

**ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO  
SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA  
UTILIZANDO PROTOCOLOS HART Y ETHERNET, PARA LAS  
ESTACIONES DE PROCESOS DIDÁCTICOS DEL  
LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE  
PROCESOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
SEDE LATACUNGA”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO EN INSTRUMENTACIÓN**

**WILLIAM MARCELO CORTEZ GARZÓN  
JUAN PABLO MULLO LAICA**

**Latacunga, Septiembre 2009**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos, que el presente proyecto de grado fue desarrollado en su totalidad por los señores WILLIAM MARCELO CORTEZ GARZON y JUAN PABLO MULLO LAICA, previo a la obtención de su título de Ingeniero Electrónico en Instrumentación.

Latacunga, Septiembre del 2009

---

Ing. Julio Acosta  
DIRECTOR

---

Ing. Fausto Tapia  
CODIRECTOR

## **AGRADECIMIENTO**

Al Director y Codirector del Proyecto de Grado Julio Acosta y Fausto Tapia por su acertada guía y oportunos consejos, así como a la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga por la excelente calidad de conocimientos entregados, que me permitirán tener un prometedor y amplio horizonte en el campo laboral.

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado a mis padres, por todo su amor, por su gran corazón y capacidad de entrega, por su apoyo en los momentos más difíciles y por sus palabras de aliento para seguir adelante en toda circunstancia, pero sobre todo por enseñarme a ser responsable, gracias.*

*William Marcelo*

*A ti DIOS que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.*

*Con mucho cariño a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí.*

*A todos mis hermanos y cuñadas por estar conmigo y apoyarme siempre, a mis compañeros y amigos por estar conmigo en todo este tiempo donde he vivido momentos felices y tristes.*

*Solo sé que este camino es solo el comienzo de una gran historia de virtudes y gracias para mí y mi familia. Muchas gracias.*

*Juan Pablo*

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
<b>CAPITULO I: FUNDAMENTOS</b> .....	1
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	1
1.2 SISTEMA HMI/SCADA.....	2
1.2.1 SISTEMAS SCADA.....	2
1.2.1.1 Prestaciones.....	3
1.2.1.2 Requisitos.....	4
1.2.1.3 Módulos de un SCADA.....	5
1.2.1.4 Elementos del Sistema.....	6
1.2.2 DCS (SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO).....	7
1.2.3 HMI (INTEFAZ HUMANO MÁQUINA).....	9
1.2.3.1 Principios de diseño.....	10
1.2.3.2 Paneles del Operador.....	11
1.2.3.3 Pantallas de visualización.....	12
1.3 AUTOMATIZACION INDUSTRIAL CON PLC'S.....	13
1.3.1 TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....	15
1.3.1.1 La Automatización Fija.....	15
1.3.1.2 La Automatización Programable.....	15
1.3.1.3 La Automatización Flexible.....	15
1.4 COMUNICACIONES Y REDES DE CAMPO INDUSTRIALES.....	16
1.4.1 LA COMUNICACIÓN EN LA INDUSTRIA.....	16
1.4.2 REDES INDUSTRIALES.....	18
1.4.2.1 Arquitectura de las Redes Industriales.....	18
1.4.3 TOPOLOGIAS DE RED.....	20
1.4.4 BUSES DE CAMPO.....	23
1.4.4.1 Buses de alta velocidad y baja funcionalidad.....	24
1.4.4.2 Buses de alta velocidad y funcionalidad media.....	25
1.4.4.3 Buses de altas prestaciones.....	25
1.4.4.3 Buses para áreas de seguridad intrínseca.....	26

<b>CAPITULO II ANALISIS Y DISEÑO.....</b>	<b>27</b>
2.1 ESPECIFICACIONES DE REQUISITOS DEL SISTEMA.....	27
2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.....	28
2.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	31
2.3.1 ESTACIÓN DE PRESIÓN.....	31
2.3.2 ESTACIÓN DE NIVEL.....	32
2.3.3 ESTACIÓN DE FLUJO.....	33
2.3.4 ESTACIÓN DE TEMPERATURA.....	34
2.4 DISEÑO DEL HARDWARE.....	35
2.4.1 DISEÑO DE LOS PLANOS ELECTRICOS.....	35
2.4.2 DISEÑO DE LOS PLANOS P&ID.....	35
2.4.3 DISEÑO DE LOS DIAGRAMAS DE LAZO.....	35
2.4.4 CONEXIÓN A UN TRANSMISOR HART.....	36
2.4.5 PROCEDIMIENTO PARA CONEXIÓN A UN TRANSMISOR HART.....	36
2.5 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL.....	38
2.5.1 PROGRAMA DE USUARIO DE LA ESTACION DE PRESION.....	39
2.5.2 PROGRAMA DE USUARIO DE LA ESTACION DE TEMPERATURA.....	42
2.5.3 PROGRAMA DE USUARIO DE LA ESTACION DE FLUJO.....	44
2.5.4 PROGRAMA DE USUARIO DE LA ESTACION DE NIVEL.....	45
2.6 DISEÑO DE LA RED DE CONTROL.....	48
2.7 DISEÑO DE LAS INTERFASES HMI.....	49
2.7.1 HMI DEL PROCESO DE PRESION.....	50
2.7.1.1 Página INICIO.....	50
2.7.1.2 Página LOGIN.....	51
2.7.1.3 Página MENU.....	51
2.7.1.4 Página PROCESO.....	52
2.7.1.5 Página TENDENCIAS.....	52
2.7.1.6 Página PID.....	53
2.7.1.7 Página HISTORICO.....	53

2.7.1.8	Página ALARMAS.....	53
2.7.2	HMI DEL PROCESO DE TEMPERATURA.....	54
2.7.3	HMI GENERAL DE LAS ESTACIONES.....	55
2.7.3.1	Página MENU.....	55
2.7.3.2	Página de LOGIN.....	55
2.7.3.3	Página Proceso de Presión.....	56
2.7.3.4	Página de Tendencias del Proceso de Presión.....	57
2.7.3.5	Página de Históricos del Proceso de Presión.....	57
2.7.3.6	Página PID del Proceso de Presión.....	58
2.7.3.7	Página Alarmas del Proceso de Presión.....	58
	<b>CAPITULO III RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES.....</b>	<b>60</b>
3.1	DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA.....	60
3.2	DESTALLES DE CONSTRUCCION.....	60
3.3	PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	62
3.3.1	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS COMUNICACIONES DEL SISTEMA SCADA.....	62
3.3.2	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA SINTONIA DE LOS LAZOS PID.....	64
3.4	ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.....	74
3.5	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	75
	<b>CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
4.1	CONCLUSIONES.....	76
4.2	RECOMENDACIONES.....	77
	<b>BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES.....</b>	<b>79</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>80</b>
A)	GLOSARIO DE TÉRMINOS.	
B)	PLANOS ELECTRICOS Y DE INSTRUMENTACIÓN	
C)	LISTADO DEL PROGRAMA DEL PLC	
D)	HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	

## RESUMEN

En el mundo industrial, los sistemas SCADA y la utilización de redes 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.

Las ventajas que se aporta con un sistema SCADA son entre otras, las siguientes: visualización y supervisión de todos los procesos, toma de datos del proceso más rápida o instantánea, mejora del rendimiento general de todo el proceso, posibilidad de intercambio de datos entre sectores del proceso y entre departamentos, programación a distancia, sin necesidad de estar a pie de proceso.

Debido a la exigencia de las industrias es necesario el desarrollo de un sistema SCADA para la capacitación y aplicación de los estudiantes en el laboratorio de redes industriales y control de procesos.

El sistema SCADA inicia el contacto de los alumnos en su etapa de especialización como instrumentistas en el mundo de las comunicaciones digitales y más en concreto con el área de las comunicaciones aplicadas al entorno industrial, sector en auge y con gran demanda laboral en nuestro país. El proyecto se basa en conocimientos previos del alumno en temas de electrónica analógica y digital, para introducir en las comunicaciones, buses de campo, redes industriales y sistemas de supervisión en el entorno industrial.

## PRESENTACION

En el laboratorio de Control de Procesos e Instrumentación existen cuatro estaciones de control de procesos industriales, cada una de ellas monitorea y controla en forma autónoma o asistida por un PC un proceso industrial: Temperatura, Presión, Caudal y Nivel. El control autónomo se lo realiza con un controlador digital FOXBORO Familia 760, serie 761-C; y el control asistido por PC, a través de una tarjeta de comunicaciones RS485, OPTO 24 y el software AIMAX PLUS versión 2.0.

Por tal motivo se ha planteado como objetivo fundamental de este proyecto diseñar, actualizar e implementar un sistema SCADA utilizando para ello autómatas programables: Koyo DL06DR, TWIDO Twdlcae49drf, Siemens S7-200, y Allen Bradley Micrologix 1200; con los que se consiga monitorear, supervisar y controlar en forma distribuida los procesos industriales existentes.

En el presente proyecto, no se va a utilizar el controlador FOXBORO 761C, la tarjeta de comunicaciones OPTO 24, el software de aplicación general AIMAX PLUS 2.0, ni los transmisores análogos ya que se montaran los transmisores inteligentes en paralelo para que se pueda elegir con cuál de los transmisores trabajar; es decir de las estaciones se van a utilizar solamente los medios eléctricos y electrónicos auxiliares para realizar el control de cada proceso, como son: transmisores inteligentes, conversores I/P, válvulas neumáticas, válvulas con mando neumático, válvulas electroneumáticas, actuadores de relé, módulos de control de Triac, variadores de frecuencia, etc. Cada estación simula un proceso de una planta industrial la cual se supervisará a través de una pantalla táctil, que con ayuda de un dispositivo de control, comunicaciones y un software especializado realice el control automático del proceso en forma independiente de las demás.

Todo este sistema se colgará a una red Ethernet, a través de un circuito de red conmutado con un switch industrial, que tendrá un computador controlador de la red distribuida y se enlazará con otro computador que simulará la operación de la

red administrativa, enlazando así de esta forma todo el sistema administrativo y la red de campo.

En el capítulo I se trata de los fundamentos teóricos, temas relacionados a los sistemas SCADA tales como definiciones, conceptos asociados, elementos constitutivos; y otros aspectos relacionados con el proyecto.

El capítulo II se presenta el aporte propiamente dicho de los autores, correspondiente a las fases de análisis y diseño tanto física como lógica, así como la programación del software que involucra la comunicación entre los PLC's Koyo, Telemecanique, Siemens y Allen Bradley complementando con el diseño de visualización del sistema HMI.

En el capítulo III se detallan los resultados obtenidos de las pruebas experimentales que se realizaron al sistema SCADA, así como el análisis técnico económico del presente trabajo.

Finalmente en el capítulo IV se tiene las conclusiones y recomendaciones recopiladas durante el desarrollo de este proyecto, que pueden convertirse junto con todo el documento aporte para futuros trabajos de la misma índole.

# **CAPITULO I**

## **FUNDAMENTOS**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Durante los últimos años se ha aumentado la complejidad en los proyectos de automatización requeridos en el campo industrial por varias causas como son estructuras de automatización más complejas, configuraciones descentralizadas (E/S remotas) y conexión en red entre otras. En la empresa coexisten una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una máquina o una parte cerrada de un proceso.

Entre estos dispositivos están los autómatas programables, controladores, ordenadores de diseño y gestión, sensores, actuadores, etc. El desarrollo de las redes industriales ha establecido una forma de unir todos estos dispositivos aumentando el rendimiento y proporcionando nuevas posibilidades.

La Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga como pionera en la innovación tecnológica ha equipado sus laboratorios con aparatos de última generación para de esta manera brindar a los estudiantes conocimientos de acuerdo con la demanda tecnológica actual.

En el laboratorio de control de procesos existen cuatro estaciones didácticas de control de procesos industriales (temperatura, presión, caudal y nivel) cada una de ellas monitorea y se controla en forma autónoma o asistida por una PC., en la actualidad en el laboratorio de redes industriales se tiene varios problemas al realizar las prácticas a nivel de proceso en las distintas estaciones como se describe a continuación:

- No se pueden obtener históricos de los procesos debido al deterioro de los graficadores.
- No hay la posibilidad de visualización de diferentes variables del proceso al mismo tiempo.
- No hay la posibilidad de visualización del proceso en tiempo real
- Los suministros para la realización de las prácticas no se los dispone.
- En la realización de las prácticas no se pueden obtener una base de datos para el análisis de la misma.
- Las prestaciones de los equipos del laboratorio de redes industriales y control de procesos no está acorde a la tecnología actual para la enseñanza.
- Equipos discontinuados o dañados.

Por tal motivo se ha planteado como objetivo fundamental de este proyecto diseñar, actualizar e implementar un sistema SCADA.

## **1.2 SISTEMAS HMI/SCADA**

### **1.2.1 SISTEMAS SCADA**

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), es decir: adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente

diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) 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 de calidad, control de producción, mantenimiento, etc.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN.

Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Cada uno de los items de SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de datos) involucran muchos subsistemas, por ejemplo, la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo determinado, otra forma podría ser que una computadora realice la adquisición vía un hardware especializado y luego esa información la transmita hacia un equipo de radio vía su puerto serial, y así existen muchas otras alternativas.

### **1.2.1.1 Prestaciones**

Un paquete SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema las siguientes prestaciones:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias
- Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.

- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómatas, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Con ellas, se pueden desarrollar aplicaciones para ordenadores (tipo PC, por ejemplo), con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a disco e impresora, etc.

### **1.2.1.2 Requisitos**

Existen diversos tipos de sistemas SCADA dependiendo del fabricante y sobre todo de la finalidad con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir cuál es el más adecuado hay que tener presente si cumple o no ciertos requisitos básicos:

- Todo sistema debe tener arquitectura abierta, es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como deben poder adecuarse a las necesidades futuras del proceso y de la planta.
- La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso.
- Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión).
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

### 1.2.1.3 Módulos de un SCADA

Los módulos o bloques software que permiten las actividades de adquisición, supervisión y control son los siguientes:

- Configuración: permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.
- Interfaz gráfico del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta como se muestra en la Figura 1.1. El proceso se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.



Figura 1.1 Modelo de interfaz gráfica

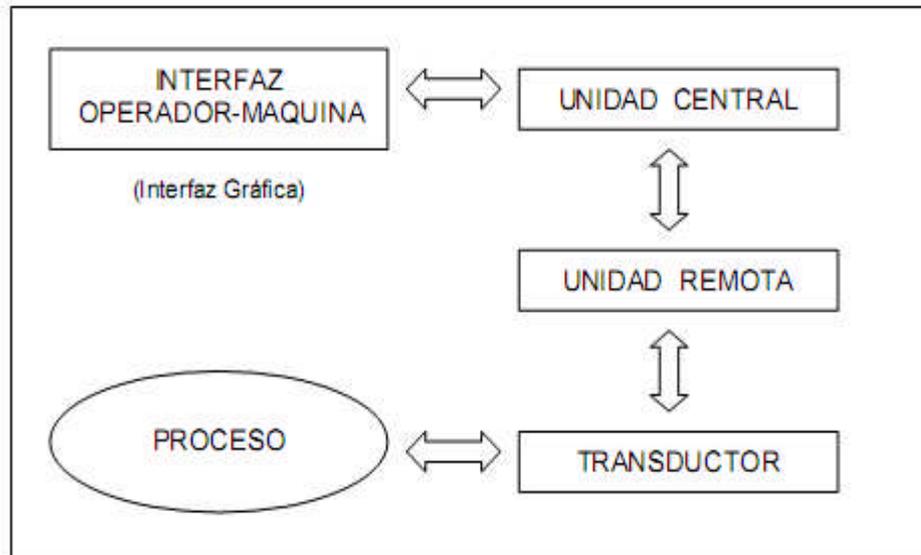
- Módulo de proceso: ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.
- Gestión y archivo de datos: se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

- Comunicaciones: se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

#### **1.2.1.4 Elementos del Sistema**

Un sistema SCADA está conformado por los siguientes elementos como se observa en la figura 1.2.

- *Interfaz Operador Máquina*: Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.
- *Unidad Central (MTU)*: Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- *Unidad Remota (RTU)*: Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta.
- *Sistema de Comunicaciones*: Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.
- *Transductores*: Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa). Su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos.



**Figura 1.2 Esquema de elementos de un sistema SCADA**

### 1.2.2 DCS (SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO)

El DCS, viene de las siglas *Distributed Control System*, es un sistema de control que cumple con sus funciones de control a través de una serie de módulos de control, automáticos e independientes, distribuidos en una planta o proceso.

La filosofía de funcionamiento de esta estructura es evitar que el control de toda la planta este centralizado en una sola unidad, que es lo que se busca con un SCADA.

De esta manera, si una unidad de control falla, el resto de las unidades podrían seguir funcionando.

Los sistemas DCS se desarrollan sobre la base de los dispositivos de control, tales como controladores o PLC's, en los que, un programa de control se encarga de tomar las decisiones dependiendo de los datos que recibe en sus entradas. Las decisiones son enviadas hacia actuadores que son los que se encargan de mantener las variables del proceso bajo control en los valores apropiados.

Un operador no necesita supervisar lo que hace el DCS, pero si necesita comunicarse con éste de alguna forma (por ejemplo, mediante consolas de mano), para cambiar su programación o configuración.

En la tabla 1.1 se muestra un cuadro comparativo de las características de los sistemas SCADA y los Sistemas de Control Distribuido.

**Tabla 1.1 características de los sistemas SCADA y los DCS**

<b>ASPECTO</b>	<b>SCADAs</b>	<b>DCS</b>
TIPO DE ARQUITECTURA	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA
TIPO DE CONTROL PREDOMINANTE	SUPERVISORIO: Lazos de control cerrados por el operador. Adicionalmente: control secuencial y regulatorio.	REGULATORIO: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente: control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc.
TIPOS DE VARIABLES	DESACOPLADAS	ACOPLADAS
ÁREA DE ACCIÓN	Áreas geográficamente distribuídas.	Área de la planta.
UNIDADES DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL	Remotas, PLCs.	Controladores de lazo, PLCs.
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WAN.	Redes de área local, conexión directa.
BASE DE DATOS	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA

### 1.2.3 HMI ( INTERFAZ HUMANO MÁQUINA)

Es un mecanismo que le permite a un operador humano interactuar con una máquina o proceso y determinar el estado (prendido/apagado) o magnitud de los dispositivos y/o variables físicas que están presentes en una planta o proceso industrial.

La interfaz humano-máquina puede ser tan simple como una lámpara indicadora del estado de un aparato, hasta una o varias pantallas desarrolladas en una computadora que llegan a mostrar representaciones esquemáticas de todo el proceso bajo supervisión, incluyendo valores reales de las variables presentes en ese momento en la planta. Véase figura 1.3.



**Figura 1.3 HMI**

La HMI o Interfaz Humano-Máquina se puede definir como el punto de encuentro entre ambas proposiciones, es decir, el conjunto de formas y gestos con los que se establece el diálogo entre hombre y máquina, debiendo distinguir dentro de la misma la GUI o interfaz Gráfica de Usuario que involucra solo la gráfica de pantallas.

Al ser la interfaz el aspecto percibido por el ínter actor, su forma y comportamiento es lo que define la poética de la obra interactiva, mientras que la programación permanece oculta ante los ojos del mismo.

### 1.2.3.1 Principios de diseño

La interfaz como elemento intermediario que hace posible las experiencias del usuario, requiere seguir ciertos principios de diseño para poder cumplir su función, para ello la interfaz debe proporcionar: feedback, restricciones, mapping, consistencia y accesibilidad en su diálogo con el usuario.

a) Feedback o retroalimentación: Consiste en enviar información en respuesta a una acción, permitiendo al usuario continuar con la actividad, esta puede ser en forma de audio, táctil, visual o combinaciones de estas.

b) Restricciones: Se refiere a determinar modos de restringir la interacción del usuario que pueda tener lugar en un momento determinado. Una ventaja de este proceso es reducir las posibilidades de cometer errores.

Las restricciones se pueden clasificar en: físicas, lógicas y culturales.

c) Mapping: es la relación entre los controles y sus efectos en la pantalla o ambiente interactivo como son las flechas de dirección: arriba, abajo, derecha e izquierda.

d) Consistencia: es el diseñar interfaces que sigan reglas de similitud y guarden coherencia: que mediante la ejecución de operaciones similares se obtengan resultados parecidos; la lógica puede mantener una consistencia externa manteniendo la coherencia con el modo en que funciona el mundo real o interna sosteniendo una lógica en el propio sistema o con sistemas similares

e) Accesibilidad: Consiste en subrayar los atributos de un objeto que permiten al usuario saber como utilizarlo, brindando pistas para su uso haciéndolo obvio perceptualmente, para facilitar la interacción.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.liminar.com.ar/jornadas04/ponencias/jacobo.pdf>

### **1.2.3.2 Paneles del Operador**

Este se compone de una pantalla con más o menos resolución de gráficos y teclas numéricas y de función o como en algunos casos pantalla táctil. La pantalla puede ser en color o monocromo e indica el estado de los diferentes valores del proceso, con gráficos complejos o figuras sencillas permitiendo a su vez introducir valores para ajustar los parámetros de regulación del proceso o consignas del mismo.

Entre las funciones que pueden desarrollar estos paneles de operador están las siguientes:

- Visualizar y parametrizar datos del proceso (lectura y escritura de variables).
- Gestión de alarmas del proceso, con textos de ayuda al operario para la resolución de las mismas.
- Recopilación de alarmas sucedidas en el tiempo (histórico de alarmas).
- Impresión de las citadas alarmas.

El panel del operador se utiliza a menudo para sistemas más pequeños con menores requisitos.

#### **1.2.3.2.1 Touch Screen**

Son pantallas gráficas estructuradas para aplicaciones industriales, para interactuar con diversos tipos de instrumentos, para el manejo y control de procesos. Soportan la mayoría de los PLC existentes en el mercado, además cuentan con funciones de datalogger, registro en tiempo real, gráficos de barra, tendencia y alarmas como se indica en la figura 1.4.



**Figura 1.4 Touch Screen**

Se programan con un software propio, al igual que los PLCs, y diferente a estos aunque sean del mismo fabricante. Comunican con el PLC a través de un puerto de comunicación, que varía de unos a otros, pero siendo lo más frecuente una comunicación RS232 a 19.2 Kbaudios.

Generalmente el frontal suele ser de un material plástico o similar con un alto grado de protección, IP65 o NEMA 12, ya que está expuesto a la intemperie o al ambiente agresivo del lugar de trabajo.<sup>2</sup>

### **1.2.3.3 Pantallas de visualización**

Esta es la encargada de comunicar con el PLC. Realiza las mismas funciones que un panel de operador y además puede trabajar como sistema SCADA (adquisición de datos) y con los nuevos controles disponibles e integrados en los sistemas operativos (Windows 95/98/NT/XP) se puede hacer por ejemplo que ante una alarma del sistema el PC marque un número telefónico o mande un mensaje a un móvil con un texto asociado al operario o personal de mantenimiento correspondiente. Para que un PC normal sea convertido a un PC SCADA-HMI son necesarios los siguientes elementos:

---

<sup>2</sup> [http://www.euskalnet.net/m.ubiria/ARTICULOS.htm#Articulos\\_2001\\_02](http://www.euskalnet.net/m.ubiria/ARTICULOS.htm#Articulos_2001_02)

Software SCADA. Es el programa de software que se instala en el PC y que hace trabajar al mismo como un sistema SCADA-HMI. Puede ser del mismo fabricante que el PLC o diferente.

Tarjeta de comunicación PC-PLC. La suministra normalmente el fabricante del PLC o el del software SCADA-HMI. Se coloca en un bus libre, ISA o PCI del PC y se configura con un software propio y diferente al del SCADA.

Driver de comunicación. Es el "traductor" entre el sistema SCADA-HMI y el PLC. El driver de comunicación es un programa de software diferente al del SCADA y hace que el PC y el PLC se "entiendan" a través de la tarjeta de comunicación PC-PLC. Básicamente el programa SCADA crea una base de datos con los parámetros del proceso (TAGS) y el driver es el encargado de leer y escribir estos datos en el PLC. En este caso es sumamente recomendable utilizar tarjetas de comunicación del mismo fabricante que el PLC para evitar problemas de comunicación o evitar el eludir responsabilidades por parte de los fabricantes, ya que según ellos su equipo siempre trabaja perfectamente.

Un sistema SCADA basado en PC tiene la ventaja de guardar en disco los parámetros deseados para utilizarlos posteriormente en análisis estadísticos. Con los nuevos sistemas de comunicación (ETHERNET) y los protocolos asociados puede además monitorizarse el sistema desde cualquier lugar de una red o incluso desde casa a través de un módem.

Ambos sistemas, Panel de Operador y PC pueden asociarse haciendo un sistema sumamente completo.

### **1.3 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON PLC'S**

La automatización representa la optimización de procesos, reducción de costos e incremento de la productividad. Tanto los equipos convencionales como los modernos han sufrido cambios sustanciales, permitiendo excelentes ventajas. Para distintos problemas de automatización, se menciona una variedad de soluciones, unas más sofisticadas que otras, cuya aplicación depende no sólo del

conocimiento de la técnica, sino también del personal que tendrá la responsabilidad de su ejecución.

Por otro lado, muchos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes y funcionan en distintos niveles de automatización; además, a menudo se encuentran distanciados entre sí, pero se desea que trabajen en forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. Es así que nos apoyamos en las comunicaciones para su integración.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.<sup>3</sup>

La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación. Por ejemplo, Japón ha tenido necesidad de retirar muchos de sus robots industriales cuando encontraron que eran incapaces de adaptarse a los cambios dramáticos de los requerimientos de producción y no eran capaces de justificar sus altos costos iniciales.

Las computadoras especializadas, referidas como Controlador lógico programable, son utilizadas frecuentemente para sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores. Esto conduce para controlar acciones precisas que permitan un control estrecho de cualquier proceso

---

<sup>3</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n>

industrial. (Se temía que estos dispositivos fueran vulnerables al error del año 2000, con consecuencias catastróficas, ya que son tan comunes dentro del mundo de la industria).

### **1.3.1 TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Hay tres clases muy amplias de automatización industrial: automatización fija, automatización programable, y automatización flexible.

#### **1.3.1.1 La Automatización Fija**

Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado. La Automatización Fija, es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los (PLC's) O Controladores Lógicos Programables.

#### **1.3.1.2 La Automatización Programable**

La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a la variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

#### **1.3.1.3 La Automatización Flexible**

Por su parte la automatización flexible es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada.

Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

Un mayor nivel de flexibilidad lo poseen las máquinas de control numérico computarizado. Este tipo de control se ha aplicado con éxito a Máquinas de Herramientas de Control Numérico (MHCN). Entre las MHCN podemos mencionar:

- Fresadoras CNC.
- Tornos CNC.
- Máquinas de Electroerosionado.
- Máquinas de Corte por Hilo, etc.

El mayor grado de flexibilidad en cuanto a automatización se refiere es el de los Robots industriales que en forma más genérica se les denomina como "Celdas de Manufactura Flexible".

## **1.4 COMUNICACIONES Y REDES DE CAMPO INDUSTRIALES**

Actualmente en la industria coexisten un gran número de dispositivos tales como: sensores, actuadores, PLC's, microcontroladores, máquinas, PC's y todos aquellos que esten involucrados en un sistema de automatización; la complejidad y las grandes distancias a cubrir, ha originado un notable desarrollo en las comunicaciones y el control basado en redes industriales para de esta manera sincronizar todo el proceso productivo de una planta.

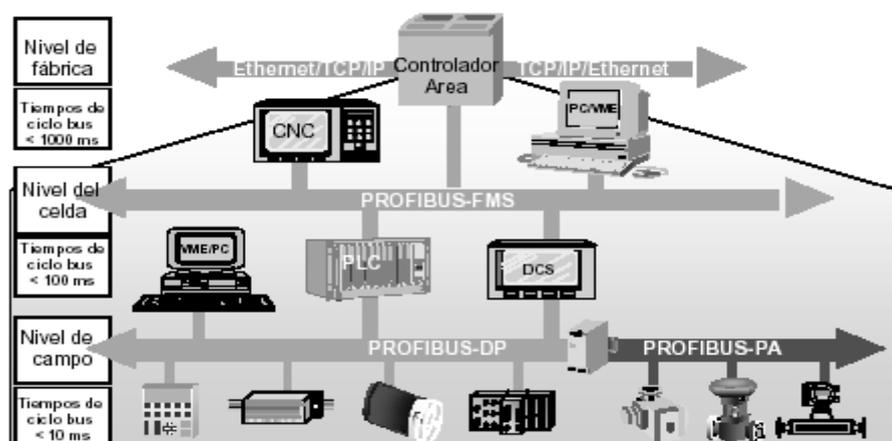
### **1.4.1 LA COMUNICACIÓN EN LA INDUSTRIA**

En cualquier sistema de automatización de la producción es imprescindible un intercambio de datos. En muchos casos, dicha comunicación es preciso realizarla siempre entre componentes de distintas generaciones y en la mayoría de los casos de diferentes fabricantes.

La tendencia actual se encamina hacia una integración de la automatización de forma que, en ningún momento, los equipos que la componen sean considerados como *islas de automatización*, sino que estén dotados de un poder de comunicación que revierta en la posibilidad de realizar análisis estadísticos de producción, horas de funcionamiento de cada una de las máquinas, realización de mantenimientos preventivos, etc. Dicho de otra forma, hoy en día ya no se concibe un automatismo por pequeño que sea, que no tenga como elemento adicional un PC o una pequeña pantalla en la cual se puedan visualizar los datos antes mencionados.

Las LAN (Local Area Network) industriales intentan que la comunicación entre todos los niveles sea completa, es decir, que *los puntos más altos puedan saber en todo momento qué es lo que se está realizando en los puntos más bajos y, en caso necesario, poder dar órdenes hacia ellos*, al ser posible sin la intervención de los “gateways”, en lo cual cada vez se avanza más. Para ello es necesaria una red única que recorra todos los niveles implicados.

En la figura 1.5 se muestra la solución aportada en éste sentido por la firma alemana Siemens mediante su red Ethernet TCP/IP desarrollada para facilitar la interconexión tanto de equipos propios como de otros fabricantes dentro de los niveles superiores de un DCS.



**Figura 1.5 Estructura de comunicaciones entre los niveles de un DCS propuesta por SIEMENS.**

## 1.4.2 REDES INDUSTRIALES

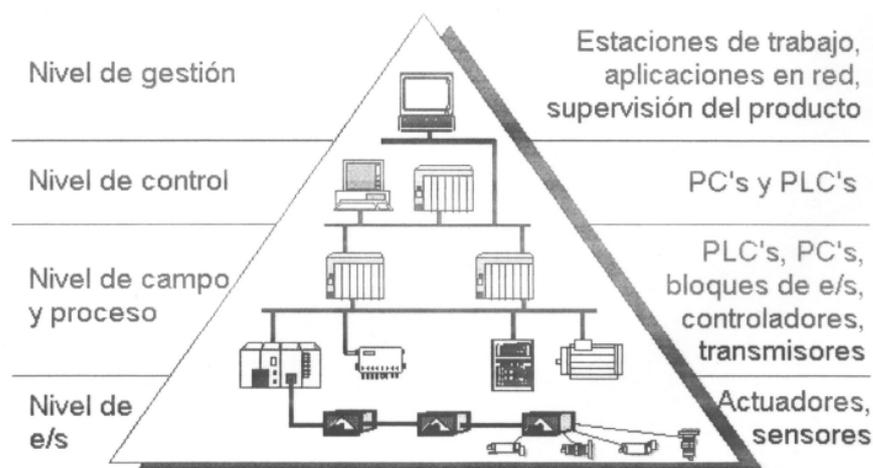
Las redes industriales, limitadas antes a comunicar los diferentes dispositivos de campo (transductores y transmisores con actuadores) han ido evolucionando para actualmente poder procesar los datos que una planta moderna debe generar, para ser competitiva, segura, confiable. Así mismo ha tenido que desarrollarse para poder satisfacer las necesidades de información que ahora se tiene, no solo a nivel de proceso, sino también a nivel gerencia.

Las ventajas que se aportan con una red industrial, son entre otras, las siguientes:

- 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.
- Programación a distancia, sin necesidad de estar a pie de fábrica.

### 1.4.2.1 Arquitectura de las Redes Industriales

En una red industrial coexistirán equipos y dispositivos de todo tipo, los cuales suelen agruparse jéramicamente para establecer conexiones lo más adecuadas a cada área. De esta forma se define cuatro niveles dentro de una red industrial.



**Figura 1.6 Niveles de una red industrial**

**Nivel de gestión.-** Se encarga de integrar los niveles inferiores a una estructura organizada y jerárquica. Las máquinas aquí conectadas suelen ser estaciones de trabajo que hacen de puente entre el proceso productivo y el área de gestión, en el cual se supervisan las ventas, stocks, etc. Se emplea una red de tipo LAN (Local Area Network) o WAN(Widw Area Network).

**Nivel de control.-** Se encarga de enlazar y controlar los distintos procesos, líneas de producción de una planta industrial. A este nivel se sitúan los PLCs de gran desempeño y poder, así como computadoras destinadas a diseño, control de calidad, programación. Suelen emplear redes tipo LAN que funcionan bajo el protocolo Ethernet.

**Nivel de campo y proceso.-** Aquí se realiza la integración de la información generada y requerida por los procesos de campo automáticos y controlados que utilizan PLCs y Controladores, multiplexores de Entrada / Salida (I/O), controladores PID, etc., conectados en sub – redes. Aquí es frecuente encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestros. En este nivel se emplean los buses o redes industriales de campo que funcionan bajo protocolos como Fieldbus, Profibus, por mencionar algunos.

**Nivel de I/O.-** Es el nivel más próximo a las variables físicas de la planta. Aquí se hallan los sensores (transmisores) y actuadores encargados de medir y controlar los procesos productivos, respectivamente. Basados en la información que se recoge en este nivel, aplicaciones de control toman las decisiones necesarias que garanticen una correcta automatización y supervisión. En este nivel se emplean protocolos como: Seriplex, Hart, CanBus, AS- Inteface, etc.

### 1.4.3 TOPOLOGIAS DE RED<sup>4</sup>

Una red está compuesta por equipos que están conectados entre sí mediante líneas de comunicación (cables de red, etc.) y elementos de hardware

---

<sup>4</sup> <http://es.kioskea.net/contents/initiation/topologi.php3>

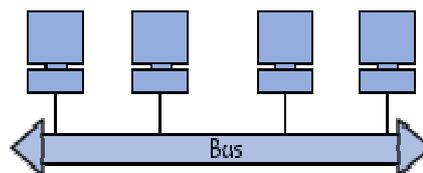
(adaptadores de red y otros equipos que garantizan que los datos viajen correctamente). La configuración física, es decir la configuración espacial de la red, se denomina topología física. Los diferentes tipos de topología son:

- Topología de bus
- Topología de estrella
- Topología en anillo
- Topología de árbol
- Topología de malla

La **topología lógica**, a diferencia de la topología física, es la manera en que los datos viajan por las líneas de comunicación. Es decir los protocolos de comunicación que utilizan, los protocolos más comunes son Ethernet, Profibus.

### ***Topología de bus***

La topología de bus es la manera más simple en la que se puede organizar una red. En la topología de bus, todos los equipos están conectados a la misma línea de transmisión mediante un cable, generalmente coaxial. La palabra "bus" hace referencia a la línea física que une todos los equipos de la red.

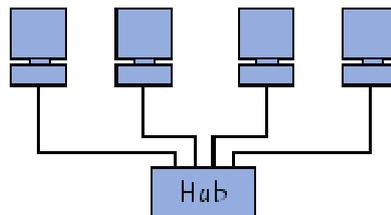


**Figura 1.7 Topología de bus**

La ventaja de esta topología es su facilidad de implementación y funcionamiento. Sin embargo, esta topología es altamente vulnerable, ya que si una de las conexiones es defectuosa, esto afecta a toda la red.

### ***Topología de estrella***

En la topología de estrella, los equipos de la red están conectados a un hardware denominado concentrador. Es una caja que contiene un cierto número de sockets a los cuales se pueden conectar los cables de los equipos. Su función es garantizar la comunicación entre esos sockets.

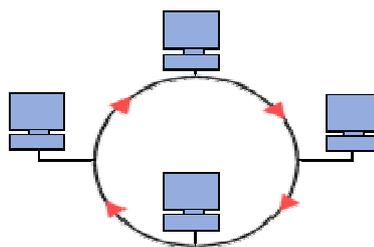


**Figura 1.8 Topología de estrella**

El punto crítico en esta red es el concentrador, ya que la ausencia del mismo imposibilita la comunicación entre los equipos de la red.

### ***Topología en anillo***

En una red con topología en anillo, los equipos se comunican por turnos y se crea un bucle de equipos en el cual cada uno "tiene su turno para hablar" después del otro.



**Figura 1.9 Topología en anillo**

En realidad, las redes con topología en anillo no están conectadas en bucles.

### ***Topología en árbol***

Topología de red en la que los nodos están colocados en forma de árbol. Desde una visión topológica, la conexión en árbol es parecida a una serie de redes en estrella interconectadas.

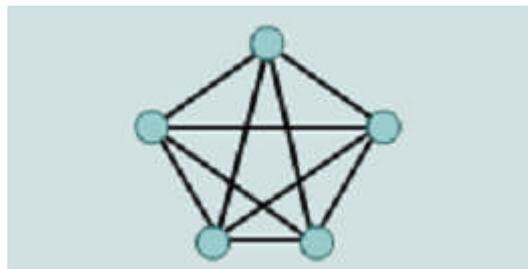
Es una variación de la red en bus, la falla de un nodo no implica interrupción en las comunicaciones. Se comparte el mismo canal de comunicaciones.



**Figura 1.10 Topología en árbol**

### ***Topología en malla***

La topología de malla se implementa para proporcionar la mayor protección posible para evitar una interrupción del servicio. El uso de una topología de malla en los sistemas de control en red de una planta. Como se puede observar en el gráfico, cada host tiene sus propias conexiones con los demás hosts.



**Figura 1.11 Topología en malla**

#### 1.4.4 BUSES DE CAMPO

Un bus de campo es un sistema full dúplex digital de transmisión de datos, que conecta dispositivos de campo y sistemas de automatización inteligentes con la red de una planta industrial.

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.<sup>5</sup>

Ventajas de un bus de campo

- El intercambio puede llevar a cabo por medio de un mecanismo estándar.
- Flexibilidad de extensión.

---

<sup>5</sup> <http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot271.nsf/VerityDisplay>

- Conexión de módulos diferentes en una misma línea.
- Posibilidad de conexión de dispositivos de diferentes procedencias.
- Distancias operativas superiores al cableado tradicional.
- Reducción masiva de cables y costo asociado.
- Simplificación de la puesta en servicio.

#### Desventajas de un bus de campo

- Necesidad de conocimientos superiores.
- Inversión de instrumentación y accesorios de diagnóstico.
- Costos globales inicialmente superiores.

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:

#### **1.4.4.1 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.

#### **1.4.4.2 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. 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.

#### **1.4.4.3 Buses de altas prestaciones**

Son capaces de soportar comunicaciones a nivel de todos los niveles de la producción CIM. 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:

- 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

#### **1.4.4.4 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.

## **CAPITULO II**

### **ANÁLISIS Y DISEÑO**

#### **2.1 ESPECIFICACIONES DE REQUISITOS DEL SISTEMA**

Cada PLC deberá ser capaz de controlar un determinado proceso mediante un lazo de control PID que se encarga de mantener estable dicho proceso (presión, flujo, caudal y temperatura).

Las interfaces HMI monitorearán cada proceso presentando en forma continua los diferentes estados, alarmas, eventos, históricos y seguridades de acceso a usuarios, además las interfaces deberán presentar al personal que lo manipule un entorno amigable y a su vez confiable.

Además se centralizará las cuatro estaciones a través de una red Ethernet la cual nos permitirá visualizar, supervisar y controlar las distintas estaciones.

De todo lo acotado anteriormente nuestro sistema SCADA deberá prestar todas las facilidades descritas con la consigna de mantener un nivel de seguridad para todo el personal que desee manipularlo, cabe mencionar que todo el sistema será de fácil acceso permitiendo de esta manera modificar o cambiar la programación

y la configuración de los distintos dispositivos que se encuentran inmersos en el mismo.

## 2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

Para la realización del presente proyecto, se ha estimado conveniente presentar la solución del problema en el diagrama de bloques que se muestra en la figura 2.1.

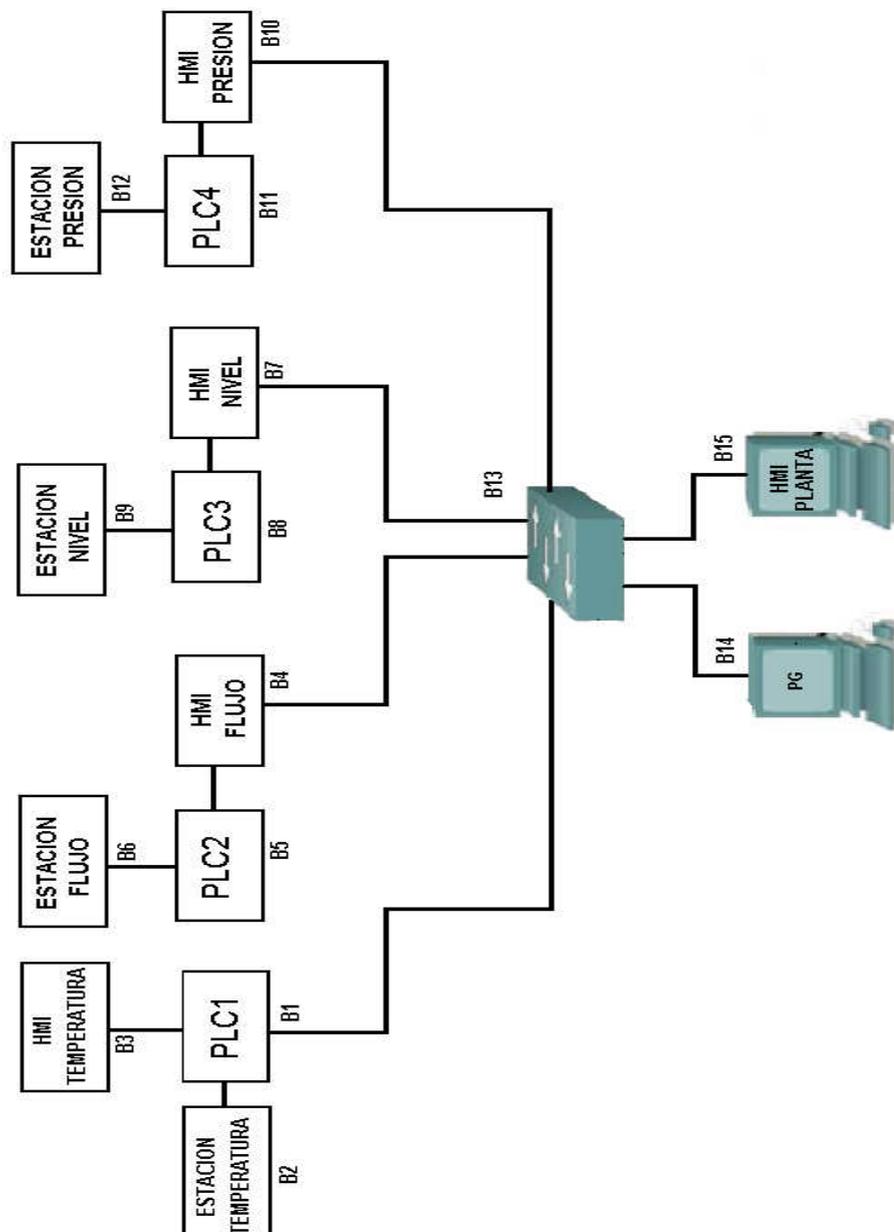


Figura 2.1 Diagrama de bloques del sistema

**B1.-** Representa al PLC Telemecanique que se emplea para el control de la estación de temperatura.

**B2.-** Es la representación de un proceso industrial de temperatura, el mismo que es monitoreado y controlado a través de un PLC ( Twido Twdlcae40drf).

**B3.-** Es la interface Humano Máquina (Magelis) donde se visualiza el estado y magnitud de funcionamiento de los sensores y actuadores de la estación de temperatura, así como también, alertará cuando se produzca un evento de alarma y detallará la hora se originó la misma.

**B4.-** Es la interface Humano Máquina (Red Lion) donde se visualiza el estado y magnitud de funcionamiento de los sensores y actuadores de la estación de flujo, así como también, alertará cuando se produzca un evento de alarma y detallará la hora que se originó la misma.

**B5.-** Representa al PLC SIEMENS S7-200 que se emplea para el control de la estación de flujo.

**B6.-** Es la representación de un proceso industrial de flujo, el mismo que es monitoreado y controlado a través de un PLC(Siemens S7-200).

**B7.-** Es la interface Humano Máquina (Red Lion G306) donde se visualiza el estado y magnitud de funcionamiento de los sensores y actuadores de la estación de nivel, así como también, alertará cuando se produzca un evento de alarma y detallará la hora que se originó la misma.

**B8.-** Representa al PLC ALLEN BRADLEY Micrologix 1200 que se emplea para el control de la estación de nivel.

**B9.-** Es la representación de un proceso industrial de nivel, el mismo que es monitoreado y controlado a través de un PLC (Allen Bradley Micrologix 1200).

**B10.-** Es la interface Humano Máquina (Red Lion) donde se visualiza el estado y magnitud de funcionamiento de los sensores y actuadores de la estación de presión, así como también, alertará cuando se produzca un evento de alarma y detallará la hora que se originó la misma.

**B11.-** Representa al PLC KOYO DL06 que se emplea para el control de la estación de presión con señales que provienen e ingresan de la misma, gestionar alarmas, comunicar el estado del proceso a un pantalla táctil y enlazarse a la red Ethernet.

**B12.-** Es la representación de un proceso industrial de presión, el mismo que es monitoreado y controlado a través de un PLC (Koyo DL06DR).

**B13.-** Switch Industrial el mismo que emplea para centralizar la red Ethernet y de esta forma tener acceso mediante un HMI-SCADA a los distintos procesos industriales.

**B14.-** Es la representación de una PC convencional o de una computadora, denominada PG (Unidad de Programación). A través de ésta, con el empleo del software TwidoSoft y Crimson, se puede entre otras cosas: programar y monitorear en línea al PLC telemecanique, configurar el hardware y descargar los programas a las pantallas Red Lion.

**B15.-** Es el HMI-SCADA donde se visualiza el comportamiento de los procesos industriales, así como también, alertará cuando se produzca un evento de alarma y detallará el proceso en el que originó el mismo.

## **2.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES**

Los elementos que se han tomado en cuenta para este proyecto se han seleccionado de acuerdo a su diseño, los mismos que se detallan a continuación de acuerdo a cada estación:

### **2.3.1 ESTACIÓN DE PRESIÓN**

La estación de control de proceso de presión, simula la operación de dos tanques de almacenamiento de un gas cualquiera (en nuestro caso aire a temperatura ambiental), que se pueden conectar a una carga consistente en un filtro y silenciador de aire, para de esta forma simular la caída de presión con la que tiene que trabajar el controlador. Para realizar el control se tienen varios elementos adicionales que se van a describir a continuación:

Posee un conversor I/P Watson Smith tipo 100X, que tiene una entrada de alimentación neumática de hasta 20 PSI, que será realmente la presión que se regule al estándar de 3 a 15 para el control de la válvula de posicionamiento; el mismo que toma al señal de 4 a 20 mA proveniente del controlador.

La válvula neumática regula la entrada de aire a los tanques de almacenamiento del aire para aumentar o disminuir la presión de los mismos. A la salida del tanque simultáneamente con la carga, se conecta la entrada neumática del transmisor de presión absoluta Rosemount modelo 300S1AAM5, quién mide la presión que está presente en ese momento en los tanques y envía la señal medida al controlador con un rango estándar de 4 a 20 mA.

Por lo descrito anteriormente para el control de esta estación se utilizará un PLC KOYO DL06 con un módulo de expansión analógico F0-4AD2DA-1; el mismo que puede comunicarse con la touch panel Red Lion G306 a través de una interfase RS232 directamente, ya que la Red Lion al ser un dispositivo estándar cuenta con los drivers K-Sequence propia de Koyo.

Por la necesidad de que todas las estaciones deben estar en red y al no disponer de un módulo Ethernet para el PLC Koyo, se tomo la opción de configurar a la Red Lion como un esclavo Modbus TCP/IP, con lo cual se consiguió colgar el proceso de presión a la red Ethernet.

El listado de los elementos utilizados para la estación de presión se observa en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Elementos de la estación de presión**

Item	Cantidad	Descripción
1	1	PLC KOYO DL06
2	1	MODULO ANALOGO F0-4AD2DA-1
3	1	TOUCH PANEL RED LION G306
4	1	TRANSMISOR DE PRESION ROSEMOUNT
5	1	CONVERSOR DE CORRIENTE A PRESION
6	1	COMPRESOR
7	1	SWITCH INDUSTRIAL

### **2.3.2 ESTACIÓN DE NIVEL**

La estación de control de proceso de nivel, simula la operación de un tanque de almacenamiento líquido (agua) el cual con una válvula manual genera la carga para de esta forma descargar el agua del proceso al tanque de almacenamiento. Para el control de la estación de nivel se posee de un conversor I/P Watson Smith tipo 100X, que tiene una entrada de alimentación neumática de hasta 20 PSI, que será realmente la presión que se regule al estándar de 3 a 15 para el control de la válvula de posicionamiento; el mismo que toma la señal de 4 a 20 mA proveniente del controlador.

La válvula neumática regula el caudal de entrada de agua al tanque de proceso para aumentar o disminuir el nivel del agua. En la parte inferior del tanque se tiene un transmisor de presión diferencial Foxboro IDP10-T22B21F-L1 quién mide el nivel de agua que está presente en ese momento en el tanque restando la presión absoluta de la diferencial y envía la señal medida al controlador con un rango estándar de 4 a 20 mA.

Por lo descrito anteriormente para el control de esta estación se utilizará un PLC ALLEN BRADLEY Micrologix 1200 con un módulo de expansión analógico 1762-IF2OF2; el mismo que puede comunicarse con la touch panel Red Lion G306 a través de una interfase RS232 directamente, ya que la Red Lion al ser un dispositivo estándar cuenta con los drivers DF1 Master propia de Allen Bradley. Para este PLC tampoco se dispone de un módulo Ethernet por lo que también la

Red Lion será un esclavo Modbus.

Los elementos que se utilizó para la estación de nivel se visualizan en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2 Elementos de la estación de nivel**

Item	Cantidad	Descripción
1	1	PLC ALLEN BRADLEY MICROLOGIX 1200
2	1	MODULO ANALOGO 1762-IF2OF2
2	1	TOUCH PANEL RED LION G306
5	1	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL FOXBORO IDP10-T22B21F-L1
6	1	CONVERSOR DE CORRIENTE A PRESION
7	1	VALVULA NEUMATICA
8	1	MOTOR ½ HP; 3450 RPM

### 2.3.3 ESTACIÓN DE FLUJO

La estación de control de proceso de flujo, simula el control del caudal de un líquido (agua) a través de una tubería.

Para el control de la estación de flujo se posee de un variador de frecuencia que maneja una bomba; el mismo que toma al señal de 4 a 20 mA proveniente del controlador.

La bomba aumenta o disminuye el flujo de agua en el sensor tipo placa orificio según sea el caso. En la tubería del proceso se tiene un transmisor de presión diferencial quién mide el flujo de agua y envía la señal medida al controlador con un rango estándar de 4 a 20 mA.

Por lo descrito anteriormente para el control de esta estación se utilizará un PLC SIEMENS S7-200 con un módulo de expansión analógico EM 235; el mismo que puede comunicarse con la touch panel Red Lion G306 a través de una interfase RS485 directamente, ya que la Red Lion al ser un dispositivo estándar cuenta con los driver PPI propio de Siemens.

Este PLC si dispone de módulo Ethernet con protocolo lógico TCP/IP Master, teniendo en cuenta que nuestro OPC es específico para Modbus TCP/IP se optó también que la Red Lion sea un esclavo Modbus.

El listado de los elementos utilizados en la estación de flujo se observa en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3 Elementos de la estación de flujo**

<b>Item</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
1	1	PLC SIEMENS S7-200
2	1	MODULO ANALOGO EM235
2	1	TOUCH PANEL RED LION G306
5	1	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL ROSEMOUNT 300S1AAM5
6	1	CONVERSOR DE CORRIENTE A PRESION
7	1	DRIVE DE VELOCIDAD
8	1	MOTOR 3/4 HP; 3450 RPM

#### **2.3.4 ESTACIÓN DE TEMPERATURA**

El sistema de control de temperatura, permite mantener constante la temperatura de un horno de control por níquelina, para ello se sirve de un elemento controlador electrónico, un transmisor de temperatura Rosemount 644 el cual utiliza como elemento primario de medición un termopar tipo J e internamente hace el acondicionamiento a una señal estándar de 4 a 20 mA, que se utilizará como entrada al controlador. El actuador en esta estación es solamente un control de accionamiento de varios triacs que actúan solamente en base a un control de fase directo, que controla la potencia media suministrada en forma proporcional a la níquelina por medio de la señal estándar de 4 a 20 mA entregada por el controlador que modifica el ángulo de disparo de control de fase.

Por lo acotado anteriormente para el control de esta estación se utilizará un PLC Telemecanique TWDLCAE40DRF con un módulo de expansión analógico TWDAMM3HT; el mismo que puede comunicarse con la touch panel Magelis XBTGT 2130 a través de una interfase RS485 directamente por ser equipos del mismo fabricante (Schneider Electric).

El PLC twido tiene la ventaja de contar con un puerto Ethernet con el que se le colgara a la red y de esta forma acceder a los datos desde Intouch a través de un I/O server.

Los elementos que se utilizó para la estación de temperatura se visualizan en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4 Elementos de la estación de temperatura**

<b>Item</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
1	1	PLC TELEMECANIQUE TWDLCAE40DRF
2	1	MODULO ANALOGO TWDAMM3HT
3	1	TOUCH PANEL MAGELIS XBTGT 2130
4	1	TRANSMISOR DE TEMPERATURA ROSEMOUNT 644
5	1	PT-100
6	1	HORNO

## **2.4 DISEÑO DEL HARDWARE**

### **2.4.1 DISEÑO DE LOS PLANOS ELECTRICOS**

El diseño de los planos eléctricos se los realizó tomando como base los planos originales de cada estación, los cuales fueron la base inicial para el reconocimiento de las partes eléctricas y electrónicas de las mismas, los cuales se encuentran detallados en los anexos B1.

### **2.4.2 DISEÑO DE LOS PLANOS P&ID**

El diseño de los planos P&ID se los realizó en base a los planos originales de cada estación los cuales se encuentran detallados en los anexos B2.

### **2.4.3 DISEÑO DE LOS DIAGRAMAS DE LAZO**

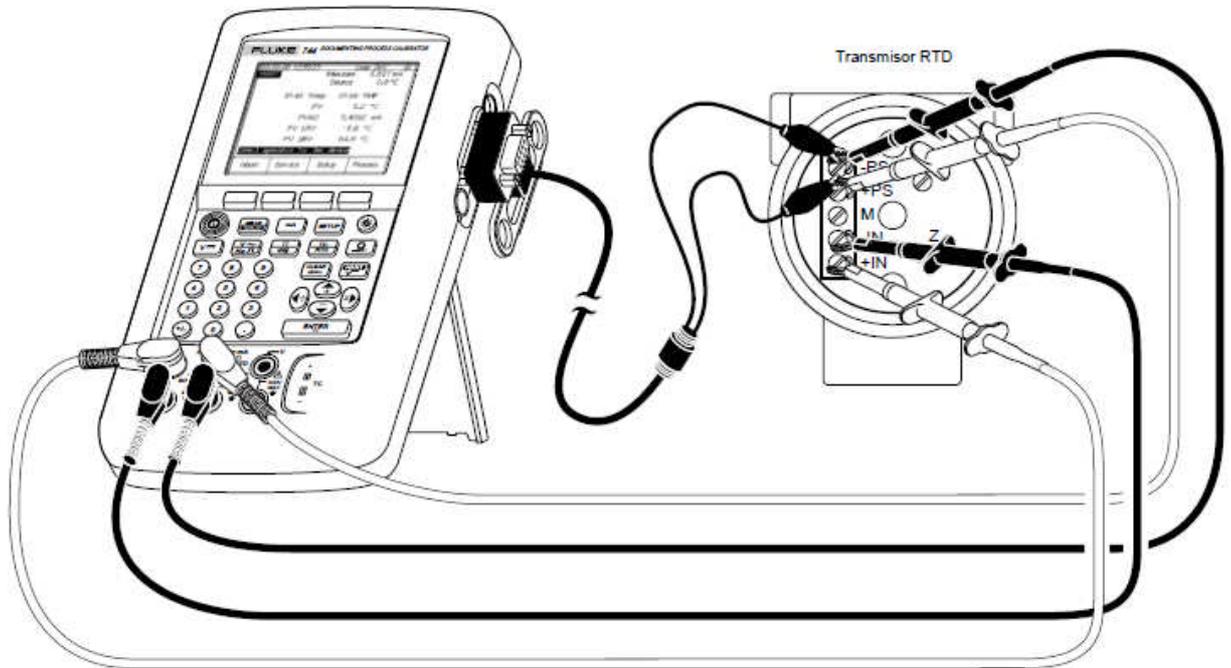
El diseño de los diagramas de lazo se los realizó de acuerdo a los planos originales de cada estación los cuales se encuentran detallados en los anexos B3.

### **2.4.4 CONEXIÓN A UN TRANSMISOR HART**

Para conectarse y comenzar a comunicarse con un transmisor HART, visualice la figura 2.2 y proceda como sigue:

Nota:

Si sólo desea una conexión de comunicaciones a un transmisor que está encendido en un bucle, todo lo que tiene que hacer es conectar las pinzas de conexión del HART a los terminales del bucle de alimentación en el transmisor y pulsar HART.



**Figura 2.2 Conexión a un transmisor Hart**

#### **2.4.5 PROCEDIMIENTO PARA CONEXIÓN A UN TRANSMISOR HART**

1. Conecte los conectores mA del calibrador a los terminales del bucle de alimentación del transmisor.
2. Enchufe el cable de la interfaz HART en el puerto en serie denominado SERIAL PORT, luego conecte las pinzas de conexión a los mismo terminales del paso.
  - No hay polaridad correcta o incorrecta.
3. Pulse la tecla Hart.

Nota:

El símbolo de la raíz cuadrada en la tecla Hart sólo indica el modo de calculadora. En todos los otros casos, no hay una función de raíz cuadrada asociada con la

tecla Hart.

4. Si el transmisor no está alimentado por una fuente de alimentación de bucle, pulse la tecla programable **Alimentación bucle** para activar la alimentación de bucle de 24 V.

Nota:

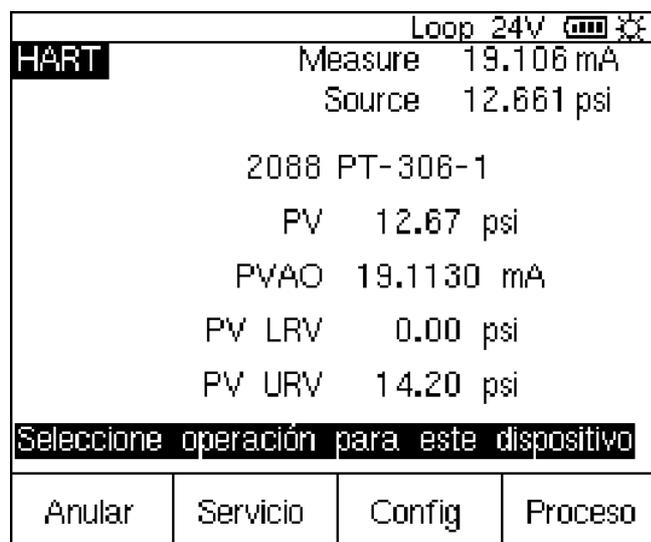
El calibrador proporciona la alimentación de bucle a través de una resistencia interna en serie de 250 ohmios.

Si el calibrador muestra una medición de 0 mA, verifique una posible inversión en los conductores de corriente.

Si se utiliza una fuente externa de alimentación de bucle, debe conectarse una resistencia con valor entre 230 ohmios y 270 ohmios en serie con ésta y el transmisor.

5. El calibrador ensaya la Dirección poll 0 (sólo un transmisor por bucle); si no se establece la conexión, pulse la tecla programable **Poll** para explorar las direcciones poll desde la 1 hasta la 15 (derivación múltiple).

6. Una vez que el calibrador logra establecer la comunicación con el transmisor, aparece la pantalla del Dispositivo activo como se indica en la figura 2. En el caso de una configuración en derivación múltiple, debe seleccionar un transmisor de una lista y pulsar ENTER.



**Figura 2.3 Pantalla de Dispositivo Activo**

La pantalla del Dispositivo activo mostrado en la Figura 2.3 proporciona la siguiente información para todos los transmisores soportados o genéricos:

- Dirección poll (si es distinta de 0)
- Número de modelo y Etiqueta
- PV (variable primaria)
- PVAO (representación digital de la salida analógica)
- PV LRV (valor del rango inferior de la PV)
- PV URV (valor del rango superior de la PV)
- Teclas programables para acceder a los menús de funcionamiento del HART.

## **2.5 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL**

Para el desarrollo del software de control del presente proyecto se empleó el lenguaje de diagrama de contactos (KOP) por ser la técnica de programación más compatible con los circuitos de control industrial caracterizados por el predominio de señales discretas de entrada y salida.

El software utilizado para realizar la programación del PLC KOYO DL06DR se denomina DirectSoft32 con la versión 4.0, para el PLC SIEMENS S7-200 utilizamos MicroWIN versión 4.0, para el PLC MicroLogix utilizamos el RSLogix 500, mientras que para la programación del PLC TWIDO TWDLCAE40DRF se denomina TwidoSoft con la versión 3.2, en cada uno de los programas se configuran los distintos parámetros para el correcto funcionamiento de los autómatas.

Para notar las ventajas y desventajas de un control distribuido de un control centralizado, se realizan dos filosofías de control:

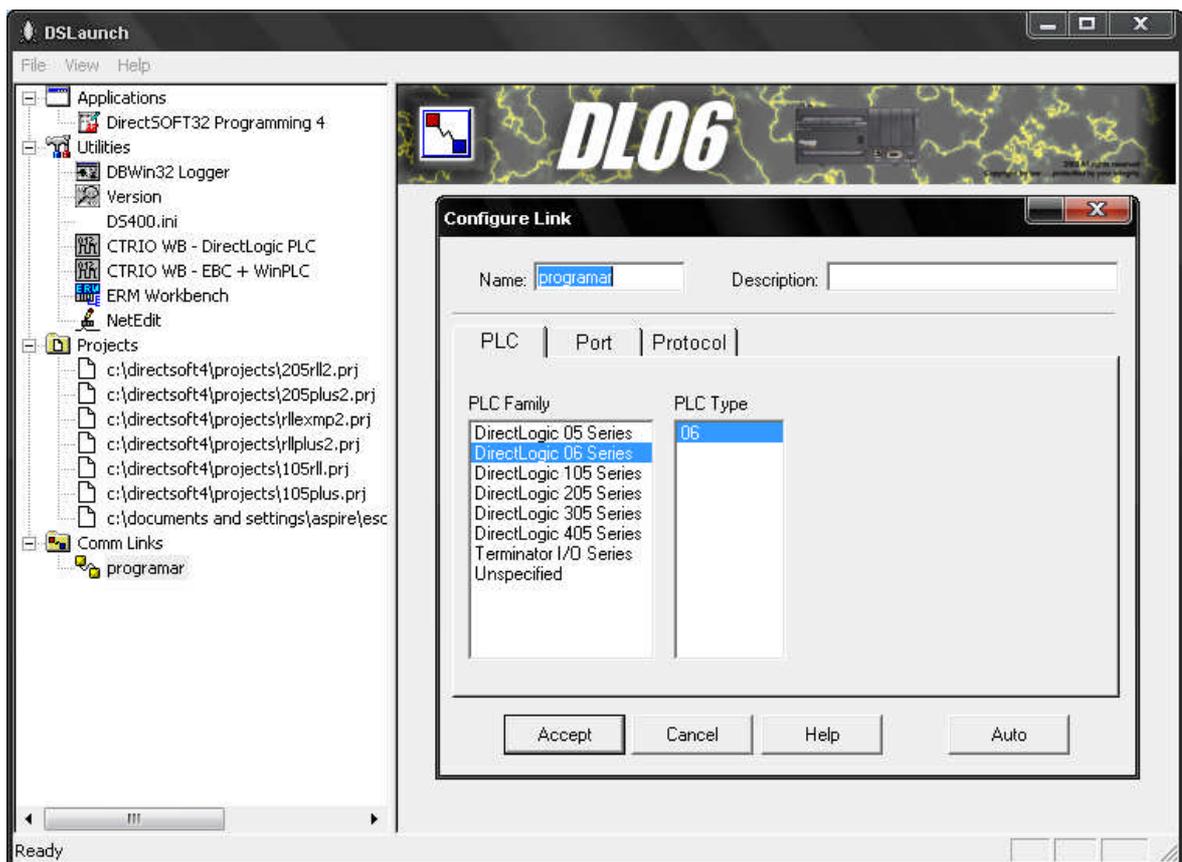
Primera filosofía de control: Consiste en que cada PLC realice el control distribuido de cada estación, complementando con un HMI local de supervisión y monitoreo.

Segunda filosofía de control: Consiste en que exista un PLC maestro ( para

nuestra aplicación PLC twido ) y que los restantes PLC's (Siemens S7-200, Koyo DL06DR, y Micrologix 1200) actuen como esclavos. Para lograr transferir los datos de un PLC a otro, se da la necesidad de utilizar a las pantallas Red Lion como gateway consiguiendo de esta manera un óptimo intercambio de datos.

### 2.5.1 PROGRAMA DE USUARIO DE LA ESTACION DE PRESION

Para realizar el programa de control de la estación de presión se ejecutará primero el manejador de comunicaciones de Direct Soft con lo que aparecerá la pantalla que se muestra en la figura 2.4, en la que se crea un link para que se pueda comunicar la PC con el PLC en la que se especifica el modelo de PLC, la dirección que lo identifica, el protocolo y puerto de comunicación.



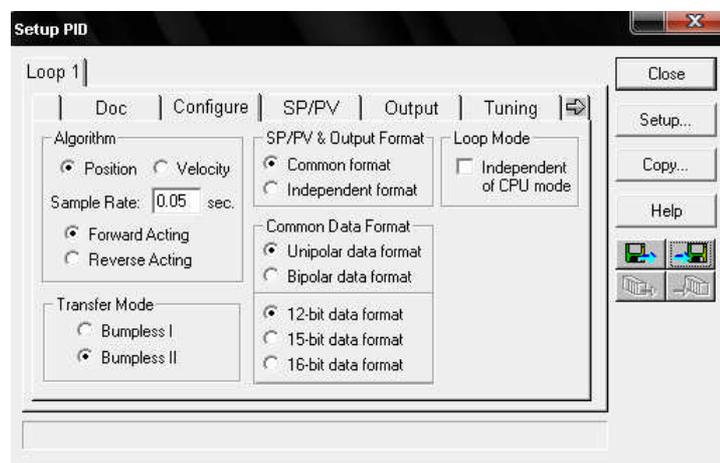
**Figura 2.4** Página principal DirectSoft

Una vez configurado el link en DSLaunch se crea un nuevo proyecto en DirectSoft Donde primeramente configuramos los parámetros del módulo analógico, ya que el mismo debe estar funcionando correctamente antes de comenzar la

configuración de lazo PID.

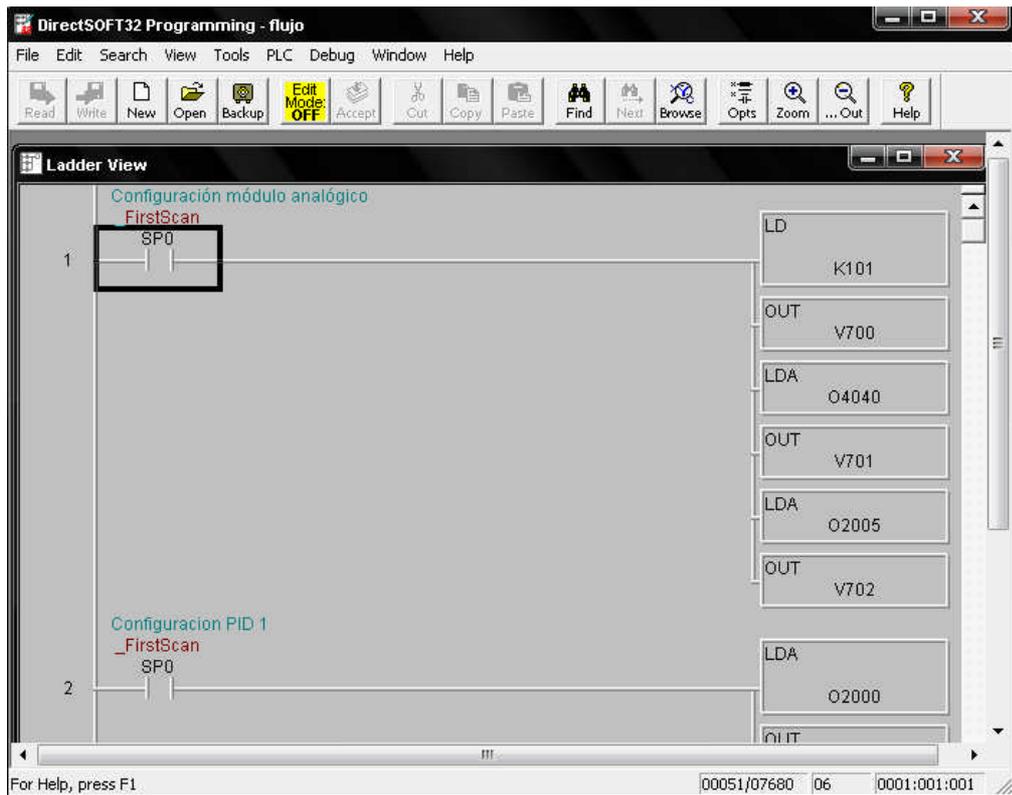
En el PLC DL06 no existe una "instrucción de PID" en la programación ladder, como en otros PLCs. En vez de eso, la CPU lee los parámetros de direcciones reservadas de memoria.

Cuando se haya definido la tabla PID en la memoria V, se continúa con la configuración del lazo PID con ayuda del diálogo de DirectSoft mostrado en la figura 2.5, aquí se debe llenar todos los datos requeridos para hacer funcionar el lazo PID correctamente.



**Figura 2.5 Ventana de configuración del PID**

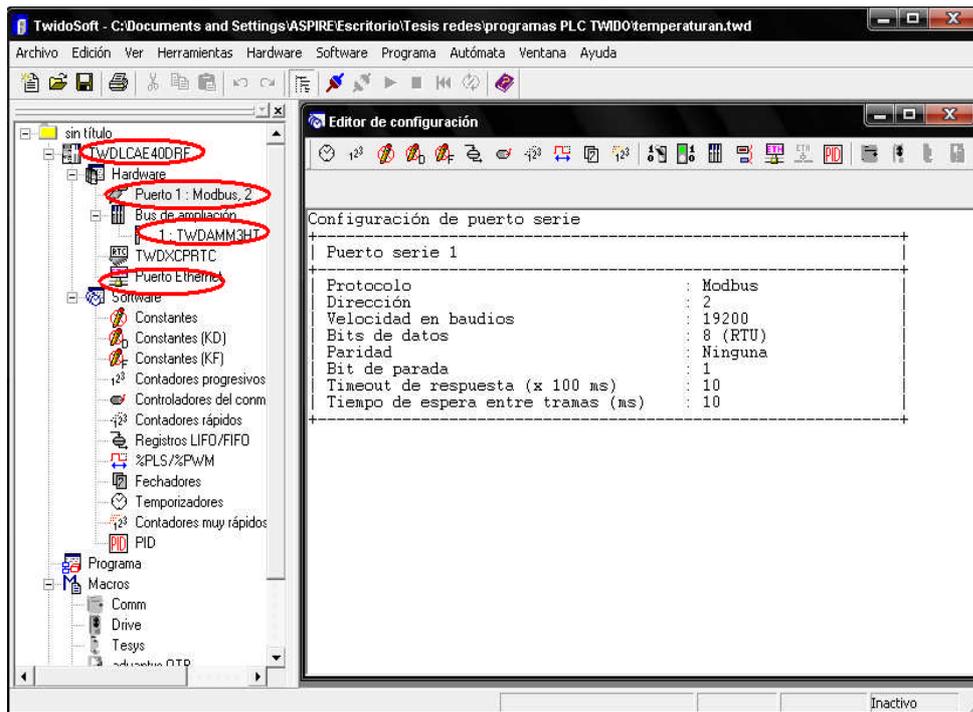
Una vez realizado las configuraciones correspondientes se tiene el programa de aplicación para el PLC KOYO como se muestra en el anexo C y la Figura 2.6, el mismo que será descargado al PLC.



**Figura 2.6 Programa de aplicación para el PLC DL06**

## **2.5.2 PROGRAMA DE USUARIO DE LA ESTACION DE TEMPERATURA**

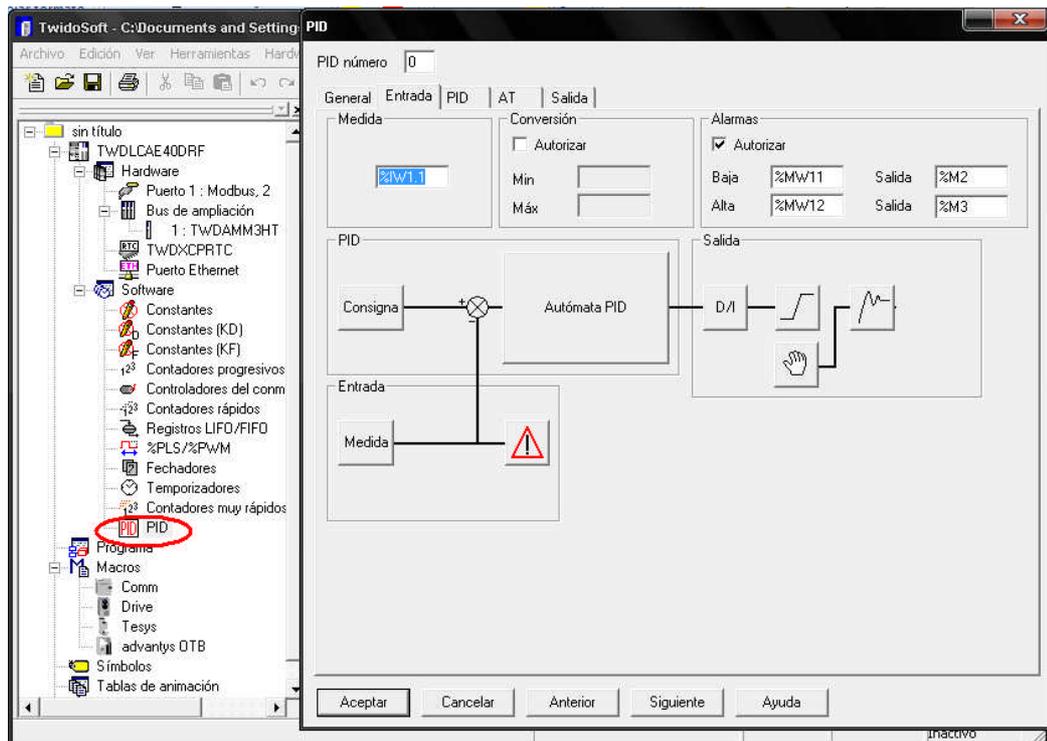
Para realizar el programa de control de la estación de temperatura se ejecutará TwidoSoft con lo que aparecerá la pantalla que se muestra en la figura 2.7, donde como en el caso anterior se debe configurar el modelo de PLC, el puerto de comunicación, el módulo analógico, adicionalmente en el PLC twido se configura el puerto Ethernet que deberá tener una IP única de la red.



**Figura 2.7** Página principal Direct Soft

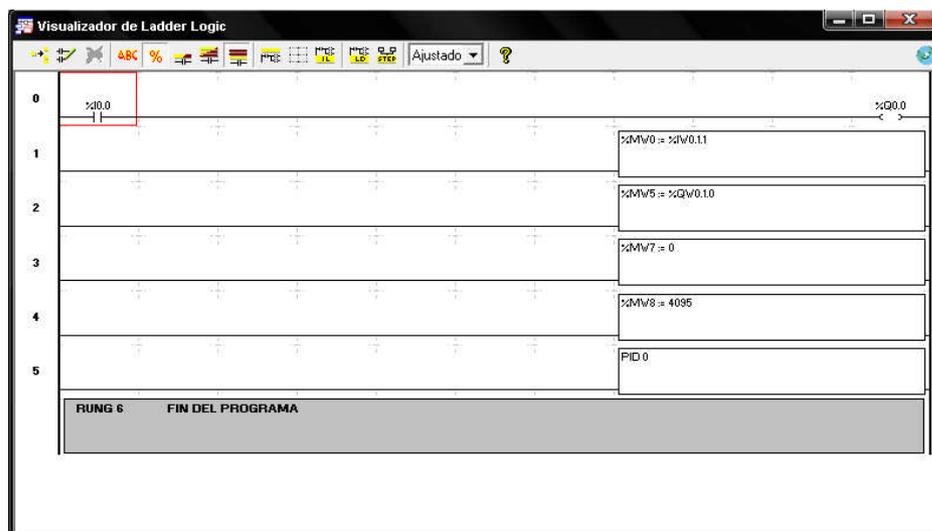
Para configurar el lazo PID se debe abrir la pantalla de configuración que se muestra en la figura 2.8, donde se llenan todos los parámetros requeridos en las diferentes pestañas de tal forma que el lazo PID funcione correctamente.

Cabe mencionar que algunos parámetros del Lazo PID están direccionados a localidades de memoria, esto se lo hace con el propósito de intercambiar datos con la HMI.



**Figura 2.8 Pantalla de configuración PID**

Una vez realizadas las configuraciones correspondientes se procede a realizar el programa de aplicación para el PLC TWIDO como se muestra en el anexo C y la Figura 2.9, el mismo que será descargado al PLC



**Figura 2.9 Programa de aplicación PLC Twido**

### 2.5.3 PROGRAMA DE USUARIO DE LA ESTACION DE FLUJO

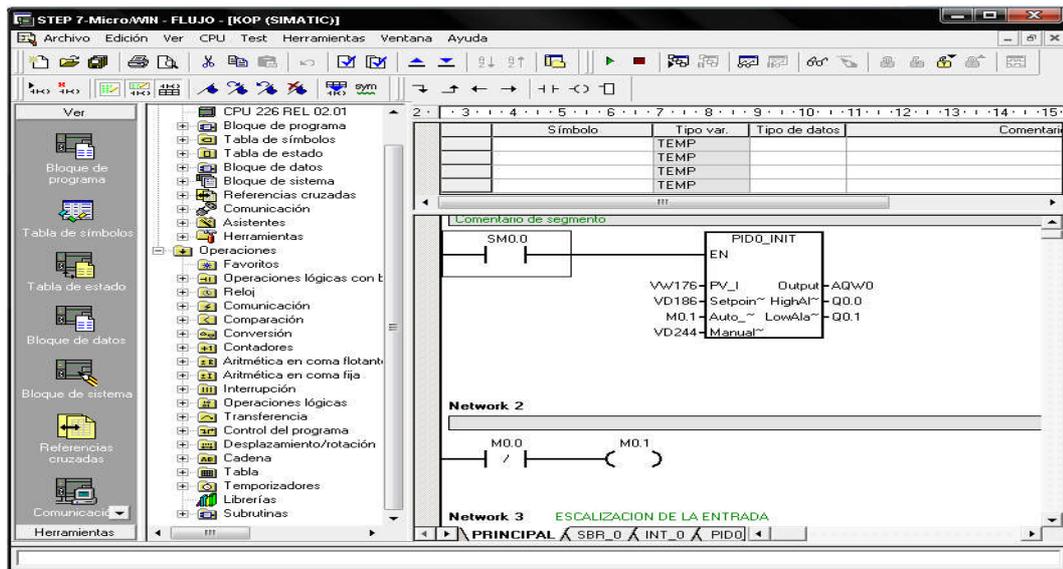
Para realizar el programa de control de la estación de flujo se ejecutará Step 7 MicroWin, donde se debe configura de igual manera el modelo de PLC, y la comunicación.

Para la configuración del PID Step 7 existe un asistente de configuración que se muestra en la figura 2.10, donde paso a paso se ingresan los distintos parámetros, donde al finalizar el asistente se creará una subrutina a la que se le llamará en el programa principal.



**Figura 2.10 Asistente de configuración PID**

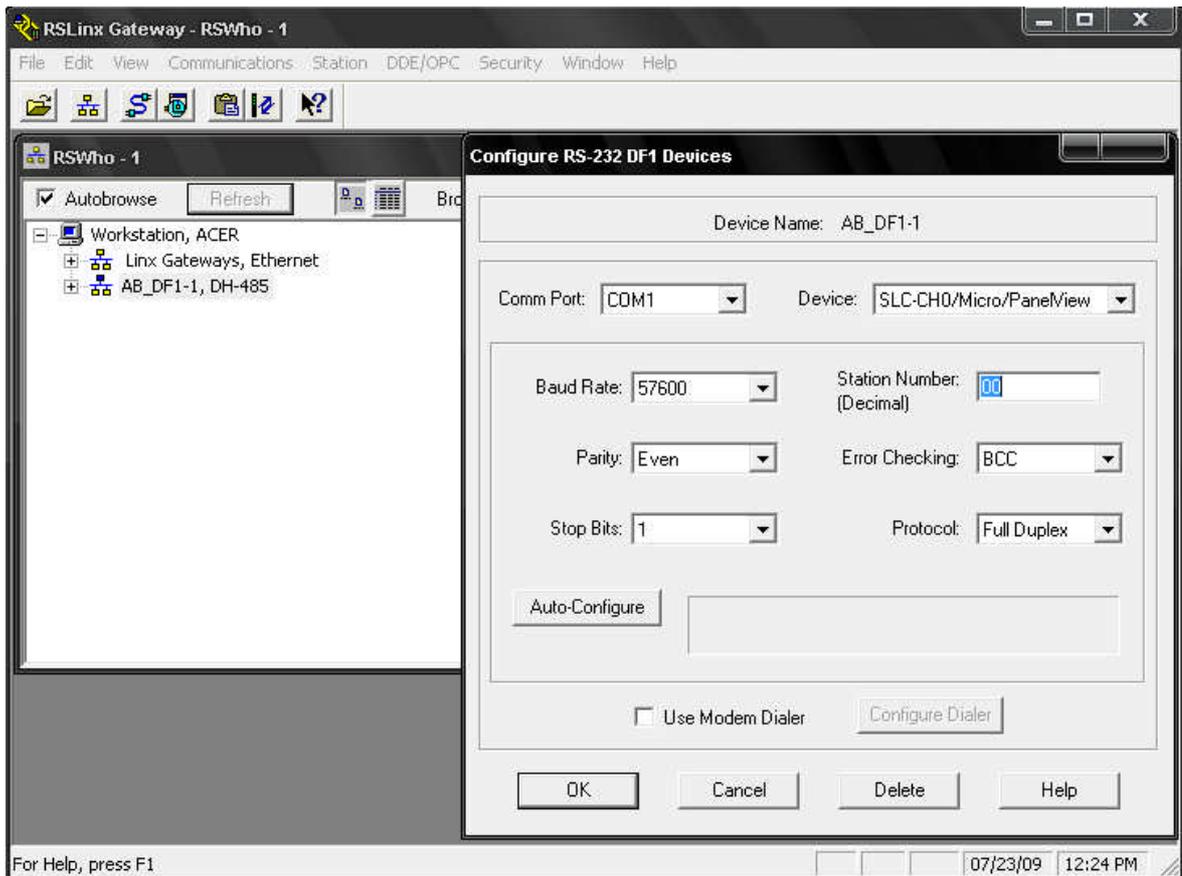
Una vez terminado el asistente se procede a realizar el programa de aplicación para el PLC S7-200 como se muestra en el anexo C. Figura 2.11, el mismo que será descargado al PLC para su funcionamiento.



**Figura 2.11 Programa de aplicación PLC S7-200**

#### **2.5.4 PROGRAMA DE USUARIO DE LA ESTACION DE NIVEL**

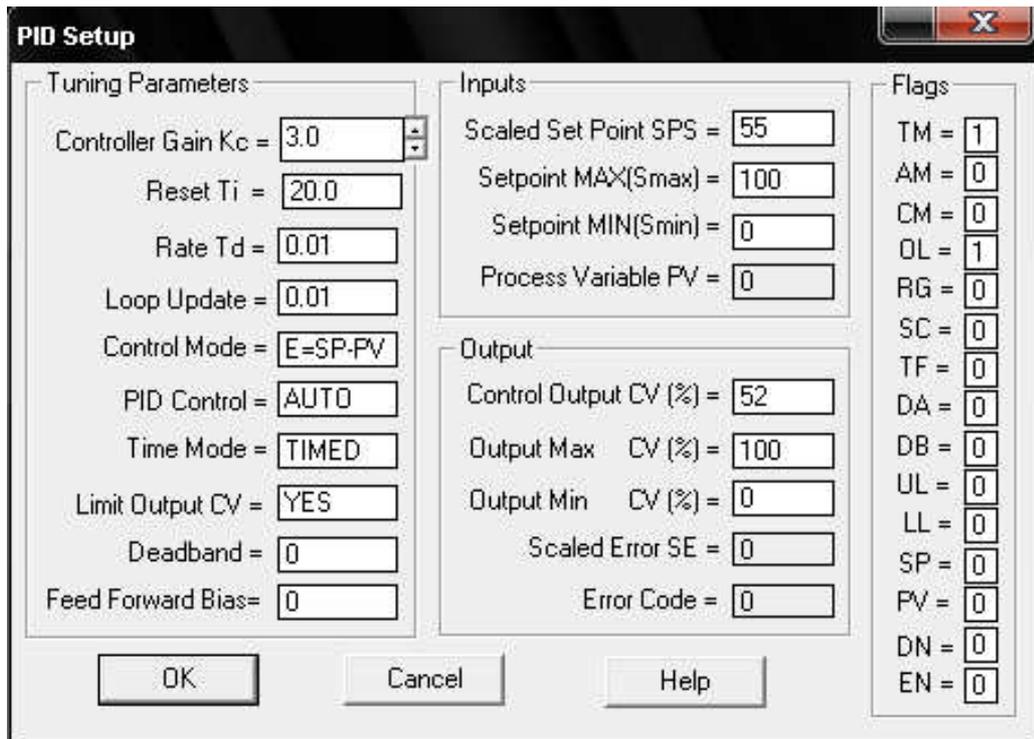
Para realizar el programa de control de la estación de nivel se configurará primero el manejador de comunicaciones de Allen Bradley que es el RSLinx, en la que se crea un link para que se pueda comunicar la PC con el PLC y se especifica la dirección que lo identifica, el protocolo y puerto de comunicación, como se muestra en la figura 2.12.



**Figura 2.12** Página configuración de RSLinx

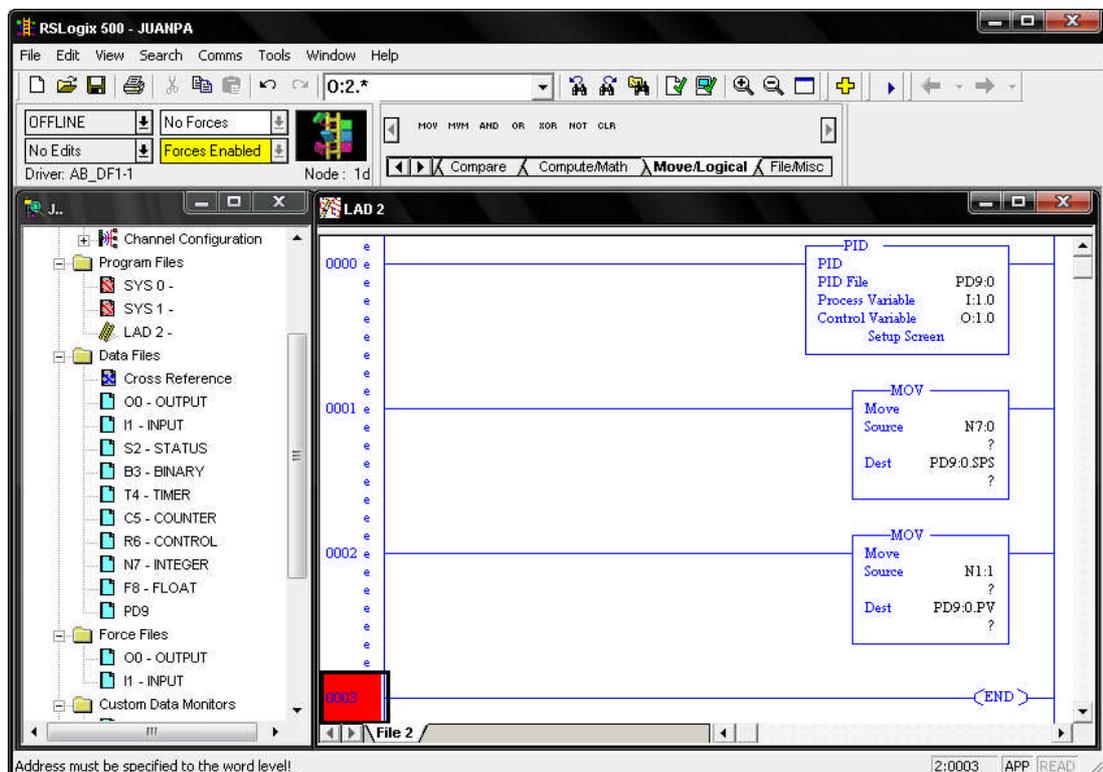
Una vez configurado el link en RSLinx se crea un nuevo proyecto en RSLogix donde primeramente se configuran los parámetros del módulo analógico, ya que las señales deben estar escaladas para el lazo PID.

Para configurar el lazo PID se debe abrir la pantalla de configuración que se muestra en la figura 2.13, donde se llenan todos los ítems requeridos de tal forma que el lazo PID funcione correctamente.



**Figura 2.13 Ventana de configuración del PID**

Una vez realizado las configuraciones correspondientes se tiene el programa de aplicación para el PLC MicroLogix como se muestra en el anexo C y la Figura 2.14, el mismo que será descargado al PLC.



**Figura 2.14 Programa de aplicación para el PLC KOYO DL06**

## 2.6 DISEÑO DE LA RED DE CONTROL

La red Ethernet está compuesta por un cliente y varios servidores que son: la PC que actúa como cliente y las tres Red Lion con el PLC twido como servidores esto se define en función de quien realiza una solicitud o quien responde a un dispositivo remoto

Al llegar los datos al cliente los datos se los gestiona por medio de un OPC llamado IOserver, que está específicamente diseñado para el protocolo Modbus TCP/IP.

En la figura 2.15 se observa la configuración del OPC IOserver en donde se crea el tópic (Modo de comunicación) para cada dispositivo cada uno con una IP única. Primero se configuró la dirección IP del PC, PLC y las pantallas Red Lion cada uno con un IP único y con una máscara de subred común, con el objetivo de lograr enlazarlos.

**IP (PLC):** 192.168.1.3

Mascara de Subred (PLC): 255.255.255.0

**IP (PC):** 192.168.1.6

Mascara de Subred (PC): 255.255.255.0

**IP (Red Lion flujo):** 192.168.1.10

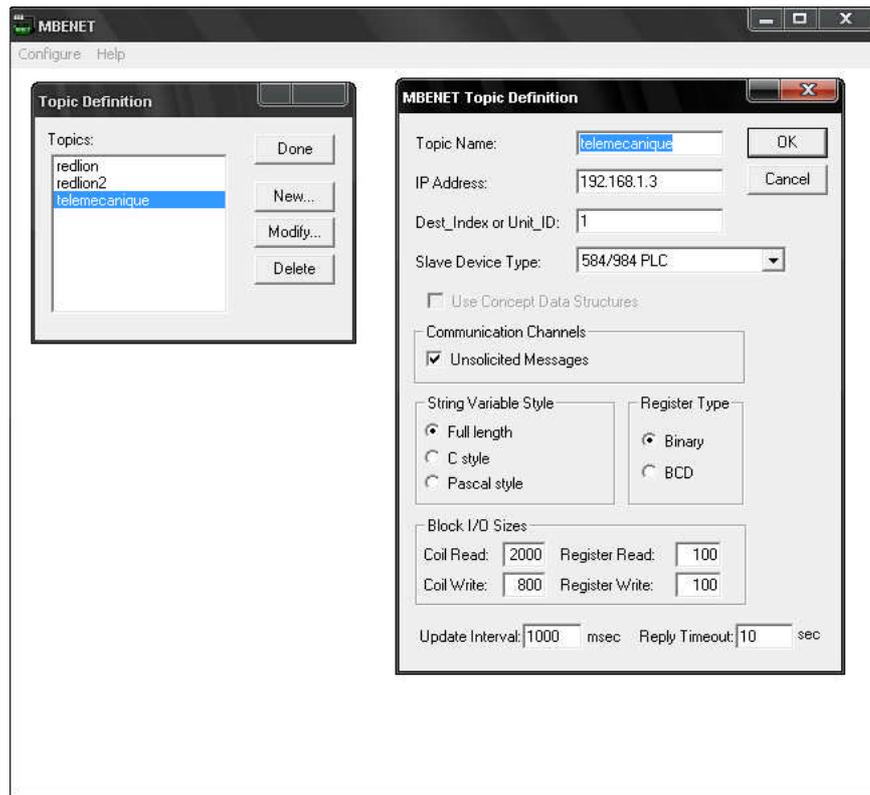
Mascara de Subred (Red Lion flujo): 255.255.255.0

**IP (Red Lion presión):** 192.168.1.11

Mascara de Subred (Red Lion presión): 255.255.255.0

**IP (Red Lion nivel):** 192.168.1.12

Mascara de Subred (Red Lion nivel): 255.255.255.0



**Figura 2.15 Pantalla de configuración MBENET**

## 2.7 DISEÑO DE LAS INTERFASES HMI

Debido a las características que el sistema SCADA requiere; se debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- El diseño de los HMI's deberán brindar un entorno semejante a cada una de las estaciones de procesos didácticos.
- Permitirá observar información de alarmas, eventos, históricos, entre otros.

Por lo tanto utilizando las pantallas táctiles MAGELIX XBTGT 2130, RED LION G306 e INTOUCH se han diseñado las páginas respectivas de acuerdo a los requerimientos de cada estación, tomando en cuenta los siguientes criterios para su diseño.

- Teniendo en cuenta los principios de la usabilidad, se han tomado las recomendaciones que entre otros aspectos contemplan utilizar colores de fondo de tonos pasteles, no exagerar el uso de colores, controles e

imágenes, incluir solo la información necesaria y estandarizar los botones de comando en todas las páginas.

- Relacionar los controles e indicadores con los bloques de datos provenientes del PLC.
- Incluir las líneas de código, operaciones matemáticas y propiedades que sean necesarias para las interfaces HMI. Se debe tener muy claro, que estas no deben incluir por ningún motivo líneas de programa que sean parte de la lógica de control del proceso, aún cuando esto sea posible.
- El paradigma de un HMI es que la máquina debe funcionar aún cuando el HMI se encuentre fuera de funcionamiento. Es decir que el control que realiza un HMI es únicamente supervisorio.

## 2.7.1 HMI DEL PROCESO DE PRESION

### 2.7.1.1 Página INICIO

Contiene una portada de presentación en la cual se indica el nombre del proceso, como se puede observar en la figura 2.16.

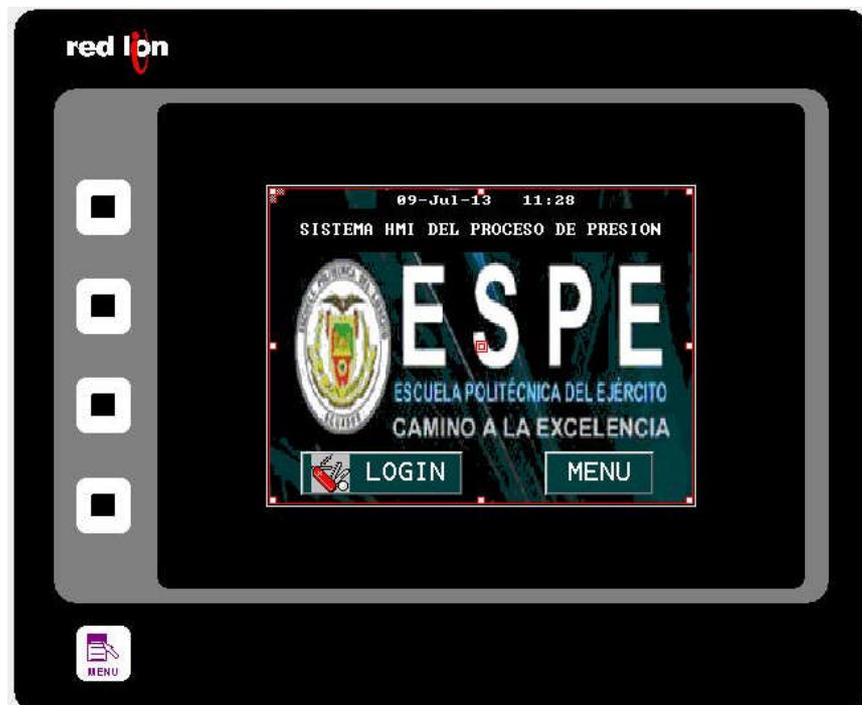


Figura 2.16 Página INICIO

### 2.7.1.2 Página LOGIN

Esta página está diseñada para ingresar el nombre y la contraseña del usuario que va a manipular el HMI, para que se le habiliten los respectivos privilegios del mismo. Ver figura 2.17.



Figura 2.17 Página LOGIN

### 2.7.1.3 Página MENU

La página está diseñada para contener el menú de entrada al HMI, considerando 5 aspectos primordiales:

1. Proceso
2. Alarmas
3. Tendencias
4. Históricos
5. PID

Adicionalmente se presentará la hora. Ver figura 2.18.



Figura 2.18 Página MENU

### 2.7.1.4 Página PROCESO

Uno de los objetivos del HMI es visualizar el estado de funcionamiento de los componentes sensores, actuadores, para el efecto, se relaciona cada objeto con su respectivo tag. Ver figura 2. 19.

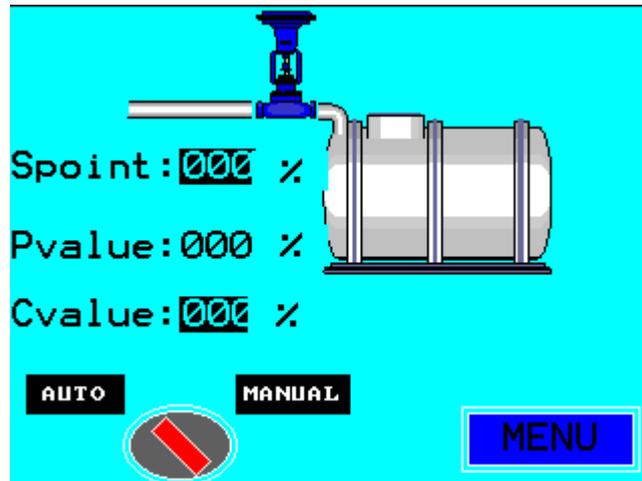


Figura 2.19 Página PROCESO

### 2.7.1.5 Página TENDENCIAS

En esta página se mostrará en forma gráfica, la variación de las variables del proceso. Ver figura 2.20.



Figura 2.20 Página TENDENCIAS

### 2.7.1.6 Página PID

Permite visualizar y cambiar las constantes del lazo PID que se encuentra ejecutando en el PLC. Ver figura 2.21.

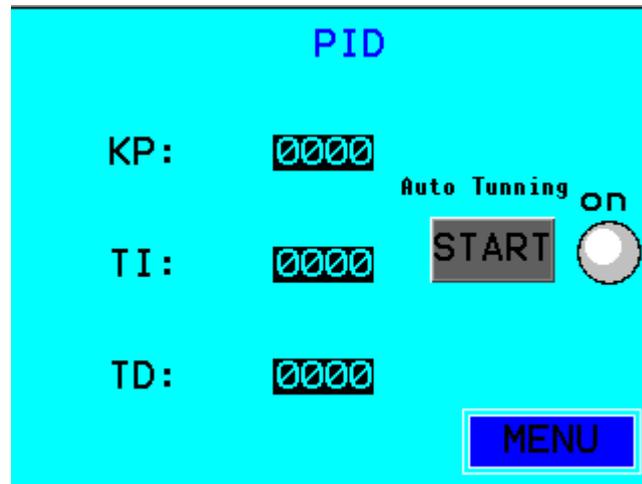


Figura 2.21 Página PID

### 2.7.1.7 Página HISTORICO

Permite llevar un registro gráfico de las variables: Punto de Ajuste, Valor de Proceso y Valor de Control, con sus teclas de función se puede escoger un intervalo de fecha en el que quiere que se presente el gráfico Ver figura 2.22.

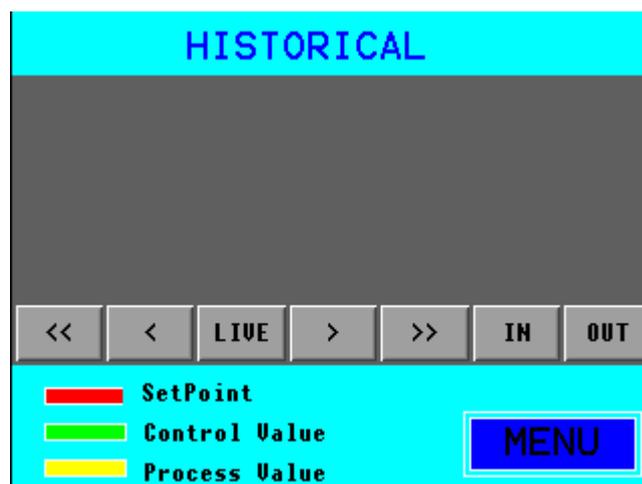
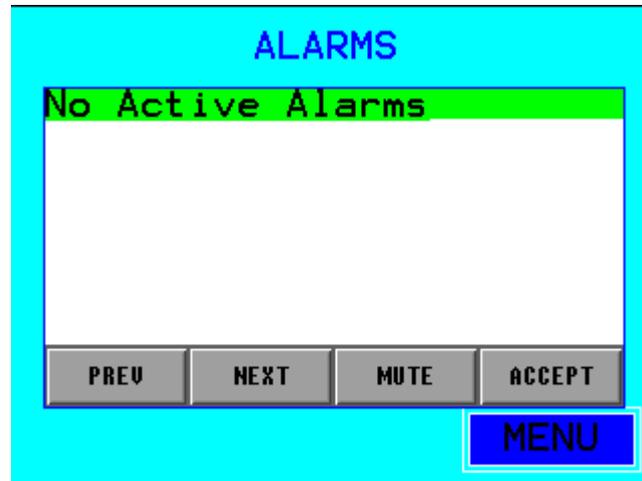


Figura 2.22 Página HISTORICO

### 2.7.1.8 Página ALARMAS

Uno de los aspectos elementales de un HMI es el de proporcionar información

acerca de las alarmas suscitadas durante el funcionamiento del proceso. Dado que las alarmas proceden de variables discretas, la activación y presentación en la pantalla sucede cuando el estado de dichas variables pasa a un estado de encendido. Ver figura 2.23.



**Figura 2.23** Página ALARMAS

El diseño de las pantallas para los procesos de nivel y flujo son similares a los de presión ya que la supervisión se la hace con la misma pantalla.

## **2.7.2 HMI DEL PROCESO DE TEMPERATURA**

El diseño de las diferentes páginas de la touch panel magelis es similar a los diseñados en la touch panel red lion con la única diferencia de que la magelis es a escala de grises como se puede observar en la figura 2.24.



**Figura 2.24** Pantalla Magelis

### 2.7.3 HMI GENERAL DE LAS ESTACIONES

A continuación se mostrará las diferentes pantallas diseñadas en el software de visualización Intouch donde se hace referencia al proceso de presión, cabe mencionar que para los procesos de temperatura, nivel y flujo los HMI's son semejantes a los que se describe a continuación:

#### 2.7.3.1 Página MENÚ

La página está diseñada para contener el menú de entrada a los distintos procesos como se puede observar en la figura 2.25.

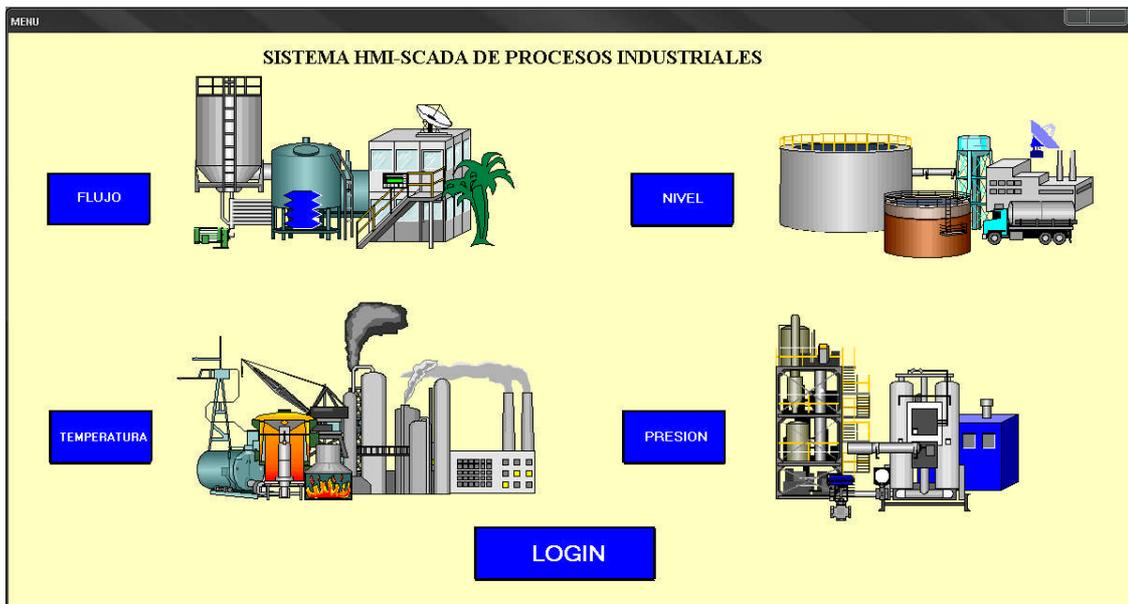


Figura 2.25 Página MENU

#### 2.7.3.2 Página de LOGIN

Esta página está diseñada para ingresar el nombre y la contraseña del usuario que va a manipular el HMI, para que se le habiliten los respectivos privilegios del mismo los cuales pueden ingresar como Administrador, Supervisor y Operador dependiendo de la jerarquía de usuario. Ver figura 2.26.

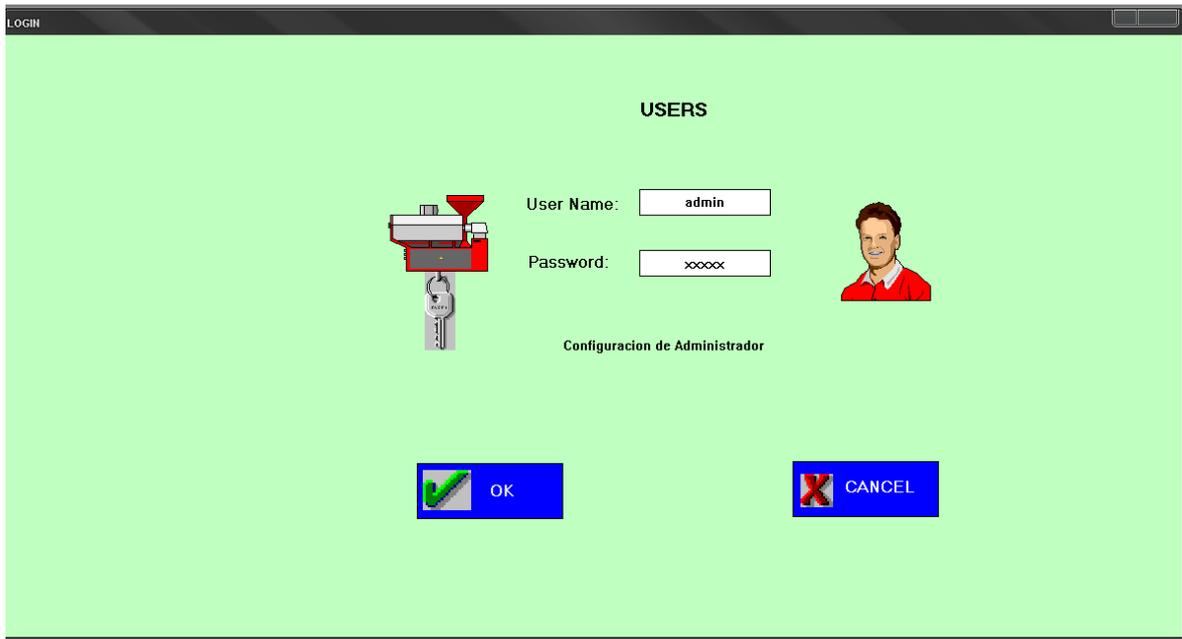


Figura 2.26 Página LOGIN

### 2.7.3.3 Página Proceso de Presión

En esta página se mostrará parámetros referentes al proceso de presión como son Punto de Ajuste, Valor de proceso y Valor de Control.

Además desde la página en mención de pueden acceder a las páginas de PID, Alarmas, Tendencias e históricos. Ver figura 2.27.

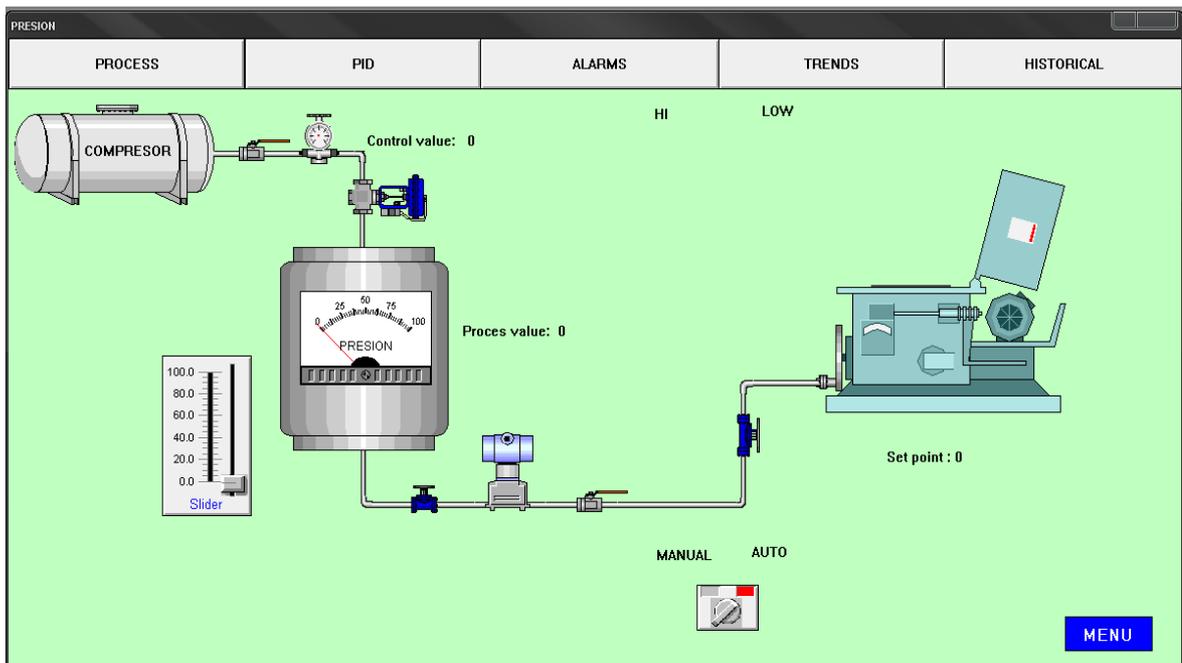


Figura 2.27 Proceso de Presión

### 2.7.3.4 Página de Tendencias del Proceso de Presión

Permite visualizar en forma gráfica las variables del proceso como son Punto de Ajuste, Valor de proceso y Valor de Control. Ver figura 2.28.

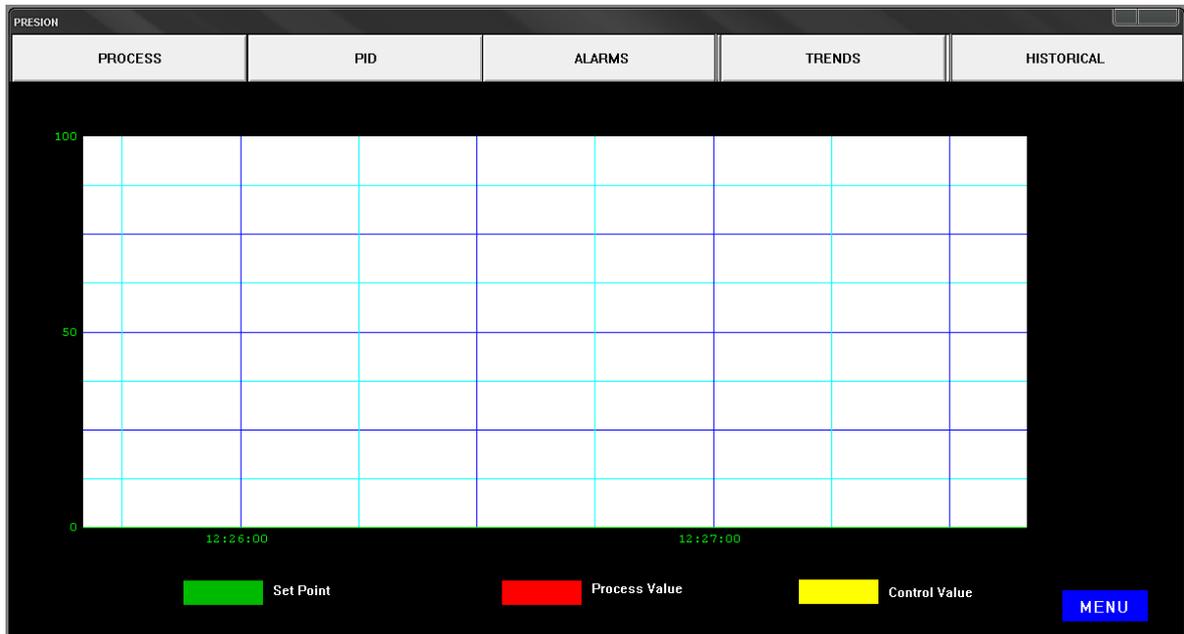


Figura 2.28 Página Tendencias

### 2.7.3.5 Página de Históricos del Proceso de Presión

En la figura 2.29 se muestra la pantalla de históricos la misma que permite llevar un registro gráfico de las variables del proceso. Además con sus teclas de función se puede escoger un intervalo de fecha y tiempo en el que se desee presentar.



Figura 2.29 Página Históricos

### 2.7.3.6 Página PID del Proceso de Presión

Esta página además de mostrar las constantes del lazo PID, ofrecerá la posibilidad de cambiar las mismas. Ver figura 2.30.

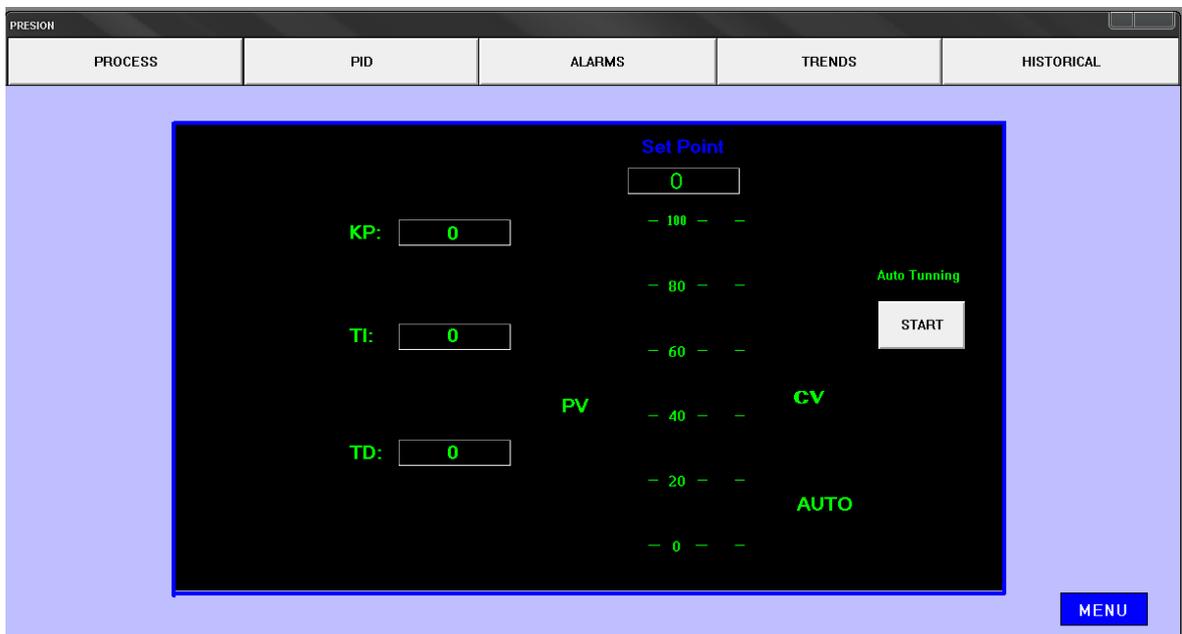


Figura 2.30 Página PID

### 2.7.3.7 Página Alarmas del Proceso de Presión

Esta página proporciona información acerca de las alarmas suscitadas durante el funcionamiento del proceso.



## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA.**

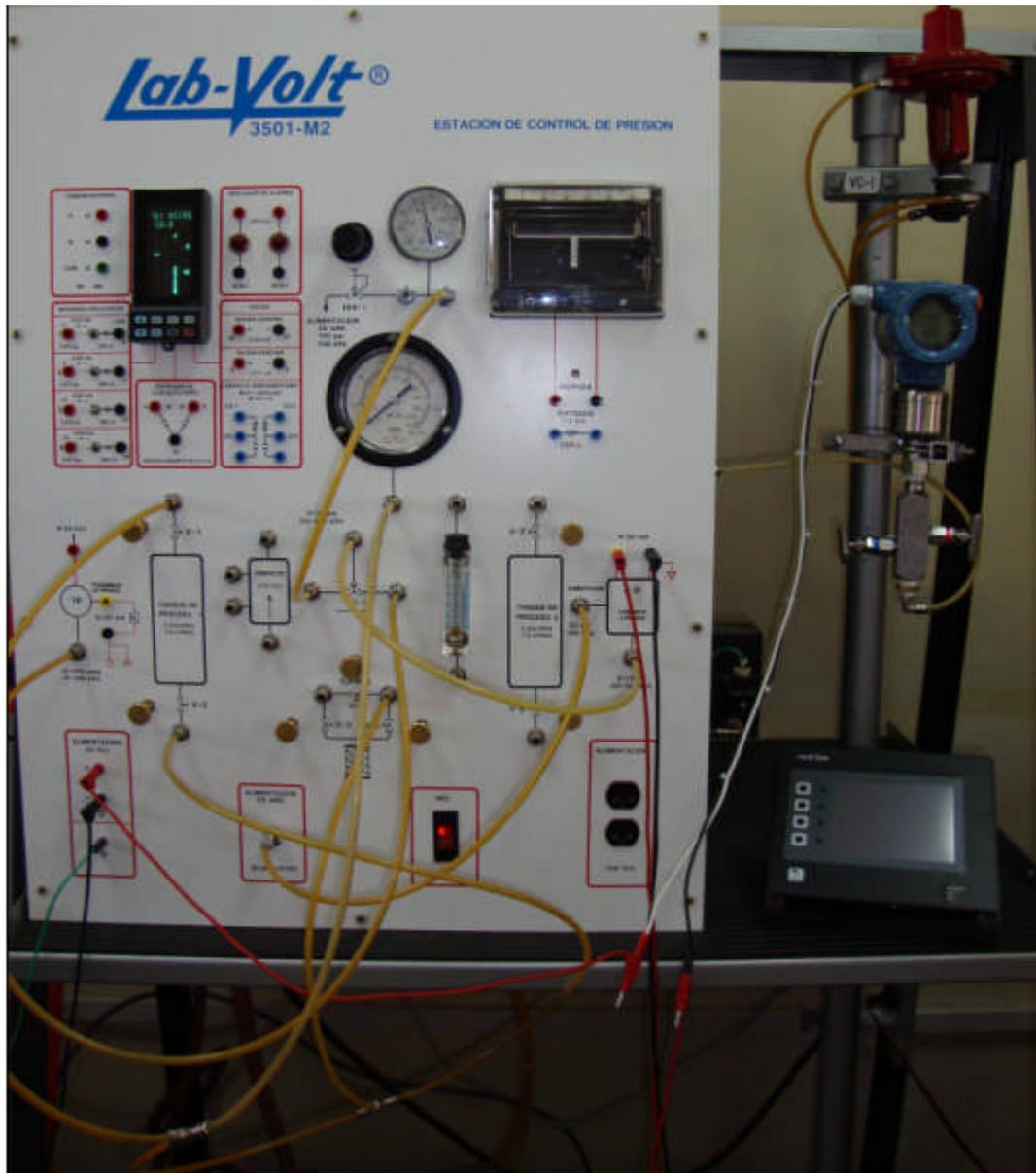
En el laboratorio de redes industriales y control de procesos se encuentran cuatro estaciones de procesos industriales, (temperatura, presión, flujo y nivel) las cuales son utilizadas para dotar a los alumnos de conocimientos de control de procesos y familiarizarlos con el entorno industrial

De esta forma se encuentra implementando un sistema HMI/SCADA donde se tiene PLC's que realicen un control distribuido de cada estación con sus respectivos HMI's, complementando en una red Ethernet para realizar la visualización y control en forma remota, para de esta manera mejorar el aprendizaje de los alumnos y potenciar sus conocimientos.

#### **3.2 DETALLES DE CONSTRUCCION**

El sistema SCADA fue implementado en función de los equipos que se encuentran instalados en las distintas estaciones (flujo, nivel, presión, temperatura), añadiendo a las mismas componentes de última generación como

transmisores inteligentes, paneles de operador entre otros como se observa en la figura 3.1.



**Figura 3.1 Estación de Presión Implementada.**

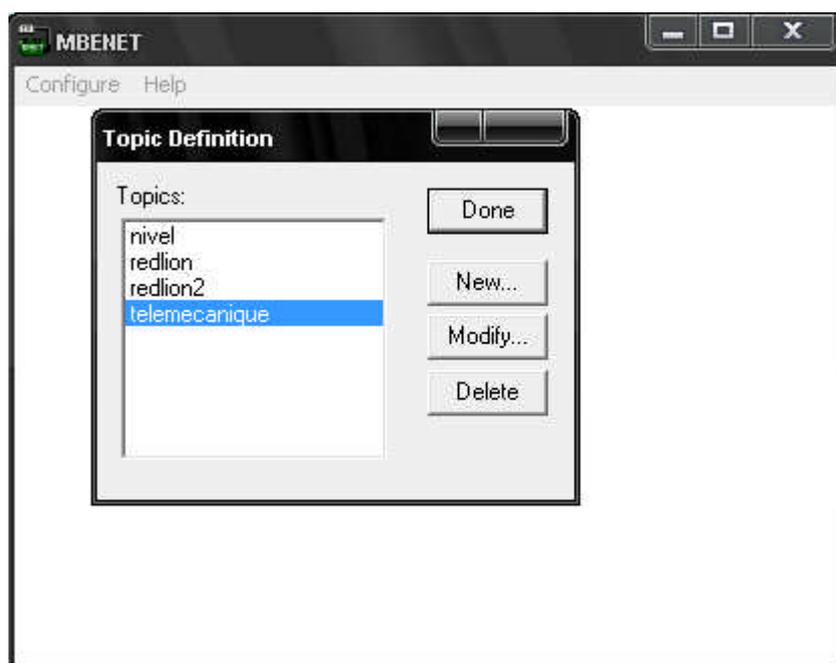
De igual forma se procedió para las estaciones restantes, generando así una modernización del laboratorio y por consiguiente un mejoramiento en la calidad de la educación.

### 3.3 PRUEBAS EXPERIMENTALES

#### 3.3.1 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS COMUNICACIONES DEL SISTEMA SCADA.

Luego de realizar con éxito la programación de los PLC's para las distintas estaciones, de los paneles de operador y del software SCADA se procede a las pruebas de comunicación real entre el PLC, las Red Lion y el software SCADA utilizando la red LAN implementada con protocolo Modbus TCP/IP.

Primeramente se abre el I/O server para ejecutar los distintos topics de comunicación para verificar que todos los elementos se encuentren en red con el PC (Figura 3.2).



**Figura 3.2 Vista de los topics en la ventana de MBENET**

Seguidamente ingresamos a las propiedades de las conexiones de red del PC donde se constató el estado de la conexión y su velocidad de transmisión como se muestra en la figura 3.3.

**Velocidad de Transmisión:** 100 Megabits por segundo.

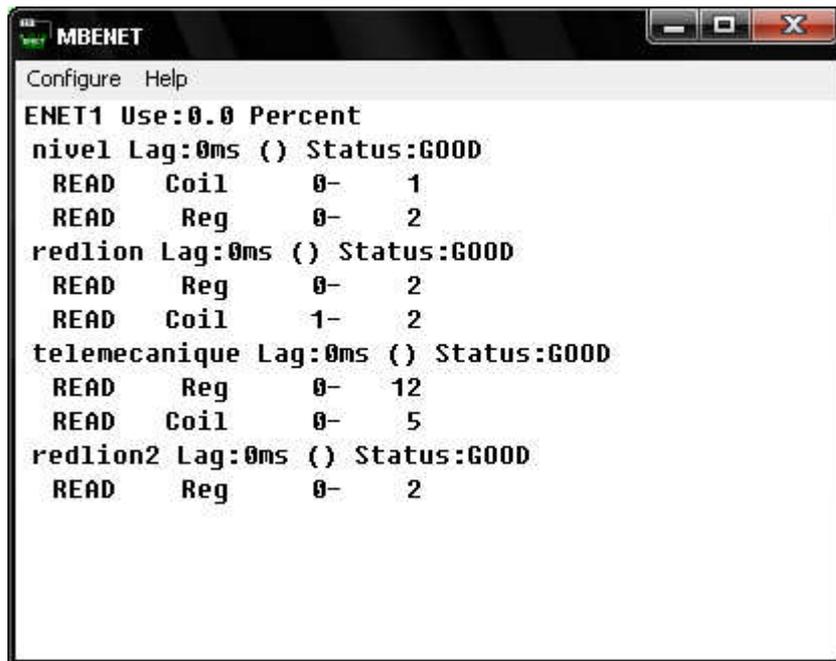


**Figura 3.3 Vista de la ventana Estado de Conexión de Área Local en las propiedades de las conexiones del PC.**

Los equipos utilizados en la implementación de la red Ethernet permitieron que ésta mantenga su máximo desempeño como una red LAN de alta velocidad, otorgando grandes prestaciones al sistema SCADA como son:

- Un tiempo de actualización de los datos del proceso muy corto (control y supervisión en tiempo real).
- Que la distancia a la que se encuentran los equipos no sea un limitante, ya que los equipos se comunican con un interfaz de red Ethernet utilizando el protocolo TCP/IP, por lo que la red LAN del sistema se puede conectar sin problemas a otras redes o al Internet.

Finalmente haciendo uso del I/O server MBENET se revisó el tipo y la calidad de la conexión, así como también el correcto envío y recepción de los paquetes de datos. Figura 3.4.



**Figura 3.4 Vista de la ventana General del I/O server MBENET**

- El I/O server no mostró la existencia de ningún paquete de datos perdido, por lo tanto la comunicación entre el PC con las pantallas Red Lion y el PLC es óptima y confiable.
- Los cables de red (cruzados y directos) construidos para cada aplicación de conexión fueron los adecuados, porque no se presentó ningún problema de conexión por su causa. Demostrándose la validez de la teoría existente sobre las conexiones de equipos siguiendo el modelo OSI que determina que para equipos que se encuentren en la misma capa de este modelo se utilice cable cruzado (Ej: de switch a switch) y para equipos que estén en capas distintas se los conecte con cable directo (Ej: de switch a PLC).

### **3.3.2 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA SINTONIA DE LOS LAZOS PID**

En este proyecto se utilizó el método de tanteo, para la sintonización de los distintos lazos PID, cabe mencionar que en los PLC's que ofrecen la herramienta de autosintonía se hizo uso de la misma.

En el método de sintonización de tanteo, se inicia la sintonización con las ganancias integral ( $T_i$ ) y derivativa ( $T_d$ ) nulas, dando valores a la constante de proporcionalidad  $K_P$  hasta lograr una oscilación con la menor amplitud posible en

torno al punto de ajuste, y a partir de ahí, se regulan los valores de  $T_i$  y  $T_d$  en forma iterativa hasta lograr la sintonización deseada. Si es necesario, se varía también  $K_P$ , de acuerdo con los aportes de la acción integral y derivativa.

La mayor dificultad de este método reside en establecer parámetros iniciales, a partir de los cuales se pueda ajustar el controlador.

### - Sintonización del Lazo PID para el proceso de nivel

Antes de realizar las pruebas primeramente miraremos el algoritmo que utiliza la función PID del PLC Micrologix 1200, para de esta forma obtener mejores resultados.

$$\text{"Salida del controlador"} = KC \left[ E + \left( \frac{1}{TI} \right) \int E dt + TD \frac{d}{dt} VC \right] + \text{"valor dc"} \quad [3.1]$$

Donde:

E -> Error

KC -> Ganancia Proporcional

TI -> Tiempo Integral

TD -> Tiempo derivativo

Los ámbitos de los parámetros del bloque de función se muestran a continuación con sus respectivos límites:

KC => 0.01-327.67

TI => 0.01-327.67 (minutos)

TD => 0.01-327.67 (minutos)

En la tabla 3.1 se muestra las pruebas realizadas para la sintonización del lazo PID del proceso de nivel.

**Tabla 3.1: Parámetros de prueba para el proceso de nivel**

SP (%)	PV (%)	Kp	Ti	Td
70	80	20	0	0
40	37	20	10	5
70	68	21	25	10

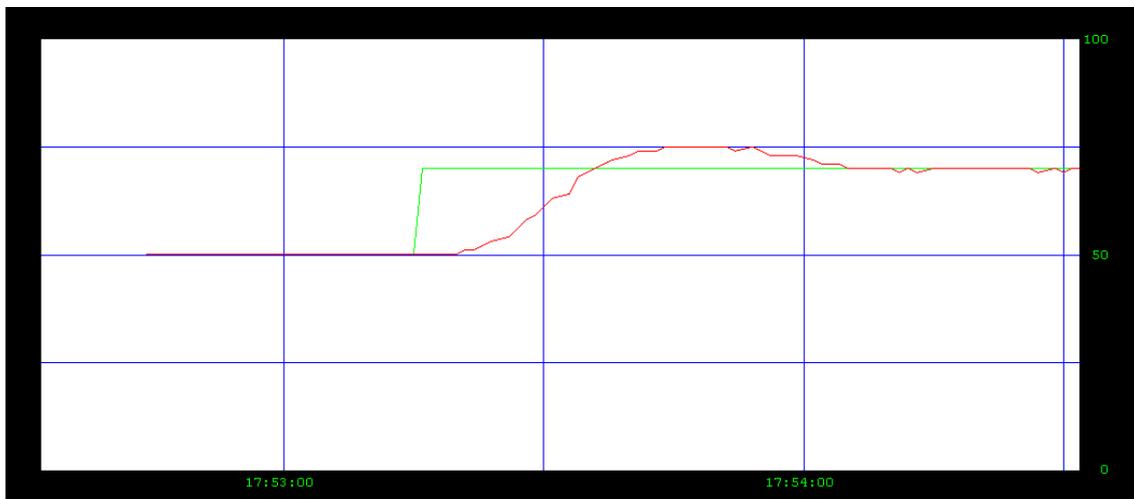
40	38	21	25	11
70	39	21	27	11
50	49	40	29	1
70	68	50	29	11
50	49	60	15	1
70	70	60	30	11

De acuerdo a los valores de los ensayos realizados, se preestablecen los siguientes valores.

$$K_p = 30 \quad T_i = 11 \quad T_d = 60$$

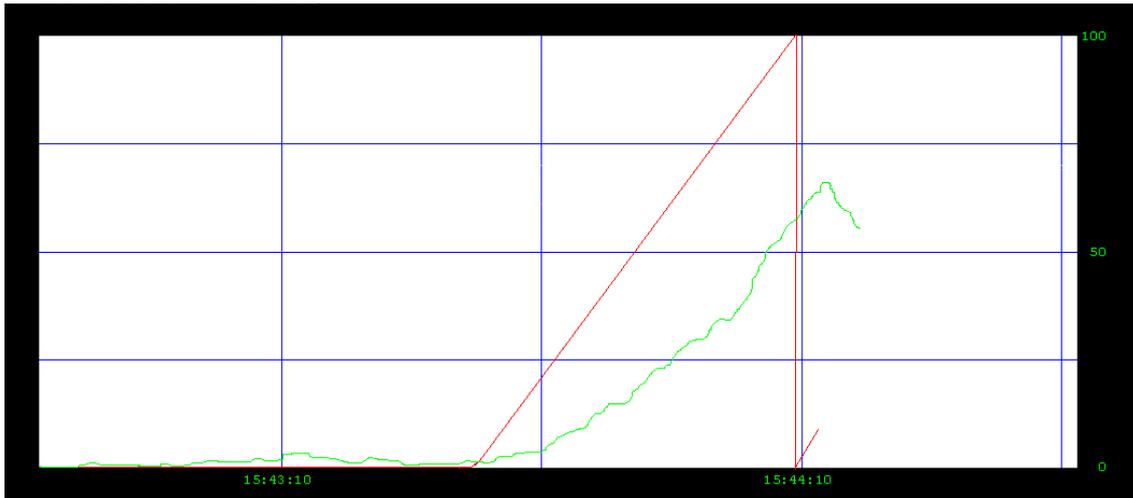
Para poner a prueba la capacidad de respuesta del controlador con estos parámetros, se le sometió a una entrada escalón y rampa como se muestra en la figura 3.5 y figura 3.6 indicando que los mismos son los adecuados para mantener estable el proceso de nivel.

- Valor de referencia
- Valor de proceso



**Figura 3.5 Respuesta escalón del proceso de nivel**

Como se puede mirar se tiene una respuesta subamortiguada



**Figura 3.6 Respuesta rampa del proceso de nivel**

**- Sintonización del Lazo PID para el proceso de flujo**

De igual forma antes de realizar las pruebas primeramente miraremos el algoritmo que utiliza la función PID del PLC Siemens S7-200, para de esta forma obtener mejores resultados.

$$MP_n = KC * (SP_n - PV_n) + (KC * TS / TI * (SP_n - PV_n) + MX) + (KC * TD / TS * (PV_n - 1 - PV_n)) \quad [3.2]$$

Donde:

M<sub>n</sub> = valor de salida del lazo calculado en el muestreo n-ésimo

KC = ganancia del lazo

TS = tiempo de muestreo del lazo

TI = período de integración del lazo (también llamado tiempo de acción integral)

TD = período de diferenciación de lazo (también llamado tiempo de acción derivativa)

SP<sub>n</sub> = valor de la consigna en el muestreo n-ésimo

PV<sub>n</sub> = valor de la variable del proceso en el muestreo n-ésimo

PV<sub>n-1</sub> = valor de la variable del proceso en el muestreo (n-1)-ésimo

MX = suma integral o "bias"

Los ámbitos de los parámetros del bloque de función se muestran a continuación con sus respectivos límites:

KC => Positivo o negativo

TI => Positivo (minutos)

TD => Positivo (minutos)

En la tabla 3.2 se muestra las pruebas realizadas para la sintonización del lazo PID del proceso de flujo.

**Tabla 3.2 Parámetros de prueba para el proceso de flujo**

SP (%)	PV (%)	Kp	Ti	Td
50	45	2	+inf	0
60	62	3	1	0.2
40	37	2.5	0.012	0.001
70	74	1.6	0.008	0.1
30	35	2	2.3	0.001
60	61	1.6	0.056	0.002
40	42	1.5	0.00510	0.001
70	71	1.4	0.0049	0
50	50	1.4	0.048416	0

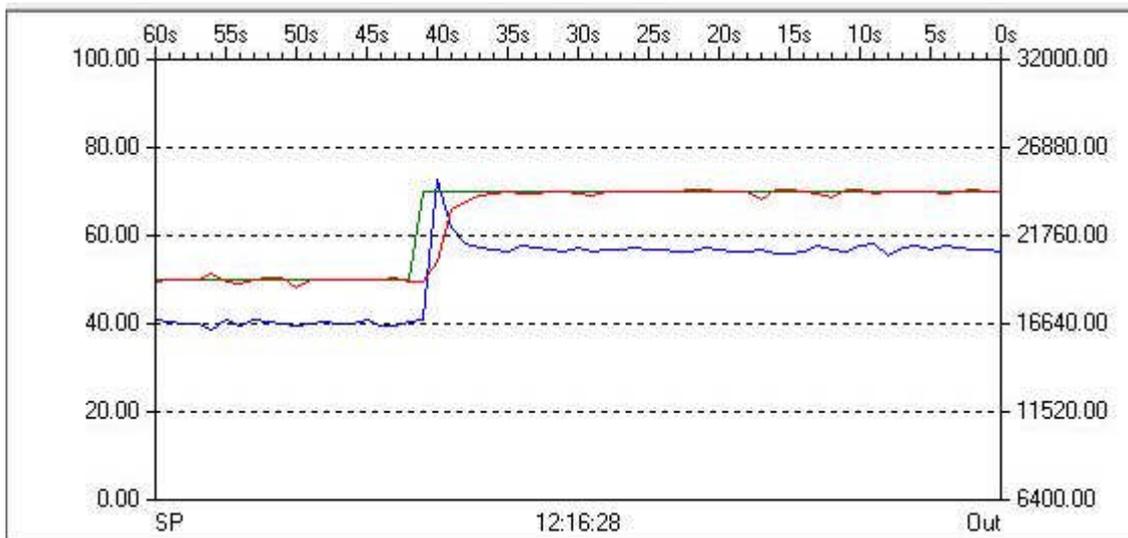
De acuerdo a los valores de los ensayos realizados, se preestablecen los siguientes valores.

$K_p = 1.4$      $T_i = 0.4841669$      $T_d = 0$

Para poner a prueba la capacidad de respuesta del controlador con estos parámetros, se le sometió a una entrada escalón y rampa como se muestra en la figura 3.7 y figura 3.8 indicando que los mismos son los adecuados para mantener estable el proceso de flujo.

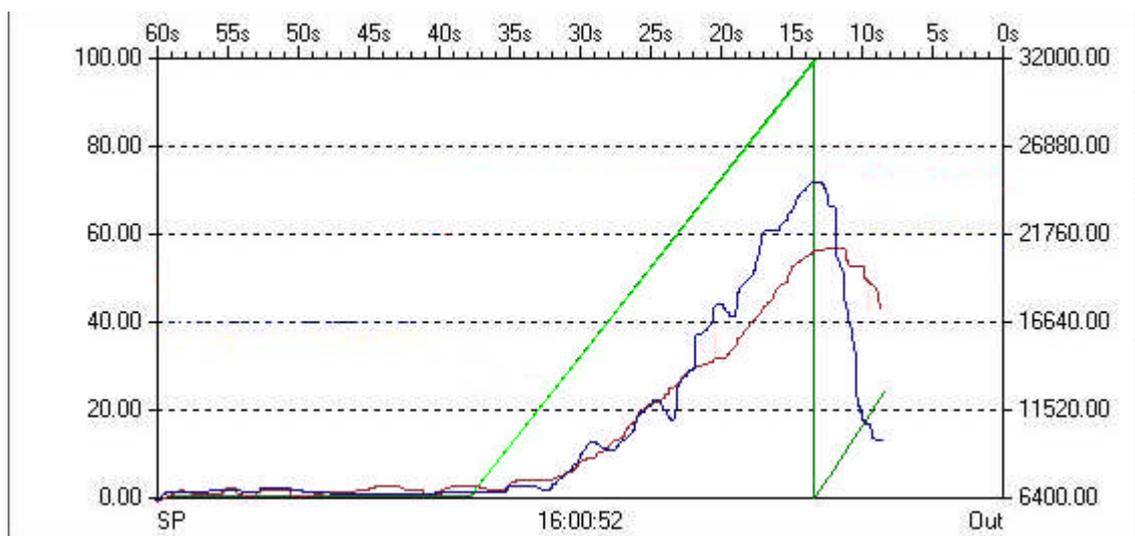
----- Valor de referencia

----- Valor de proceso



**Figura 3.7 Respuesta escalón del proceso de flujo**

Como se puede mirar se tiene una respuesta amortiguada



**Figura 3.8 Respuesta rampa del proceso de flujo**

#### - Sintonización del Lazo PID para el proceso de presión

Como en el caso anterior, antes de realizar las pruebas miramos el algoritmo que utiliza la función PID del PLC KOYO DL06DR, la salida de control es calculada desde el valor de error como sigue:

$$M(t) = K_c \left[ e(t) + 1/T_i \int_0^t e(x) dx + T_d d/dt e(t) \right] + M_o \quad [3.3]$$

**Siendo:**

$K_c$  = ganancia proporcional

$T_i$  = Reset o tiempo de la integral

$T_d$  = tiempo derivativo o rate

SP = Setpoint o valor de referencia

PV(t) = variable de proceso en el tiempo "t"

$e(t) = SP - PV(t)$  = desvío de la PV desde la referencia (SP) en el tiempo "t" o error del PV.

$M(t)$  = la salida analógica de control en el tiempo "t"

Los ámbitos de los parámetros del bloque de función se muestran a continuación con sus respectivos límites

$K_c \Rightarrow 0,01$  hasta 99,99

$T_i \Rightarrow 0,1$  hasta 999,8 en segundos o minutos

$T_d \Rightarrow 0,01$  hasta 99,99 segundos

En la tabla 3.3 se muestra las pruebas realizadas para la sintonización del lazo PID del proceso de presión.

**Tabla 3.3 Parámetros de prueba para el proceso de presión**

SP (%)	PV (%)	$K_p$	$T_i$	$T_d$
40	45	9.6	2.45	0.34
50	45	10.9	5.44	0.29
60	67	25	7.23	0
40	41	11	2.67	0.28
50	48	20	3.67	0.6
60	61	22	4.56	0.47
70	72	30.56	5.8	0.79
40	39	30.73	6.24	0.89
70	70	30.87	6.33	1.05

De acuerdo a los valores de los ensayos realizados, se preestablecen los siguientes valores.

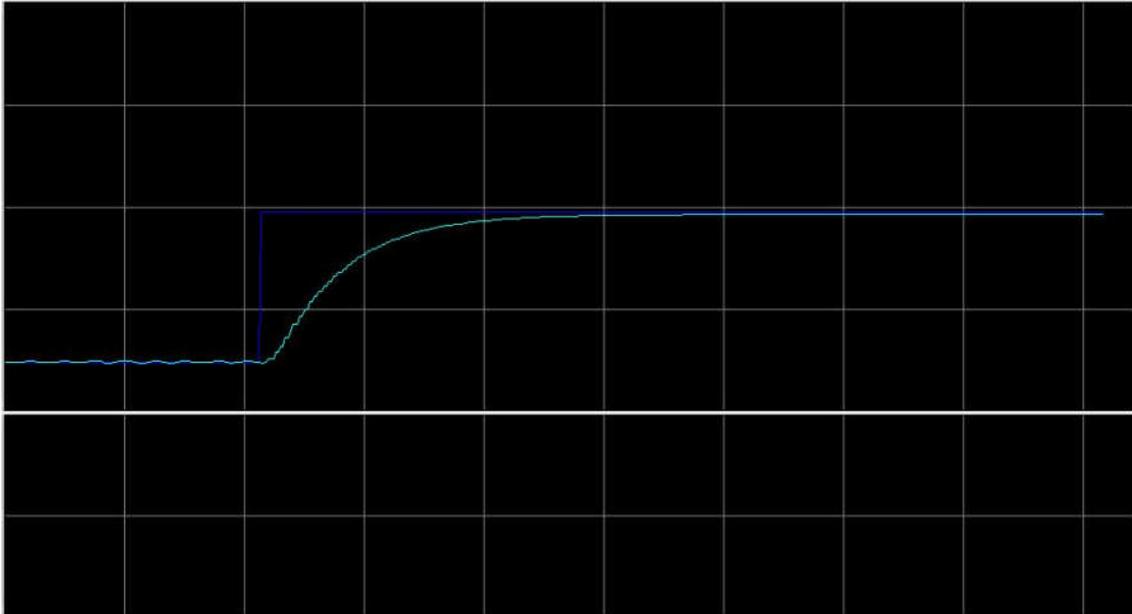
$K_p = 30.87$     $T_i = 6.33$     $T_d = 1.05$

Para poner a prueba la capacidad de respuesta del controlador con estos parámetros, se le sometió a una entrada escalón y rampa como se muestra en la figura

3.9 y figura 3.10 indicando que los mismos son los adecuados para mantener estable el proceso de presión.

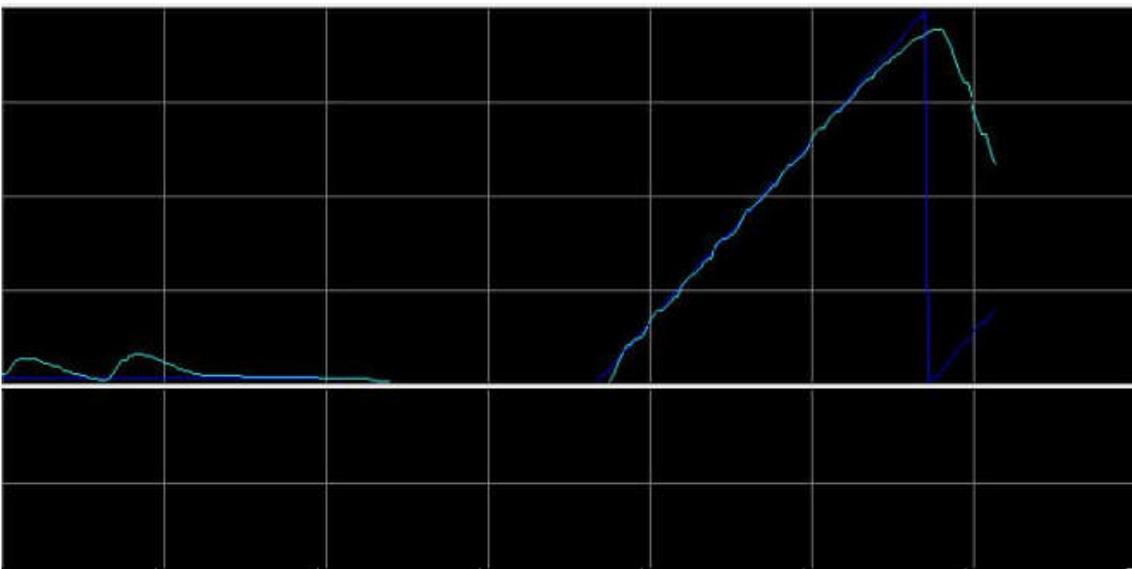
----- Valor de referencia

----- Valor de proceso



**Figura 3.9 Respuesta escalón del proceso de presión**

Como se puede observar a la respuesta de la entrada escalón se tiene una respuesta amortiguada.



**Figura 3.10 Respuesta rampa del proceso de presión**

**- Sintonización del Lazo PID para el proceso de temperatura**

Para realizar las pruebas miraremos el algoritmo que utiliza la función PID del PLC Twido TWDLCAE40DRF, para de esta forma obtener mejores resultados.

$$M(t) = K_c \left[ e(t) + 1/T_i \int_0^t e(x) dx + T_d d/dt e(t) \right] + M_o \quad [3.4]$$

Siendo:

Kc = ganancia proporcional

Ti = Reset o tiempo de la integral

Td = tiempo derivativo o rate

SP = Setpoint o valor de referencia

PV(t) = variable de proceso en el tiempo "t"

e(t) = SP-PV(t) = desvío de la PV desde la referencia (SP) en el tiempo "t" o error del PV.

M(t) = la salida analógica de control en el tiempo "t"

Los ámbitos de los parámetros del bloque de función se muestran a continuación con sus respectivos límites

Kc => 1 hasta 10.000 (x 0.01)

Ti => 0 hasta 20.000 segundos (x 0.1)

Td => 0 hasta 10.000 segundos (x0.1)

En la tabla 3.4 se muestra las pruebas realizadas para la sintonización del lazo PID del proceso de temperatura.

**Tabla 3.4 Parámetros de prueba para el proceso de temperatura**

SP (%)	PV (%)	Kp	Ti	Td
20	0	200	0	0
10	12	300	10	10
20	21	500	150	20
10	12	800	600	70
20	22	740	900	50
10	13	1000	700	80

20	21	1600	1000	120
10	11	1200	1200	100
20	20	1500	1500	80

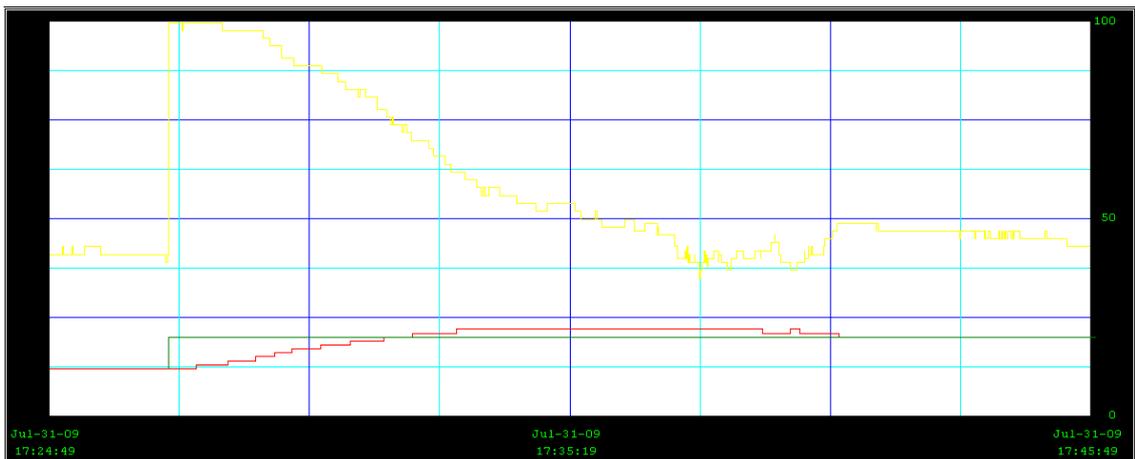
De acuerdo a los valores de las experiencias realizadas, se preestablecen los siguientes valores.

$K_p = 1500$     $T_i = 1500$     $T_d = 80$

Para poner a prueba la capacidad de respuesta del controlador con estos parámetros, se le sometió a una entrada escalón y rampa como se muestra en la figura 3.11 y figura 3.12 indicando que los mismos son los adecuados para mantener estable el proceso de temperatura.

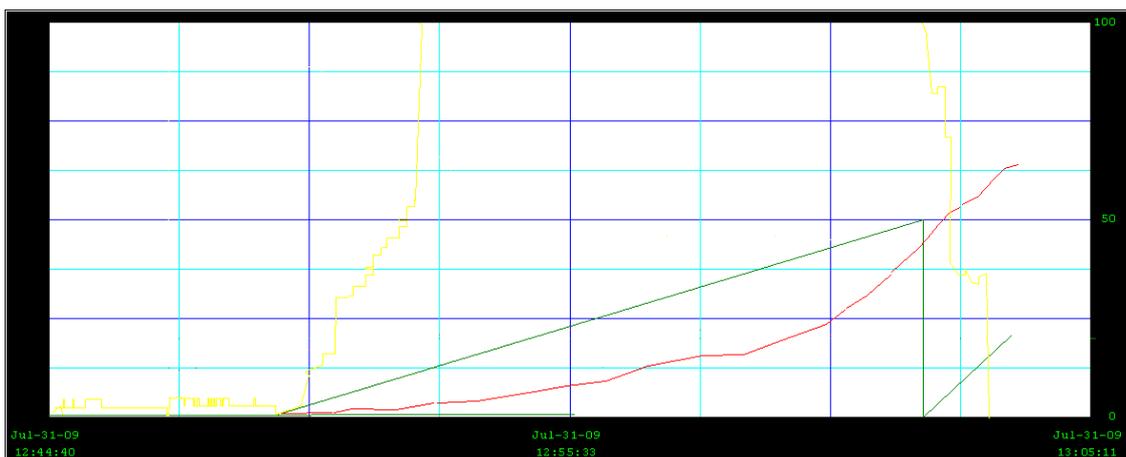
----- Valor de referencia

----- Valor de proceso



**Figura 3.11 Respuesta escalón del proceso de temperatura**

Como se puede mirar se tiene una respuesta subamortiguado



**Figura 3.12 Respuesta rampa del proceso de temperatura**

### 3.4 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

Una vez que el sistema HMI/SCADA ha cumplido con las pruebas de operación y funcionamiento es pertinente cuantificar el costo de los componentes utilizados que se detallan en la tabla 3.1.

**Tabla 3.5 Detalles de costos.**

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR (USD)
1	1	PLC TELEMECANIQUE TWDLCAE40DRF	656.00
2	1	PLC KOYO DL06	288.00
3	1	PLC SIEMENS S7-200	740.00
4	1	PLC ALLEN BRADLEY MICROLOGIX 1200	3000.00
5	1	MODULO ANALOGO TWDAMM3HT	262.00
6	1	MODULO ANALOGO F0-4AD2DA-1	233.00
7	1	MODULO ANALOGO EM235	325.00
8	1	MODULO ANALOGO 1762-IF2OF2	1500.00
9	1	TOUCH PANEL MAGELIS XBTGT 2130	730.00
10	3	TOUCH PANEL RED LION G306	949.00
11	1	SWITCH INDUSTRIAL	500.00
12	2	COMPUTADORES	1200.00

13	1	VARIOS	250.00
			TOTAL
			10633.00

Para conocer el costo total del proyecto debe añadirse el rubro del trabajo de obra de ingeniería a un costo de \$12.00 la hora

$$360 \text{ horas} \times 12\$ = \$ 4320$$

Por lo tanto, el costo total del proyecto es la suma de los rubros del costo de componentes y de la mano de obra, obteniendo la cantidad de 14953 dólares americanos.

### 3.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

Se pone a consideración los alcances obtenidos en el transcurso del proyecto.

- Es posible visualizar el comportamiento de las variables en forma real, así como también se presta para generar tendencias históricas (señales gráficas en función del tiempo).
- Facilita tomar acciones cuando el Valor del Proceso de las distintas estaciones sobrepasa los valores máximos y mínimos permitidos.
- Flexibilidad de interconexión con otros equipos que posean el interfaz Ethernet a través del switch de red instalado.

Una vez implementado el presente proyecto se han notado las siguientes limitaciones.

- Los datos para la red Ethernet de las estaciones de presión, nivel y flujo no se obtubieron directamente de los PLC's ya que para los mismos no se dispone de módulos Ethernet, por lo que se configura a las pantallas redlion como gateways.
- No disponer de módulos o puertos Ethernet para todos los PLC's.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- Al finalizar este proyecto se cumplió con el objetivo trazado que fue Diseñar e implementar un sistema SCADA utilizando protocolos HART y ETHERNET, para las estaciones de procesos didácticos del laboratorio de redes industriales y control de procesos de la Escuela Politécnica del Ejercito Sede Latacunga.
- Se desarrollaron los programas para el control de los procesos de Nivel, Flujo, Presión y Temperatura, ayudándose para ello del software específico de cada PLC, obteniéndose de esta forma el sistema esperado conforme a los objetivos propuestos en este proyecto.
- Se demuestra la efectividad del Método de Sintonización por Prueba y Error, en aquellos sistemas cuya seguridad no se ve afectada por desviaciones de la variable de proceso.

- Se implementó HMI locales para cada uno de los procesos, mejorando de esta forma la visualización del proceso, y por tal razón la supervisión y control del mismo.
- Las redes Ethernet, permiten conocer todo lo referente a un proceso industriales (presión, nivel, temperatura y flujo) a través de las variables fundamentales medidas por instrumentos instalados en los mismos, permitiendo a través de un HMI remoto saber cómo están funcionando los distintos procesos.
- Se completó con éxito una interface al usuario utilizando un PC y la aplicación Intouch. Esta interface da acceso absoluto al usuario sobre los parámetros del controlador y se convierte en un ambiente de trabajo interactivo que incluso permite desplegar los valores de la variable controlada y la salida del controlador en gráficas en función del tiempo. Esta interface es sólo un ejemplo de la gran cantidad de opciones de despliegue de procesos que esta aplicación brinda, convirtiendo a los PLC's en máquinas versátiles. El usuario puede realizar una aplicación Intouch adecuada a su necesidad, facilitando a los operarios la comprensión del proceso.
- El sistema implementado facilita monitorear y controlar en forma remota y local el estado de las distintas estaciones en tiempo real.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Cuando se le suspende la alimentación al PLC, su salida de control hacia el actuador del proceso cae a cero. Para procesos delicados donde equipo o personal estén en riesgo, es importante suplir al PLC de energía suplementaria durante una suspensión de energía no programada. Esto con el fin de que el PLC sea capaz de llevar el sistema de manera controlada a un estado seguro.

- Se recomienda como protección que las referencias a tierra de todos los dispositivos eléctricos y electrónicos que se encuentran inmersos dentro de un sistema de automatización, sean conectadas al punto de conexión a tierra.
  
- Para comunicar los distintos dispositivos a la red Ethernet se debe configurar correctamente el formato de la trama (Ethernet II o IEEE802.3.).
  
- Para una correcta calibración de los transmisores inteligentes es necesario disponer de elementos patrones certificados, para de esta manera contar con datos fiables del proceso.
  
- Se recomienda leer los manuales y hojas de especificaciones técnicas de los equipos a utilizar, para de esta forma garantizar una correcta manipulación y evitar daños inesperados para el personal en general.

## BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

- Chapman Stephen J., "Máquinas Eléctricas", Segunda Edición, Mc. Graw Hill, Bogotá, 1993.
- Piedrafita Moreno Ramón, "Ingeniería de la automatización industrial". Primera Edición, Alfaomega RA-Ma, México D.F., 2001
- Pérez García Miguel, "Instrumentación electrónica". Thomson, Madrid, 2004.
- <http://www.clwtr.com/PDF/Red-Lion-Controls/Red-Lion-G306-LCD-Touchscreens.pdf>
- <http://www.mynah.com/pdf/RedLion%20G306%20MTCP%20081705.pdf>
- [http://sch091.iespana.es/SEI\\_XBTGT\\_Use\\_S.pdf](http://sch091.iespana.es/SEI_XBTGT_Use_S.pdf)
- [http://www.schneiderelectric.es/ES/ex-Comercial/com\\_docs.nsf/395e51de9f52589fc125683500402bc8/01154f5478ed90dfc1257425005100f0/\\$FILE/2007\\_Magelis\\_05\\_XBTGT\\_XBTGK\\_UserManual\\_Espa%C3%B1ol.pdf](http://www.schneiderelectric.es/ES/ex-Comercial/com_docs.nsf/395e51de9f52589fc125683500402bc8/01154f5478ed90dfc1257425005100f0/$FILE/2007_Magelis_05_XBTGT_XBTGK_UserManual_Espa%C3%B1ol.pdf)
- <http://www.automationdirect.com/static/manuals/d006usermsp/ch10.pdf>
- <http://www.asayc.com/automatizacion/scada.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos11/sisco/sisco.shtml#in>

# **ANEXOS**

**A) GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

**B) PLANOS ELECTRICOS Y DE INSTRUMENTACIÓN**

**C) LISTADO DEL PROGRAMA DEL PLC**

**D) HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**ANEXOS A**

**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### -A-

**Alarma.-** Es un dispositivo o función que detecta la presencia de una condición anormal por medio de una señal audible o un cambio visible discreto.

### -C-

**Control Manual.-** El operador mantiene la variable controlada en su valor de referencia modificando directamente el valor de la variable manipulada.

**CPU.-** Central Process Unit. Unidad Central de Procesamiento.

### -E-

**Error.-** Es la diferencia que existiría entre el valor que el instrumento indique que tenga la variable de proceso y el valor que realmente tenga esta variable en ese momento.

**Ethernet.-** Estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD.

### -H-

**Hardware.-** Todos los elementos físicos del computador o PLC.

**HMI.-** Interface Humano Máquina.

### -I-

**IEEE.-** Instituto de ingenieros de electricidad y electrónica (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

**IP.-** Protocolo de Internet (Internet Protocol).

### -K-

**KOP.-** Lenguaje de programación por contactos.

### -P-

**PID.-** Algoritmo de control de acción proporcional, integral y derivativa

**PC.-** Computador personal.

**PLC.-** Controlador Lógico Programable.

**PPI.-** Point Point Interface. Interfaz propietaria de Siemens para la comunicación de los PLC S7-200 con la computadora de programación u otros equipos.

**P&ID.-** Diagrama de Tubería e Instrumentación.

### **-R-**

**Rango.-** Conjunto de valores de la variable medida comprendidos dentro de los límites superior e inferior del campo de medición de un instrumento.

**RS-485.-** Recommended Estándar 485. Norma internacional de comunicación serial que permite entablar comunicación entre 32 dispositivos sobre un mismo canal. Esta norma tiene la característica de usar un canal diferencial para su comunicación entre varios dispositivos separados a una distancia máxima de 1200m.

### **-S-**

**Software.-** Conjunto de programas, lenguajes y procedimientos necesarios para que los equipos que integran un sistema digital de monitoreo y control se configuren, operen, reciban mantenimiento y se reparen.

**SCADA.-** Adquisición de Datos y Control por Supervisión.

### **-T-**

**TCP/IP.-** Protocolo de capa de transporte/protocolo de internet

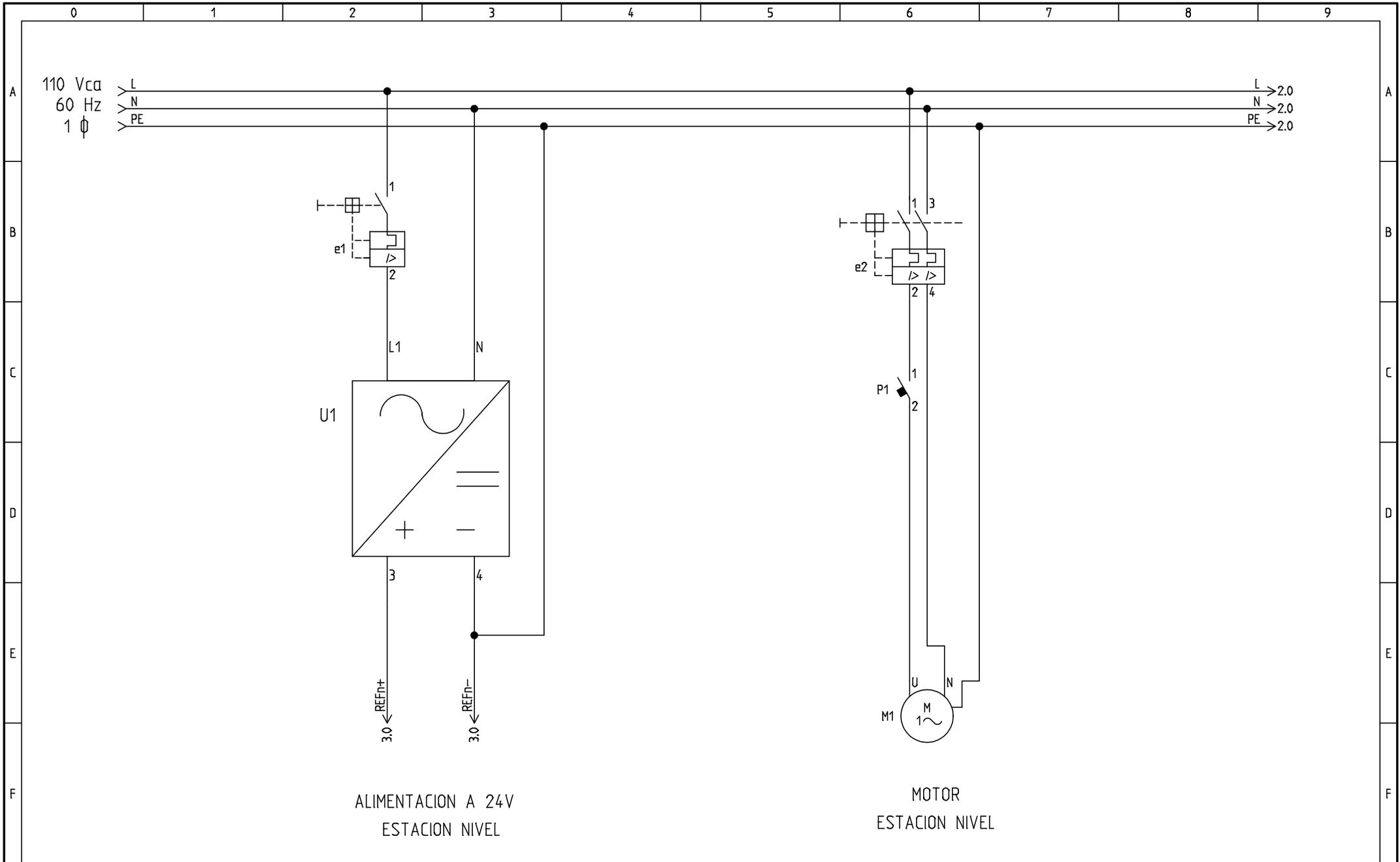
**Transmisor.-** Es el elemento que recibe la variable de proceso a través del elemento primario, y la transmite a algún lugar remoto.

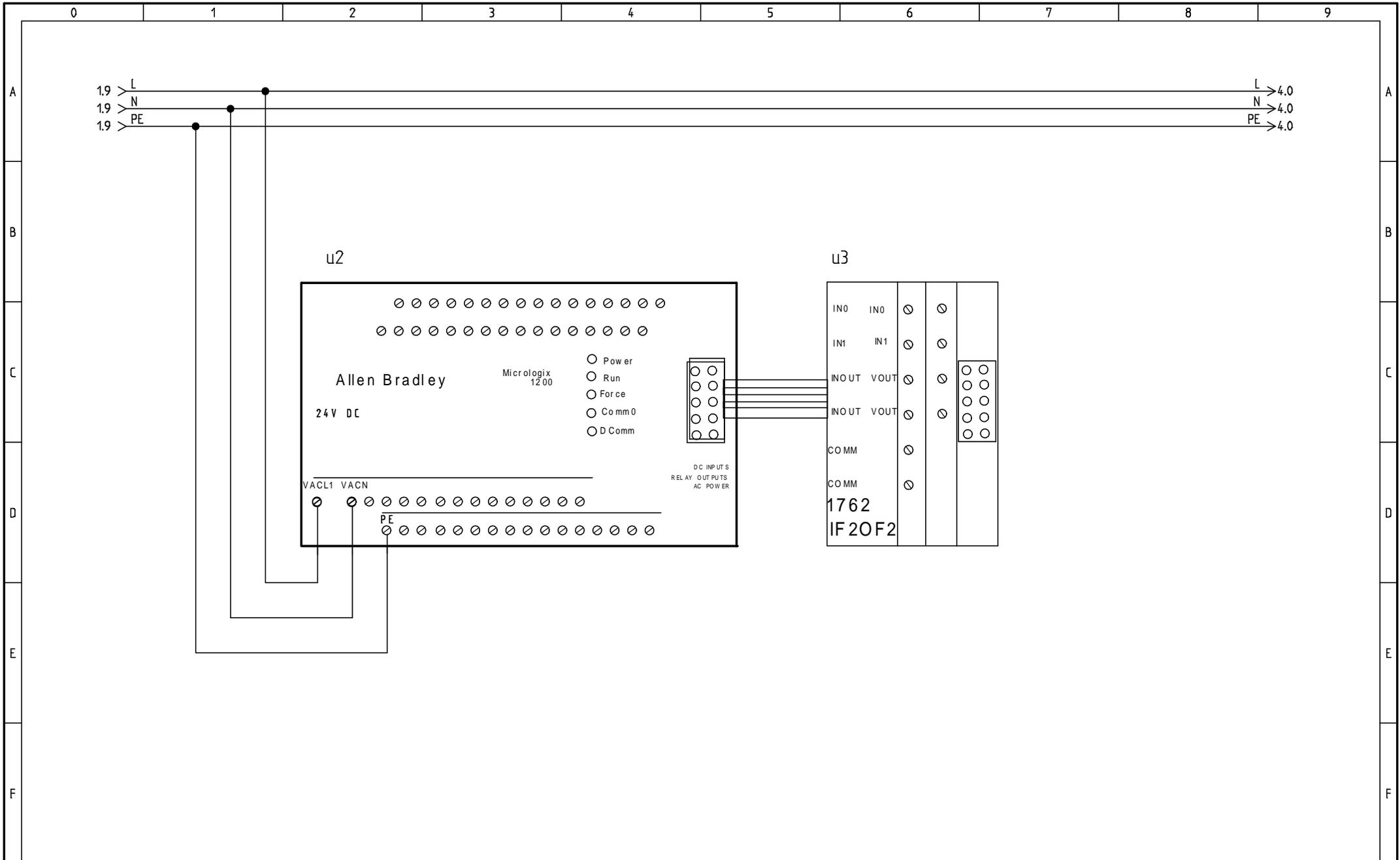
## **ANEXO B**

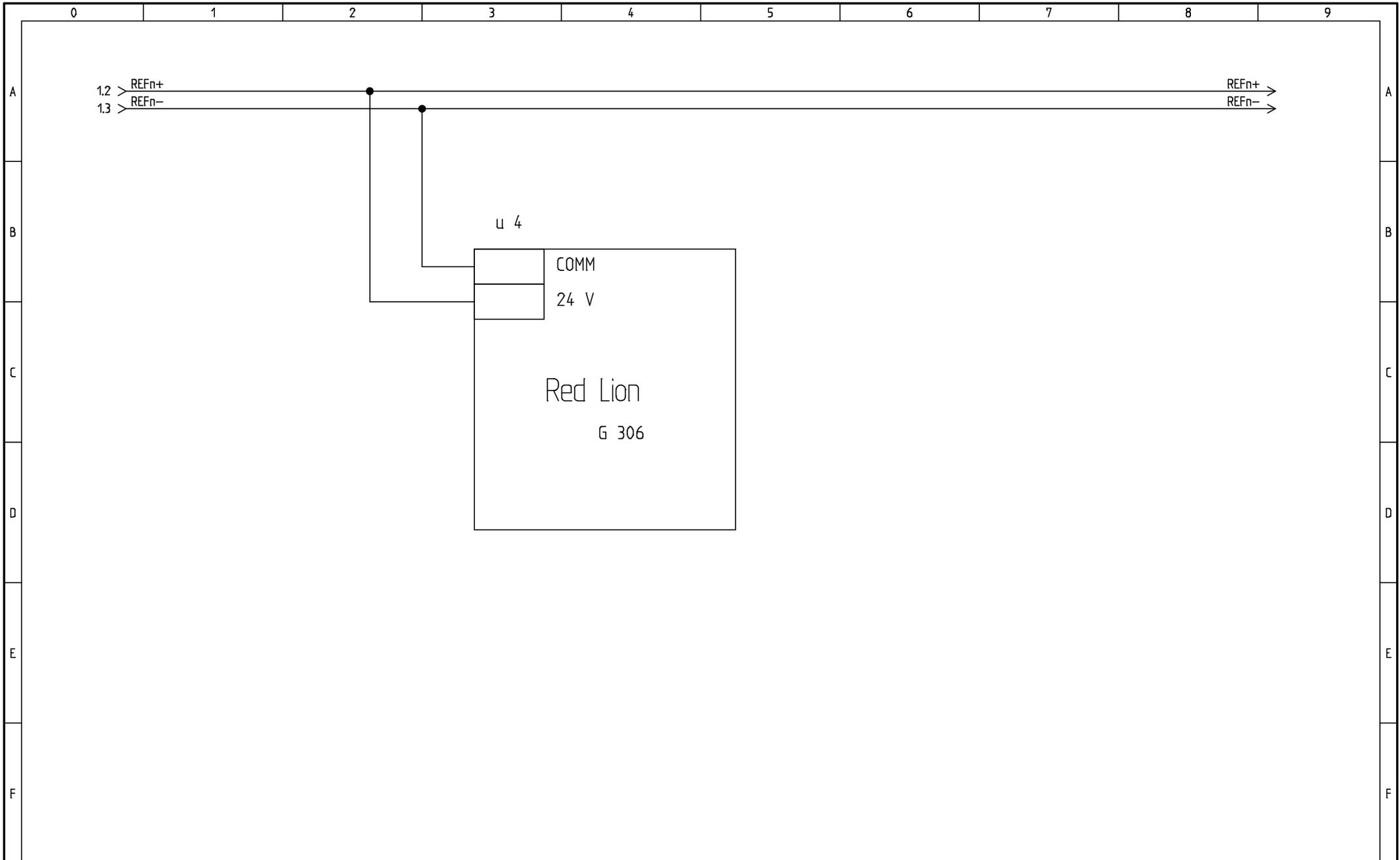
### **PLANOS ELECTRICOS Y DE INSTRUMENTACIÓN**

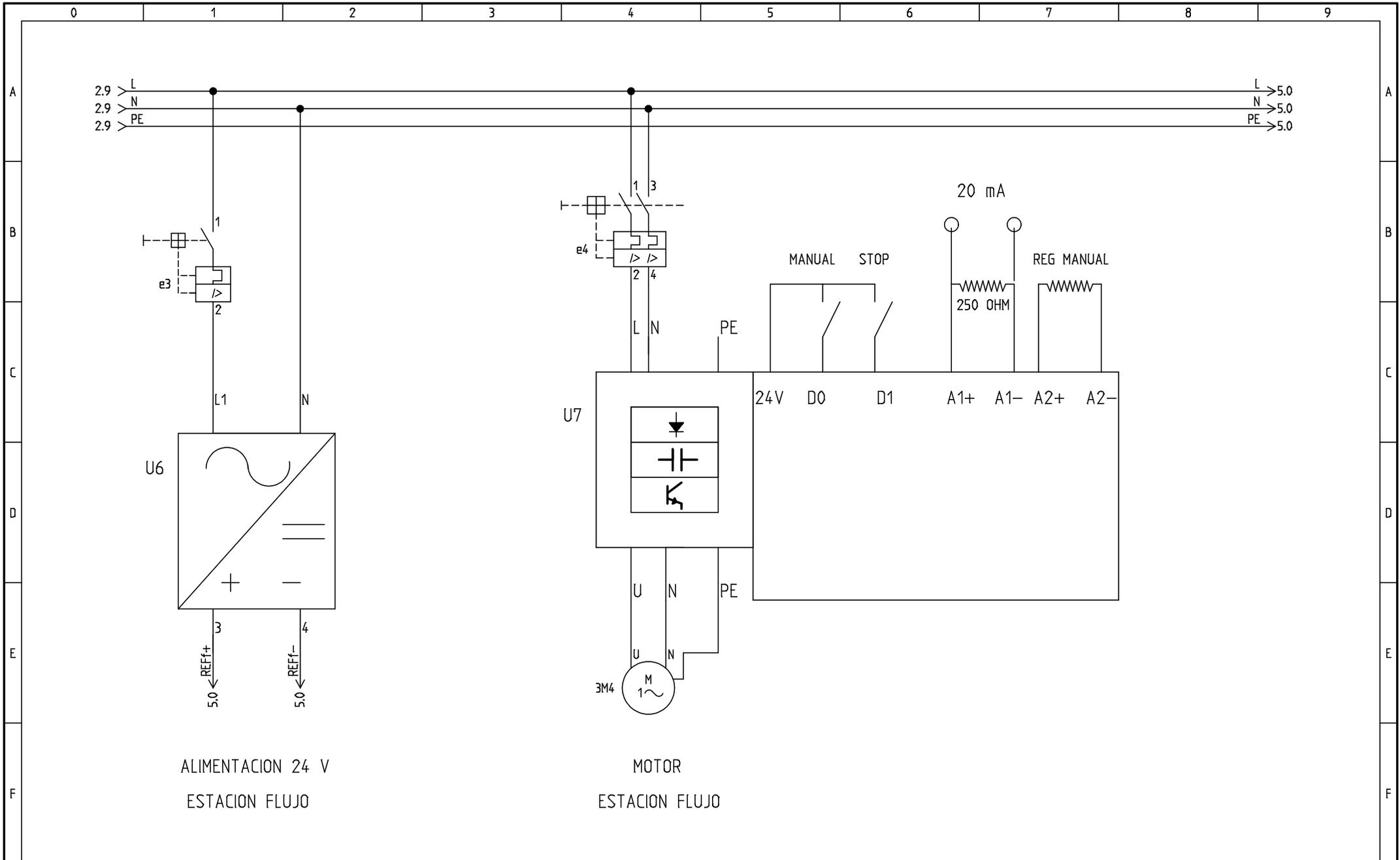
## **ANEXO B1**

### **PLANOS ELÉCTRICOS**







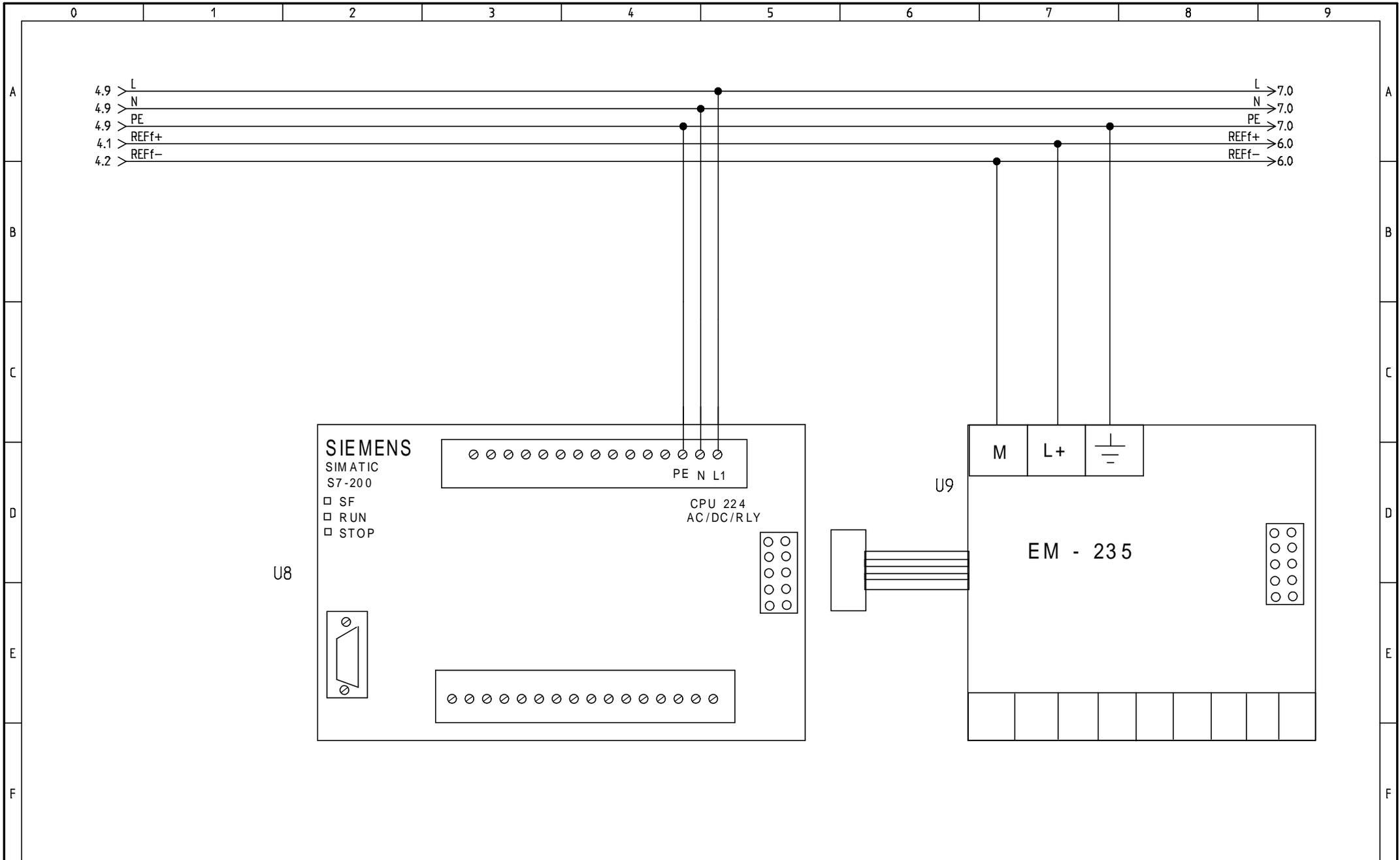


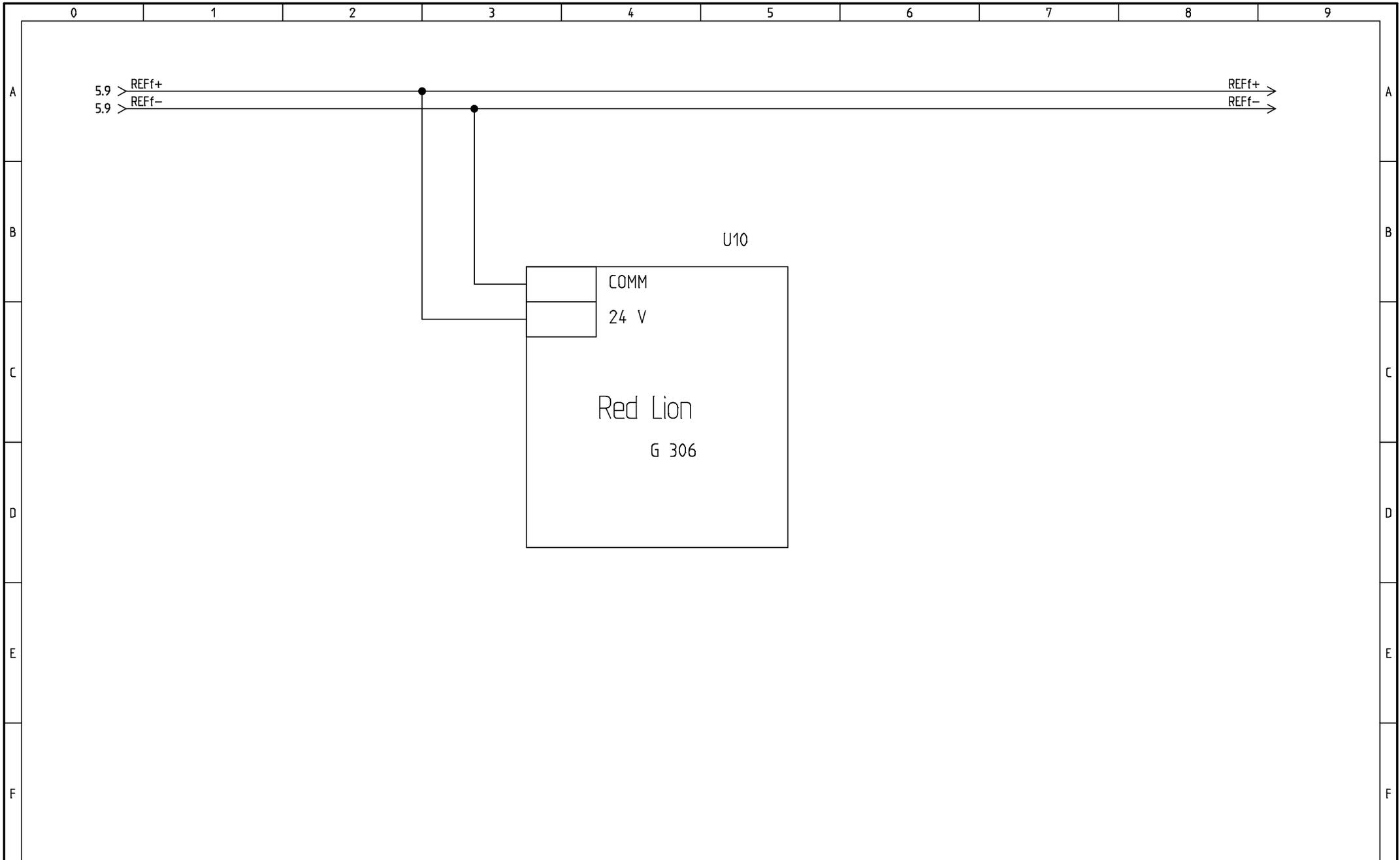
**ESPE**

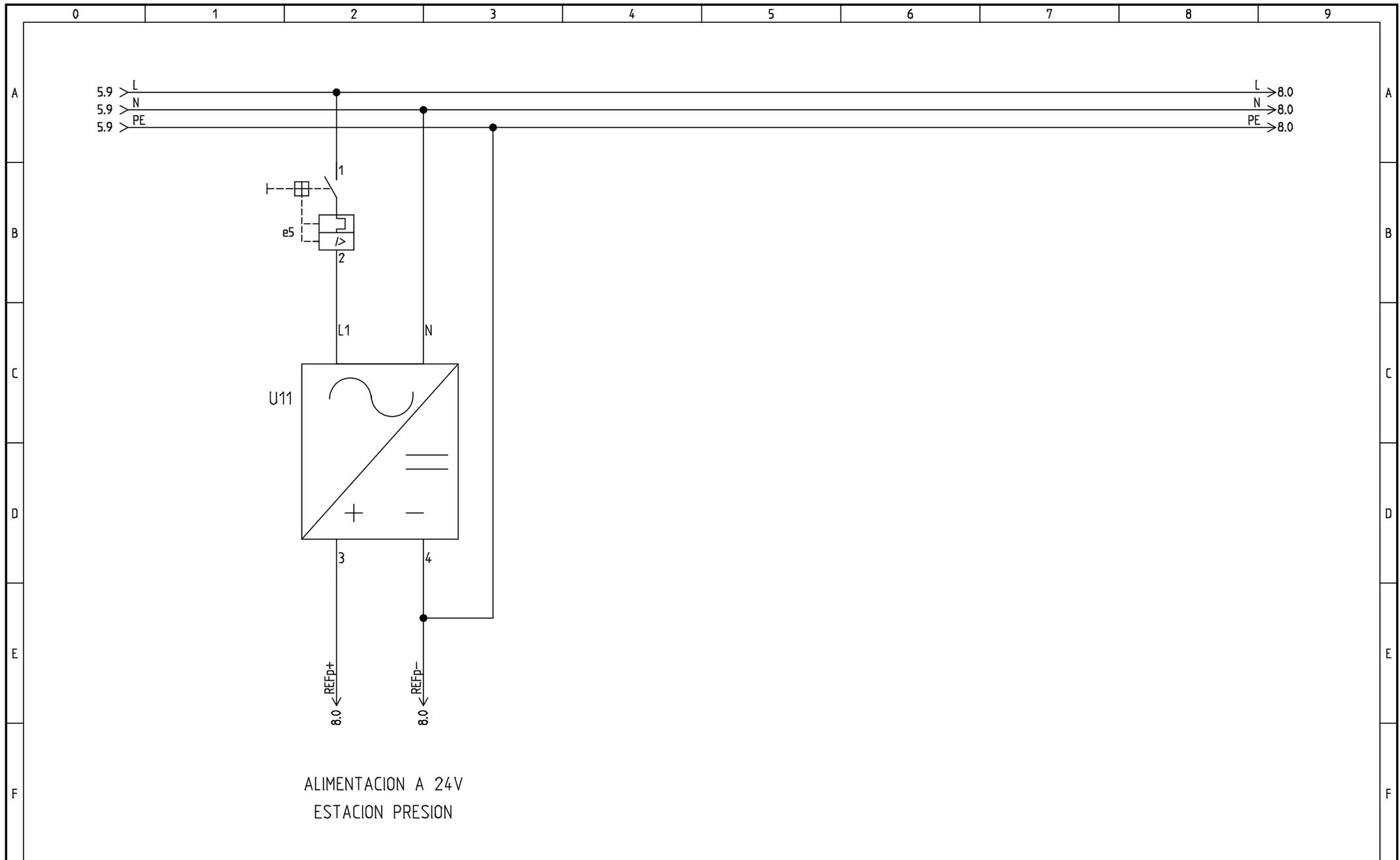
Dibujado  
Juan Pablo Mullo  
William Cortez

Motores  
Estacion Flujo

No. Trabajo:	Planos	No. Dibujo:	Rev.:	Inic.:
Fecha:	29/07/2009	Funcion:	=	Situacion:
			+	Hoja:
				4







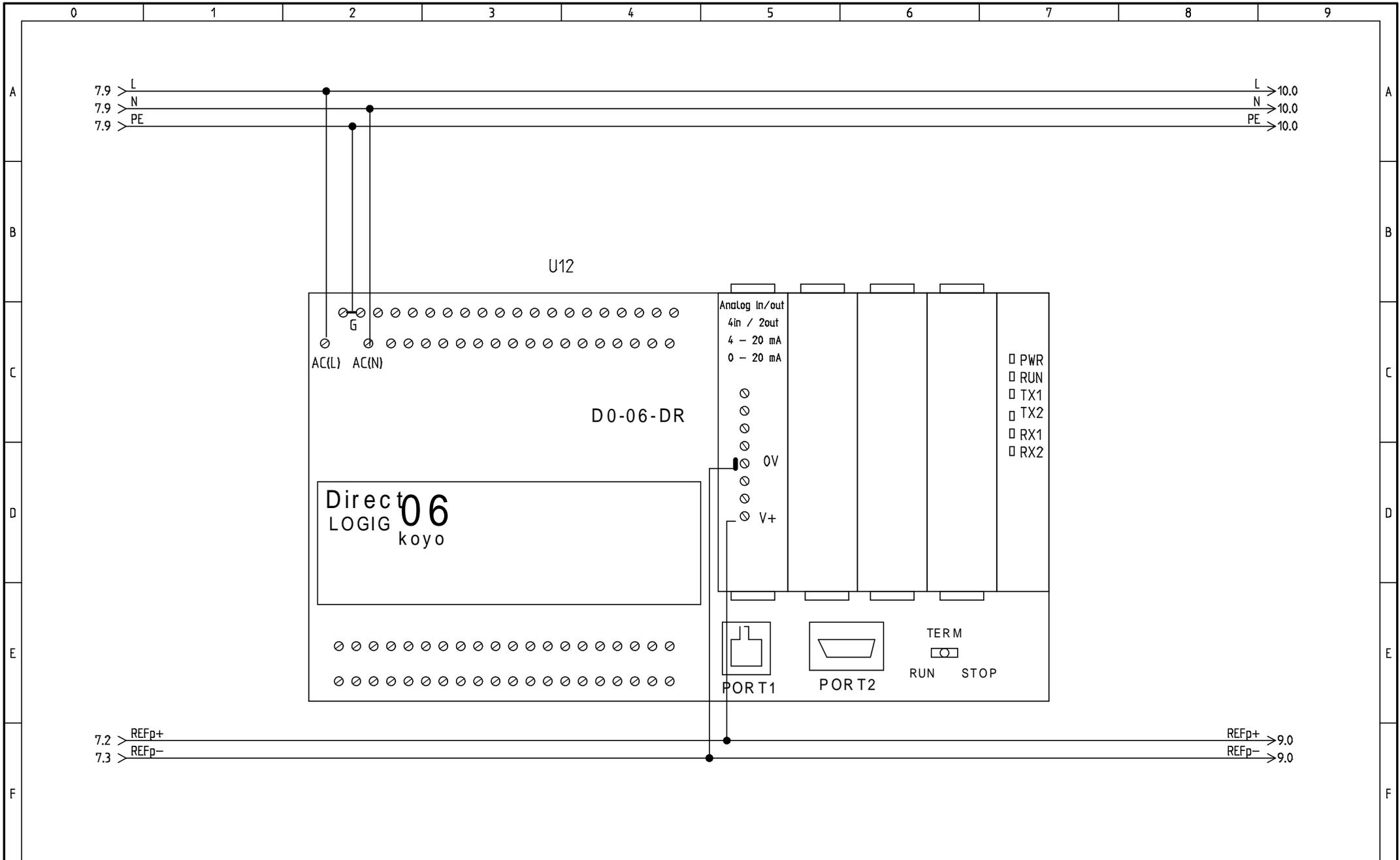
ALIMENTACION A 24V  
ESTACION PRESION

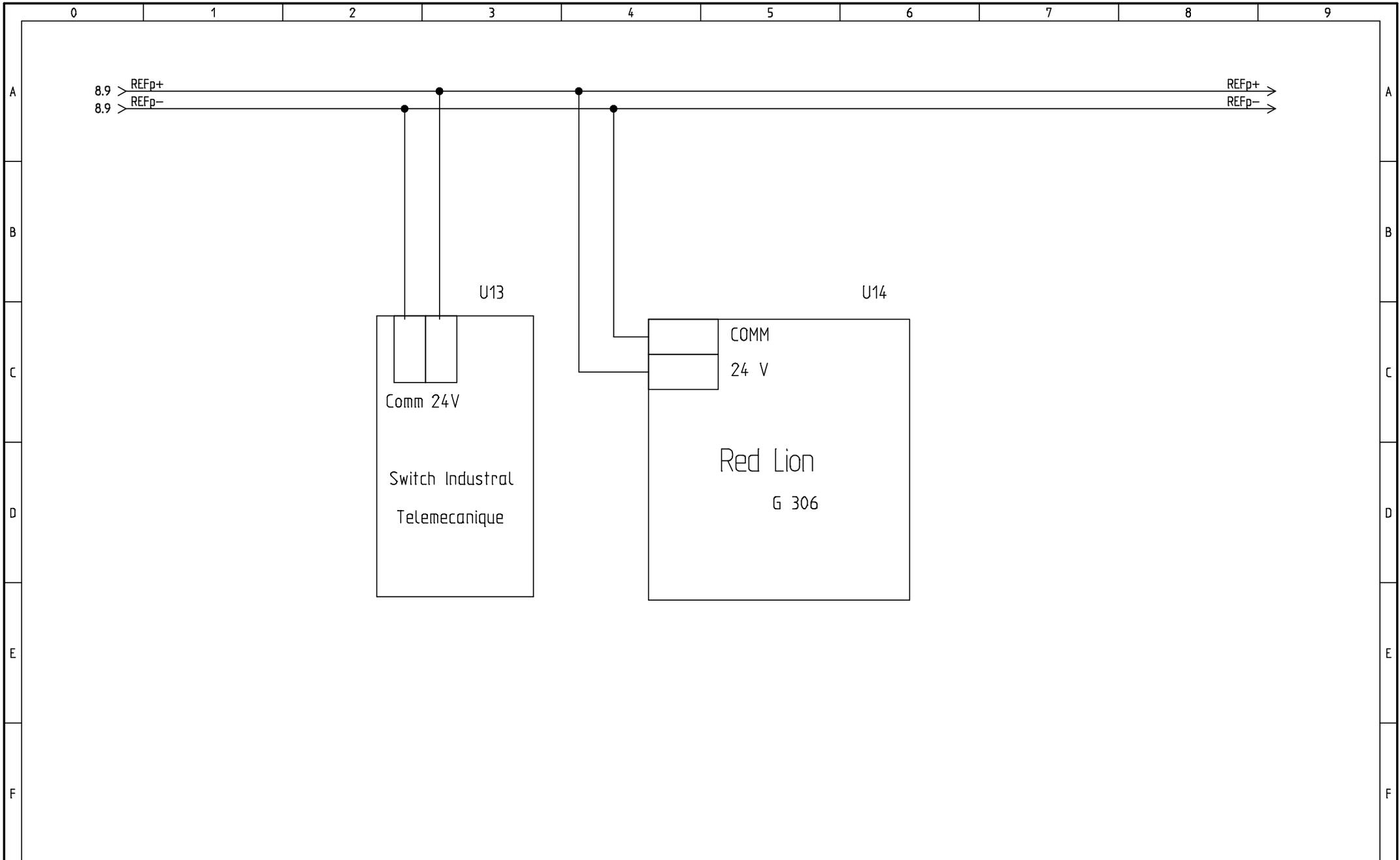
**ESPE**

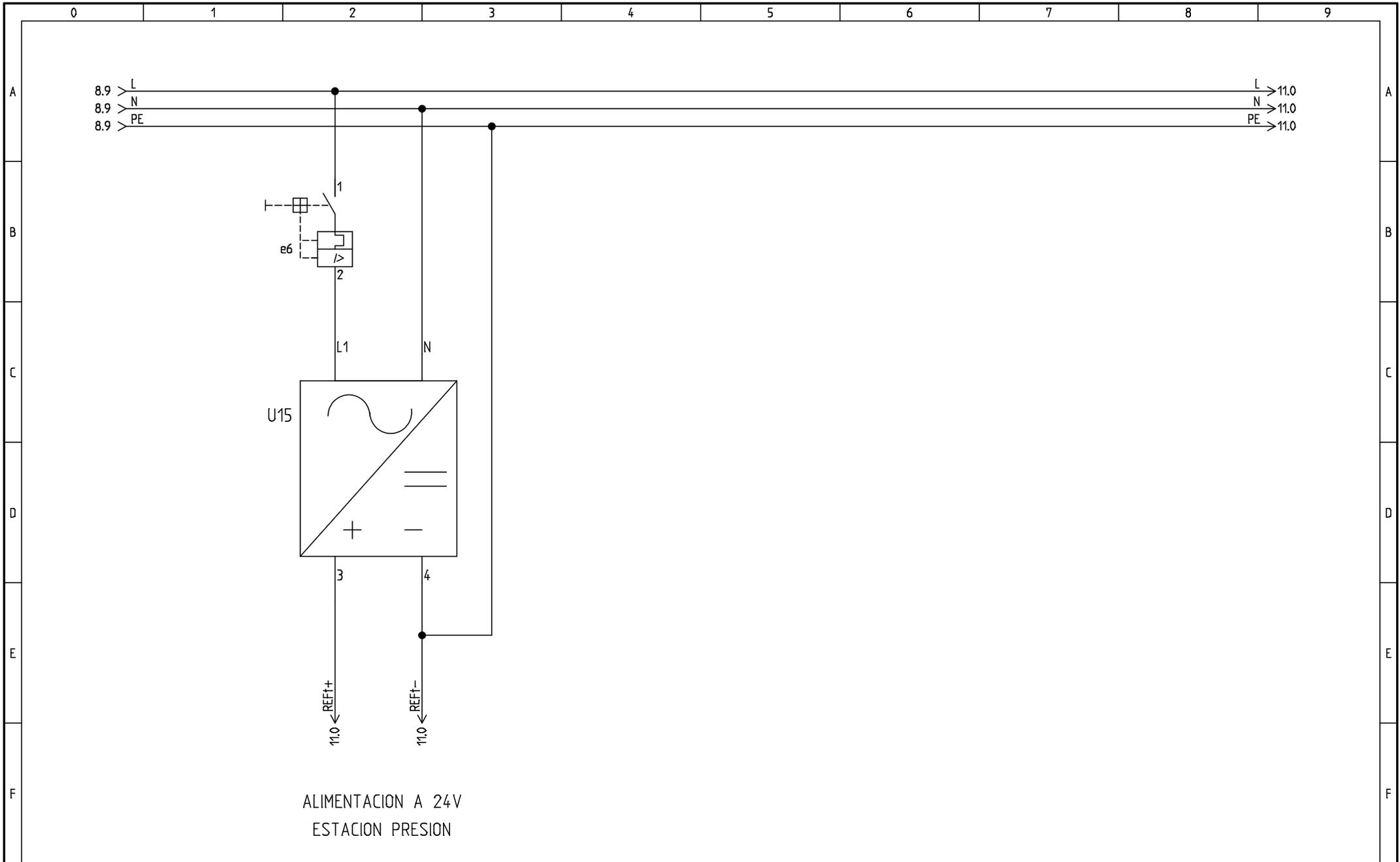
Dibujado  
Juan Pablo Mullo  
William Cortez

Fuente  
Estacion Presion

No. Trabajo:	Planos	No. Dibujo:	Rev.:	Inic.:
Fecha:	10/09/2009	Funcion:	Situacion:	Hoja: 7

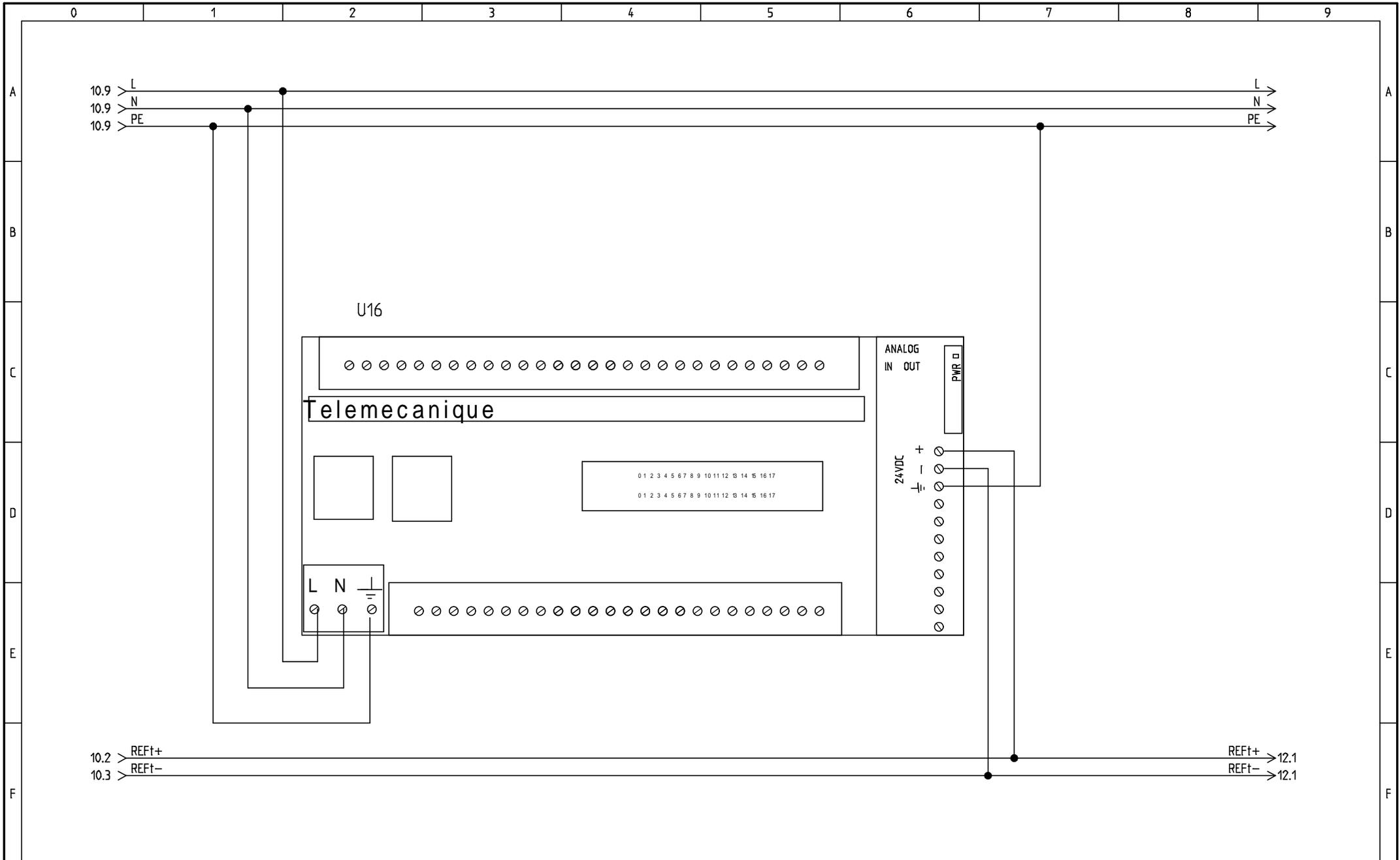






ALIMENTACION A 24V  
ESTACION PRESION

<b>ESPE</b>	Dibujado Juan Pablo Mullo William Cortez	Fuente Estacion Temperatura	No. Trabajo: Planos	No. Dibujo:	Rev.:	Inic.:
			Fecha: 10/09/2009	Funcion:	Situacion:	Hoja: 10

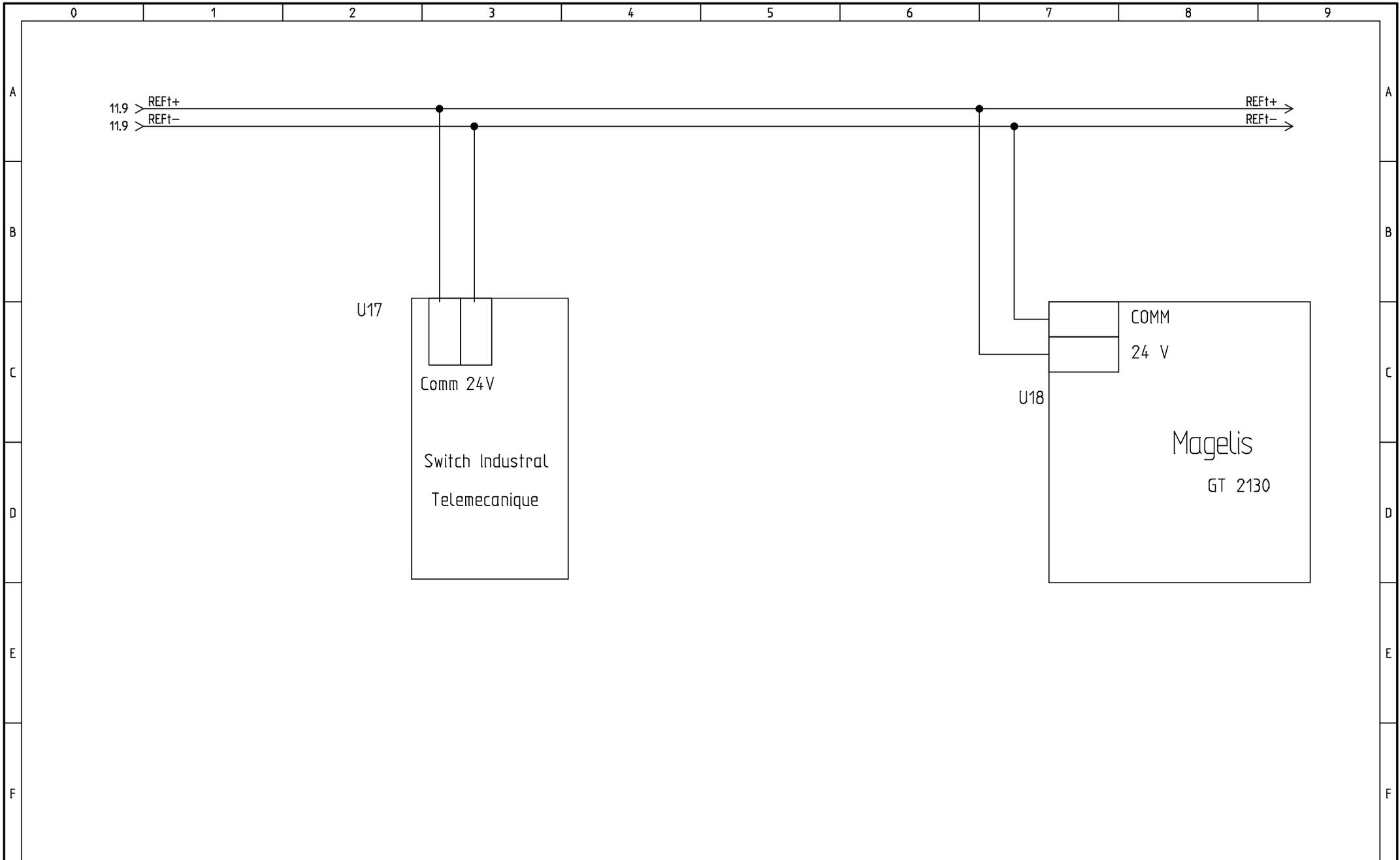


**ESPE**

Dibujado  
 Juan Pablo Mullo  
 William Cortez

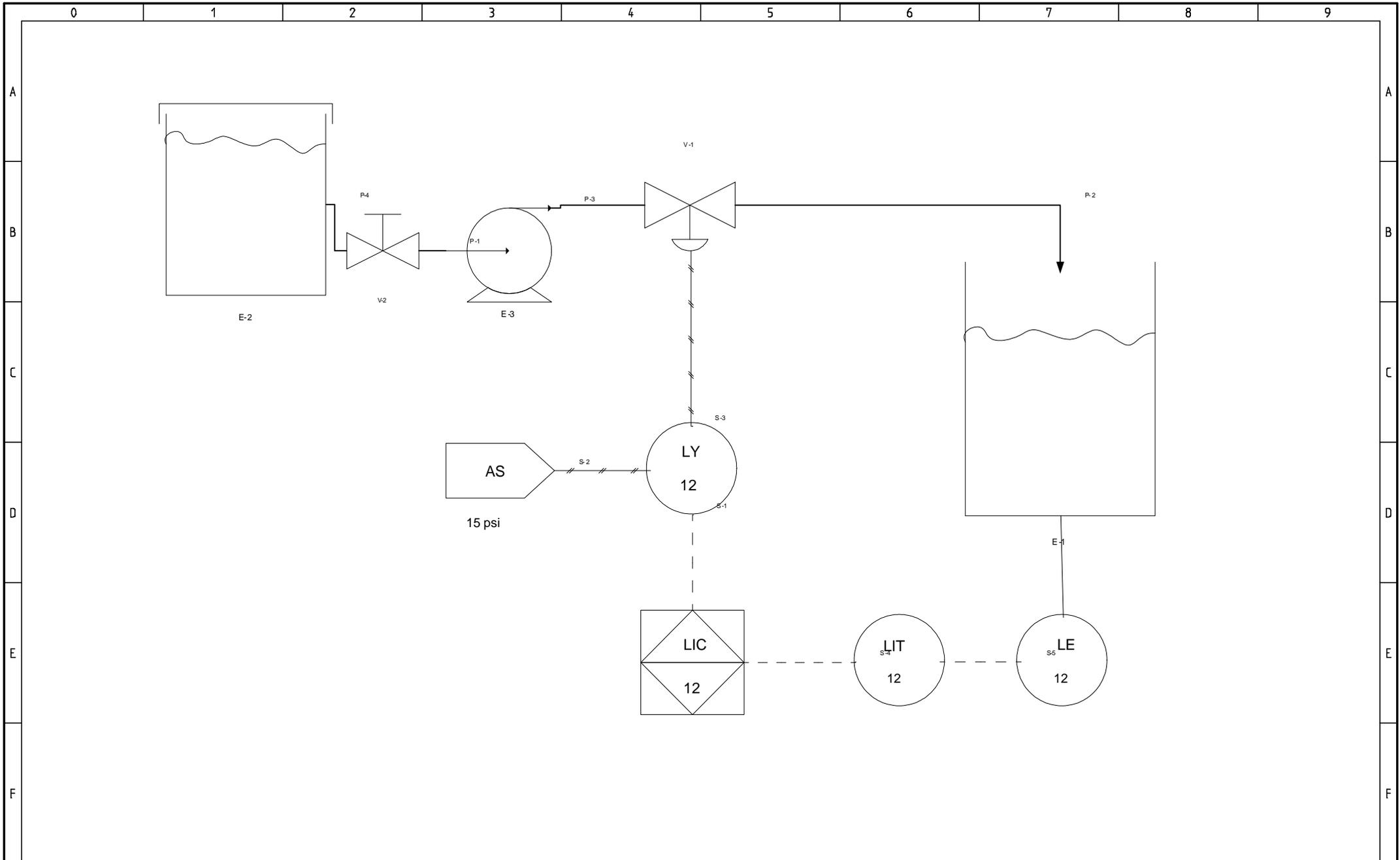
Alimentaci n PLC Telemecanique  
 Twido twdlcae40drf

No. Trabajo:	Planos	No. Dibujo:		Rev.:	Inic.:
Fecha:	29/07/2009	Funcion:	=	Situacion:	+
					Hoja: 11



## **ANEXO B2**

# **PLANOS DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION (P&ID)**

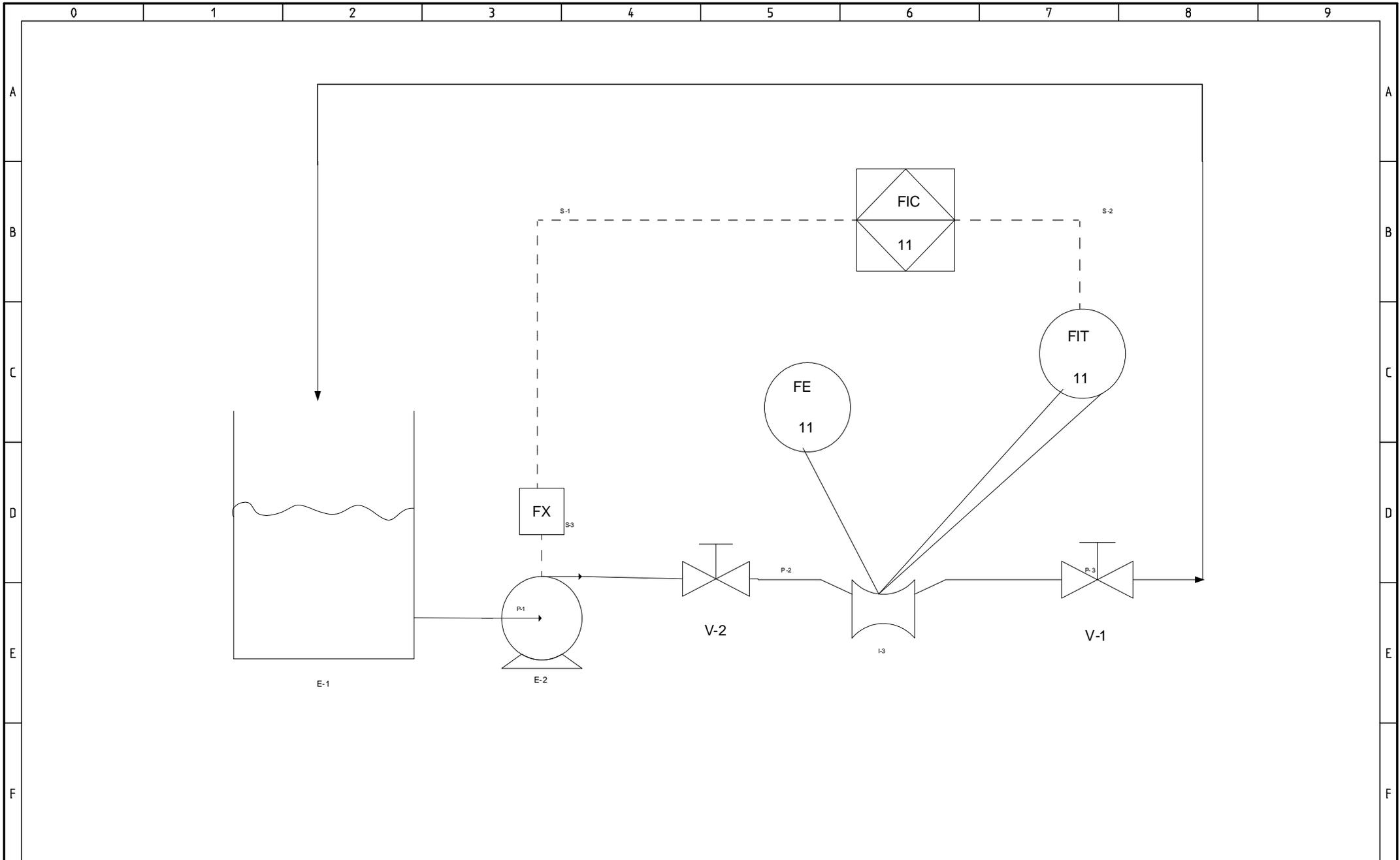


**ESPE**

Dibujado  
 Juan Pablo Mullo  
 William Cortez

P&ID Estacion Nivel

No. Trabajo:	Planos	No. Dibujo:	Rev.:	Inic.:
Fecha:	25/08/2009	Funcion:	Situacion:	Hoja: 13

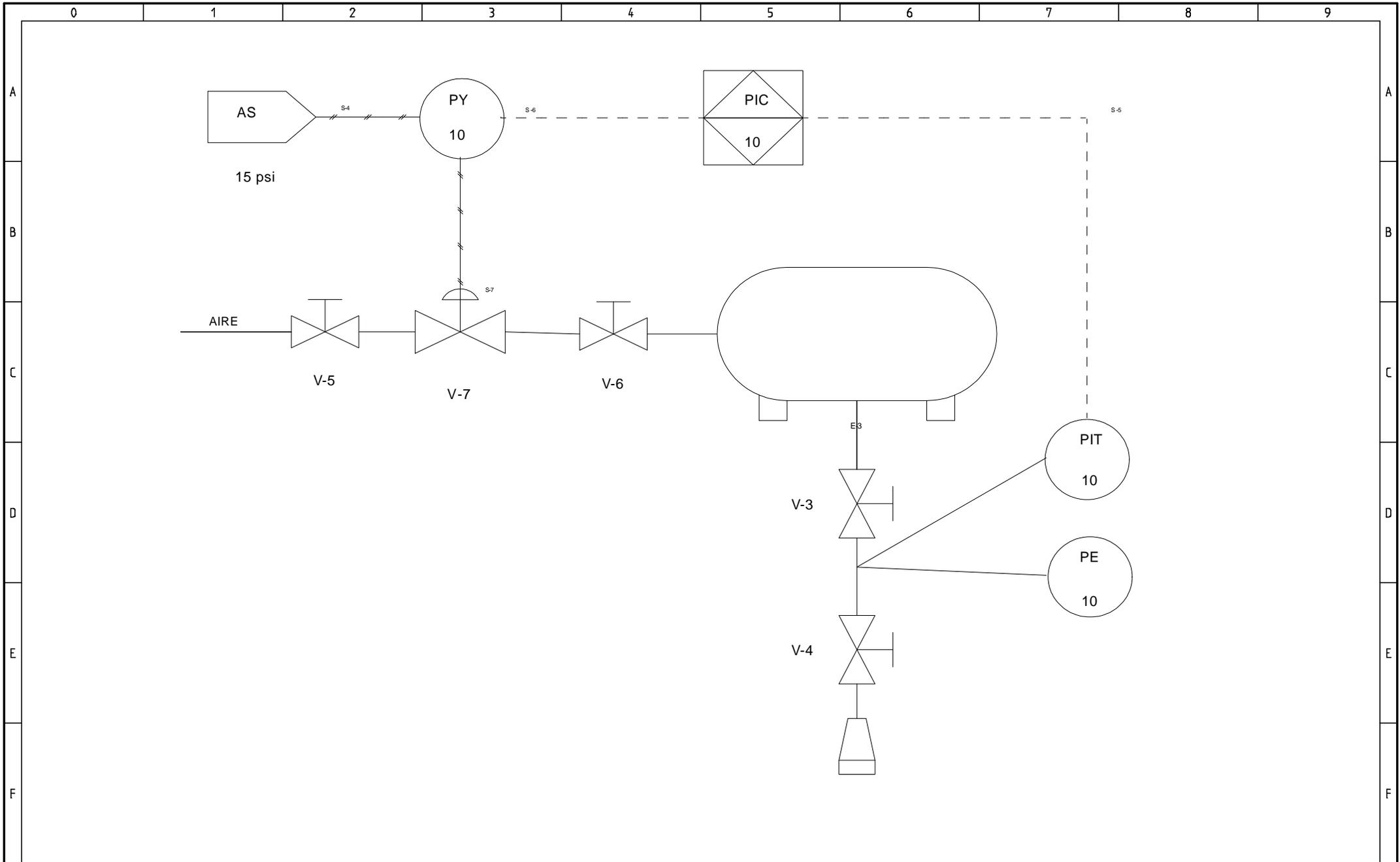


**ESPE**

Dibujado  
 Juan Pablo Mullo  
 William Cortez

P&ID Estacion Flujo

No. Trabajo:	Planos	No. Dibujo:	Rev.:	Inic.:
Fecha:	08/09/2009	Funcion:	Situacion:	Hoja: 14

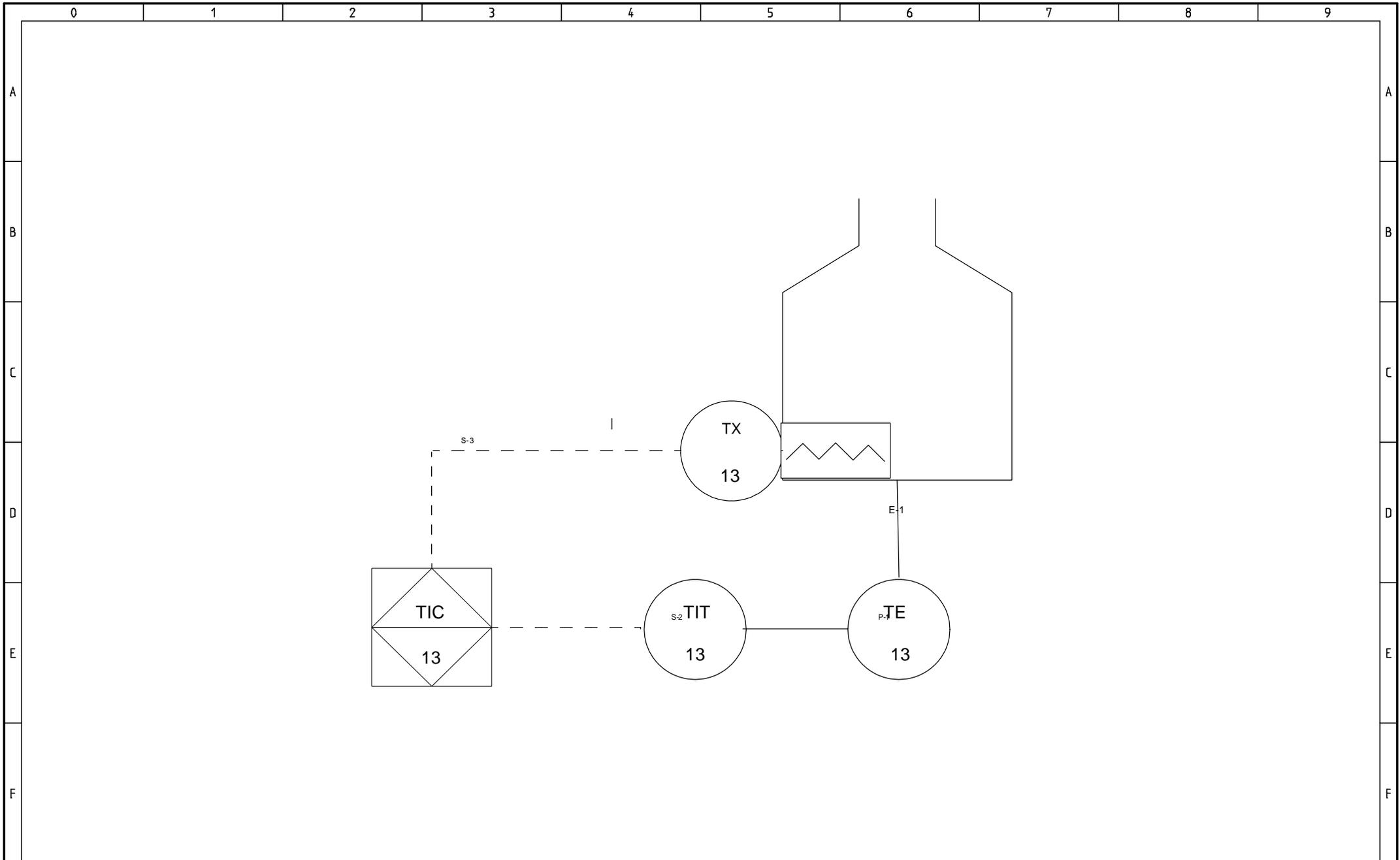


**ESPE**

Dibujado  
 Juan Pablo Mullo  
 William Cortez

P&ID Estacion Presion

No. Trabajo:	Planos	No. Dibujo:	Rev.:	Inic.:
Fecha:	08/09/2009	Funcion:	Situacion:	Hoja: 15



**ESPE**

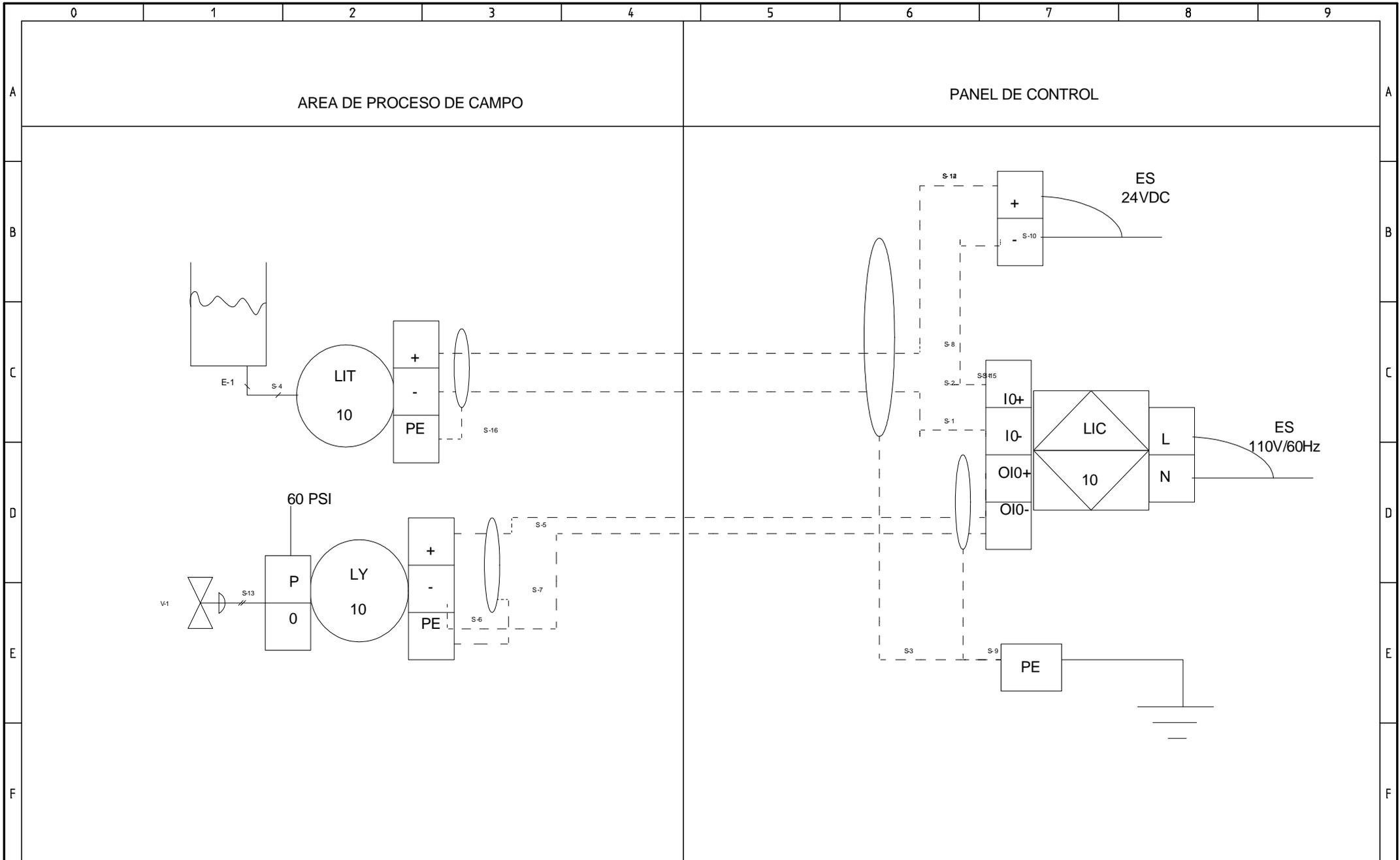
Dibujado  
 Juan Pablo Mullo  
 William Cortez

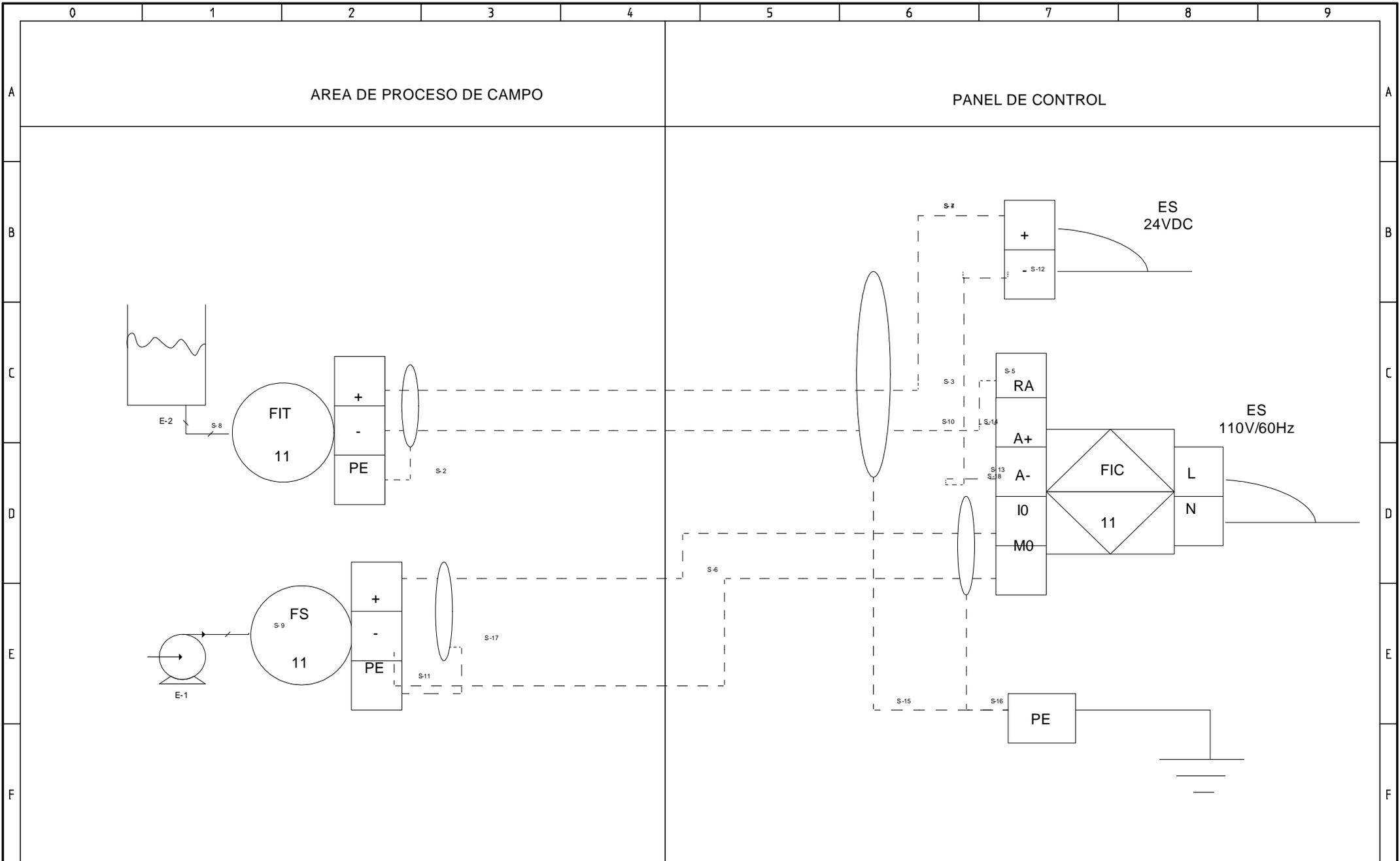
P&ID Estacion Temperatura

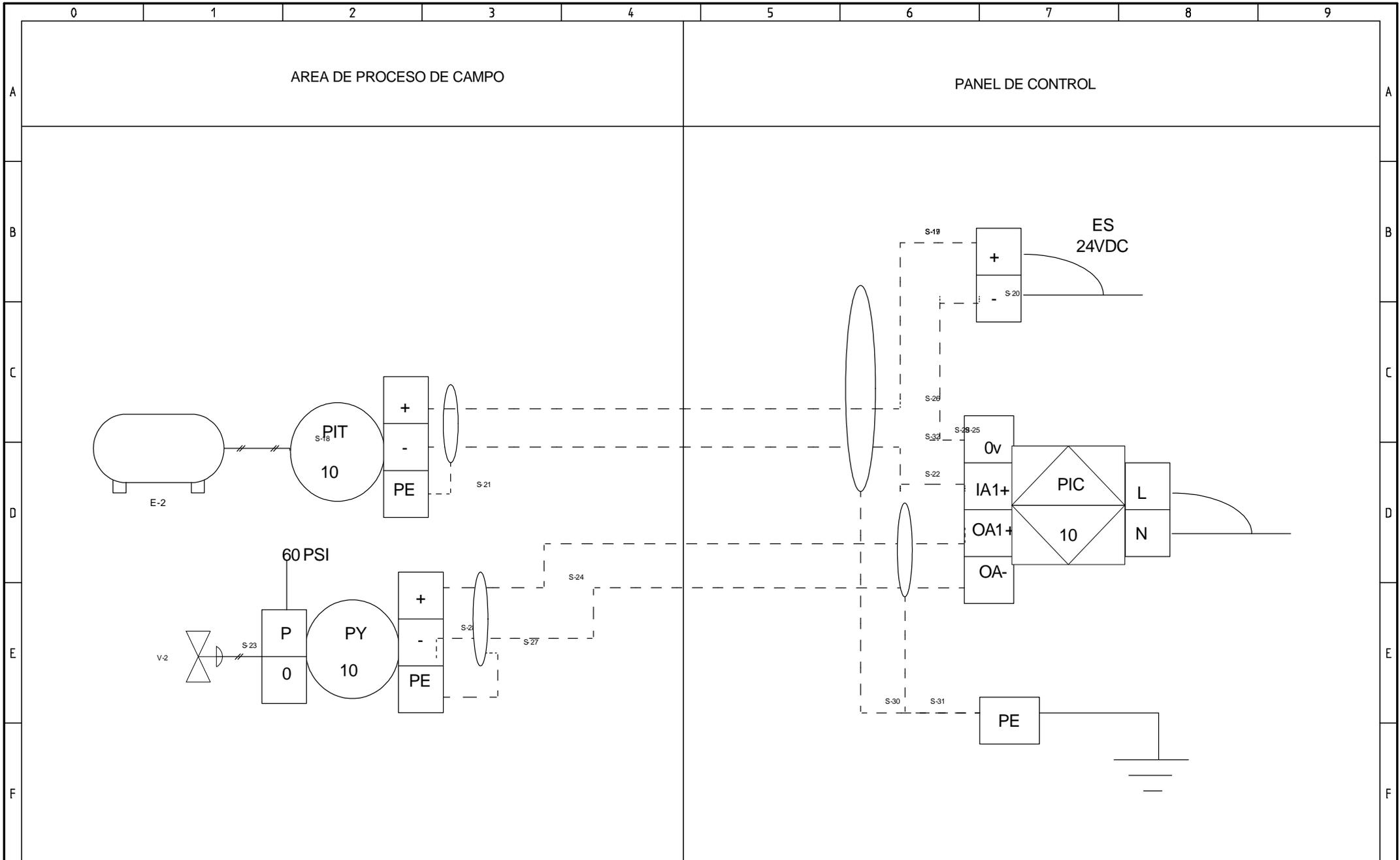
No. Trabajo:	Planos	No. Dibujo:	Rev.:	Inic.:
Fecha:	08/09/2009	Funcion:	Situacion:	Hoja: 16

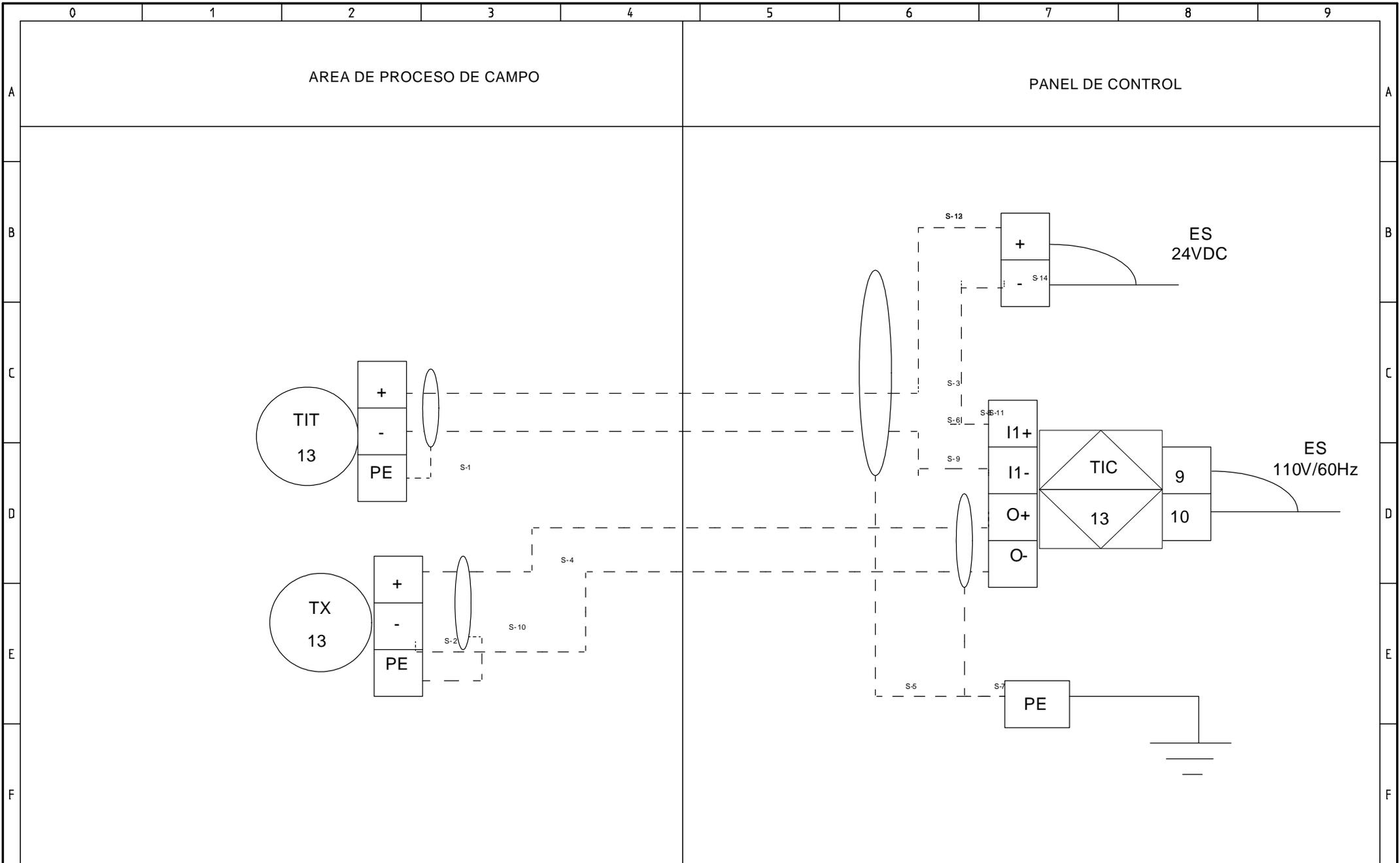
## **ANEXO B3**

### **DIGRAMAS DE LAZO DE INSTRUMENTOS**









## **ANEXO C**

### **LISTADO DEL PROGRAMA DEL PLC**

## **ANEXO C1**

**LISTADO DEL PROGRAMA DEL PLC TELEMECANIQUE  
TWDLACE40DRF**

# TwidoSoft



## Información de programa

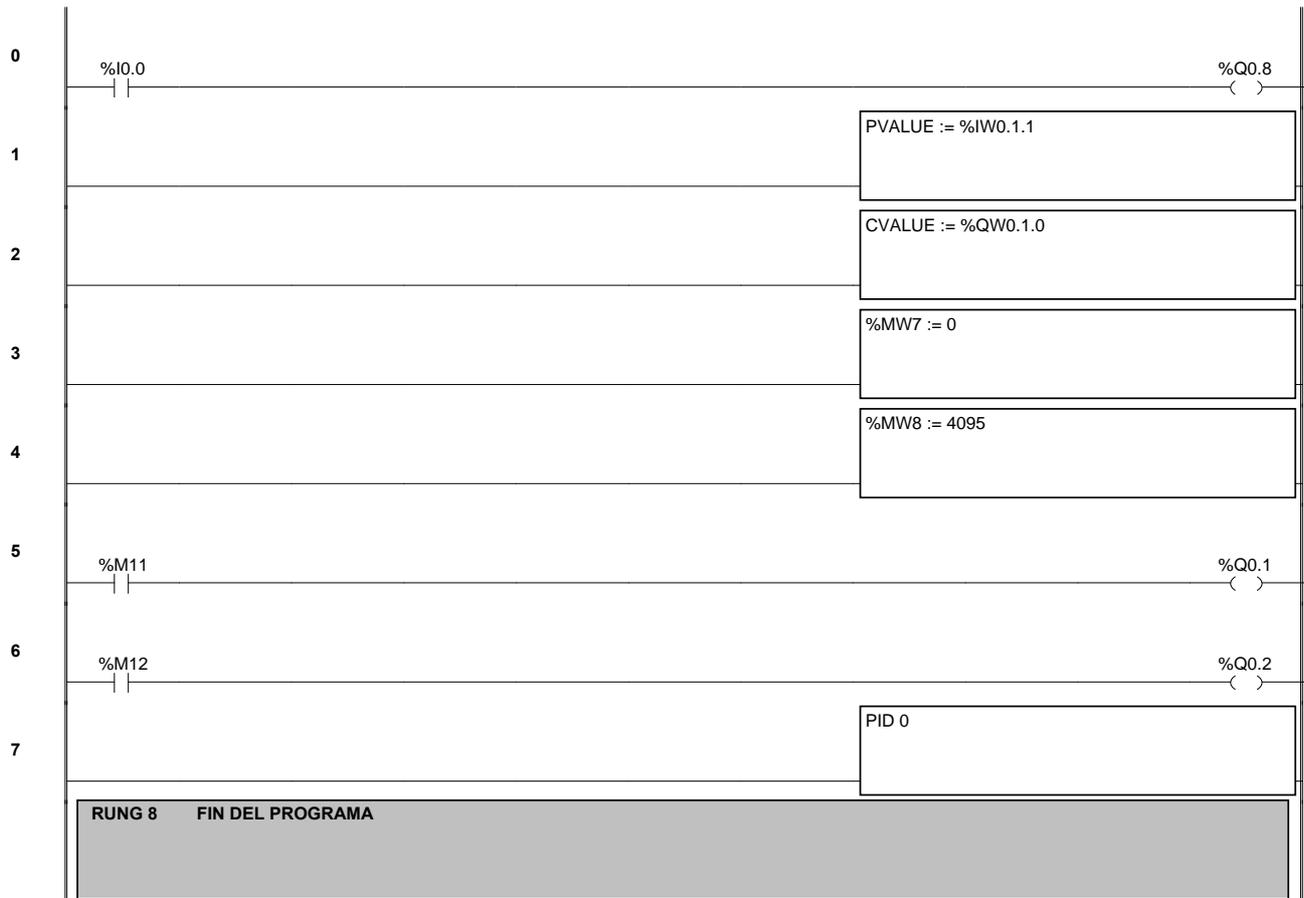
---

Impreso el 09/09/2009  
Autor  
Servicio  
Destino TWDLCAE40DRF  
Índice  
Propiedad industrial

## Comentarios

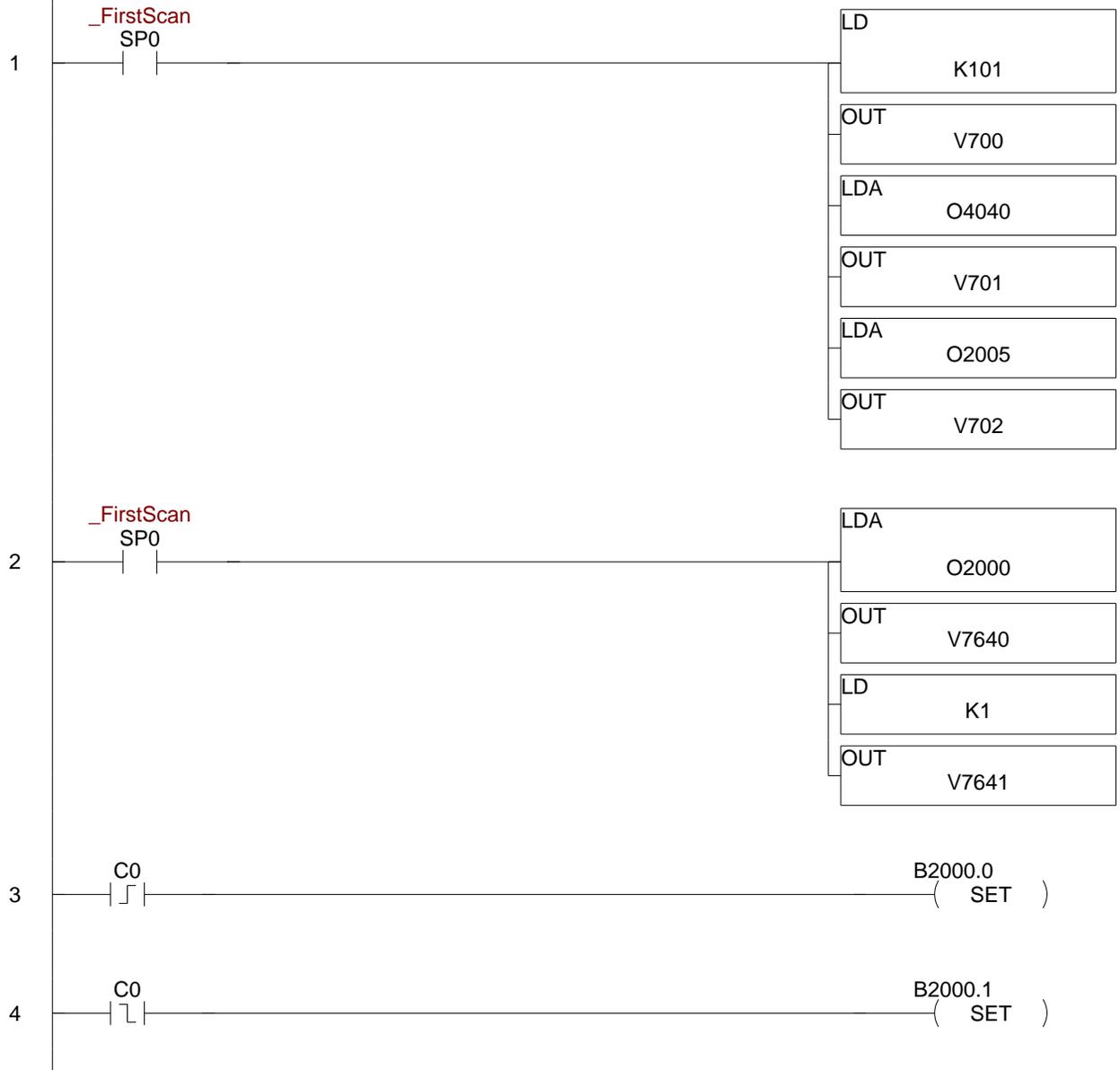
---

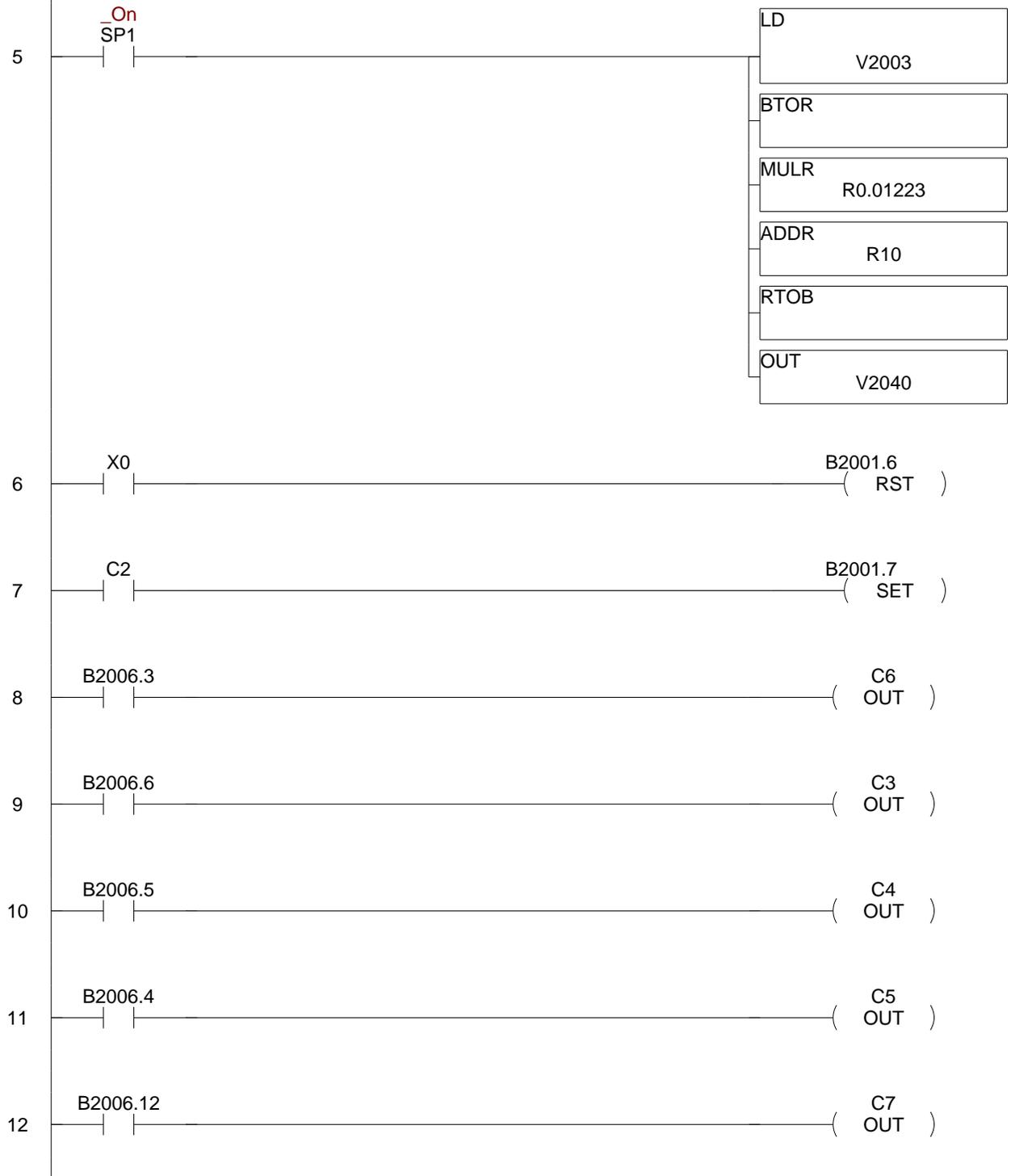
# Ladder

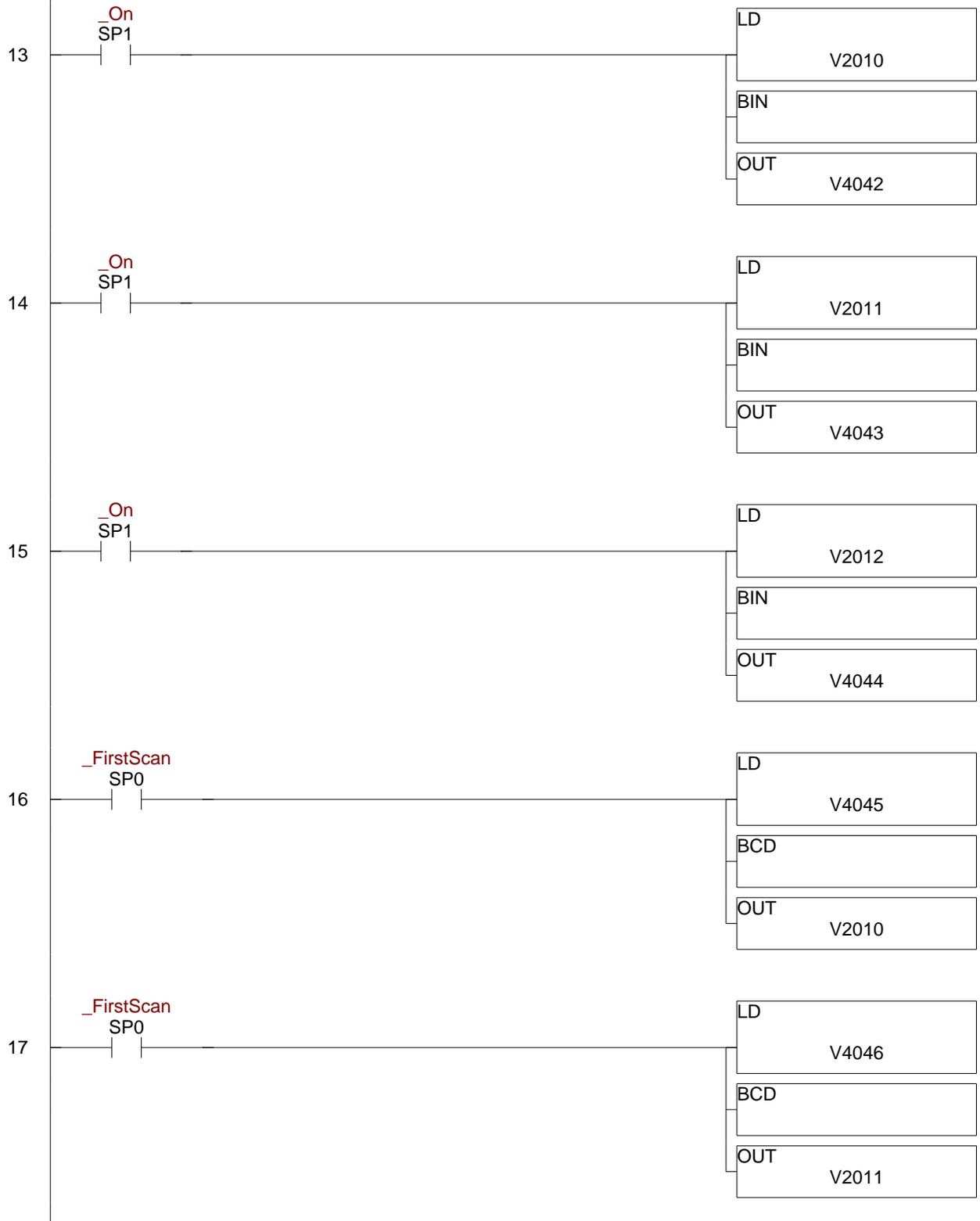


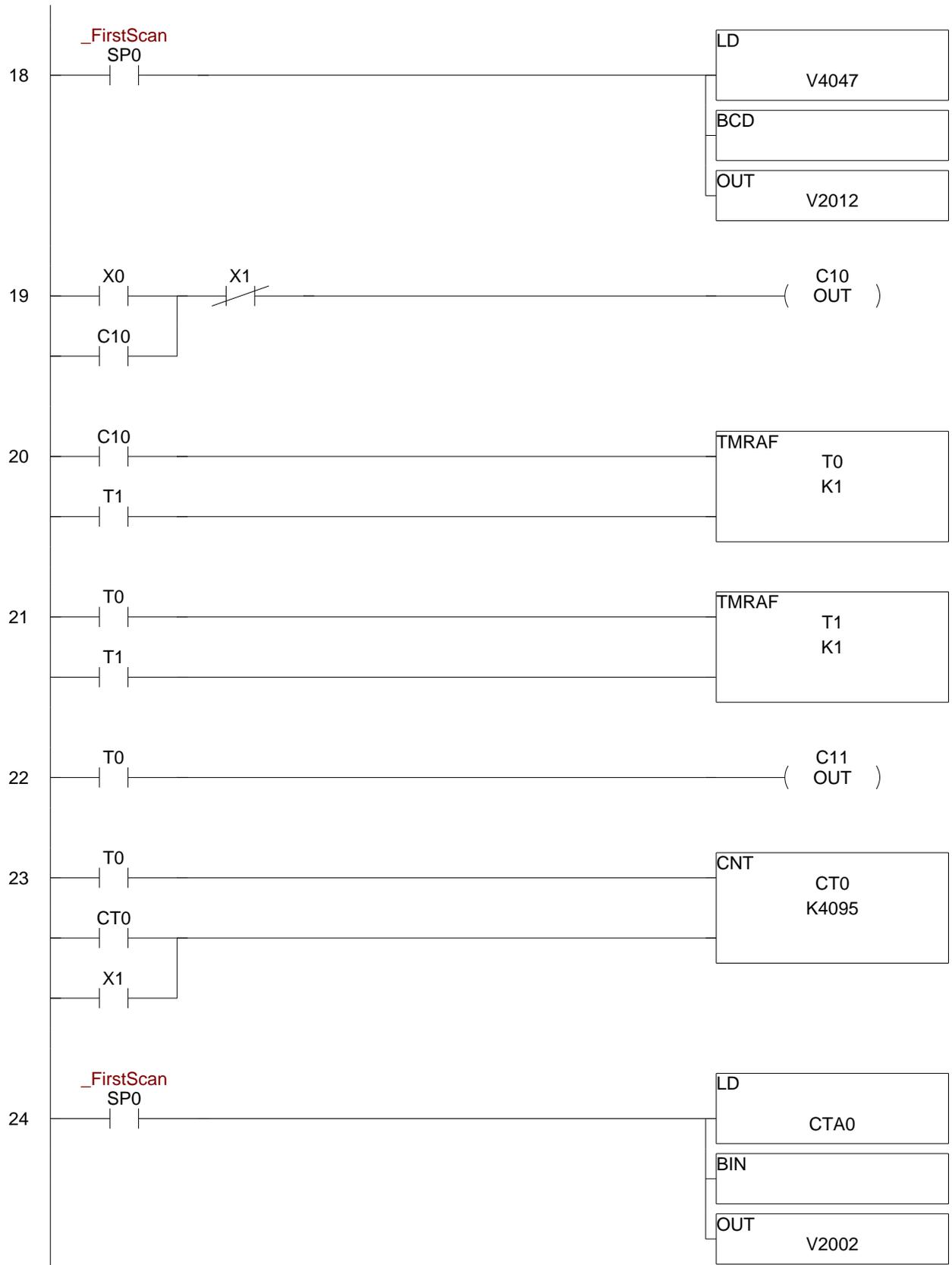
## **ANEXO C2**

### **LISTADO DEL PROGRAMA DEL PLC KOYO DL06DR**









25

( END )

26

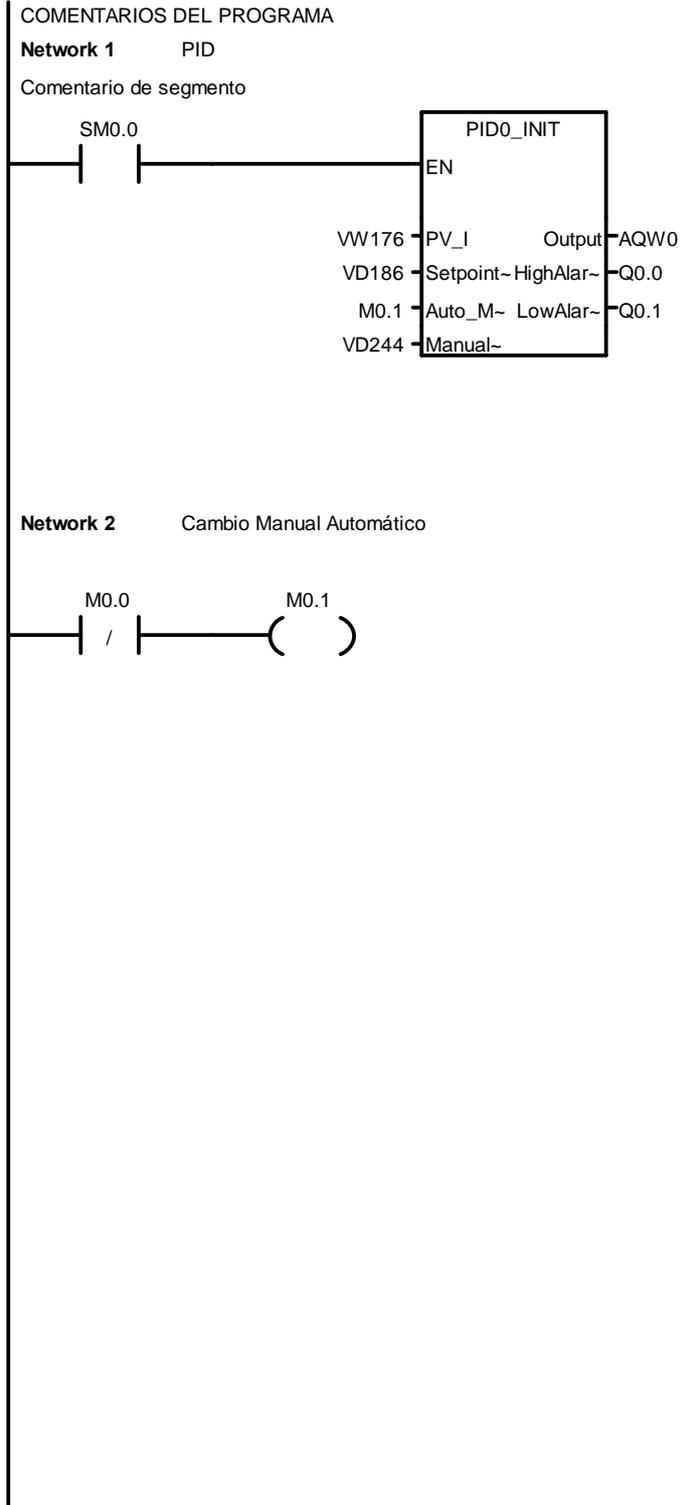
( NOP )

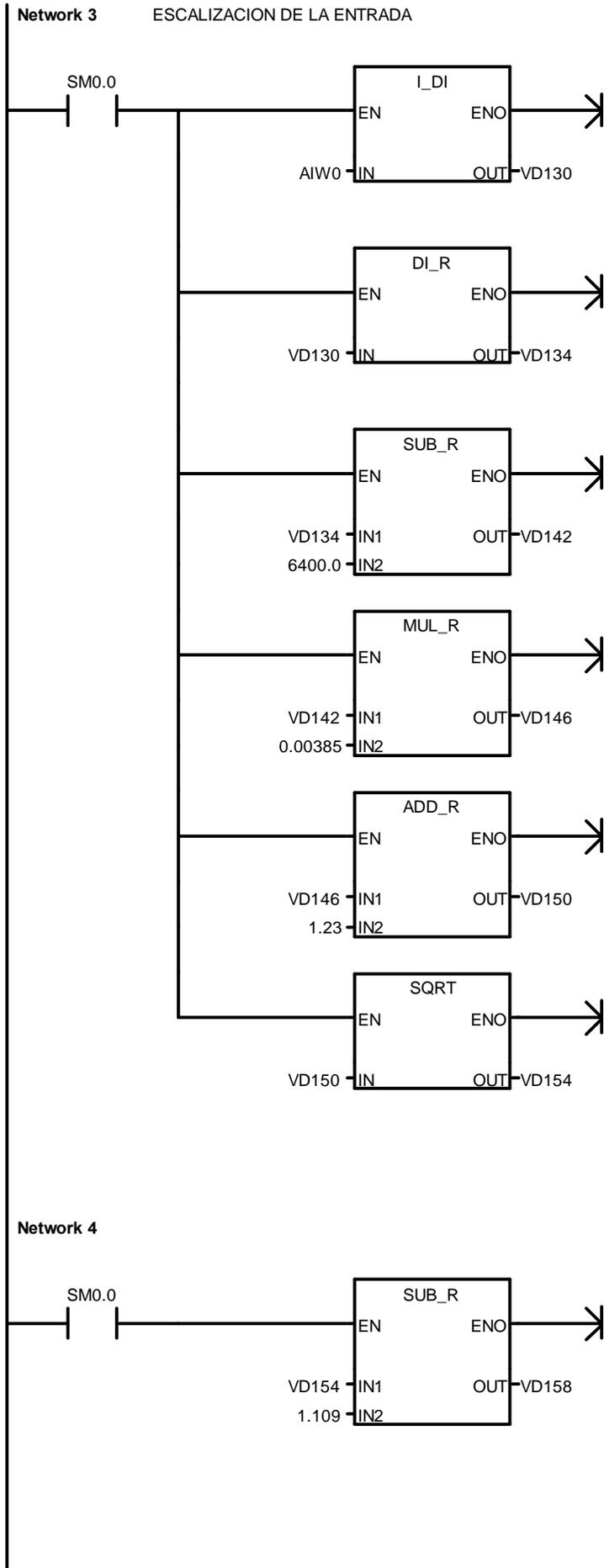
## **ANEXO C3**

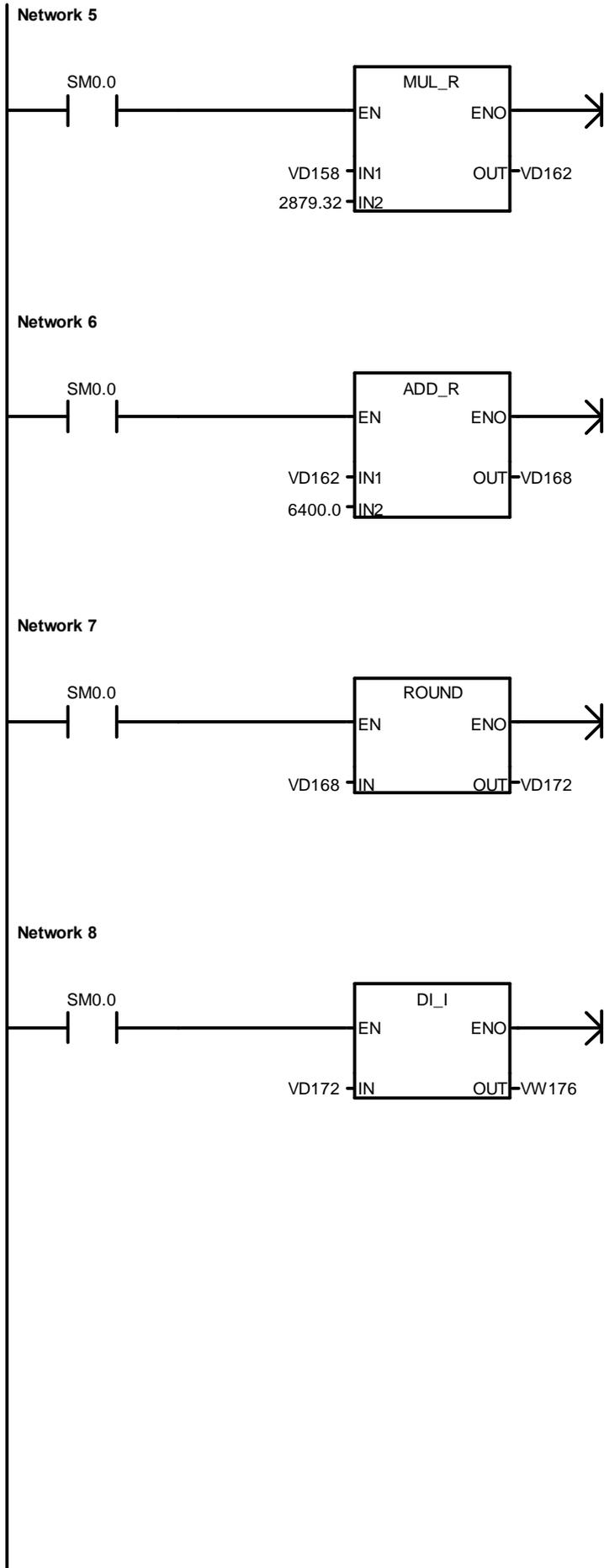
**LISTADO DEL PROGRAMA DEL PLC SIEMENS  
S7 - 200**

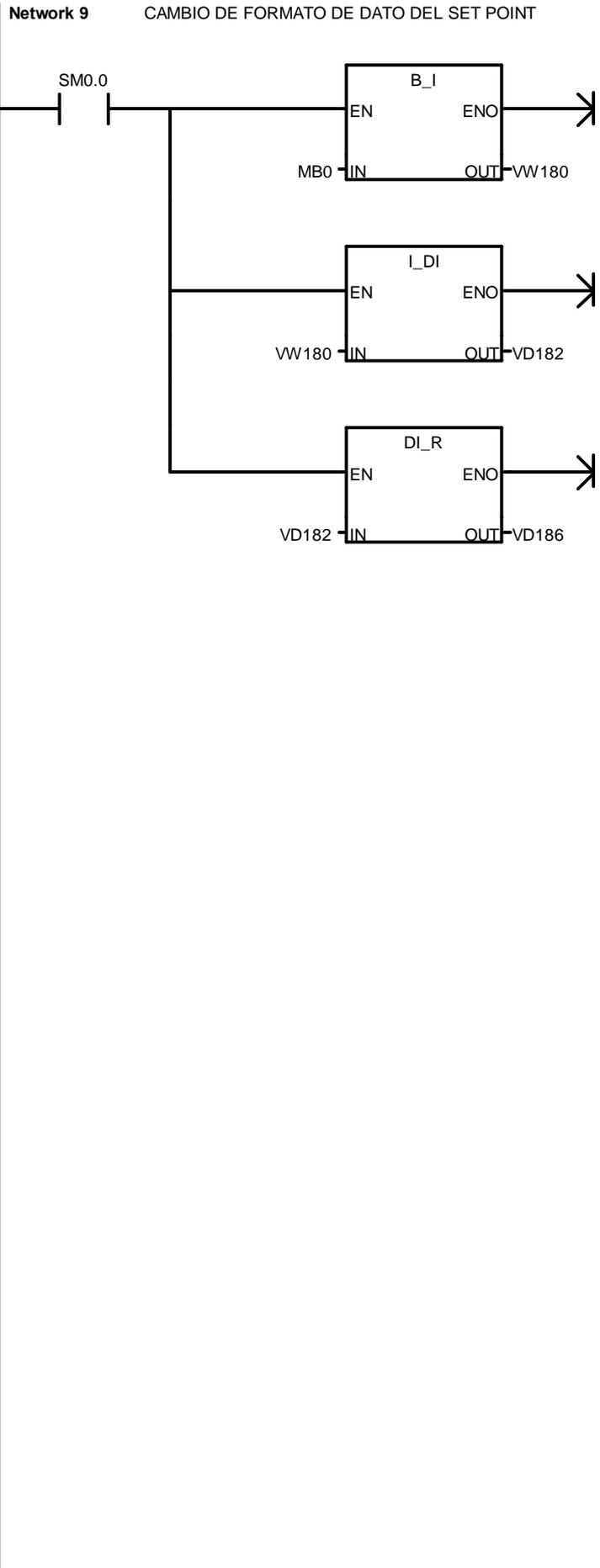
Bloque: PRINCIPAL  
 Autor:  
 Fecha de creación: 02.07.2009 14:45:43  
 Fecha de modificación: 25.07.2009 12:27:04

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		

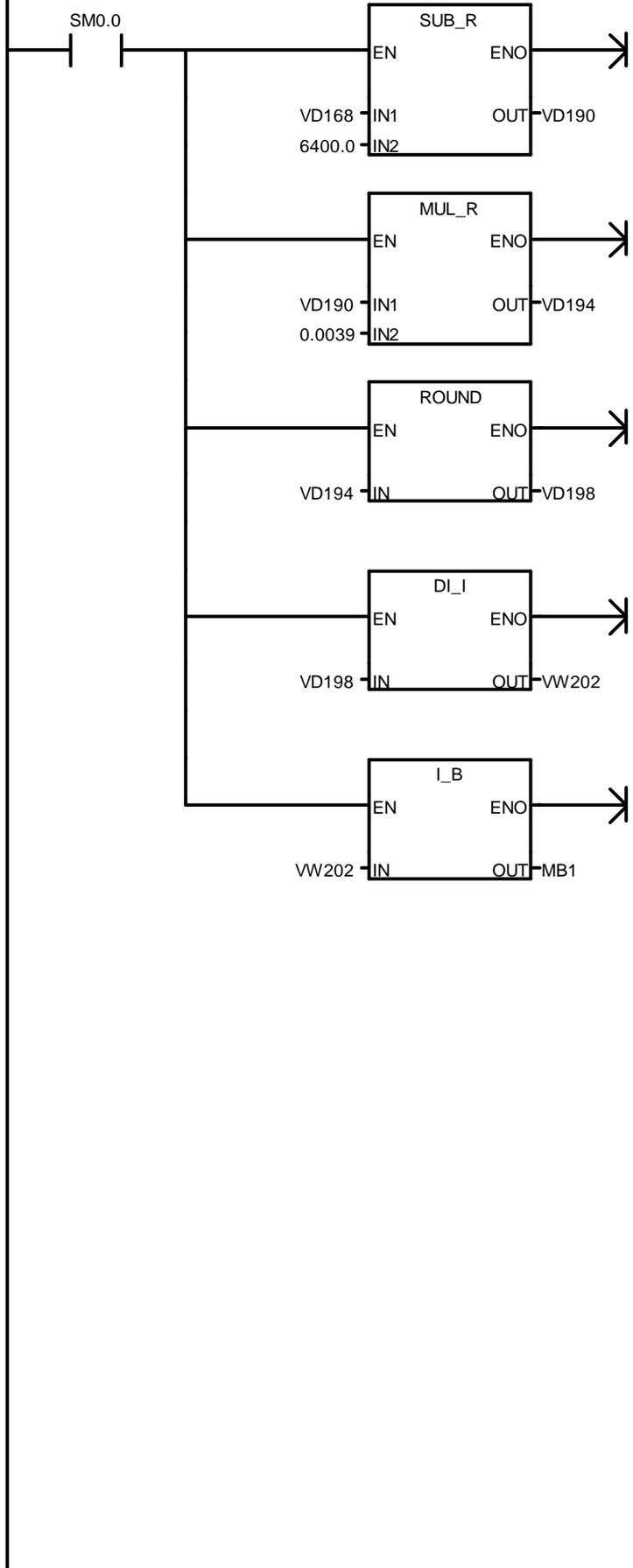


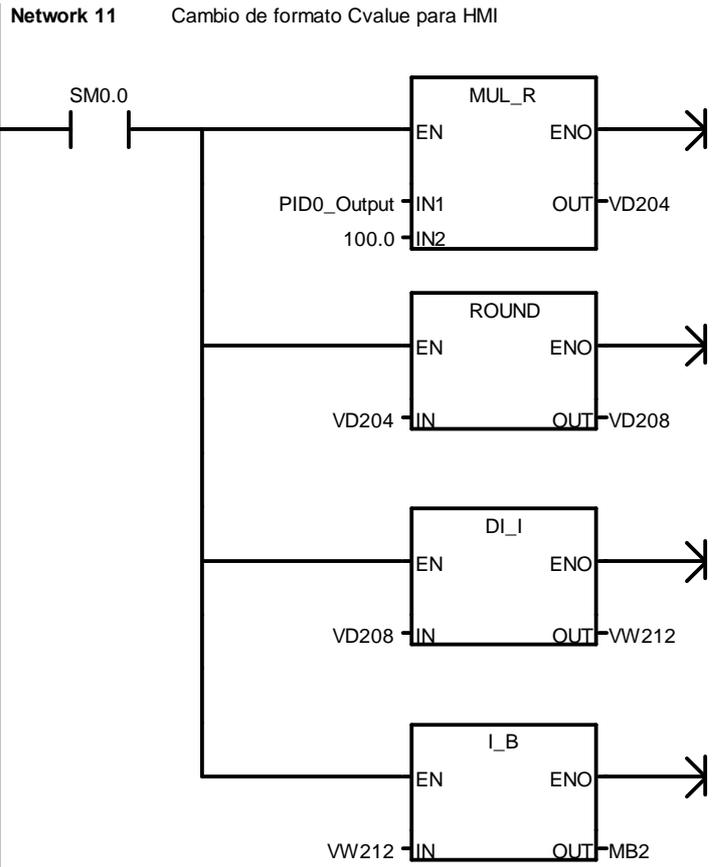






Network 10 Cambio de formato Pvalue para HMI

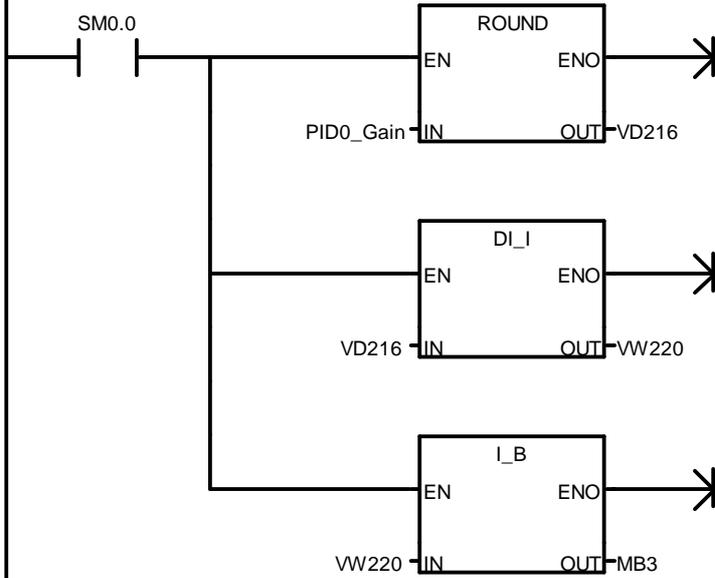




Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_Output	VD8	Salida del lazo normalizada y calculada

**Network 12**

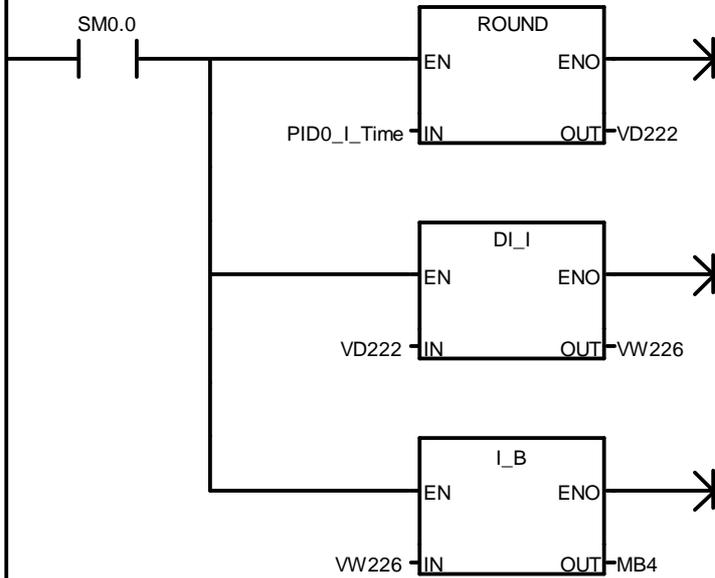
Cambio de formato Kp para HMI



Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_Gain	VD12	Ganancia del lazo

**Network 13**

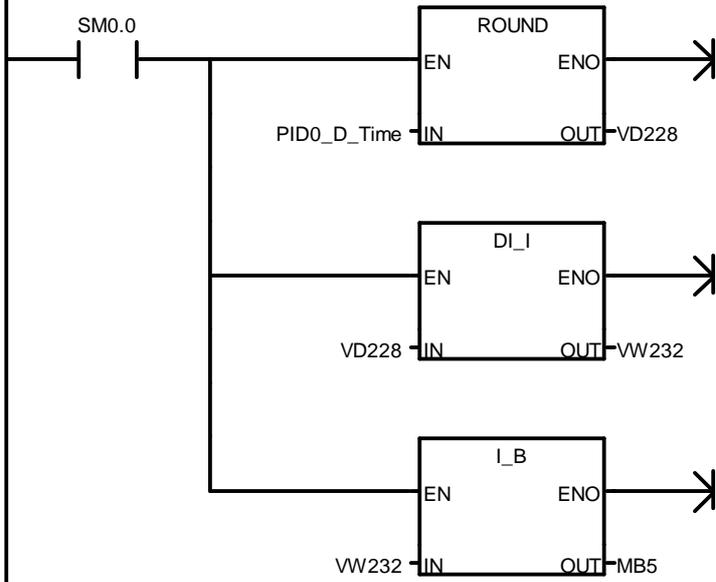
Cambio de formato Ti para HMI



Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_I_Time	VD20	Tiempo de acción integral

**Network 14**

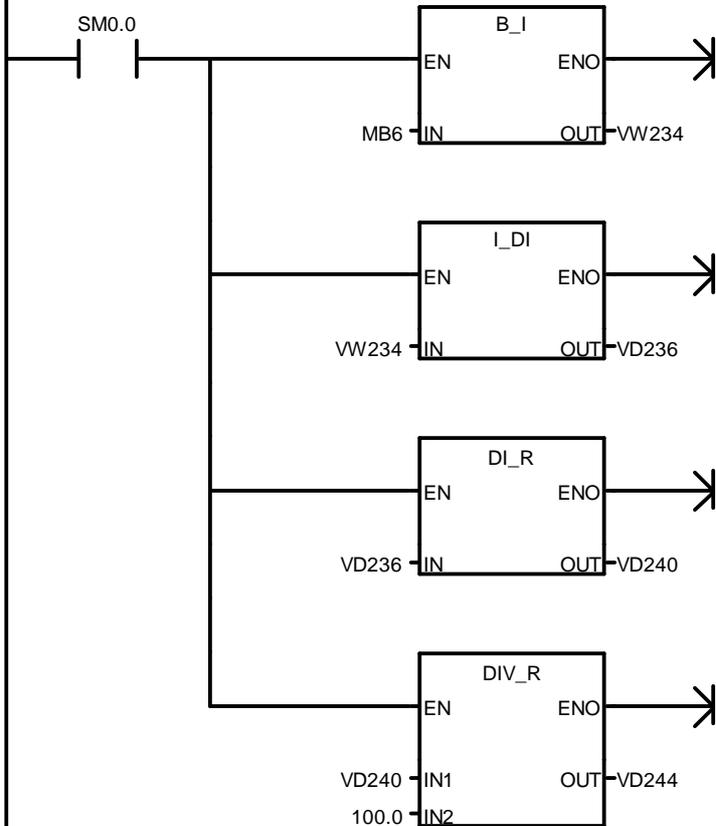
Cambio de formato Td para HMI



Símbolo	Dirección	Comentario
PID0_D_Time	VD24	Tiempo de acción derivativa

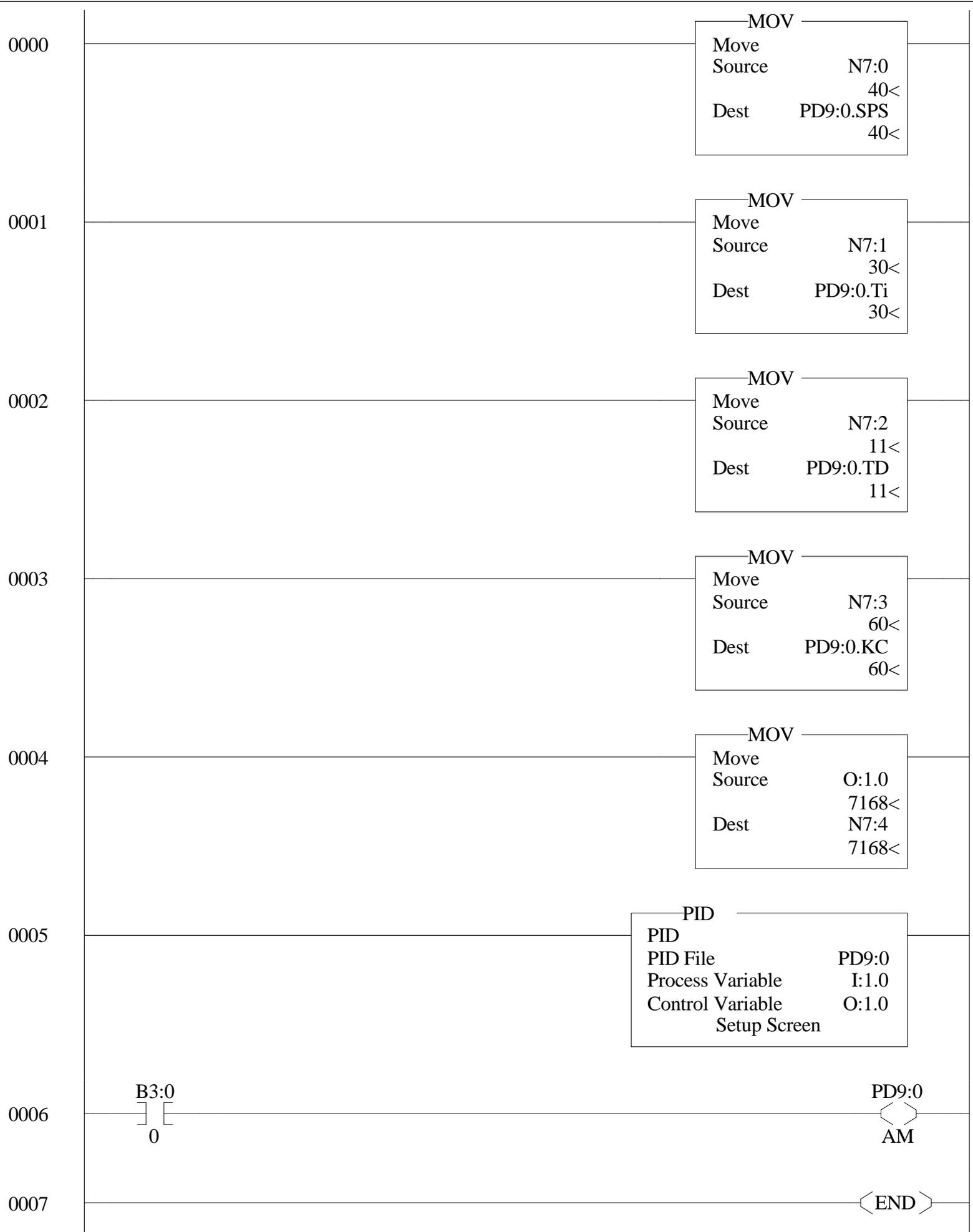
**Network 15**

Salida manual



## **ANEXO C4**

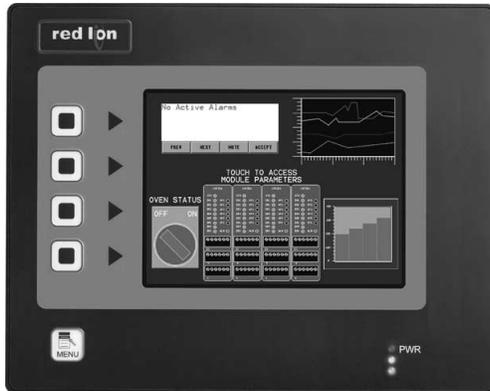
### **LISTADO DEL PROGRAMA DEL PLC ALLEN BRADLEY MICROLOGIX 1200**



## **ANEXO D**

### **HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

## MODEL G306A - GRAPHIC COLOR LCD OPERATOR INTERFACE TERMINAL WITH TFT QVGA DISPLAY AND TOUCHSCREEN



- CONFIGURED USING CRIMSON® SOFTWARE (BUILD 424 OR NEWER)
- UP TO 5 RS-232/422/485 COMMUNICATIONS PORTS (2 RS-232 AND 1 RS-422/485 ON BOARD, 1 RS-232 AND 1 RS422/485 ON OPTIONAL COMMUNICATIONS CARD)
- 10 BASE T/100 BASE-TX ETHERNET PORT TO NETWORK UNITS AND HOST WEB PAGES
- USB PORT TO DOWNLOAD THE UNIT'S CONFIGURATION FROM A PC OR FOR DATA TRANSFERS TO A PC
- UNIT'S CONFIGURATION IS STORED IN NON-VOLATILE MEMORY (8 MBYTE FLASH)
- COMPACTFLASH® SOCKET TO INCREASE MEMORY CAPACITY
- 5.7-INCH TFT ACTIVE MATRIX 256 COLOR QVGA 320 X 240 PIXEL LCD
- 5-BUTTON KEYPAD FOR ON-SCREEN MENUS
- THREE FRONT PANEL LED INDICATORS
- POWER UNIT FROM 24 VDC ±20% SUPPLY
- RESISTIVE ANALOG TOUCHSCREEN



FOR USE IN HAZARDOUS LOCATIONS:  
 Class I, Division 2, Groups A, B, C, and D  
 Class II, Division 2, Groups F and G  
 Class III, Division 2

### GENERAL DESCRIPTION

The G306A Operator Interface Terminal combines unique capabilities normally expected from high-end units with a very affordable price. It is built around a high performance core with integrated functionality. This core allows the G306A to perform many of the normal features of the Paradigm range of Operator Interfaces while improving and adding new features.

The G306A is able to communicate with many different types of hardware using high-speed RS232/422/485 communications ports and Ethernet 10 Base T/100 Base-TX communications. In addition, the G306A features USB for fast downloads of configuration files and access to trending and data logging. A CompactFlash socket is provided so that Flash cards can be used to collect your trending and data logging information as well as to store larger configuration files.

In addition to accessing and controlling of external resources, the G306A allows a user to easily view and enter information. Users can enter data through the touchscreen and/or front panel 5-button keypad.

### SAFETY SUMMARY

All safety related regulations, local codes and instructions that appear in the manual or on equipment must be observed to ensure personal safety and to prevent damage to either the instrument or equipment connected to it. If equipment is used in a manner not specified by the manufacturer, the protection provided by the equipment may be impaired.

Do not use the controller to directly command motors, valves, or other actuators not equipped with safeguards. To do so can be potentially harmful to persons or equipment in the event of a fault to the controller.

  The protective conductor terminal is bonded to conductive parts of the equipment for safety purposes and must be connected to an external protective earthing system.

 **WARNING - EXPLOSION HAZARD - SUBSTITUTION OF COMPONENTS MAY IMPAIR SUITABILITY FOR CLASS I, DIVISION 2/CLASS II, DIVISION 2/CLASS III, DIVISION 2**



**CAUTION: Risk Of Danger.**  
Read complete instructions prior to installation and operation of the unit.



**CAUTION: Risk of electric shock.**

CompactFlash is a registered trademark of CompactFlash Association.

### CONTENTS OF PACKAGE

- G306A Operator Interface.
- Panel gasket.
- Template for panel cutout.
- Hardware packet for mounting unit into panel.
- Terminal block for connecting power.

### ORDERING INFORMATION

MODEL NO.	DESCRIPTION	PART NUMBER
<b>G306A</b>	Operator Interface for indoor applications, textured finish with embossed keys	G306A000
G3CF	64 MB CompactFlash Card <sup>5</sup>	G3CF064M
	256 MB CompactFlash Card <sup>5</sup>	G3CF256M
	512 MB CompactFlash Card <sup>5</sup>	G3CF512M
G3RS	RS232/485 Optional Communication Card	G3RS0000
G3CN	CANopen Optional Communication Card	G3CN0000
G3DN	DeviceNet option card for G3 operator interfaces lated high speed communications ports	G3DN0000
G3PBDP	Profibus DP Optional Communication Card	G3PBDP00
PSDR7	DIN Rail Power Supply	PSDR7000
SFCRM2	Crimson 2.0 <sup>2</sup>	SFCRM200
CBL	RS-232 Programming Cable	CBLPROG0
	USB Cable	CBLUSB00
	Communications Cables <sup>1</sup>	CBLxxxx
DR	DIN Rail Mountable Adapter Products <sup>3</sup>	DRxxxxxx
	Replacement Battery <sup>4</sup>	BNL20000
G3FILM	Protective Films	G3FILM06

<sup>1</sup> Contact your Red Lion distributor or visit our website for complete selection.

<sup>2</sup> Use this part number to purchase the Crimson® software on CD with a printed manual, USB cable, and RS-232 cable. Otherwise, download for free from www.redlion.net.

<sup>3</sup> Red Lion offers RJ modular jack adapters. Refer to the DR literature for complete details.

<sup>4</sup> Battery type is lithium coin type CR2025.

<sup>5</sup> Industrial grade two million write cycles.

# SPECIFICATIONS

## 1. POWER REQUIREMENTS:

Must use Class 2 or SELV rated power supply.  
Power connection via removable three position terminal block.

Supply Voltage: +24 VDC  $\pm 20\%$   
Typical Power<sup>1</sup>: 8 W  
Maximum Power<sup>2</sup>: 14 W

### Notes:

1. Typical power with +24 VDC, RS232/485 communications, Ethernet communications, CompactFlash card installed, and display at full brightness.
2. Maximum power indicates the most power that can be drawn from the G306A. Refer to "Power Supply Requirements" under "Installing and Powering the G306A."
3. The G306A's circuit common is not connected to the enclosure of the unit. See "Connecting to Earth Ground" in the section "Installing and Powering the G306A."
4. Read "Power Supply Requirements" in the section "Installing and Powering the G306A" for additional power supply information.

2. **BATTERY:** Lithium coin cell. Typical lifetime of 10 years.

## 3. LCD DISPLAY:

SIZE	5.7-inch
TYPE	TFT
COLORS	256
PIXELS	320 X 240
BRIGHTNESS	500 cd/m <sup>2</sup>
BACKLIGHT*	40,000 HR TYP.

\*Lifetime at room temperature. Refer to "Display" in "Software/Unit Operation"

4. **5-KEY KEYPAD:** for on-screen menus.

5. **TOUCHSCREEN:** Resistive analog

## 6. MEMORY:

**On Board User Memory:** 8 Mbyte of non-volatile Flash memory.  
**Memory Card:** CompactFlash Type II slot for Type I and Type II CompactFlash cards.

## 7. COMMUNICATIONS:

**USB Port:** Adheres to USB specification 1.1. Device only using Type B connection.



**WARNING - DO NOT CONNECT OR DISCONNECT CABLES WHILE POWER IS APPLIED UNLESS AREA IS KNOWN TO BE NON-HAZARDOUS. USB PORT IS FOR SYSTEM SET-UP AND DIAGNOSTICS AND IS NOT INTENDED FOR PERMANENT CONNECTION.**

**Serial Ports:** Format and Baud Rates for each port are individually software programmable up to 115,200 baud.

PGM Port: RS232 port via RJ12.

COMMS Ports: RS422/485 port via RJ45, and RS232 port via RJ12.

DH485 TXEN: Transmit enable; open collector,  $V_{OH} = 15$  VDC,  
 $V_{OL} = 0.5$  V @ 25 mA max.

*Note: For additional information on the communications or signal common and connections to earth ground please see the "Connecting to Earth Ground" in the section "Installing and Powering the G306A."*

**Ethernet Port:** 10 BASE-T / 100 BASE-TX

RJ45 jack is wired as a NIC (Network Interface Card).

Isolation from Ethernet network to G3 operator interface: 1500 Vrms

## 8. ENVIRONMENTAL CONDITIONS:

**Operating Temperature Range:** 0 to 50°C

**Storage Temperature Range:** -20 to 70°C

**Operating and Storage Humidity:** 80% maximum relative humidity (non-condensing) from 0 to 50°C.

**Vibration according to IEC 68-2-6:** Operational 5 to 8 Hz, 0.8" (p-p), 8 to 500 Hz, in X, Y, Z direction, duration: 1 hour, 3 g.

**Shock according to IEC 68-2-27:** Operational 40 g, 9 msec in 3 directions.  
**Altitude:** Up to 2000 meters.

## 9. CERTIFICATIONS AND COMPLIANCES:

### SAFETY

UL Recognized Component, File #E179259, UL61010-1, CSA 22.2 No.61010-1 Recognized to U.S. and Canadian requirements under the Component Recognition Program of Underwriters Laboratories, Inc.

UL Listed, File #E211967, UL61010-1, UL1604, CSA 22.2 No. 61010.1, CSA 22.2 No. 213-M1987

LISTED by Und. Lab. Inc. to U.S. and Canadian safety standards

Type 4X Indoor Enclosure rating (Face only), UL50

IECEE CB Scheme Test Certificate #US/12460/UL,

CB Scheme Test Report #E179259-A1-CB-1

Issued by Underwriters Laboratories Inc.

IEC 61010-1, EN 61010-1: Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use, Part 1.

IP66 Enclosure rating (Face only), IEC 529

### ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Emissions and Immunity to EN 61326: Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory use.

### Immunity to Industrial Locations:

Electrostatic discharge	EN 61000-4-2	Criterion A 4 kV contact discharge 8 kV air discharge
Electromagnetic RF fields	EN 61000-4-3	Criterion A 10 V/m
Fast transients (burst)	EN 61000-4-4	Criterion A 2 kV power 1 kV signal
Surge	EN 61000-4-5	Criterion A 1 kV L-L, 2 kV L&N-E power
RF conducted interference	EN 61000-4-6	Criterion A 3 V/rms

### Emissions:

Emissions	EN 55011	Class A
-----------	----------	---------

### Note:

1. *Criterion A: Normal operation within specified limits.*

10. **CONNECTIONS:** Compression cage-clamp terminal block.

Wire Gage: 12-30 AWG copper wire

Torque: 5-7 inch-pounds (56-79 N-cm)

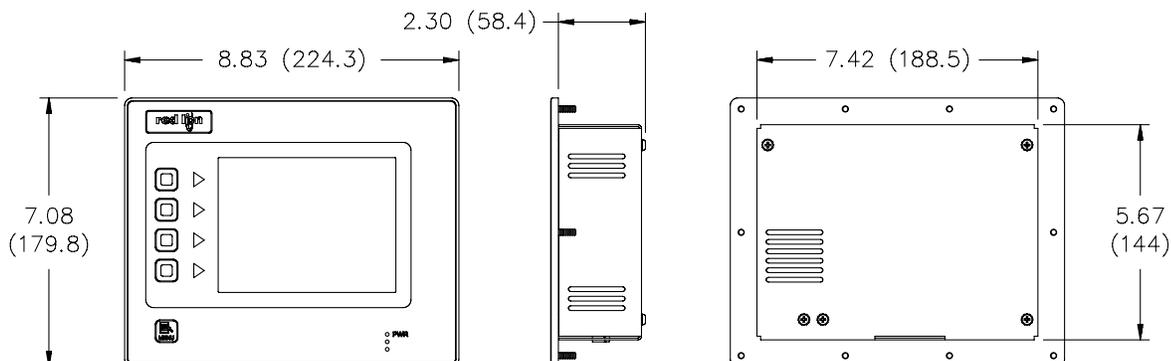
11. **CONSTRUCTION:** Steel rear metal enclosure with NEMA 4X/IP66 aluminum front plate for indoor use only when correctly fitted with the gasket provided. Installation Category II, Pollution Degree 2.

12. **MOUNTING REQUIREMENTS:** Maximum panel thickness is 0.25" (6.3 mm). For NEMA 4X/IP66 sealing, a steel panel with a minimum thickness of 0.125" (3.17 mm) is recommended.

**Maximum Mounting Stud Torque:** 17 inch-pounds (1.92 N-m)

13. **WEIGHT:** 3.0 lbs (1.36 Kg)

## DIMENSIONS In inches (mm)



## Aprobación de area Clase 1, División 2

Este equipo es adecuado para usar en áreas clasificadas peligrosas Clase 1, Division 2, grupos A, B, C y D definidos por NEC, solamente.

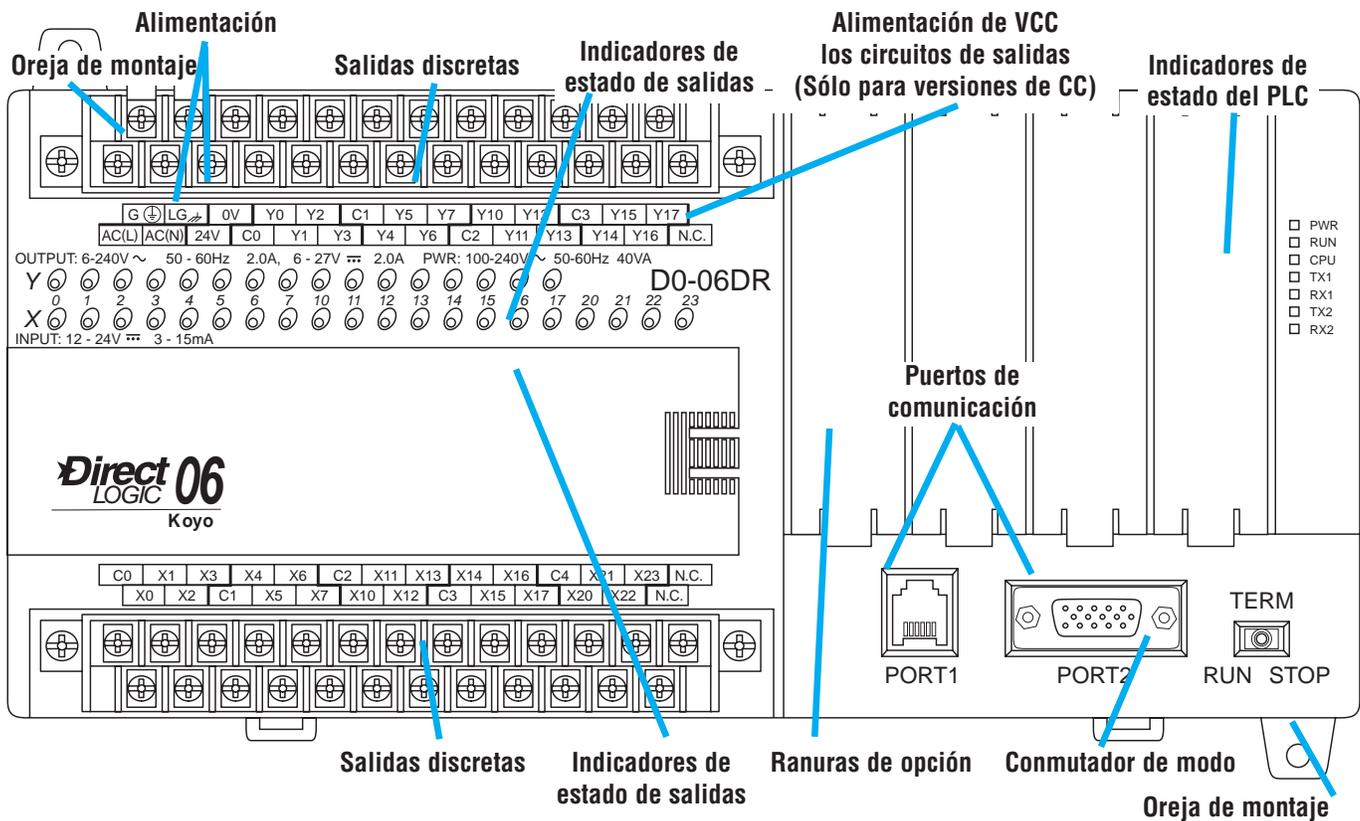
2



**ADVERTENCIA: Peligro de explosión! La sustitución de componentes puede deteriorar la condición de uso para clase 1, división 2. No desconecte el equipo a menos que se haya apagado la energía o se sabe que el área no es peligrosa.**

## Explicación de la parte frontal del panel del PLC DL06

La mayoría de las conexiones, indicadores y etiquetas en el PLC DL06 están situados en su panel frontal. Los puertos de comunicación están situados en el frente del PLC al igual que las ranuras de tarjeta de opción y el switch selector de modo. Vea por favor la figura de abajo.



El bloque terminal de salidas y de alimentación acepta conexiones de tierra externa al chasis y a la lógica en los terminales indicados. Los terminales restantes son para los comunes y las conexiones de salida de Y0 hasta Y17. Los dieciséis terminales de salida se numeran en octal, Y0-Y7 e Y10-Y17. En unidades de salida de C.C., el terminal del extremo a la derecha acepta 24 VCC para la etapa de salida. El bloque terminal del lado de entradas permite conectar las entradas X0 hasta X23 y los comunes asociados



**ADVERTENCIA: En algunos casos, puede haber tensión de dispositivos de campo en el bloque de terminales aunque el PLC se haya apagado. Para reducir al mínimo el riesgo de choque eléctrico, verifique que los dispositivos de campo estén desconectados antes de que se exponga o quite cualquier conector.**



**NOTA:** Vea nuestro catálogo o sitio de Internet para una lista completa de piezas del sistema de conexiones **DINnector**.

### Especificaciones ambientales

La tabla mostrada abajo lista los requerimientos de ambiente que se aplican generalmente a los PLCs DL06. Los rangos que para el programador portátil se muestran abajo de esta tabla. Ciertos tipos de circuito de salidas pueden tener curvas de degradación del valor nominal, dependiendo de la temperatura del ambiente y el número de salidas ON. Vea por favor la sección apropiada en el manual que pertenece a su PLC DL06 particular PLC.

\* La temperatura de funcionamiento para el programador portátil y el DV-1000 es 32° a 122° F (0° a 50° C). La temperatura de almacenaje para el programador portátil y el DV-1000 es -4° a 158° F (-20° a 70° C).

\*\*El equipo funcionará hasta una humedad relativa del 5%. Sin embargo, con frecuencia hay más problemas de electricidad estática con niveles bajos de humedad (debajo del 30%). Asegúrese de tomar precauciones adecuadas cuando toque el equipo. Considere usar ground straps (cintas de aterramiento de colocarse en el brazo), cubiertas de piso antiestáticas, etc. si usted utiliza el equipo en ambientes de baja humedad..

Especificaciones ambientales	
Especificación	Valores aceptables
Temperatura de almacenamiento	-4° F a 158° F (-20° C a 70° C)
Temperatura de operación del ambiente*	32° F a 131° F (0° C a 55° C)
Humedad del ambiente**	5% – 95% Humedad relativa (non-condensing)
Resistencia a vibración	MIL STD 810C, Method 514.2
Resistencia a choques	MIL STD 810C, Method 516.2
Inmunidad al ruido	NEMA (ICS3-304)
Atmósfera	No corrosive gases
Aprobaciones de agencias	UL, CE (C1D2), FCC class A

### Aprobaciones de Agencias

Algunos usos requieren aprobaciones de la agencia para los componentes particulares. Se enumeran abajo las aprobaciones de agencias del PLC DL06 :

- UL (Underwriters' Laboratories, Inc.)
- CUL (Canadian Underwriters' Laboratories, Inc.)
- CE (European Economic Union)

### Usos en ambientes marinos

La certificación del American Bureau of Shipping (ABS) requiere una aislación que retarde la propagación del fuego. ABS acepta cables de baja generación de humo, o el cable "plenum rated por NEC (Nivel 4 de resistencia al fuego), u otros cables resistentes a la llama. Use cables en su sistema que cumplan con una norma de retardio de propagación de llama (por ejemplo, UL, IEEE, etc) que incluyan evidencia de certificación de pruebas de cables .



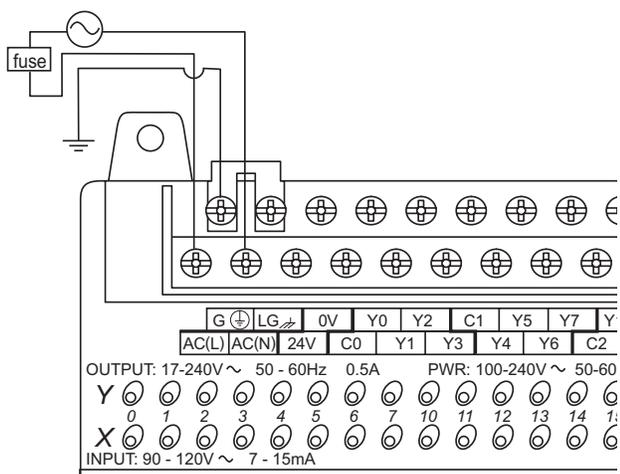
**NOTA:** Los cables deben ser de "baja generación de humo" de acuerdo al párrafo de arriba. Se recomienda también el uso de cable con cubierta de Teflon.

2

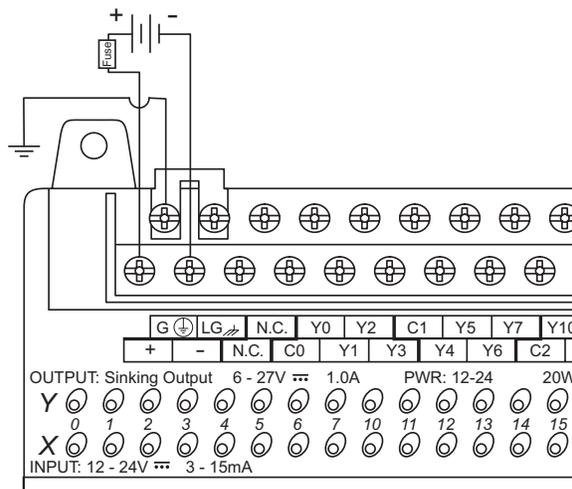
## Consideraciones de cableado

Conecte el cableado de la alimentación para el DL06. Observe todas las precauciones indicadas anteriormente en este manual. Para más detalles en el cableado, vea otra parte en este capítulo 2. Cuando el cableado esté completo, cierre las cubiertas del conector. No aplique energía en este momento.

Alimentación de 110/220 VCA



Alimentación de 12/24 VCC



**ADVERTENCIA:** Una vez que el cableado de la alimentación esté conectado, mantenga la cubierta del bloque de terminales en la posición cerrada. Cuando la cubierta está abierta hay riesgo de choque eléctrico si se toca accidentalmente los terminales de conexión o el cableado de alimentación

### Protección de fusibles en la alimentación

No hay fusibles internos en los circuitos de entrada, de modo se necesita una protección externa para asegurar la seguridad del personal de servicio y tener una operación segura del equipo. Para cumplir con las especificaciones de UL/CUL, la alimentación debe tener fusibles. Dependiendo del tipo de energía de entrada que es utilizada, siga estas recomendaciones para protección por fusibles:

#### Operación de 208/240VCA

Si la fuente de voltaje es un transformador o a tiene dos fases cuando conectada la unidad a una tensión entre 208 a 240 VCA, coloque fusibles en los conductores de la fase (L) y del neutro (N). El tamaño recomendado del fusible es 1,0A (rápido).

#### Operación de 110/125VCA

Al hacer funcionar la unidad a partir de 110/125 VCA, solamente es necesario un fusible en el conductor de la fase (L1); no es necesario un fusible en el neutro (N). El tamaño recomendado del fusible es 1,0A (rápido).

### Operación con 12/24VCC

Al hacer funcionar el PLC con estos voltajes de C.C. más bajos, la sección del cable es tan importante tanto como las técnicas de fusibles adecuadas. Use conductores de gran sección para reducir al mínimo la caída de tensión en el conductor. Cada terminal de alimentación del PLC DL06 puede acomodar un alambre 16 AWG o dos alambres 18 AWG. Una falla de C.C. puede mantener un arco por algún tiempo y a una distancia mucho más grande que fallas de C.A. Típicamente, la barra principal tiene fusibles en un nivel más alto que el dispositivo de rama, que en este caso es el DL06. El tamaño recomendado del fusible para el circuito de rama el DL06 es 1,5 A (por ejemplo, un Littelfuse 312.001 o equivalente).

### Alimentación

La fuente de energía debe ser capaz de suministrar voltaje y corriente que cumplan con las especificaciones individuales del PLC, de acuerdo a lo siguiente:

Especificaciones de la fuente de alimentación		
Detalle	Modelos alimentados con CA	Modelos alimentados con CC
Rango de voltaje en las entradas	110/220 VCA (95–240 VCA)	12–24 VCC (10.8–26.4 VCC)
Máxima corriente de Inrush	13 A, 1ms (95–240 VCA) 15 A, 1ms (240–264 VCA)	10A
Máxima potencia	30 VA	20 W
Aplicación de voltaje (dieléctrico)	1 minuto @ 1500 VCA entre primario, secundario y tierra	
Resistencia de aislación	> 10 MOhm a 500 VCC	



**NOTA:** El grado entre todos los circuitos internos es AISLAMIENTO BASICO SOLAMENTE

### Planeando las rutas de cables

Las pautas siguientes proporcionan una información general en cómo alambrear las conexiones de E/S un PLC DL06. Para información específica sobre como conectar un PLC particular vea la hoja correspondiente de la especificación que aparece más adelante en este capítulo.

1. Cada conexión a un terminal del PLC DL06 puede aceptar un alambre 16 AWG o 2 alambres del tamaño 18 AWG. No exceda esta capacidad recomendada.



**NOTA:** El tamaño recomendado de cable para dispositivos de campo es 16 - 22 AWG con hebras o sólido. Apriete los tornillos del terminal con un torque máximo 7,81 lb-ft (0,88 N-m) a 9,03 libra-en (1.02 N-m)..

2. Siempre use una longitud continua de alambre. No empalme los cables.
3. Use la longitud más corta posible del alambre.
4. Use bandejas en lo posible.
5. Evite correr alambres cerca de cableado de alta energía.
6. Evite instalar cables de entradas cerca de cables de salidas en lo posible.
7. Para reducir al mínimo caídas de tensión cuando los alambres tengan una distancia considerable, use múltiples alambres para la línea de vuelta.
8. Evite correr el cableado de C.C. en la proximidad de un cableado de C.A. en lo posible.
9. Evite crear curvas agudas en los alambres.
10. Instale un filtro de EMI recomendado en la alimentación para reducir ruidos de EMI/RFI o picos de tensión.

# Ethernet in Machines and Installations

Human-Machine Interface products

Magelis XBT GT

touch-sensitive graphic terminals



## Presentation

Magelis XBT GT (with 3.8" to 15" LCD touch screen) graphic terminals provide simple access to communication solutions via their direct connection to the Ethernet TCP/IP network.

## Characteristics and references

Transparent  
Ready.



Touch screen graphic terminals		Magelis XBT GT					
<b>Display</b>	LCD screen size	3.8"	5.7"	7.5"	10.4"	12.1"	15"
<b>Memory capacity</b>	Application	8 MB Flash EPROM	16 MB Flash EPROM	32 MB Flash EPROM			
	Extension	–	By Compact Flash card 128, 256, 512 MB or 1 GB				
<b>Functions</b>	Representation of variables	Alphanumeric, bitmap, bargraph, gauge, tank, curve, polygon, button, light					
	Curves	Yes, with log					
	Alarm log	Yes					
<b>Communication</b>	Integrated Ethernet (RJ45)	10BASE-T	10BASE-T/100BASE-TX				
	Downloadable protocols	Uni-TE, Modbus, Modbus TCP/IP and third-party protocols					
<b>Compatibility with PLCs</b>		Twido, Modicon M340, Modicon Premium, Modicon Quantum					
<b>Configuration software</b>		Vijeo Designer VJD ●●D TGS V44M (on Windows 2000 and XP)					
<b>Operating systems</b>		Magelis					
<b>Compact Flash card slot</b>		–	Yes				
<b>Dimensions</b>	W x H x D (mm)	130 x 104 x 41	167.5 x 135 x 59.5	215 x 170 x 60	313 x 239 x 55 (2)	313 x 239 x 56	395 x 294 x 60
<b>Supply voltage</b>		— 24 V					
<b>References</b>	Back-lit monochrome STN screen	XBT GT1130 (1)	XBT GT2130	–	–	–	–
	64-color STN screen	–	–	XBT GT4230	XBT GT5230	–	–
	256-color TFT screen	–	XBT GT2330	XBT GT4330	XBT GT5330	XBT GT6330	–
	256-color TFT screen with video input	–	–	XBT GT4340	XBT GT5340	XBT GT6340	XBT GT7340

## Separate parts

Magelis XBT GT terminals	Compact Flash memory cards	128 MB	256 MB	512 MB	1 Gb
<b>References</b>		XBT ZGM128	XBT ZGM256	MPC YN0 0CFE 00N	MPC YN0 0CF1 00N

(1) With 6 function keys R1...R6.

(2) For XBT GT5330/GT5340 : 270.5 x 212.5 x 57.

For further information, please consult our "Human-Machine Interface" catalog.

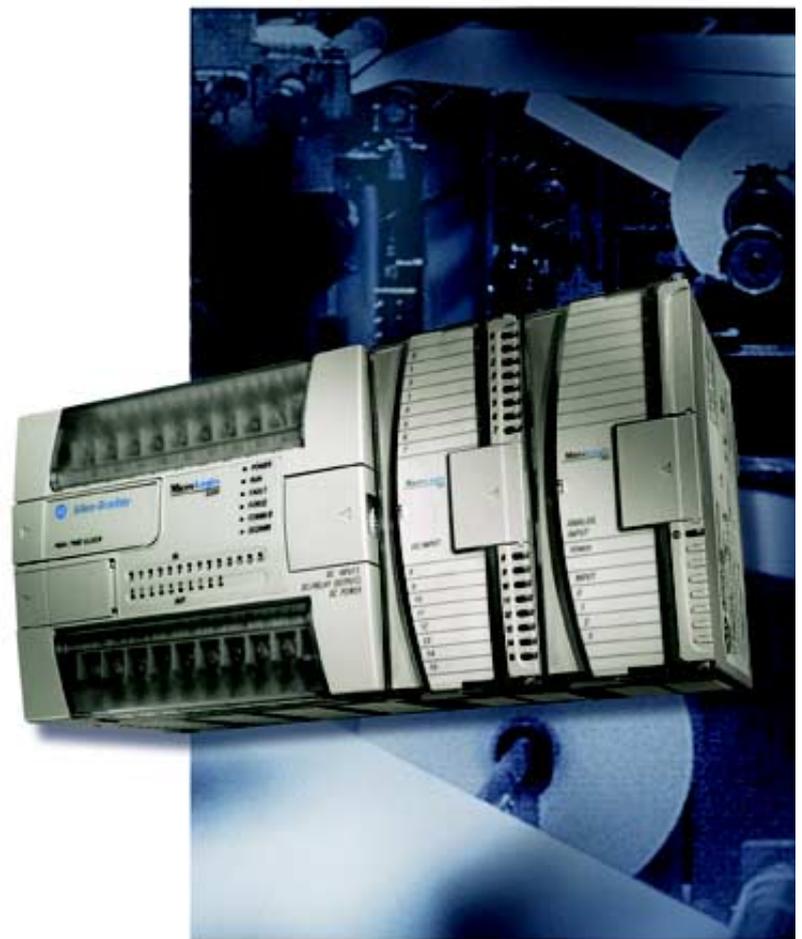


**Allen-Bradley**

*Datos técnicos*

# Controladores programables MicroLogix 1200

Boletín 1762



## Sistema MicroLogix 1200



Los controladores MicroLogix 1200 proporcionan potencia de cómputo y flexibilidad para resolver una serie de aplicaciones utilizando la arquitectura probada de las familias MicroLogix y SLC.

Disponibles en versiones de 24 y 40 puntos, el conteo de E/S se puede expandir usando módulos de E/S sin rack, lo cual resulta en un menor costo del sistema y en un inventario reducido.

El sistema operativo flash actualizable en el campo asegura que usted siempre estará actualizado con las más recientes funciones, sin tener que reemplazar el hardware. El controlador se puede actualizar fácilmente con la última versión de firmware mediante una descarga desde el sitio web.

El controlador MicroLogix 1200 utiliza el software de programación RSLogix 500 de Rockwell Software y comparte un conjunto de instrucciones comunes con las familias de controladores MicroLogix 1000, MicroLogix 1500 y SLC.

### Ventajas

- Memoria de 6 K de gran capacidad para resolver una variedad de aplicaciones
- Sistema operativo flash actualizable en el campo
- Opciones de E/S de expansión de alto rendimiento (hasta 6 módulos, dependiendo de la capacidad de alimentación eléctrica)
- Opciones de comunicaciones avanzadas, incluyendo mensajes entre dispositivos similares y redes SCADA/RTU, DH-485, DeviceNet y Ethernet
- Botón pulsador conmutador de comunicaciones
- La protección de las descargas de los archivos de datos evita la alteración de datos críticos del usuario mediante las comunicaciones
- Dos potenciómetros de ajuste analógico incorporados
- Reloj en tiempo real opcional
- Módulo de memoria opcional
- Contador de alta velocidad de 20 kHz con 8 modos de operación
- Una salida de alta velocidad que puede configurarse para salida PTO (salida de tren de pulsos) de 20 kHz o para salida PWM (ancho de pulso modulado)
- Cuatro entradas de enclavamiento (enclavamiento de pulso) de alta velocidad
- Matemática de enteros con signo de 32 bits
- Archivo de datos de punto flotante (coma flotante)
- Capacidades PID incorporadas
- Capacidad de lectura/escritura ASCII
- Cuatro entradas de interrupción de evento (EII)
- Temporizadores de alta resolución de 1 ms
- Interrupción seleccionable temporizada de 1 ms (STI)
- Los bloques de terminales con protección para los dedos cumplen con estándares de seguridad mundiales
- Los bloques de terminales extraíbles en los controladores de 40 puntos permiten cableado previo
- Certificaciones reglamentarias para uso en todo el mundo (CE, C-Tick, UL, c-UL, incluyendo lugares peligrosos Clase I División 2)

## Controladores MicroLogix 1200

## Especificaciones del controlador

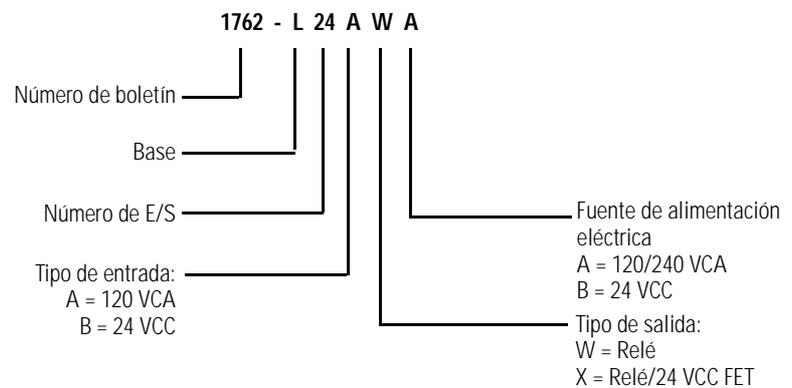
Las siguientes tablas resumen las especificaciones de los controladores MicroLogix 1200.

**Tabla 1** Especificaciones generales del controlador

Especificación	Todos los controladores 1762
Tamaño y tipo de memoria	6 K memoria flash: 4 K programa de usuario, 2 K datos de usuario
Elementos de datos	configurable, estructura de archivos definida por el usuario, tamaño máx. de datos 2 K
Rendimiento efectivo	2 ms (para un programa de usuario típico de 1 K palabra) <sup>(1)</sup>

(1) Un programa de usuario típico contiene instrucciones de bit, temporizador, contador, matemáticas y de archivo.

**Figura 2** Detalle del número de catálogo



**Tabla 3** Configuración de E/S y alimentación eléctrica del controlador

Alimentación de línea	Entradas	Salidas	E/S de alta velocidad	Número de catálogo
120/240 VCA	(14) 120 VCA	(10) relé	n/a	1762-L24AWA
120/240 VCA	(24) 120 VCA	(16) relé	n/a	1762-L40AWA
120/240 VCA	(10) estándar 24 VCC (4) rápidas de 24 VCC	(10) relé	(4) entradas de 20 kHz	1762-L24BWA
120/240 VCA	(20) estándar 24 VCC (4) rápidas de 24 VCC	(16) relé	(4) entradas de 20 kHz	1762-L40BWA
24 VCC	(10) estándar 24 VCC (4) rápidas de 24 VCC	(5) relé (4) estándar 24 VCC FET (1) rápida de 24 VCC FET	(4) entradas de 20 kHz (1) salida de 20 kHz	1762-L24BXB
24 VCC	(20) estándar 24 VCC (4) rápidas de 24 VCC	(8) relé (7) estándar 24 VCC FET (1) rápida de 24 VCC FET	(4) entradas de 20 kHz (1) salida de 20 kHz	1762-L40BXB

Tabla 4 Especificaciones de fuente de alimentación del controlador

Especificación	1762-						
	L24AWA	L40AWA	L24BWA	L40BWA	L24BxB	L40BxB	
Voltaje de la fuente de alimentación	85 a 265 VCA a 47 hasta 63 Hz				20.4 a 26.4 VCC Clase 2 SELV		
Consumo de potencia	68 VA	80 VA	70 VA	82 VA	27 W	40 W	
Corriente de entrada al momento del arranque de fuente de alimentación (máx.)	120 VCA: 25 A durante 8 ms 240 VCA: 40 A durante 4 ms				24 VCC: 15 A durante 20 ms	24 VCC: 15 A durante 30 ms	
Máxima corriente de carga <sup>(1)</sup>	5 VCC	400 mA	600 mA	400 mA	600 mA	400 mA	600 mA
	24 VCC	350 mA	500 mA	350 mA	500 mA	350 mA	500 mA
Potencia de carga máxima	10.4 W	15 W	12 W	16 W	10.4 W	15 W	
Alimentación de 24 VCC del detector	n/a	n/a	250 mA, 400 µF capacitancia máx.	400 mA, 400 µF capacitancia máx.	n/a	n/a	

(1) Vea Cálculos de expansión del sistema en la página 21 para obtener un ejemplo de hoja de trabajo de validación del sistema para calcular el uso de alimentación eléctrica de las E/S de expansión.

Figura 5 Requisitos de alimentación de entrada de CC para unidades BXB

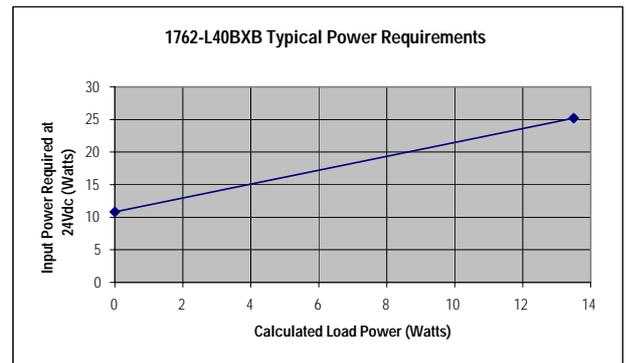
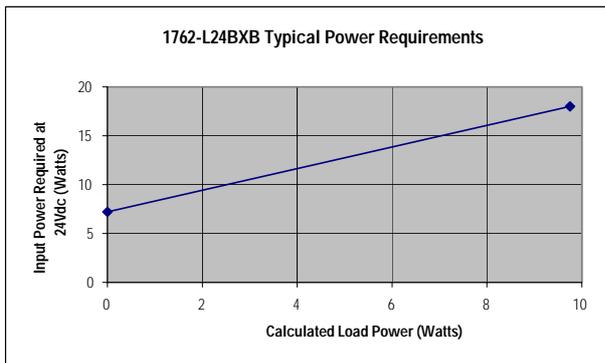


Tabla 6 Especificaciones de entrada del controlador

Especificación	1762-L24AWA 1762-L40AWA	1762-L24BWA, -L24BxB, -L40BWA, -L40BxB	
		Entradas 0 hasta 3	Entradas 4 y mayores
Rango de voltaje de estado activado	79 a 132 VCA a 47 hasta 63 Hz	14 hasta 26.4 VCC a 55 °C (131 °F) 14 hasta 30.0 VCC a 30 °C (86 °F)	10 hasta 26.4 VCC a 55 °C (131 °F) 10 hasta 30.0 VCC a 30 °C (86 °F)
Rango de voltaje de estado desactivado	0 a 20 VCA	0 a 5 VCC	
Frecuencia de operación	n/a	0 Hz a 20 kHz	0 Hz a 1 kHz (depende del tiempo de escán)
Retardo de señal (máx.)	Retardo a la activación = 20 ms Retardo a la desactivación = 20 ms	entradas estándar: seleccionables desde 0.5 hasta 16 ms entradas de alta velocidad: seleccionables desde 0.025 hasta 16 ms	
Corriente de estado activado: Mínimo nominal Máximo:	5.0 mA a 79 VCA 12 mA a 120 VCA 16.0 mA a 132 VCA	2.5 mA a 14 VCC 7.3 mA a 24 VCC 12.0 mA a 30 VCC	2.0 mA a 10 VCC 8.9 mA a 24 VCC 12.0 mA a 30 VCC
Corriente de fuga de estado desactivado (máx.)	2.5 mA máx.	1.5 mA mín.	
Impedancia nominal	12 K Ω a 50 Hz 10 K Ω a 60 Hz	3.3 KΩ	2.7 KΩ
Corriente máxima de entrada al momento del arranque	250 mA a 120 VCA	n/a	

Tabla 7 Especificaciones de salida digital del controlador

Especificación	1762-		
	L24AWA, L24BWA, L24BXB, L40AWA, L40BWA, L40BXB	L24BXB, -L40BXB	
	Relé	Operación FET estándar	Operación FET de alta velocidad (salida 2 solamente)
Rango de voltaje de operación	5 a 125 VCC 5 a 264 VCA	21.6 a 27.6 VCC	21.6 a 27.6 VCC
Corriente continua por punto (máx.)	Vea la Tabla 8, Capacidad nominal de contactos de relé.	Vea la Figura 9, Corriente continua de salidas estándar FET por punto (máx.).	100 mA
Corriente continua por común (máx.)	8.0 A	7.5A para L24BXB 8.0A para L40BXB	
Corriente continua por controlador (máx.)	30 A o el total de cargas por punto, lo que sea menor a 150 V máx. 20 A o el total de cargas por punto, lo que sea menor a 240 V máx.		
Corriente de estado activado (mín.)	10.0 mA	1 mA	10.0 mA
Corriente de fuga de estado desactivado (máx.)	0 mA	1 mA	
Retardo de señal (máx.) - carga resistiva	Retardo a la activación = 10 ms Retardo a la desactivación = 10 ms	Retardo a la activación = 0.1 ms Retardo a la desactivación = 1.0 ms	Retardo a la activación = 6 ms Retardo a la desactivación = 18 µs
Corriente de sobretensión por punto (pico)	n/a	4A durante 10 ms <sup>(1)</sup>	

(1) La capacidad de repetición es una vez cada 2 segundos a +55 °C (+131 °F), una vez cada 1 segundo a +30 °C (+86 °F).

Tabla 8 Capacidad nominal de contactos de relé

Voltaje máximo	Amperes		Amperes continuos	Voltamperes	
	Cierre	Apertura		Cierre	Apertura
240 VCA	7.5 A	0.75 A	2.5 A	1800 VA	180 VA
120 VCA	15 A	1.5 A			
125 VCC	0.22 A <sup>(1)</sup>		1.0 A	28 VA	
24 VCC	1.2A <sup>(1)</sup>		2.0 A		

(1) Para aplicaciones de voltaje de CC, la capacidad nominal de amperes de cierre/apertura para contactos de relé puede determinarse dividiendo 28 VA entre el voltaje de CC aplicado. Por ejemplo, 28 VA/48 VCC = 0.58 A. Para aplicaciones de voltaje de CC menores de 48 V, las capacidades nominales de cierre apertura para contactos de relé no puede exceder 2 A. Para aplicaciones de voltaje de CC mayores de 48 V, las capacidades nominales de cierre apertura para contactos de relé no puede exceder 1 A.

Figura 9 Corriente continua de salidas estándar FET por punto (máx.)

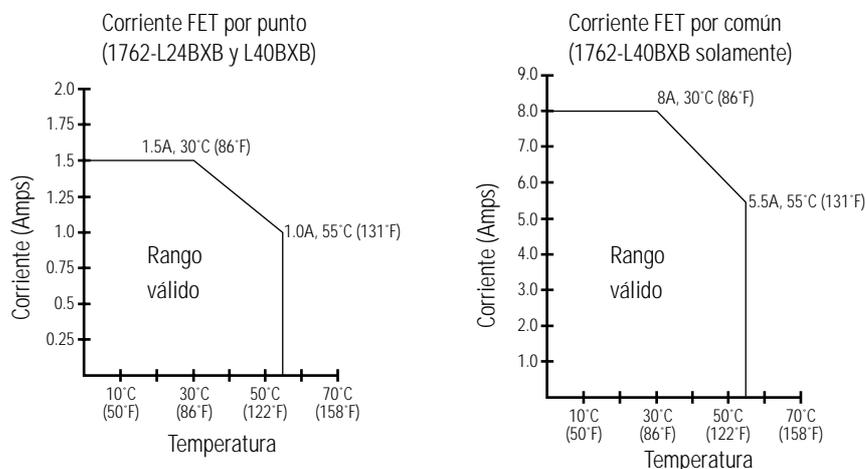


Tabla 10 Especificaciones ambientales

Especificación	Controladores 1762
Temperatura de operación	0 °C a +55 °C (+32 °F a +131 °F)
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a +85 °C (-40 °F a +185 °F)
Humedad de operación	5% a 95% sin condensación
Vibración	En operación: 10 a 500 Hz, 5 G, 0.030 pulg. máx. pico a pico, 2 horas cada eje Operación de relé: 1.5 G
Choque	En operación: 30 G; 3 pulsos en cada dirección, cada eje Operación de relé: 7 G Fuera de operación: 50 G montado en panel (40 G montado en riel DIN); 3 pulsos en cada dirección, cada eje
Certificaciones	 Equipo de control industrial en lista UL  Equipo de control industrial en lista UL para uso en Canadá  Equipo de control industrial en lista UL para uso en lugares peligrosos Clase I, División 2, Grupos A, B, C, D   Marcado para todas las directivas aplicables   Marcado para todas las leyes aplicables <small>N223</small>
Eléctricas/EMC	<p>El controlador pasó las pruebas en los siguientes niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 61000-4-2: 4 kV contacto, 8 kV aire, 4 kV indirecto</li> <li>• EN 61000-4-3: 10 V/m, 80 a 1000 MHz, 80% de modulación de amplitud, portadora codificada de +900 MHz</li> <li>• EN 61000-4-4: 2 kV, 5 kHz; cable de comunicaciones: 1 kV, 5 kHz</li> <li>• EN 61000-4-5: cable de comunicaciones 1 kV, tubo galvánico E/S: 2 kV CM (modo común), 1 kV DM (modo diferencial) Fuente de alimentación de CA: 4 kV CM (modo común), 2 kV DM (modo diferencial) Fuente de alimentación de CC: 500 V CM (modo común), 500 V DM (modo diferencial)</li> <li>• EN 61000-4-6: 10V, cable de comunicaciones 3 V</li> </ul>

## SIMATIC

### Manual del sistema de automatización S7-200

Prólogo, contenido	
Gama de productos S7-200	<b>1</b>
Guía de iniciación	<b>2</b>
Montar el S7-200	<b>3</b>
Generalidades del S7-200	<b>4</b>
Conceptos de programación, convenciones y funciones	<b>5</b>
Juego de operaciones del S7-200	<b>6</b>
Comunicación en redes	<b>7</b>
Eliminar errores de hardware y comprobar el software	<b>8</b>
Controlar el movimiento en lazo abierto con el S7-200	<b>9</b>
Crear un programa para el módulo Módem	<b>10</b>
Utilizar la librería del protocolo USS para controlar un accionamiento MicroMaster	<b>11</b>
Utilizar la librería del protocolo Modbus	<b>12</b>
Utilizar recetas	<b>13</b>
Utilizar registros de datos	<b>14</b>
Autosintonizar el PID y Panel de sintonización PID	<b>15</b>
Anexos	

Índice alfabético

Número de referencia del manual:  
**6ES7298-8FA24-8DH0**

**Edición 06/2004**

A5E00307989-01

## Novedades

A continuación se indican las nuevas funciones de los sistemas de automatización SIMATIC S7-200. Ver la tabla 1-1.

- ❑ Las CPUs S7-200 221, 222, 224, 224XP y 226 incluyen:  
Nuevo soporte de hardware de las CPUs: opción para desactivar la edición en modo RUN con objeto de incrementar la memoria del programa. La CPU 224XP soporta entradas y salidas analógicas integradas y dos puertos de comunicación. La CPU 226 incorpora filtros de entradas y captura de impulsos.
- ❑ Nuevo soporte del cartucho de memoria: Explorador S7-200, transferencias al cartucho de memoria, comparaciones y selecciones de programación.
- ❑ STEP 7-Micro/WIN (versión 4.0) es un paquete de software de programación de 32 bits para el S7-200 que incluye:  
Nuevas herramientas que soportan las últimas mejoras de las CPUs: Panel de autosintonización PID, asistente de control de posición integrado en los PLCs, asistente de registros de datos y asistente de recetas.  
  
Nueva herramienta de diagnóstico: configuración del LED de diagnóstico  
Nuevas operaciones: Horario de verano (READ\_RTCX y SET\_RTCX), Temporizadores de intervalos (BITIM, CITIM), Borrar evento de interrupción (CLR\_EVNT) y LED de diagnóstico (DIAG\_LED).  
Unidades de organización del programa y librerías mejoradas: nuevas constantes de cadena, direccionamiento indirecto soportado en más tipos de memoria, soporte mejorado de la parametrización de lectura y escritura de la librería USS para los accionamientos maestros de Siemens.  
Bloque de datos mejorado: páginas del bloque de datos, incremento automático del bloque de datos.  
Mejoras de uso de STEP 7-Micro/WIN

Tabla 1-1 S7-200 CPUs

S7-200 CPU	Order Number
CPU 221 DC/DC/DC 6 entradas/4 salidas	6ES7 211-0AA23-0XB0
CPU 221 AC/DC/relé 6 entradas/4 salidas de relé	6ES7 211-0BA23-0XB0
CPU 222 DC/DC/DC 8 entradas/6 salidas	6ES7 212-1AB23-0XB0
CPU 222 AC/DC/relé 8 entradas/6 salidas de relé	6ES7 212-1BB23-0XB0
CPU 224 DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	6ES7 214-1AD23-0XB0
CPU 224 AC/DC/relé 14 entradas/10 salidas de relé	6ES7 214-1BD23-0XB0
CPU 224XP DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	6ES7 214-2AD23-0XB0
CPU 224XP AC/DC/relé 14 entradas/10 salidas de relé	6ES7 214-2BD23-0XB0

## CPU S7-200

La CPU S7-200 incorpora en una carcasa compacta un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y de salida que conforman un potente Micro-PLC (v. fig. 1-1). Tras haber cargado el programa en el S7-200, éste contendrá la lógica necesaria para observar y controlar los aparatos de entrada y salida de la aplicación.

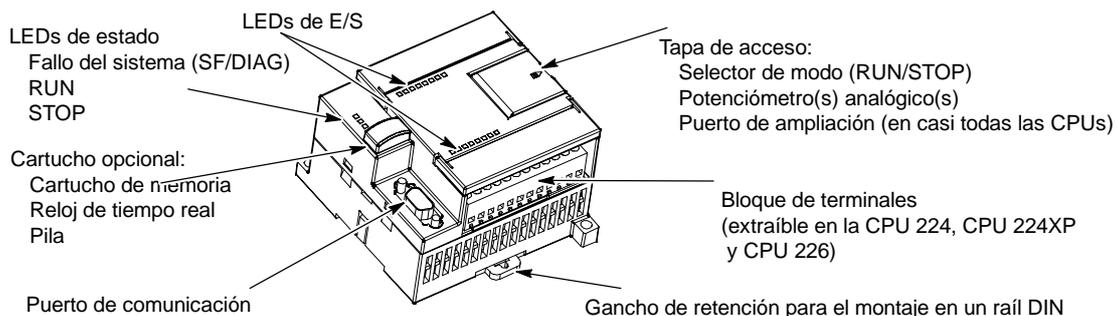


Figura 1-1 Micro-PLC S7-200

Siemens ofrece diferentes modelos de CPUs S7-200 que incorporan una gran variedad de funciones y prestaciones para crear soluciones efectivas de automatización destinadas a numerosas aplicaciones. En la tabla 1-2 se comparan de forma resumida algunas de las funciones de la CPU. Para más información sobre una CPU en particular, consulte el anexo A.

Tabla 1-2 Comparación de las CPUs S7-200

Función	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Dimensiones físicas (mm)	90 x 80 x 62	90 x 80 x 62	120,5 x 80 x 62	140 x 80 x 62	190 x 80 x 62
Memoria del programa con edición en runtime sin edición en runtime	4096 bytes 4096 bytes	4096 bytes 4096 bytes	8192 bytes 12288 bytes	12288 bytes 16384 bytes	16384 bytes 24576 bytes
Memoria de datos	2048 bytes	2048 bytes	8192 bytes	10240 bytes	10240 bytes
Memoria de backup	50 horas (típ.)	50 horas (típ.)	100 horas (típ.)	100 horas (típ.)	100 horas (típ.)
E/S integradas Digitales Analógicas	6 E/4 S -	8 E/6 S -	14 E/10 S -	14 E/10 S 2 E/1 S	24 E/16 S -
Módulos de ampliación	0 módulos	2 módulos <sup>1</sup>	7 módulos <sup>1</sup>	7 módulos <sup>1</sup>	7 módulos <sup>1</sup>
Contadores rápidos Fase simple  Dos fases	4 a 30 kHz  2 a 20 kHz	4 a 30 kHz  2 a 20 kHz	6 a 30 kHz  4 a 20 kHz	4 a 30 kHz 2 a 200 kHz 3 a 20 kHz 1 a 100 kHz	6 a 30 kHz  4 a 20 kHz
Salidas de impulsos (c.c.)	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	2 a 20 kHz	2 a 100 kHz	2 a 20 kHz
Potenciómetros analógicos	1	1	2	2	2
Reloj de tiempo real	Cartucho	Cartucho	Incorporado	Incorporado	Incorporado
Puertos de comunicación	1 RS-485	1 RS-485	1 RS-485	2 RS-485	2 RS-485
Aritmética en coma flotante	Sí				
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E / 128 S)				
Velocidad de ejecución booleana	0,22 microsegundos/operación				

<sup>1</sup> Es preciso calcular la corriente necesaria para determinar cuánta energía puede suministrar la CPU S7-200 a la configuración deseada. Si se excede la corriente necesaria para la CPU, es posible que no se pueda conectar el número máximo de módulos. Consulte el anexo A para obtener información acerca de los requisitos de alimentación de la CPU y de los módulos de ampliación, así como el anexo B para calcular la corriente necesaria.

## Módulos de ampliación S7-200

La gama S7-200 incluye una gran variedad de módulos de ampliación para poder satisfacer aún mejor los requisitos de la aplicación. Estos módulos se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU S7-200. En la tabla 1-3 figura una lista de los módulos de ampliación disponibles en la actualidad. Para más información sobre un módulo en particular, consulte el anexo A.

Tabla 1-3 Módulos de ampliación S7-200

Módulos de ampliación	Tipos		
Módulos digitales			
Entradas	8 entradas c.c.	8 entradas a.c.	16 entradas c.c.
Salidas	4 entradas c.c. 8 salidas c.c.	4 salidas de relé 8 salidas a.c.	8 salidas de relé
Combinación	4 entradas c.c. / 4 salidas c.c. 4 entradas c.c. / 4 salidas de relé	8 entradas c.c. / 8 salidas c.c. 8 entradas c.c. / 8 salidas de relé	16 entradas c.c. / 16 salidas c.c. 16 entradas c.c. / 16 salidas de relé
Módulos analógicos			
Entradas	4 entradas	4 entradas termopar	2 entradas RTD
Salidas	2 salidas		
Combinación	4 entradas / 1 salida		
Módulos inteligentes	Posicionamiento Ethernet	Módem Internet	PROFIBUS-DP
Otros módulos	AS-Interface		

## Paquete de programación STEP 7-Micro/WIN

El paquete de programación STEP 7-Micro/WIN constituye un entorno de fácil manejo para desarrollar, editar y observar el programa necesario con objeto de controlar la aplicación. STEP 7-Micro/WIN comprende tres editores que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control. Para encontrar fácilmente las informaciones necesarias, STEP 7-Micro/WIN incorpora una completa Ayuda en pantalla y un CD de documentación que incluye una versión electrónica del presente manual, ejemplos de aplicación y otras informaciones de gran utilidad.

### Requisitos del sistema

STEP 7-Micro/WIN se puede ejecutar en un ordenador (PC), o bien en una unidad de programación de Siemens (por ejemplo, en una PG 760). El PC o la PG deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Sistema operativo:  
Windows 2000, Windows XP  
(Professional o Home)
- 100 MB libres en el disco duro  
(como mínimo)
- Ratón (recomendado)

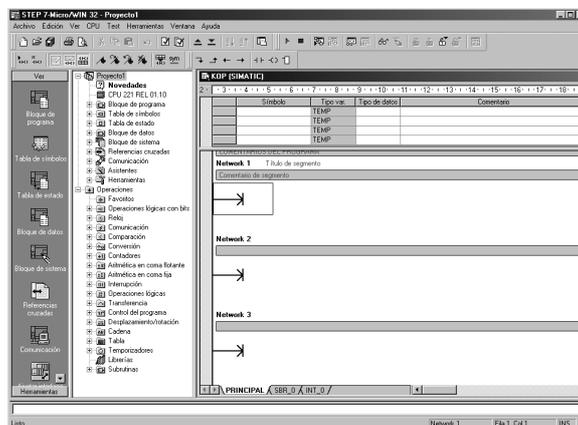


Figura 1-2 STEP 7-Micro/WIN

---

# Twido Overview



---

## At a Glance

### Introduction

This chapter provides an overview of the Twido products, the maximum configurations, the main functions of the controllers, and an overview of the communication system.

### What's in this Chapter?

This chapter contains the following topics:

Topic	Page
About Twido	14
Maximum Hardware Configuration	21
Main Functions of the Controllers	24
Communication Overview	26

---

**Controller Models**

The following table lists the controllers:

Controller Name	Reference	Channels	Channel type	Input/Output type	Power supply
Compact 10 I/O	TWDLCAA10DRF	6	Inputs	24 VDC	100/240 VAC
		4	Outputs	Relay	
Compact 10 I/O	TWDLCDA10DRF	6	Inputs	24 VDC	24 VDC
		4	Outputs	Relay	
Compact 16 I/O	TWDLCAA16DRF	9	Inputs	24 VDC	100/240 VAC
		7	Outputs	Relay	
Compact 16 I/O	TWDLCDA16DRF	9	Inputs	24 VDC	24 VDC
		7	Outputs	Relay	
Compact 24 I/O	TWDLCAA24DRF	14	Inputs	24 VDC	100/240 VAC
		10	Outputs	Relay	
Compact 24 I/O	TWDLCDA24DRF	14	Inputs	24 VDC	24 VDC
		10	Outputs	Relay	
Compact 40 I/O	TWDLCAA40DRF	24	Inputs	24 VDC	100/240 VAC
		16	Outputs	Relay X 14 Transistors X 2	
Compact 40 I/O	TWDLCAE40DRF	24	Inputs	24 VDC	100/240 VAC
		16	Outputs	Relay X 14 Transistors X 2 Ethernet port	
Modular 20 I/O	TWDLMDA20DUK	12	Inputs	24 VDC	24 VDC
		8	Outputs	Transistor sink	
Modular 20 I/O	TWDLMDA20DTK	12	Inputs	24 VDC	24 VDC
		8	Outputs	Transistor source	
Modular 20 I/O	TWDLMDA20DRT	12	Inputs	24 VDC	24 VDC
		6	Outputs	Relay	
		2	Outputs	Transistor source	
Modular 40 I/O	TWDLMDA40DUK	24	Inputs	24 VDC	24 VDC
		16	Outputs	Transistor sink	
Modular 40 I/O	TWDLMDA40DTK	24	Inputs	24 VDC	24 VDC
		16	Outputs	Transistor source	

## Maximum Hardware Configuration

### Introduction

This section provides the maximum hardware configurations for each controller.

### Maximum Hardware Configurations - Compact Controllers

The following table lists the maximum number of configuration items for each compact controller:

Controller Item	Compact controller			
	LCAA10DRF LCDA10DRF	LCAA16DRF LCDA16DRF	LCAA24DRF LCDA24DRF	LCAA40DRF LCAE40DRF
Standard digital inputs	6	9	14	24
Standard digital outputs	4	7	10	16 (14 Relay + 2 Transistor outputs)
Max expansion I/O modules (Digital or analog)	0	0	4	7
Max digital inputs (controller I/O + exp I/O)	6	9	14+(4x32)=142	24+(7x32)=248
Max digital outputs (controller I/O + exp I/O)	4	7	10+(4x32)=138	16+(7x32)=240
Max digital I/O (controller I/O + exp I/O)	10	16	24+(4x32)=152	40+(7x32)=264
Max AS-Interface bus interface modules	0	0	2	2
Max I/O with AS-Interface modules (7 I/O per slave)	10	16	24+(2x62x7)=892	40+(2x62x7)=908
Max CANopen fieldbus master modules	0	0	1	1
Max T/R-PDOs with CANopen devices	0	0	16 TPDOs 16 RPDOs	16 TPDOs 16 RPDOs
Max relay outputs	4 base only	7 base only	10 base + 32 expansion	14 base + 96 expansion
Potentiometers	1	1	2	2
Built-in analog inputs	0	0	0	0
Max analog I/O (controller I/O + exp I/O)	0 in / 0 out	0 in / 0 out	8 in / 4 out	15 in / 7 out
Remote controllers	7	7	7	7

Controller Item	Compact controller			
	LCAA10DRF LCDA10DRF	LCAA16DRF LCDA16DRF	LCAA24DRF LCDA24DRF	LCAA40DRF LCAE40DRF
Serial ports	1	2	2	2
Ethernet port	0	0	0	1 (TWDLCA-E40DRF only)
Cartridge slots	1	1	1	1
Largest application/backup size (KB)	8	16	32	64
Optional memory cartridge (KB)	32 <sup>1</sup>	32 <sup>1</sup>	32 <sup>1</sup>	32 or 64 <sup>2</sup>
Optional RTC cartridge	yes <sup>1</sup>	yes <sup>1</sup>	yes <sup>1</sup>	RTC onboard <sup>3</sup>
Optional Operator Display	yes	yes	yes	yes
Optional 2nd port	no	yes	yes	yes
Optional Ethernet interface module	yes	yes	yes	yes (TWDLC-AA40DRF) no (TWDLC-AE40DRF)

**Note:**

1. A Compact controller can have either a memory cartridge or an RTC cartridge.
2. Memory cartridge only, for RTC is already onboard.
3. Both TWDLCA40DRF and TWDLCAE40DRF compact controllers have a built-in RTC. Therefore, no RTC cartridge can be added on those controllers, but only a memory cartridge.

Latacunga, Octubre 2008

ELABORADO POR:

---

William Marcelo Cortez Garzón

---

Juan Pablo Mullo Laica

APROBADO POR:

---

Ing. Armando Álvarez S.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA ESPECIALIDAD  
INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO POR:

---

Dr. Eduardo Vásquez A.  
SECRETARIO ACADÉMICO