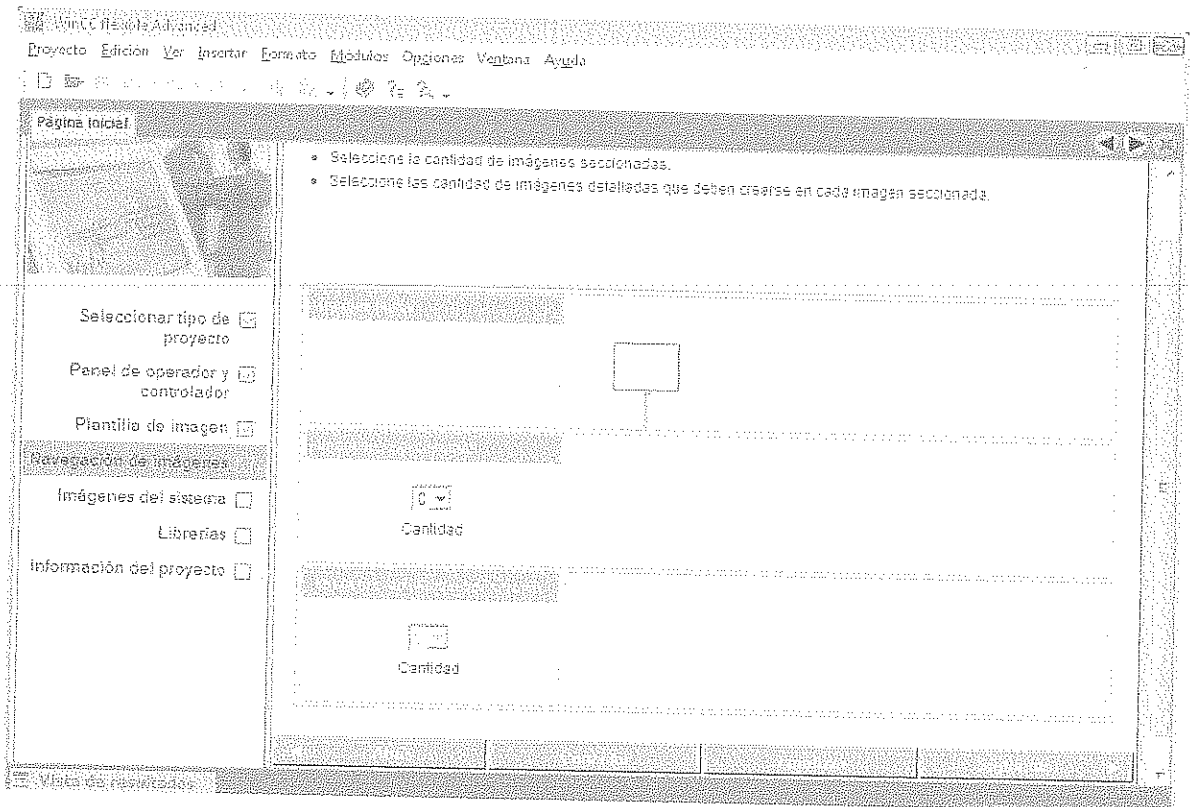
- a) La resolución de la pantalla en donde se va a ejecutar las HMI's
- b) El tipo de conexión entre la pantalla y el autómata de donde se obtendrán los datos.
- c) Finalmente se seleccionará el autómata con el que se trabajará.



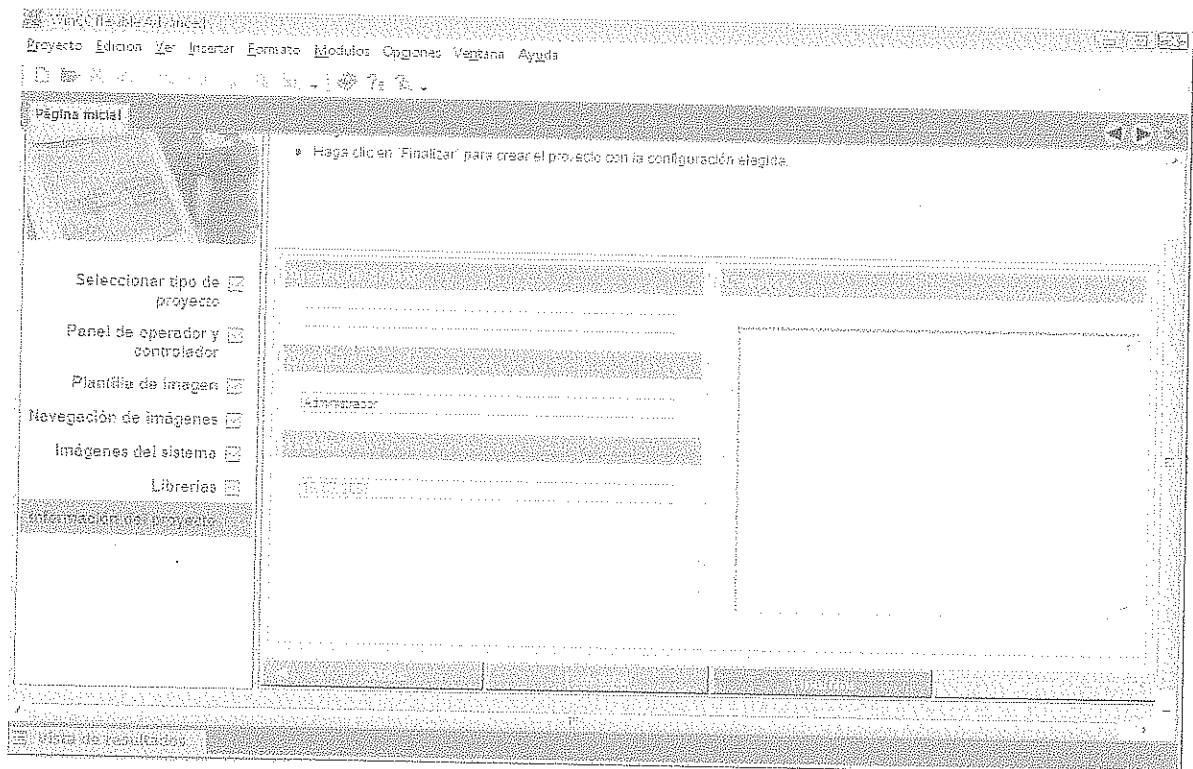
3.- En este paso se configurará la plantilla de la HMI. Se debe dar clic en 'Siguiente' para seguir avanzando.



4.- Ahora se deberá configurar la navegación para las imágenes que se insertarán en el proyecto.



5.- Para terminar la configuración de las HMI's se deberá dar un nombre al proyecto y dar clic en 'Finalizar'.

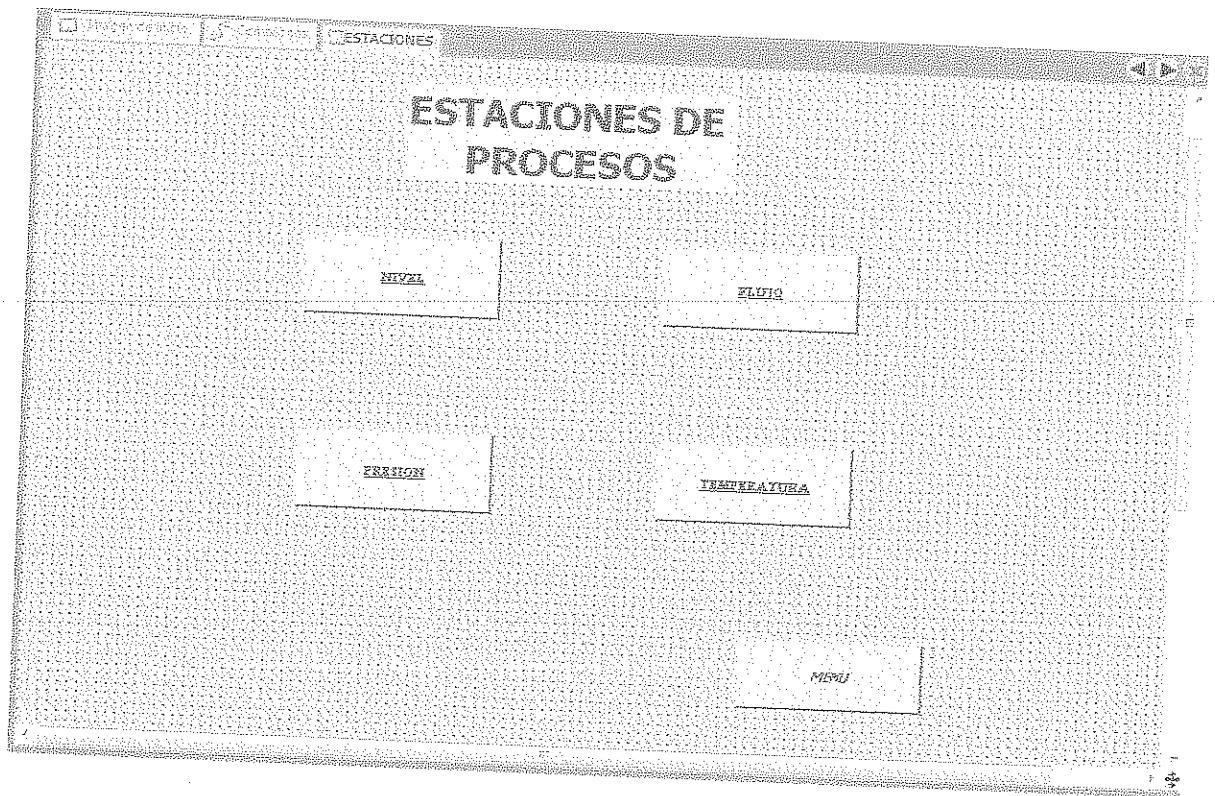


Las pantallas para realizar el control supervisorio de los distintos procesos serán diseñadas de la siguiente manera:

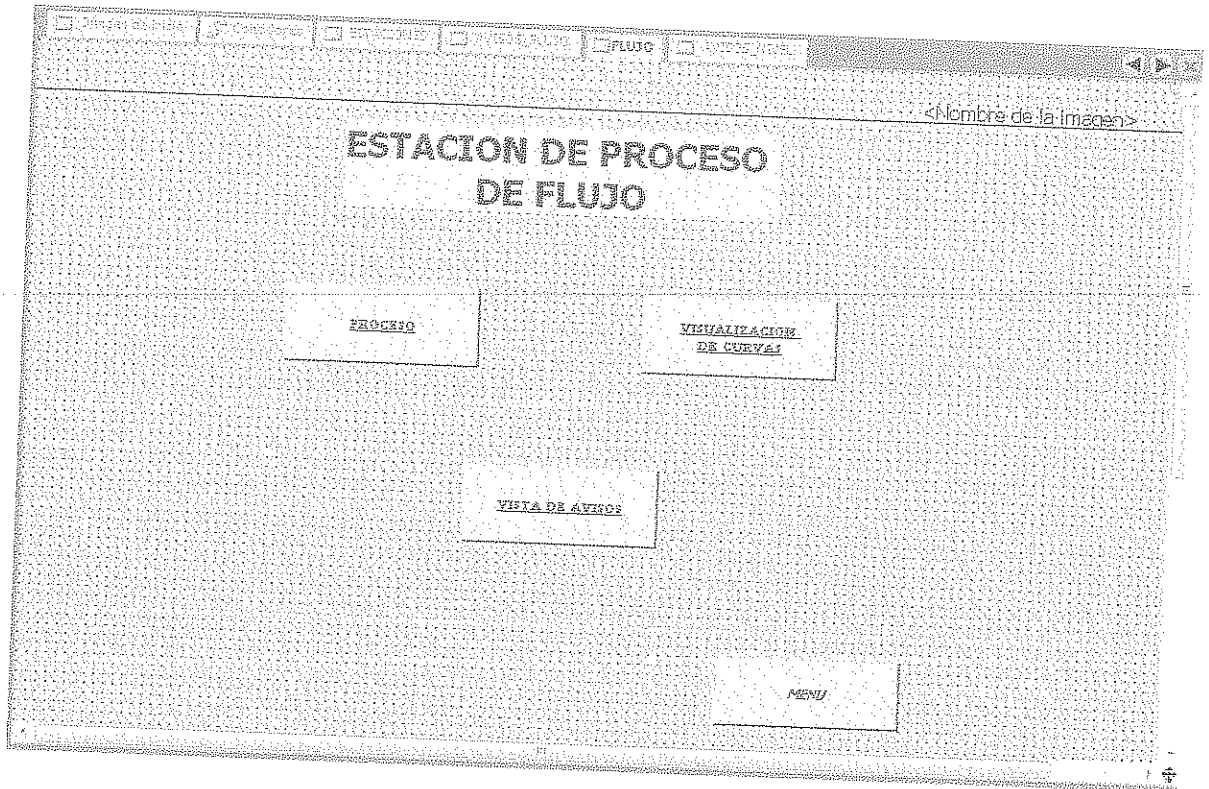
1.- Se realizará una pantalla de inicio de la visualización en la cual se dará datos importantes acerca del proyecto, es decir; nombre de la institución o empresa para la que se elabora el proyecto. Además no se debe olvidar de insertar un botón con el cual se acceda al menú principal.



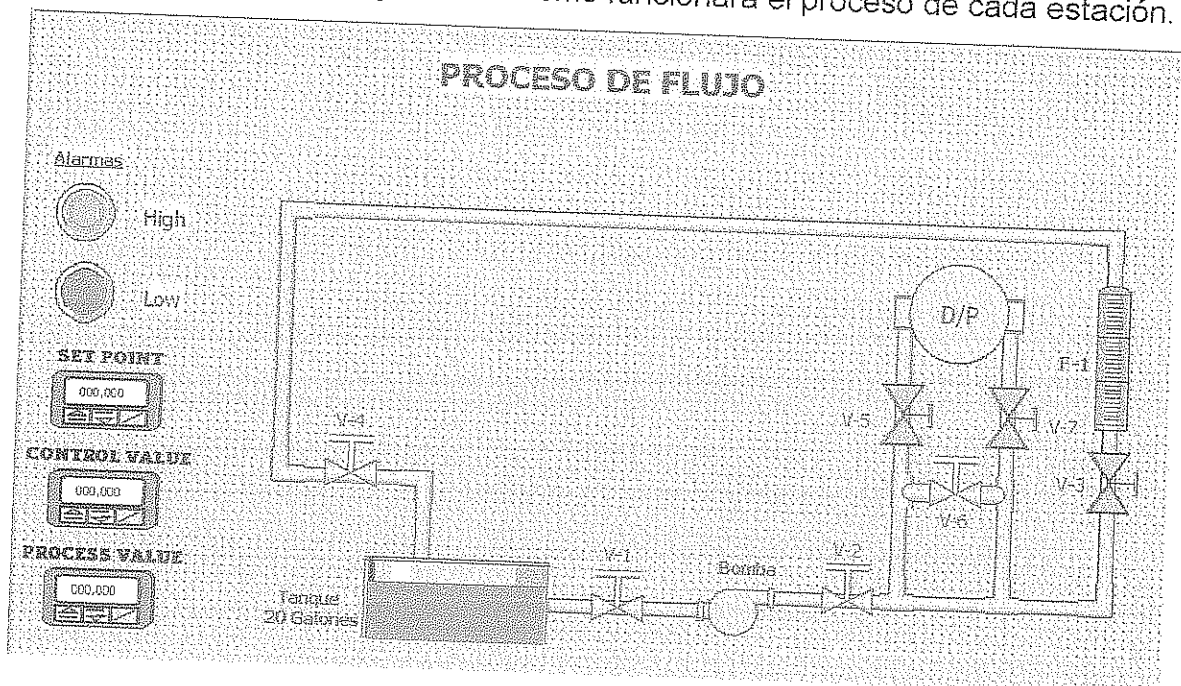
2.- En la pantalla de menú se deberá visualizar botones de acceso para cada estación a la que se desea monitorear.



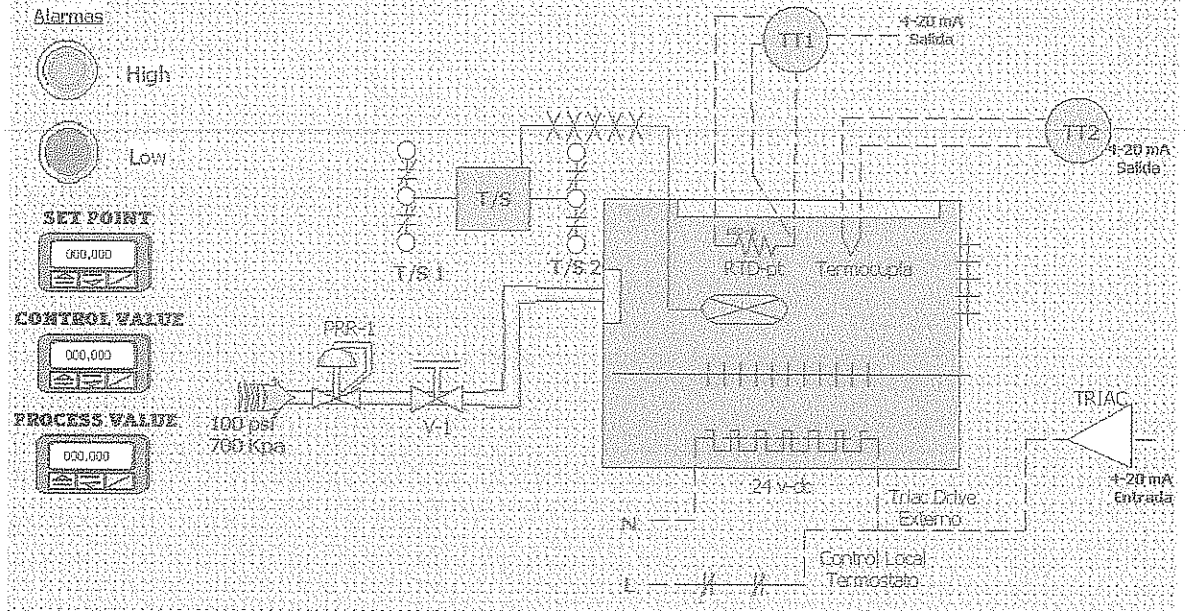
3.- Para acceder a la estación de proceso se deberá dar un clic sobre el botón que corresponda y así se desplegará una pantalla con las distintas opciones que se podrán visualizar del proceso de la estación seleccionada. Básicamente el diseño de esta pantalla será el mismo para cada estación, lo que diferirá son las variables que se leerán en cada pantalla.



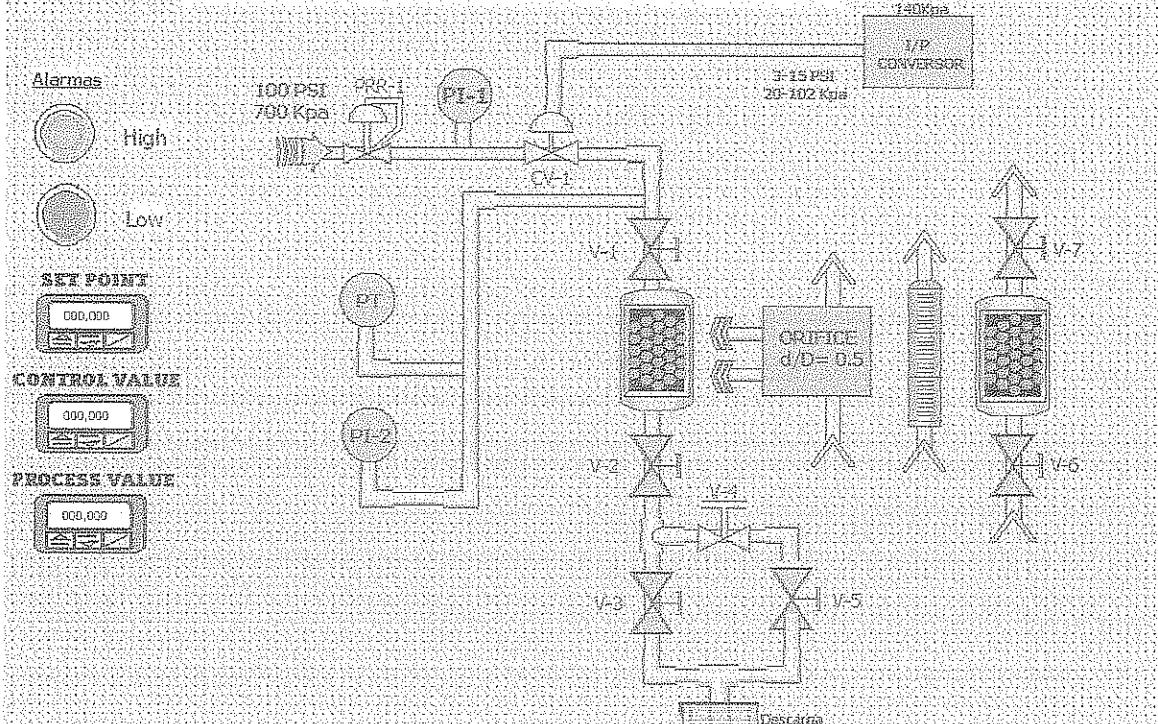
4.- Al dar clic en el botón 'Proceso' se desplegará una pantalla en la cual se observará un esquema gráfico de cómo funcionará el proceso de cada estación.



PROCESO DE TEMPERATURA

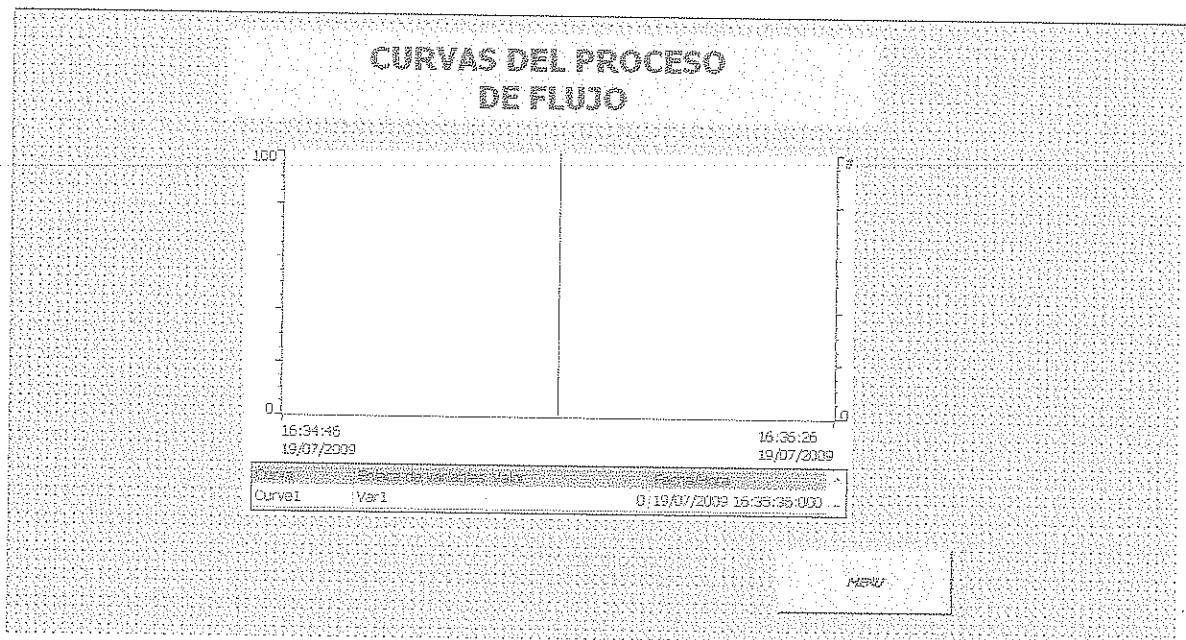


PROCESO DE PRESION

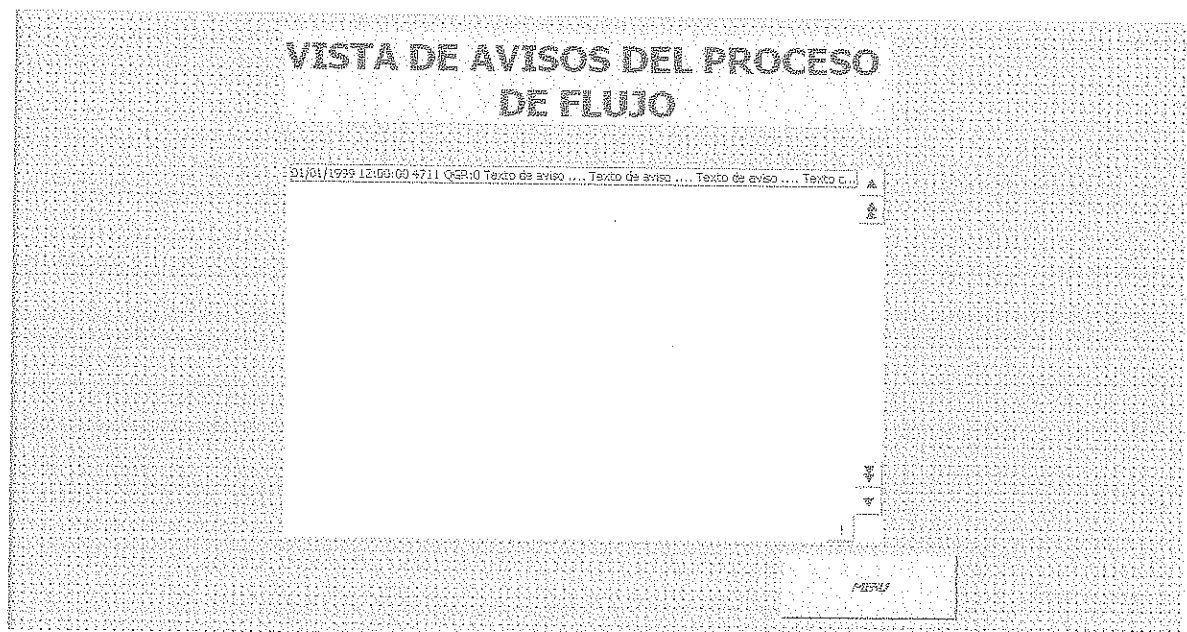


5.- Luego de dar clic en el botón 'Visualización de curvas' se observará las curvas de comportamiento de cada valor inmerso en el control de cada proceso, es decir;

el 'Control Value', el 'Process Value' y el 'Set Point'. Esta pantalla es similar para cada proceso obviamente variará de donde se obtendrán las señales.

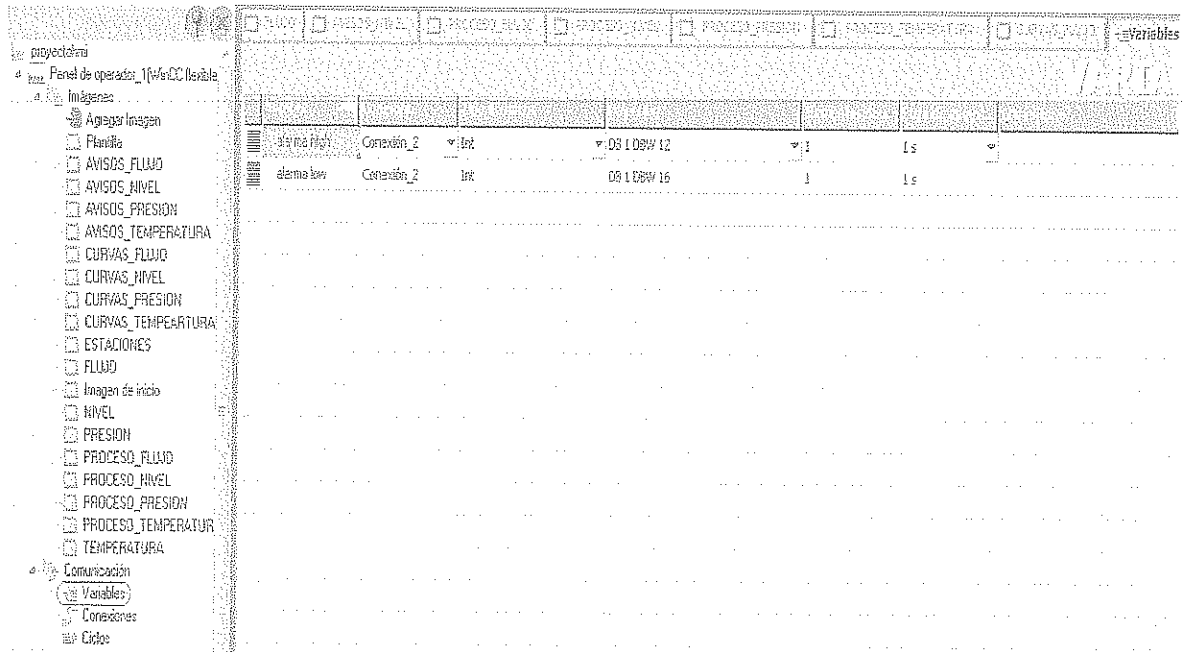


6.- En la última pantalla se tendrá una visualización clara de las alarmas o errores que se presenten en el proceso. La información será detallada ya que se presentarán las fechas, la hora y de donde provino el error o la alarma.

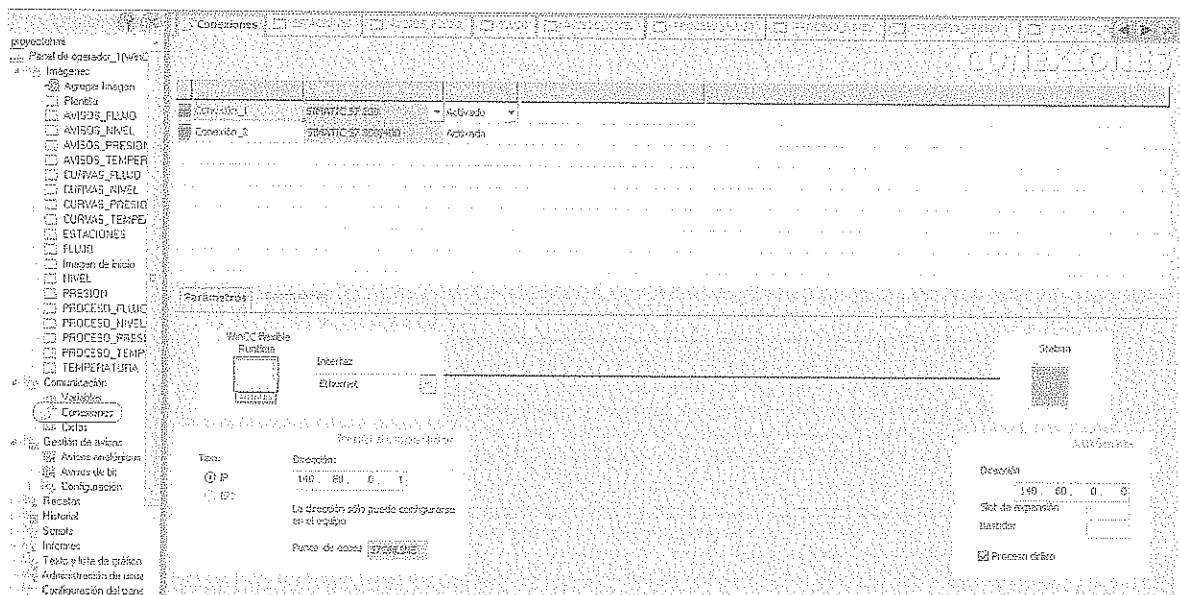




7.- Una vez terminadas de diseñar las pantallas se procederá a definir la comunicación, es decir; el modo del que se adquirirán y se enviarán los distintos

valores que manejarán las variables. Esto se lo realiza dando clic en la pestaña 'Comunicación', en la opción 'Variables' donde se visualizará lo siguiente:



Para definir el modo en que se adquirirán las señales se hará clic en la opción 'Conexiones' de la misma pestaña de 'Comunicación'.

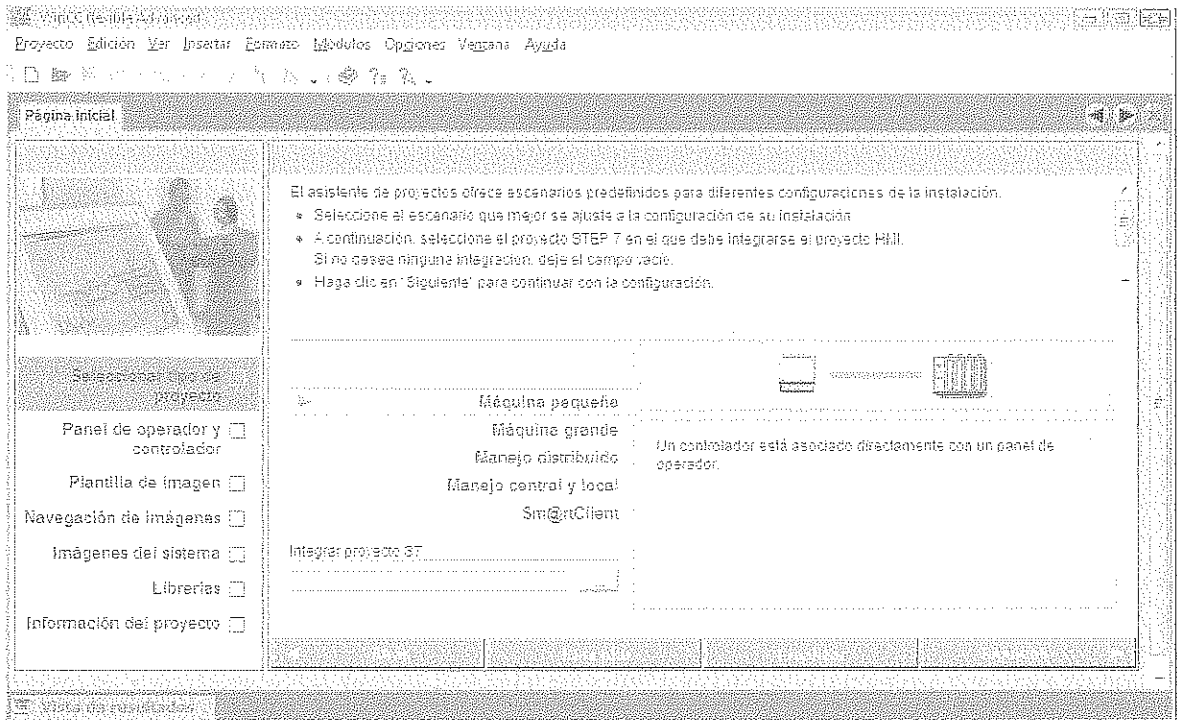


8.- Una vez terminada la configuración se guarda las pantallas luego de haberlas compilado para verificar que no exista errores; la compilación se la hace dando clic en el ícono  y se las ejecuta dando un clic sobre el ícono  para realizar el 'Runtime' de la aplicación

CONFIGURACIÓN DE LAS PANTALLAS TÁCTILES PARA LA SUPERVISION DEL SISTEMA

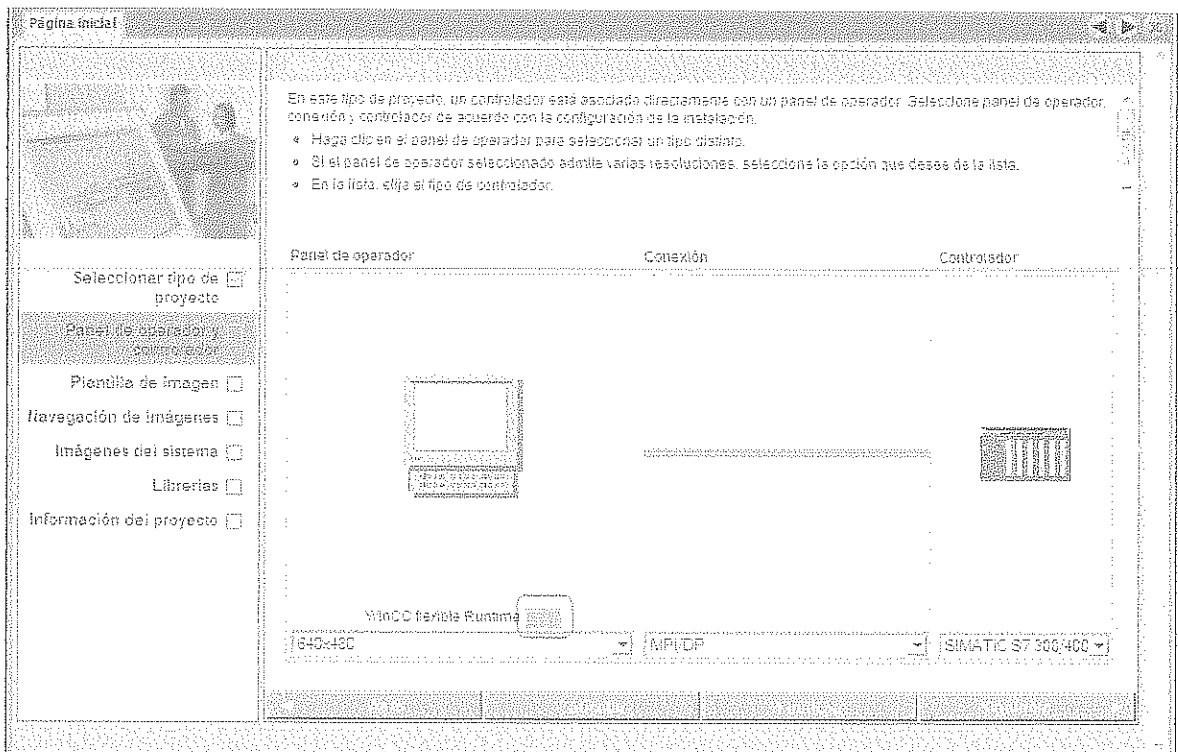
Para realizar la configuración de la pantalla táctil o touch screen se utilizará WinCC, para ello se seguirán los pasos detallados a continuación:

1.- Al ejecutar el programa se desplegará la siguiente pantalla:

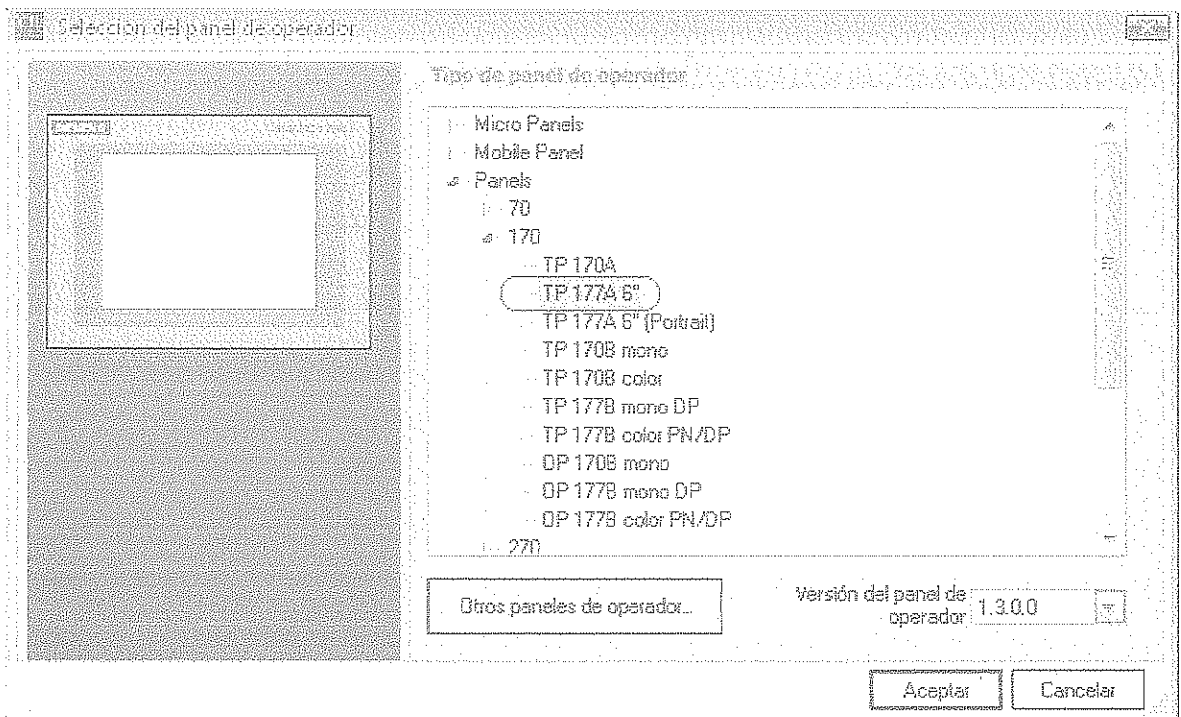


En donde, con ayuda del asistente de proyectos, se seleccionará el escenario que mejor se ajuste a las necesidades del proyecto. Para continuar con la configuración se da clic en 'Siguiente'.

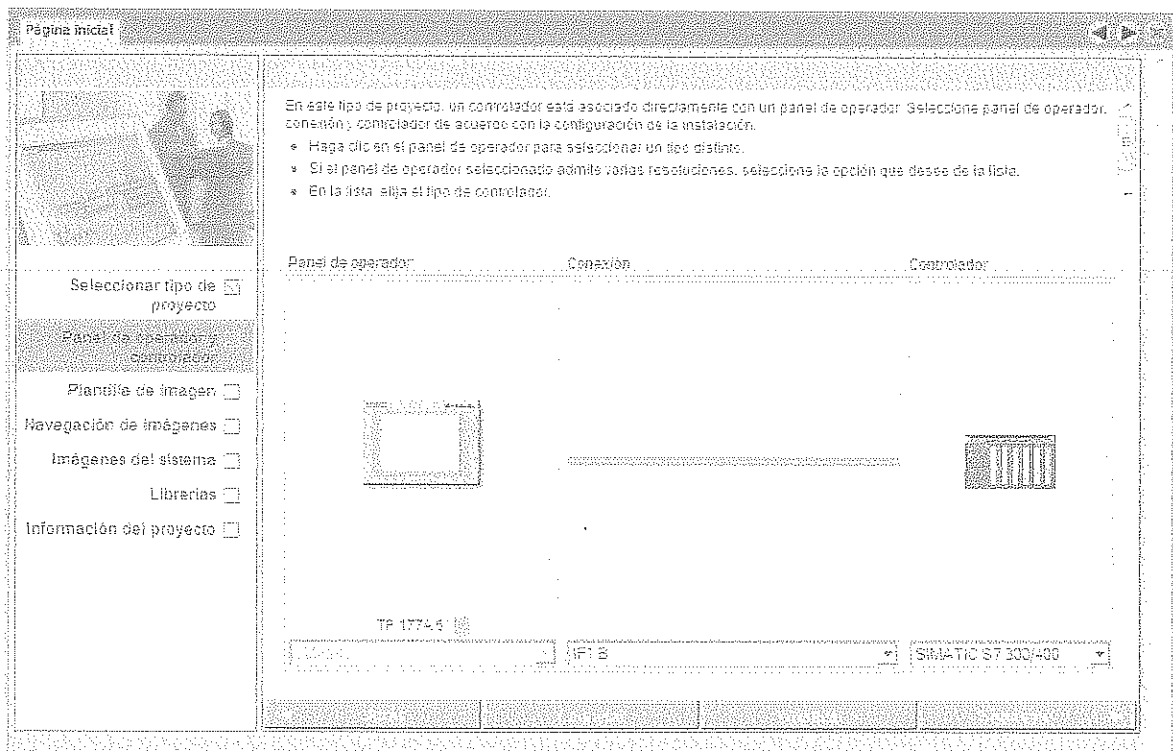
2.- Al desplegarse la siguiente pantalla se deberá seleccionar el tipo de pantalla que se utilizará, esto se lo hace dando clic en la parte indicada el en siguiente gráfico:



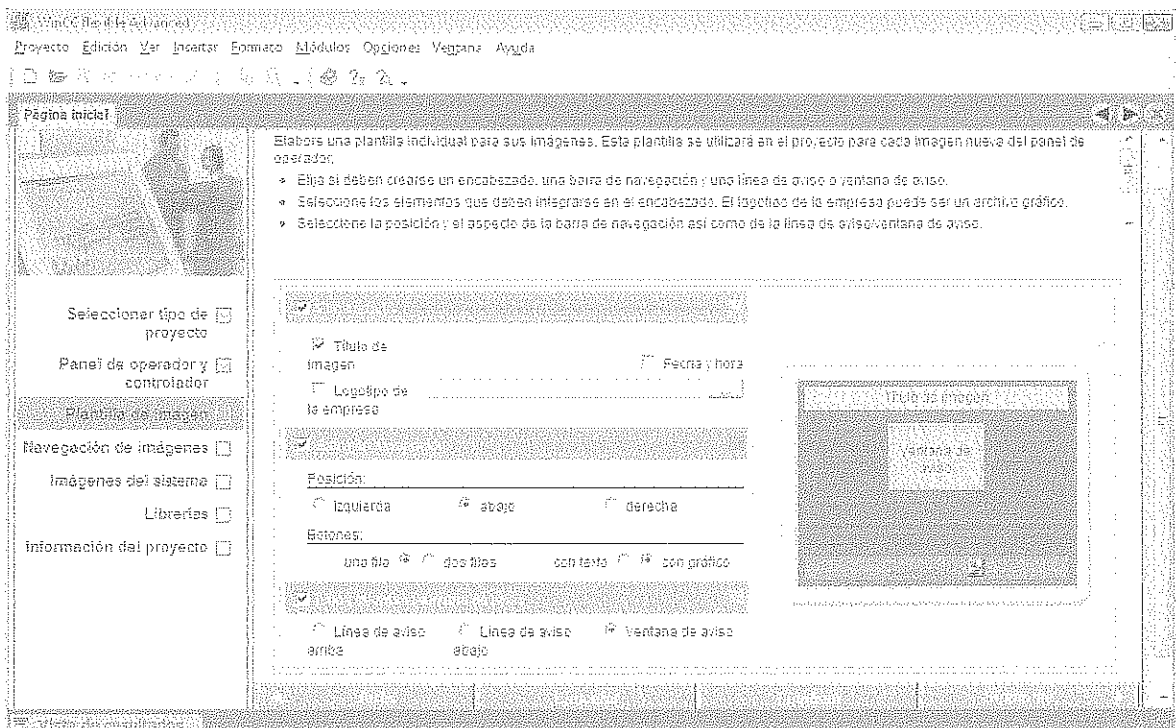
Al hacerlo se desplegará el siguiente menú donde se elegirá la pantalla según las necesidades del proyecto; en este caso la pantalla TP 177A de 6 pulgadas.



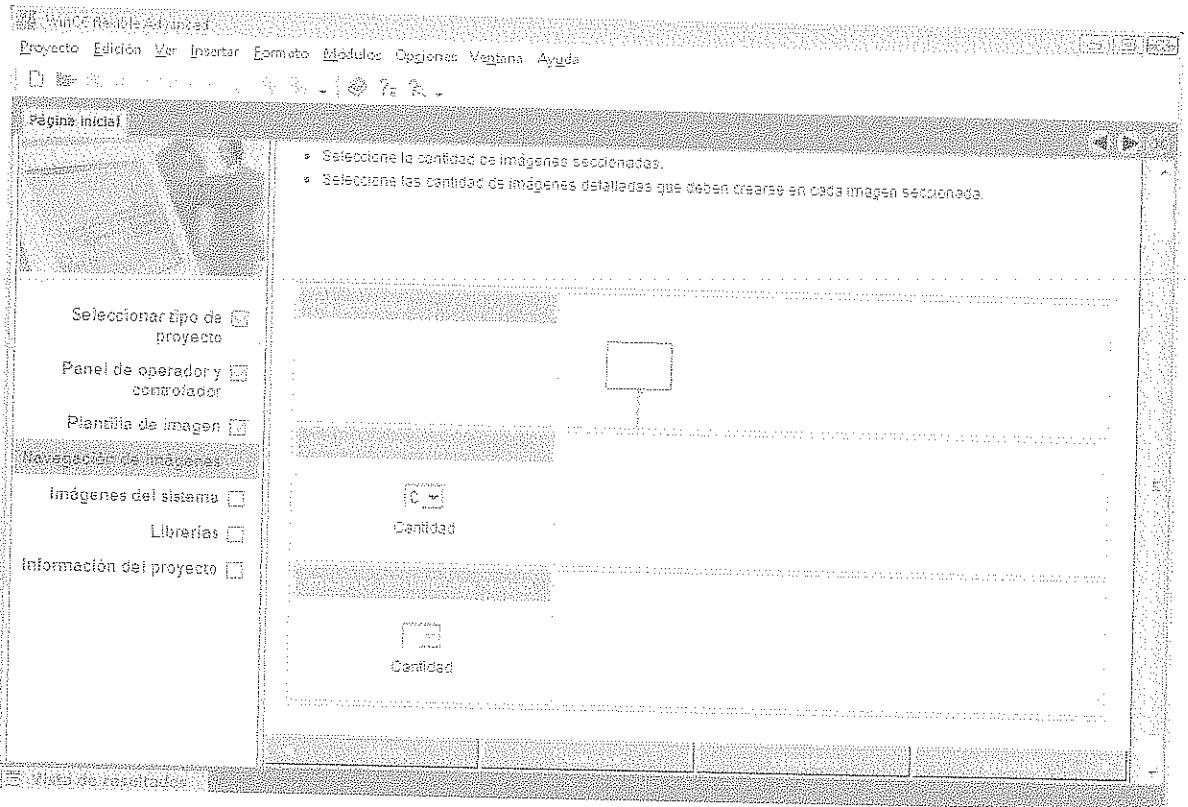
3.- Una vez seleccionada la pantalla a utilizar se deberá definir el modo de comunicación y el autómata con el que se trabajará.



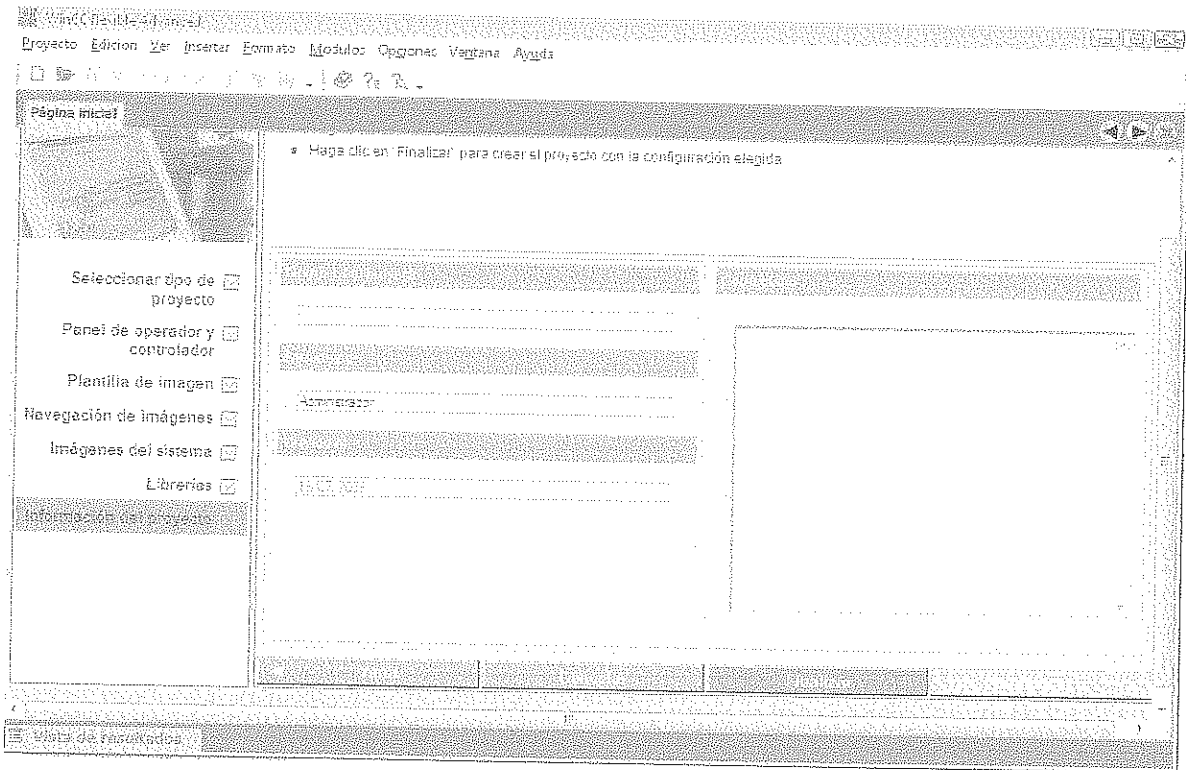
4.- En este paso se configurará la plantilla. Se debe dar clic en 'Siguiete' para seguir avanzando.



5.- Ahora se deberá configurar la navegación para las imágenes que se insertarán en el proyecto.



6.- Para terminar la configuración de la pantalla se deberá dar un nombre al proyecto y dar clic en 'Finalizar'.

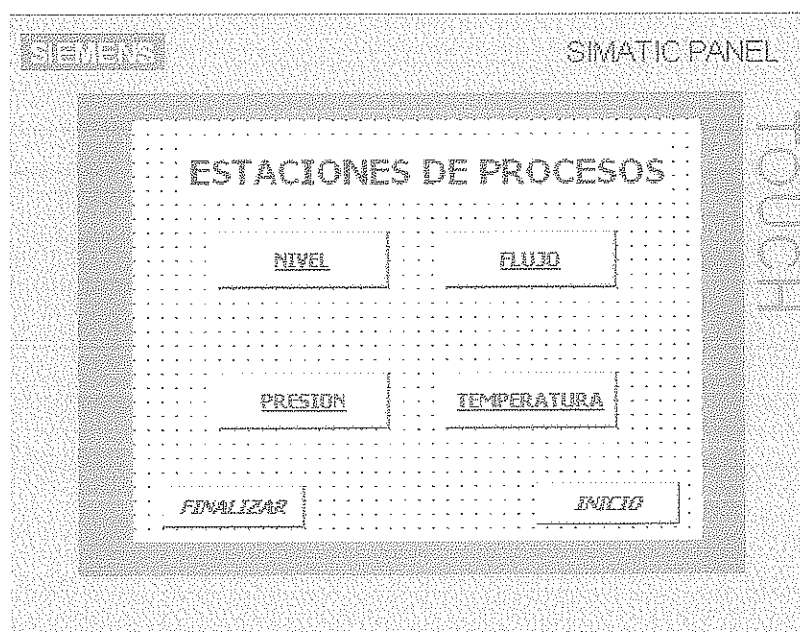


Para el diseño de las imágenes que se utilizarán en la pantalla se procede de la misma manera que se hizo con las pantallas para las HMI's.

1.- Se diseñará una pantalla o imagen de inicio, esta será la primera que se visualice al momento de arrancar la touch screen.

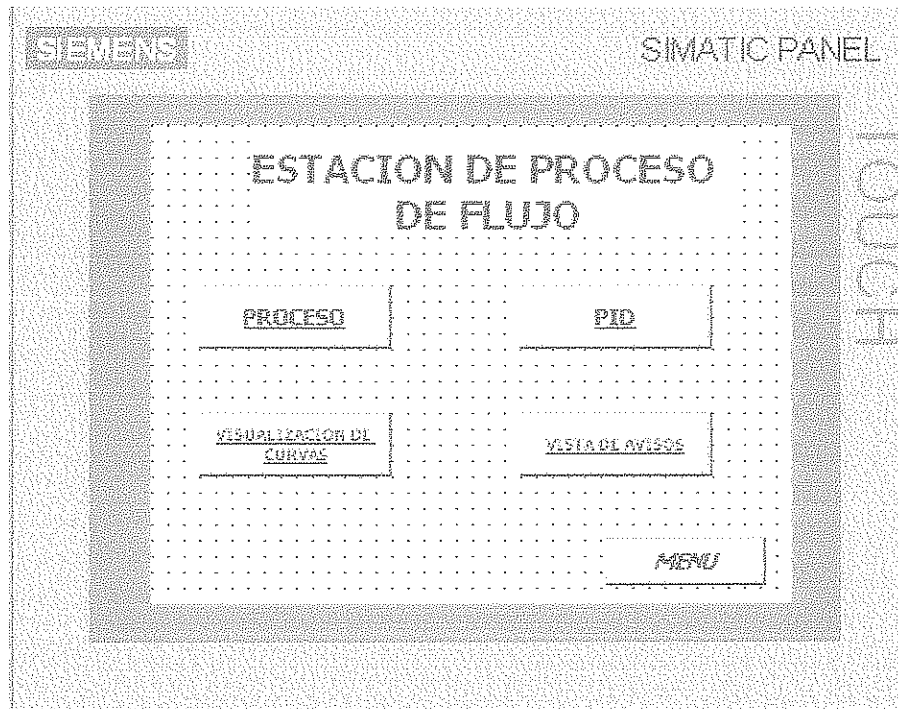


2.- Al presionar el botón menú en la pantalla de inicio se desplegará una pantalla en la que se podrá seleccionar la estación que se supervisará.



3.- Para acceder a la estación de proceso se deberá dar un clic sobre el botón que corresponda y así se desplegará una pantalla con las distintas opciones que se podrán visualizar del proceso de la estación seleccionada.

Básicamente el diseño de esta pantalla será el mismo para cada estación, lo que diferirá son las variables que se leerán en cada pantalla.

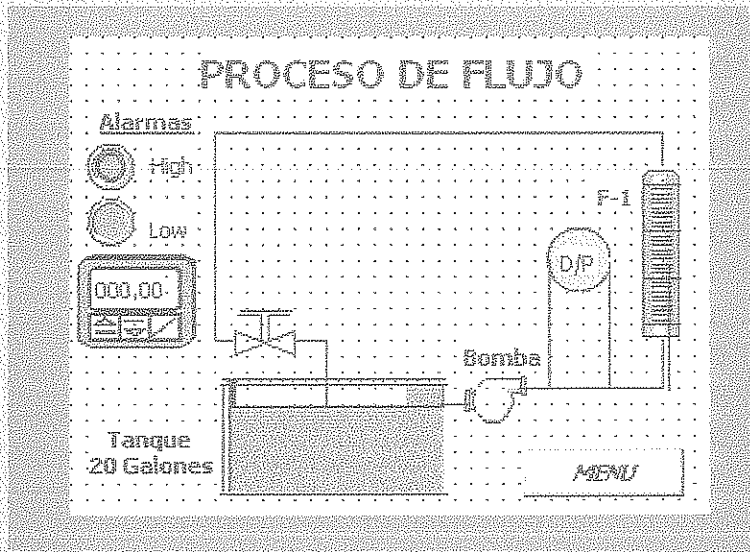


4.- Al dar clic en el botón 'Proceso' se desplegará una pantalla en la cual se visualizará gráficamente como está trabajando la estación.

SIEMENS

SIMATIC PANEL

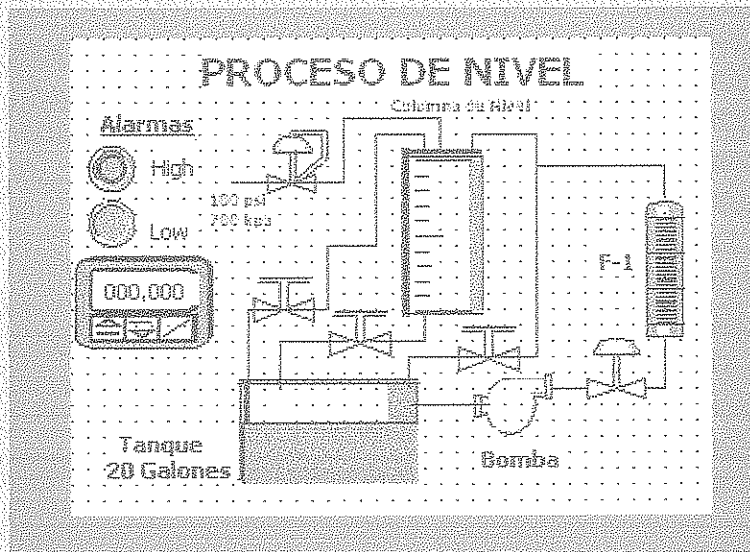
TOUCH



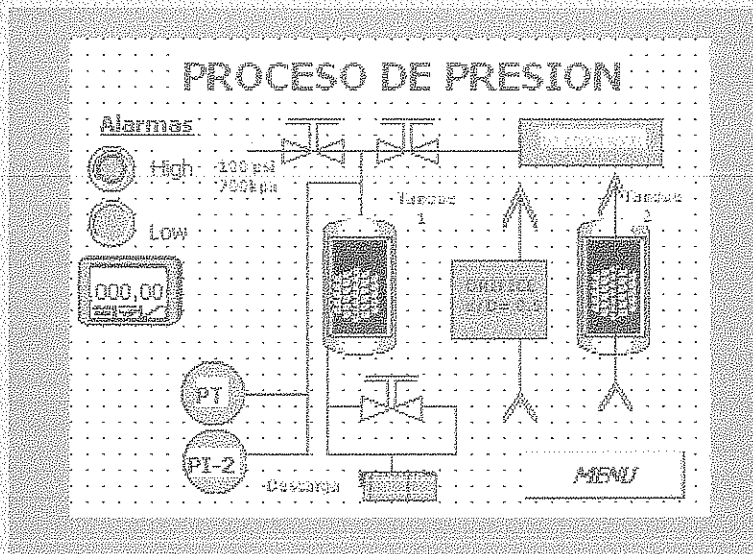
SIEMENS

SIMATIC PANEL

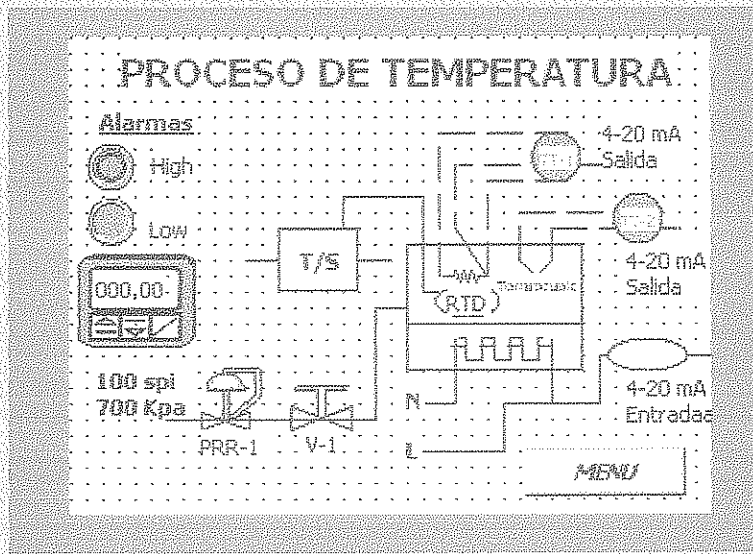
TOUCH



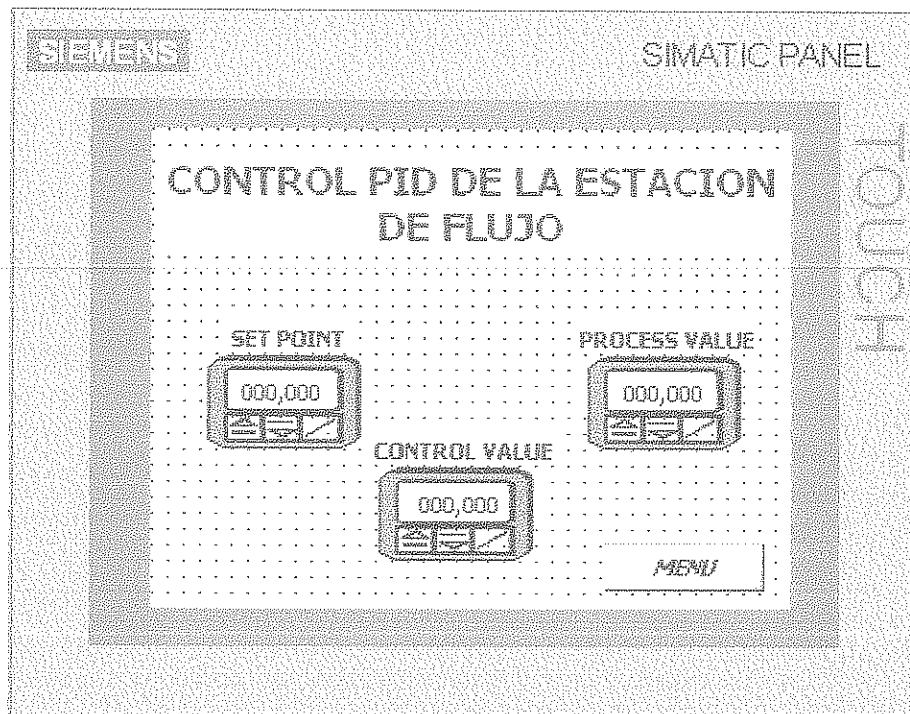
TOUCH



TOUCH

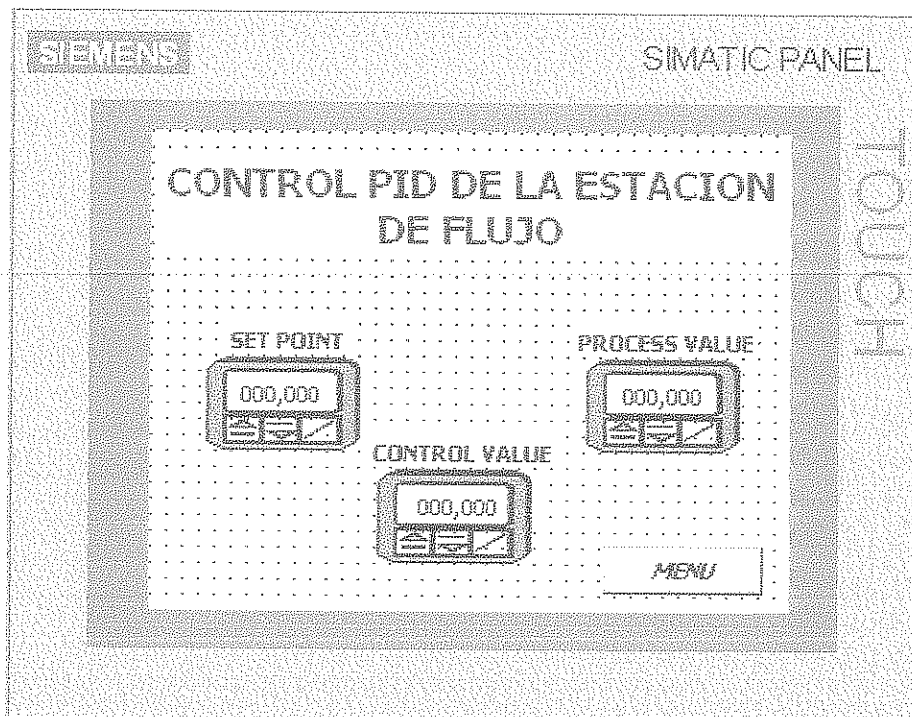


5.- Al presionar el botón 'PID' se desplegará la siguiente pantalla:



En esta pantalla se visualizará los valores de los principales variables del control PID. Esta pantalla es similar para las otras estaciones diferenciándose desde donde se obtendrán los datos, obviamente de la estación a la que se este monitoreando.

6.- Al pulsarse el botón 'Curvas del Proceso' se visualizará una pantalla que mostrará gráficamente el comportamiento de las variables del control del proceso, tales como 'Control Value', 'Process Value' y 'Set Point'.



7.- Al dar clic en el botón 'Aviso de Proceso' se desplegará una pantalla en la cual se mostrarán los avisos de disparos de alarmas o de errores en el proceso, lo hará de forma detallada con fechas y hora en que se produjeron.

8.- Una vez terminado el diseño de las pantallas se deberá definir las variables, de donde serán adquiridas y mediante que conexión.

PROGRAMAS EN PLC's

OB1 - <offline>

"Cycle Execution"

Nombre:

Familia:

Autor:

Versión: 0.1

Versión del bloque: 2

Hora y fecha Código:

29/08/2009 16:43:58

Interface:

15/02/1996 16:51:12

Longitud (bloque / código / datos): 00392 00226 00020

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentarios
TEMP		0.0	
OBI_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OBI_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OBI_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OBI_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OBI_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OBI_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OBI_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OBI scan (milliseconds)
OBI_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OBI (milliseconds)
OBI_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OBI (milliseconds)
OBI_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OBI started

Bloque: OBI "Main Program Sweep (Cycle)"

INTERCAMBIO DE DATOS ENTRE HMI Y ESTACIONES

Segm.: 1

LECTURA DE PROCESS VALUE DE ESTACION DE NIVEL

```
L   PEW  104
T   MW   0
NOP  0
```

Segm.: 2

LECTURA DE CONTROL VALUE DE ESTACION DE NIVEL

```
L   PEW  106
T   MW   2
NOP  0
```

Segm.: 3

LECTURA DE SET POINT ESTACION DE NIVEL

```
L   PED  108
T   MD   4
NOP  0
```

Segm.: 4

ENVIAR SET POINT A ESTACION DE NIVEL

```
L   MD   8
T   PAD  128
NOP  0
```

Segm.: 5

ENVIO DE GANANCIA DE LAZO A ESTACION DE NIVEL

L	MD	12
T	PAD	130
NOP		0

Segm.: 6

ENVIO DE TIEMPO INTEGRAL A ESTACION DE NIVEL

L	MD	16
T	PAD	134
NOP		0

Segm.: 7

ENVIO DE TIEMPO DERIVATIVO A ESTACION DE NIVEL

L	MD	20
T	PAD	138
NOP		0

Segm.: 8

LECTURA DE PROCESS VALUE DE ESTACION DE FLUJO

L	PEW	143
T	MW	24
NOP		0

Segm.: 9

LECTURA DE CONTROL VALUE DE ESTACION DE FLUJO

L	PEW	145
T	MW	26
NOP		0

Segm.: 10

LECTURA SET POINT DE LA ESTACION DE FLUJO

L	PED	147
T	MD	30
NOP		0

Segm.: 11

ENVIO DE SET POINT A ESTACION DE FLUJO

L	MD	34
T	PAD	159
NOP		0

Segm.: 12

ENVIO DE GANANCIA DE LAZO A ESTACION DE FLUJO

L	MD	38
T	PAD	161
NOP		0

Segm.: 13

ENVIO DE TIEMPO INTEGRAL A ESTACION DE FLUJO

L	MD	42
T	PAD	165
NOP		0

Segm.: 14

ENVIO DE TIEMPO DERIVATIVO A ESTACION DE FLUJO

L	MD	46
T	PAD	169
NOP		0

Segm.: 15

LECTURA DE PROCESS VALUE DE ESTACION DE PRESION

L	PEW	175
T	MW	50
NOP		0

Segm.: 16

LECTURA DE CONTRL VALUE DE ESTACION DE PRESION

L	PEW	177
T	MW	52
NOP		0

Segm.: 17

lectura de set point estacion de presion

L	PED	179
T	MD	54
NOP		0

Segm.: 18

ENVIO DE SET POINT A ESTACION DE PRESION

L	MD	58
T	PAD	191
NOP		0

Segm.: 19

ENVIO DE GANANCIA DE LAZO A ESTACION DE PRESION

L	MD	62
T	PAD	193
NOP		0

Segm.: 20

ENVIO DE TIEMPO INTEGRAL A ESTACION DE PRESION

L	MD	66
T	PAD	197
NOP		0

Segm.: 21

ENVIO DE TIEMPO DERIVATIVO A ESTACION DE PRESION

L	MD	70
T	PAD	201
NOP		0

Segm.: 22

LECTURA DE PROCESS VALUE DE ESTACION DE TEMPERATURA

L	PEW	207
T	MW	74
NOP		0

Segm.: 23

LECTURA DE CONTROL VALUE DE ESTACION DE TEMPERATURA

L	PEW	209
T	MW	76
NOP		0

Segm.: 24

LECTURA DE SET POINT DE LA ESTACION DE TEMPERATURA

L	PED	211
T	MD	78
NOP		0

Segm.: 25

ENVIO DE SET POINT A ESTACION DE TEMPERATURA

L	MD	82
T	PAD	223
NOP		0

Segm.: 26

ENVIO DE GANANCIA DE LAZO A ESTACION DE TEMPERATURA

L	MD	86
T	PAD	225
NOP		0

Segm.: 27

ENVIO DE TIEMPO INTEGRAL A ESTACION DE TEMPERATURA

L	MD	90
T	PAD	229
NOP		0

Segm.: 28

ENVIO DE TIEMPO DERIVATIVO A ESTACION DE TEMPERATURA

L	MD	94
T	PAD	233
NOP		0

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 25.08.2009 17:11:04
 Fecha de modificación: 19.09.2009 15:47:58

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI1_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección	Comentario
ASI1_CTRL	SBR2	El asistente AS-I ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo ubicado en la posición 1. Esta subrutina copia datos de E/S de los esclavos en/die direcciones de la memoria V. Se debe llamar en cada ciclo y utilizar sólo una vez en el proyecto.

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, Q0.0, VW400, VW402

Símbolo	Dirección	Comentario
ETH0_CTRL	SBR1	El asistente Ethernet ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo CP 243-1 ubicado en la posición 0. La operación ETH0_CTRL (Control) sirve para habilitar e inicializar el módulo CP 243-1. Utilice esta operación sólo una vez en el proyecto y vigile que el programa de usuario la invoque en cada ciclo. El byte de comando de este módulo se ha definido como QB2.

Network 3

LD SM0.0
 CALL PID0_INIT, AI11_1, VD350, AQ12_1, Q0.0, Q0.1

Símbolo	Dirección	Comentario
AI11_1	VW159	Canal simbólico 1: Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)
AQ12_1	VW163	Canal simbólico 1: Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)
PID0_INIT	SBR5	Esta unidad de organización del programa (UOP) fue creada con la función PID del asistente de operaciones S7-200.

Network 4

Ingreso del Setpoint

LD SM0.0
 MOVR VD354, VD350

Network 5

Envío del Setpoint

LD SM0.0
 TRUNC VD354, VD480

Network 6

LD SM0.0
 DTI VD480, VW484

Network 7

LD SM0.0
MOVW VW484, VW320

Network 8

Envío Process Value

LD SM0.0
MOVW AI11_1, VW316

Símbolo	Dirección
AI11_1	VW159

Comentario

Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 9

Envío Control Value

LD SM0.0
MOVW AQ12_1, VW318

Símbolo	Dirección
AQ12_1	VW163

Comentario

Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Network 10

Recibo Ganancia de Lazo

LD SM0.0
MOVR VD302, PID0_Gain

Símbolo	Dirección
PID0_Gain	VD180

Comentario

Ganancia del lazo

Network 11

Recibo Tiempo Integral

LD SM0.0
MOVR VD306, PID0_I_Time

Símbolo	Dirección
PID0_I_Time	VD188

Comentario

Tiempo de acción integral

Network 12

Recibo Tiempo Derivativo

LD SM0.0
MOVR VD310, PID0_D_Time

Símbolo	Dirección
PID0_D_Time	VD192

Comentario

Tiempo de acción derivativa

Network 13

Recibo Setpoint

LD SM0.0
MOVW VW300, VW353

Network 14

LD SM0.0
ITD VW353, VD355

Network 15

LD SM0.0
DTR VD355, VD354

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 17.08.2009 9:31:53
 Fecha de modificación: 03.09.2009 22:49:37

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI2_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección
ASI2_CTRL	SBR2

Comentario

El asistente AS-4 ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo ubicado en la posición 2. Esta subrutina copia datos de E/S de los esclavos en/de direcciones de la memoria V. Se debe llamar en cada ciclo y utilizar sólo una vez en el proyecto.

Network 2

LD SM0.0
 ITD AI21_1, VD200

Símbolo	Dirección
AI21_1	VW159

Comentario

Canal simbólico 1: Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 3

LD SM0.0
 DTR VD200, VD210

Network 4

LD SM0.0
 SQRT VD210, VD720

Network 5

LD SM0.0
 MOVR VD720, VD730
 *R 150.0, VD730

Network 6

LD SM0.0
 TRUNC VD730, VD810

Network 7

LD SM0.0
 DTI VD810, VW820

Network 8

LD SM0.0
CALL PID0_INIT, VW820, VD450, AQ22_1, Q0.0, Q0.1

Símbolo	Dirección	Comentario
AQ22_1	VW163	Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)
PID0_INIT	SBR5	Esta unidad de organización del programa (UOP) fue creada con la función PID del asistente de operaciones S7-200.

Network 9

LD SM0.0
MOVR VD454, VD450

Network 10

LD SM0.0
CALL ETH0_CTRL, Q0.2, VW700, VW710

Símbolo	Dirección	Comentario
ETH0_CTRL	SBR1	El asistente Ethernet ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo CP 243-1 ubicado en la posición 0. La operación ETH0_CTRL (Control) sirve para habilitar e inicializar el módulo CP 243-1. Utilice esta operación sólo una vez en el proyecto y vigile que el programa de usuario la invoque en cada ciclo. El byte de comando de este módulo se ha definido como QB2.

Network 11

Envío del Setpoint

LD SM0.0
TRUNC VD454, VD580

Network 12

LD SM0.0
DTI VD580, VW584

Network 13

LD SM0.0
MOVW VW584, VW420

Network 14

Envío del Process Value

LD SM0.0
MOVW AI21_1, VW416

Símbolo	Dirección	Comentario
AI21_1	VW159	Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 15

Envío del Control Value

LD SM0.0
MOVW AQ22_1, VW418

Símbolo	Dirección	Comentario
AQ22_1	VW163	Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Network 16

Recibo Ganancia de Lazo

LD SM0.0

MOVR VD402, PID0_Gain

Símbolo	Dirección
PID0_Gain	VD180

Comentario
Ganancia del lazo

Network 17

Recibo Tiempo Integral

LD SM0.0

MOVR VD406, PID0_I_Time

Símbolo	Dirección
PID0_I_Time	VD188

Comentario
Tiempo de acción integral

Network 18

Recibo Tiempo Derivativo

LD SM0.0

MOVR VD404, PID0_D_Time

Símbolo	Dirección
PID0_D_Time	VD192

Comentario
Tiempo de acción derivativa

Network 19

Recibo Setpoint

LD SM0.0

MOVW VW400, VW553

Network 20

LD SM0.0

ITD VW553, VD555

Network 21

LD SM0.0

DTR VD555, VD454

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 15.08.2009 11:33:01
 Fecha de modificación: 19.09.2009 15:53:37

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Asistente As-interface

LD SM0.0
 CALL ASI2_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección
ASI2_CTRL	SBR2

Comentario

El asistente AS-I ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo ubicado en la posición 2. Esta subrutina copia datos de E/S de los esclavos en/des direcciones de la memoria V. Se debe llamar en cada ciclo y utilizar sólo una vez en el proyecto.

Network 2

Asistente PID

LD SM0.0
 CALL PID0_INIT, AI21_1, VD550, AQ22_1, Q0.0, Q0.1

Símbolo	Dirección
AI21_1	VW159
AQ22_1	VW163
PID0_INIT	SBR5

Comentario

Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)
 Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)
 Esta unidad de organización del programa (UOP) fue creada con la función PID del asistente de operaciones S7-200.

Network 3

Ingreso del Setpoint por el HMI

LD SM0.0
 MOVR VD554, VD550

Network 4

Asistente Ethernet

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, Q0.2, VW900, VW910

Símbolo	Dirección
ETH0_CTRL	SBR1

Comentario

El asistente Ethernet ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo CP 243-1 ubicado en la posición 0. La operación ETHx_CTRL (Control) sirve para habilitar e inicializar el módulo CP 243-1. Utilice esta operación sólo una vez en el proyecto y asegure que el programa de usuario la invoque en cada ciclo. El byte de comando de este módulo se ha definido como QB2.

Network 5

Envío Setpoint

LD SM0.0
 TRUNC VD554, VD680

Network 6

LD SM0.0
 DTI VD680, VW684

Network 7

LD SM0.0
MOVW VW684, VW520

Network 8

Envio del Process Value

LD SM0.0
MOVW AI21_1, VW516

Símbolo	Dirección	Comentario
AI21_1	VW159	Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 9

Envio Control Value

LD SM0.0
MOVW AQ22_1, VW518

Símbolo	Dirección	Comentario
AQ22_1	VW163	Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Network 10

Recibir Ganancia de Lazo

LD SM0.0
MOVR VD502, PID0_Gain

Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_Gain	VD180	Ganancia del lazo

Network 11

Recibo Tiempo Integral

LD SM0.0
MOVR VD506, PID0_I_Time

Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_I_Time	VD188	Tiempo de acción integral

Network 12

Recibo Tiempo Derivativo

LD SM0.0
MOVR VD510, PID0_D_Time

Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_D_Time	VD192	Tiempo de acción derivativa

Network 13

Recibo Setpoint

LD SM0.0
MOVW VW500, VW653

Network 14

LD SM0.0
ITD VW653, VD655

Network 15

LD SM0.0
DTR VD655, VD554

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 25.08.2009 17:11:04
 Fecha de modificación: 19.09.2009 16:12:01

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI1_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección
ASI1_CTRL	SBR2

Comentario

El asistente AS-1 ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo ubicado en la posición 1. Esta subrutina copia datos de E/S de los esclavos en/des direcciones de la memoria V. Se debe llamar en cada ciclo y utilizar sólo una vez en el proyecto.

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, Q0.0, VW400, VW402

Símbolo	Dirección
ETH0_CTRL	SBR1

Comentario

El asistente Ethernet ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo CP 243-1 ubicado en la posición 0. La operación ETHx_CTRL (Control) sirve para habilitar e inicializar el módulo CP 243-1. Utilice esta operación sólo una vez en el proyecto y vigile que el programa de usuario la invoque en cada ciclo. El byte de comando de este módulo se ha definido como QB2.

Network 3

LD SM0.0
 CALL PID0_INIT, AI11_1, VD650, AQ12_1, Q0.0, Q0.1

Símbolo	Dirección
AI11_1	VW159
AQ12_1	VW163
PID0_INIT	SBR5

Comentario

Canal simbólico 1: Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Canal simbólico 1: Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Esta unidad de organización del programa (UOP) fue creada con la función PID del asistente de operaciones S7-200.

Network 4

Ingreso del Setpoint

LD SM0.0
 MOVR VD654, VD650

Network 5

Envío del Setpoint

LD SM0.0
 TRUNC VD654, VD680

Network 6

LD SM0.0
 DTI VD680, VW684

Network 7

LD SM0.0
MOVW VW684, VW620

Network 8

Envío Process Value

LD SM0.0
MOVW AI11_1, VW616

Símbolo	Dirección	Comentario
AI11_1	VW159	Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 9

Envío Control Value

LD SM0.0
MOVW AQ12_1, VW618

Símbolo	Dirección	Comentario
AQ12_1	VW163	Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Network 10

Recibo Ganancia de Lazo

LD SM0.0
MOVR VD602, PID0_Gain

Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_Gain	VD180	Ganancia del lazo

Network 11

Recibo Tiempo Integral

LD SM0.0
MOVR VD606, PID0_I_Time

Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_I_Time	VD188	Tiempo de acción integral

Network 12

Recibo Tiempo Derivativo

LD SM0.0
MOVR VD610, PID0_D_Time

Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_D_Time	VD192	Tiempo de acción derivativa

Network 13

Recibo Setpoint

LD SM0.0
MOVW VW600, VW553

Network 14

LD SM0.0
ITD VW553, VD555

Network 15

LD SM0.0
DTR VD555, VD654

OB35 - <offline>

"Cyclic Interrupt 5"

Nombre: Familia:
 Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
 Hora y fecha Código: 02/09/2009 12:40:55
 Interface: 15/02/1996 16:51:11
 Longitud (bloque / código / datos): 01056 00906 00030

TEMP			
OB35_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB35_STRT_INF	Byte	1.0	16#36 (OB 35 has started)
OB35_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB35_OB_NUMBER	Byte	3.0	35 (Organization block 35, OB35)
OB35_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB35_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB35_PHASE_OFFSET	Word	6.0	Phase offset (msec)
OB35_RESERVED_3	Int	8.0	Reserved for system
OB35_EXC_FREQ	Int	10.0	Frequency of execution (msec)
OB35_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB35 started

Bloque: OB35 "Cyclic Interrupt"

Segm.: 1

PID PARA ESTACION DE NIVEL

```

U      M      100.1
=      L      20.1
BLD    103
CALL  "CONT_C" , DB3
  COM_RST :=
  MAN_ON  :=L20.1
  P_VPER_CN:=
  P_SEL   :=
  I_SEL   :=
  INT_HOLD:=
  I_ITL_CN:=
  D_SEL   :=
  CYCLE   :=T#100MS
  SP_INT  :=M200
  PV_IN   :=MD0
  PV_PER  :=
  MAN     :=
  GAIN    :=
  TI      :=
  TD      :=
  TM_LAG  :=
  DEADB_W :=
  LMN_HLM :=
  LMN_LLM :=
  PV_FAC  :=
  PV_OFF  :=
  LMN_FAC :=
  LMN_OFF :=
  I_ITLVAL:=
  DISV    :=
  LMN     :=MD4
  LMN_PER :=
  QLMN_HLM:=
  QLMN_LLM:=
  LMN_P   :=
  LMN_I   :=
    
```



```

LIM_D :=
PV :=
ER :=
NCP 0

```

Segm.: 2

```

U M 100.0
= M 100.1

```

Segm.: 3

```

U M 101.0
= M 101.1

```

Segm.: 4

```

U M 102.0
= M 102.1

```

Segm.: 5

```

U M 103.0
= M 103.1

```

Segm.: 6

```

U M 100.1
= L 20.0
BLD 103
CALL "SCALE"
IN :=PEW104
HI_LIM :=1.000000e+002
LC_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L20.0
RET_VAL:=MW50
OUT :=M400
NCP 0

```

Segm.: 7

```

U M 100.1
= L 20.0
BLD 103
CALL "UNSCALE"
IN :=M404
HI_LIM :=1.000000e+002
LC_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L20.0
RET_VAL:=MW52
OUT :=PAW112
NCP 0

```

Segm.: 8

PID PARA ESTACIÓN FLUJO

```

U M 101.1
= L 20.1
BLD 103
CALL "CONT_C" , DB4
COM_RST :=
MAN_CH :=L20.1
PVPÉR_CH:=
P_SEL :=
I_SEL :=
INT_HOLD:=
I_ITL_CH:=

```

```

D_SEL      :=
CYCLE      :=T#100MS
SP_INT     :=M4204
PV_IN      :=M48
PV_PER     :=
MAN        :=
GAIN       :=
TI         :=
TD         :=
TM_LAG     :=
DEADB_W    :=
LMN_HLM    :=
LMN_LLM    :=
PV_FAC     :=
PV_OFF     :=
LMN_FAC    :=
LMN_OFF    :=
I_ITLVAL   :=
DISV       :=
LMN        :=M4040
LMN_PER    :=
QLMN_HLM   :=
QLMN_LLM   :=
LMN_F      :=
LMN_I      :=
LMN_D      :=
PV         :=
ER         :=
HCP        0
    
```

Segm.: 9

```

U      M      101.1
=      L      20.0
BLD    103
CALL   "SCALE"
IN      :=PEW128
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L20.0
RET_VAL:=M454
OUT     :=M48
HCP     0
    
```

Segm.: 10

```

U      M      101.1
=      L      20.0
BLD    103
CALL   "UNSCALE"
IN      :=M4040
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L20.0
RET_VAL:=M456
OUT     :=PAW136
HCP     0
    
```

Segm.: 11

PID PARA ESTACION DE PRESION

```

U      M      102.1
=      L      20.1
BLD    103
CALL   "CONT_C" , DB5
COM_RST :=
MAN_CN  :=L20.1
PVPER_CN:=
P_SEL   :=
I_SEL   :=
INT_HOLD:=
I_ITL_CN:=
D_SEL   :=
CYCLE   :=T#100MS
SP_INT  :=M4208
    
```

```

PV_IN      :=M016
PV_PER     :=
MAN        :=
GAIN       :=
TI         :=
TD         :=
TM_LAG     :=
DEADB W    :=
LMN_HLM    :=
LMN_LLM    :=
PV_FAC     :=
PV_OFF     :=
LMN_FAC    :=
LMN_OFF    :=
I_ITLVAL   :=
DISV       :=
LMN        :=M020
LMN_PER    :=
QLMN_HLM   :=
QLMN_LLM   :=
LMN_P      :=
LMN_I      :=
LMN_D      :=
PV         :=
ER         :=
NOP        0

```

Segm.: 12

```

U      M      102.1
=      L      20.0
BLD    103
CALL   "SCALE"
IN      :=PEW144
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L20.0
RET_VAL:=M058
OUT     :=M016
NOP     0

```

Segm.: 13

```

U      M      102.1
=      L      20.0
BLD    103
CALL   "UNSCALE"
IN      :=M020
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L20.0
RET_VAL:=M060
OUT     :=PAM152
NOP     0

```

Segm.: 14

PID PARA ESTACION DE TEMPERATURA

```

U      M      103.1
=      L      20.1
BLD    103
CALL   "CONT_C" , DB6
COM_RST :=
MAN_ON  :=L20.1
PVPER_ON:=
P_SEL   :=
I_SEL   :=
INT_HOLD:=
I_ITL_ON:=
D_SEL   :=
CYCLE   :=T#100MS
SP_INT  :=M0212
PV_IN   :=M024
PV_PER  :=
MAN     :=
GAIN    :=

```

```

TI      :=
TD      :=
TM_LAG :=
DEADB_W :=
LMH_HLM :=
LMH_LLM :=
PV_FAC :=
PV_OFF :=
LMH_FAC :=
LMH_OFF :=
I_ITLVAL:=
DISV    :=
LMH     :=M428
LMH_PER :=
QLMH_HLM:=
QLMH_LLM:=
LMH_P   :=
LMH_I   :=
LMH_D   :=
PV      :=
ER      :=
NCP     0
    
```

Segm.: 15

```

U      M      103.1
=      L      20.0
BLD    103
CALL   "SCALE"
IN     :=PEW150
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L20.0
RET_VAL:=M452
OUT    :=M424
NCP    0
    
```

Segm.: 16

```

U      M      103.1
=      L      20.0
BLD    103
CALL   "UNSCALE"
IN     :=M428
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L20.0
RET_VAL:=M454
OUT    :=PAW158
NCP    0
    
```

Segm.: 17

set point estacion de nivel

```

L      MD      200
T      PAD     115
NCP    0
    
```

Segm.: 18

set point estacion de flujo

```

L      MD      204
T      PAD     140
NCP    0
    
```

Segm.: 19

set point estacion de presion

L	MD	208
T	PAD	155
HCP		0

Segm.: 20

set point estacion de temperatura

L	MD	212
T	PAD	172
HCP		0

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 01.09.2009 11:09:51
 Fecha de modificación: 19.09.2009 16:48:29

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI1_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección	Comentario
ASI1_CTRL	SBR2	

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, M0.0, VW1000, VW1004

Símbolo	Dirección	Comentario
ETH0_CTRL	SBR1	

Network 3

LD SM0.0
 MOVW VW159, VW308

Network 4

LD SM0.0
 MOVW VW300, VW163

Network 5

LD SM0.0
 MOVR VD304, VD700

Network 6

LD SM0.0
 MOVR VD700, VD704
 *R 27648.0, VD704

Network 7

LD SM0.0
 MOVR VD704, VD750
 /R 100.0, VD750

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 02.09.2009 10:50:58
 Fecha de modificación: 19.09.2009 16:45:49

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA.

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento:

LD SM0.0
 CALL ASI2_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección
ASI2_CTRL	SBR2

Comentario

El asistente AS-4 ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo ubicado en la posición 2. Esta estructura copia datos de E/S de los esclavos en las direcciones de la memoria V. Se debe llamar en cada ciclo y utilizar sólo una vez en el proyecto.

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, M0.0, VW1000, VW1004

Símbolo	Dirección
ETH0_CTRL	SBR1

Comentario

El asistente Ethernet ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo CP 243-1 ubicado en la posición 0. La operación ETHx_CTRL (Control) sirve para habilitar e inicializar el módulo CP 243-1. Utilice esta operación sólo una vez en el proyecto y vigile que el programa de usuario la invoque en cada ciclo. El byte de comando de este módulo se ha definido como QB2.

Network 3

LD SM0.0
 MOVW AI21_1, VW500

Símbolo	Dirección
AI21_1	VW159

Comentario

Canal simbólico 1: Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 4

LD SM0.0
 ITD VW500, VD504

Network 5

LD SM0.0
 DTR VD504, VD508

Network 6

LD SM0.0
 SQRT VD508, VD512

Network 7

LD SM0.0
MOVR VD512, VD516
*R 150.0, VD516

Network 8

LD SM0.0
TRUNC VD516, VD520

Network 9

LD SM0.0
DTI VD520, VW524

Network 10

LD SM0.0
MOVW VW524, VW408

Network 11

LD SM0.0
MOVW VW400, AQ22_1
Símbolo Dirección
AQ22_1 VW163

Comentario
Canal simbólico f:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Network 12

LD SM0.0
MOVR VD404, VD700

Network 13

LD SM0.0
MOVR VD700, VD800
*R 27048.0, VD800

Network 14

LD SM0.0
MOVR VD800, VD750
/R 100.0, VD750

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 01.09.2009 11:23:50
 Fecha de modificación: 19.09.2009 16:50:25

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI2_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección	Comentario
ASI2_CTRL	SBR2	

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, M0.0, VW1000, VW1004

Símbolo	Dirección	Comentario
ETH0_CTRL	SBR1	

Network 3

LD SM0.0
 MOVW VW159, VW508

Network 4

LD SM0.0
 MOVW VW500, VW163

Network 5

LD SM0.0
 MOVR VD504, VD700

Network 6

LD SM0.0
 MOVR VD700, VD704
 *R 27648.0, VD704

Network 7

LD SM0.0
 MOVR VD704, VD750
 /R 100.0, VD750

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 01.09.2009 11:32:40
 Fecha de modificación: 19.09.2009 16:51:58

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI2_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección	Comentario
ASI2_CTRL	SBR2	

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, M0.0, VW1000, VW1004

Símbolo	Dirección	Comentario
ETH0_CTRL	SBR1	

Network 3

LD SM0.0
 MOVW VW159, VW608

Network 4

LD SM0.0
 MOVW VW600, VW163

Network 5

LD SM0.0
 MOVR VD604, VD700

Network 6

LD SM0.0
 MOVR VD700, VD704
 *R 27648.0, VD704

Network 7

LD SM0.0
 MOVR VD704, VD750
 /R 100.0, VD750

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 30.08.2009 10:01:14
 Fecha de modificación: 19.09.2009 17:00:20

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI2_CTRL, MB1

Símbolo	Dirección	Comentario
ASI2_CTRL	SBR2	

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, M0.0, VW1000, VW1200

Símbolo	Dirección	Comentario
ETH0_CTRL	SBR1	El asistente Ethernet ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo CP 243-1 ubicado en la posición 0. La operación ETHx_CTRL (Control) sirve para habilitar e inicializar el módulo CP 243-1. Utiliza esta operación sólo una vez en el proyecto y vigila que el programa de usuario la invoque en cada ciclo. El byte de comando de este módulo se ha definido como QB2.

Network 3

LD SM0.0
 CALL NET_EXE, +3, M0.1, M0.2

Símbolo	Dirección	Comentario
NET_EXE	SBR6	

Network 4

LD SM0.0
 CALL PID0_INIT, VW381, VD704, VW385, Q0.0, Q0.1

Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_INIT	SBR5	

Network 5

LD SM0.0
 MOVR VD700, VD704

Network 6

LD SM0.0
 MOVW VW400, VW600

Network 7

LD SM0.0
 MOVW VW404, VW604

Network 8

LD SM0.0
MOVR VD408, VD608

Network 9

LD SM0.0
MOVR VD700, VD436
*R 0.8, VD436

Network 10

LD SM0.0
MOVW VW412, VW612

Network 11

LD SM0.0
MOVW VW416, VW616

Network 12

LD SM0.0
MOVR VD420, VD620

Network 13

LD SM0.0
AR<= VD700, 86.0
MOVR VD700, VD440
+R 14.0, VD440

Network 14

LD SM0.0
AR> VD700, 86.0
MOVR VD700, VD440
*R 0.5, VD440

Network 15

LD SM0.0
MOVW VW424, VW624

Network 16

LD SM0.0
MOVW VW428, VW628

Network 17

LD SM0.0
MOVR VD432, VD632

Network 18

LD SM0.0
MOVR VD700, VD444
*R 0.667, VD444

Network 19

Network 20

LD SM0.0
MOVR VD700, VD1000
*R 27648.0, VD1000

Network 21

LD SM0.0
MOVR VD1000, VD1004
/R 100.0, VD1004

Network 22

LD SM0.0
MOVR VD436, VD1008
*R 27648.0, VD1008

Network 23

LD SM0.0
MOVR VD1008, VD1012
/R 100.0, VD1012

Network 24

LD SM0.0
MOVR VD440, VD1016
*R 27648.0, VD1016

Network 25

LD SM0.0
MOVR VD1016, VD1020
/R 100.0, VD1020

Network 26

LD SM0.0
MOVR VD444, VD1024
*R 27648.0, VD1024

Network 27

LD SM0.0
MOVR VD1024, VD1028
/R 100.0, VD1028

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 30.08.2009 11:11:44
 Fecha de modificación: 19.09.2009 16:55:19

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI1_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección
ASI1_CTRL	SBR2

Comentario

El asistente AS-I ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo ubicado en la posición 1. Esta subrutina copia datos de E/S de los esclavos en/da direcciones de la memoria V. Se debe llamar en cada ciclo y utilizar sólo una vez en el proyecto.

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, M0.0, VW1000, VW1200

Símbolo	Dirección
ETH0_CTRL	SBR1

Comentario

El asistente Ethernet ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo CP 243-1 ubicado en la posición 0. La operación ETHx_CTRL (Control) sirve para habilitar e inicializar el módulo CP 243-1. Utilice esta operación sólo una vez en el proyecto y vigile que el programa de usuario la invoque en cada ciclo. El byte de comando de este módulo se ha definido como QB2.

Network 3

LD SM0.0
 CALL PID0_INIT, AI11_1, VD512, AQ12_1, Q0.0, Q0.1

Símbolo	Dirección
AI11_1	VW159
AQ12_1	VW163
PID0_INIT	SBR5

Comentario

Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)
 Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Network 4

LD SM0.0
 MOVW AI11_1, VW500

Símbolo	Dirección
AI11_1	VW159

Comentario

Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 5

LD SM0.0
 MOVW AQ12_1, VW504

Símbolo	Dirección
AQ12_1	VW163

Comentario

Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Network 6

LD SM0.0
 MOVR VD512, VD508

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 30.08.2009 11:28:59
 Fecha de modificación: 19.09.2009 16:54:01

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI2_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección	Comentario
ASI2_CTRL	SBR2	

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, M0.0, VW700, VW720

Símbolo	Dirección	Comentario
ETH0_CTRL	SBR1	

Network 3

LD SM0.0
 CALL PID0_INIT, VW159, VD512, VW163, Q0.0, Q0.0

Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_INIT	SBR5	

Network 4

LD SM0.0
 MOVW VW159, VW500

Network 5

LD SM0.0
 MOVW VW163, VW504

Network 6

LD SM0.0
 MOVR VD512, VD508

Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 30.08.2009 11:36:59
 Fecha de modificación: 19.09.2009 16:57:26

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento

LD SM0.0
 CALL ASI2_CTRL, MB0

Símbolo	Dirección	Comentario
ASI2_CTRL	SBR2	El asistente AS-I ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo ubicado en la posición 2. Esta subrutina copia datos de E/S de los esclavos en/des direcciones de la memoria V. Se debe llamar en cada ciclo y utilizar sólo una vez en el proyecto.

Network 2

LD SM0.0
 CALL ETH0_CTRL, M0.5, VW700, VW720

Símbolo	Dirección	Comentario
ETH0_CTRL	SBR1	El asistente Ethernet ha creado esta UOP para utilizarla con un módulo CP 243-1 ubicado en la posición 0. La operación ETHx_CTRL (Control) sirve para habilitar e inicializar el módulo CP 243-1. Utilice esta operación sólo una vez en el proyecto y vigile que el programa de usuario la invoque en cada ciclo. El byte de comando de este módulo se ha definido como QB2.

Network 3

LD SM0.0
 CALL PID0_INIT, AI21_1, VD512, AQ22_1, Q0.0, Q0.1

Símbolo	Dirección	Comentario
AI21_1	VW288	Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)
AQ22_1	VW292	Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)
PID0_INIT	SBR5	Esta unidad de organización del programa (UOP) fue creada con la función PID del asistente de operaciones S7-200.

Network 4

LD SM0.0
 MOVW AI21_1, VW500

Símbolo	Dirección	Comentario
AI21_1	VW288	Canal simbólico 1:Esclavo 1 - Analógico (Entrada, 2 canales)

Network 5

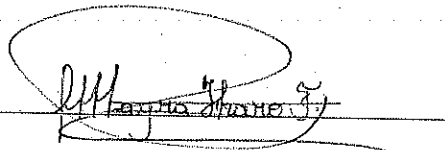
LD SM0.0
 MOVW AQ22_1, VW504

Símbolo	Dirección	Comentario
AQ22_1	VW292	Canal simbólico 1:Esclavo 2 - Analógico (Salida, 2 canales)

Network 6

LD SM0.0
MOVR VD512, VD508

Latacunga, Septiembre 2009



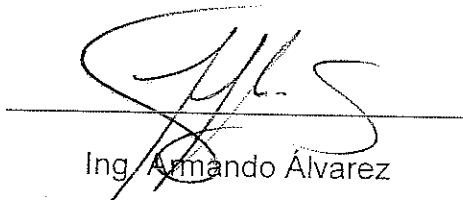
Mayra Elizabeth Haro Fierro

CI: 1804017778



María Alejandra Navas Paredes

CI: 1804025599



Ing. Armando Álvarez

DIRECTOR DE CARRERA DE ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

Dr. Eduardo Vásquez

SECRETARIO ACADEMICO