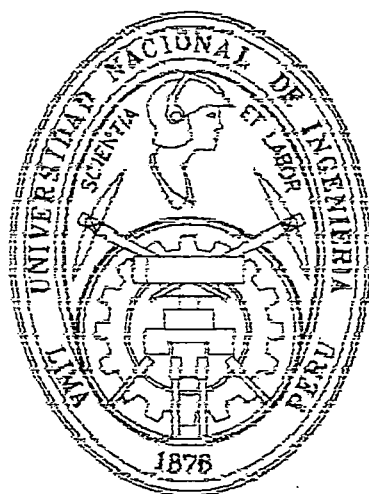


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“AUTOMATIZACIÓN DE DOS CENTRÍFUGAS DE CAPACIDAD
DE 1 TON EN EL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE
METALES PRECIOSOS CON UN CONTROLADOR
LÓGICO PROGRAMABLE”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

DANIEL FERNANDO IZARRA BECERRA

PROMOCIÓN 2001 - II

Digitalizado por:

LIMA - PERÚ

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

2 003

2.6.2 Primer Método de Ziegler & Nichols	27
2.7 Gerencia y Desarrollo de un Proyecto de Automatización	30
2.7.1 Identificación de la Necesidad	31
2.7.2 Elaboración de la Propuesta Técnica y Económica	32
2.7.3 Estudio de Factibilidad del Proyecto	32
2.7.4 Iniciación del Proyecto	33
2.7.5 Procura de Equipos	34
2.7.6 Ingeniería Básica	35
2.7.7 Ingeniería de Detalle	36
2.7.8 Montaje, Cableado y Comisionamiento de Equipos	37
2.7.9 Integración y Simulación	38
2.7.10 Puesta en Marcha	39
2.7.11 Diagnóstico, Capacitación y Cierre del Proyecto	40
3 Análisis del Sistema Antes de la Implementación	42
3.1 La Empresa	42
3.1.1 Producción	43
3.1.2 Comercialización	46
3.2 Objetivo e Información del Proceso	48
3.3 Modo de Operación del Proceso	49
3.4 Sistema de Control	53
3.5 Sistema de Alarmas y Fallas	54
3.6 Definición del Problema	54
3.6.1 Problemas Técnicos	54
3.6.2 Problemas en el Desarrollo del Proceso	55

3.7 Objetivo del Proyecto	56
4 Análisis del Sistema Propuesto	57
4.1 Sistema de Control	57
4.2 Modo de Operación	59
4.3 Sistema de Alarmas y Fallas	61
4.4 Análisis de Factibilidad del Sistema Planteado	62
5 Desarrollo de la Ingeniería Básica	66
5.1 Administración de los Recursos Humanos	66
5.2 Descripción y Selección de los Equipos de Control	67
5.2.1 Certificaciones del Producto	69
5.2.2 El Procesador	70
5.2.3 Módulo de Entradas Digitales	73
5.2.4 Módulo de Salidas Digitales	74
5.2.5 Módulos de Entradas Analógicas	75
5.2.6 Módulo de Salidas Analógicas	76
5.2.7 Panel de Operador	77
5.2.8 Sistema de Protección y Respaldo	78
5.3 Descripción y Selección de los Equipos de Tablero de Fuerza	81
5.3.1 Circuito de Protección del Motor de Ventilación	82
5.3.2 Circuito de Protección del Motor de la Unidad Hidráulica de Poder	84
5.4 Definición de los Diagramas Funcionales de Control	85
5.4.1 Diagrama Funcional “Motor de Ventilación”	86
5.4.2 Diagrama Funcional “Motor de la UHP”	87
5.4.3 Diagrama Funcional “Electroválvula”	88

5.4.4 Diagrama Funcional “Emergencia”	89
5.5 Definición de las Pantallas del Operador	90
5.5.1 Simbología a Utilizar	90
5.5.2 Descripción de las Pantallas	92
6 Desarrollo de la Ingeniería de Detalle	95
6.1 Definición de la Configuración General de la Aplicación SLC	95
6.2 Lista de Entradas y Salidas	96
6.3 Elaboración de los Planos de Conexionado y Funcionamiento	99
6.4 Desarrollo de la Aplicación de Control	100
6.5 Desarrollo de las Pantallas en el Panel de Operador	105
6.6 Simulación del Programa de Control	105
7 Implementación y Puesta en Marcha	108
7.1 Montaje de los Equipos	108
7.2 Comisionamiento del Tablero de Control	114
7.3 Instalación y Conexionado del Tablero en Campo	115
7.4 Pruebas del Sistema y Alarmas en Vacío	117
7.5 Prueba y Calibración de los Equipos en Campo	119
7.5.1 Switch de Alta Vibración	119
7.5.2 Transmisor de Velocidad con Indicación	119
7.5.3 Sensor de Temperatura RTD	120
7.5.4 Transductor de Corriente	120
7.5.5 Electroválvula Proporcional 0-100mA	120
7.6 Sintonización de los Lazos de Control PID de Velocidad	121
7.6.1 Obtención del Modelo Matemático del Proceso	122

7.6.2	Estrategia de Control	124
7.6.3	Sintonización de Velocidad de las Centrífugas	125
7.7	Capacitación	128
8	Evaluación del Estado Final del Sistema	129
8.1	Evaluación de los Ajustes en los Ciclos de Operación del Sistema	129
8.2	Consideraciones de Mantenimiento para el Sistema de Control	132
8.3	Sugerencias para un Mejor Desempeño del Sistema	135
9	Estructura de Costos	138
9.1	Costo Estimado de la Inversión en Automatización	138
9.1.1	Equipos de Control	139
9.1.2	Tablero de Control	140
9.1.3	Tablero de Fuerza	143
9.1.4	Servicio de Montaje y Cableado	144
9.1.5	Servicios de Ingeniería y Programación	145
9.1.6	Adicionales al Sistema	147
9.1.7	Costos por Parte del Usuario Final	148
9.1.8	Resumen del Costo Total del Proyecto	149
9.2	Ahorros y Rentabilidad de la Inversión	149
9.2.1	Ahorro en Consumo Eléctrico	149
9.2.2	Ahorro en Horas Hombre Operaciones	151
9.2.3	Resumen del Ahorro Mensual	151
9.3	Cálculo de la Rentabilidad del Proyecto	152
9.3.1	Cálculo de la Tasa de Rendimiento del Proyecto	152
9.3.2	Cálculo del Tiempo de Reembolso de la Inversión	153

9.3.3 Valor Futuro del Proyecto	153
9.3.4 Diagrama del Flujo de Fondos	154
Conclusiones	155
Bibliografía	159
Apéndice 1.- Planos Eléctricos	
Apéndice 2.- Manual de Operaciones del Sistema	
Apéndice 3.- Programa de Control	
Apéndice 4.- Planificación de Actividades	
Apéndice 5.- Protocolo de Pruebas	
Apéndice 6.- Manuales de los Equipos de Control	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.1: Grupos de Procesos en los Proyectos	6
Figura 2.1: Sistemas de Control Basados en PLC	11
Figura 2.2: Comunicación Interna en el PLC	14
Figura 2.3: Diagrama de Cableado de un Módulo de Entrada Digital	15
Figura 2.4: Diagrama de Cableado de un Módulo de Salida Digital	16
Figura 2.5: Lenguaje de Programación Escalera	18
Figura 2.6: Ciclo de Operación del PLC	19
Figura 2.7: Paneles de Operador Electrónicos	21
Figura 2.8: Esquema de una Red Industrial DH-485	25
Figura 2.9: Primer Método de Ziegler & Nichols	28
Figura 2.10: Respuesta del Proceso ante una Entrada Tipo Escalón	28
Figura 2.11: Plano de Detalle de Conexionado	37
Figura 2.12: Montaje y Conexionado de un Tablero	38
Figura 2.13: Simulación Integral del Sietema	39
Figura 3.1: Producción de la Refinería	46
Figura 3.2: Datos sobre Volúmenes y Precios	47
Figura 3.3: Láminas de Cobre al Final del Proceso	48
Figura 3.4: Diagrama del Proceso	50
Figura 3.5: Diagrama de Flujo del Sistema Antiguo de Centrifugado	52
Figura 4.1: Arquitectura del Sistema de Control Propuesto	58
Figura 4.2.- Diagrama de Flujo del Nuevo Sistema de Centrifugado	60
Figura 4.3: Diagrama del Flujo de Fondos Previsto	63

Figura 5.1: Plataformas de Control Allen-Bradley	68
Figura 5.2: Familia de Controladores SLC 500	72
Figura 5.3: Panel de Operador Allen Bradley PV600	78
Figura 5.4: Circuit Breakers para Alimentación Eléctrica	79
Figura 5.5: Familia UPS Marca SOLA	80
Figura 5.6: Sistema de Protección según NEC 430	81
Figura 5.7: Arrancador Seleccionado para los Ventiladores de 1/6HP (440VAC)	83
Figura 5.8: Arrancador Seleccionado para las UHPs de 50hp	85
Figura 5.9: Diagrama Funcional “Motor de Ventilación”	86
Figura 5.10: Diagrama Funcional “Motor de la UHP”	87
Figura 5.11: Diagrama Funcional “Electroválvula”	88
Figura 5.12: Diagrama Funcional “Emergencia”	89
Figura 6.1: Software de Programación del SLC500	100
Figura 6.2: Rutina Principal	101
Figura 6.3: Rutina Calibr-C1	102
Figura 6.4: Rutina Laz Vel-C1	104
Figura 6.5: Software de Programación del Panel de Operador	105
Figura 6.6: Pantalla de Simulación para la Operación de la Centrífuga 1	106
Figura 7.1: Conexionado y Marcado de las Señales	109
Figura 7.2: Borneras de Tierra Electrónicas	110
Figura 7.3: Instalación del Tomacorriente Industrial	110
Figura 7.4: Vista del Tablero de Control	111
Figura 7.5: Vista del Tablero de Fuerza	113
Figura 7.6: Curva de Calibración de la ElectroVálvula Proporcional	121

Figura 7.7: Gráfica Obtenida en las Pruebas en Lazo Abierto	122
Figura 7.8: Análisis por Ziegler-Nichols	123
Figura 7.9: Respuesta del Sistema en Lazo Cerrado	127
Figura 8.1: Ubicación de la Batería de Respaldo	134
Figura 8.2: Ubicación del Fusible	135
Figura 9.1: Flujo de Fondos Generado por el Proyecto	160
Tabla 2.1: Tabla de Estándares y Códigos	9
Tabla 2.2: Valores Propuestos por Ziegler & Nichols	29
Tabla 3.1: Descripción de las Alarmas	54
Tabla 4.1: Descripción de las Alarmas	61
Tabla 4.2: Resumen de Tiempos	62
Tabla 4.3: Resumen de Costos	62
Tabla 4.4: Comparación entre un Sistema de Control Basado en Relés y Uno Basado en PLC	64
Tabla 5.1: Certificaciones del Producto	69
Tabla 5.2: Comparación entre Procesadores AB	71
Tabla 5.3: Características Técnicas del Módulo de Entrada 24Vdc	74
Tabla 5.4: Características Técnicas del Módulo de Salida Relé	74
Tabla 5.5: Características Técnicas del Módulo de Entrada Analógica Allen Bradley	75
Tabla 5.6: Características Técnicas del Módulo de Entrada Analógica Universal Spectrum Controls	76
Tabla 5.7: Características Técnicas del Módulo de Salida Analógica	77

Tabla 5.8: Comparación entre Paneles de Operador Electrónicos AB	77
Tabla 5.9: Cálculo de la Potencia del UPS	80
Tabla 5.10: Arrancador del Motor de Ventilación 1/6HP (440VAC)	83
Tabla 5.11: Arrancador del Motor de la UHP 50HP (440VAC)	84
Tabla 5.12: Simbología del Panel de Operador	91
Tabla 6.1: Distribución de los Módulos del SLC	96
Tabla 6.2: Lista de Entradas y Salidas	97
Tabla 7.1: Parámetros Calculados del Proceso	124
Tabla 7.2: Parámetros Teóricos del Controlador PI de las Centrífugas	125
Tabla 7.3: Parámetros Finales del Controlador PID de la Centrífuga 1	126
Tabla 7.4: Parámetros Finales del Controlador PI de la Centrífuga 2	126
Tabla 8.1: Comparación de Tiempos	130
Tabla 9.1: Listado de los Equipos de Control	139
Tabla 9.2: Gabinete y Conectores y Cables del Tablero de Control	141
Tabla 9.3: Equipos del Tablero de Fuerza y Accesorios	143
Tabla 9.4: Servicios de Montaje y Cableado	144
Tabla 9.5: Servicios de Ingeniería y Programación	145
Tabla 9.6: Equipos Adicionales	147
Tabla 9.7: Cuadro de Costos del Usuario Final	148
Tabla 9.8: Resumen de los Costos de la Inversión	149
Tabla 9.9: Resumen del Ahorro Mensual	152

Prólogo

Los sistemas de control son objeto de gran estudio y desarrollo en países industrializados, países que han visto en ellos un medio para optimizar sus procesos y operaciones. Las aplicaciones abarcan un amplio rango que van desde simples sistemas de control ON-OFF (temperatura por ejemplo) hasta estrategias avanzadas de control implementadas en un sistema de control distribuido capaz de llevar la información de un nivel de planta a un nivel administrativo (reportes, análisis de rendimiento, etc.).

Actualmente la mayoría de las pequeñas y medianas industrias en nuestro país no han optado por implementar sistemas modernos de control, por lo que sus sistemas requieren de un constante mantenimiento, mayor tiempo de operación, mayor gasto en energía, baja productividad y calidad, etc.; todo esto nos lleva a un sistema de control ineficiente. Ante esta realidad, las empresas están obligadas a optimizar sus procesos para ser cada vez más competitivos.

Esta tesis detalla los procedimientos y estudios desarrollados en la implementación de un proyecto de automatización, demostrando la optimización lograda y el reembolso del capital a mediano plazo.

La tesis comprende el orden siguiente:

Capítulo 1, “Introducción”. Da a conocer el marco contextual bajo el cual fue desarrollada la tesis.

Capítulo 2, “Sistemas de Control”. Da un marco teórico de los sistemas de control: conceptos, estándares y procedimientos para la ejecución del proyecto de tesis.

Capítulo 3, “Análisis del Sistema Antes de la Implementación”. Informa sobre la empresa donde se realizó el trabajo, la descripción del proceso, el objetivo del proceso, los modos de operación y sistemas de control del sistema de centrifugado. Se concluye después del análisis previo con la definición del problema y el planteamiento del objetivo del proyecto de Tesis.

Capítulo 4, “Análisis del Sistema Propuesto”. Presenta las ventajas y una visión general de la solución planteada. Incluye un análisis previo estimado de factibilidad del proyecto.

Capítulo 5, “Desarrollo de la Ingeniería Básica”. Establece los criterios bajo los cuales se desarrollará el proyecto. El capítulo describe las etapas de inicio del proyecto, definición de grupos de trabajo, asignación de tareas, selección de los equipos y definición los diagramas funcionales y simbologías a utilizar a lo largo del proyecto.

Capítulo 6, “Desarrollo de la Ingeniería de Detalle”. Muestra la generación de documentos con los detalles necesarios para la implementación del proyecto (planos eléctricos, lista de entradas y salidas, configuración de control etc.), y el desarrollo del programa de control y la aplicación en el Panel de Operador Electrónico.

Capítulo 7, “Implementación y Puesta en Marcha”. Describe los procesos requeridos en la implementación del proyecto (instalación, montaje y comisionamiento), así como para la puesta en marcha (pruebas del sistema, calibración de equipos, sintonización de lazos de control, etc) terminando con el arranque en operación y capacitación del personal.

Capítulo 8, “Evaluación del Estado Final del Sistema”. Detalla los resultados obtenidos con el nuevo sistema realizando las comparaciones del caso con el sistema antiguo; termina con recomendaciones de mantenimiento y sugerencias para un mejor desempeño del sistema.

Capítulo 9, “Estructura de Costos”. Explica la inversión realizada y el estudio de rentabilidad final del proyecto.

En la sección “Conclusiones” se presentan los términos y consideraciones que se registraron durante la implementación del proyecto y en el desarrollo de la tesis.

Por último, la sección “Apéndice”. Están la documentación y planos generados durante la ejecución del proyecto.

Agradezco al Ing. Héctor Paz López, quien gentilmente aceptó la asesoría de mi tesis y además estuvo constantemente apoyándome en la elaboración del documento y en la definición del contenido. Agradezco así mismo al Ing. Ricardo Rodríguez Bustinza, quien también colaboró con su experiencia en el desarrollo de la tesis. Finalmente debo dar gracias a mis padres, Juan y Nora, y mis hermanos, Miguel y Myriam, quienes incansablemente motivaron mis esfuerzos para culminar este trabajo.

Capítulo 1

Introducción

En la era contemporánea la producción industrial se ha caracterizado principalmente por la optimización de los procesos empleando avances tecnológicos en sistemas de información y control a fin de lograr productos a bajo costo y alta calidad para cumplir con los estándares de calidad exigidos por el mercado.

La tecnología actual permite supervisar y controlar diversos procesos en industrias del tipo productivo o manufacturero en tiempo real. En nuestro país, el control y la automatización a través de la electrónica han experimentado un cambio importante en la mayoría de las industrias, con el objetivo de ampliar y mantener su posición en sus respectivos campos de acción.

Esta Tesis se enfoca en describir un proceso, definir sus limitaciones iniciales, plantear una solución basada en la automatización y mostrar los procesos realizados para su implementación, terminando con el diagnóstico y el desarrollo del análisis de rentabilidad del proyecto.

La selección y la utilización de los equipos se basaron en estándares y códigos aceptados internacionalmente, y para el desarrollo de la aplicación de control se implementó un ambiente de simulación, en un programa de supervisión, con pantallas con comandos similares a los del panel de operador, éstos procedimientos disminuyeron las pruebas en el momento del arranque y dieron seguridad en la realización de las diversas pruebas.

Los procedimientos llevados a cabo en el desarrollo del proyecto caben dentro del concepto de una Gerencia de Proyectos, la Gerencia de Proyectos es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto a fin de cumplir con las expectativas del proyecto. La gerencia de proyectos se logró mediante procesos tales como: Inicio, planificación, ejecución, control y cierre, los cuales están fuertemente relacionados como puede verse en la figura 1.1.

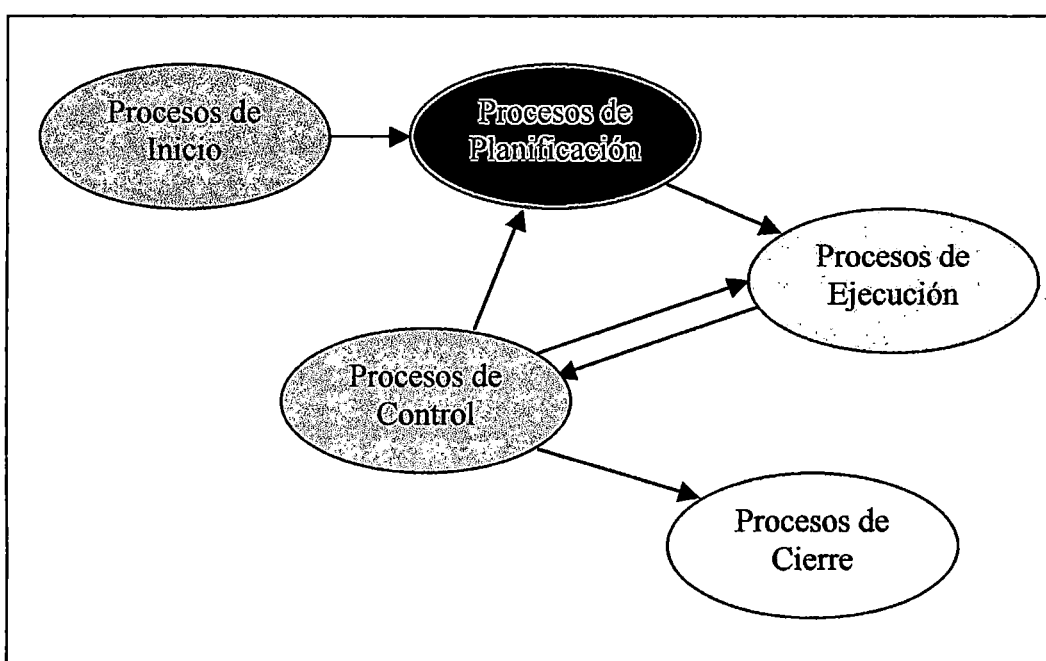


Figura N° 1.1.- Grupos de Procesos en los Proyectos

Capítulo 2

Sistemas de Control

2.1 Generalidades

Actualmente en la industria se realiza el control de las variables de operación por medio de sensores inteligentes y controladores lógicos programables (PLC), supervisando y adquiriendo los datos a través de computadores personales, integrándolos por una red y logrando un sistema de control distribuido.

Los controladores son instrumentos diseñados para detectar y corregir los errores producidos al comparar el valor de referencia, o “Set point”, con el valor medido de la variable a controlar. En un proceso, la actuación puede ser de acuerdo al tamaño y tiempo de duración del error, así como la razón de cambio existente entre ambos, o en todo caso, aplicando sistemas expertos a través de la lógica difusa (hoy en día existe un módulo de control para PLCs basado en lógica difusa en la marca SIEMENS).

2.2 Estándares, Códigos y Referencias

En ingeniería de procesos y trabajos de diseño, los símbolos y las identificaciones son usados como representaciones gráficas de conceptos, ideas o dispositivos; así también como funciones.

En el área de medición y control se usa un conjunto estándar de símbolos para preparar esquemas de los sistemas de control de procesos. Los símbolos usados en estos diagramas están generalmente basados en los estándares ISA (Sociedad de Instrumentos de América) y ANSI (Instituto de Estándares Americano).

Los P&ID (Diagramas de Instrumentación y Proceso) son un ejemplo del uso de estos estándares. Este tipo de diagramas muestra la interconexión de equipos y la instrumentación usada en el control del proceso (Apéndice 01, Planos CENT-70-001 y CENT-70-002).

Asimismo, el diseño de la distribución de los tableros y de los circuitos de fuerza ha sido desarrollado bajo normas americanas para mantener los requerimientos mínimos de seguridad.

En el presente proyecto se han considerado los códigos y estándares mostrados en la tabla 2.1.

Tabla 2.1.- Tabla de Estándares y Códigos.

N°	Estándar	Descripción
1	ANSI	American National Standard Institute
	ANSI-C37	Standard for Industrial Control Equipment
2	ISA	Instrument Society of America
	ISA-S5.3	Instrument Symbols and Identification
	ISA-S5.3	Instrument Loop Diagrams
3	IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
	IEEE-518	Guide for the Installation of Electrical Equipment to Minimize Electrical Noise Inputs to Controllers from External Source
4	NEC	National Electric Code
	NEC430	Motor Branch Circuit Requirement
5	NEMA	National Electrical Manufacturers Association
	NEMA-ICS 3	Industrials Systems
	NEMA-ICS 6	Enclosures for Industrial Control Systems
6	UL	Underwriters Laboratories
	UL1077	Standard for Safety for Supplementary Protectors for Use in Electrical Equipment
	UL508	Standard for Safety for Industrial Control Equipment
	UL508E	Type-2 Coordination

2.3 Sistemas de Control Basados en PLC

En la actualidad existe en el mercado una gran variedad de equipos llamados PLCs: desde los denominados micro PLC, con capacidad de manejo de menos de 50 puntos, todos discretos, y sin ningún tipo de redundancia, hasta PLCs con capacidad de 500 o más puntos analógicos y discretos, con capacidad de ejecutar lazos PID (Proporcional-Integral-Derivativo), monitorear variables analógicas, realizar operaciones matemáticas relativamente complejas y con alguna redundancia.

El Controlador Lógico Programable (PLC) es un dispositivo electrónico con una memoria programable, capaz de almacenar instrucciones e implementar funciones específicas. Consta de 4 elementos principales:

- Unidad central de procesamiento (CPU)
- Memoria
- Suministro de energía
- Interfase de entrada y salida (E/S)

El PLC como toda computadora esta basado en una Unidad Central de Procesamiento. Este aparato utiliza un módulo de memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones, empleadas para implementar funciones específicas tales como operaciones lógicas, aritméticas, temporizaciones, secuencias,

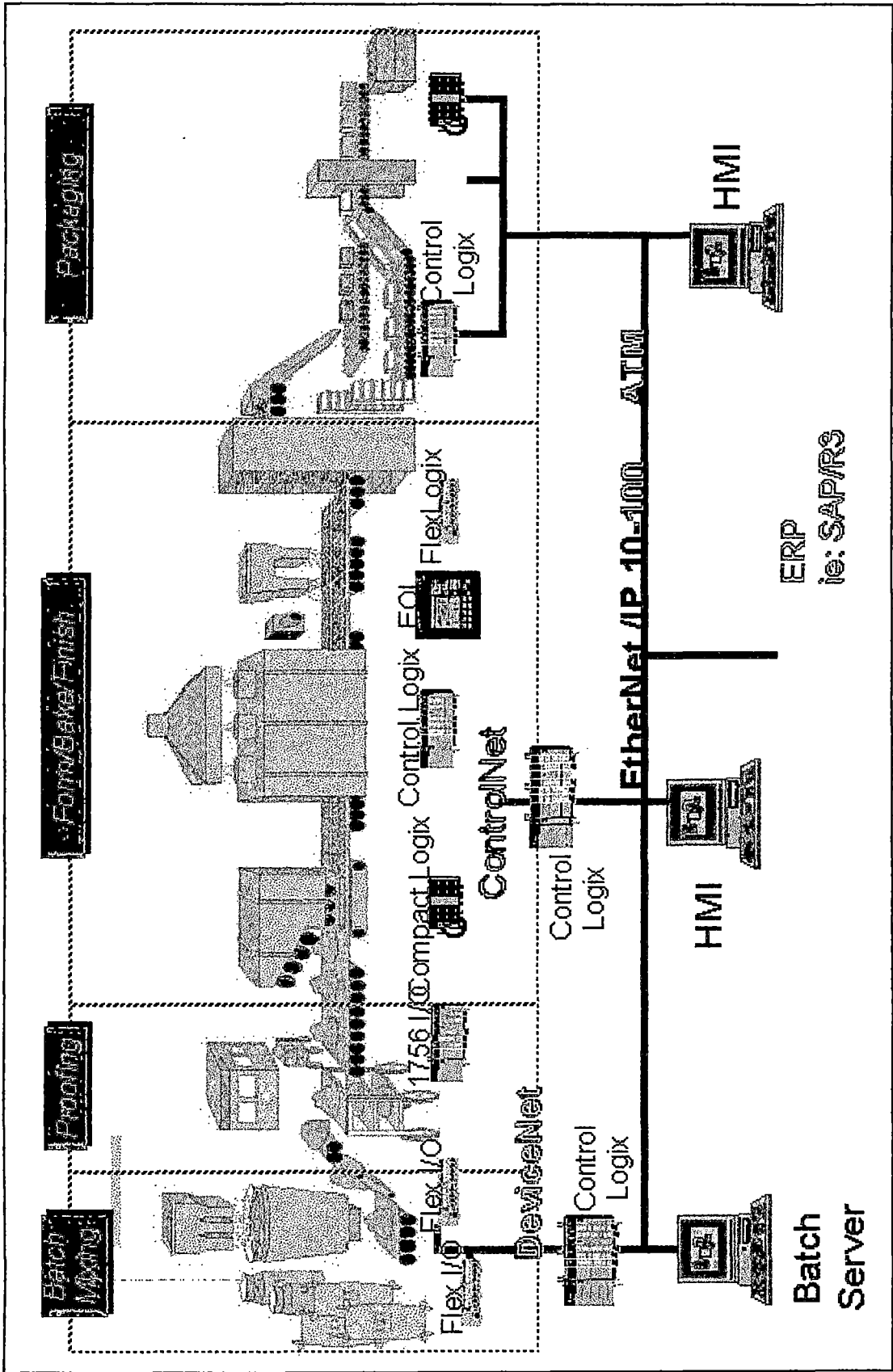


Figura 2.1.- Sistema de Control Basado en PLC

conteo y control de procesos a través de módulos de entrada y salida tipo digital o analógico.

El buen diseño de una arquitectura de control puede integrar, de manera eficiente, el área de campo con el área administrativa, tal como se muestra en la figura 2.1.

Algunas características típicas son:

- Permite controlar procesos en el campo (Planta).
- Contiene funciones pre-programadas como parte de su lenguaje (lista de instrucciones, escalera o “ladder”, lenguaje literal o bloques de función).
- Permite el acceso a la memoria de entradas y salidas (E/S).
- Permite la verificación y diagnóstico de errores.
- Puede ser supervisado.
- Empaquetado apropiado para ambientes industriales.
- Utilizable en una amplia variedad de necesidades de control.

2.3.1 Unidad Central de Procesamiento (CPU)

Es el componente principal de un PLC y contiene uno o más microprocesadores para el control del mismo. El CPU maneja también la comunicación e interacción con otros componentes del sistema.

2.3.2 Memoria

La memoria de un PLC es básicamente de dos tipos: memoria para operación del sistema y memoria de usuario.

La memoria para operación del sistema está basada en una memoria ROM (memoria de solo lectura). En donde ha sido almacenada la operación del sistema por el fabricante del PLC. Ésta controla funciones como el software del sistema para programar el PLC, por el usuario.

La memoria de usuario de un PLC está dividida en bloques con funciones específicas. Algunas secciones son usadas para almacenar estados de entradas y salidas, generalmente constituyen las denominadas tablas de imágenes de I/O. El estado de una entrada es almacenado como "1" ó "0" en un bit específico dentro de una dirección de memoria.

Algunos PLCs presentan memorias de usuario volátiles por lo que dependen de la alimentación eléctrica provista por la fuente o en su defecto por una batería. Estos PLCs, por seguridad, tienen la posibilidad de alojar una EEPROM y cargarle el programa desarrollado por el usuario.

La comunicación interna en el PLC se muestra en la figura 2.2.

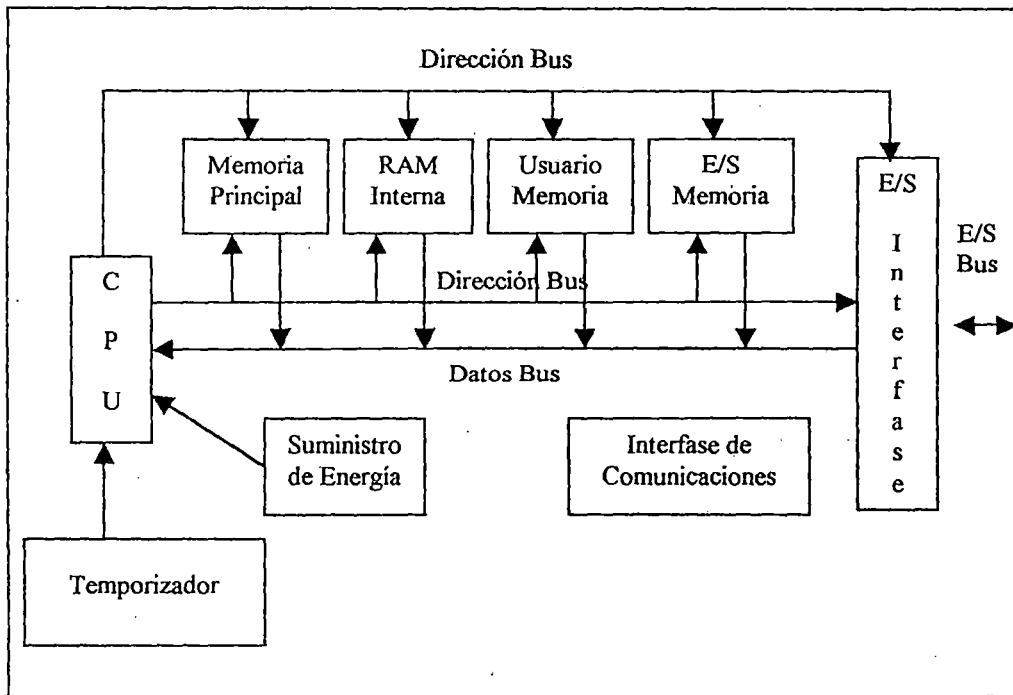


Figura 2.2.- Comunicación Interna en el PLC

2.3.3 Sistema de Alimentación de Energía

Existen PLC's con una alimentación de red de 115 VAC, 230 VAC, 24VDC ó 115 VAC y 230 VAC configurable por hardware (generalmente un interruptor). La fuente de alimentación recibe la tensión, la acondiciona y distribuye a los componentes del PLC según sus requerimientos. La distribución puede ser a través del backplane del chasis, conectores en los módulos, vía cables de alimentación o una combinación de ellos. Por seguridad se recomienda proteger la alimentación de la fuente del PLC con un UPS (Fuente de Alimentación Ininterumpida) o en su defecto un transformador de aislamiento.

2.3.4 Sección de Entrada

La sección de entrada de un PLC realiza dos tareas vitales: tomar las señales de campo y proveer un opto-aislamiento al CPU. El módulo de entrada convierte las señales analógicas y digitales en niveles lógicos requeridos por el CPU. En el caso de los módulos de entrada analógica, éstos contienen un ADC (convertidor analógico a digital) que digitaliza la señal y después es llevada a los niveles lógicos requeridos por el CPU.

La figura 2.3 muestra el conexionado típico de un módulo de entradas digitales no aisladas.

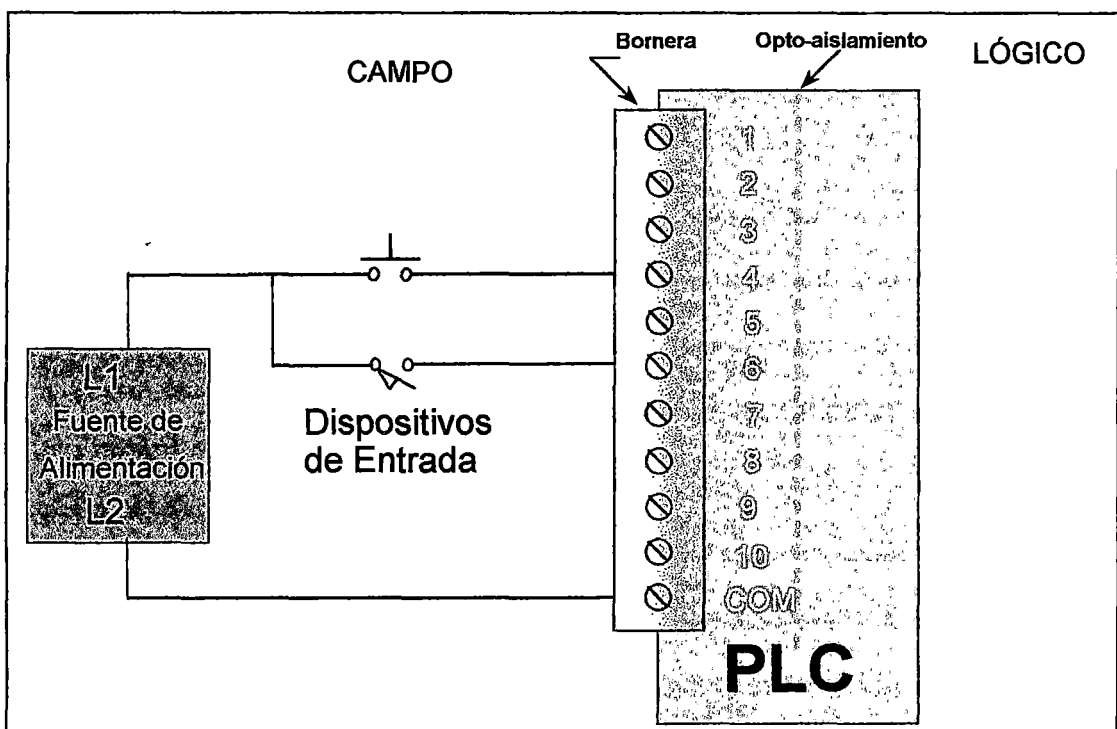


Figura N° 2.3.- Diagrama de Cableado de un Módulo de Entrada Digital

2.3.5 Sección de Salida

La sección de salida del PLC provee de conexión a los actuadores y eventos. Los módulos de salida pueden ser acondicionados para manejar voltajes DC o AC, permitiendo el uso de señales de salida analógicas o digitales. Son comerciales los módulos con 8, 16 y 32 salidas.

En la actualidad las arquitecturas de los PLC's vienen aumentando su capacidad de procesamiento así como su velocidad y disminuyendo su tamaño, permitiéndoles manejar etapas enteras de grandes procesos. Estos adelantos en sus configuraciones nos permiten tener PLC's adecuados para distintas aplicaciones.

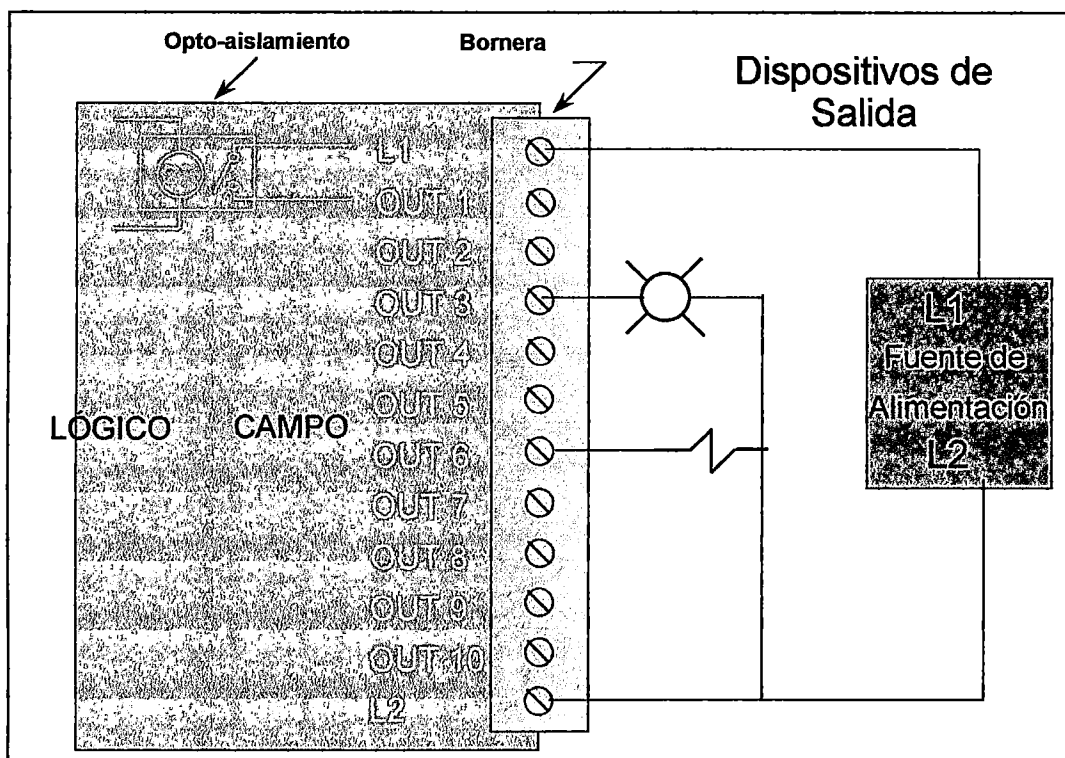


Figura N° 2.4.- Diagrama de Cableado de un Módulo de Salida Digital

La figura 2.4 muestra el conexionado típico de un módulo de salidas digitales no aisladas del tipo relé.

2.3.6 Software para PLCs

El estándar internacional IEC-1131 define 4 lenguajes para PLC, estos son:

- La lista de instrucciones.
- El lenguaje escalera (ladder) o de contactos.
- Los bloques de función.
- El diagrama gráfico secuencial (sequential chart diagram).

Tradicionalmente, la mayoría de fabricantes han utilizado la lista de instrucciones y el lenguaje escalera como los lenguajes preferidos.

El lenguaje escalera o de contactos (ladder) consiste en mallas, análogas a los diagramas unifilares utilizados por los ingenieros electricistas, que constituyen pequeños bloques de instrucciones combinando contactos (switches representando entradas) estableciendo lógicas de control para comandar las bobinas (salidas).

Por ejemplo, la figura 2.5 muestra una rama de un programa ladder en la cual SI “A” está activado Y “B” no, ENTONCES se activa la salida “C”.

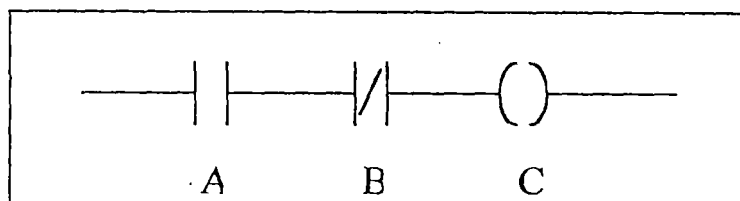


Figura 2.5.- Lenguaje de Programación Escalera

2.3.7 Operación del PLC

Un PLC trabaja continuamente siguiendo de manera secuencial un programa, en este ciclo se observan 4 importantes pasos:

Paso 1: Almacenamiento de las entradas.- el PLC lee cada entrada y determina su estado (activado/ desactivado) y las almacena en la memoria para ser usados en el siguiente paso.

Paso 2: Ejecución del programa.- Luego el PLC ejecuta el programa, instrucción por instrucción. Pudiendo cambiar registros de memoria de acuerdo a las entradas almacenadas. El resultado se guarda en la memoria para el siguiente paso.

Paso 3: Actualización de los estados de salida.- El PLC actualiza los estados de las salidas, esto se basa en las entradas leídas durante el primer paso y los resultados de la ejecución del programa durante del segundo paso.

Paso 4: Verificación.- Finalmente el PLC realiza el chequeo interno de la memoria, velocidad de transmisión, servicios de alguna comunicación, etc.

De esta manera tenemos una vista rápida de cómo trabaja un PLC, repitiendo el ciclo continuamente.

La figura 2.6 muestra los pasos desarrollados por el PLC de manera secuencial.

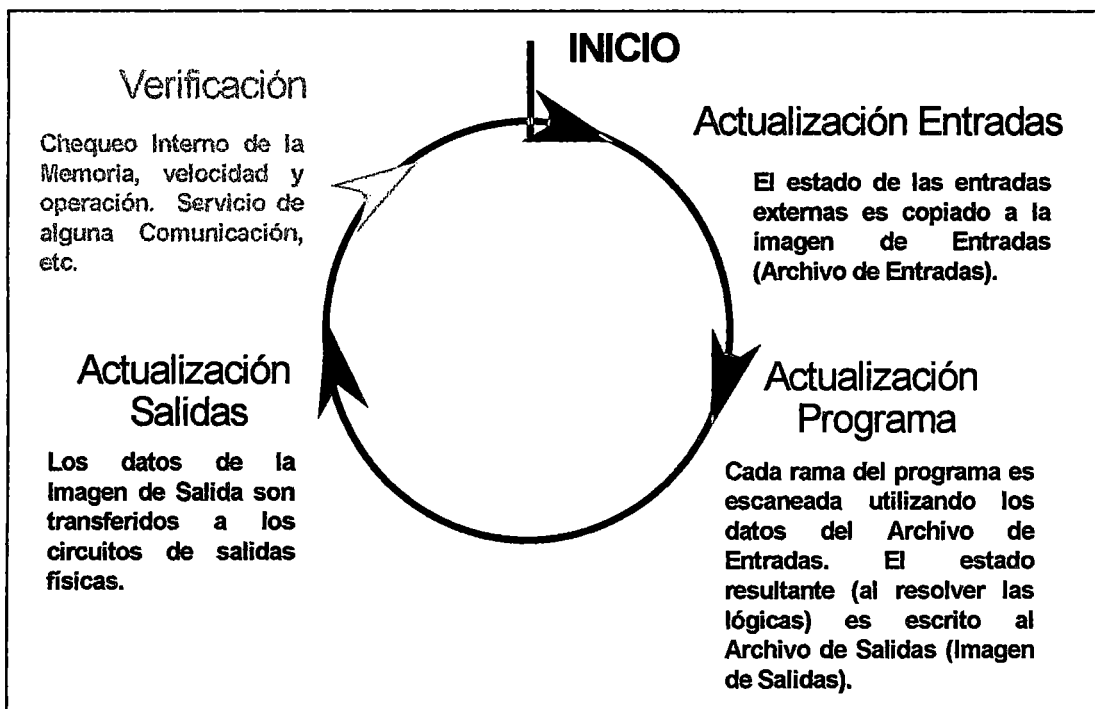


Figura 2.6.- Ciclo de Operación del PLC

2.3.8 Fabricantes de PLCs

Presentamos una lista de fabricantes de PLC:

- ABB
- Alfa Laval
- Allen - Bradley
- Festo/Beck electronic
- Groupe Schneider
- Honeywell
- Mitsubishi
- Omron
- Rockwell Automation
- Schneider Automation
- Siemens
- Telemecanique
- Toshiba
- Triangle Research

2.4 Panel de Operador Electrónico

Los paneles de operador electrónico son terminales estándares que proveen grandes capacidades de operación en sólo un espacio reducido. Estas capacidades de operación incluyen visualización y atención de alarmas, seguridades de acceso a pantallas, monitoreo y establecimiento de parámetros del proceso, entre otras. Toda esta información puede ser llevada, a través de una red industrial, a controladores programables o computadores personales para su administración y manejo.

Los paneles de operador electrónico poseen un teclado del tipo membrana para evitar el ingreso de polvos, líquidos y materiales ajenos al interior del panel. Y su comando puede ser del tipo touch screen, por teclado o ambos.

La figura 2.7 muestra algunos de los paneles de operador disponibles en el mercado.

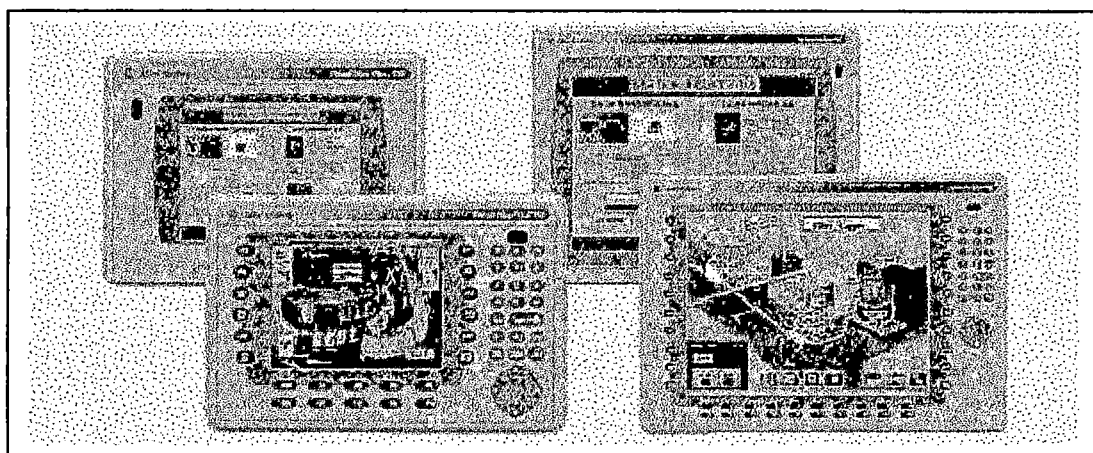


Figura 2.7.- Paneles de Operador Electrónicos

2.5 Redes de Comunicación Industrial

El creciente desarrollo de la infraestructura de los sistemas de comunicaciones ha hecho posible la implementación de redes de computadoras en entornos industriales con un gran avance dirigido a establecer un nivel superior que permite la comunicación eficiente entre los dispositivos y las salas de control.

La gran cantidad de protocolos de comunicaciones existentes hace necesaria la integración de sistemas provenientes de varios vendedores, esto ha generado un mercado para los fabricantes de “gateways” (stand alone o modulares) cuya función es ser una interfase entre estos protocolos.

Las plantas que han implementado redes industriales han constatado los siguientes beneficios:

- Reducción del tiempo y costo de comisión.
- Simplifica la integración de sistemas.
- Acceso a datos.
- Incremento de los tiempos de arribo.
- Ruta de expansión

2.5.1 Reducción del Tiempo y Costo de Comisión

Permite el trabajo múltiple de dispositivos en el mismo sistema y sin conflictos. Cada dispositivo es un cliente remoto del servidor de red, permitiendo el trabajo en paralelo sin problemas de sincronización de la base de datos. Asimismo, reduce considerablemente los tiempos de mantenimiento al reducir el número de conexiones.

2.5.2 Simplifica la Integración de Sistemas

Provee una opción para el manejo de los servicios, aplicaciones y eventos. Un manejador de directorios proporciona acceso a los servidores de aplicación de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Además, es posible la comunicación entre los niveles del sistema y los dispositivos.

2.5.3 Acceso a Datos

Un mejor acceso a los datos de operación de los procesos incrementa la eficiencia y reduce los costos.

2.5.4 Incremento de los Tiempos de Arribo

Una oficina de supervisión está en capacidad de determinar las fallas en los sistemas y planificar las estrategias de mantenimiento adecuadas. El objetivo es contar con esquemas de detección de fallas, aislamientos, reportes y reparaciones al contar con la información de los procesos en el más breve tiempo posible. Por ejemplo, un Centro de Control Inteligente de Motores: donde los arrancadores de cada motor poseen un sistema de protección electrónico, el cual transmite por red la corriente, el voltaje, frecuencia, etc, que por medio de un registro permite identificar o preveer en tiempo real una posible falla.

2.5.5 Ruta de Expansión

El hardware modular y los componentes de software permiten, a los usuarios, expandir sus sistemas de control mediante la adición de clientes o servidores. Para los usuarios finales dicho cambio es transparente excepto por el incremento en la capacidad y funcionalidad de los sistemas.

Es usual encontrarse con sistemas de instrumentación basada en el estándar analógico 4-20mA. La dificultad con ellos es el requerir un cableado excesivo para establecer la interconexión punto a punto entre los diversos dispositivos.

Los entornos de regulación exigen a las compañías tener un rápido acceso a la información sobre sus procesos.

Como ejemplo tenemos unos Adaptadores Remotos a Red, al cual se le anexan módulos E/S. Estos módulos, que son comandados desde un master a través de la red, permiten evitar el cableado excesivo de cables desde un punto a una central.

2.5.6 Red Industrial DH-485

DH-485 (Data Highway 485) es una red de área local (LAN) diseñada para aplicaciones a nivel de planta. La red DH-485 permite la conexión de hasta 32

dispositivos (0 al 31); incluyendo controladores programables SLC 500 y Micrologix, interfaces de operador electrónicos y computadoras personales.

La red DH-485 tiene las siguientes especificaciones:

- Tipo de Cable: Belden 3106A.
- Longitud de la Línea Principal: 4000 pies máximo.
- Velocidad de Transmisión: 19.2k bit/s máximo.
- Método de Acceso al Medio: Token Passing.

El Token Passing es el método de acceso al medio en el cual un paquete de datos especial (llamado token), es pasado de estación a otra.

La figura 2.8 muestra un conexionado típico de una red DH-485.

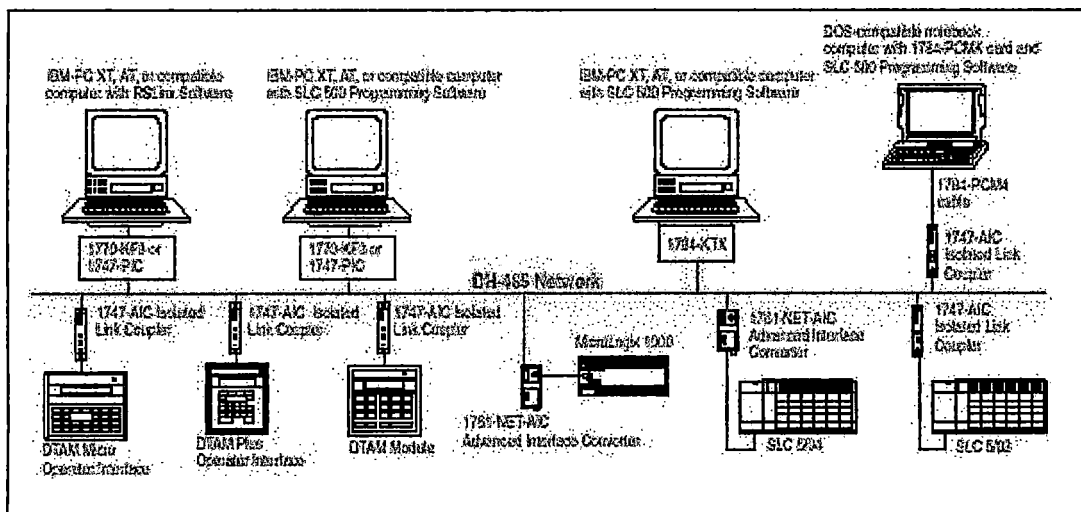


Figura 2.8.- Esquema de una Red Industrial DH-485

2.6 Estrategias de Control

El control más utilizado a nivel industrial es el control PID (Proporcional, Integral y Derivativo).

A la fecha se han desarrollado diversas estrategias en los sistemas de control y la elección de una de ellas, o la combinación de ellas, puede ser un factor importante en el proceso a controlar. Entre los sistemas más conocidos tenemos:

- Control Todo o Nada.
- Control Proporcional de Tiempo Variable.
- Control Proporcional (P).
- Control Proporcional + Integral (PI).
- Control Proporcional + Integral + Derivativo (PID).

2.6.1 Control Proporcional-Integral-Derivativo

Los controladores industriales suelen combinar los tres tipos de acciones básicas: Proporcional, Integral y Derivativa.

En la ecuación (1) se presenta la señal de control $C(t)$ de un controlador PID de tipo no interactivo que es propuesto en el control industrial.

$$C(t) = K_p * \left[e(t) + \frac{1}{T_I} * \int e(t) * dt + T_D * \frac{de(t)}{dt} \right] \quad \text{.....(1)}$$

Si se puede obtener el modelo matemático del proceso, entonces es posible aplicar varias técnicas para determinar los parámetros de un controlador cumpliendo con las especificaciones transitorias y de estado estacionario del sistema de control de lazo cerrado. Sin embargo si el proceso es tan complicado, como en la mayoría de los procesos industriales, no es posible establecer su modelo matemático, por lo que es imposible el método analítico de diseño de un controlador PID. Entonces se debe recurrir a modelos experimentales para el diseño de controladores PID. Este proceso se conoce como calibración o sintonía del controlador. Ziegler y Nichols sugirieron reglas para afinar controladores PID.

2.6.2 Primer Método de Ziegler & Nichols

En este método se obtiene experimentalmente la respuesta del proceso a una perturbación cuya entrada es del tipo escalón unitario. Si el proceso no incluye integradores o polos dominantes complejos conjugados, la curva de respuesta al escalón unitario ($u(t)$) puede tener el aspecto de una curva en forma de S; si la respuesta no presenta la forma de S, no se puede aplicar el método (como se muestra en la figura 2.9). Estas curvas de respuesta al escalón se pueden generar experimentalmente o a partir de una simulación dinámica del proceso.

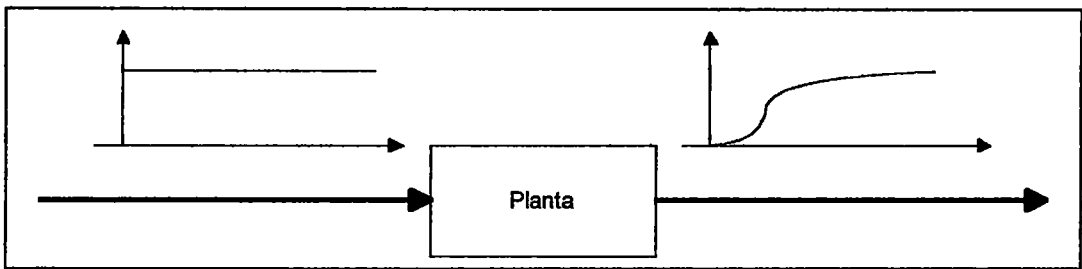


Figura 2.9.- Primer Método de Ziegler & Nichols

La Curva en forma de S se caracteriza por dos parámetros, el tiempo de atraso L y la constante de tiempo T . Ambos se determinan trazando una línea tangente a la curva en forma de S en el punto de inflexión y se harán las intersecciones de esta línea tangente con el eje del tiempo y con la línea $c(t)=K$, como se muestra en la Figura 2.10. Entonces la función de transferencia $C(S)/U(S)$ se puede aproximar por un sistema de primer orden con atraso de transporte.

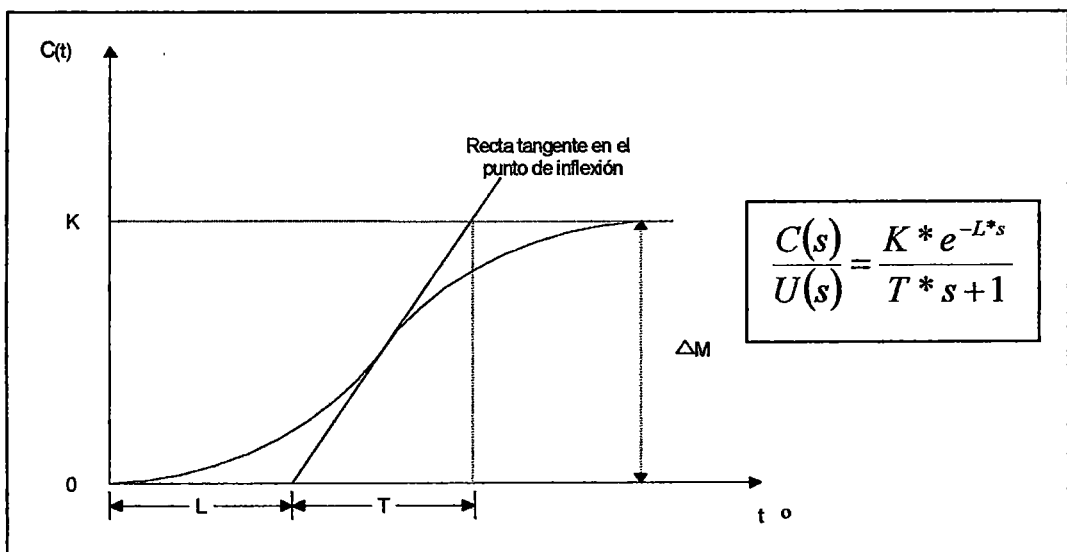


Figura N° 2.10.- Respuesta del Proceso ante una Entrada Tipo Escalón

La figura 2.10 muestra cómo se obtiene gráficamente la función de transferencia del proceso analizando su respuesta a una entrada tipo escalón

Ziegler & Nichols sugirieron fijar los valores de K_p , T_i y T_d de acuerdo con la fórmula de la Tabla 2.2.

Tabla 2.2.- Valores Propuestos por Ziegler & Nichols

Tipo de Controlador	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$\frac{0.9T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$\frac{1.2T}{L}$	$2L$	$0.5L$

La fórmula (2), muestra la forma final del controlador PID, según lo propuesto en el primer método de Ziegler & Nichols.

$$\begin{aligned}
 G(s) &= K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \\
 G(s) &= 0.6T \left(s + \frac{1}{L} \right)^2 / s
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Se observa en el controlador PID un polo en el origen y un cero doble en $s = -1/L$

2.7 Gerencia y Desarrollo de un Proyecto de Automatización

Un proyecto es un esfuerzo temporal (tiene un inicio y un fin) llevado a cabo para crear un producto o servicio único (diferente a otros productos o servicios similares).

La Gerencia de Proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto, con el fin de cumplir o exceder las expectativas y necesidades de los “stakeholders” (involucrados, afectados de un proyecto).

El desarrollo de un proyecto de automatización es la realización de un conjunto de actividades que al ir desarrollándose en forma secuencial, aseguran el desarrollo óptimo del proyecto, minimizando los costos en hardware, horas hombre, tiempo de recuperación de la inversión entre otros recursos.

El usuario final es el responsable de la planta a automatizar y el especialista es el encargado de realizar la ingeniería y la ejecución del proyecto.

Un proyecto está provisto de los siguientes pasos:

- Identificación de la necesidad.

- Elaboración de la Propuesta Técnica y Económica.
- Estudio de factibilidad del proyecto.
- Iniciación del proyecto.
- Procura de Equipos.
- Ingeniería Básica.
- Ingeniería de Detalle.
- Montaje, cableado y comisionamiento de Equipos.
- Integración y Simulación.
- Puesta en Marcha.
- Diagnóstico, Capacitación y Cierre del proyecto.

2.7.1 Identificación de la Necesidad

Esta etapa es realizada por el usuario final quien, en su interés de optimizar sus procesos, concibe la idea de realizar un proyecto que le ahorre personal, tiempo de operación, tiempo de mantenimiento, etc. en una etapa específica o en todo un proceso. Los proyectos comienzan normalmente por una de las siguientes causas:

- Una demanda del mercado.
- Una necesidad del negocio.
- La demanda de un cliente.
- Un avance tecnológico.
- Una necesidad legal.

El tema central es que la gerencia de proyectos debe tomar una decisión de cómo responder ante estos estímulos que también pueden ser llamados problemas, oportunidades o requerimientos del negocio.

Esto termina con la elaboración de un documento (requerimiento de cotización) generada por el usuario final hacia diversos especialistas.

2.7.2 Elaboración de la Propuesta Técnica y Económica

El especialista se reúne con el usuario final quien le transmite sus necesidades. El especialista realiza la inspección visual de proceso y recolecta la información técnica (planos, mecanismos de operación, P&ID, etc.) y económica (capacidades de inversión del usuario final) para la elaboración de la propuesta.

La propuesta se realiza teniendo en cuenta los objetivos principales, la descripción del proceso, selección y descripción el sistema propuesto, compromiso de ambas partes y el plan de desarrollo del proyecto.

2.7.3 Estudio de Factibilidad del Proyecto

Este estudio es responsabilidad del usuario final, quien con las diferentes propuestas evalúa la mejor, bajo criterios técnicos y económicos, para su empresa.

En algunas organizaciones un proyecto no es iniciado formalmente hasta que se concluye un estudio de factibilidad, que a su vez puede ser una fase del proyecto.

Entre los criterios técnicos tenemos: características y calidad de los equipos, capacidad de integración, cumplimiento de las normas de la empresa, calidad del servicio propuesto, etc.

Entre los criterios económicos: monto a invertir, forma de facturación, tiempo de retorno de la inversión, entre otros.

Después de haber seleccionado la mejor propuesta hacia los intereses de la empresa, el usuario final emite el documento: orden de compra hacia el especialista seleccionado.

2.7.4 Iniciación del Proyecto

Es el proceso de reconocimiento formal de que se va a desarrollar un nuevo proyecto o de que un proyecto ya existente se va a continuar en su siguiente fase.

Incluye los procesos para asegurar que los diferentes elementos del proyecto sean coordinados apropiadamente.

Esta etapa tiene por finalidad: definir la dirección del proyecto, la designación de los canales de comunicación entre el usuario final y el especialista, la asignación de compromisos y la elaboración de un documento de “Inicio del Proyecto” entre ambas partes describiéndose lo ya mencionado.

2.7.5 Procura de Equipos

En todo proyecto tenemos equipos que son críticos y cuyos tiempos de importación o fabricación son parte de la ruta también crítica del proyecto. Esta etapa se encarga de generar la orden de compra y hacer el seguimiento hasta la recepción de los equipos anteriormente mencionados.

Además en esta etapa se incluyen los procesos requeridos para adquirir equipos y servicios fuera de la organización. Consiste en:

- Planeamiento de la Procura, determina de que y cuando realizar la procura de los equipos.
- Planeamiento de la Solicitud documentación de los requerimientos del producto e identificación de los posibles proveedores.
- Solicitudes, recepción de cotizaciones y ofrecimientos de acuerdo a los requerimientos.
- Selección de Proveedor, selección de los principales proveedores.
- Administración del Contrato, manejo de las relaciones con el proveedor.

- Cierre del Contrato, establecimiento de la orden de compra.

2.7.6 Ingeniería Básica

En la elaboración de todo proyecto se establecen los estándares, seguridades, alarmas y procedimientos que se van a seguir a lo largo del desarrollo. En un proyecto de automatización, también se establecen las estrategias de control, la verificación de los requerimientos del hardware, la revisión de las interfases del operador, y el análisis funcional del sistema de control.

Cualquier replanteamiento de la propuesta inicial se realiza y “negocia” en esta etapa.

Cuando la definición de los alcances es pobre los costos finales pueden ser muy elevados por los inevitables cambios que se producirán y que sacarán de ritmo al proyecto, provocando re-trabajo, incrementando el plazo y disminuyendo la productividad y la moral.

Es también propio de esta etapa el definir el nivel de información que se le proveerá al cliente y realizar el planeamiento de los recursos correspondientes.

La etapa culmina con la emisión del documento: “Alcances del Proyecto”, con la aprobación de ambas partes.

La elaboración de este documento es importante para el desarrollo del proyecto, pues el usuario final está enterado al detalle de los procedimientos a utilizarse en el nuevo sistema y el especialista tiene la seguridad de desarrollar un trabajo ya aprobado por el usuario final y cuyas modificaciones serían mínimas.

2.7.7 Ingeniería de Detalle

En esta etapa se tienen las siguientes tareas: Definición de la configuración general en la aplicación de control, desarrollo de interfases del operador, desarrollo de las rutinas de control, elaboración de los planos con la información necesaria para implementar el sistema y la aprobación interna entre los grupos de trabajo que intervienen.

Los planos generados deberán cumplir los requerimientos mínimos exigidos por los fabricantes y deberán ser mostrados al usuario final en forma opcional para su revisión.

La figura 2.11 muestra el plano de detalle de conexionado de la regleta 1 en un tablero de control.

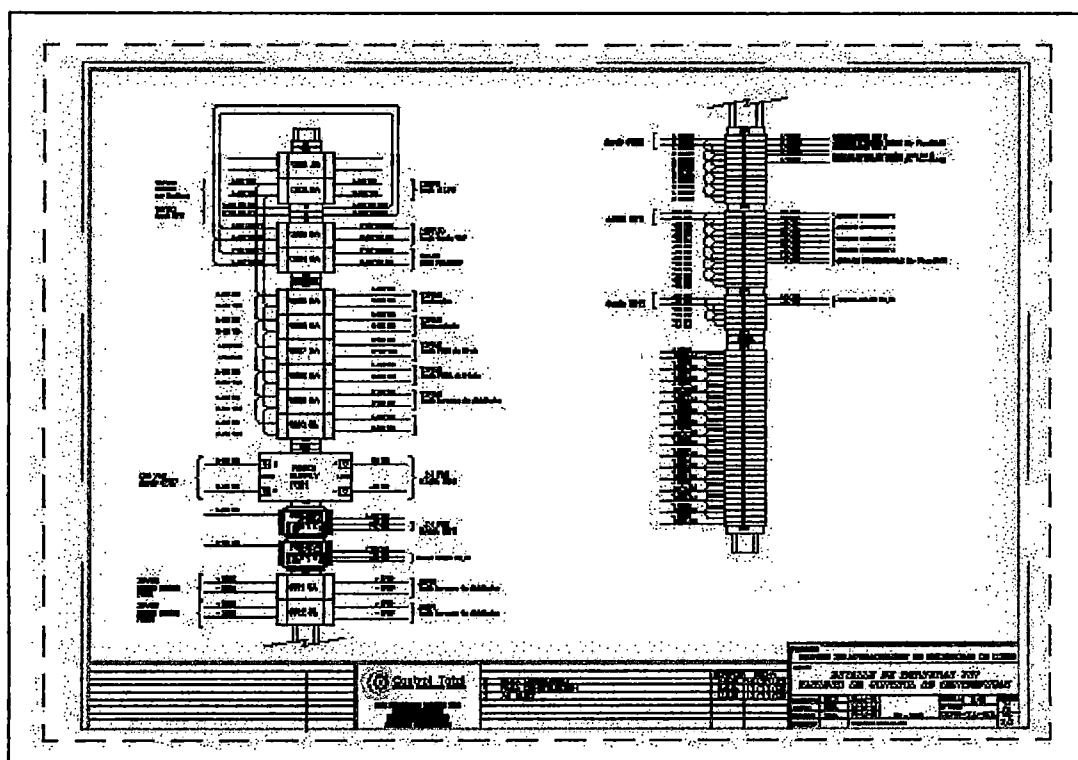


Figura 2.11.- Plano de Detalle de Conexionado

2.7.8 Montaje, Cableado y Comisionamiento de Equipos

Esta etapa es de ejecución y pruebas e incluye: montaje de los equipos de control, montaje de los equipos de fuerza, montaje de los equipos de protección, tendido de los cables en campo, comisionamiento interno de los tableros y pruebas en vacío de los equipos.

Su realización se basa en los planos generados durante la ingeniería de detalle y las pruebas de aceptación se efectúan en presencia del usuario final, para la aprobación respectiva.

La etapa concluye con la emisión del documento “Protocolo Interno de Pruebas”, el que respalda y asegura el conexionado, las interfases y los programas realizados.

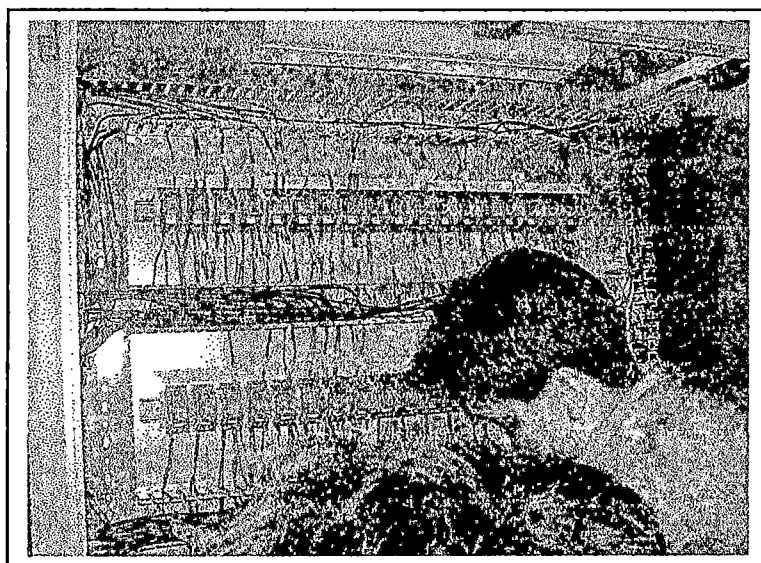


Figura 2.12.- Montaje y Conexionado de un Tablero

La figura 2.12 muestra el cableado de un tablero de control con lógica basado en relés. El cableado de este tipo de tableros resulta más tedioso que el cableado de un tablero de control basado en un controlador lógico programable.

2.7.9 Integración y Simulación

Una vez desarrollados los programas de control e interfases de operador, se procede a la simulación e integración del sistema, en la cual se cargan las rutinas de

control, las aplicaciones del sistema de supervisión, y se prueba el sistema integral en un ambiente simulado como se muestra en la figura 2.13.

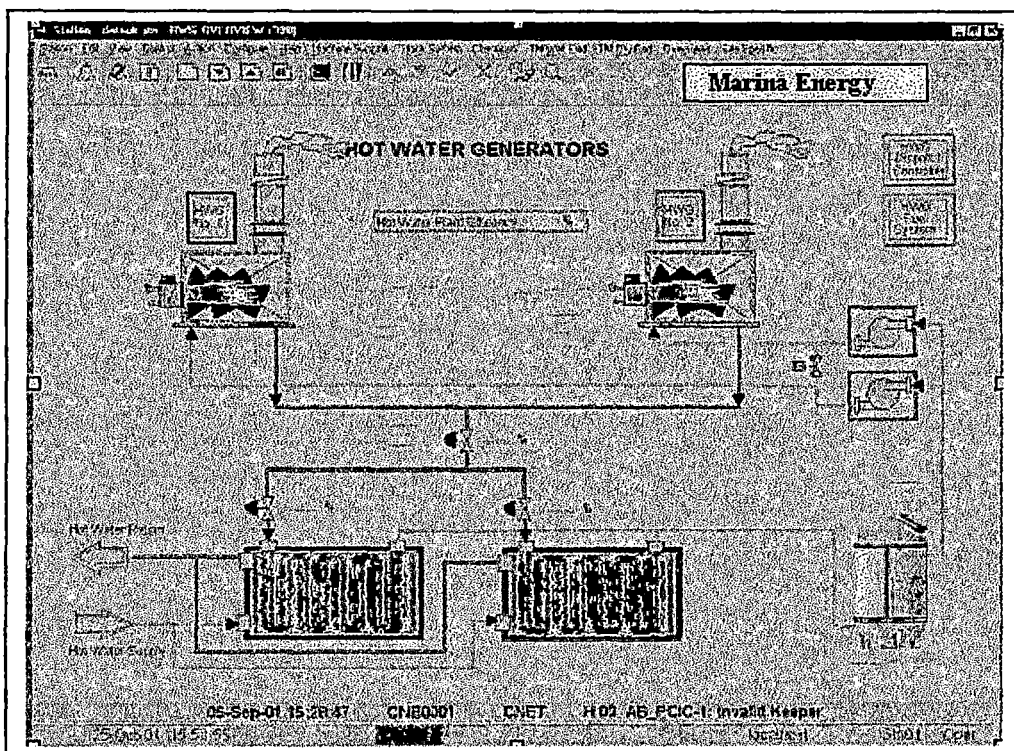


Figura 2.13.- Simulación Integral del sistema

Esta etapa permite disminuir el número fallas u observaciones que se presentarán en el momento del arranque y puesta en marcha del sistema, así como prever el comportamiento del sistema ante ciertas circunstancias.

2.7.10 Puesta en Marcha

La Puesta en Marcha es una etapa que debe ser planificada y coordinada por todas las partes interesadas (especialistas y usuario final), para evitar la presencia de

contingencias imprevistas y, a la vez, elaborar una lista de los procedimientos correspondientes.

Se cargan las rutinas de control del PLC y las aplicaciones HMI, se desarrollan pruebas en vacío en manual y se ejecutan las estrategias de control. Asimismo, se verifica el cableado de campo, la calibración de los equipos de campo y se prueban las alarmas y rutinas ante fallas.

Se levanta un acta con las observaciones y se proceden con las modificaciones del caso.

Una vez aprobado la funcionalidad del sistema de control se procede a ejecutar el programa de control con carga y ha sintonizar los lazos de control correspondientes.

2.7.11 Diagnóstico, Capacitación y Cierre del Proyecto

Se realiza un diagnóstico del sistema implementado, haciendo una comparación en todos los aspectos con el sistema anterior, se verifica el cumplimiento de los objetivos y se realiza un análisis de rentabilidad del proyecto después de un tiempo prudencial de prueba.

Es responsabilidad de la Gerencia de la Calidad del Proyecto realizar los procesos necesarios para asegurar que el proyecto satisfará las necesidades para las que se ha llevado a cabo. Entre los principales procesos tenemos:

- Planeamiento de la Calidad.
- Aseguramiento de la Calidad.
- Control de Calidad.

Estos procesos interactúan entre ellos y con los procesos de otras áreas de conocimiento.

La Gerencia de Calidad del Proyecto debe darse tanto en la gestión como en el producto del proyecto.

Se realizan sesiones diferentes de capacitación: una para Mantenimiento y otra para Operaciones. Así mismo se entrega un manual de operaciones del sistema.

Se procede a la entrega formal del proyecto con la elaboración del documento “Acta de Entrega”, firmado por ambas partes.

Capítulo 3

Análisis del Sistema Antes de la Implementación

3.1 La Empresa

Southern Peru Copper Corporation fue fundada el 12 de Diciembre de 1952 por cuatro compañías de los Estados Unidos de Norteamérica, opera en el país desde 1956 y entre sus principales productos destacan el cobre, el molibdeno y la plata.

La Misión de la compañía es obtener los mejores resultados económico-financieros con el uso eficiente de sus activos, mediante un crecimiento sostenido y observando altos niveles corporativos de cumplimiento en los aspectos ambiental, cívico y social.

3.1.1 Producción

La alta pureza y el confiable servicio de atención y entrega que presta a sus clientes hace que los consumidores, en el ámbito mundial, demuestren gran interés por sus productos.

El cobre, producto principal, es producido en tres calidades:

Cobre Ampoloso o Blister. La ampliación de la capacidad de la refinería en Ilo ha hecho que la oferta exportable del cobre blister disminuya, teniendo como principal destino la refinería de Union Minière en Bélgica, con la que se suscribió un contrato a largo plazo, iniciado en 1994, a cambio de un financiamiento facilitado por el grupo belga.

El cobre blister remanente se coloca a través de contratos de compra o venta, de entrega inmediata ("spot"), a distintos lugares del mundo.

Cobre Refinado Electrolítico Grado "A". Los cátodos, calificados como grado "A" de alta pureza, son registrados en la Bolsa de Metales de Londres (LME) y en la Bolsa de Productos de Nueva York (COMEX), se venden principalmente a empresas de reconocido prestigio internacional dedicadas en su mayoría a fabricar alambres y cables de cobre. Los principales destinos de este producto están en el Asia, el norte de Europa, Italia, Sudamérica y Estados Unidos.

Cobre Refinado vía Electrodeposición Grado "A". Los cátodos SX/EW son un producto de alta calidad, calificados como grado "A", en la Bolsa de Metales de Londres y en la Bolsa de Productos de Nueva York. Este producto es principalmente vendido a Mitsui, bajo un contrato a largo plazo cuyo destino principal es el sudeste asiático; y un importante tonelaje es vendido en el mercado local a dos empresas fabricantes de cables (INDECO y CEPER).

Los subproductos se colocan en el mercado internacional y representan una venta anual de US\$ 48 millones. Entre los subproductos de la explotación del cobre destacan:

Molibdeno, se produce en forma de concentrados de molibdenita y se vende principalmente a plantas tostadoras en Chile y Norte de Europa, las que los transforman en óxido de molibdeno y ferromolibdeno. En 1999, se obtuvo 5,470 toneladas métricas de molibdeno.

Plata Refinada, se procesa en la refinería (3.37 millones de onzas anuales) y se vende en forma de lingotes, a EEUU (49%) y Colombia (25%), principalmente.

Oro, se vende íntegramente al mercado norteamericano en forma de lingotes (12 mil onzas anuales).

Selenio Comercial, residuos de sulfato crudo de níquel y lodos de segunda liberadora.

Ácido Sulfúrico, resulta del proceso de control ambiental de la fundición y es consumido principalmente por la planta de SX/EW; el resto se comercializa hacia distintos productores de cátodos de cobre SX/EW en el sur del Perú y el norte de Chile.

La fundición provee el cobre blíster a la refinería. El cobre blíster producido por la fundición excede la capacidad de la refinería, por lo cual el excedente es vendido a otras refinerías alrededor del mundo.

La fundición aumentó el concentrado procesado en 1.6% en el 2002, alcanzando un nuevo registro de producción de 1.18 millones de toneladas. La fundición de los concentrados aumentó en 3.1% mientras que la fundición de concentrados de terceros disminuyó de 12.8% a 97,042 toneladas. Como resultado, la producción de blíster disminuyó a 316,500 toneladas en el 2002 en comparación con las 328,200 en el 2001.

La producción total de cobre refinado, se incrementó 737.5 millones de libras (0.9%) en el 2002, comparada con los 731.2 millones de libras en el 2001. La producción de refinado alcanzó 621.0 millones de libras en el 2002, con un aumento del 1.6% en comparación con el 2001. Esto se debe a la eficiencia de la planta. La producción de la planta de SX/EW disminuyó a 116.5 millones de libras de cobre, una disminución de 2.9% en comparación con la del año anterior debido al menor grado de las soluciones cargadas (PLS).

La producción de la refinería en los últimos años se muestra en la figura 3.1.

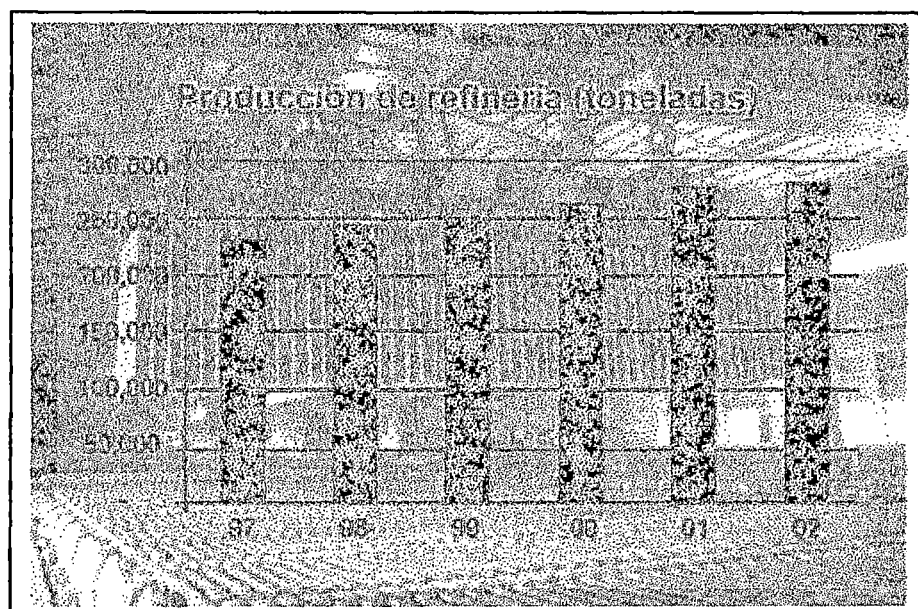


Figura 3.1.- Producción de la Refinería

3.1.2 Comercialización

El cobre producido es vendido a consumidores de diversos países bajo la modalidad de contratos anuales. Estos contratos consideran embarques mensuales que se realizan desde el muelle industrial de la compañía, en Ilo.

Las ventas netas en el 2002 fueron \$664.6 millones, comparadas con \$657.5 millones en el 2001 y con \$711.1 millones en el 2000. Las ventas aumentaron en el 2002 en \$7.1 millones debido al incremento en el precio del molibdeno y de la plata,

los más importantes subproductos de la Compañía, a pesar de una leve caída en el precio y el volumen del cobre.

Los precios de venta de los metales de la Compañía se establecen principalmente por referencia a los precios cotizados en la Bolsa de Metales de Londres (LME), la Bolsa de Productos de Nueva York (COMEX) o los publicados en el Platt's Metals Week, para precios promedio de óxidos de distribuidor, en el caso de molibdeno.

El precio promedio y el monto en ventas en los últimos años se muestra en la figura 3.2.

	2002	2001	2000
Precio promedio de metales			
Cobre (por libra - LME)	\$0.71	\$0.72	\$0.82
Cobre (por libra - COMEX)	\$0.72	\$0.73	\$0.84
Molibdeno (por libra)	\$3.77	\$2.36	\$2.55
Plata (por onza - COMEX)	\$4.60	\$4.36	\$4.97
Volumen de Ventas (en miles)			
Cobre (libras)	805,600	817,128	780,840
Molibdeno (libras) (1)	18,178	18,511	16,043
Plata (onzas)	4,034	3,951	3,975

(1) La producción de molibdeno de la Compañía se vende en forma de concentrados.
El volumen representa las libras de molibdeno contenidas en concentrados.

Figura 3.2.- Datos sobre Volúmenes y Precios

3.2 Objetivo e Información del Proceso

El objetivo del proceso de centrifugado es el de deshidratar, lavar y secar los residuos de las celdas electrolíticas, preparándolos para su respectivo reprocesamiento, en este caso la obtención de metales preciosos (entre los más importantes: oro y plata).

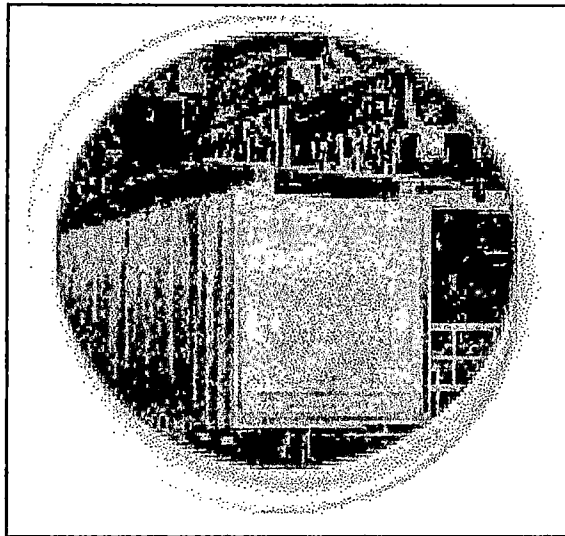


Figura 3.3.- Láminas de Cobre al Final del Proceso

Dentro del proceso de la Refinación del Cobre tenemos a las celdas electrolíticas las cuales, por un proceso de electrólisis, permiten obtener láminas de cobre con un 99,99% de pureza (ver figura 3.3). Como consecuencia de este proceso se obtienen residuos sólidos depositados en una solución ácida, la cual pasará más adelante a ser reprocesada empezando por el proceso de Centrifugación.

Estos residuos son almacenados y precalentados antes de ingresar al Proceso de Centrifugado.

Por día se realizan dos ciclos de centrifugado, en otras palabras, se centrifugan no menos de 1 tonelada de residuos, que es el residuo de un día de producción.

El proceso de centrifugado es crítico para la producción, por lo que se tiene dos sistemas similares que alternan su operación y se respaldan ante la falla de uno de ellos.

El diagrama del proceso se muestra en la figura 3.4.

3.3 Modo de Operación del Proceso

La operación de la centrífuga se hace de manera completamente manual, cuyo proceso es el siguiente:

- El operador enciende la Unidad Hidráulica y energiza el sistema de control (lógica cableada).
- **Arranque**, El operador arranca la centrífuga (por arranque directo) a una velocidad de 600RPM (Velocidad Media Deseada) y después de 5 segundos aproximadamente, por medio de otro pulsador, la establece en

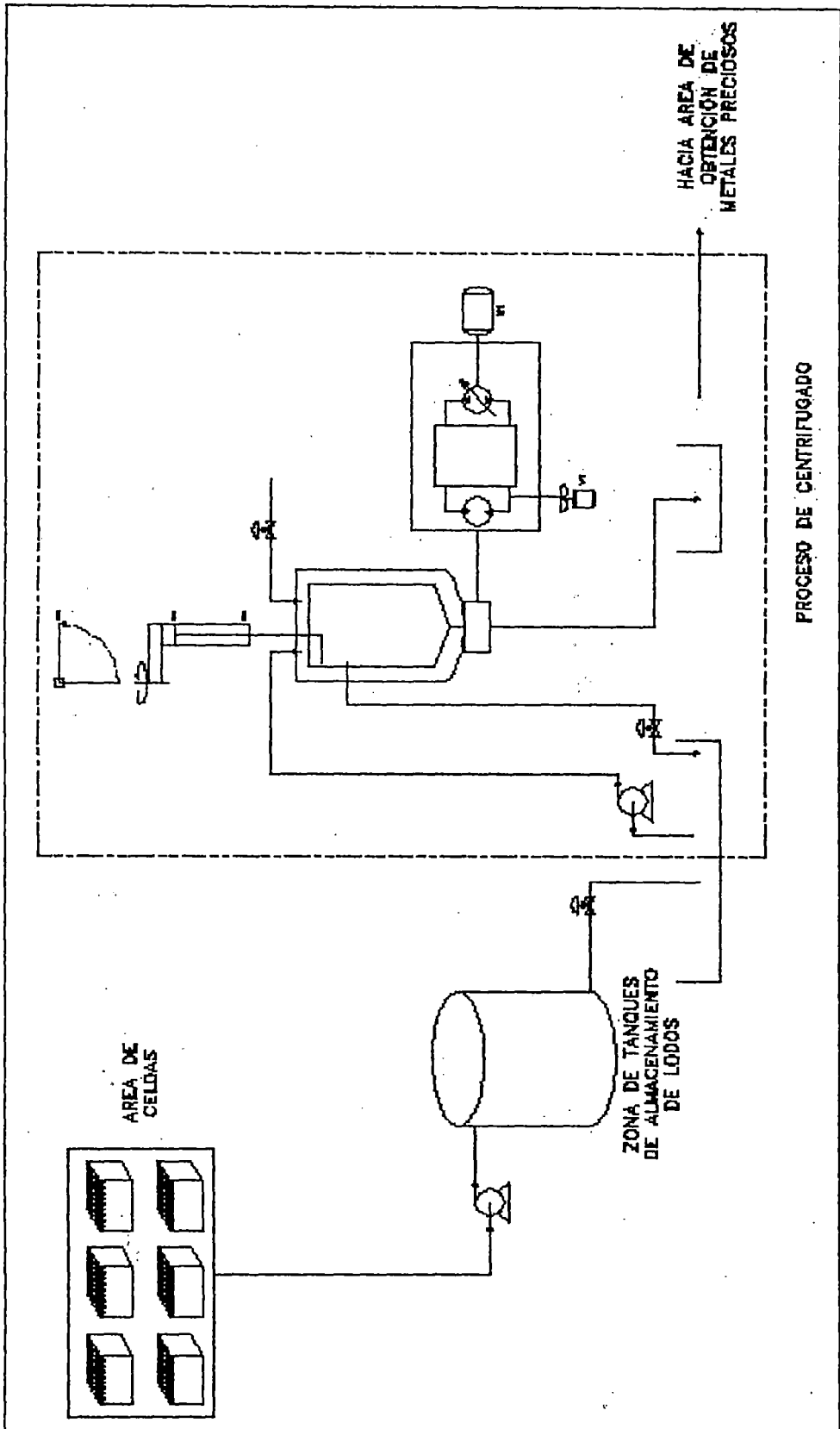


Figura 3.4.- Diagrama del Proceso

900RPM (Velocidad Alta Deseada). Las velocidades se especifican como deseadas debido a que el sistema no llega a estas velocidades.

- **Llenado**, El operador enciende la bomba de llenado y en forma visual determina cuando la centrífuga está llena y detiene el llenado. Todo esto por medio de una botonera aparte. El proceso de llenado dura aproximadamente 50 minutos.
- **Deshidratación**, Una vez llena la centrífuga se mantiene girando a Velocidad Alta, durante 60 minutos.
- **Lavado**, Una vez deshidratado los residuos, aun con la centrífuga girando a Velocidad Alta, el operador abre una válvula manual de agua caliente hacia la centrífuga y la mantiene abierta durante 10 minutos.
- **Secado**, Terminado el lavado se mantiene la centrífuga girando a velocidad alta por un tiempo aproximado de dos horas.
- Para terminar el batch el operador establece la velocidad de la centrífuga a 60RPM (Velocidad Baja Deseada) por medio de un tercer pulsador.
- **Scrape o Desborde**, Una vez a Velocidad Baja, el operador, por medio de un pulsador activa la secuencia de "Scrape", la cual controlando la salida y el retorno de dos cilindros hidráulicos, se encarga de retirar el material acumulado en las paredes al final del centrifugado.
- La secuencia de Scrape se realiza dos veces, pero antes de empezar la segunda el operador tiene que graduar un tope mecánico a su parecer, para terminar de barrer todo el material.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE SECUENCIA
PROYECTO CENTRIFUGAS**

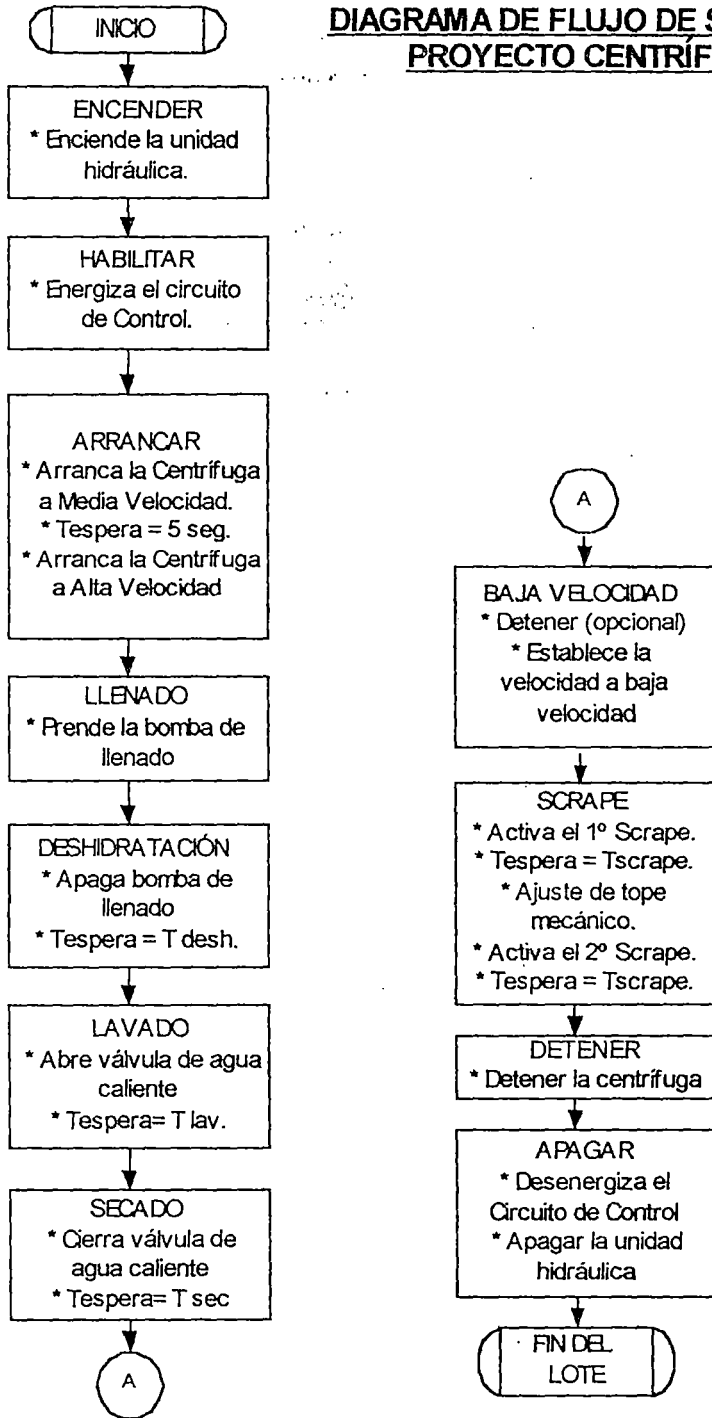


Figura 3.5.- Diagrama de Flujo del Sistema Antiguo de Centrifugado

- o Una vez finalizado el Scrape, el operador procede a detener la centrífuga, desenergiza el circuito de control y apaga la unidad hidráulica.

La figura 3.5 muestra los pasos que realiza el operador para realizar el proceso.

3.4 Sistema de Control

El sistema de control está basado en su totalidad por lógica cableada. Aunque el sistema inicialmente estaba diseñado para trabajar en modo manual y automático, actualmente sólo trabaja manualmente.

La condición actual de los instrumentos de campo y la falta de dispositivos de control al interior del gabinete no permiten un desempeño de la secuencia en automático.

Debido a la naturaleza del sistema de control se hace costoso su mantenimiento y la difícil la ubicación del problema ante una falla.

Asimismo, el sistema de control actual no es capaz mantener estable la velocidad de la centrífuga a lo largo de las etapas del proceso.

3.5 Sistema de Alarmas y Fallas

La tabla 3.1 muestra el estado actual del sistema de alarmas y fallas del sistema:

Tabla N° 3.1.- Descripción de las Alarmas

N°	Descripción	Seguridad Eléctrica	Indicación en Panel
1	Vibración anormal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Nivel de aceite bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

3.6 Definición del Problema

Basándose en la información recopilada en la primera parte del estudio, se determinó que el sistema actual presenta varias pérdidas debido a los problemas siguientes:

3.6.1 Problemas Técnicos

- **Antigüedad:** El estado y antigüedad de los diversos equipos de control aumenta la probabilidad de falla y disminuye la confiabilidad del sistema.

- **Exposición a un ambiente corrosivo:** El tablero de control y fuerza se encuentran actualmente en un ambiente corrosivo y considerando que el tablero está deteriorado y no tiene el grado de protección adecuado, los elementos de control tienen un costo de mantenimiento alto y un tiempo menor de vida.
- **Control inadecuado de velocidad:** El control actual de la velocidad se realiza en lazo abierto, por lo que la velocidad de la centrífuga disminuye ante un cambio de carga.
- **Falta de indicación:** El sistema actual no posee un sistema de indicación completo del estado de los dispositivos de campo.
- **Variaciones al sistema original:** El sistema de control ha sido modificado por lo que ya no realiza las actividades conforme al diseño original.

3.6.2 Problemas en el Desarrollo del Proceso

- **Producto final inadecuado:** El producto al final del proceso no presenta la consistencia deseada por lo que es necesaria la participación manual del operador para mejorarla.

3.7 Objetivo del Proyecto

Se plantea como objetivo del proyecto de tesis:

“Optimizar el proceso de Centrifugado de Lodos, mejorando la contextura del producto final y reduciendo los tiempos de operación en una planta de Purificación”.

Capítulo 4

Análisis del Sistema Propuesto

Se plantea un nuevo sistema diseñado no sólo para cumplir el objetivo planteado en el capítulo anterior, sino crecer en el tiempo y permitir la comunicación entre distintas áreas de la empresa. La visión es tener una plataforma que permita un flujo de información adecuado, a fin de que en el futuro se integren las distintas áreas operativas y administrativas de la empresa.

4.1 Sistema de Control

El sistema de control planteado está basado en un controlador lógico programable (PLC) modular, el que, por medio de una red industrial, se comunica con un panel de operador electrónico.

La figura 4.1 muestra la arquitectura de control seleccionada para la aplicación.

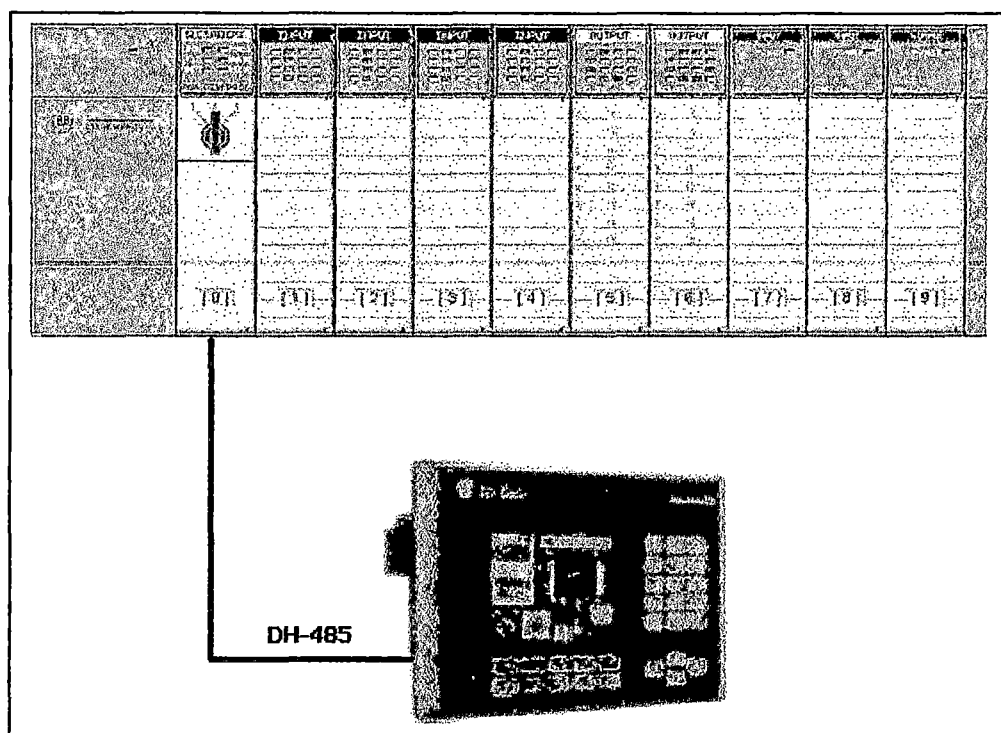


Figura 4.1.- Arquitectura del Sistema de Control Propuesto

El sistema cuenta con tres tableros:

- Tablero de Control.
- Tablero de Fuerza.
- Tablero del Panel de Operador

El Tablero de Control es el encargado de alojar y proteger al Controlador Lógico Programable (PLC), los dispositivos de protección, las borneras terminales y los transductores de señal respectivos.

El Tablero de Fuerza es el encargado de alojar y proteger los dispositivos de protección y contactores de los motores de ambos sistemas, así como al transformador de aislamiento que alimenta el sistema de control.

El Tablero del Panel de Operador se instalará a un lado de las centrifugas y alojará al panel como a su respectivo circuit breaker.

El sistema contará con un UPS el cual garantiza la protección a la alimentación del PLC y del panel de operador, así como una alimentación de no menos de una hora de los equipos mencionados ante alguna falla del suministro eléctrico.

4.2 Modo de Operación

Las operaciones se realizan en su totalidad a través de las pantallas del panel de operador.

El operador está capacitado para “navegar” a través de las pantallas y así acceder a las variables del proceso según lo indica el Manual de Operación del sistema (Apéndice 2).

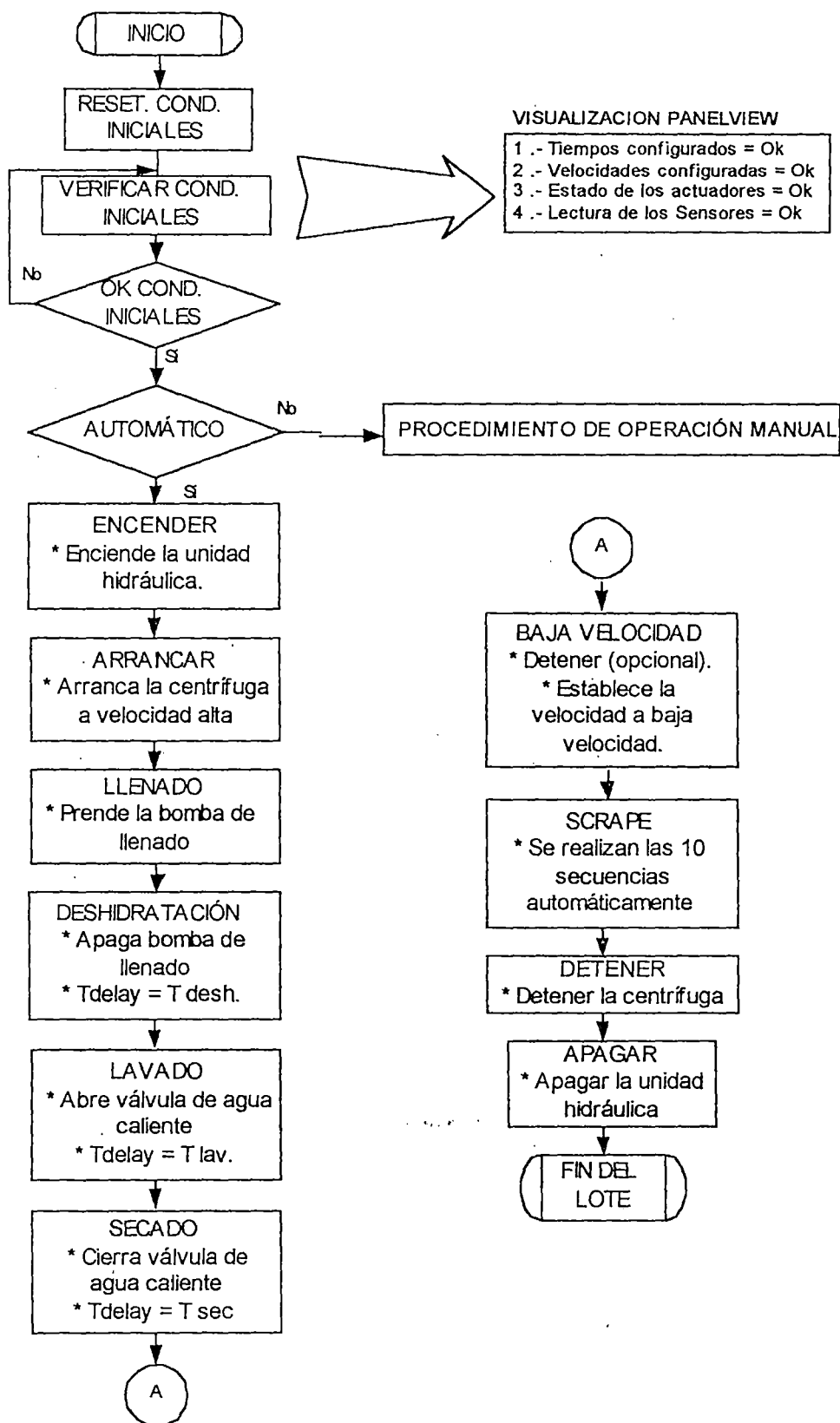


Figura 4.2.- Diagrama de Flujo del Nuevo Sistema de Centrifugado

4.3 Sistema de Alarmas y Fallas

El sistema de Alarmas y Fallas se encuentra en todas las pantallas del panel de Operador, donde el operador podrá identificar cualquier falla ocurrida durante el proceso en tiempo real. Las condiciones de falla no permiten arrancar el actuador en falla hasta que no sea “reseteado” el sistema.

Al reducirse de manera considerable el conexionado dentro del tablero de control, se reduce, en la misma forma, la probabilidad de falla del sistema

El sistema plantea alarmas e indicaciones de manera independiente para cada centrífuga, tal como se muestra en la tabla 4.1.

Tabla N° 4.1.- Descripción de las Alarmas

N°	Descripción	Seguridad Eléctrica	Indicación en Panel
1	Vibración anormal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Nivel de aceite bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Temperatura de aceite alta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Alarma del extractor de gases	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Alarma del ventilador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Alarma de la Unidad Hidráulica de Poder	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4.4 Análisis de Factibilidad del Sistema Planteado

Los tiempos requeridos para la implementación del proyecto se muestran en la tabla 4.2.

Tabla N° 4.2.– Resumen de Tiempos

N°	Actividad	Tiempo (semanas)
1	Importación de los equipos	6
2	Desarrollo y puesta en marcha de ambos sistemas	4
Total		10

El costo de incurrir en la automatización es estimado en la tabla 4.3.

Tabla N° 4.3.– Resumen de Costos

N°	Descripción	Costo US \$
1	Hardware de Control	21,689.36
2	Servicios de ingeniería y puesta de operación	5,220.00
3	Costos operativos estimados	2,200.00
Total		29,109.36

La implementación del sistema de control reduce costos operativos e incrementa la eficiencia del sistema. Se estima un ahorro mensual de energía y en HH (horas hombre) de US\$ 707.00 (29.2 % anual de la inversión).

La figura 4.3 muestra un diagrama de flujos estimado para el proyecto.

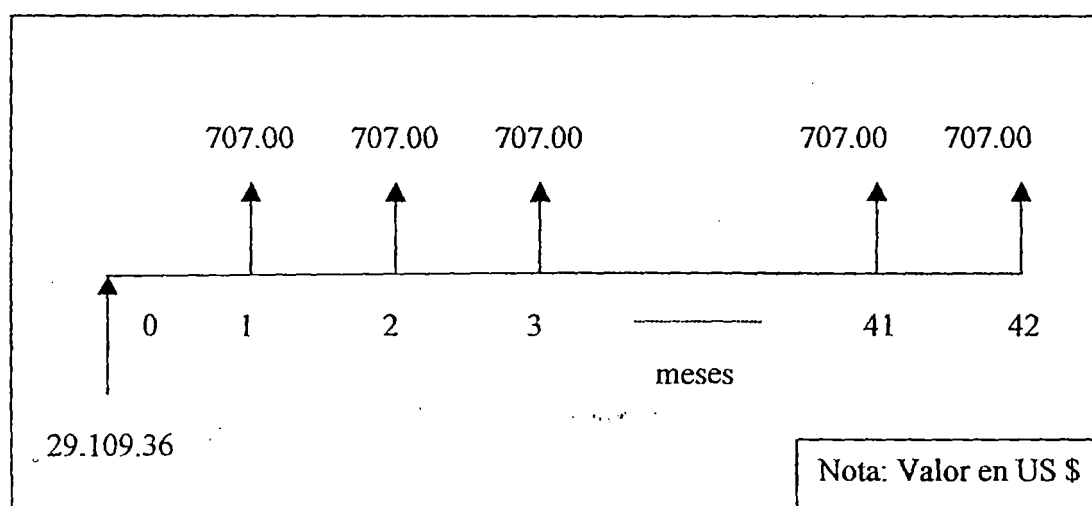


Figura N° 4.3.- Diagrama del Flujo de Fondos Previsto

El monto total asciende a US\$ 29,109.36 y según el análisis financiero preliminar el reembolso de la inversión se logra en 3 años y 6 meses. Este tiempo se reduce si consideramos los beneficios intangibles que son propios del sistema a instalarse tales como: seguridad, flexibilidad / expansibilidad, calidad, rapidez, etc.

A continuación, la tabla 4.4 muestra un cuadro comparativo entre un Sistema a base de Relés y un Sistema basado en PLC.

Tabla N° 4.4.– Comparación entre un Sistema de Control Basado en Relés y uno Basado en PLC

Característica		Sistema Basado en Relés	Sistema Basado en PLC
Volumen		Alto	Bajo
Consumo		Alto	Bajo
Velocidad		Baja	Alta
Interconexión de varios procesos		Difícil	Fácil
Desgaste		Alto	Baja
Robustez		Alta	Alta
Ampliación		Difícil	Fácil
Flexibilidad		Poca	Alta
Coste por Variación Interna		Alto	Baja
Coste para E/S > 15:			
Pequeñas Series:		Alto	Bajo
Grandes Series:		Alto	Medio
Personal de Mantenimiento Especializado		Poca	Medio
Stocks de Mantenimiento		Bajos	Medios
F	Lógica Combinacional	Si	Si
U	Lógica Secuencial	Limitada	Si
N	Instrucciones Aritméticas	No	Si
C	Reguladores	No	Si

I	Textos	No	Si
O	Gráficos	No	Si
N	Comunicaciones	No	Si
E	Toma Decisiones	Bajo Nivel	Si
S	Software Estándar	No	Si

Capítulo 5

Desarrollo de la Ingeniería Básica

La Ingeniería Básica tiene como principal objetivo definir:

- Programación y administración de los recursos humanos.
- Descripción y Selección de los Equipos.
- Especificación de respaldo ante una falla de energía
- Especificación funcional del PLC.
- Especificación de los diagramas lógicos.
- Diseño de las pantallas gráficas en operación y alarma.

5.1 Administración de los Recursos Humanos

Esta sub-etapa incluye los procesos requeridos para aumentar la efectividad del personal comprometido con el proyecto. Entre tales procesos tenemos:

- **Planeamiento Organizacional:** Identificación, documentación y asignación de las tareas del proyecto, responsabilidades y reportes.
- **Contratación de Terceros:** No fue necesario en este proyecto.
- **Desarrollo del Equipo:** Desarrollo de habilidades y conocimientos a nivel individual y grupal para mejorar el desarrollo del proyecto.

El proyecto fue desarrollado por un grupo de trabajo conformado por:

- Un Ingeniero de Proyectos.
- Dos técnicos electrónicos.
- Un dibujante CAD.

La planificación y la asignación de recursos se realizaron con la ayuda del MS-Project. El Diagrama Gant desarrollado en este proyecto se muestra en el Apéndice 4.

5.2 Descripción y Selección de los Equipos de Control

Los equipos para el presente proyecto fueron seleccionados considerando los factores siguientes:

- Económico.
- Técnico.

- Estándares y plataformas ya usadas por el Usuario Final.

Los equipos de Control y de Fuerza son en su mayoría de la marca Allen Bradley.

Allen Bradley es una marca cuyos equipos han sido diseñados para las más duras condiciones de operación y por tanto su uso está establecido como un estándar en la mayoría de las empresas del sector minero, incluyendo a nuestro usuario final.

La figura 5.1 muestra las diferentes plataformas de control ofrecidas por AB (Allen Bradley).

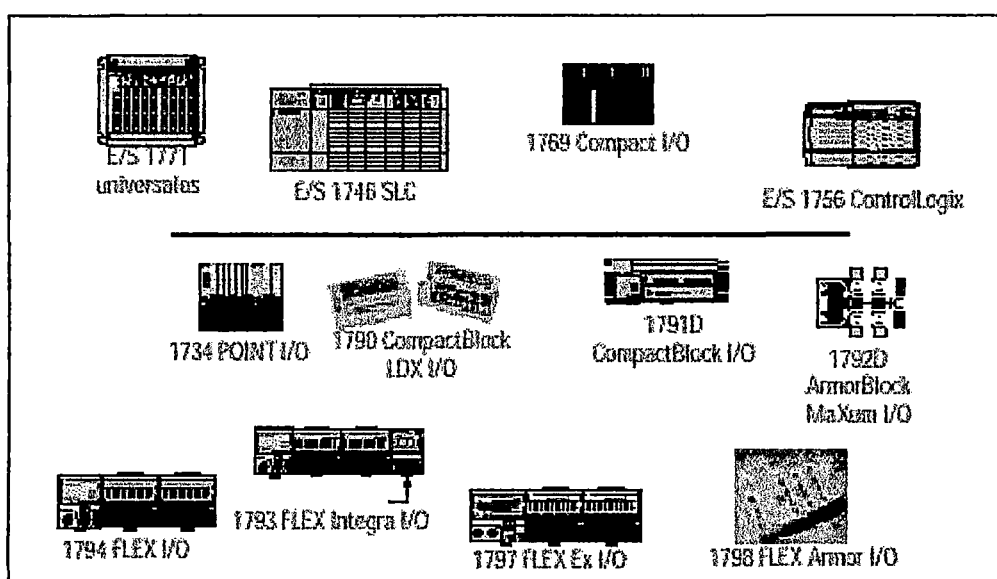






Figura 5.1.- Plataformas de Control Allen-Bradley

5.2.1 Certificaciones del Producto

Las principales certificaciones que cumple el producto seleccionado están de acuerdo a la tabla 5.1.

Tabla N° 5.1.- Certificaciones del Producto

N°	Certificación	Descripción
1	 CSA* Class I Div 2 Hazardous	Con esta certificación los productos Allen Bradley pueden ser instalados y trabajar en lugares donde el ambiente ocasionalmente se encuentre cargado de vapores o gases combustibles.
2	 UL Certification	Es una de las más importantes certificaciones entregada por Underwriters Laboratories (UL), que asegura el cumplimiento de los productos Allen Bradley, con los estándares de seguridad de Canadá.
3	 Compliance with European Union Directives	Esta certificación garantiza que los productos Allen Bradley cumplen con las normas internacionales de trabajo en bajo voltaje, así como las especificaciones eléctricas y ambientales que indica cada producto.
4	 Class I Div 2 Hazardous	Los productos Allen Bradley tiene el Factory Mutual Approval, que es otorgado por el Factory Mutual Research Corporation, el cual aprueba el uso de nuestros productos en lugares un tanto hostiles.

Los equipos de Control a seleccionar fueron:

- El Procesador.
- Módulos de Entradas Digitales.
- Módulos de Salidas Digitales.
- Módulos de Entradas Analógicas.
- Módulos de Salidas Analógicas.
- Panel de Operador.
- Sistema de Protección y Respaldo.

5.2.2 El Procesador

El procesador óptimo para la aplicación es uno que tenga los requerimientos de comunicación indispensables para el sistema (un puerto para configuración y mantenimiento y otro para comunicarse con el Panel de Operador). Así mismo debe tener los requerimientos técnicos mínimos y estar dentro del presupuesto estimado para este proyecto.

La tabla 5.2 muestra una comparación entre principales procesadores Allen Bradley para sistemas modulares; en donde se observa cómo el procesador SLC 5/03 obtiene el mayor puntaje para la aplicación especificada.

Tabla N° 5.2.- Comparación entre Procesadores AB

N°	Descripción	SLC 5/03	SLC 5/04	SLC 5/05	Logix5550
1	Comunicación Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Comunicación DH485 ó DH+ sin hardware adicional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Memoria mayor o igual a 16K	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Menos Costo	<input checked="" type="checkbox"/>			
5	Soporte instrucciones avanzadas (PID)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Procesador de última tecnología				<input checked="" type="checkbox"/>
Total		5	4	3	4

Los procesadores SLC han sido diseñados y probados para ambientes industriales. Estos procesadores exceden todas las normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association) y CE (Compliance with European Union Directives) para susceptibilidad y niveles de emisión. La figura 5.2 muestra la plataforma de control SLC500.

El procesador SLC 5/03 mejora de manera importante el rendimiento al suministrar tiempos de procesamiento de 1 ms para un programa de usuario típico de 1 K. Ahora, aplicaciones como el empaquetado, clasificación y manejo de materiales de alta velocidad resultan más económicas. Al añadir la edición en línea, el procesador SLC 5/03 ofrece una solución positiva a las aplicaciones de proceso continuo. Un canal RS-232 incorporado proporciona flexibilidad para hacer conexión

con dispositivos inteligentes externos, sin necesidad de módulos adicionales.

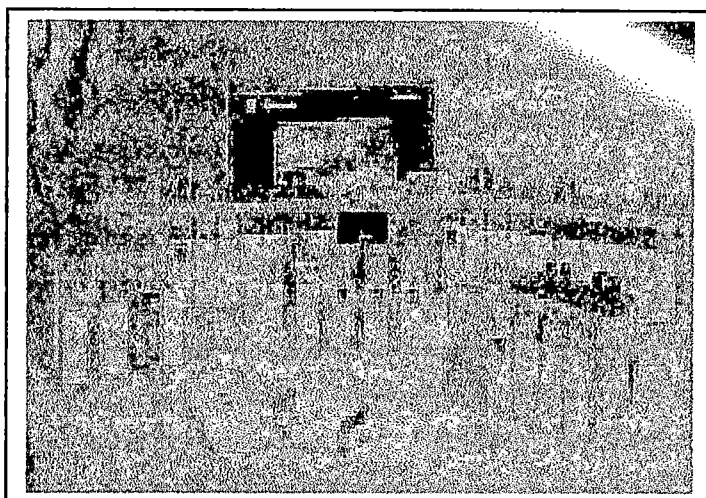


Figura N° 5.2.- Familia de Controladores SLC 500

El procesador 5/03 ofrece:

- Tamaño de memoria total de 8 K o 16 K.
- Control de hasta 4096 puntos de entrada y salida.
- Programación en línea (incluye edición en tiempo de ejecución).
- Canal DH-485 incorporado.
- Canal RS-232 incorporado compatible con full-dúplex DF1, maestro/esclavo half-dúplex DF1 para SCADA, DH-485 usando un 1761-NET-AIC con cable 1747-CP3 y protocolos ASCII.
- Función de paso "passthrough" de E/S remota desde el canal 0 (DF1) o el canal 1 (DH485) mediante un módulo escáner de E/S remota 1747-SN ó 1747-BSN.

- Función de paso "passthrough" de DeviceNet mediante un módulo escáner de DeviceNet 1747-SDN.
- Reloj/calendario en tiempo real incorporado.
- 2 ms de interrupción temporizada seleccionable (STI).
- 0.50 ms de interrupción de entrada discreta (DII).
- Funciones matemáticas avanzadas: trigonométricas, PID, exponenciales, punto flotante (coma flotante) e instrucciones de cálculo.
- Direccionamiento indirecto.
- El PROM de la memoria flash proporciona actualizaciones de firmware sin cambiar EPROMS físicamente.
- Módulo de memoria flash EPROM opcional disponible.
- Interruptor de llave: RUN, REMote, PROGRAM.
- RAM con batería de respaldo.

5.2.3 Módulo de Entradas Digitales

Se estimó para ambos sistemas un máximo de 21 entradas digitales, por lo que se seleccionó dos módulos de entradas digitales 24VDC de 16 canales, más módulos de reserva.

El módulo de entrada digital Allen Bradley seleccionado y sus principales características se muestran en la tabla 5.3:

Tabla N° 5.3.- Características Técnicas del Módulo de Entrada 24Vdc

N° de Catálogo	Descripción del Módulo	N° de Entradas	Puntos /Común	Alimentación	
				5 Vdc	24 Vdc
1746-IB16	Drenador de Corriente 24VDC	16	16	85mA	0 mA

5.2.4 Módulo de Salidas Digitales

Se estimó para ambos sistemas un máximo de 15 salidas digitales por lo que se seleccionó módulos de salidas digitales tipo relé de 16 canales no aislados.

El tipo relé nos da una versatilidad en el tipo de voltajes a operar en la salida. La salida del tipo aislada no fue necesaria debido a que, a la salida de cada punto del módulo, hay un mini-relé de control que es la interfase terminal con los actuadores finales.

El módulo de salida digital Allen Bradley seleccionado y sus principales características se muestran en la tabla 5.4:

Tabla N° 5.4.- Características Técnicas del Módulo de Salida Relé

N° de Catálogo	Descripción del Módulo	N° de Salidas	Puntos /Común	Alimentación	
				5 Vdc	24 Vdc
1746-OW16	Relé de AC/DC	16	8	170mA	180mA

5.2.5 Módulos de Entradas Analógicas

Se estimó para el sistema entradas analógicas de los tipos: 2 RTDs (Termómetros de Resistencia) y 4 entradas de corriente 4-20mA, por lo que se optó por un módulo de entradas analógicas universal y un módulo de entradas Allen Bradley.

El módulo de entradas analógicas universal es un módulo que soporta en un solo módulo entradas del tipo RTD, mV (Termocupla), mA (0-20mA) y Voltios (0-10Vdc) configurables en forma individual. Debido a que este módulo no es fabricado por Allen Bradley, se optó por uno de la marca Spectrum Controls (Encompass de Rockwell Automation), el que cumple con las normas ya mencionadas y económicamente es una mejor opción que dos módulos Allen Bradley (uno para cada tipo de entrada).

El módulo de entrada analógico Allen Bradley seleccionado y sus principales características se muestran en la tabla 5.5.

Tabla N° 5.5.- Características Técnicas del Módulo de Entrada Analógica Allen Bradley

N° de Catálogo	Descripción del Módulo	Consumo del Backplane	
		5 Vdc	24 Vdc
1746-NI4	4 Diferenciales con selección de Voltaje o Corriente	25 mA	85 mA

El módulo de entrada análoga Spectrum Controls seleccionado y sus principales características figuran en la tabla 5.6.

Tabla N° 5.6.- Características Técnicas del Módulo de Entrada Analógica Universal Spectrum Controls

N° de Catálogo	Descripción del Módulo	Consumo del Backplane	
		5 Vdc	24 Vdc
1746sc-NI8u	Módulo de 8 Canales Universal para 1746	120 mA	100 mA

5.2.6 Módulo de Salidas Analógicas

Se estimó para el sistema 2 salidas analógicas de corriente 4-20mA, por lo que se optó por un módulo de salidas analógicas de ocho canales.

En este caso también se optó por un módulo de la marca Spectrum Controls de 8 canales de salidas, por ser de precio similar al del Allen Bradely de 4 canales; ganando así mayor densidad de puntos. En este caso, también se cumplen las normas ya mencionadas.

El módulo de salida analógica Spectrum Controls seleccionado y sus principales características se muestran en la tabla 5.7.

Tabla N° 5.7.- Características Técnicas del Módulo de Salida Analógica

N° de Catálogo	Descripción del Módulo	Consumo del Backplane	
		5 Vdc	24 Vdc
1746sc-NO8i	Módulo de Salidas Analógicas 8 Canales para 1746	120 mA	250 mA

5.2.7 Panel de Operador

La tabla 5.8 muestra una comparación entre los paneles de operador AB según los requerimientos de la aplicación.

Tabla N° 5.8.- Comparación entre Paneles de Operador Electrónicos AB

N°	Descripción	PV300	PV550	PV600	PV1000
1	Comunicación DH-485	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Buena resolución		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Display a color			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Al menos 10 teclas de funciones y un teclado numérico		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Menos Costo	<input checked="" type="checkbox"/>			
5	Tarjeta de memoria opcional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Total		3	4	5	5

Del cuadro tenemos que son aptos para la aplicación el PV600 (PanelView 600) y el PV1000, de los cuales seleccionamos el PV600, por ser más económico.

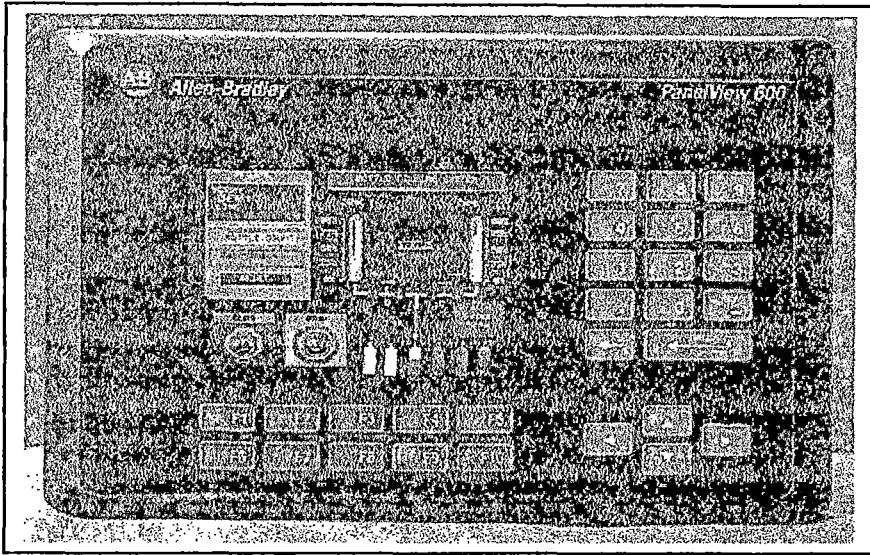


Figura N° 5.3.- Panel de Operador Allen Bradley PV600

El PanelView 600 tiene pantalla a color, 10 teclas de funciones, teclado numérico y dos puertos de comunicación en DH-485, para comunicarse con el procesador seleccionado (ver figura 5.3).

5.2.8 Sistema de Protección y Respaldo

Se tuvieron varias consideraciones para la protección de los equipos de control:

- Protección a Tierra: se consideraron dos barras de tierra dentro del tablero. Una de ellas aislada eléctricamente del tablero específicamente para los equipos electrónicos. La otra, en contacto eléctrico con el backpanel del tablero de control, asegurando así una adecuada conexión

a tierra. Ambos serían conectados posteriormente a puestas a tierras diferentes.

- Uso de Mini-relés de Control: en cada salida del PLC, que tienen capacidad de hasta 5A en sus contactos, lo cual da total libertad en la elección de las salidas a utilizar y mayor capacidad de corriente que una salida de PLC tipo relé (ver Apéndice 1, Plano CENT-74-009).
- Uso de Circuit Breakers: en la salida y entrada de cada fuente o transformador según norma UL 1077 (ver Apéndice 1, Plano CENT-74-001). La figura 5.4 muestra los circuit breakers utilizados para esta aplicación.

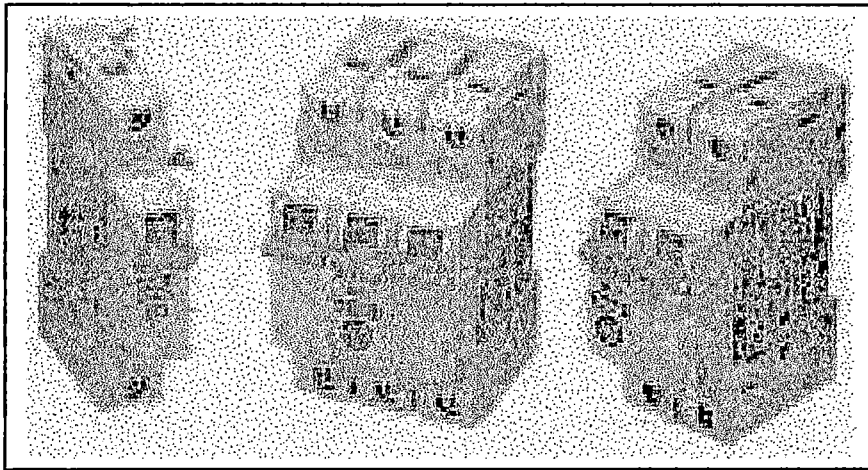


Figura N° 5.4.- Circuit Breakers para Alimentación Eléctrica

- Instalación de un Transformador de Potencia 440/110 VAC para alimentar y aislar al Sistema de Control.

- Instalación de un UPS: en la alimentación del PLC y del Panel de Operador, asegurando la calidad en la alimentación eléctrica y un respaldo de no menos de una hora ante un corte de alimentación. Se escogió un UPS marca SOLA (Encompass de Rockwell Automation) de 1500VA, 60 Hz, la familia de UPS seleccionada se muestra en la figura 5.5 y la tabla 5.9 muestra el cálculo de la capacidad del UPS a utilizar.

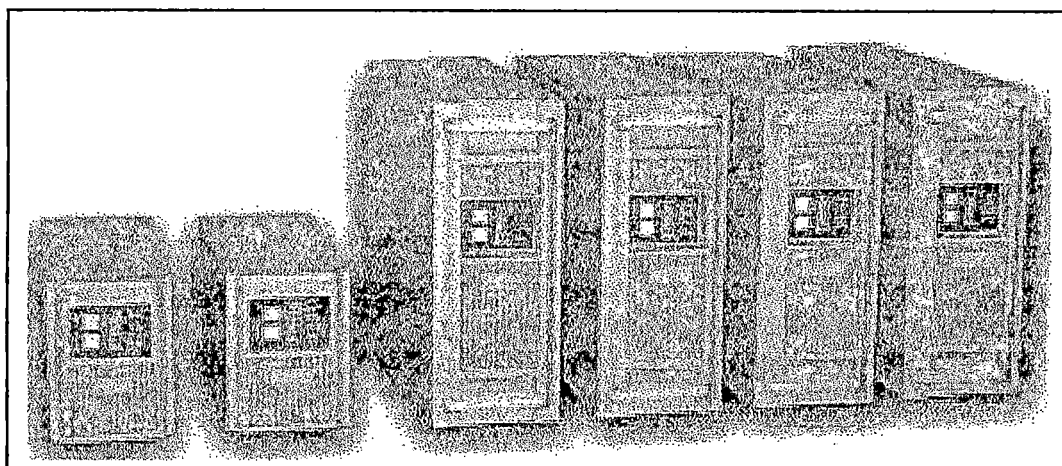


Figura N° 5.5.- Familia UPS Marca SOLA

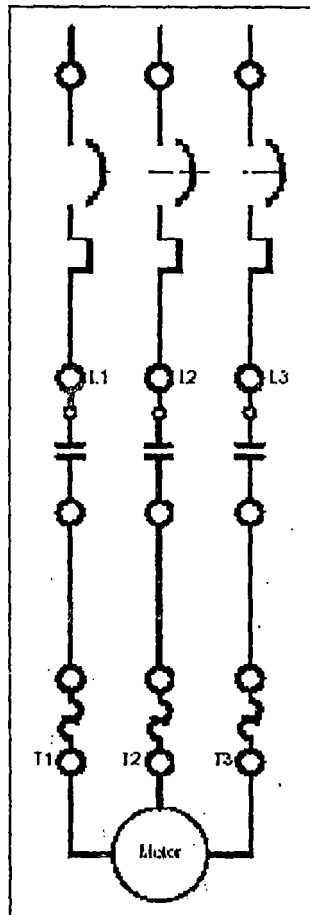
Tabla N° 5.9.- Cálculo de la Potencia del UPS

Equipo	Capacidad (VA)
Fuente PLC	110
Panel de Operador	60
Total Carga	170
UPS	1500
Tiempo Estimado de Respaldo: 70 minutos	

5.3 Descripción y Selección de los Equipos del Tablero de Fuerza

Los circuitos de protección fueron diseñados conforme a los requerimientos básicos especificados por el Artículo NEC (National Electric Code) 430 y se seleccionó la siguiente configuración mostrada en la figura 5.6.

Figura N° 5.6.- Sistema de Protección según NEC 430



En donde podemos apreciar un circuit breaker (dispositivo de protección eléctrica y magnética) en la entrada, seguido por el contactor y finalmente el relé de sobrecarga antes de llegar al motor.

Se seleccionaron los dispositivos siguientes:

- Circuito de Protección del Motor de Ventilación.
- Circuito de Protección del Motor de la Unidad Hidráulica de Poder.

5.3.1 Circuito de Protección del Motor de Ventilación

El sistema incluye un motor de ventilación para cada unidad hidráulica (2 en total). El dimensionamiento del sistema de protección se realizó considerando los datos de placa del motor:

- Potencia: 1/6 HP.
- Voltaje: 230/460 (Se trabaja a 440 VAC).
- RPM: 1075

Los dispositivos del arrancador seleccionado y sus principales características se muestran en la tabla 5.10.

Tabla N° 5.10.- Arrancador del Motor de Ventilación 1/6HP (440VAC)

N° de Catálogo	Descripción del Equipo	Rango de Corriente a 440 VAC
140-M-F8E-C10	Circuit Breaker	0..10A
509-TOD-A2F	Contactor	0..9 A
	Relé de Sobrecarga	0.2 A

La figura 5.7 muestra los arrancadores seleccionados y su distribución en el tablero de fuerza.

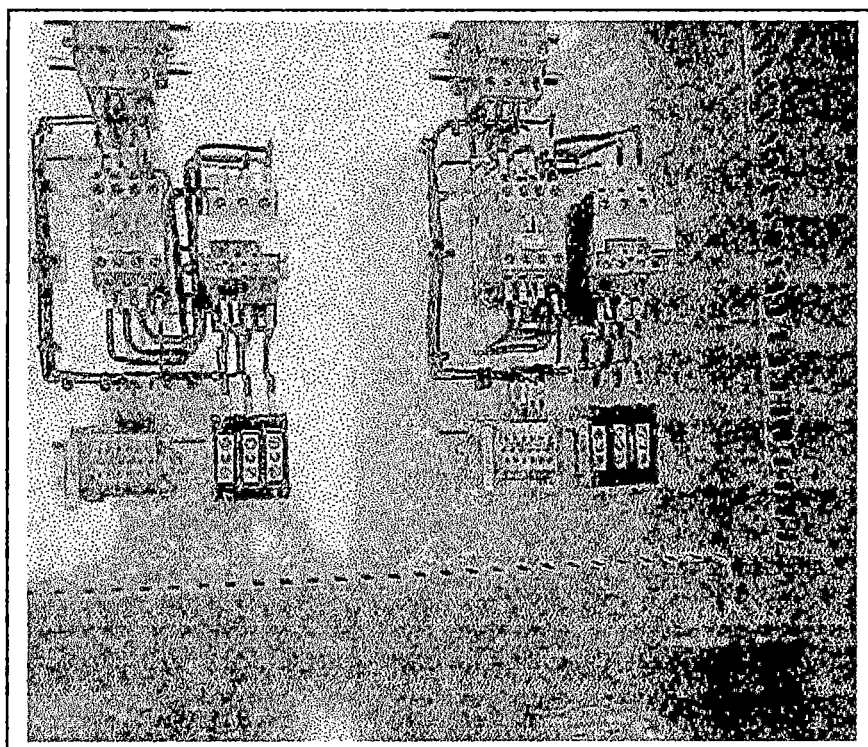


Figura 5.7.- Arrancador Seleccionado para los Ventiladores de 1/6HP (440VAC)

5.3.2 Circuito de Protección del Motor de la Unidad Hidráulica de Poder

El sistema incluye dos UHPs (Unidades Hidráulicas de Poder), una por cada centrífuga. El dimensionamiento del sistema de protección se realizó considerando los datos de placa del motor:

- Potencia: 50 HP.
- Voltaje: 440.
- RPM: 1770.

Los dispositivos del arrancador seleccionado y sus principales características se muestran en la tabla 5.11.

Tabla N° 5.11.- Arrancador del Motor de la UHP 50HP (440VAC)

N° de Catálogo	Descripción del Equipo	Rango de Corriente a 440 VAC
140-CMN6300	Circuit Breaker	50..63 A
509-DOD-A3K	Contactador	63 A
	Relé de Sobrecarga	50..63 A

La figura 5.8 muestra los arrancadores seleccionados y su distribución en el tablero de fuerza.

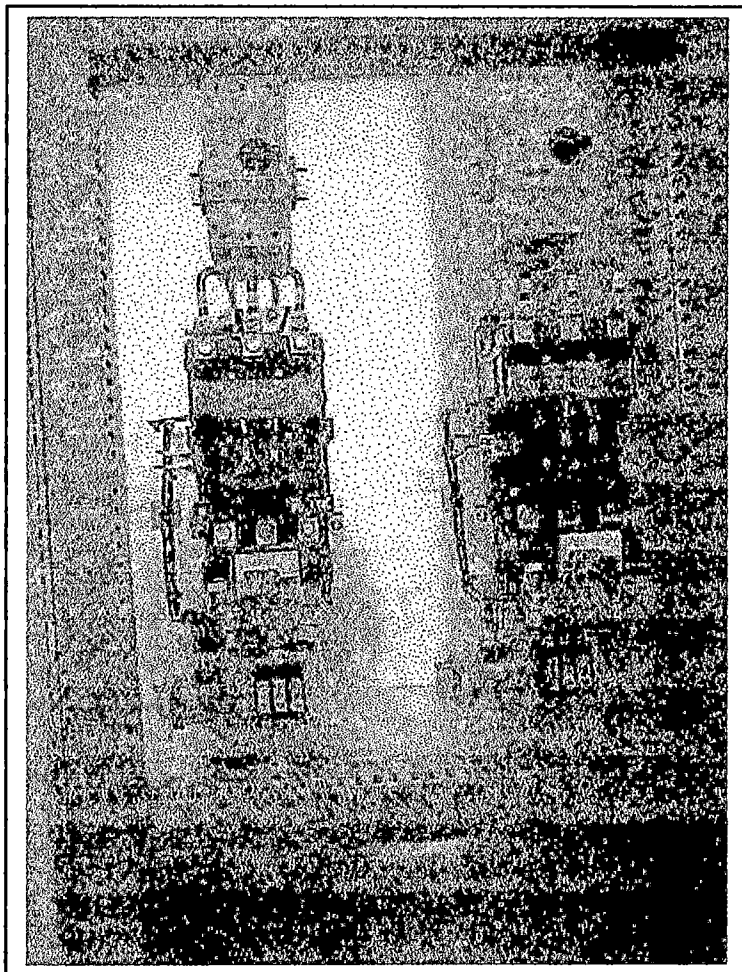


Figura 5.8.- Arrancador Seleccionado para las UHPs de 50hp

5.4 Definición de los Diagramas Funcionales de Control

Al inicio del proyecto se definen los diagramas funcionales y procedimientos de seguridad que se van a considerar en la elaboración de la aplicación de control.

Se definieron los siguientes diagramas funcionales:

- Diagrama Funcional “Motor de Ventilación”.
- Diagrama Funcional “Motor de la UHP”.
- Diagrama Funcional “Electroválvula”.
- Diagrama Funcional “Emergencia”.

5.4.1 Diagrama Funcional “Motor de Ventilación”

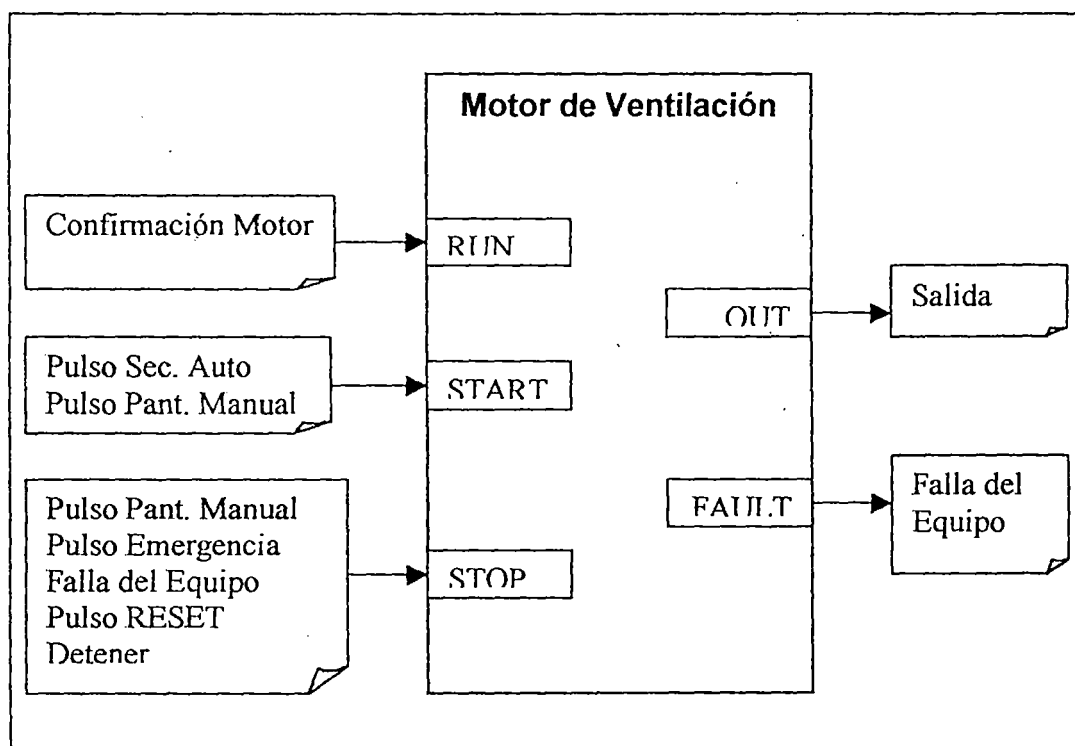


Figura 5.9.- Diagrama Funcional “Motor de Ventilación”

El diagrama de funcional de la figura 5.9 tiene 3 entradas (E) y 2 salidas (S):

- (E) RUN: Confirmación de encendido.

- (E) START: Condiciones independientes para encendido.
- (E) STOP: Condiciones independientes de apagado.
- (S) OUT: Comando de activación del equipo.
- (S) FAULT: Indicación de falla en el equipo.

5.4.2 Diagrama Funcional “Motor de la UHP”

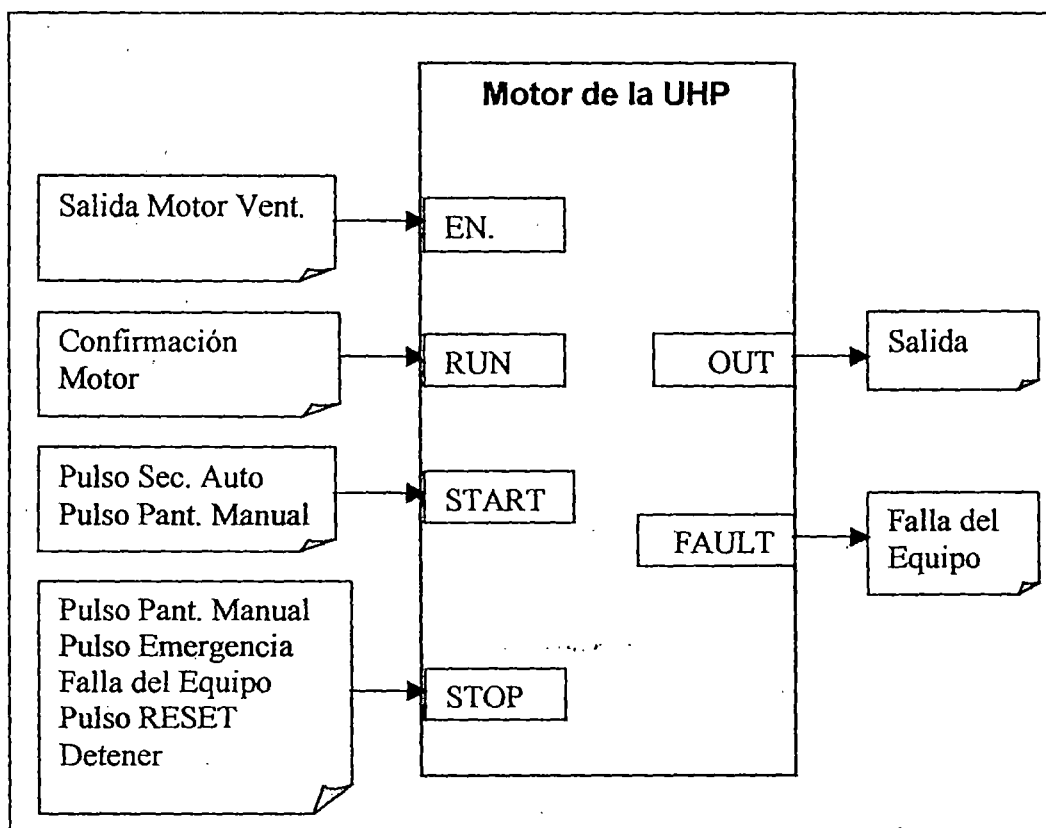


Figura 5.10.- Diagrama Funcional “Motor de la UHP”

El diagrama de funcional de la figura 5.10 tiene 4 entradas (E) y 2 salidas (S):

- (E) EN: Habilitación de funcionamiento del equipo.
- (E) RUN: Confirmación de encendido.
- (E) START: Condiciones independientes para encendido.
- (E) STOP: Condiciones independientes de apagado.
- (S) OUT: Comando de activación del equipo.
- (S) FAULT: Indicación de falla en el equipo.

5.4.3 Diagrama Funcional “Electroválvula”.

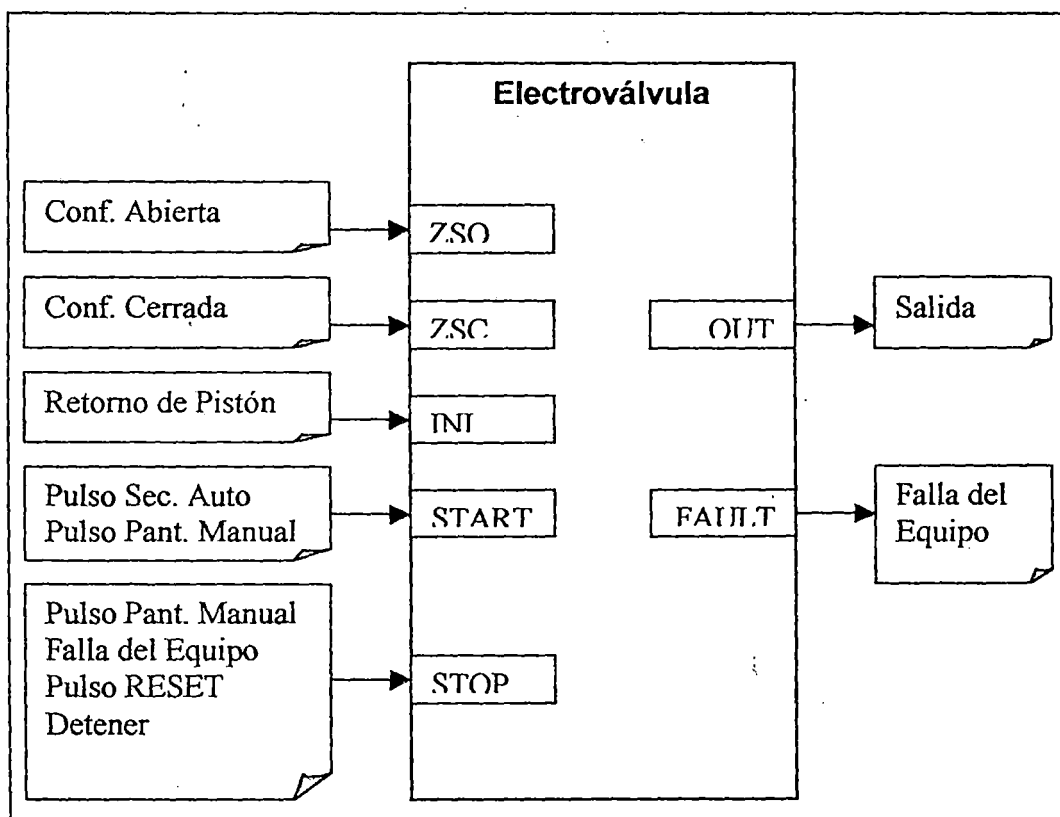


Figura 5.11.- Diagrama Funcional “Electroválvula”

El diagrama de funcional de la figura 5.11 tiene 5 entradas (E) y 2 salidas (S):

- (E) ZSO: Confirmación del fin de carrera al final del pistón.
- (E) ZSC: Confirmación del fin de carrera al inicio del pistón.
- (E) INI: Comando de retorno del pistón a su posición inicial al energizar el circuito.
- (E) START: Condiciones independientes para encendido.
- (E) STOP: Condiciones independientes de apagado.
- (S) OUT: Comando de activación del equipo.
- (S) FAULT: Indicación de falla en el equipo.

5.4.4 Diagrama Funcional “Emergencia”

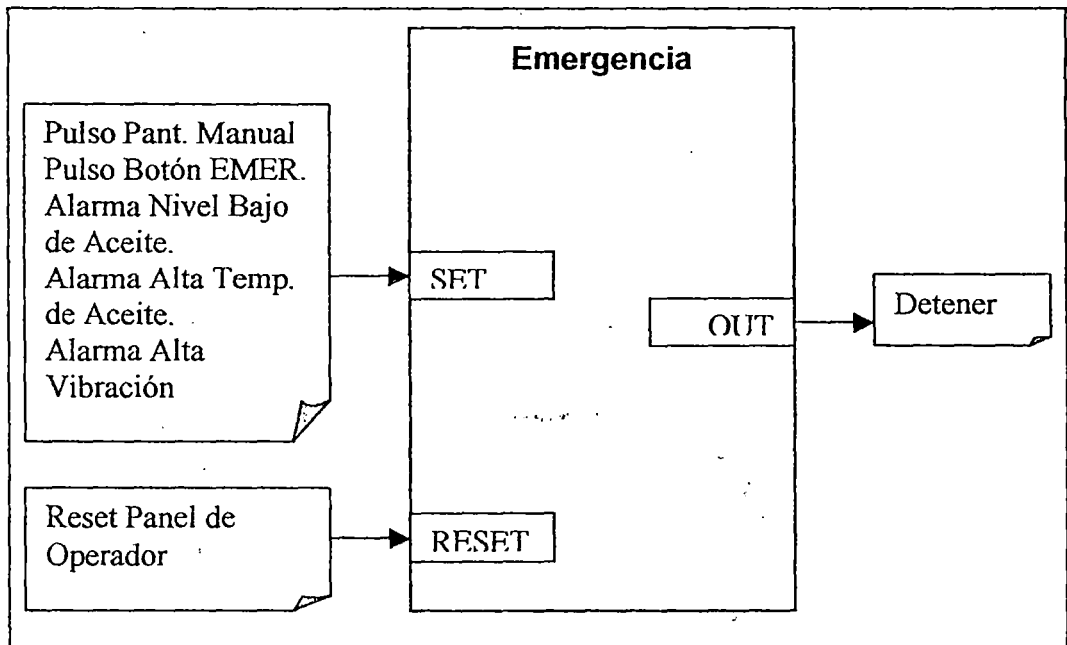


Figura 5.12.- Diagrama Funcional “Emergencia”

El diagrama de funcional de la figura 5.12 tiene 2 entradas (E) y 1 salida (S):

- (E) SET: Condiciones independientes de establecimiento del estado de falla del sistema que genera un paro de emergencia.
- (E) RESET: Desactiva el estado de falla.
- (S) OUT: Comando que genera el paro de emergencia.

5.5 Definición de las Pantallas del Operador

La definición de las pantallas viene a ser un paso importante en el desarrollo del proyecto. La definición de las pantallas incluye:





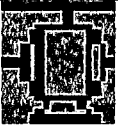

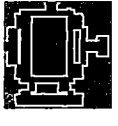

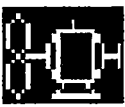



- Simbologías a utilizar.
- Descripción de las Pantallas.

5.5.1 Simbología a Utilizar

A través de todas las pantallas, el operador tiene a su disposición una serie de mensajes y cambios de colores que conllevan información del estado de los sensores, actuadores y las etapas del proceso.

La tabla 5.12 muestra los símbolos a utilizar durante el desarrollo de las pantallas.

Tabla N° 5.12.- Simbología del Panel de Operador

ESTADO	SÍMBOLO	COLOR
Etapa Apagada		AZUL
Etapa Prendida		VERDE
Indicador No Activado		NEGRO
Indicador Activado		VISIBLE
Unidad Hidráulica Prendida		VERDE
Unidad Hidráulica Apagada		NEGRO
Unidad Hidráulica En Falla		ROJO
Ventilador Prendido		VERDE
Ventilador Apagado		NEGRO
Ventilador En Falla		ROJO
Extractor Prendido		VERDE
Extractor Apagado		NEGRO

Extractor En Falla		ROJO
--------------------	---	------

5.5.2 Descripción de las Pantallas

Las pantallas se dividen de la manera siguiente:

- **Pantalla Principal: Menú Principal**, ~~la pantalla principal es la que usted observa al encender el módulo.~~
- **Sub-Pantalla N° 1: Configuración del Proceso**, se establecen las velocidades de operación tanto a alta velocidad como a media velocidad para ambas centrifugas en forma independiente.
- **Sub-Pantalla N° 2: Configuración de Tiempos**, permite al operador ingresar los tiempos de Deshidratación, Lavado y Secado de ambas centrifugas en forma independiente.
- **Sub-Pantalla N° 3: Visualización de Tiempos**, permite visualizar el tiempo restante para finalizar cada etapa del proceso (Deshidratación, Lavado y Secado) de ambas Centrifugas en forma simultánea.

- **Sub-Pantalla N° 4: Pantalla de Centrífuga 1**, nos permite acceder a la operación semiautomática de la centrífuga 1.
- **Sub-Pantalla N° 5: Pantalla de Centrífuga 2**, nos permite entrar a la operación semiautomática de la centrífuga 2.
- **Sub-Pantalla N° 6: Manual Centrífuga 1**, permite acceder a la operación manual de los equipos que corresponden a la centrífuga 1.
- **Sub-Pantalla N° 7: Manual Centrífuga 2**, permite acceder a la operación manual de los equipos que corresponden a la centrífuga 2.
- **Sub-Pantalla N° 8: Configuración Scrape**, permite el ingreso manual de los tiempos en centésimas de segundos para la secuencia de Scrape. El tiempo inicial establece la carrera inicial del pistón de giro, y el incremento de tiempo es el tiempo que habrá de diferencia entre cada entrada de la cuchilla. *El acceso a la pantalla es validado por contraseña y sólo por el personal de Mantenimiento.*
- **Sub-Pantalla N° 9: Configuración Man/Aut**, permite el comando manual aproximado de velocidad de las centrífugas en forma independiente. *El acceso a la pantalla es validado por contraseña y sólo por el personal de Mantenimiento.*

La descripción en detalle de las pantallas desarrolladas se muestra en el Manual de Operaciones del Sistema (Apéndice 2).

Capítulo 6

Desarrollo de la Ingeniería de Detalle

Una vez que la Ingeniería Básica ha sido aprobada, se debe elaborar los documentos siguientes:

- Definición de la configuración final de la aplicación.
- Lista de entradas y salidas.
- Diagramas de conexionado y funcionamiento.
- Diagrama completo de entradas y salidas.

6.1 Definición de la Configuración General de la Aplicación SLC

Para definir la configuración del SLC se siguió los criterios siguientes:

- Los módulos de iguales características se mantienen juntos.

- Los módulos de entradas y salidas de tipo analógico se ubican lo más alejado posible de la fuente para evitar interferencias o ruidos electromagnéticos.
- Los slots libres se completaron con módulos E/S (entradas y salidas) de reserva.

La distribución de los módulos en el chasis de 10 ranuras se muestra en la tabla 6.1.

Tabla N° 6.1.- Distribución de los Módulos del SLC

SLOT	CATÁLOGO	DESCRIPCIÓN
0	1747-L532	Procesador SLC5/03, 16K
1	1746-IB16	Drenador de Corriente 24Vdc
2	1746-IB16	Drenador de Corriente 24Vdc
3	1746-IB16	Drenador de Corriente 24Vdc
4	1746-IB16	Drenador de Corriente 24Vdc
5	1746-OW16	Relé de AC/DC
6	1746-OW16	Relé de AC/DC
7	1746-NI4	4 Diferenciales con selección de Voltaje o Corriente
8	1746sc-NI8u	Módulo de Entradas Universal 8 Canales para 1746
9	1746sc-NO8i	Módulo de Salidas Analógicas 8 Canales para 1746

6.2 Lista de Entradas y Salidas

Para el adecuado control de los equipos de campo se elaboró la relación de entradas y salidas mostradas en la tabla 6.2.

Tabla N° 6.2.- Lista de Entradas y Salidas

Dirección	Símbolo	Descripción	Tipo E/S
I:1/0	LSH-1105	Nivel de Liquido Alto Centrifuga 1	E. Digital
I:1/1	LSH-2105	Nivel de Liquido Alto Centrifuga 2	E. Digital
I:1/2	ZS-1314	Limit Switch 3 de Piston Giratorio Centrifuga 1	E. Digital
I:1/3	ZS-2314	Limit Switch 3 de Piston Giratorio Centrifuga 2	E. Digital
I:1/4	VS-1106	Switch de Vibracion C1	E. Digital
I:1/5	VS-2106	Switch de Vibracion C2	E. Digital
I:1/6	ZSL-1310	Limit Switch de Piston de Barrido Abajo Centrifuga 1	E. Digital
I:1/7	ZSL-2310	Limit Switch de Piston de Barrido Abajo Centrifuga 2	E. Digital
I:1/8	ZS-1312	Limit Switch 3 de Piston Giratorio Centrifuga 1	E. Digital
I:1/9	ZS-2312	Limit Switch 3 de Piston Giratorio Centrifuga 2	E. Digital
I:1/10	ZSH-1311	Limit Switch de Piston de Barrido Arriba Centrifuga 1	E. Digital
I:1/11	ZSH-2311	Limit Switch de Piston de Barrido Arriba Centrifuga 2	E. Digital
I:1/12	AUX-M3-1301	Confirmacion de Motor del Extractor	E. Digital
I:1/14	AUX-M2-C1	Confirmacion de Motor de Ventilacion Centrifuga 1	E. Digital
I:1/15	AUX-M2-C2	Confirmacion de Motor de Ventilacion Centrifuga 2	E. Digital
I:2/0	AUX-M1-C1	Confirmacion Motor de Unidad Hidráulica Centrifuga 1	E. Digital

I:2/1	AUX-M1-C2	Confirmacion Motor de Unidad Hidráulica Centrifuga 2	E. Digital
O:5/0	P1-1115	Motor de Bomba 1 Centrifuga 1	S. Digital
O:5/1	P1-2115	Motor de Bomba 1 Centrifuga 2	S. Digital
O:5/2	P2-1216	Motor de Ventilacion Centrifuga 1	S. Digital
O:5/3	P2-2216	Motor de Ventilacion Centrifuga 2	S. Digital
O:5/4	M1-C1	Motor de Unidad Hidraulica Centrifuga 1	S. Digital
O:5/5	M1-C2	Motor de Unidad Hidraulica Centrifuga 2	S. Digital
O:5/6	S1G-C1	Activa Solenoide 1 de Piston Giratorio Centrifuga 1	S. Digital
O:5/7	S2G-C1	Activa Solenoide 2 de Piston Giratorio Centrifuga 1	S. Digital
O:5/8	S1G-C2	Activa Solenoide 1 de Piston Giratorio Centrifuga 2	S. Digital
O:5/9	S2G-C2	Activa Solenoide 2 de Piston Giratorio Centrifuga 2	S. Digital
O:5/10	S1A-C1	Activa Solenoide 1 de Piston Arrastre Centrifuga 1	S. Digital
O:5/11	S2A-C1	Activa Solenoide 2 de Piston Arrastre Centrifuga 1	S. Digital
O:5/12	S1A-C2	Activa Solenoide 1 de Piston Arrastre Centrifuga 2	S. Digital
O:5/13	S2A-C2	Activa Solenoide 2 de Piston Arrastre Centrifuga 2	S. Digital
O:5/15	M3-1301	Motor del Extractor de Gases	S. Digital
I:7.0	SE – 1209	Sensor Velocidad C1	E. Análoga
I:7.1	SE – 2209	Sensor Velocidad C2	E. Análoga
I:8.4	TT – 1206	Sensor Temperatura de Aceite C1	E. Análoga
I:8.5	TT – 2206	Sensor Temperatura de Aceite C2	E. Análoga
O:0.0	KC – 1208	Generador de Rampa C1	S. Análoga
O:0.10	KC – 2208	Generador de Rampa C2	S. Análoga

6.3 Elaboración de los Planos de Conexión y Funcionamiento

Los planos elaborados han sido desarrollados conforme a la simbología americana según la norma NEMA ICS 1 y ANSI/ISA-S5.1-1984(R1992)

Los planos deben ser aprobados por la supervisión antes de ser ejecutados, eliminando los planos que no proporcionen información importante.

Los planos presentados muestran:

- P&ID del Proceso de Centrifugado.
- Layout del Gabinete de Control.
- Dimensiones del Gabinete de Control.
- Layout del Gabinete de Fuerza.
- Dimensiones del Gabinete de Fuerza.
- Detalle de las Borneras de Control (en forma independiente).
- Conexión de los Módulos de Entrada y Salida (en forma independiente).
- Circuito de Fuerza del Motor de Ventilación.
- Circuito de Fuerza del Motor de la UHP.

Para la disposición de los equipos dentro del tablero, se ha tomado en cuenta los espacios mínimos libres establecidos por el fabricante para una adecuada ventilación.

Los planos mencionados están en el Apéndice A

6.4 Desarrollo de la Aplicación de Control.

El programa de control se desarrolló basándose en los acuerdos establecidos durante la Ingeniería Básica.

Se utilizó el software RsLogix500 de Rockwell Software (ver figura 6.1), el cual ha sido diseñado específicamente para las familias SLC500 y MicroLogix.

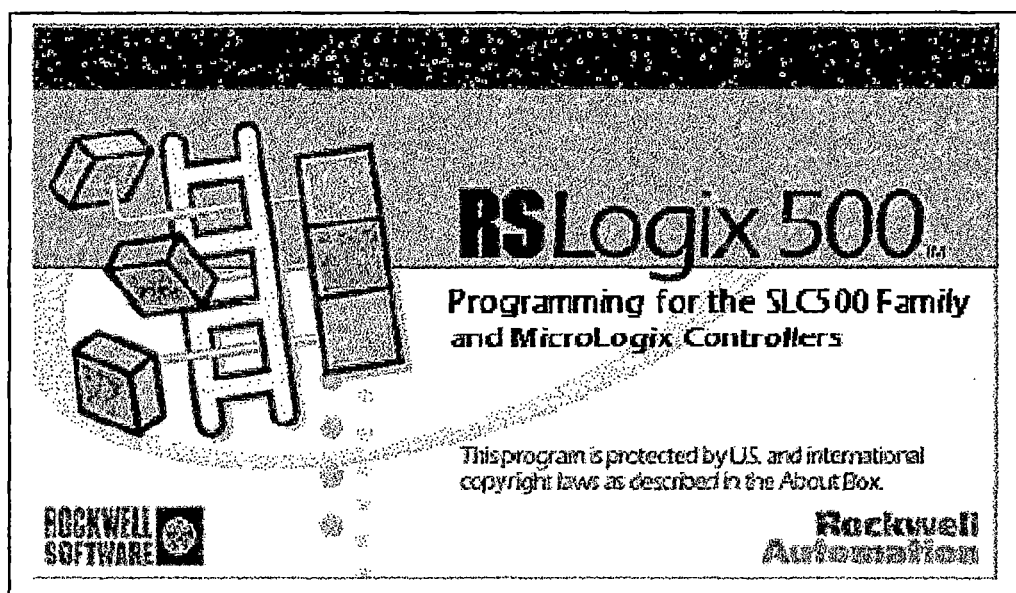


Figura N° 6.1.- Software de Programación del SLC500

El programa se dividió en las siguientes rutinas:

- **Principal.-** Es el encargado de realizar las llamadas a todas las rutinas (ver figura 6.2).

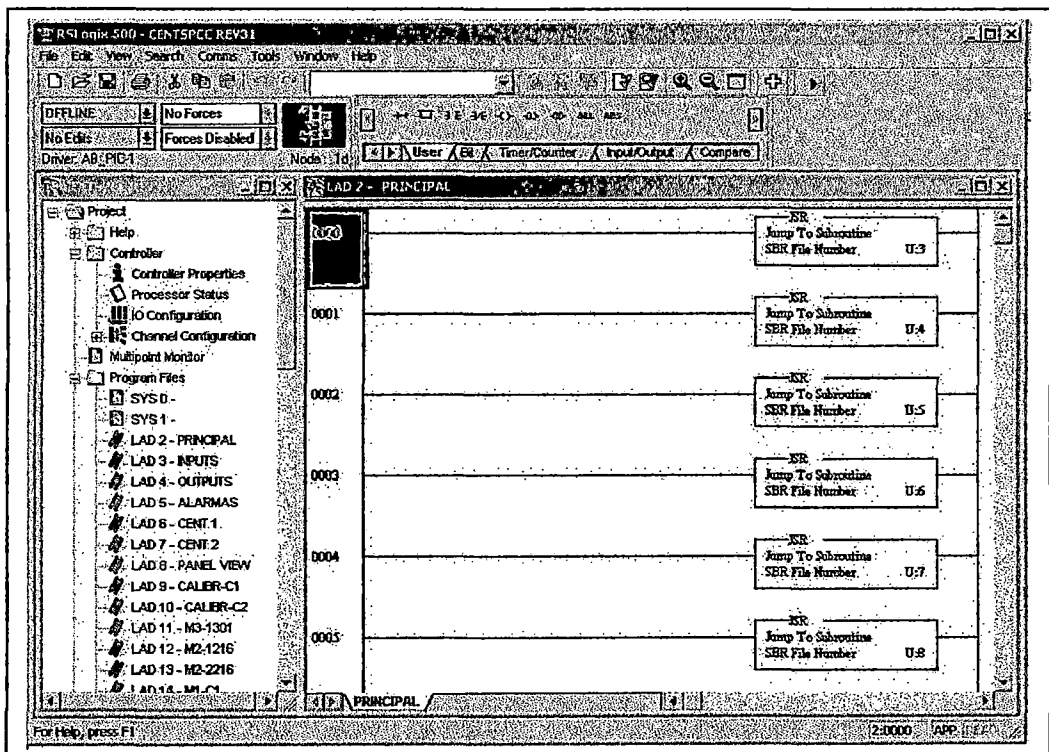


Figura N° 6.2.- Rutina Principal

- **Inputs.-** Realiza el mapeo de las entradas a posiciones de memoria.
- **Outputs.-** Realiza la actualización de las salidas desde sus posiciones de memoria.
- **Alarmas.-** Establece los niveles de alarmas y enclava las alarmas generadas hasta un reset que los libera para evitar arranques no planeados.
- **Cent1.-** Realiza las secuencias automáticas de la centrífuga 1.

- **Cent2.-** Realiza las secuencias automáticas de la centrífuga 2.
- **PanelView.-** Acomoda la información del Panel de Operador en datos útiles para el programa de control y viceversa.
- **Calibr-C1.-** Establece los parámetros de calibración del indicador de velocidad y del transductor de corriente de la Centrífuga 1. Esto permitirá utilizar en el programa las variables del proceso ya que las señales eléctricas serán transparentes a las rutinas de control (ver figura 6.3).

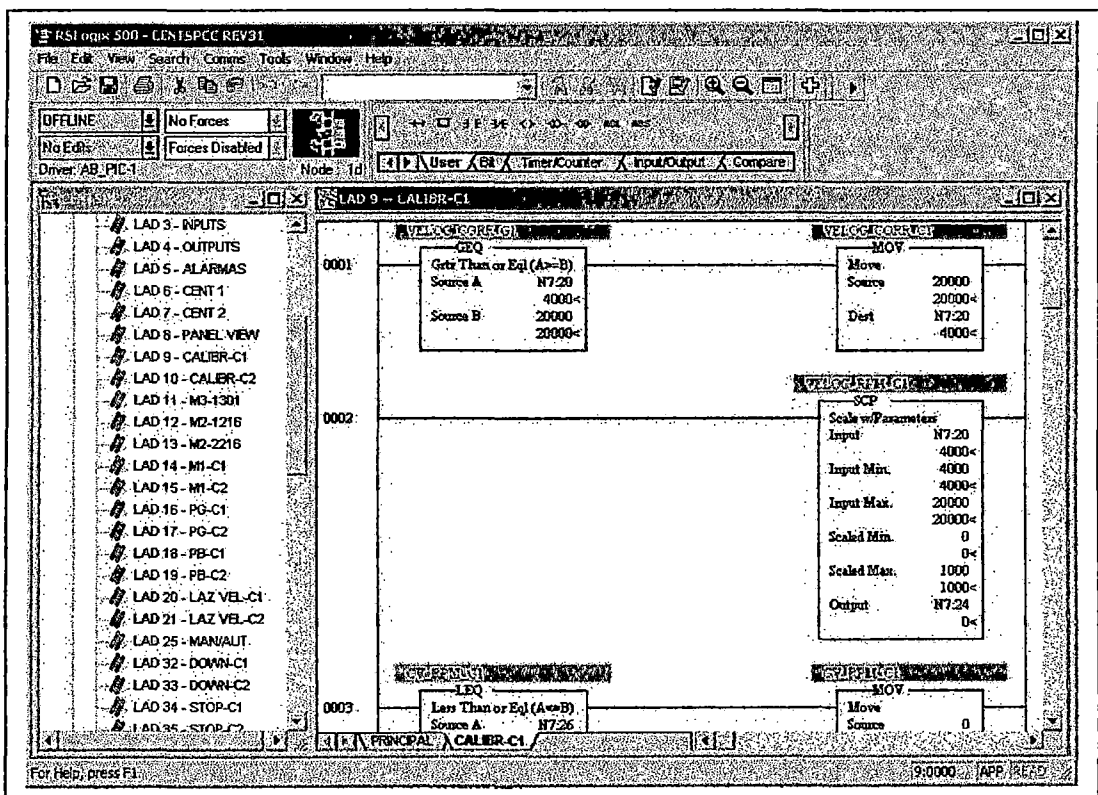


Figura N° 6.3.- Rutina Calibr-C1

- **Calibr-C2.-** Establece los parámetros de calibración del indicador de velocidad y del transductor de corriente de la Centrífuga 2. Esto

permitirá utilizar en el programa las variables del proceso ya que las señales eléctricas serán transparentes a las rutinas de control.

- **M3-1301.-** Bloque de Control de Motor del Extractor de Aire.
- **M2-1216.-** Bloque de Control de Motor de Ventilación de la Centrífuga 1.
- **M2-2216.-** Bloque de Control de Motor de Ventilación de la Centrífuga 2.
- **M1-C1.-** Bloque de Control de Motor de la UHP de la Centrífuga 1.
- **M1-C2.-** Bloque de Control de Motor de la UHP de la Centrífuga 2.
- **PG-C1.-** Bloque de Control del Pistón de Giro de la Centrífuga 1.
- **PG-C2.-** Bloque de Control del Pistón de Giro de la Centrífuga 2.
- **PB-C1.-** Bloque de Control del Pistón de Arrastre de la Centrífuga 1.
- **PB-C2.-** Bloque de Control del Pistón de Arrastre de la Centrífuga 2.
- **Laz Vel-C1.-** Establece los parámetros del control PID de la velocidad de la Centrífuga 1 (ver figura 6.4).
- **Laz Vel-C2.-** Establece los parámetros del control PID de la velocidad de la Centrífuga 2.
- **Man/Aut.-** Establece el control Manual o Automático de los lazos de velocidad en forma independiente.
- **Down-C1.-** Toma la referencia de velocidad actual de la Centrífuga 1 y la disminuye progresivamente a la velocidad establecida por el operador.
- **Down-C2.-** Toma la referencia de velocidad actual de la Centrífuga 2 y la disminuye progresivamente a la velocidad establecida por el operador.

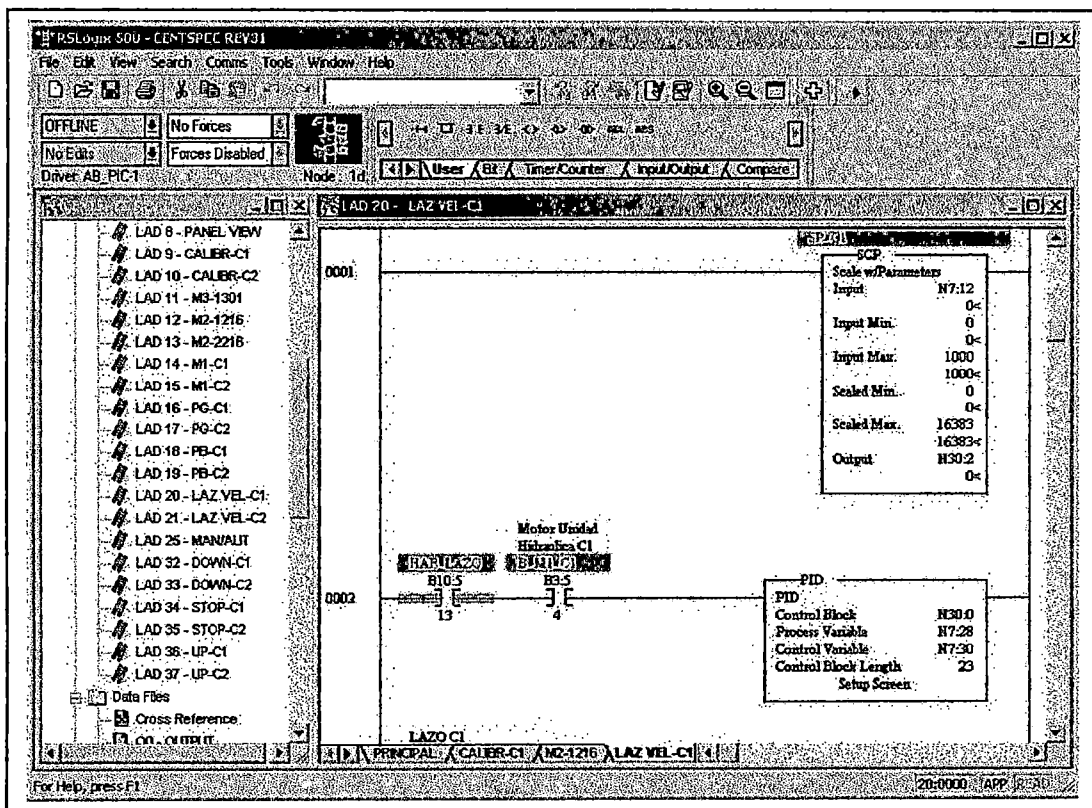


Figura N° 6.4.- Rutina Laz Vel-C1

- **Stop-C1.-** Toma la referencia de velocidad actual de la Centrifuga 1 y la disminuye progresivamente hasta llegar a cero.
- **Stop-C2.-** Toma la referencia de velocidad actual de la Centrifuga 1 y la disminuye progresivamente hasta llegar a cero.
- **Up-C1.-** Toma la referencia de velocidad actual de la Centrifuga 1 y la aumenta progresivamente a la velocidad establecida por el operador.
- **Up-C2.-** Toma la referencia de velocidad actual de la Centrifuga 2 y la aumenta progresivamente a la velocidad establecida por el operador.

El programa de control se encuentra detallado en el Apéndice 3.

6.5 Desarrollo de las Pantallas en el Panel de Operador

El programa utilizado fue: PanelBuilder 32 de Rockwell Software (ver figura 6.5).

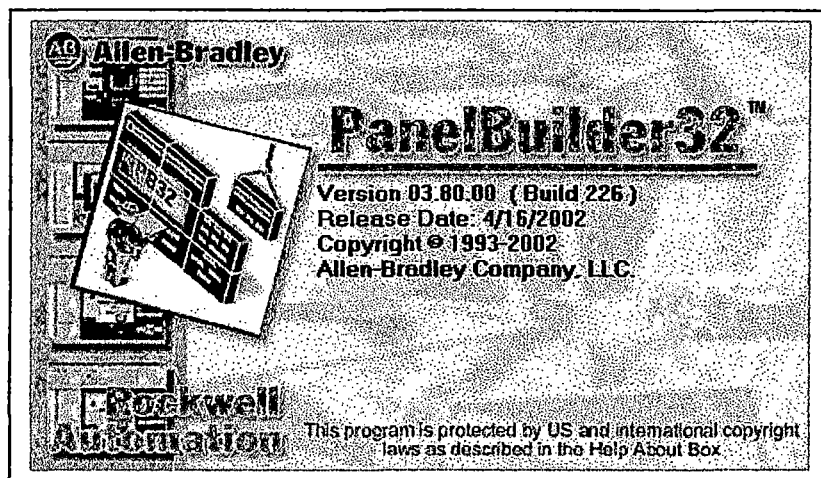


Figura N° 6.5.- Software de Programación del Panel de Operador

Las pantallas del Panel de Operador se desarrollaron basándose en la simbología y pantallas establecidas durante la Ingeniería Básica.

La Aplicación desarrollada se encuentra detallada en el manual de operaciones del sistema en el Apéndice 2.

6.6 Simulación del Programa de Control

La simulación es una herramienta que permite optimizar el programa de control desarrollado.

Todas las rutinas del programa de control son probadas en un ambiente simulado similar al que van a trabajar, de esta manera se reduce de manera considerable las correcciones desarrolladas durante la puesta en marcha.

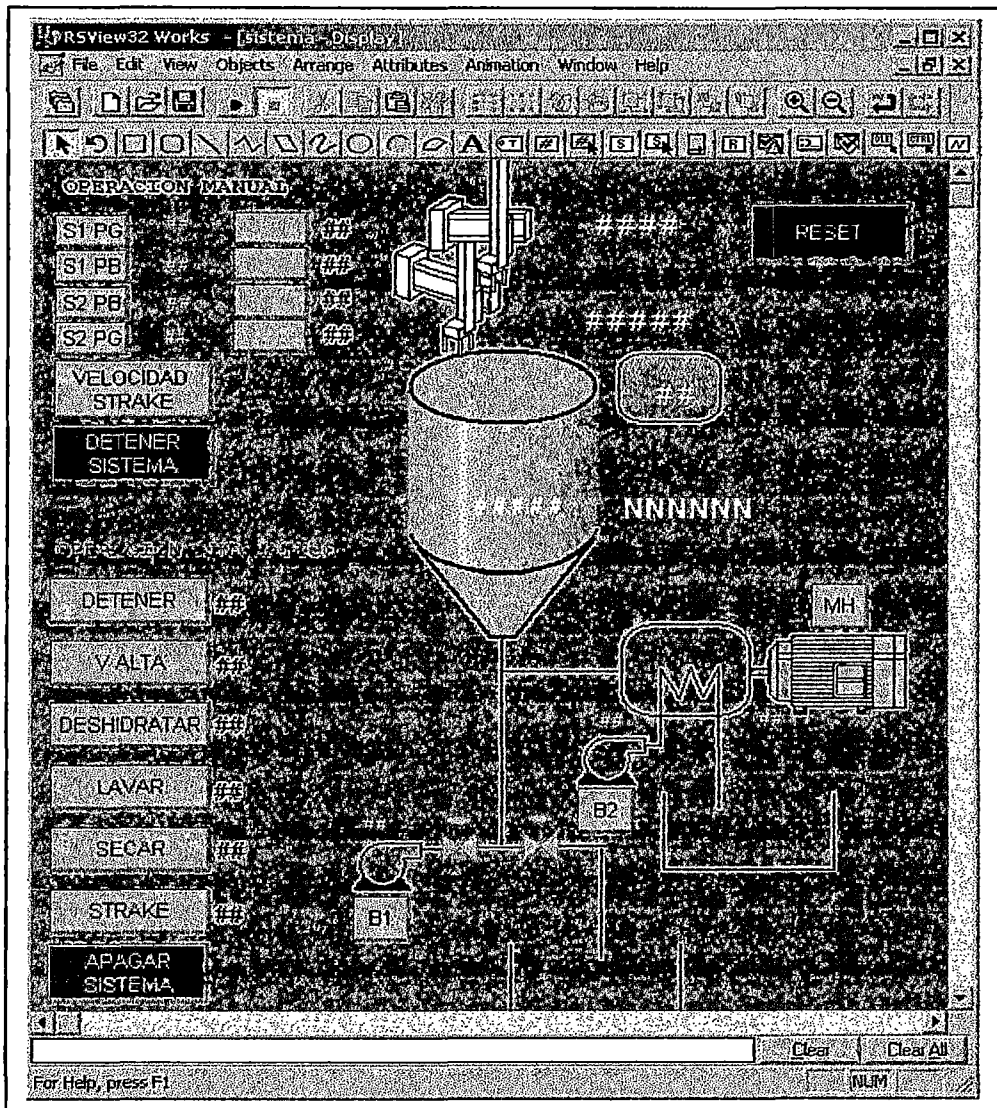


Figura N° 6.6.- Pantalla de Simulación para la Operación de la Centrifuga 1

Para este caso, el programa de control se simuló con la ayuda del software RsEmulate y las pantallas con ayuda del RsView32, donde se generaron pantallas con comandos similares **sólo para simulación** (ver figura 6.6).

Capítulo 7

Implementación y Puesta en Marcha

7.1 Montaje de los Equipos

El montaje de los equipos en los tableros se realizó conforme a los planos elaborados en la ingeniería de detalle.

Para el montaje de los equipos del Tablero de Control se desarrolló el procedimiento siguiente:

- Se retira la placa base del gabinete.
- Se marca con lápiz las áreas a ser ocupadas por las canaletas, los rieles DIN y sus pernos respectivos.
- Se hacen los agujeros, se pasa macho y se instalan las canaletas y los rieles con sus respectivos pernos (un tornillo, una tuerca y dos arandelas).

- Se marca el lugar a ser ocupado por el PLC y de igual forma se marca e instala sólo el chasis del SLC500.
- Procedemos a montar todos los equipos en los rieles: circuit breaker, borneras de alimentación, borneras de tierra, borneras de distribución, borneras de control, borneras fusibles, bases de los relés de control, marcadores de grupo y de borneras, topes y tapas de borneras, entre otros; según los planos Layout del Tablero de Control (Apéndice 1, Planos CENT-74-004) y Dimensiones del Tablero de Control (Apéndice 1, Planos CENT-74-015).
- Se preparan las marcas termoretráctiles a ubicarse a los extremos de los cables.
- Se inicia el marcado, conexionado y cableado interno del tablero según los diagramas de conexionado. Se marcan las borneras y los grupos de borneras como se muestra la figura 7.1.

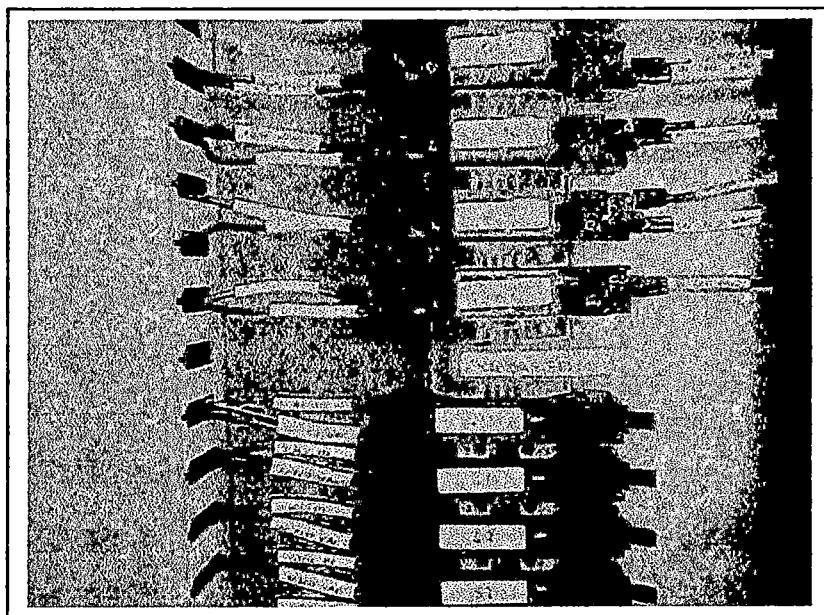


Figura N° 7.1.- Conexionado y Marcado de las Señales

- Se conecta internamente los cables del sistema a tierra (ver figura 7.2).

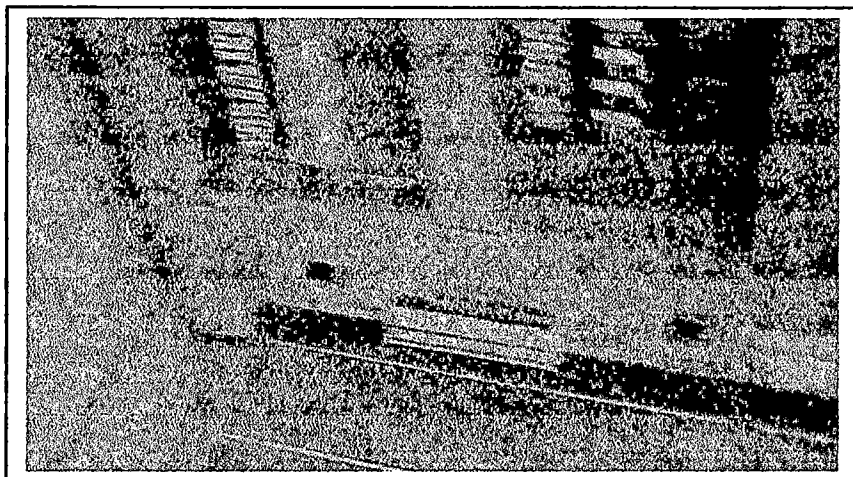


Figura N° 7.2.- Borneras de Tierra Electrónicas

- Se monta la placa en el gabinete, dejando un espacio de 2 ½" entre la placa base y la tapa posterior del gabinete con el fin de emparejarse con el del Tablero de Potencia.
- Se instala y cablea el tomacorriente industrial en una tapa lateral del tablero (ver figura 7.3).

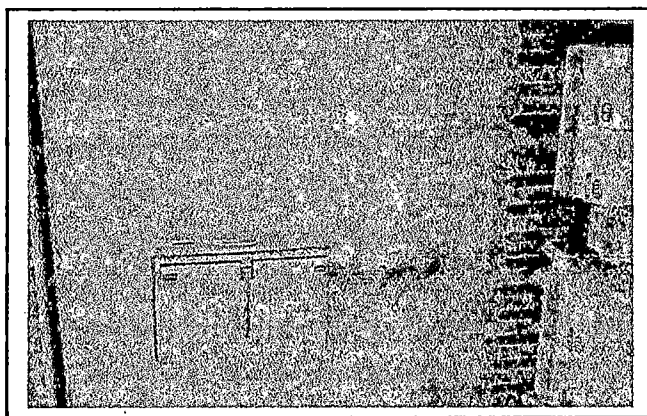


Figura N° 7.3.- Instalación del Tomacorriente Industrial

A continuación se muestra en la figura 7.4 el gabinete de Control terminado

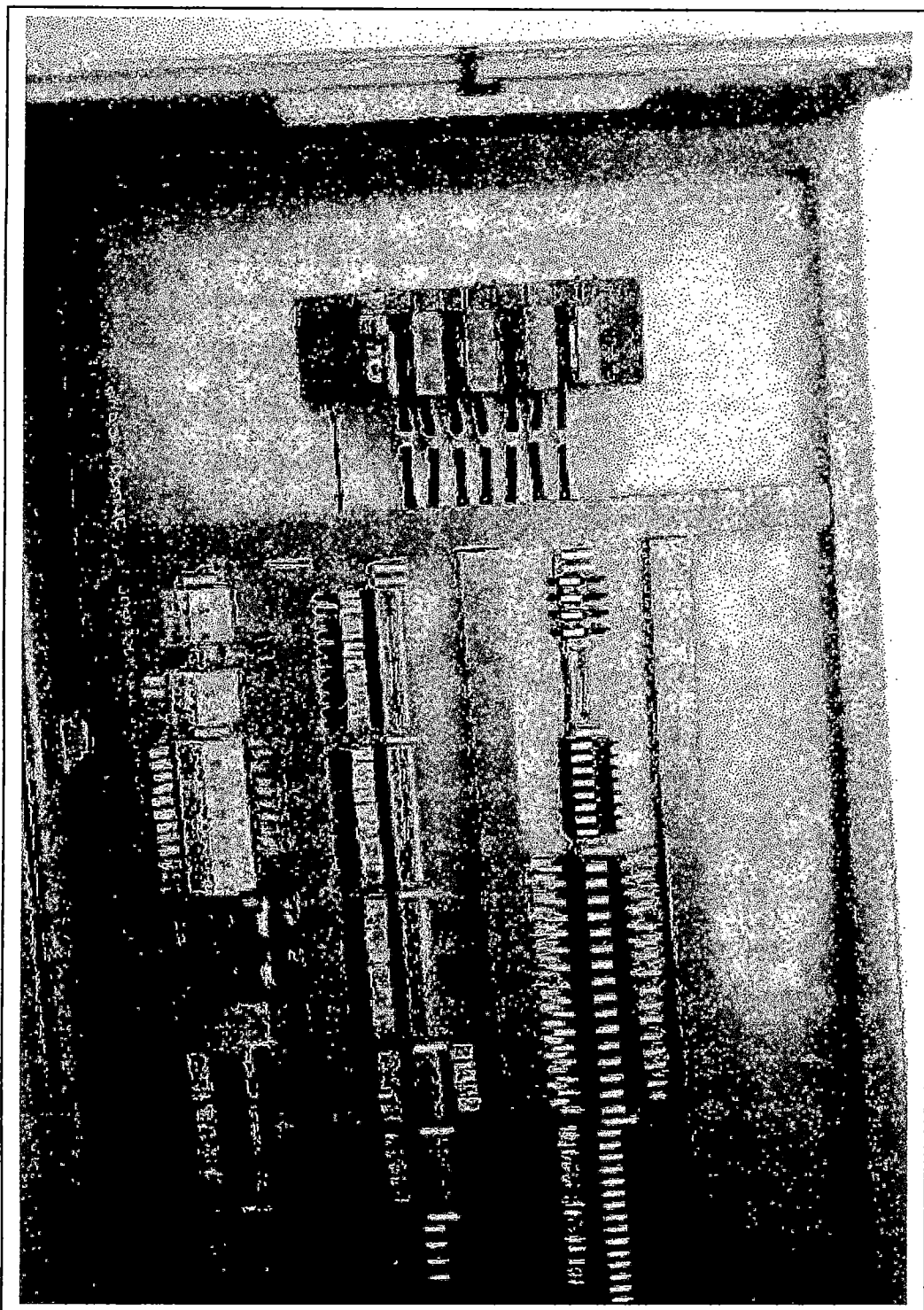


Figura N° 7.4.- Vista del Tablero de Control

Para el montaje de los equipos del Tablero de Fuerza se realizó el siguiente procedimiento:

- Se retira la placa base del gabinete.
- Se marca con lápiz las áreas a ser ocupadas por las canaletas, los rieles DIN y sus pernos respectivos.
- Se hacen los agujeros, se pasa macho y se instalan las canaletas y los rieles con sus respectivos pernos (un tornillo, una tuerca y dos arandelas).
- Procedemos a montar todos los equipos en los rieles: circuit breakers, borneras de control, contactores, relés de estado sólido, marcadores de grupo y de borneras, topes y tapas de borneras, entre otros; según el plano Layout del Tablero de Fuerza (Apéndice 1, Planos CENT-74-012) y el plano de Dimensiones del Tablero de Fuerza (Apéndice 1, Planos CENT-74-016).
- Se preparan las marcas termoretráctiles a ubicarse a los extremos de los cables.
- Se inicia el marcado y conexionado interno del tablero según los diagramas de conexionado.
- Se marcan las borneras y los grupos de borneras.
- Se monta la placa en el gabinete, dejando un espacio de 2 ½" entre la placa base y la tapa posterior del gabinete con el fin de permitir un flujo de aire permitiendo la ventilación adecuada de la placa en el tablero de fuerza.

A continuación se muestra en la figura 7.5 el gabinete de Fuerza terminado



Figura N° 7.5.- Vista del Tablero de Fuerza

7.2 Comisionamiento del Tablero de Control

Una vez terminado el montaje de los tableros se procede a la verificación del conexionado interno conforme a los planos de conexionado con el **sistema desenergizado**.

Para esto se elabora un Protocolo de Pruebas Interno (Apéndice 5).

Se recomienda realizar esta prueba en presencia del cliente antes de la entrega formal de los gabinetes o en todo caso antes de la instalación en campo.

Para el COMISIONAMIENTO del tablero de control se siguió el siguiente procedimiento:

- Se prueba continuidad para verificar que el tablero esté debidamente cableado.
- Se energiza el tablero y se verifica que la alimentación sea la adecuada en los diversos puntos.
- Se fuerzan las entradas digitales en sus respectivas borneras de control, para verificar su activación en el módulo de entrada.
- Las señales digitales de salida se activan manualmente por el PLC, teniendo que verificar su activación en las borneras de control y relés de control asociados.

- Las entradas analógicas se llevarán a 0%, 25%, 50% y 100% del span verificando los registros del PLC.
- Las salidas analógicas se llevarán a 0%, 25%, 50% y 100% del span verificando la señal en las borneras de control con un multímetro.
- Se anotarán todas las pruebas que resultasen insatisfactorias para poder hacer las correcciones correspondientes.
- En fecha posterior, una vez corregidas las observaciones se procederá a realizar nuevamente la prueba, pero esta vez únicamente de las señales que presentaron problemas en la primera parte del protocolo.
- Se emitirán los informes respectivos, de la primera y segunda revisión debiendo firmar las personas encargadas por ambas partes el protocolo.

Al final del COMISIONAMIENTO se emite un informe con las observaciones y correcciones pertinentes.

7.3 Instalación y Conexión del Tablero en Campo

La instalación del tablero (Nema 12 en este caso) se debe realizar en un ambiente adecuado que no permita el ingreso de los gases corrosivos propios del proceso. El grado de protección seleccionado es adecuado para interiores.

Se prepara una base de concreto (de altura 100mm sobre el nivel del suelo) bajo el cual se ubicará un buzón al cual llegarán los cables de potencia y de control por lados diferentes a través de un sistema de conduits y bandejas.

Los gabinetes serán montados uno al lado del otro, el gabinete de control se instalará a la derecha del tablero de fuerza.

Los gabinetes son sujetos al zócalo de concreto a través de unos pernos de anclaje, que aseguran la inmovilidad del gabinete.

Una vez identificados los terminales adecuados se procede al marcado y conexionado de las señales de campo al tablero.

Se procede a la verificación del cableado de campo con el **sistema desenergizado**. Para esto se elabora un Protocolo de Pruebas.

Al final del COMISIONAMIENTO se emitirá un informe con las observaciones y correcciones pertinentes.

7.4 Pruebas del Sistema y Alarmas en Vacío

Este servicio le brinda al usuario final la seguridad del correcto funcionamiento de los equipos de control y su interacción con las pantallas de control y supervisión.

Esta labor se realizará con sistema energizado y siempre que sea posible con carga. Es indispensable que esté presente el usuario final, quien(es) firmarán al final del protocolo en señal de conformidad con las pruebas realizadas. Se sugiere que estas pruebas se hagan con una persona de control de procesos y una de operaciones.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

- Las señales digitales de entrada se activarán y desactivarán **desde campo** para probar la señalización de las mismas. Asimismo se verificarán las alarmas de acuerdo a la definición en la base de datos.
- Las señales digitales de salida se activarán manualmente verificando el funcionamiento del dispositivo asociado, teniendo siempre cuidado de no romper ninguna regla de seguridad. El personal del usuario final que participa en el protocolo de pruebas deberá tener la capacidad de aprobar o coordinar algunas pruebas que pudieran ser riesgosas para terceros, en todo caso deberá indicar las medidas de seguridad necesarias para realizarlas.

- La lógica y los enclavamientos se verificarán usando técnicas de simulación y entradas manuales.
- Las entradas analógicas se llevarán a 0%, 25%, 50% y 100% del span desde campo, en la medida que sea posible, verificando el comportamiento de las pantallas y alarmas asociadas.
- Las salidas analógicas se llevarán a 0%, 25%, 50% y 100% del span, en la medida que sea posible, verificando el comportamiento correcto de los dispositivos asociados.
- Se anotarán todas las pruebas que resultasen insatisfactorias para poder hacer las correcciones correspondientes.
- En fecha posterior, una vez corregidas las observaciones se procederá a realizar nuevamente la prueba, pero esta vez únicamente de las señales que presentaron problemas en la primera parte del protocolo.
- Se emitirán los informes respectivos, de la primera y segunda revisión debiendo firmar las personas encargadas por ambas partes el protocolo.

El Ingeniero(s) especialista(s) estará en la capacidad de realizar modificaciones en la programación del SLC500 así como de las pantallas del Panel de Operador, con el fin de mejorar la operación del sistema.

El Ingeniero responsable, se contactará con el personal de campo que ha participado en el montaje, para solucionar cualquier inconveniente en el arranque lo antes posible.

7.5 Prueba y Calibración de los Equipos en Campo

Los equipos de campo utilizados por cada centrífuga son:

- Un switch de alarma de alta vibración.
- Un tacómetro con su respectivo indicador-transmisor.
- Un sensor de temperatura RTD.
- Un transductor 4-20mA a 0-100mA.
- Una electro válvula proporcional 0-100mA.

7.5.1 Switch de Alta Vibración

- Función: Alarma de alta vibración en la centrífuga (ejemplo: por desbalance).
- Calibración: Realizada por el fabricante.
- Reset: Manualmente por medio de un pulsador.

7.5.2 Transmisor de Velocidad con Indicación

- Función: Transmisor de la señal de velocidad del tacómetro.
- Rango de Indicación: 0-1000RPM.
- Calibración: Realizada en el taller 4-20mA corresponde a 0-1000RPM.

- Tiempo de Muestreo: 50mseg.

7.5.3 Sensor de Temperatura RTD

- Función: Medir la temperatura del aceite hidráulico.
- Tipo: Resistivo (PT100).
- Calibración: Fue realizada por el fabricante y la interpretación de la señal de resistencia la realiza el mismo módulo de entrada.

7.5.4 Transductor de Corriente

- Función: Manipular la electro válvula proporcional.
- Rango de Entrada: 4-20mA.
- Rango de Salida: 0-100mA.
- Calibración: Fue realizada en el taller estableciendo su cero y alcance respectivo.

7.5.5 Electroválvula Proporcional 0-100mA

- Función: Controlar el flujo hidráulico hacia el motor hidráulico.
- Señal de Control: 0-100mA

- Calibración: Regulada en campo según las exigencias del sistema.

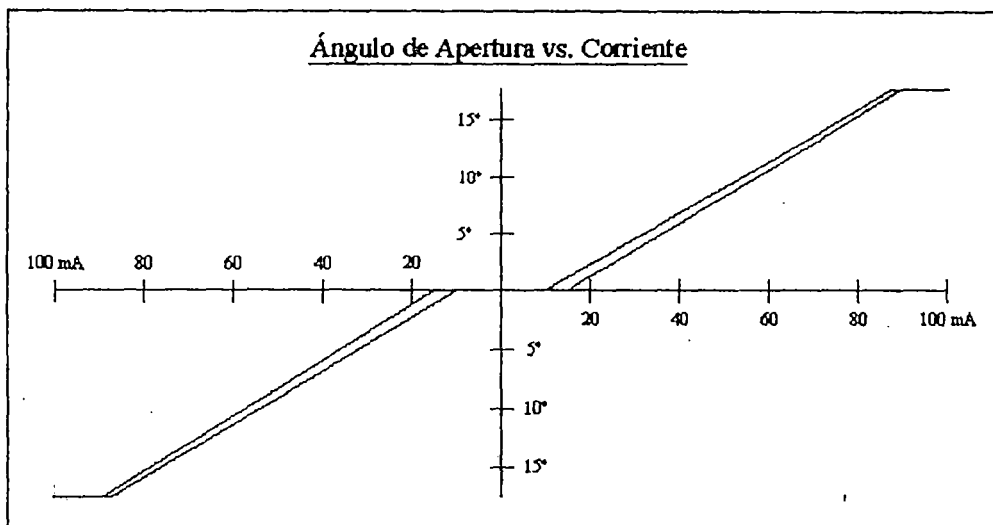


Figura N° 7.6.- Curva de Calibración de la ElectroVálvula Proporcional

7.6 Sintonización de los Lazos de Control PID de Velocidad

Se seleccionó como estrategia un PID bajo ciertas consideraciones en la referencia. Se descartó una estrategia avanzada de control por no contar con el hardware necesario, puesto que sería muy tedioso realizarlo en el PLC bajo ladder y que el sistema no requiere un error menor de +/- 4 RPM en estado estable.

7.6.1 Obtención del Modelo Matemático del Proceso

La centrífuga está acoplada a un motor hidráulico, al cual se le regula el caudal de entrada a través de una válvula proporcional. La válvula proporcional presenta no linealidades del tipo “saturación”, “histéresis” y “zona muerta” en su rango de acción.

Debido a la presencia de no linealidades en el sistema, la obtención del modelo por el método analítico sería muy complicado. Se optó por hallar la función de transferencia de una de las centrífugas por el primer método de Ziegler-Nichols, para lo cual:

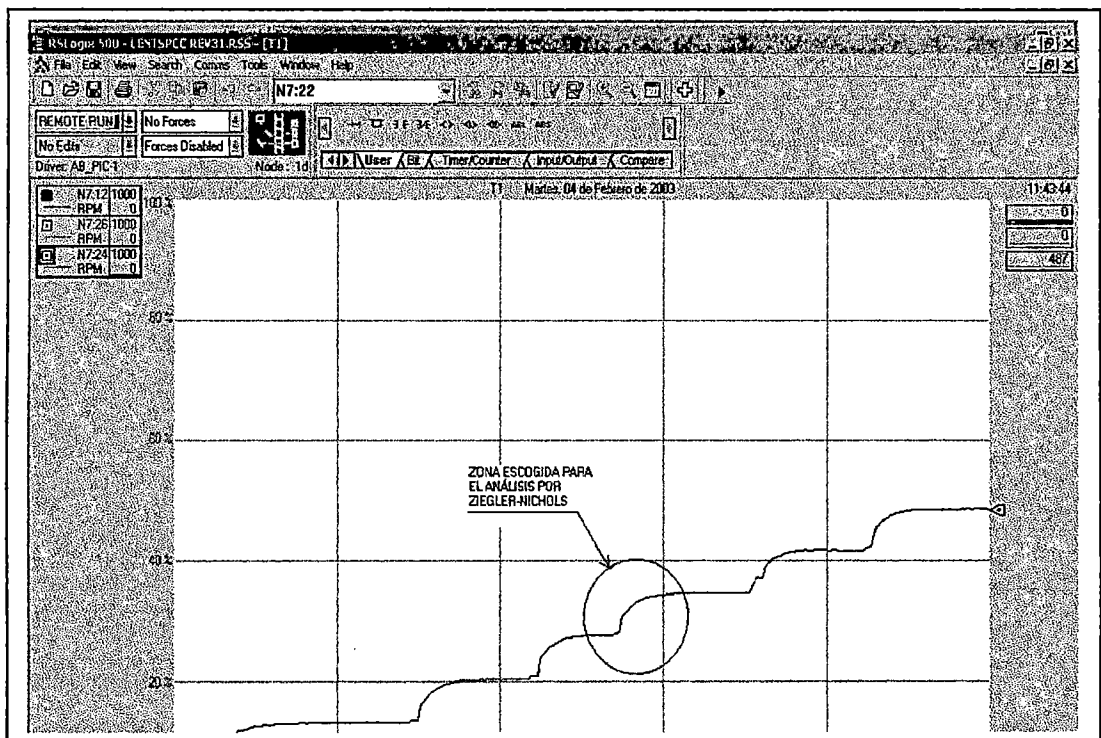


Figura N° 7.7.- Gráfica Obtenida en las Pruebas en Lazo Abierto

Se aplicó al sistema varios escalones en lazo abierto para registrar el comportamiento de la velocidad (trazo rojo, figura 7.7) en una gráfica por medio del RsLogix500, se confirmó que la respuesta era la adecuada para la utilización del primer método de Ziegler-Nichols y se escogió una zona para el análisis al ver un comportamiento similar en los diferentes escalones, tal como se muestra en la figura 7.7.

Una vez seleccionado la zona, se procedió a realizar el modelamiento con la ayuda del Autocad 2000, con el dibujo escalado en forma adecuada (ver figura 7.8).

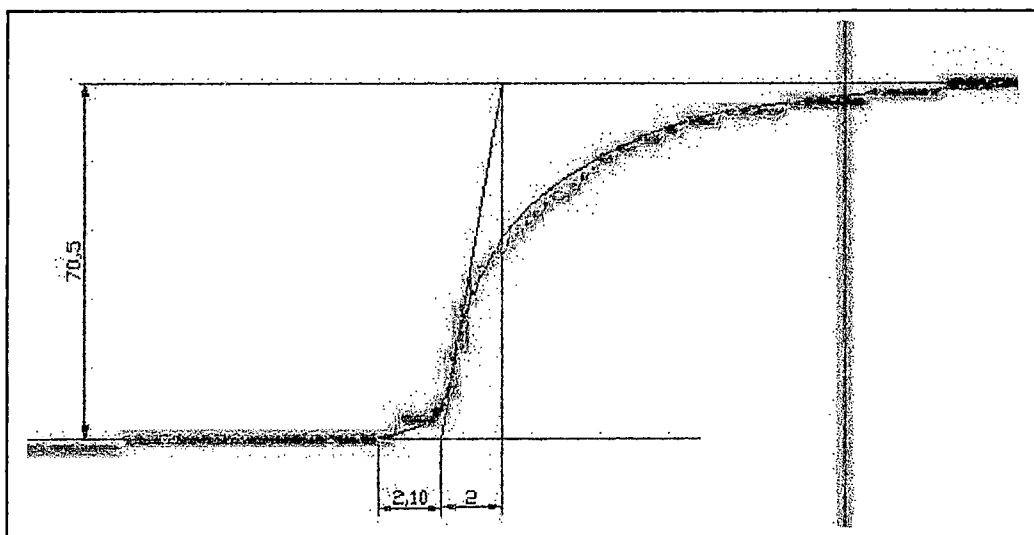


Figura N° 7.8.- Análisis por Ziegler-Nichols

En la figura 7.8 podemos observar una amplitud de 70,5; esto se debió a que los escalones fueron realizados de 100 en 100 RPM siendo 1000RPM el equivalente a 100%.

Del análisis mostrado en la figura 7.8 se obtuvieron los parámetros mostrados en la tabla 7.1.

Tabla N° 7.1.- Parámetros Calculados del Proceso

Parámetro	Valor
K	0.71
L	2.10 seg
T	2.00 seg

Los parámetros obtenidos nos generan la siguiente función de transferencia para el proceso.

$$G_P = \frac{0.71 * e^{-2.1*s}}{2 * s + 1}$$

7.6.2 Estrategia de Control

La válvula reguladora de caudal está limitado mecánicamente y por seguridad no es posible darle un escalón de amplitud mayor a 500 RPM.

Se plantea realizar los cambios del setpoint siguiendo una rampa establecida aproximadamente a 12 RPM/seg, tanto para un incremento como para un decremento de la velocidad deseada.

El control debe ser tal que la velocidad siga a la rampa hasta que se establezca a la velocidad deseada y se mantenga en ese valor hasta algún cambio en la referencia de velocidad.

7.6.3 Sintonización de Velocidad de las Centrífugas

Se plantea la utilización de un control PI para evitar cambios bruscos innecesarios en el actuador que a la larga puedan disminuir su vida útil por desgaste.

Del sistema identificado podemos obtener los valores mostrados en la tabla 7.2 para el controlador PI según Ziegler-Nichols.

Tabla N° 7.2.- Parámetros Teóricos del Controlador PI de las Centrífugas

Parámetro	Valor
Kp	0.86
1/Ti	0.14

De las pruebas con la Centrífuga 1, se observó la necesidad de añadir ligeramente el término derivativo, obteniendo finalmente un controlador PID.

La tabla 7.3 muestra los parámetros finales de la centrífuga 1

Tabla N° 7.3.- Parámetros Finales del Controlador PID de la Centrifuga 1

Parámetro	Valor
Kp	1
Ti	0.3
Td	0.01

Esto genera la siguiente ecuación de control que asegura un buen desempeño del proceso:

$$G_{C1} = 1 * \left[e(t) + 0.3 * \int e(t) dt + 0.01 * \frac{de(t)}{dt} \right]$$

De las pruebas con la Centrifuga 2, se obtuvo finalmente los parámetros del Controlador PI.

Los parámetros finales del controlador se muestran en la tabla 7.4.

Tabla N° 7.4.- Parámetros Finales del Controlador PI de la Centrifuga 2

Parámetro	Valor
Kp	1.2
1/Ti	0.1

Esto da la siguiente ecuación de control que asegura un eficiente desempeño del proceso:

$$G_{C2} = 1.2 * \left[e(t) + 0.1 * \int e(t) dt \right]$$

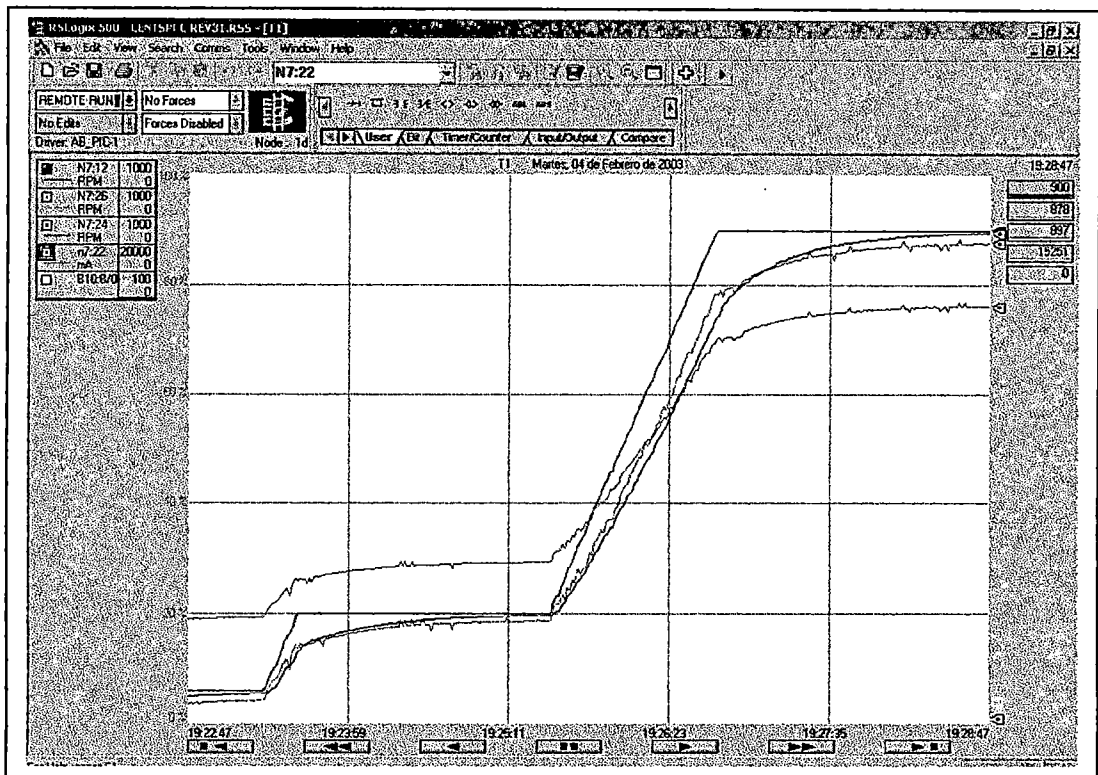


Figura N° 7.9.- Respuesta del Sistema en Lazo Cerrado

La figura 7.9 muestra el comportamiento del control de velocidad de una centrífuga (trazo rojo) ante el cambio progresivo de la referencia (trazo azul). Los cambios mostrados son de 6% (60 RPM) a 20% (200 RPM) y de 20% a 90% (900 RPM) y como se observa el sistema presenta un error de 3 RPM (0.3% sobre la referencia). El trazo verde indica la salida de control escalada en RPM y proporcional a la salida de corriente de 0-20mA (expresado en porcentaje y representado por el trazo morado).

Una vez realizadas todas las pruebas y ajustes necesarios, se procede a centrifugar un lote con el nuevo sistema.

7.7 Capacitación

Finalmente da paso a dos capacitaciones:

Capacitación a personal de Operaciones, donde se les otorga la información completa de cómo operar el nuevo sistema, así como a identificar las alarmas e indicaciones desarrolladas en las pantallas. Se entrega el Manual de Operaciones del Sistema.

Capacitación a personal de Ingeniería y Mantenimiento, donde a parte de explicar lo referente a operaciones se explica en detalle los tableros instalados, recomendaciones para un buen mantenimiento y las rutinas principales de la aplicación de control. Se entrega Manual de Operaciones, Programas de Control, Información Técnica completa de los productos y Planos generados durante la ejecución del proyecto.

Capítulo 8

Evaluación del Estado Final del Sistema

8.1 Evaluación de los Ajustes en los Ciclos de Operación del Sistema

Una vez implementado el sistema se procedió a la evaluación correspondiente durante un periodo de dos semanas, observándose las siguientes mejoras en el sistema:

- **Reducción de los tiempos promedios de operación del proceso**

El proceso de centrifugado presentó una reducción considerable de tiempos, tal como se aprecia en la tabla 8.1.

Tabla N° 8.1.- Comparación de Tiempos

Etapa	Antes		Ahora	
	Tiempo (minutos)	Presencia Operador	Tiempo (minutos)	Presencia Operador
Deshidratación	60	No	50	No
Lavado	10	No	10	No
Secado	120	No	60	No
Total	190		120	

La causa en la reducción de los tiempos se debió a que el control anterior no era capaz de mantener a la centrífuga a la velocidad de 900RPM, ya que era un control de velocidad por conmutación con las limitaciones del caso. Esto causaba una demora considerable en las etapas de secado y deshidratación.

El control PID actual permite una regulación con un error de +/- 2RPM en la etapa estable, tanto a baja velocidad como a alta velocidad.

La reducción total en tiempos es de: 70 minutos por lote, lo que equivale a 36,8% del tiempo inicial.

$$TRTO(\%) = \frac{70}{190} * 100 = 36\%$$

Esta reducción se hace efectiva también sobre el consumo eléctrico del sistema durante el proceso de centrifugado.

- **Mejora del producto al final del centrifugado**

El sistema anterior realizaba el desborde del material en dos etapas, en las cuales el alcance del desborde era graduado manualmente a criterio del operador por medio de un tope mecánico, el que a parte de producir un producto de contextura irregular entre procesos, generaba un producto que tenía que ser tratado por los operadores posteriormente, a fin de obtener un producto más fino.

El sistema actual realiza el desborde en diez etapas, durante las cuales ya **no es necesaria la intervención** del operador. Durante estas etapas se aumenta progresivamente, de manera automática, el alcance de la cuchilla de desborde, generando un producto de contextura más fina y que no necesita ser tratado por los operadores. Esta mejora cambió los cuadros de trabajo del departamento de operaciones.

La regulación de las etapas se efectúa por tiempos que pueden ser modificados por personal calificado, mediante el panel de operador electrónico y a través de pantallas de acceso restringido.

Los ahorros en HH en total considerando la no presencia del operador durante el desborde y la ausencia de tratamiento del producto final, nos genera:

- Un Ahorro por lote: 1 HH de dos operadores \diamond 2 HH operadores.

- **Reducción de los tiempos de parada y diagnóstico**

El panel de operador electrónico presenta un sistema completo de indicación de estados de los dispositivos de campo y una clara indicación de fallas, lo cual ayuda a reducir los tiempos de parada y facilita el diagnóstico.

El sistema anterior sólo presentaba indicación de algunas alarmas, mas no mostraba el estado de los dispositivos de campo.

- **Arranque suave y controlado de las centrífugas**

El sistema anterior realizaba el arranque de la centrífuga de manera directa en dos pasos. El nuevo sistema realiza el arranque y frenado de manera progresiva evitando cambios bruscos de presión en las líneas hidráulicas y manteniendo un mejor control sobre el movimiento de la centrífuga.

8.2 Consideraciones de Mantenimiento para el Sistema de Control

- **Verificación de los Dispositivos de Campo,** El panel de operador electrónico posee pantallas de activación manual de cada uno de los dispositivos de campo de manera independiente así como la indicación

de los sensores de campo. Esto permite un chequeo rápido de los sensores y actuadores del sistema.

- **Diagnóstico.** El usuario final posee una laptop con el software de configuración del PLC (RsLogix500) y el software de desarrollo de pantallas del Panel de Operador (PanelBuilder32), con los cuales podrá diagnosticar los componentes de control del sistema, ya sea como acción preventiva o correctiva.

- **Ajuste de la Secuencia de Scrape.** El Panel de Operador posee una pantalla de configuración de la secuencia de Scrape a la cual sólo tienen acceso el personal de Mantenimiento a través de una contraseña. El personal de mantenimiento puede modificar los tiempos que establecen la posición inicial de la cuchilla de desborde y el incremento de tiempo, según la contextura deseada.

- **Pruebas de Velocidad.** El Panel de Operador posee una pantalla de control manual y automático de la velocidad de las centrífugas, a la cual sólo tienen acceso el personal de Mantenimiento a través de una contraseña. Permite establecer la velocidad de cualquiera de las centrífugas de manera independiente y en lazo abierto, modificando manualmente la variable de control.

- **Cambio de batería.** El procesador SLC 5/03 proporciona una alimentación de respaldo a la memoria RAM a través de una memoria de litio reemplazable. Esta batería proporciona respaldo durante dos años, tiempo después del cual, necesita ser cambiada: desconecte el procesador, retire el procesador, desconecte el conector de la batería, cambie la batería, conecte el conector, instale el procesador y conecte energía. La figura 8.1 muestra la ubicación de la batería en el procesador SLC 5/03.

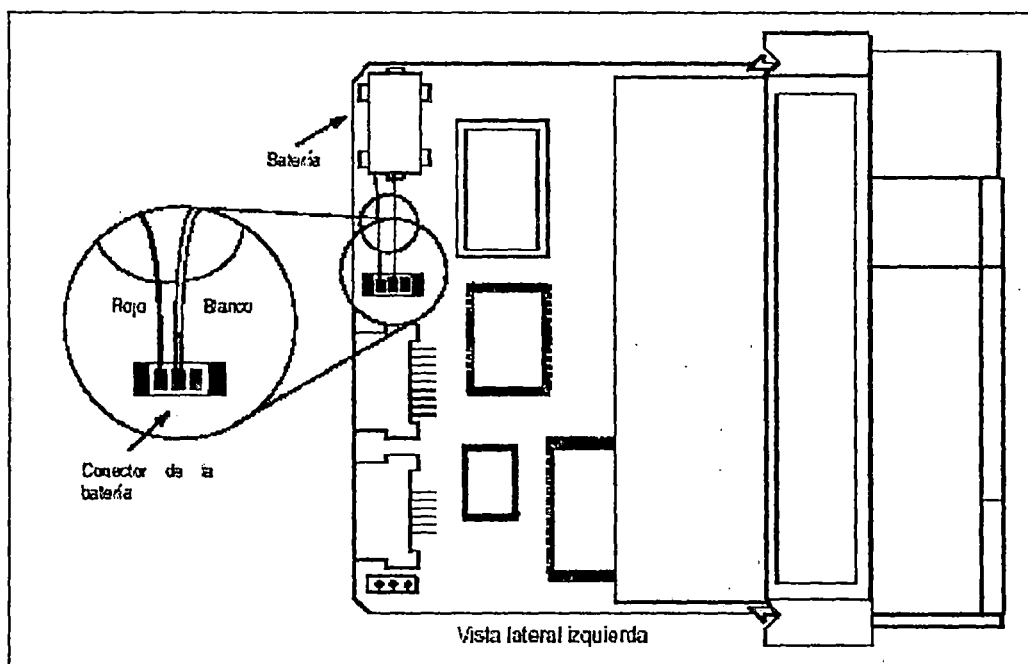


Figura N° 8.1.- Ubicación de la Batería de Respaldo

- **Cambio de fusibles.** Para el cambio de fusible de la fuente del PLC: desconecte la energía, abra la puerta y utilice un extractor de fusibles. La figura 8.2 muestra la ubicación del fusible en la fuente de alimentación utilizada.

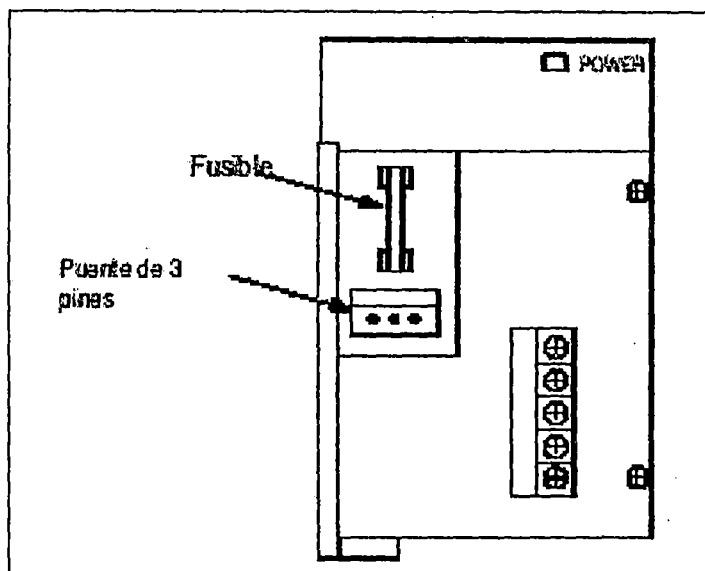


Figura N° 8.2.- Ubicación del Fusible

Las tablas de detección de falla y procedimientos de los equipos de control están ubicados en el Apéndice 6.

8.3 Sugerencias para un Mejor Desempeño del Sistema

- Reemplazo del switch de vibración alta por un transmisor de vibración, este cambio permite monitorear de manera constante, registrando los niveles de vibración durante el arranque, operación y frenado de la centrífuga. El registro de este parámetro permitirá implementar un programa de mantenimiento predictivo en las centrífugas.

- Instalación de un encoder en el eje del mecanismo que realiza la secuencia de scrape, el encoder permite obtener mayor uniformidad en la contextura del producto final. Actualmente esta graduación es realizada basándose en tiempos y está limitado a variaciones de la presión hidráulica en la línea.

- Mantener una adecuada instalación de puesta a tierra. Un deficiente sistema de puesta a tierra puede disminuir de manera considerable la vida útil y desempeño de los equipos de control. Así mismo es un requisito indispensable para la protección del personal.

- No instalar cables de fuerza cerca al cable de comunicaciones o a los cables de señal analógica. Ésto puede inducir una corriente en los cables de señal y malograr la operación de los equipos asociados, tanto como afectar la comunicación entre el panel de operador y el PLC.

- Verificar periódicamente la calibración de sus equipos de campo, especialmente los asociados a la seguridad y al control de velocidad.

- Mantener un stock de repuestos de los dispositivos ya mencionado en el punto 8.2, esto permitirá disminuir los tiempos parada por fusible o pérdida de programa.

- Instalar una memoria EEPROM la cual almacena el programa de manera permanente independientemente de la alimentación eléctrica, evitando la necesidad de la batería y percances por pérdida de memoria ante una falla de alimentación.

Capítulo 9

Estructura de Costos

9.1 Costo Estimado de la Inversión en Automatización

La inversión total y sus formas de pago se pueden detallar clasificándolos en los siguientes grupos:

- Equipos de control.
- Tablero de Control
- Tablero de Fuerza
- Servicios de Montaje
- Servicios de Ingeniería y Programación
- Adicionales al Sistema
- Costos por Parte del Usuario Final

9.1.1 Equipos de Control

La tabla 9.1 muestra la relación de los equipos de control que intervienen en el presente proyecto:

Tabla N° 9.1.- Listado de los Equipos de Control

It	Descripción	Catálogo	Qt	P/ Unit.	P/ Total
1	Chasis SLC500 de 10 Ranuras	1746-A10	1	408.00	408.00
2	Procesador SLC500 5/03 16K	1747-L532	1	1075.25	1075.25
3	Fuente SLC500 85-265V 5A	1746-P2	1	391.00	391.00
4	Módulo de Entrada Digital de 24VDC, 16 Canales	1746-IB16	5	199.75	998.75
5	Módulo de Salida Digital tipo Relé, 16 canales	1746-OW16	4	276.25	1105.00
6	Empty Slot Filler	1746-N2	2	15.30	30.60
7	Circuit Breaker Allen Bradley 5A	1492- CB2F050	4	41.72	166.87
8	Circuit Breaker Allen Bradley 5A DC	1492- CB2DF050	2	41.72	83.44
9	UPS Sola Serie 4000, 1500VA	S42000TRM	1	2322.83	2,322.83
10	PanelView 600 color DH485	2711-B6C2	1	2095.00	2095.00
11	Cable de comunicación DH485	1747-C20	1	57.80	57.80

It	Descripción	Catálogo	Qt	P/ Unit.	P/ Total
12	Fuente SOLA 24VDC 5A	SDN5-24- 100	2	323.80	647.60
13	Transf.. 2KVA 440/110VAC	Trans_001	1	246.00	246.00
14	Módulo de Entrada Analógica, 4 canales	1746-NIO4I	1	514.25	514.25
TOTAL US\$					10,142.39

Condiciones de la Oferta de Equipos

Forma de Pago	100% contra entrega (factura a 15 días)
Tiempo de Entrega	06 semanas después de recibida la O/C
Lugar de Entrega	Sus Almacenes en Lima
Moneda	Dólares Americanos
I.G.V. 18%	No está incluido
Validez de la oferta	30 días

9.1.2 Tablero de Control

La tabla 9.2 muestra el detalle del gabinete y conectores, cables y accesorios para el montaje del tablero de control en el presente proyecto:

Tabla N° 9.2: Gabinete y Conectores y Cables del Tablero de Control

It	Catálogo	Descripción	Qty	P/ Unit.	P/ Total
1	Gab001.2x 2x05	Gabinete autosoportado TS8 de dos puertas 2100x2000x500 (alto total, ancho, fondo) importado de Alemania, incluyendo zócalo 100mm de altura, cáncamos de izaje, Plancha de acero pintado por electroforesis, placa de montaje en 3mm de espesor de, galvanizada. IP55 según EN 60 529/10.91 (cumple NEMA 12). Incluye Barra a Tierra, 2 Lámparas fluorescentes con interruptores de puerta.	1	2759.00	2759.00
2	1492-W4	Single Terminal Block #12 to #22	200	0.81	162.00
3	199-DR1	Rail Din Steel	10	4.49	44.90
4	1492-EB3	End Barrier	50	0.32	15.80
5	1492- EA35	End Anchor	100	0.45	45.10
6	1492-H4	Fuse Terminal Block with neon	50	5.30	264.96
7	1492-N37	End Barrier for fuse Terminal Block	50	0.41	20.30

8	Fuses	Fuses 0,25A to 1 A for 1492-H4	100	0.5	50.00
9	1492- CB2G050	Circuit Breakers 2 poles 5 Amps.	6	41.72	250.31
10	1492-CJ2- 10	Center Jumper – 10 Pole	10	2.50	25.03
11	1492- WG4	IEC Grounding Blocks	50	2.41	120.64
12	CANAL- CT01	Canaleta de 2 m de largo	10	17.00	102.00
13	1492- WD4	Double Terminal Block #12 to #22	150	1.60	240.16
14	W#16AW GRBG	Wire #16 Red, Black and Green	5	15.30	76.50
15	ACC-001	Accesorios y Consumibles	2	100.00	200.00
Total en Dólares Americanos US\$					4376.70

Condiciones de la Oferta de Equipos

Forma de Pago	100% contra entrega (factura a 15 días)
Tiempo de Entrega	06 semanas después de recibida la O/C
Lugar de Entrega	Sus Almacenes en Lima
Moneda	Dólares Americanos
I.G.V. 18%	No está incluido
Validez de la oferta	30 días

9.1.3 Tablero de Fuerza

La tabla 9.3 muestra el detalle de los equipos del tablero de fuerza y accesorios.

Tabla N° 9.3: Equipos del Tablero de Fuerza y Accesorios

It	Catálogo	Descripción	Qty	P/ Unit.	P/Total
1	140-CMN6300	Circuit Breaker de 63 AMP.	2	305.67	611.34
2	509-DOD-A3K	Nema Full Voltage Starter Size 3 50A 480VAC C120V, with Smart Motor Protector 1 to 75A	2	587.19	1174.38
3	140-M-F8E-C10	Circuit Breaker de 10 AMP.	4	237.36	949.44
4	509-TOD-A2F	Nema Full Voltage Starter Size 0 9A 480VAC C120V, with Smart Motor Protector 1 to 9A	4	135.24	540.96
5	1492-W4	Single Terminal Block #12 - #22	50	0.81	40.60
6	700-HK36Z24	Slim Line Relay 24VDC SPDT	20	5.15	102.96
7	700-HN121	Relay Socket	20	5.15	102.96
8	W#04-3C	Cable de Fuerza 3 Conductores #4	30	7.20	216.00
9	W#08-3C	Cable de Fuerza 3 Conductores #8	60	2.50	150.00
10	1492-PDM3111	Power Blocks #2 a #14 115A	6	6.54	39.24
11	ACC-001	Accesorios y Consumibles	1	100.00	100.00
Total en Dólares Americanos US\$					4,072.77

Condiciones de la Oferta de Equipos

Forma de Pago	100% contra entrega (factura a 15 días)
Tiempo de Entrega	06 semanas después de recibida la O/C
Lugar de Entrega	Sus Almacenes en Lima
Moneda	Dólares Americanos
I.G.V. 18%	No está incluido
Validez de la oferta	30 días

9.1.4 Servicio de Montaje y Cableado

La tabla 9.4 muestra el detalle de los servicios de montaje y cableado en el presente proyecto.

Tabla N° 9.4.- Servicios de Montaje y Cableado

It	Descripción	Precio Total
1	Servicios de Montaje y Cableado <ul style="list-style-type: none"> • Cableado de Tablero de Control en Oficinas • Cableado de componentes de Fuerza en Oficinas • Traslado de Gabinete de Arequipa hasta Ilo • Transporte desde Almacén hasta el lugar del montaje • Identificación de Cables y retiro de Gabinete Existente • Traslado y anclaje de tablero • Supervisión de Montaje de equipos en Tablero. • Instalación de UPS y accesorios. 	1,800.00
TOTAL PARCIAL (US\$)		1,800.00

Condiciones del Servicio de Montaje y Cableado:

Forma de Pago	100% contra la presentación del acta de conformidad (factura a 15 días)
Duración del servicio	14 días después de arribado el material de importación.
Moneda	Dólares Americanos
I.G.V. 18%	No está incluido
Validez de la oferta	30 días
Traslado Externo	Por cuenta del especialista

9.1.5 Servicios de Ingeniería y Programación

La tabla 9.5 muestra el detalle de los servicios de ingeniería y programación en el presente proyecto.

Tabla N° 9.5.- Servicios de Ingeniería y Programación

It	Descripción	Precio Total
1	Servicios de Ingeniería <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de Planos Previos • Desarrollo del Programa en el SLC500 para las centrifugas. • Desarrollo de pantallas de monitoreo en PanelView 600 Color. 	3,420.00

It	Descripción	Precio Total
	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de Planos de Acuerdo a Construcción • Protocolo de Pruebas del tablero de Control. • Protocolo de Pruebas del tablero de Fuerza. • Protocolo de Pruebas en Panel de Operador • Comisionamiento del Sistema en General. • Puesta en Marcha de Centrífuga 1 • Puesta en marcha de Centrífuga 2 • Documentación y Manual de Operaciones. • Entrenamiento a Operadores. 	
TOTAL PARCIAL (US\$)		3,420.00

Condiciones del Servicio:

Forma de Pago	100% contra la presentación del acta de conformidad (factura a 15 días)
Duración del servicio	30 días después de arribado el material de importación.
Moneda	Dólares Americanos
I.G.V. 18%	No está incluido
Validez de la oferta	30 días
Traslado Externo	Por cuenta de Control Total S.A.C.

9.1.6 Adicionales al Sistema

La tabla 9.6 muestra el detalle de los equipos adicionales requeridos durante el desarrollo del presente proyecto.

Tabla N° 9.6.- Equipos Adicionales

It	Descripción	Catálogo	Qty	P/ Unit.	P/ Total
1	8 Channel Universal Analog Input Model	1746sc-NI8U	01	1027.18	1,027.18
2	8 Channel Analog Output Model	1746sc-NO8I	01	1090.32	1,090.32
3	Transductor 4-20mA a 0-100mA	CT-1524	02	340.00	680.00
4	Sensor de Temperatura de Aceite	CT-pt100	02	150.00	300.00
TOTAL US\$					3,097.50

Condiciones de la Oferta de Equipos

Forma de Pago	100% contra entrega (factura a 15 días)
Tiempo de Entrega	02 semanas después de recibida la O/C
Lugar de Entrega	Sus Almacenes en Lima
Moneda	Dólares Americanos
I.G.V. 18%	No está incluido
Validez de la oferta	90 días

9.1.7 Costos por Parte del Usuario Final

Los compromisos por parte del usuario final para el desarrollo del proyecto fueron:

- El cableado de las señales de campo al lugar donde se alojará el tablero.
- Instalación de la base de montaje para los tableros.
- Provisión de un sistema de Puesta a Tierra que garantice la protección adecuada a los equipos a instalar.
- Presencia en el arranque y puesta en marcha del sistema, así como en todas las pruebas que considere necesarias.
- Asegurar la disponibilidad de los equipos de campo.

Se considera para el usuario final los costos detallados en la tabla 9.7:

Tabla N° 9.7.- Cuadro de Costos del Usuario Final

It.	Descripción	Costo
1	Cableado de campo (HH de dos técnicos+ Materiales)	600.00
2	Presencia del usuario final en las pruebas, arranque y puesta en marcha (HH de un supervisor, un técnico y un operador de manera no permanente)	750.00
3	Mantenimiento de sus instrumentos de Campo (HH + Materiales)	150.00
TOTAL US\$		1,500.00

9.1.8 Resumen del Costo Total del Proyecto

La tabla 9.8 muestra el resumen de los costos a invertir en la automatización.

Tabla N° 9.8: Resumen de los Costos de la Inversión

Item	Descripción	Precio
1	Equipos de Control	10,142.39
2	Tablero de Control	4,376.70
3	Tablero de Fueba	4,072.77
4	Servicios de Montaje y Cableado	1,800.00
5	Servicios de Ingeniería y Programación	3,420.00
6	Adicionales al Sistema	3,097.50
7	Costos por Parte del Usuario Final	1,500.00
TOTAL GENERAL (US\$)		28,409.36

9.2 Ahorros y Rentabilidad de la Inversión

Los ahorros se han estimado basándose en las mejoras descritas en el capítulo 8.

9.2.1 Ahorro en Consumo Eléctrico

Como se mencionó en el punto 8.1 el proceso actualmente requiere de 70 minutos menos para su culminación, obteniendo como resultado directo de la automatización, un ahorro en el consumo de energía eléctrica.

Para el cálculo del ahorro energético se ha considerado la carga más significativa:

- Potencia del Motor:

$$50 \text{ HP} \diamond 37.3 \text{ kW}$$

Por día se produce dos ciclos de procesos por lo que tenemos:

- Reducción de Tiempo de Operación por día:

$$140 \text{ min / día} \diamond 2.33 \text{ horas / día}$$

Y considerando un mes de 30 días tenemos:

- Energía ahorrada en un mes:

$$30 \text{ días} * 37.3 \text{ kW} * 2.33 \text{ H / día} = 2,611 \text{ kW.H}$$

Finalmente, considerando la tarifa actual, tenemos:

- Ahorro Total Mensual:

$$2,611 \text{ kW.H} * \text{S/} 0.3237 \text{ kW.H} = \text{S/} 844.14 \diamond \text{US \$ } 241.20.$$

9.2.2 Ahorro en Horas Hombre Operaciones

Como se describió en el punto 8.1, el ahorro de horas hombre del personal de operaciones es de 1 hora de dos operadores por lote. Lo cual nos da

- o Horas Hombres Mensual:

$$1 \text{ Hora/Lote/Operador} * 2 \text{ Operadores} * 2 \text{ Lotes/día} * 30 \text{ días} = 120 \text{ HH}$$

Considerando su sistema salarial, tenemos:

- o Ahorro Total Mensual:

$$120 \text{ HH} * \text{US } \$ 4.3/\text{HH} = \text{US } \$ 516.00$$

9.2.3 Resumen del Ahorro Mensual

La tabla 9.9 muestra el resumen del ahorro mensual a consecuencias del proyecto de Automatización.

Tabla N° 9.9.- Resumen del Ahorro Mensual

N°	Descripción	Ahorro (US\$)
1	Ahorro en consumo eléctrico	241.20
2	Ahorro en HH de operaciones	516.00
Ahorro Total		757.20

9.3 Cálculo de la Rentabilidad del Proyecto

El método seleccionado para la evaluación económica del proyecto es el Método del Reembolso, técnica que determina el número de años o meses que requerirá un proyecto para reembolsar por completo la inversión inicial.

9.3.1 Cálculo de la Tasa de Rendimiento del Proyecto

Se realiza el cálculo de la tasa de rendimiento del proyecto considerando un periodo de un año.

La tasa de rendimiento del proyecto se realiza considerando la utilidad mensual obtenida multiplicada por doce y la inversión Inicial.

$$Tasa_de_Rendimiento = \frac{12 * 757.20}{28,409.36} = 31,98\% _ Anual$$

Como vemos, la utilidad mensual del proyecto es superior a las utilidades que se ofrecen actualmente en las entidades financieras, por lo que el proyecto resultó económicamente rentable para un periodo de un año.

9.3.2 Cálculo de Tiempo de Reembolso de la Inversión

Considerando la Tasa de Rendimiento y la inversión inicial, podemos estimar el tiempo de reembolso de la inversión.

$$\text{Tiempo_de_Reembolso} = \frac{28,409.36}{757.20} = 3\text{ años} + 2\text{ meses}$$

El cual indica que en un tiempo de 3 años y dos meses, a partir del arranque de las dos centrifugas con el nuevo sistema, se recuperará la inversión en su totalidad.

9.3.3 Valor Futuro del Proyecto

El valor futuro del Proyecto a un año se estima considerando la tasa de retorno anual del proyecto.

$$VF = \text{Inv.} * (1+n)^1$$

$$VF = \text{US } \$ 28,409.36 * (1+0.3198)^1$$

$$VF = \text{US } \$ 37,494.67$$

9.3.4 Diagrama del Flujo de Fondos

El flujo de fondos generado por el proyecto se muestra en figura 9.1.

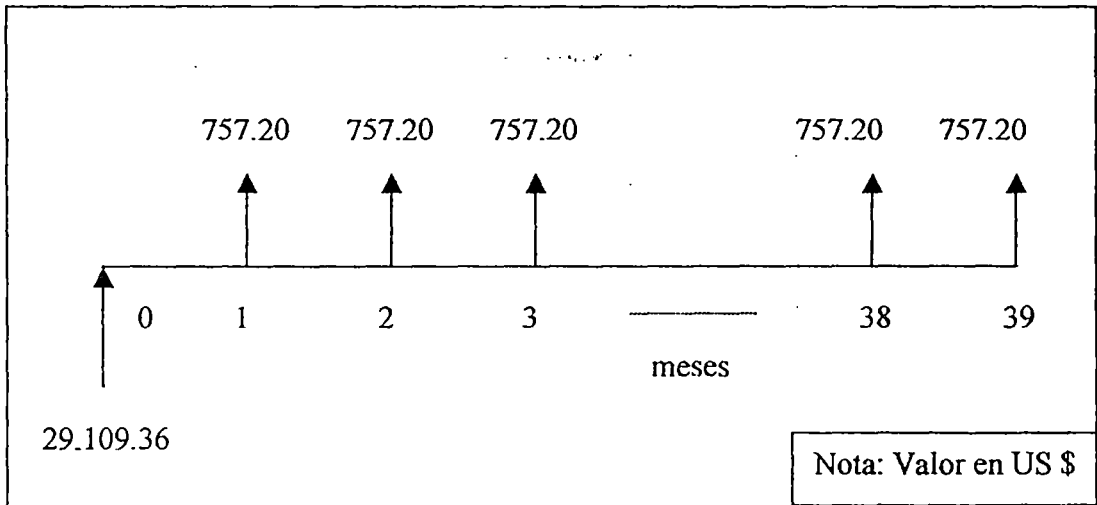


Figura N° 9.1.- Flujo de Fondos Generado por el Proyecto

Conclusiones

Esta tesis centra su desarrollo en los procedimientos, arquitecturas, ventajas y desarrollo de estrategias de control aplicados en la implementación de un sistema de control industrial basado en un controlador lógico programable y un panel de operador electrónico; los cuales están comunicados por medio de una red industrial. La Tesis incluye también la identificación de sistemas y la implementación de dos lazos de control de velocidad del tipo proporcional-integral-derivativo y un sistema completo de indicación y alarmas del sistema.

De acuerdo a los resultados que se presentaron durante el desarrollo de la tesis, las conclusiones son las siguientes:

- El sistema propuesto cumplió con los objetivos planteados por la Tesis al obtenerse una reducción en el tiempo de operación y consumo de energía, superior al 36%; y una mejora en la contextura del producto final, el cual, ya no necesita ser trabajada por el operador al finalizar el proceso.

- En la identificación del sistema se optó por el primer método de Ziegler Nichols, método utilizado en la identificación de sistemas que se basa en un análisis gráfico de la respuesta en el tiempo que presenta el sistema ante un escalón. Se optó por un método no analítico debido a las no linealidades (saturación, histéresis y banda muerta) que presentaba el sistema de la centrífuga y hacían difícil su identificación.
- La válvula proporcional que regula el caudal hacia el motor hidráulico, está limitada a cambios bruscos (tipo escalón) mayores del 50% de su alcance, por lo que se realizó la identificación del sistema con escalones progresivos de 10% hasta llegar al 50% del rango observándose un comportamiento similar en cada uno de los cambios (ver punto 7.6.1), escogiéndose uno de ellos para la identificación de los parámetros.
- Debido a la limitación en el actuador mencionada en el punto anterior se estableció para los cambios de velocidad (de subida o bajada), un cambio progresivo tipo rampa (12 RPM/s) en la referencia de velocidad.
- El resultado experimental y la proximidad entre los parámetros finales de los controladores y los dados por el primer método de Ziegler & Nichols, verifican la aplicabilidad del método utilizado para la sintonización de los controladores.

- El desempeño del control de velocidad a bajas revoluciones (< 30 RPM) disminuye debido a la incertidumbre presentada en la respuesta del caudal de la válvula proporcional ante un valor bajo en la señal de control.
- La utilización de estándares, aceptados internacionalmente, en la selección y utilización de los equipos, el desarrollo de la aplicación de simulación y los protocolos de pruebas realizados, disminuyen los procedimientos a realizarse y riesgos innecesarios en el momento del arranque y puesta en marcha, agilizando este proceso y dando las seguridades del caso en la respuesta del sistema ante determinadas acciones.
- Los gabinetes y equipos de control tienen un grado de protección de acuerdo a las condiciones del ambiente donde va a ser instalados. Un ambiente más agresivo exige una mayor protección y un aumento en el costo de los equipos. Es por eso que se optó por la ubicación de los nuevos gabinetes en un ambiente adecuado el cual exige un grado de protección NEMA 12, adecuado para interiores. La ubicación de los nuevos gabinetes da al sistema, y sus dispositivos, un tiempo de vida mayor al anterior gabinete el cual estaba ubicado a un lado de las centrífugas en un ambiente donde emanan gases corrosivos durante el proceso de centrifugado.

- La seguridad del operador es un factor importante, por lo que se implementó un sistema completo de indicación y alarmas en el Panel de Operador, ubicando en todas las pantallas de operación un botón de emergencia. Independientemente se instaló también botones de emergencia al lado de cada centrífuga.

Bibliografía

1. Allen-Bradley, *A Global Reference Guide for Reading Schematics Diagrams*, Publicación 100-2.10, 1992.
2. Balcells J., Romeral J. L., *Autómatas Programables*, Alfaomega Grupo Editor, 1998.
3. Carranza R., *Automatización Tópicos de Instrumentación y Control*, PUCP.
4. Creus Solé Antonio, *Instrumentación Industrial*, Alfaomega Grupo Editor, Sexta Edición, 1998.
5. Edward Pope J., *Soluciones Prácticas para el Ingeniero Mecánico*, Mc Graw Hill, 2000.
6. ISA – The Instrumentation, Systems, and Automation Society, *Instrumentation Symbols and Identification*, 1992.

7. Ogata Katsuhiko, *Ingeniería de Control Moderna*, Prentice-Hall Hispanoamericana, Tercera Edición, 1998.
8. Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, 2000.
9. Rockwell Automation, *A Guide to Understanding: Short Circuit Protection Devices, Overload Protection Devices, and Coordinated Protection*, Publicación 193-2.10, 1995.
10. Rockwell Automation, *Allen Bradley and Rockwell Software Catalogs on CD*, 2000.
11. Rockwell Automation, *PanelView Standard Operator Terminals*, Publicación 2711-UM014B-EN-P, 2002.
12. Rockwell Automation, *Juego de Instrucciones de SLC500 y MicroLogix 1000*, Publicación 1747-6.15ES, 1996.
13. Rockwell Software, *Guía de Resultados con RsView32*, Doc 9399-2SE32GR-ES, 1999.
14. Slotine Jean-Jacques and Li Weiping, *Applied Nonlinear Control*, Prentice Hall, 1991.

15. Tecsup Campus Virtual, *Supervisión y Control con PC*, 2001.
16. Usher J., *Capital Investment Comparisons and Decision Making with Intangibles*, Department of Industrial Engineering University of Louisville.
17. Valdez Félix, *Impulsando la Profesión de la Gerencia de Proyectos*, Capítulo Lima, Perú del Project Management Institute, 2003.

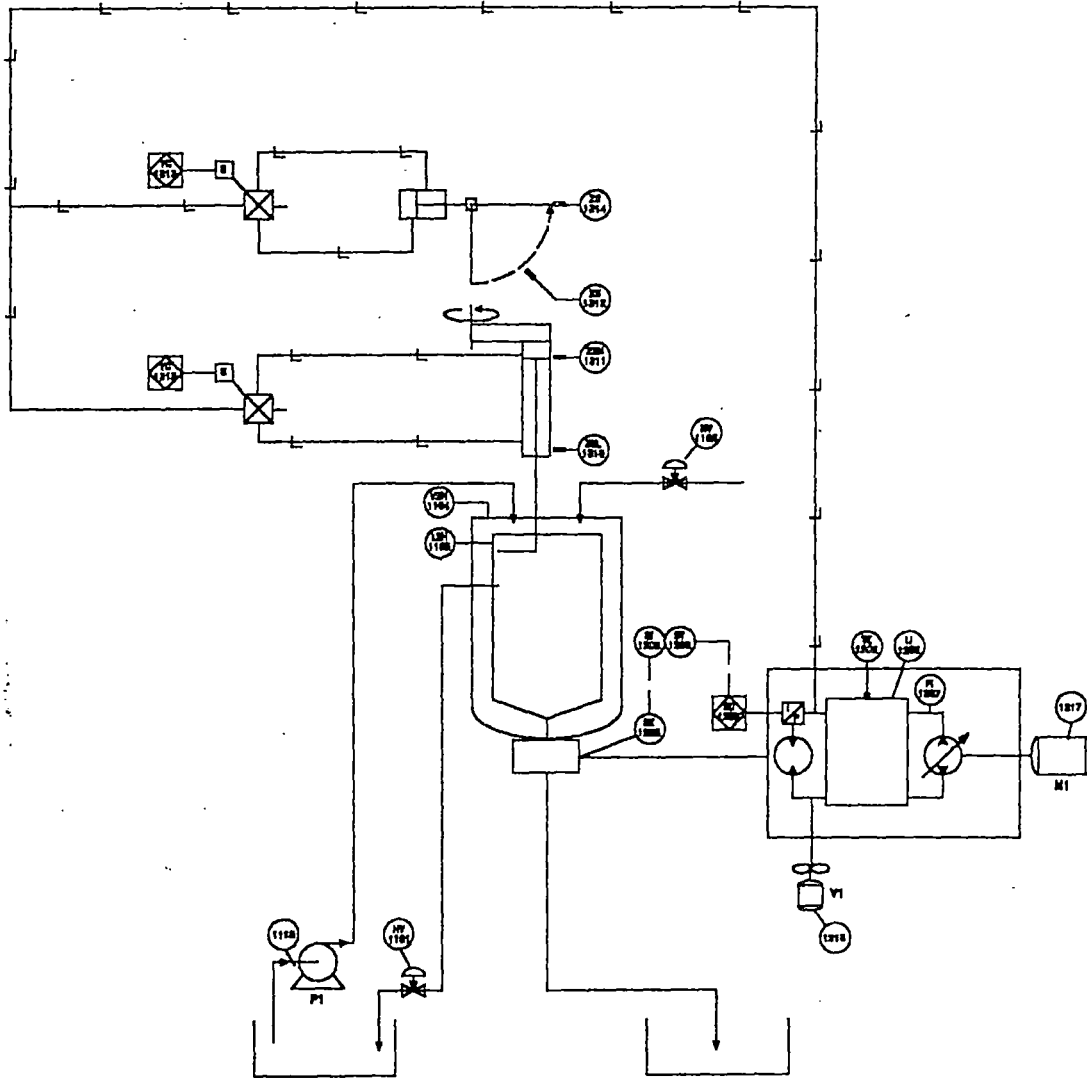
Apéndice 1

Planos Eléctricos

Los planos fueron generados durante el desarrollo del proyecto son los siguientes:

- CENT-70-001: Diagrama de P&ID del Proceso de la Centrífuga 1
- CENT-70-002: Diagrama de P&ID del Proceso de la Centrífuga 2
- CENT-67-013: Diagrama de Fuerza Arrancador de Centrífuga 1
- CENT-67-014: Diagrama de Fuerza Arrancador de Centrífuga 2
- CENT-74-001: Detalle de Borneras TB1 Tablero de Control de Centrífugas
- CENT-74-002: Detalle de Borneras TB2 Tablero de Control de Centrífugas
- CENT-74-003: Detalle de Borneras TB3 Tablero de Control de Centrífugas
- CENT-74-004: Detalle de Tablero de Control de Centrífuga 1 & 2
- CENT-74-005: *Detalle Tarjeta IB16 Slot 1*
- CENT-74-006: Detalle Tarjeta IB16 Slot 2
- CENT-74-007: Detalle Tarjeta IB16 Slot 3
- CENT-74-008: Detalle Tarjeta IB16 Slot 4

- CENT-74-009: Detalle Tarjeta IB16 Slot 5
- CENT-74-010: Detalle Tarjeta OW16 Slot 6
- CENT-74-011: Detalle Tarjeta NI4 Slot 7
- CENT-74-012: Detalle Tablero de Arrancadores Centrifugas 1 & 2
- CENT-74-015: Dimensiones Tablero de Control Centrifugas 1 & 2
- CENT-74-016: Dimensiones Tablero de Arrancadores
- CENT-74-017: Detalle Tarjeta NI8u Slot 8
- CENT-74-018: Detalle Tarjeta NO8I Slot 9



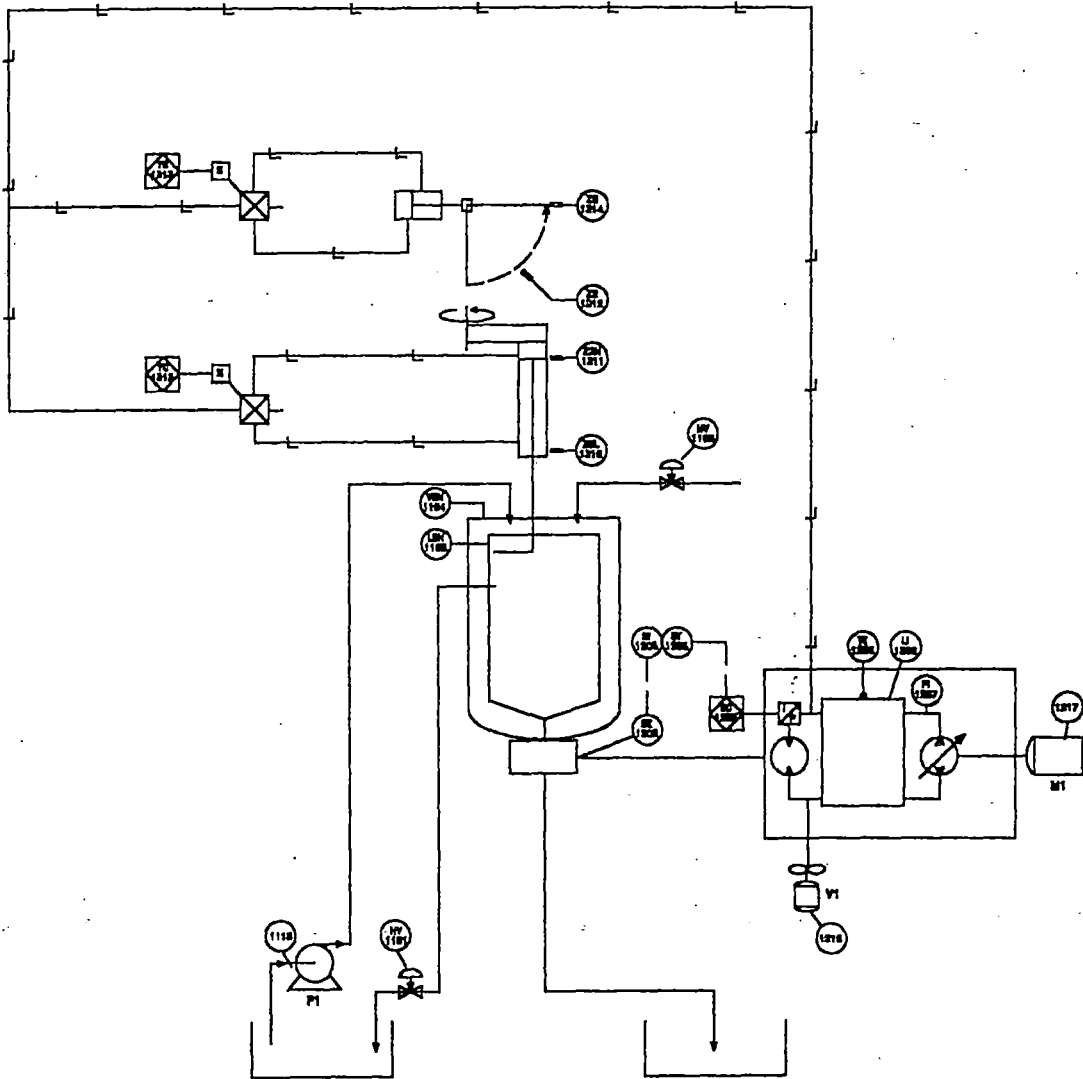
CENTRIFUGA 1

LEYENDA	
P1	- BOMBA DE LLENADO
V1	- VENTILADOR DEL SISTEMA HIDRAULICO
VY	- VALVULA DE LLENADO
VZ	- VALVULA DE AGUA CALIENTE
YSH	- SWITCH DE ALTA VIBRACION
LSH	- SENSOR DE NIVEL DE LIQUIDO
PI	- INDICADOR DE PRESION DE ACEITE
LI	- INDICADOR DEL NIVEL DE ACEITE
TE	- SENSOR DE TEMPERATURA CON TERMOPOZO
I/P	- CONVERTIDOR CORRIENTE A PRESION
SC	- CONTROLADOR DE VELOCIDAD
SI	- INDICADOR DE VELOCIDAD
SE	- SENSOR DE VELOCIDAD
ST	- TRANSMISOR DE VELOCIDAD
ZS	- LIMIT SWITCH DE PISTON DE GIRO
ZSH	- LIMIT SWITCH DE PISTON DE BARRIDO ARRIBA
ZSL	- LIMIT SWITCH DE PISTON DE BARRIDO ABAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0	PARA APROBACION	14/10/02
1	PARA CONSTRUCCION	11/11/02
2	AS BUILT	13/11/02

PROYECTO			
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos			
PLANO			
DIAGRAMA P&ID DEL PROCESO DE LA CENTRIFUGA 1			
REVISADO	D.L.E.	FECHA	ESCALA
	D.L.E.	14-10-02	S/N
	D.L.E.	10-10-02	
NO. - 70 - 771			2



CENTRIFUGA 1

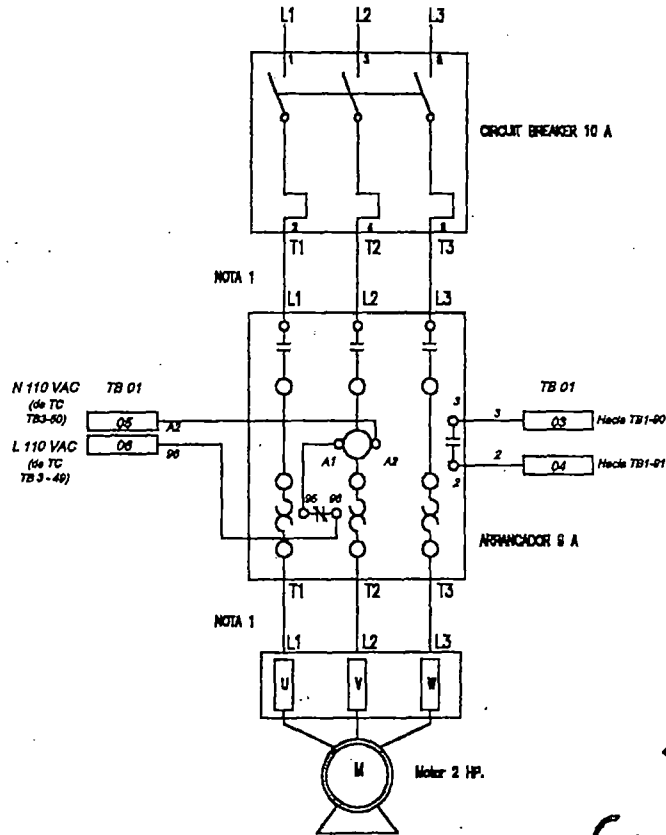
LEYENDA	
P1	- BOMBA DE LLENADO
V1	- VENTILADOR DEL SISTEMA HIDRAULICO
HV	- VALVULA DE LLENADO
HV	- VALVULA DE AGUA CALIENTE
VSH	- SWITCH DE ALTA VIBRACION
LSH	- SENSOR DE NIVEL DE LIQUIDO
PI	- INDICADOR DE PRESION DE ACEITE
LI	- INDICADOR DEL NIVEL DE ACEITE
TE	- SENSOR DE TEMPERATURA CON TERMOPOZO
L/P	- CONVERTIDOR CORRIENTE A PRESION
SC	- CONTROLADOR DE VELOCIDAD
SI	- INDICADOR DE VELOCIDAD
SE	- SENSOR DE VELOCIDAD
ST	- TRANSMISOR DE VELOCIDAD
ZS	- LIMIT SWITCH DE PISTON DE GIRO
ZSH	- LIMIT SWITCH DE PISTON DE BARRIDO ARRIBA
ZSL	- LIMIT SWITCH DE PISTON DE BARRIDO ABAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 Lima-Peru

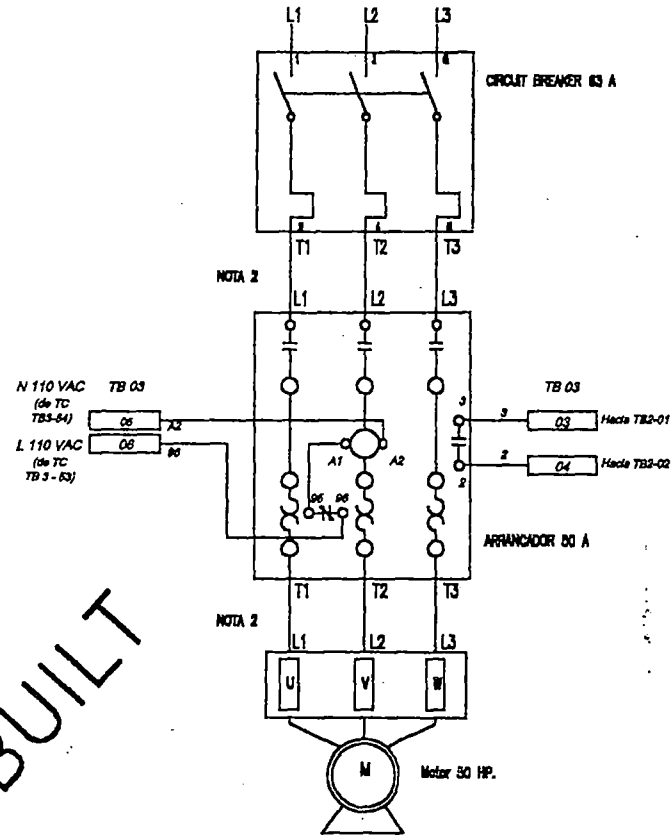
	REVISADO	FECHA
0	PARA APROBACION	14/10/02
1	PARA CONSTRUCCION	11/11/02
2	AS BUILT	13/11/02

PROYECTO			
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE LECOS			
PLANO			
DIAGRAMA P&ID DEL PROCESO DE LA CENTRIFUGA 2			
ELABORADO	D.L.R.	14-10-02	REVISADO
ELABORADO	D.L.R.	10-10-02	REVISADO
ELABORADO			REVISADO
Escala - 1:1			Hoja - 002
CENT-70-002			2

MOTOR DE BOMBA DE REFRIGERACION
440V 3Ø 60 HZ



MOTOR DE BOMBA HIDRAULICA
440V 3Ø 60 HZ



- NOTAS:
1. Cableado con Conductor TW 12 AWG
 2. Cableado con Conductor TW 4 AWG

AS BUILT

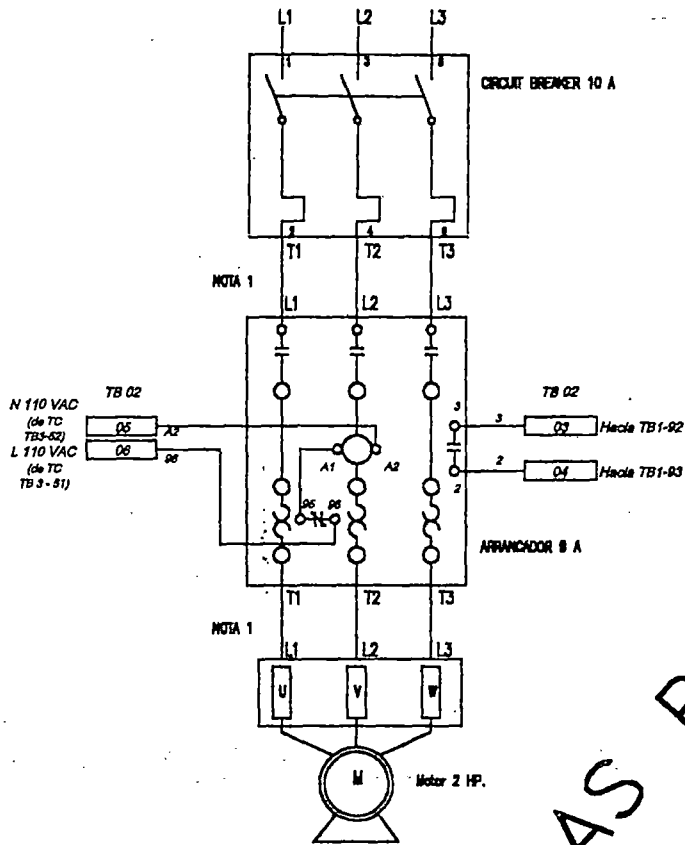
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		11/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos			
PLANO			
DIAGRAMA DE FUERZA			
ARRANCADOR DE CENTRIFUGA 1			
CONSTRUCION	D.L.E.	14-10-02	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DISEÑO	D.L.E.	10-10-02	
REVISADO			
APROBADO			
E.S. - 1000			SCHEMA E/E
CERT-57-018			2
E.S. - 1000			1/1

MOTOR DE BOMBA DE REFRIGERACION

440V 3φ 60 HZ

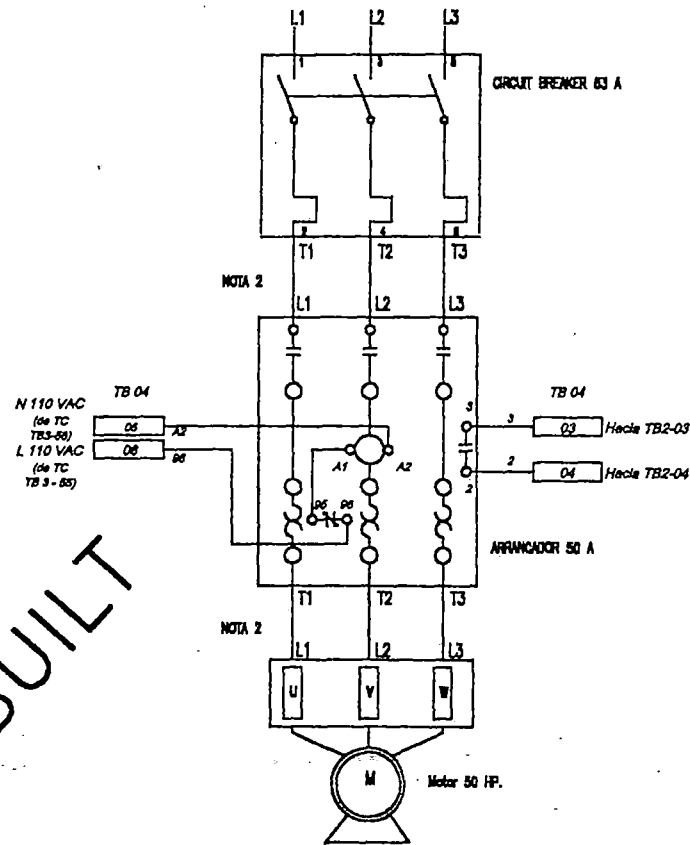


NOTA 1

NOTA 1

MOTOR DE BOMBA HIDRAULICA

440V 3φ 60 HZ



NOTA 2

NOTA 2

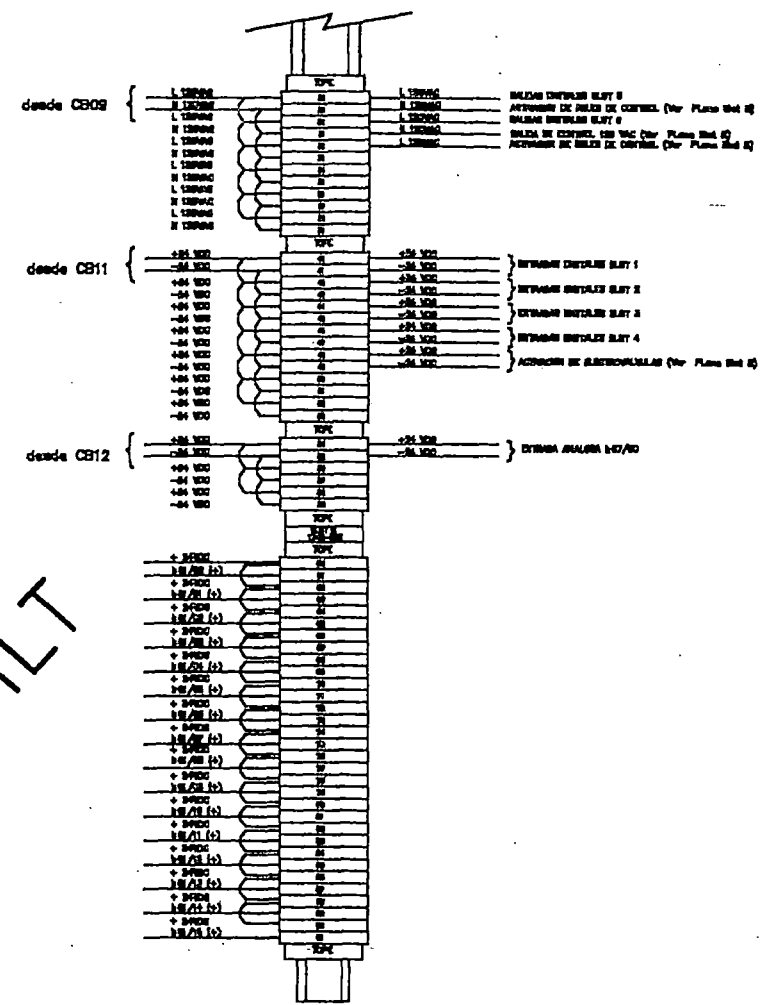
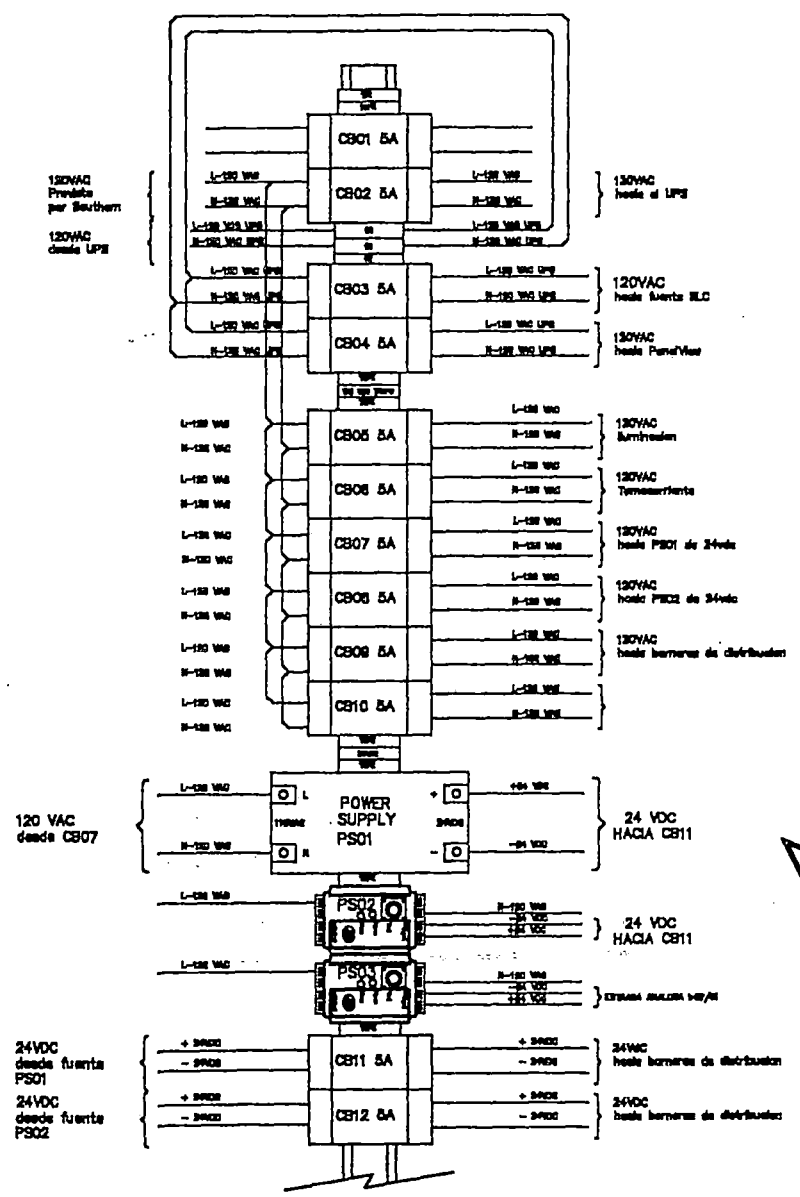
AS BUILT

NOTAS:
1. Cables con Conductor TW 12 AWG
2. Cables con Conductor TW 4 AWG

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0	PARA APROBACION	14/10/02
1	PARA CONSTRUCCION	11/11/02
2	AS BUILT	13/11/02

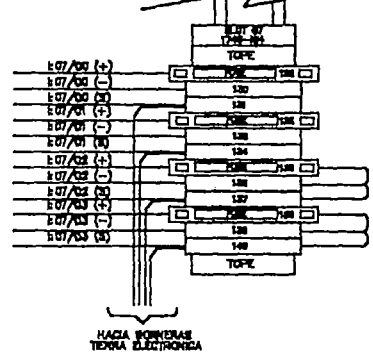
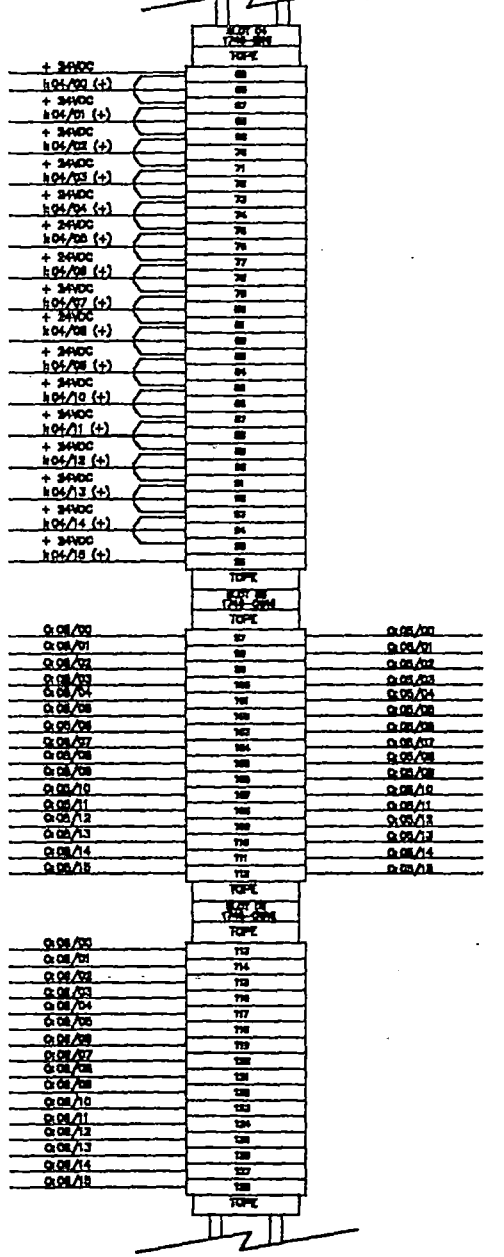
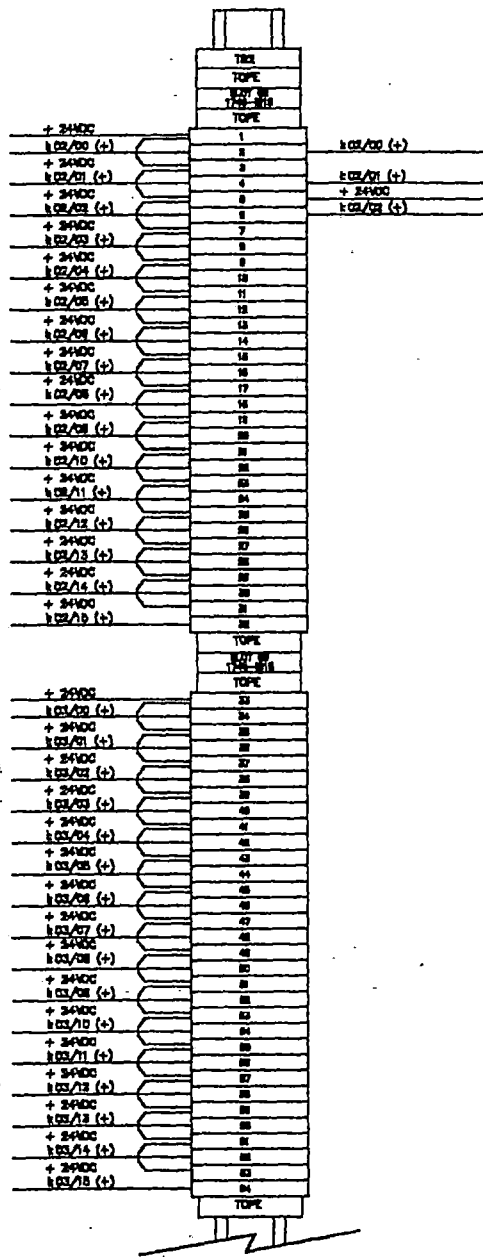
PROYECTO			SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE LODOS		
PLANO					
			DIAGRAMA DE FUERZA		
			ARRANCADOR DE CENTRIFUGA 2		
ELABORADO	D.I.E.	14-10-02	REVISADO	S/E	2
REVISADO	D.I.E.	10-10-02	APROBADO		
			CENT-07-014		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		11/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

PROYECTO			
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE LODOC			
PLANO			
DETALLE DE BORNERAS TB1			
TABLERO DE CONTROL DE CENTRIFUGAS			
UNION	D.L.R.	14-10-02	OPERA: N/E
REVISADO	D.L.R.	10-10-02	Nº PÁGINA: 2
			CENT-74-001



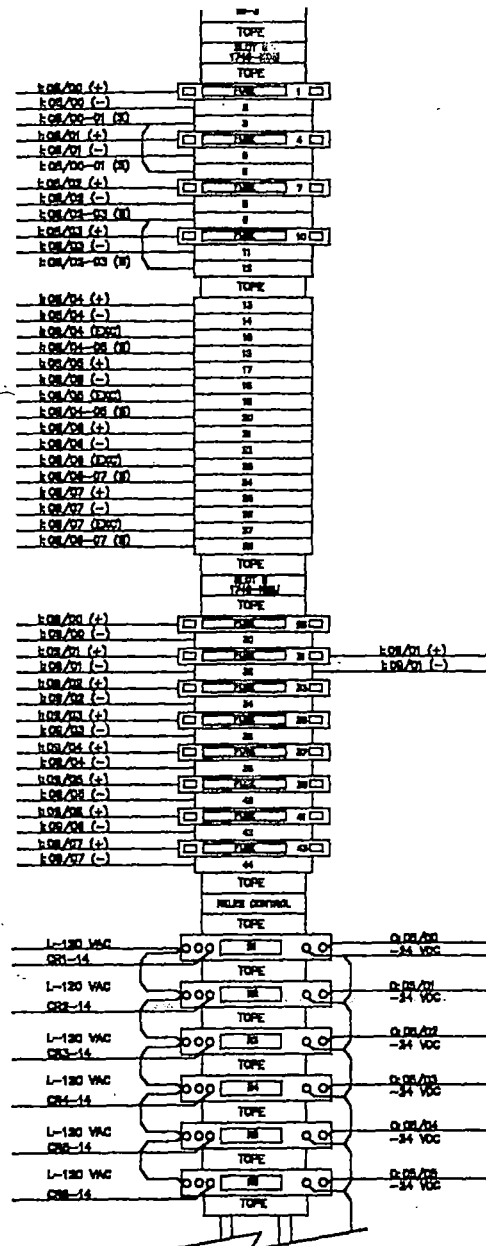
ACTIVACION DE VELES

AS BUILT

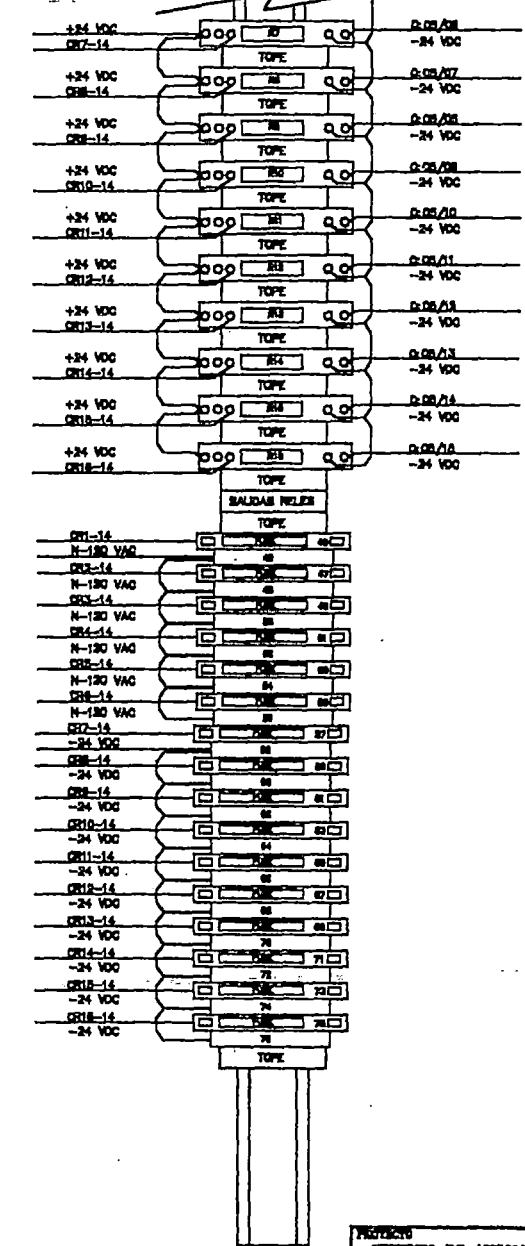
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 Lima-Peru

	REVISADO	FECHA
0	PARA APROBACION	14/10/02
1	PARA CONSTRUCCION	11/11/02
2	AS BUILT	13/11/02

PROYECTO			
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos			
PLANO			
DETALLE DE BORNERAS TB2			
TABLERO DE CONTROL DE CENTRIFUGAS			
COMPROBADO	D.L.E.	14-10-02	ENCARGADO
DISEÑADO	D.L.E.	10-10-02	S/E
REVISADO			2



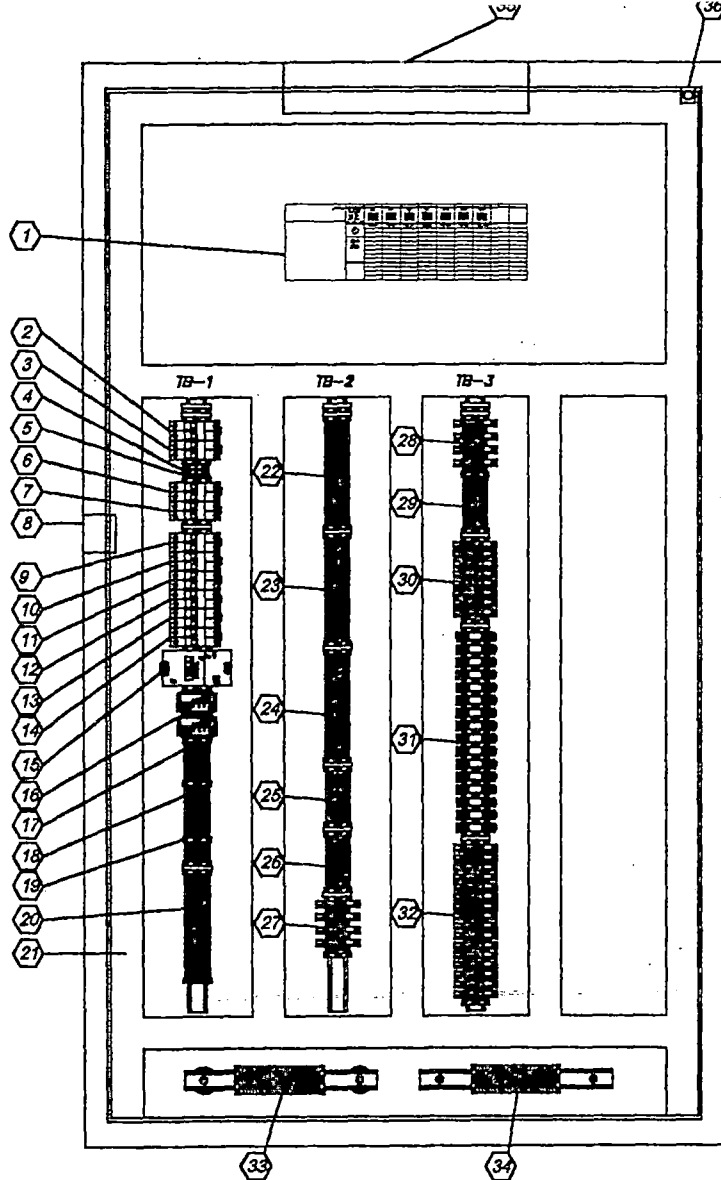
AS BUILT



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		13/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

PROYECTO			
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos			
PLANO			
DETALLE DE BORNERAS TBS			
TABLERO DE CONTROL DE CENTRIFUGAS			
ELABORADO	D.L.B.	14-10-02	REVISADO
REVISADO	D.L.B.	19-10-02	FECHA
CENT-74-003			2



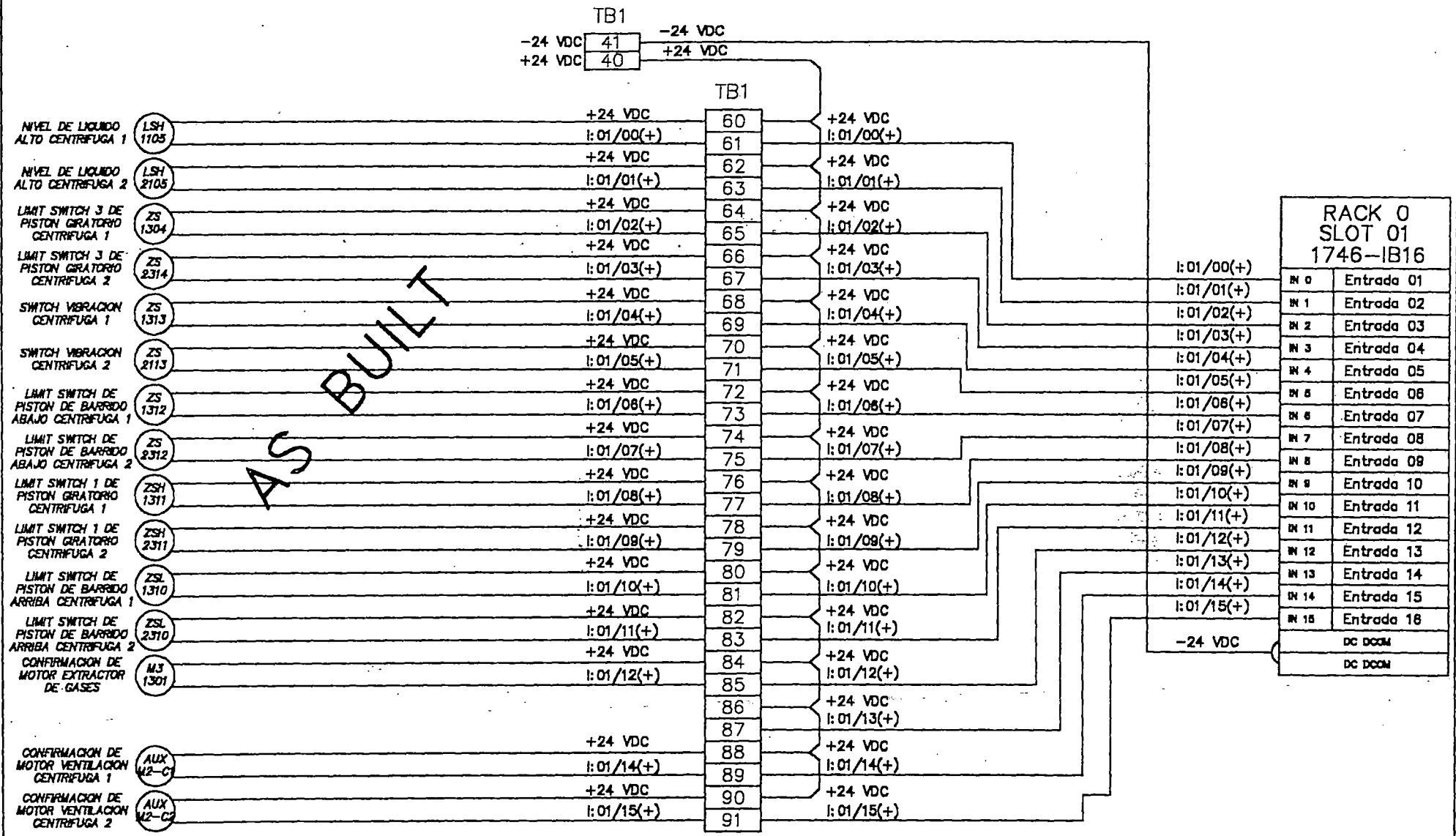
AS BUILT

LISTA DE MATERIALES		
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
①	01	1746-110 OMBRO BLOQUE DE 10 BLOQUE
	01	1746-112 FUENTE BLOQUE 80-200 V 6 AMP
	01	1746-113 PROCESADOR BLOQUE 6/10 24V
	04	1746-201 MÓDULO DE ENTRADAS DISTALES 24VDC DE 4 CANALES
	02	1746-014 MÓDULO DE SALIDAS DISTALES 24VDC RELAY DE 16 CANALES
	01	1746-104 MÓDULO DE ENTRADAS ANALOGAS DE 4 CANALES
	02	1746-101 TAPA DE BLOQUE
②	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
③	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
④	02	BOMBERA IMPLE
⑤	01	BOMBERA DE TERMINA
⑥	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
⑦	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
⑧	01	TERMINACION DOBLE INDUSTRIAL
⑨	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
⑩	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
⑪	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
⑫	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
⑬	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
⑭	01	CIRCUIT BREAKER ALLEN BRADLEY BA
⑮	01	FUENTE SOLA 24VDC 6 AMP
⑯	02	FUENTE LINEAL 24VDC 100mA
⑰	01	BOMBERA DE DISTRIBUCION 24VDC
⑱	01	BOMBERA DE DISTRIBUCION 24VDC
⑲	01	BOMBERA DE DISTRIBUCION 24VDC
⑳	32	BOMBERA PARA 1746-201 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM
㉑	32	BOMBERA IMPLE PARA 1746-201 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM
㉒	32	BOMBERA IMPLE PARA 1746-201 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM
㉓	32	BOMBERA IMPLE PARA 1746-201 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM
㉔	16	BOMBERA IMPLE PARA 1746-014 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM
㉕	16	BOMBERA IMPLE PARA 1746-014 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM
㉖	12	BOMBERA PARA 1746-104 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM (16 B. FUSIBLES+16 B. IMPLE)
㉗	12	BOMBERA PARA 1746-104 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM (16 B. FUSIBLES+16 B. IMPLE)
㉘	16	BOMBERA IMPLE PARA 1746-104 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM
㉙	16	BOMBERA PARA 1746-104 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM (16 B. FUSIBLES+16 B. IMPLE)
㉚	16	BOMBERA PARA 1746-104 EN BLOQUE DE CANALIZADA 2000 MM (16 B. FUSIBLES+16 B. IMPLE)
㉛	32	BOMBERA PARA BLOQUE DE CONTROL (16 B. FUSIBLES + 16 B. IMPLE)
㉜	23	BOMBERA PARA BOMBERA ELECTRONICA
㉝	23	BOMBERA PARA BOMBERA ELECTRONICA
㉞	01	LAMPARAS TORNAC
㉟	01	INTERRUPTOR DE FUENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
1	PARA APROBACION	14/10/02
1	PARA CONSTRUCCION	11/11/02
2	AS BUILT	13/11/02

PROYECTO			SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos		
PLANO			DETALLE DE TABLERO DE CONTROL DE CENTRIFUGAS 1 & 2.		
ELABORADO	D.L.R.	14-10-02	REVISADO	E/R	2
DISEÑO	D.L.R.	10-10-02	APROBADO	F. PLAZA	2
REVISADO			APROBADO	CENT-74-004	2
APROBADO			APROBADO		2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		11/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

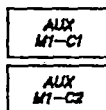
PROYECTO: SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE LODO

PLANO: DETALLE TARJETA IB 16 SLOT 1

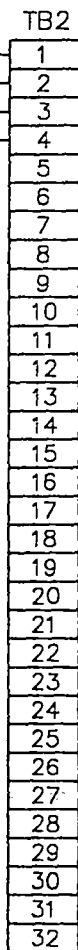
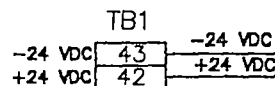
ELABORADO	D.L.R.	14-10-02	REVISADO	B/E	2
DISEÑO	D.L.R.	10-10-02	REVISADO	CENT-74-000	1/1
APROBADO					

CONFIRMACION DE MOTOR DE UNIDAD HIDRAULICA CENTRIFUGA 1

CONFIRMACION DE MOTOR DE UNIDAD HIDRAULICA CENTRIFUGA 2



AS BUILT



RACK 0 SLOT 02 1746-IB16	
N 0	Entrada 01
N 1	Entrada 02
N 2	Entrada 03
N 3	Entrada 04
N 4	Entrada 05
N 5	Entrada 06
N 6	Entrada 07
N 7	Entrada 08
N 8	Entrada 09
N 9	Entrada 10
N 10	Entrada 11
N 11	Entrada 12
N 12	Entrada 13
N 13	Entrada 14
N 14	Entrada 15
N 15	Entrada 16
DC 0004	
DC 0004	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		11/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

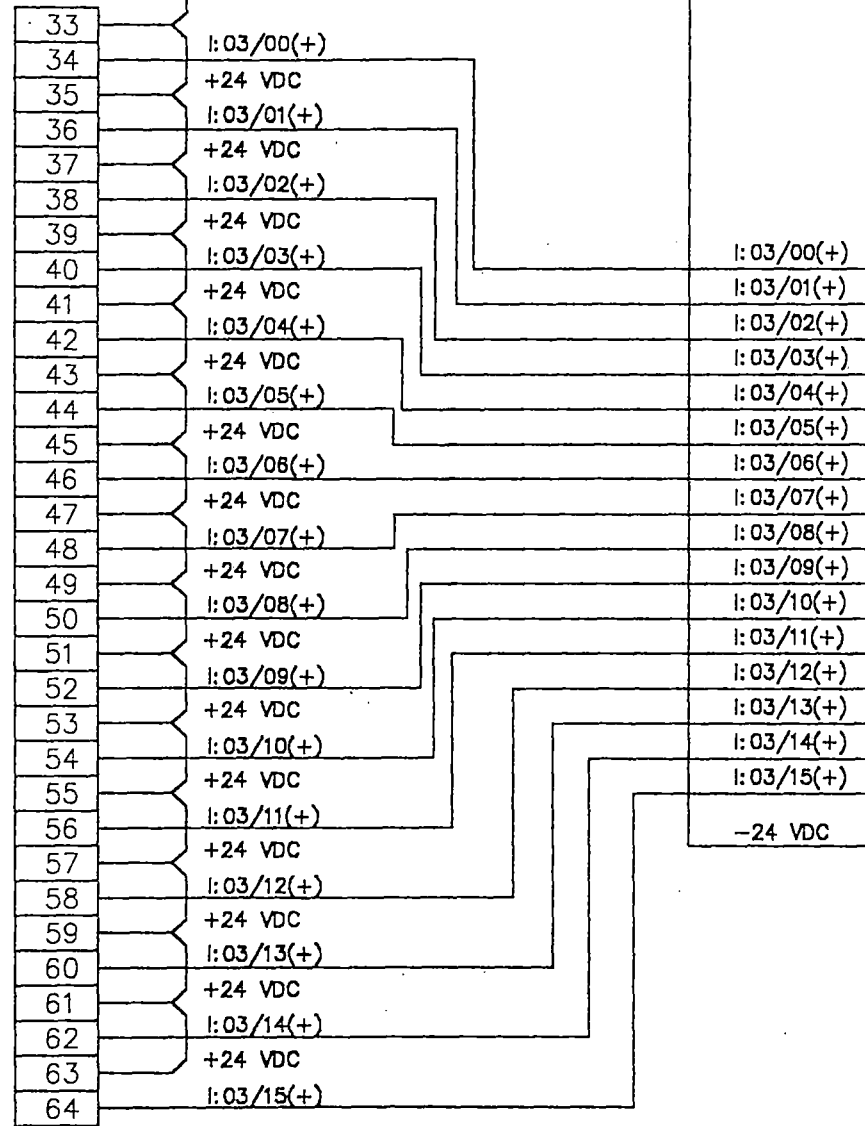
PROYECTO
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos

PLANO
DETALLE TARJETA IB16 SLOT 2

ELABORADO	R.L.B.	14-10-02	REVISADO	S/E	2
VERIFICADO	R.L.B.	10-10-02	PROYECTO	74-000	

-24 VDC 45
 +24 VDC 44

TB2



RACK 0 SLOT 03 1746-IB16	
IN 0	Entrada 01
IN 1	Entrada 02
IN 2	Entrada 03
IN 3	Entrada 04
IN 4	Entrada 05
IN 5	Entrada 06
IN 6	Entrada 07
IN 7	Entrada 08
IN 8	Entrada 09
IN 9	Entrada 10
IN 10	Entrada 11
IN 11	Entrada 12
IN 12	Entrada 13
IN 13	Entrada 14
IN 14	Entrada 15
IN 15	Entrada 16
-24 VDC	
DC DCOM	
DC DCOM	

AS BUILT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		11/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

PROYECTO: SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos

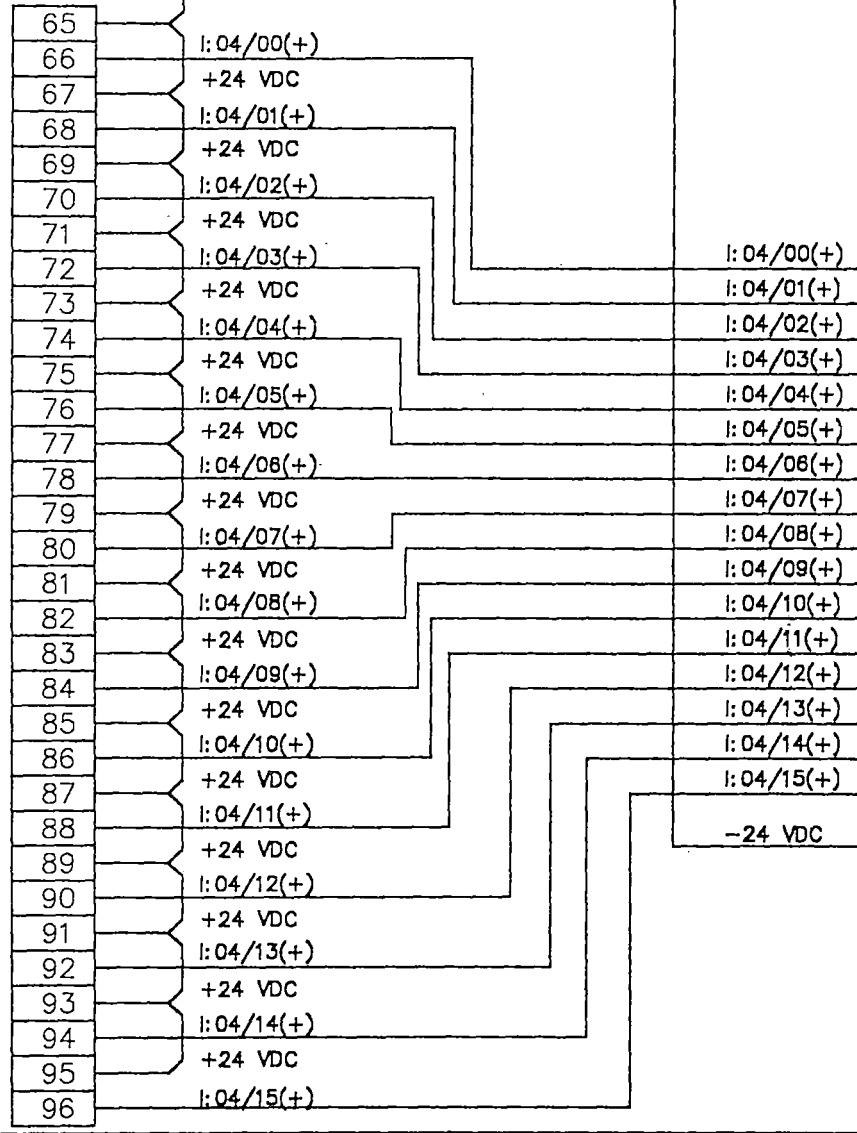
PLANO: DETALLE TARJETA IB16 SLOT 3

MODIFICACION	D.L.E.	14-10-02	ESCALA:	E/E	2
DIBUJO	D.L.E.	16-10-08	NO. PLANO		1/1
REVISADO			CENT-74-007		
APROBADO					

-24 VDC 47 -24 VDC
 +24 VDC 46 +24 VDC

AS BUILT

TB2



RACK 0
 SLOT 04
 1746-IB16

IN 0	Entrada 01
IN 1	Entrada 02
IN 2	Entrada 03
IN 3	Entrada 04
IN 4	Entrada 05
IN 5	Entrada 06
IN 6	Entrada 07
IN 7	Entrada 08
IN 8	Entrada 09
IN 9	Entrada 10
IN 10	Entrada 11
IN 11	Entrada 12
IN 12	Entrada 13
IN 13	Entrada 14
IN 14	Entrada 15
IN 15	Entrada 16
	DC DCOM
	DC DCOM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		11/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

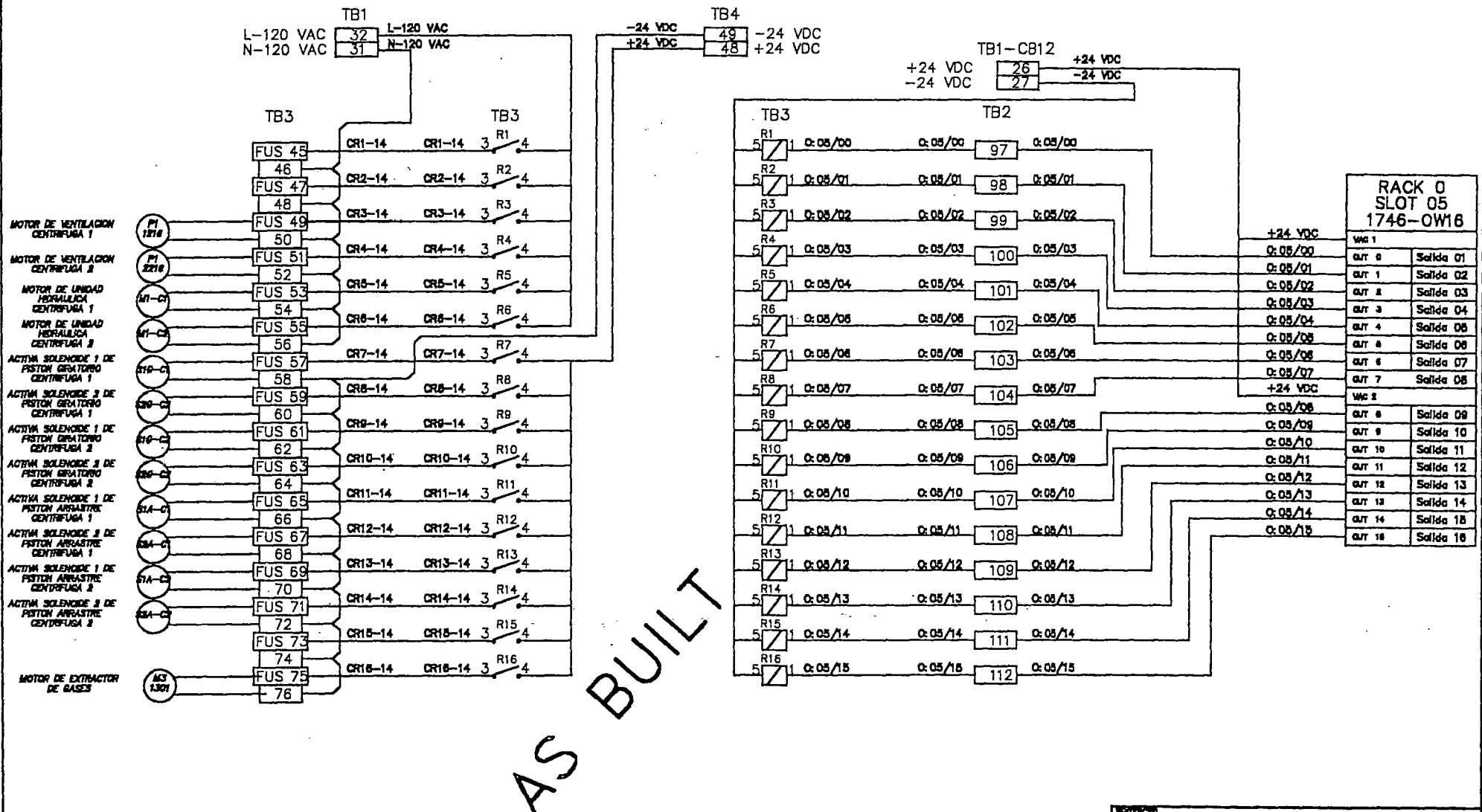
PROYECTO
 SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos

PLANO
DETALLE TARJETA IB16 SLOT 4

REVISADO	ELAB.	14-10-02	REVISADO	ELAB.	18-10-02
REVISADO	ELAB.		REVISADO	ELAB.	
APROBADO			APROBADO		

NO. DEL DISEÑO: 74-008

2



AS BUILT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Lima-Perú

REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION	14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION	11/11/02
2 AS BUILT	13/11/02

PROYECTO: SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos

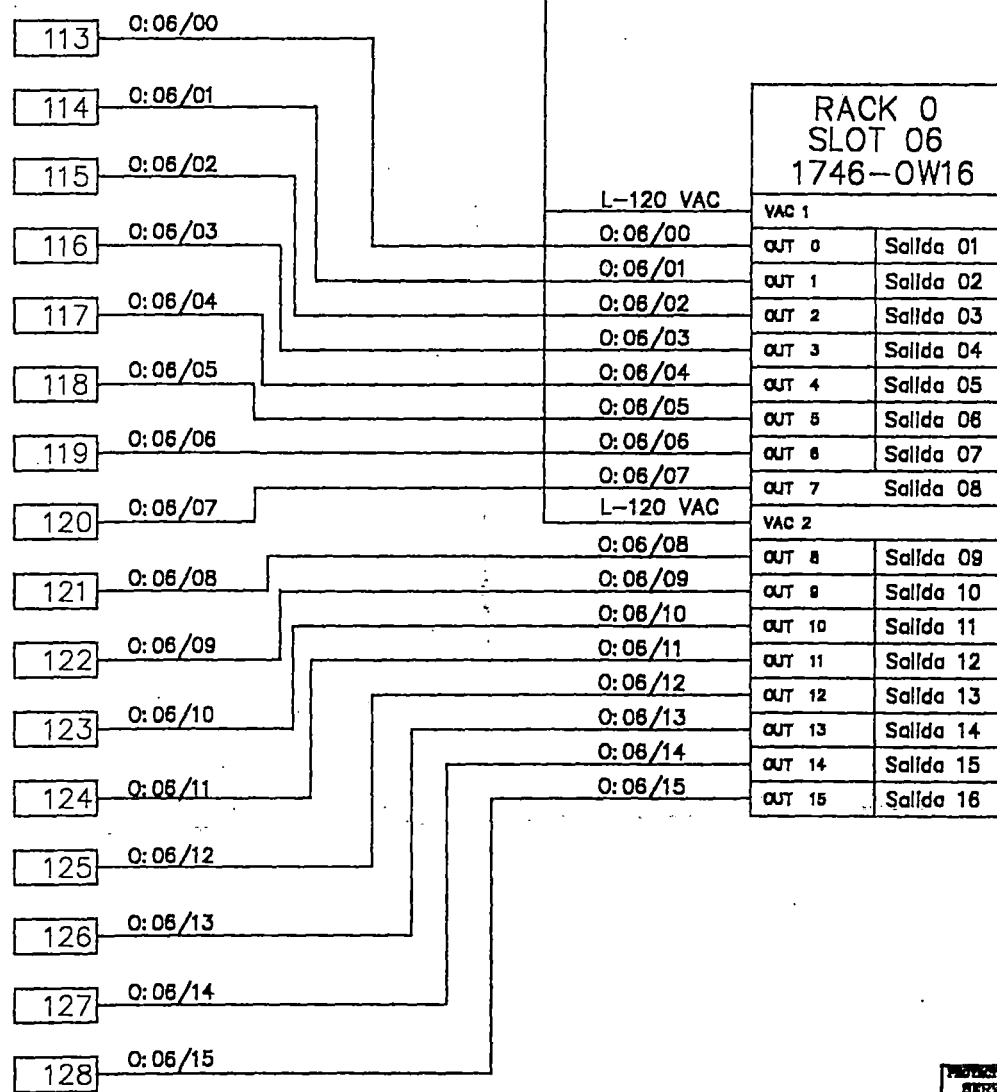
PLANO: DETALLE TARJETA OW16 SLOT 5

UNION	D.L.E.	14-10-02
CHILLO	D.L.E.	10-10-02
REVISADO		

REVISADO	E/S	2
----------	-----	---

L-120 VAC 30 L-120 VAC

TB2



RACK 0
SLOT 06
1746-OW16

VAC 1	
OUT 0	Salida 01
OUT 1	Salida 02
OUT 2	Salida 03
OUT 3	Salida 04
OUT 4	Salida 05
OUT 5	Salida 06
OUT 6	Salida 07
OUT 7	Salida 08
VAC 2	
OUT 8	Salida 09
OUT 9	Salida 10
OUT 10	Salida 11
OUT 11	Salida 12
OUT 12	Salida 13
OUT 13	Salida 14
OUT 14	Salida 15
OUT 15	Salida 16

AS BUILT

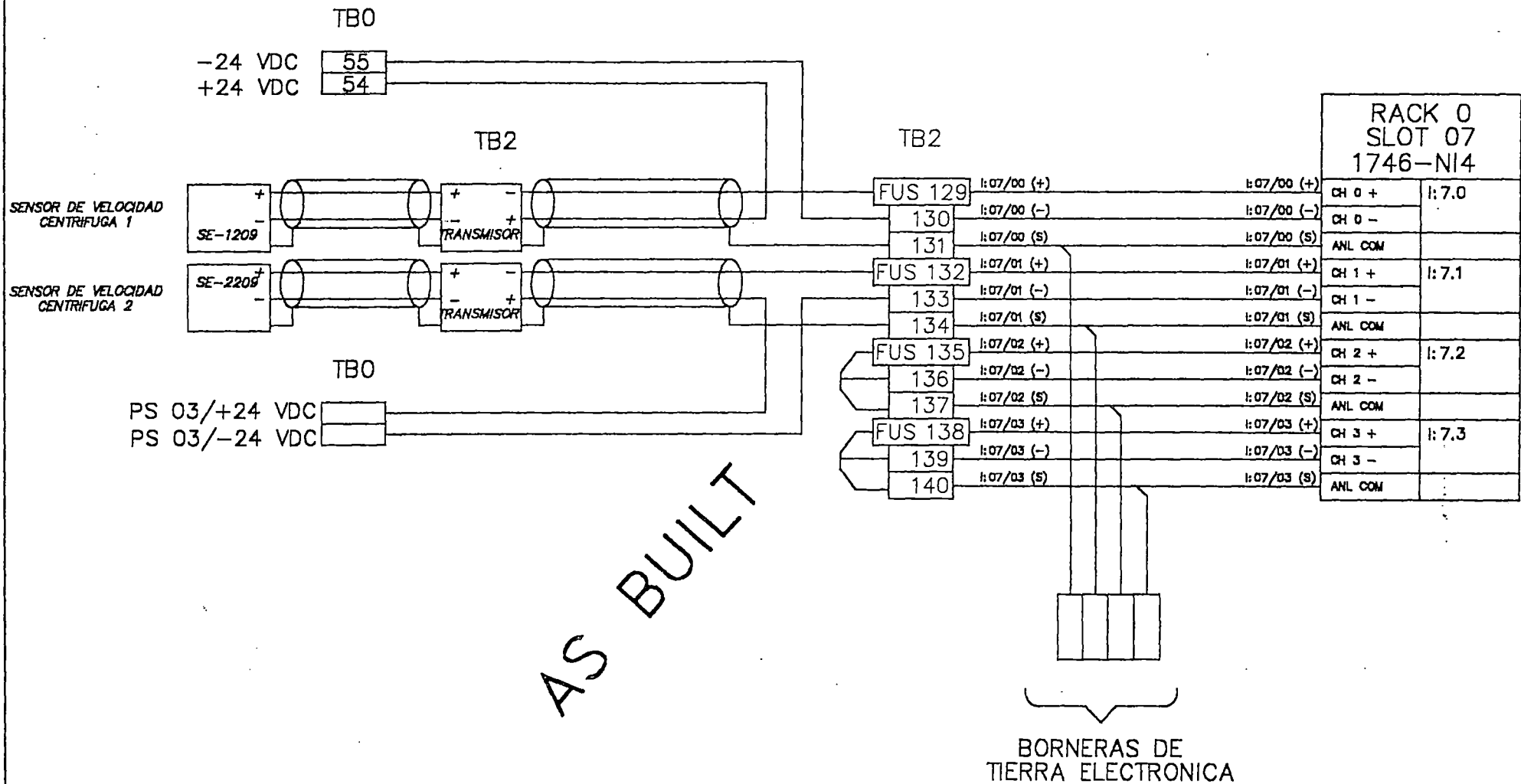
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		17/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

PROYECTO: SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos

PLANO: DETALLE TARJETA OW16 SLOT 6

REVISADO	DISE.	14-10-02	REVISADO	S/E	2
DISEÑO	S.E.	10-10-02	PROYECTO	CENT-74-010	



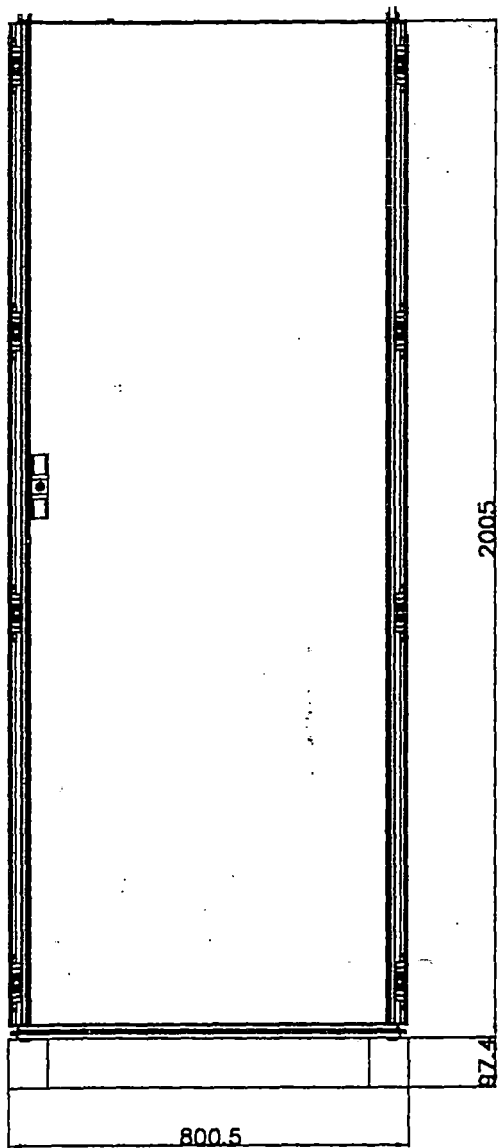
RACK 0 SLOT 07 1746-NI4	
CH 0 +	I: 7.0
CH 0 -	
ANL COM	
CH 1 +	I: 7.1
CH 1 -	
ANL COM	
CH 2 +	I: 7.2
CH 2 -	
ANL COM	
CH 3 +	I: 7.3
CH 3 -	
ANL COM	

BORNERAS DE TIERRA ELECTRONICA

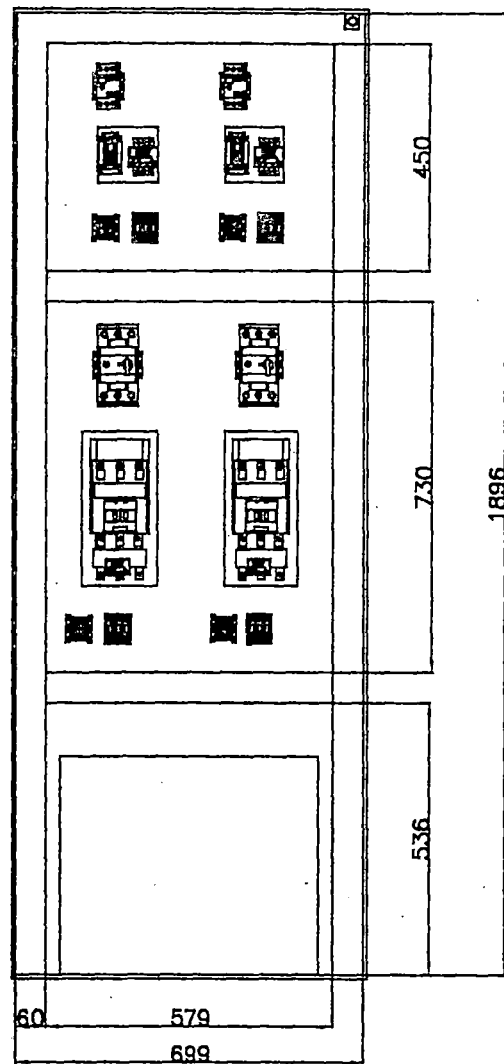
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0		14/10/02
1		11/11/02
2		13/11/02

PROYECTO			
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos			
PLANO			
DETALLE TARJETA NI4 SLOT 7			
ELABORADO	D.L.E.	14-10-02	REVISADO
REVISADO	D.L.E.	18-10-02	FECHA
APROBADO			
		ESCALA	2/2
		NO. PLAN	2
		CENT-74-011	1/1



AS BUILT



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Lima-Perú

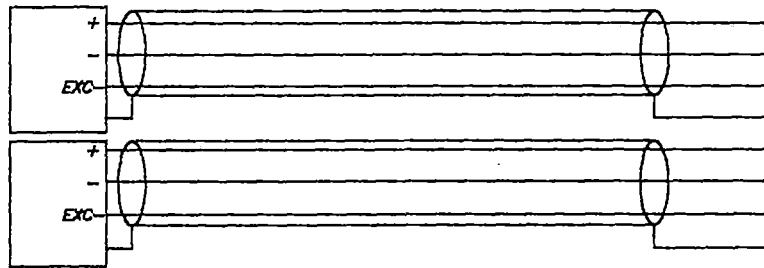
	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		17/1/02
2 AS BUILT		13/1/02

PROYECTO										
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE Lodos										
PLANO										
DIMENSIONES TABLERO DE ARRANCADORES										
DISEÑADO	D.L.R.	14-10-02	REVISADO							
DISEÑADO	S.L.R.	10-10-02	REVISADO							
APROBADO			APROBADO							
<table border="1"> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>N/E</td> </tr> <tr> <td>F. PLAN:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CENT-74-016</td> <td></td> </tr> </table>			ESCALA:	N/E	F. PLAN:		CENT-74-016		<table border="1"> <tr> <td>2</td> </tr> </table>	2
ESCALA:	N/E									
F. PLAN:										
CENT-74-016										
2										

AS BUILT

SENSOR DE TEMPERATURA DE ACEITE (RTD) CENTRIFUGA 1
TE-1206

SENSOR DE TEMPERATURA DE ACEITE (RTD) CENTRIFUGA 2
TE-2206



FUS 001	h:08/00 (+)	h:08/00 (+)
002	h:08/00 (-)	h:08/00 (-)
003	h:08/00 (S)	h:08/00-01 (S)
FUS 004	h:08/01 (+)	h:08/01 (+)
005	h:08/01 (-)	h:08/01 (-)
006	h:08/01 (S)	h:08/02 (+)
FUS 007	h:08/02 (+)	h:08/02 (-)
008	h:08/02 (-)	h:08/02-03 (S)
009	h:08/02 (S)	h:08/03 (+)
FUS 010	h:08/03 (+)	h:08/03 (-)
011	h:08/03 (-)	
012	h:08/03 (S)	
013		
014		
015		
016		
017		
018		
019		
020		
021		
022		
023		
024		
025		
026		
027		
028		

RACK 0 SLOT 08 1746sc-N18U	
CH 0 +	I: 8.0
CH 0 -	
SHIELD 0/1	
CH 1 +	I: 8.1
CH 1 -	
CH 2 +	I: 8.2
CH 2 -	
SHIELD 2/3	
CH 3 +	I: 8.3
CH 3 -	
EXC4 +	I: 8.4
CH 4 +	
CH 4 -	
EXC4 -	
SHIELD 4/5	
EXC5 +	I: 8.5
CH 5 +	
CH 5 -	
EXC5 -	
EXC6 +	I: 8.6
CH 6 +	
CH 6 -	
EXC6 -	
SHIELD 6/7	
EXC7 +	I: 8.7
CH 7 +	
CH 7 -	
EXC7 -	

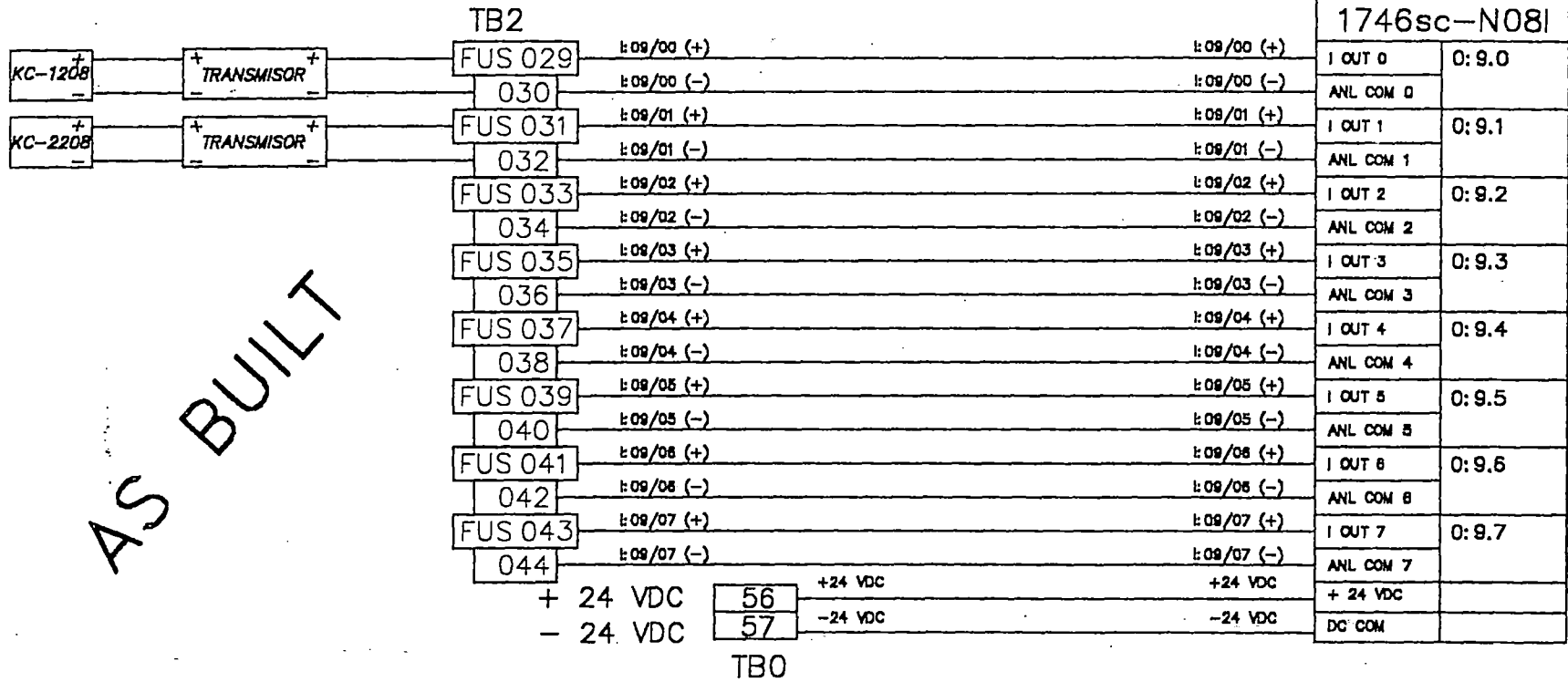
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0		14/10/02
1		11/11/02
2		12/11/02

PROYECTO			
SERVICIO DE AUTOMATIZACIÓN DE CENTRIFUGAS DE Lodos			
PLANO			
DETALLE TARJETA N18u SLOT 8			
DISEÑADO	D.L.B.	14-10-02	SECCION
REVISADO	D.L.B.	18-10-02	Nº PLANO
APROBADO			CENT-74-017
			2
			1/1

GENERADOR DE RAMPA
CENTRIFUGA 1

GENERADOR DE RAMPA
CENTRIFUGA 2



AS BUILT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
Lima-Perú

	REVISADO	FECHA
0 PARA APROBACION		14/10/02
1 PARA CONSTRUCCION		11/11/02
2 AS BUILT		13/11/02

PROYECTO
SERVICIO DE AUTOMATIZACION DE CENTRIFUGAS DE LODO

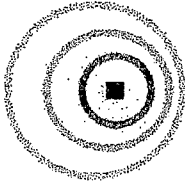
PLANO
DETALLE TARJETA NOBI SLOT 9

ELABORADO	D.L.E.	14-10-02	REVISADO	E/E	2
REVISADO	D.L.E.	10-10-02	REVISADO	CENT-74-016	

Apéndice 2

Manual de Operaciones del Sistema

A continuación se muestra el Manual de Operaciones que se entregó al personal de Operaciones y Mantenimiento:



Control Total
LÍDERES EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Av. San Aurelio - 888 Lima 36
Telefax: 458-7499
sales@contrototal.com.pe

TECHNOLOGY
SOLUTION
PROVIDER
**MANUAL
DE
OPERACIONES
CENTRÍFUGAS DE LODOS**

**Rockwell
Automation**

Dirección: Av. San Aurelio 888 Lima 36
Telefax: 458-7499 E-Mail: sales@contrototal.com.pe

INDICE

1	CONSIDERACIONES PREVIAS	3
1.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PANEL VIEW.....	3
1.2	TECLAS COMUNES DE FUNCION	4
1.3	CONSIDERACIONES PARA LAS BOMBAS Y MOTORES.....	5
2	PANTALLAS DEL PANEL VIEW.....	7
2.1	PANTALLA PRINCIPAL: MENU PRINCIPAL	7
2.2	SUB PANTALLA N° 1 : CONFIGURACIÓN DE PROCESO	9
2.3	SUB PANTALLA N° 2: CONFIGURACIÓN DE TIEMPOS.....	10
2.4	SUB PANTALLA 3: VISUALIZACION DE TIEMPOS	11
2.5	SUB PANTALLA 4: PANTALLA DE CENTRÍFUGA 1.....	12
2.6	SUB PANTALLA 5: PANTALLA DE CENTRÍFUGA 2.....	14
2.7	SUB PANTALLA N° 6: MANUAL CENTRÍFUGA 1	16
2.8	SUB PANTALLA N° 7: MANUAL CENTRÍFUGA 2.....	18
2.9	SUB PANTALLA N° 8: CONFIGURACIÓN SCRAPE	20
2.10	SUB PANTALLA N° 9: CONFIGURACIÓN MAN/AUT.....	21

1 CONSIDERACIONES PREVIAS

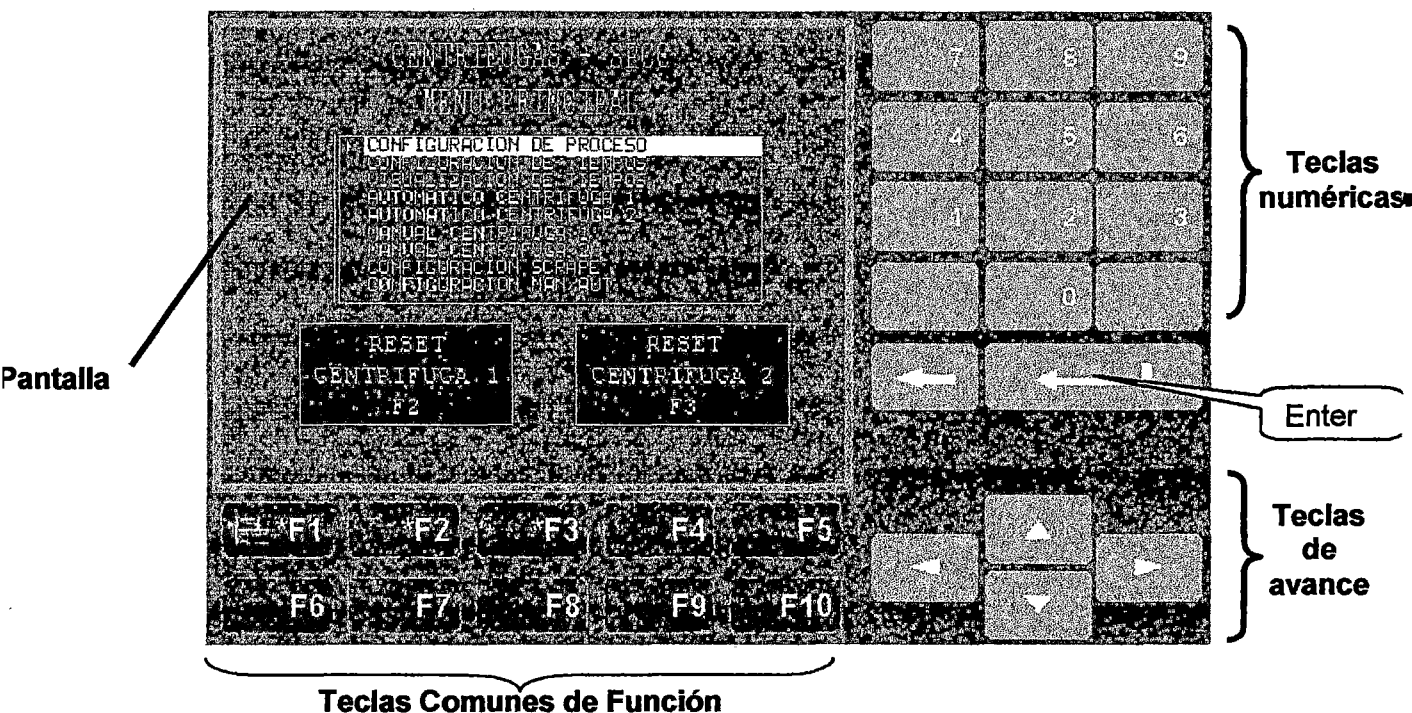
Se sugiere leer con atención todo lo descrito en este manual que se presenta a continuación con el fin de evitar inconvenientes originados sólo por falta de información.

1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PANEL VIEW

Empezaremos explicando las partes que tiene todo Panel View.

Para empezar; al observar el Panel View apreciamos que tiene tres colores característicos.

- La Pantalla de color negro, en donde se aprecian todas las demás pantallas del sistema.
- El área de las teclas azules, las que las vamos a llamar Teclas comunes de Función.
- El área de las teclas grises, que son las Teclas numéricas.
- La Tecla Enter.
- El área de Teclas de avance.

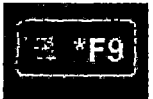


1.2 TECLAS COMUNES DE FUNCION

Para manejar con facilidad las pantallas del Panel View se ha previsto las denominadas Teclas Comunes de Función (Teclas Azules) que en todas las pantallas, salvo en la Pantalla Principal y otras que se indiquen, cumplirán la misma labor.



Al pulsar F8 nos muestra la pantalla Anterior (*)



Al pulsar F9 nos muestra la pantalla Siguiete (*)




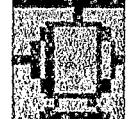
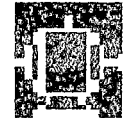



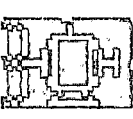





Al pulsar F10 nos muestra la Pantalla Principal

(*) En Algunas Pantallas

1.3 CONSIDERACIONES PARA LAS BOMBAS Y MOTORES

Durante el proceso, en las pantallas se podrá apreciar el encendido o apagado de las bombas y motores con el cambio de color de las mismas, como en el siguiente cuadro.

ESTADO	SÍMBOLO	COLOR
Bomba Prendida		VERDE
Bomba Apagada		NEGRO
Bomba en Falla		ROJO
Unidad Hidráulica Prendida		VERDE
Unidad Hidráulica Apagada		NEGRO
Unidad Hidráulica En Falla		ROJO
Ventilador Prendido		VERDE
Ventilador Apagado		NEGRO
Ventilador En Falla		ROJO

Extractor Prendido		VERDE
Extractor Apagado		NEGRO
Extractor En Falla		ROJO

IMPORTANTE: Cada vez que un motor o bomba entre en falla, el sistema no permitirá arrancar el respectivo equipo sin antes haber reseteado el sistema respectivo en el menú principal. Se recomienda resetar siempre y cuando se halla solucionado el problema que originó la falla.

2 PANTALLAS DEL PANEL VIEW

2.1 PANTALLA PRINCIPAL: MENU PRINCIPAL

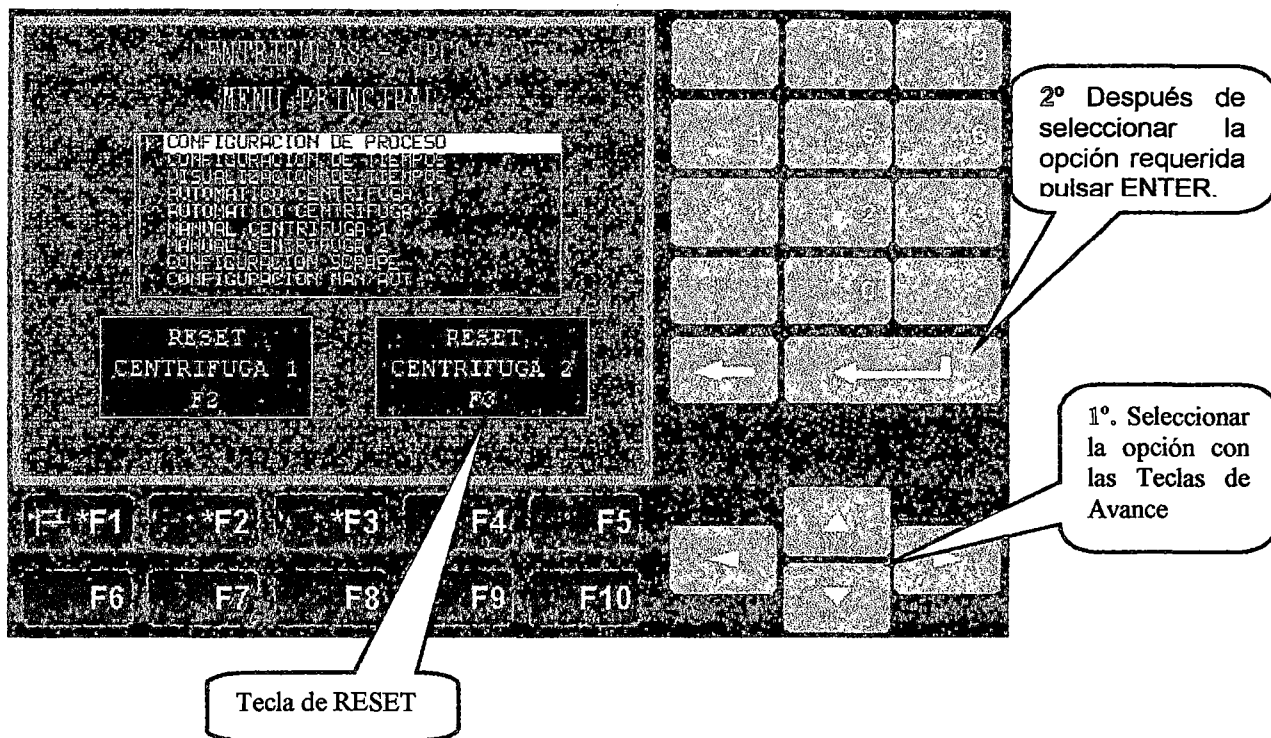
La pantalla principal es la que usted verá al encender el módulo y tendrá la siguiente apariencia.



En esta primera pantalla (Pantalla Principal) se observan seis opciones que al ser elegidas nos llevan a otras pantallas, las cuales son las siguientes:

1. CONFIGURACIÓN DE PROCESO
2. CONFIGURACIÓN DE TIEMPOS
3. VISUALIZACION DE TIEMPOS
4. AUTOMATICO CENTRÍFUGA 1
5. AUTOMATICO CENTRÍFUGA 2
6. MANUAL CENTRÍFUGA 1
7. MANUAL CENTRÍFUGA 2
8. CONFIGURACIÓN SCRAPE
9. CONFIGURACIÓN MAN/AUT

Para acceder a una de las opciones de pantallas pulsar las teclas de avance, seleccionar la opción de pantalla que se requiere y luego pulsar la tecla Enter.

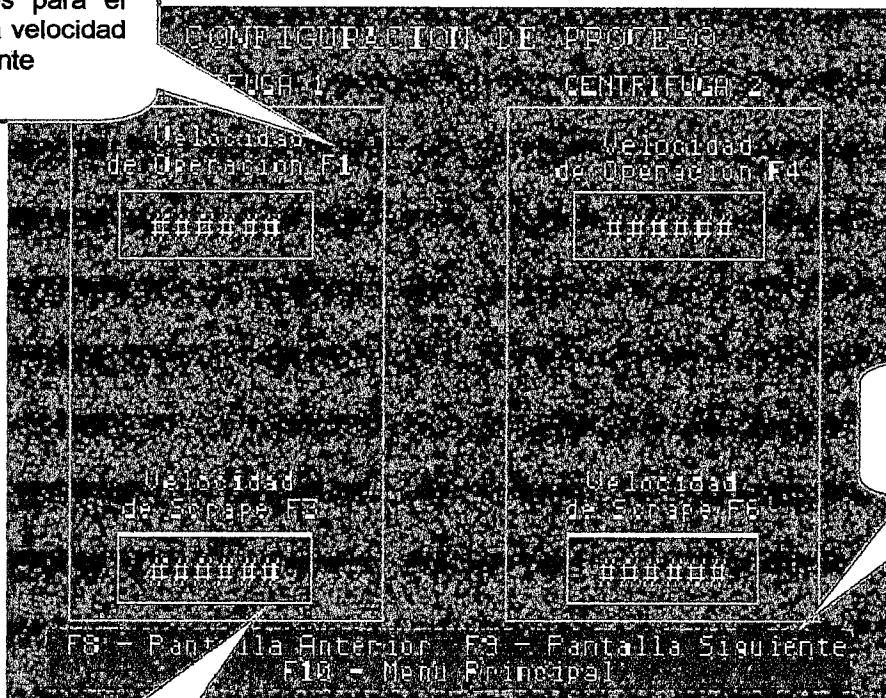


	<p>Para resetear cualquier evento de falla que se haya producido en la Centrifuga 1</p>
	<p>Para resetear cualquier evento de falla que se haya producido en la Centrifuga 2</p>

2.2 SUB PANTALLA N° 1 : CONFIGURACIÓN DE PROCESO

La primera opción de la pantalla principal nos lleva a la pantalla **CONFIGURACIÓN DE PROCESO**, donde se establecen las velocidades de operación tanto a alta velocidad como a media velocidad para ambas centrifugas en forma independiente.

1° Presionar las teclas de Funciones para el ingreso de la velocidad correspondiente



3° Selección de Pantallas a las que deseemos ir.

2° Ingreso de Tiempos por medio de Teclas Numéricas

2.3 SUB PANTALLA N° 2: CONFIGURACIÓN DE TIEMPOS

Se deberá ingresar los tiempos de Deshidratación, Lavado y Secado de ambas centrifugas en forma independiente. Esta configuración es necesaria para la operación del sistema.

The screenshot shows a terminal-style interface for configuring times for two centrifuges. The title is 'CONFIGURACION DE TIEMPOS'. Below it, 'CENTRIFUGA 1' and 'CENTRIFUGA 2' are listed. For each centrifuge, there are three rows of settings: 'Tiempo de Deshidratación' (F1/F4), 'Tiempo de Lavado' (F2/F5), and 'Tiempo de Secado' (F3/F6). Each setting is followed by a box containing '#####' and the unit 'Min.'. At the bottom, there are navigation instructions: 'F8 = Pantalla Anterior', 'F9 = Pantalla Siguiente', and 'F10 = Menu Principal'. Three callout boxes provide instructions: 1. '1° Presionar las teclas de Funciones' (pointing to the function key labels), 2. '2° Ingreso de Tiempos por medio de Teclas Numéricas' (pointing to the input boxes), and 3. '3° Selección de Pantallas a las que deseemos ir.' (pointing to the navigation instructions).

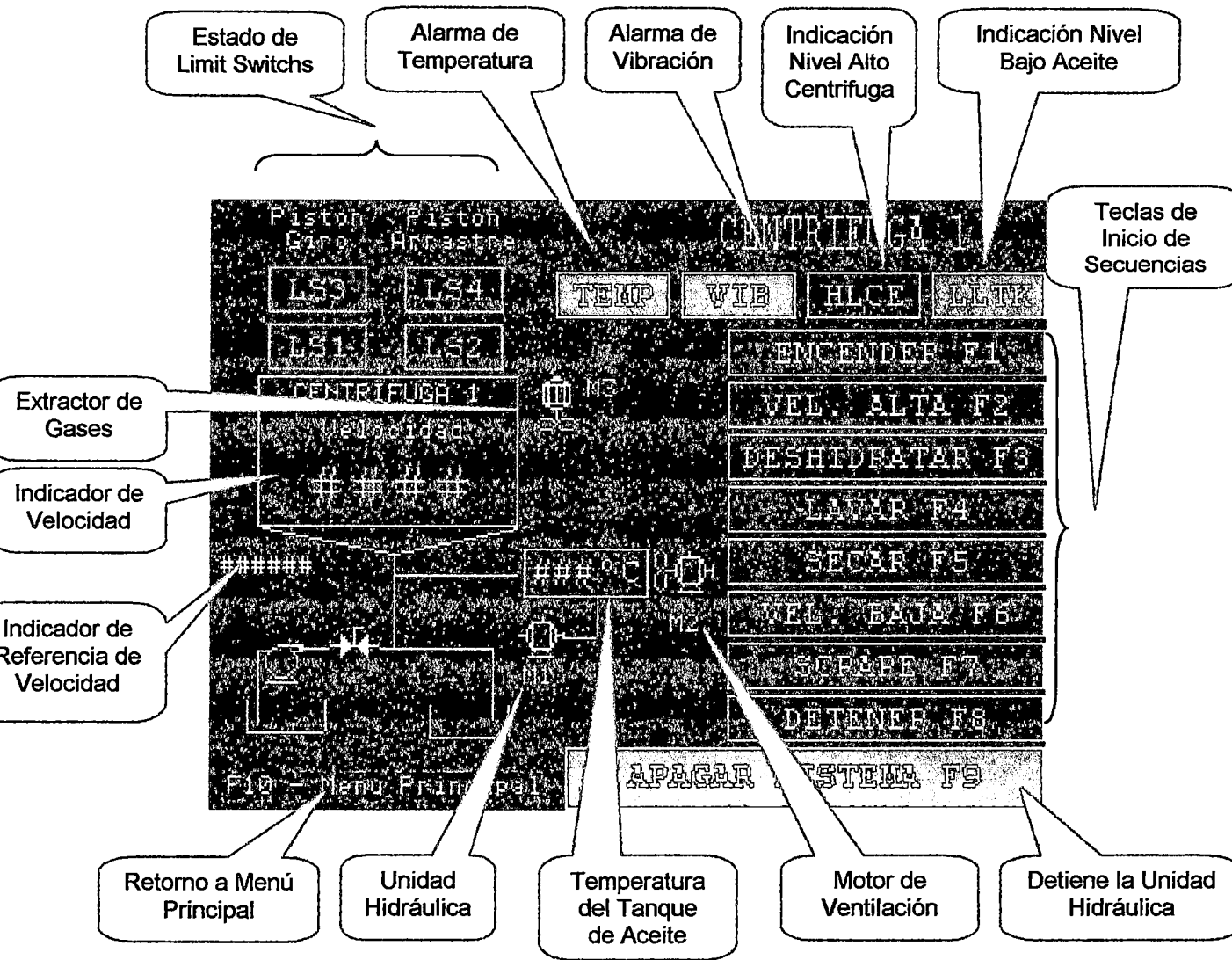
2.4 SUB PANTALLA 3: VISUALIZACION DE TIEMPOS

Esta Pantalla nos permitirá visualizar el tiempo restante para finalizar cada etapa del proceso (Deshidratación, Lavado y Secado) de ambas Centrífugas en forma simultánea.



2.5 SUB PANTALLA 4: PANTALLA DE CENTRÍFUGA 1

Esta pantalla nos permitirá acceder a la operación semiautomática de la centrifuga 1.



Para dar inicio a cada etapa es necesario presionar el pulsador correspondiente.

Las etapas son las siguientes:

ENCIENDE F1: Se enciende la Unidad de Ventilación y la Unidad Hidráulica, en esta etapa los pistones regresan a la posición inicial.

VEL. ALTA F2: El PLC genera una rampa para el arranque progresivo de la centrifuga hasta llegar a la velocidad seteada como "Alta" en la

pantalla "Configuración del Proceso".

DESHIDRATAR F3: El PLC mantiene a la centrífuga girando a Alta Velocidad por el tiempo configurado en la pantalla "Configuración de Tiempos". Al completar el tiempo la centrífuga no se detendrá, sólo estará la espera del accionar del operador.

LAVAR F4: Antes de empezar esta etapa el operador deberá abrir manualmente la válvula de agua caliente correspondiente. El PLC mantiene a la centrífuga girando a Alta Velocidad por un tiempo configurado en la pantalla "Configuración de Tiempos". Al completar el tiempo la centrífuga no se detendrá, sólo estará la espera del accionar del operador.

SECAR F5: Antes de empezar esta etapa el operador deberá cerrar manualmente la válvula de agua caliente correspondiente. El PLC mantiene a la centrífuga girando a Alta Velocidad por un tiempo configurado en la pantalla "Configuración de Tiempos". Al completar el tiempo la centrífuga no se detendrá, sólo estará la espera del accionar del operador.

REAJUSTAR F6: El PLC genera una variación de velocidad progresiva hasta llevar a la centrífuga a la velocidad de Scrape configurada en la pantalla "Configuración del Proceso".

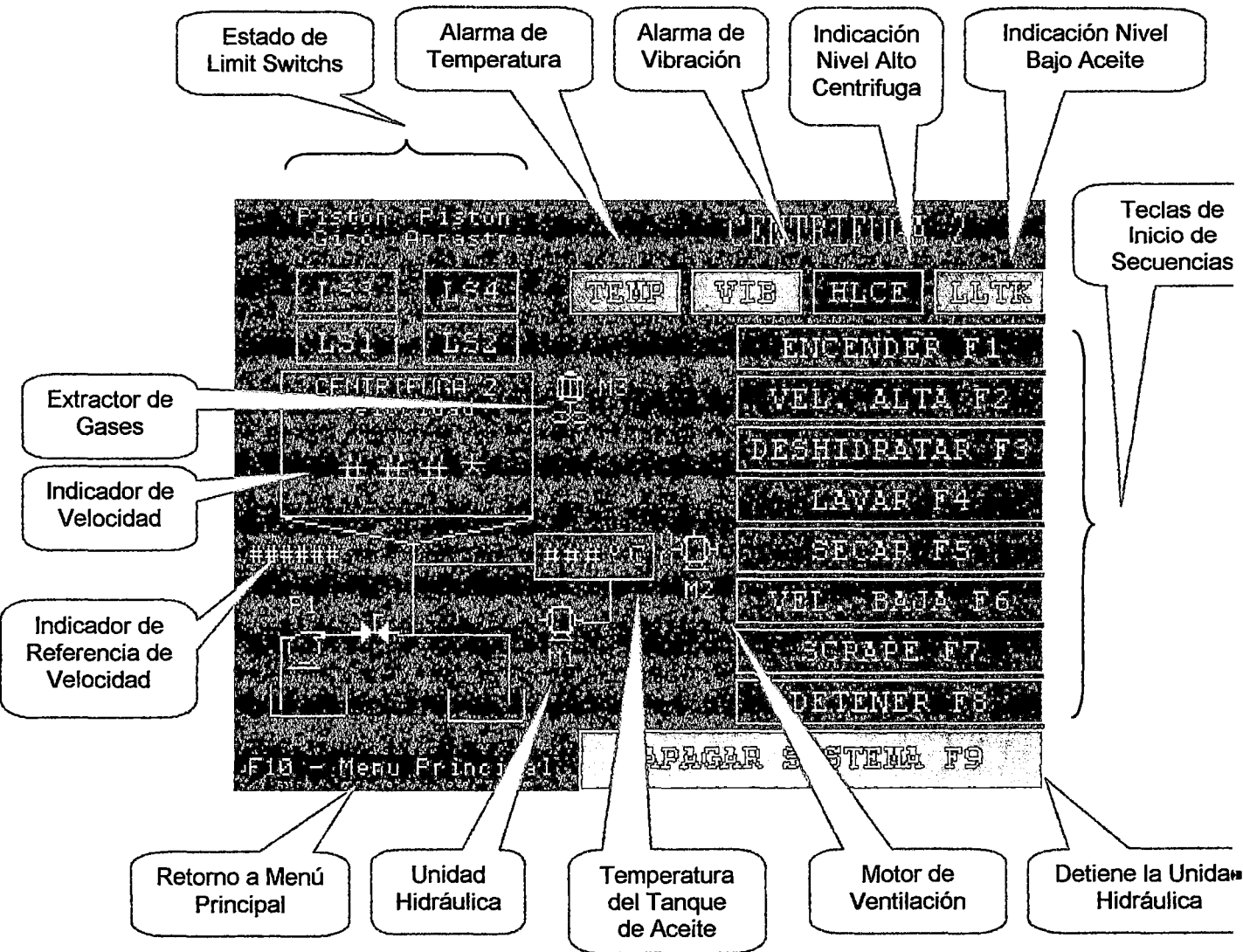
SCRAPE F7: Empieza la secuencia del Scrape la cual la realizará de 9 a 12 pasos.

DEMNICIONAR F8: El PLC genera una variación de velocidad progresiva para detener la centrífuga, sin apagar la unidad hidráulica.

APAGAR SISTEMA F9: Apaga la Unidad Hidráulica.

2.6 SUB PANTALLA 5: PANTALLA DE CENTRÍFUGA 2

Esta pantalla nos permitirá acceder a la operación semiautomática de la centrífuga 2.



Para dar inicio a cada etapa es necesario presionar el pulsador correspondiente.

Las etapas son las siguientes:

ENCENDER F1: Se enciende la Unidad de Ventilación y la Unidad Hidráulica, en esta etapa los pistones regresan a la posición inicial.

VEL. ALTA F2: El PLC genera una rampa para el arranque

progresivo de la centrifuga hasta llegar a la velocidad seteada como "Alta" en la pantalla "Configuración del Proceso".



: El PLC mantiene a la centrifuga girando a Alta Velocidad por el tiempo configurado en la pantalla "Configuración de Tiempos". Al completar el tiempo la centrifuga no se detendrá, sólo estará la espera del accionar del operador.



: Antes de empezar esta etapa el operador deberá abrir manualmente la válvula de agua caliente correspondiente. El PLC mantiene a la centrifuga girando a Alta Velocidad por un tiempo configurado en la pantalla "Configuración de Tiempos". Al completar el tiempo la centrifuga no se detendrá, sólo estará la espera del accionar del operador.



: Antes de empezar esta etapa el operador deberá cerrar manualmente la válvula de agua caliente correspondiente. El PLC mantiene a la centrifuga girando a Alta Velocidad por un tiempo configurado en la pantalla "Configuración de Tiempos". Al completar el tiempo la centrifuga no se detendrá, sólo estará la espera del accionar del operador.



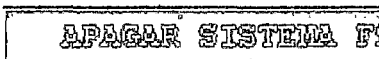
: El PLC genera una variación de velocidad progresiva hasta llevar a la centrifuga a la velocidad de Scrape configurada en la pantalla "Configuración del Proceso".



: Empieza la secuencia del Scrape la cual la realizará de 9 a 12 pasos.



: El PLC genera una variación de velocidad progresiva para detener la centrifuga, sin apagar la unidad hidráulica.



: Apaga la Unidad Hidráulica.

2.7 SUB PANTALLA N° 6: MANUAL CENTRÍFUGA 1

Esta pantalla nos permitirá la operación semiautomática del sistema.

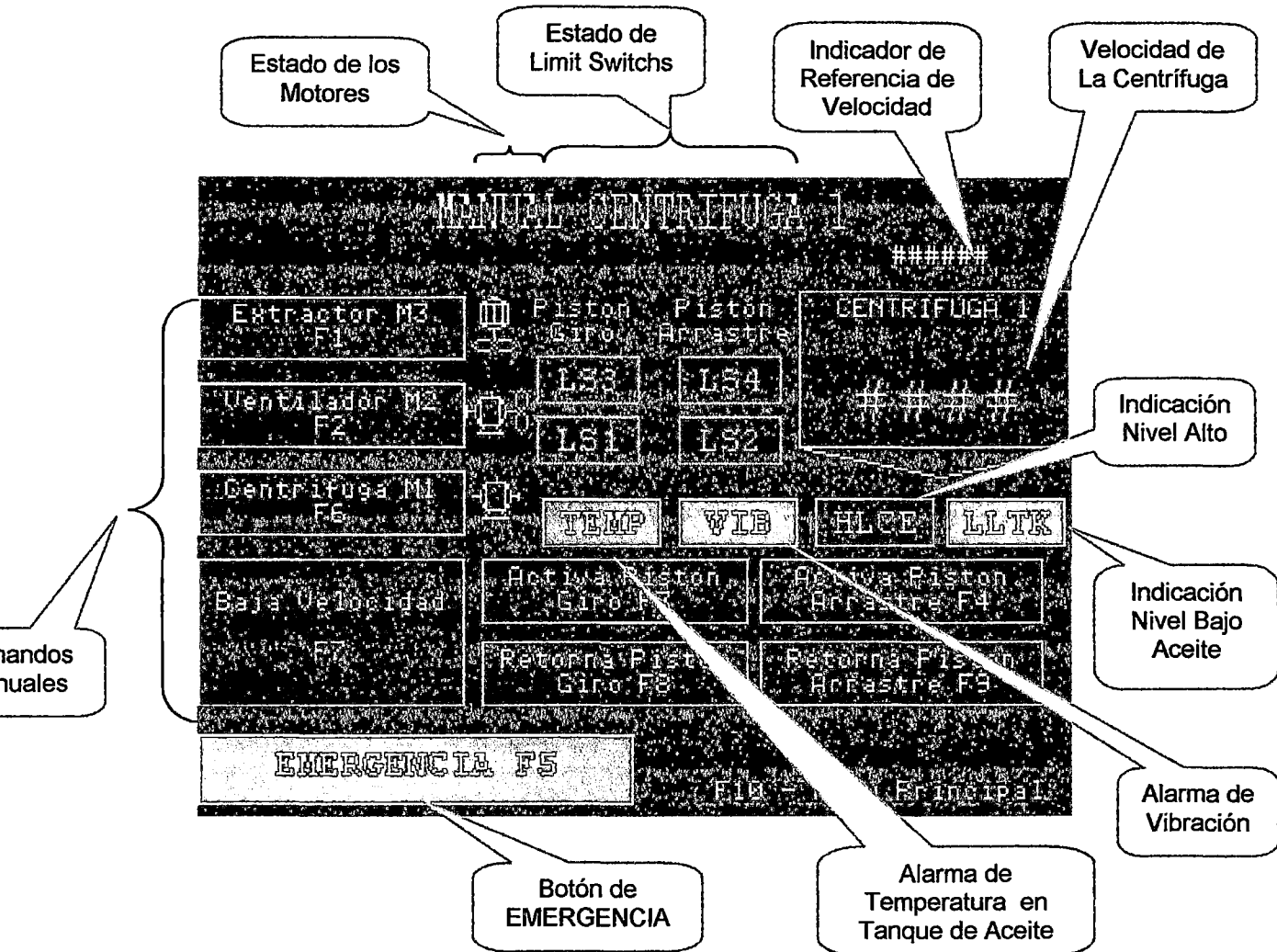



Tabla de explicación de cada función:

Función	Característica
	Para arrancar o apagar la bomba de llenado presione F1 (No habilitado).

Ventilación F2	Para arrancar o apagar el motor de ventilación presione F2.
Centrifuga Hb F6	Para arrancar o apagar el motor de la bomba hidráulica presione F6.
Baja Velocidad F7	Para establecer la centrífuga a la velocidad media, este apagada o a alta velocidad presione F7
Activa Pistón Giro F3	Para activar el giro del pistón giratorio presione F3
Activa Pistón Arrastre F4	Para activar la bajada del pistón de arrastre presione F4
Retorna Pistón Giro F8	Para retornar el pistón de arrastre presione F8
Retorna Pistón Arrastre F9	Para retornar el pistón giratorio presione F9
EMERGENCIA F5	Para detener la centrífuga como EMERGENCIA presione F5

2.8 SUB PANTALLA N° 7: MANUAL CENTRÍFUGA 2

Esta pantalla nos permitirá la operación semiautomática del sistema.

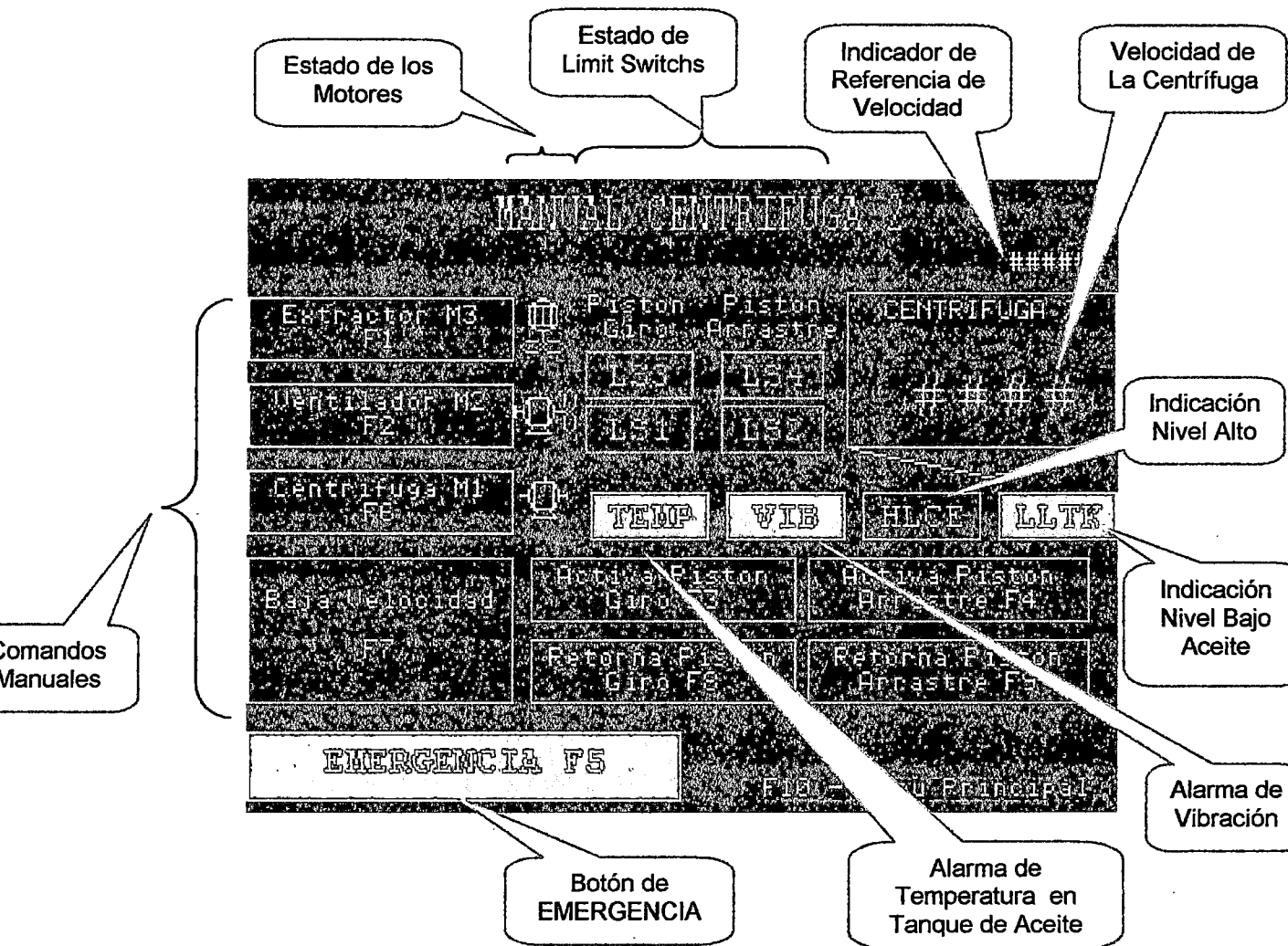



Tabla de explicación de cada función:

Función	Característica
	Para arrancar o apagar la bomba de llenado presione F1 (No habilitado).

Ventilación F2	Para arrancar o apagar el motor de ventilación presione F2.
Centrifuga F6	Para arrancar o apagar el motor de la bomba hidráulica presione F6.
Baja Velocidad F7	Para establecer la centrifuga a la velocidad media, este apagada o a alta velocidad presione F7
Rotiva Pistón Giratorio F3	Para activar el giro del pistón giratorio presione F3
Activa Pistón Arrastre F4	Para activar la bajada del pistón de arrastre presione F4
Retorna Pistón Arrastre F8	Para retornar el pistón de arrastre presione F8
Retorna Pistón Giratorio F9	Para retornar el pistón giratorio presione F9
EMERGENCIA F5	Para detener la centrifuga como EMERGENCIA presione F5

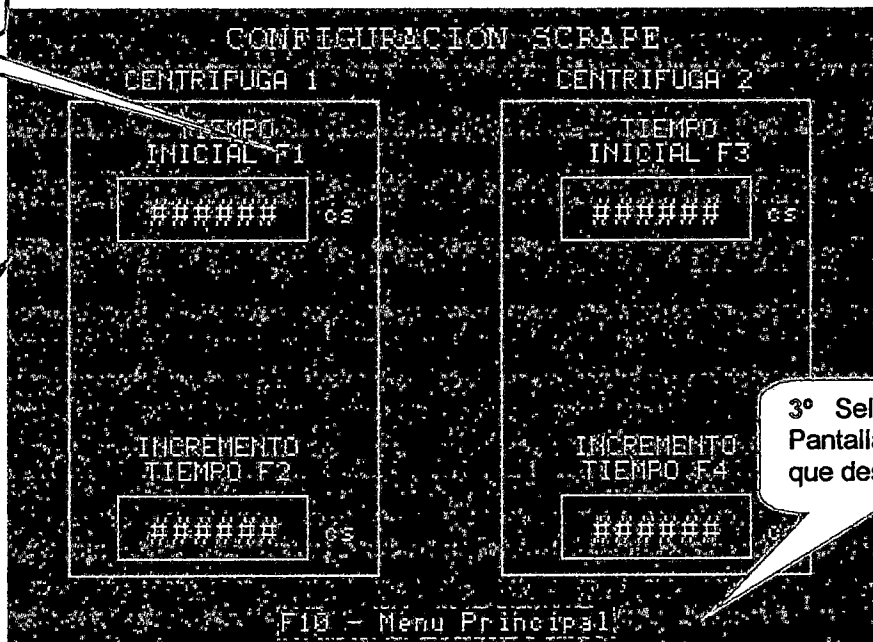
2.9 SUB PANTALLA N° 8: CONFIGURACIÓN SCRAPE

Esta pantalla permite el ingreso manual de los tiempos en centésimas de segundos para la secuencia de Scrape. El tiempo inicial establece la carrera inicial del pistón de giro, y el incremento de tiempo es el tiempo que habrá de diferencia entre cada entrada de la cuchilla. Esta pantalla esta permitida solo al personal de Mantenimiento.

1° Presionar las teclas de Funciones

2° Ingreso de Tiempos por medio de Teclas Numéricas

3° Selección de Pantallas a las que deseemos ir.



2.10 SUB PANTALLA N° 9: CONFIGURACIÓN MAN/AUT

Esta pantalla permite el comando manual aproximado de velocidad de las centrifugas en forma independiente. Esta pantalla esta permitida solo al personal de Mantenimiento.

The screenshot displays the 'CONFIGURACION MAN/AUT' screen for two centrifuges, labeled 'CENTRIFUGA 1' and 'CENTRIFUGA 2'. Each centrifuge section contains the following elements:

- VELOCIDADES:** A header for the velocity settings.
- EU F1 / EU F3:** Estimated output in RPM, shown as '#### RPM'.
- PI:** Actual velocity, also shown as '#### RPM'.
- Velocidad:** A label for the velocity gauge.
- MANUAL F2 / MANUAL F4:** A button to select manual mode.
- AUTO F2 / AUTO F3:** A button to select automatic mode.
- Gauge:** A circular gauge with a needle indicating the current velocity.

Callouts provide the following information:

- Salida Estimada en RPM en Modo Manual:** Points to the 'EU F1' and 'EU F3' readouts.
- Velocidad Actual:** Points to the 'PI' readouts.
- Selección Manual o Automático:** Points to the 'MANUAL' and 'AUTO' buttons, with a small circle next to 'MANUAL' indicating it is selected.
- Velocidad Actual:** Points to the velocity gauge.

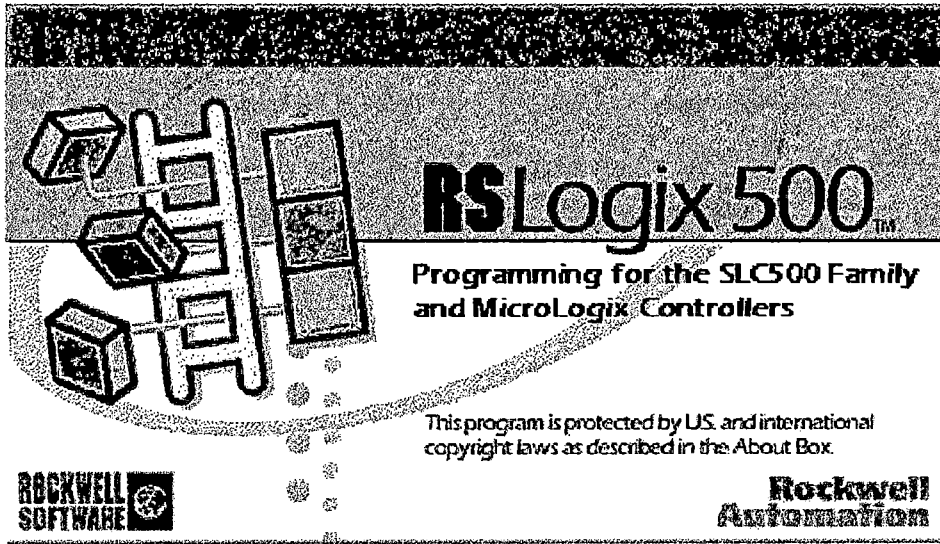
At the bottom of the screen, it says 'F10 = Menu Principal'.

Apéndice 3

Programa de Control


El programa de control desarrollado en el software RsLogix500 para las centrifugas de lodos es el siguiente:

RSLogix500 Project Report



RSLogix 500™
Programming for the SLC500 Family
and MicroLogix Controllers

This program is protected by U.S. and international
copyright laws as described in the About Box.

**ROCKWELL
SOFTWARE** 

**Rockwell
Automation**

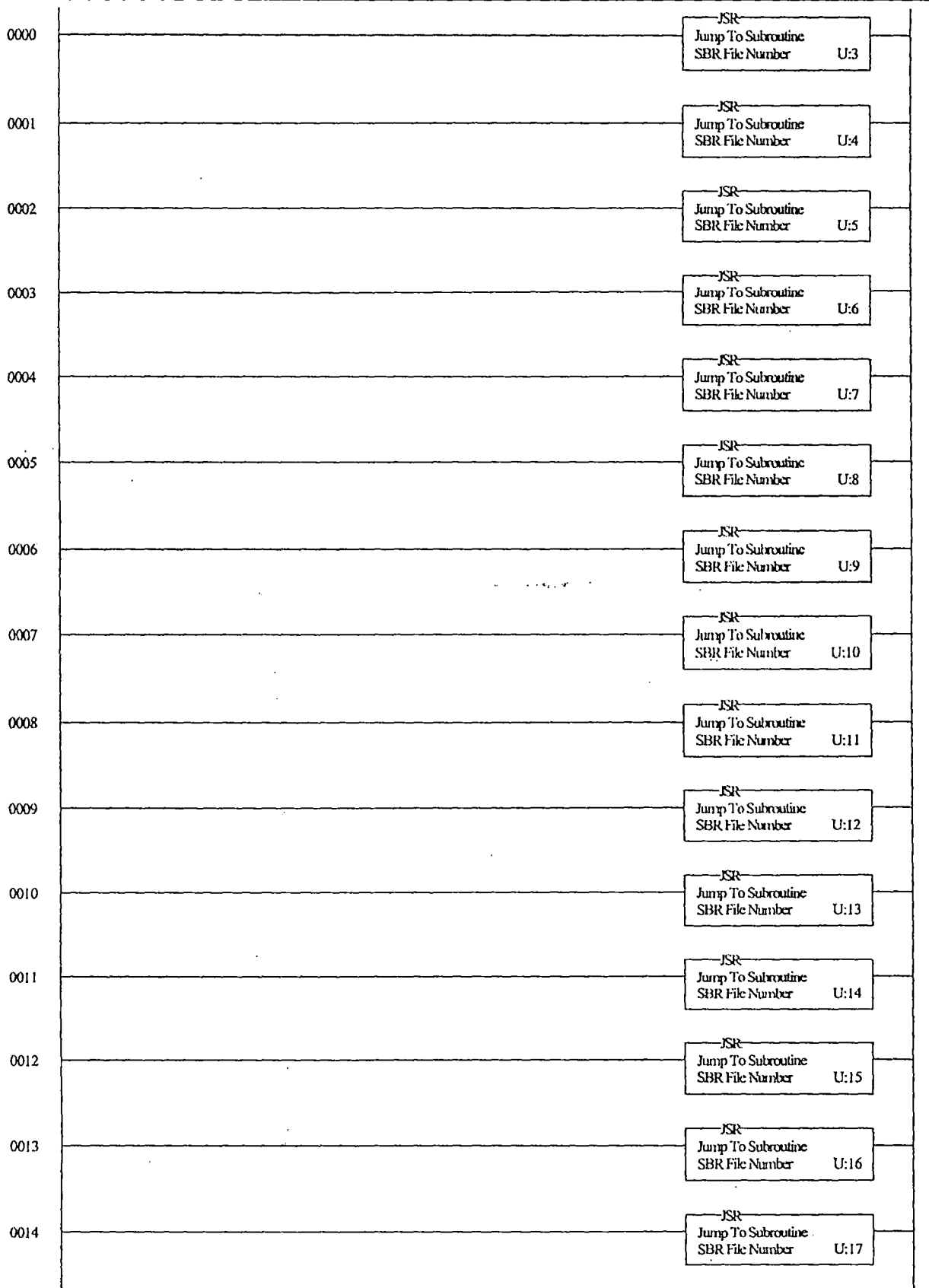
CENTSPEC REV31.RSS

I/O Configuration

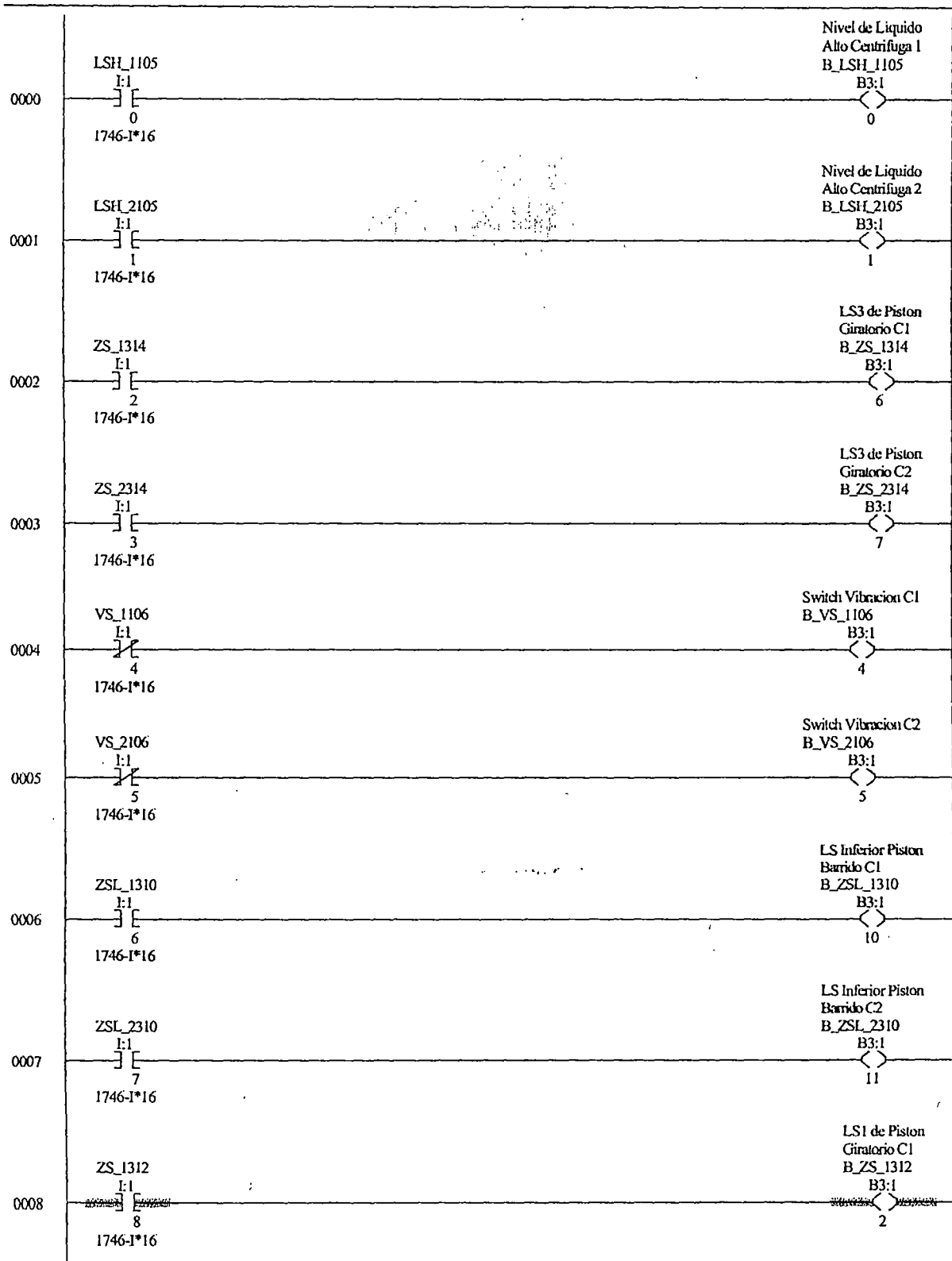
0	1747-L532E	5/03 CPU - 16K Mem. OS302 Series C
1	1746-I*16	Any 16pt Discrete Input Module
2	1746-I*16	Any 16pt Discrete Input Module
3	1746-I*16	Any 16pt Discrete Input Module
4	1746-I*16	Any 16pt Discrete Input Module
5	1746-O*16	Any 16pt Discrete Output Module
6	1746-O*16	Any 16pt Discrete Output Module
7	1746-NI4	Analog 4 Channel Input Module
8	1746sc-NI8u	Analog 8 Ch. Universal
9	OTHER	I/O Module - ID Code = 12727

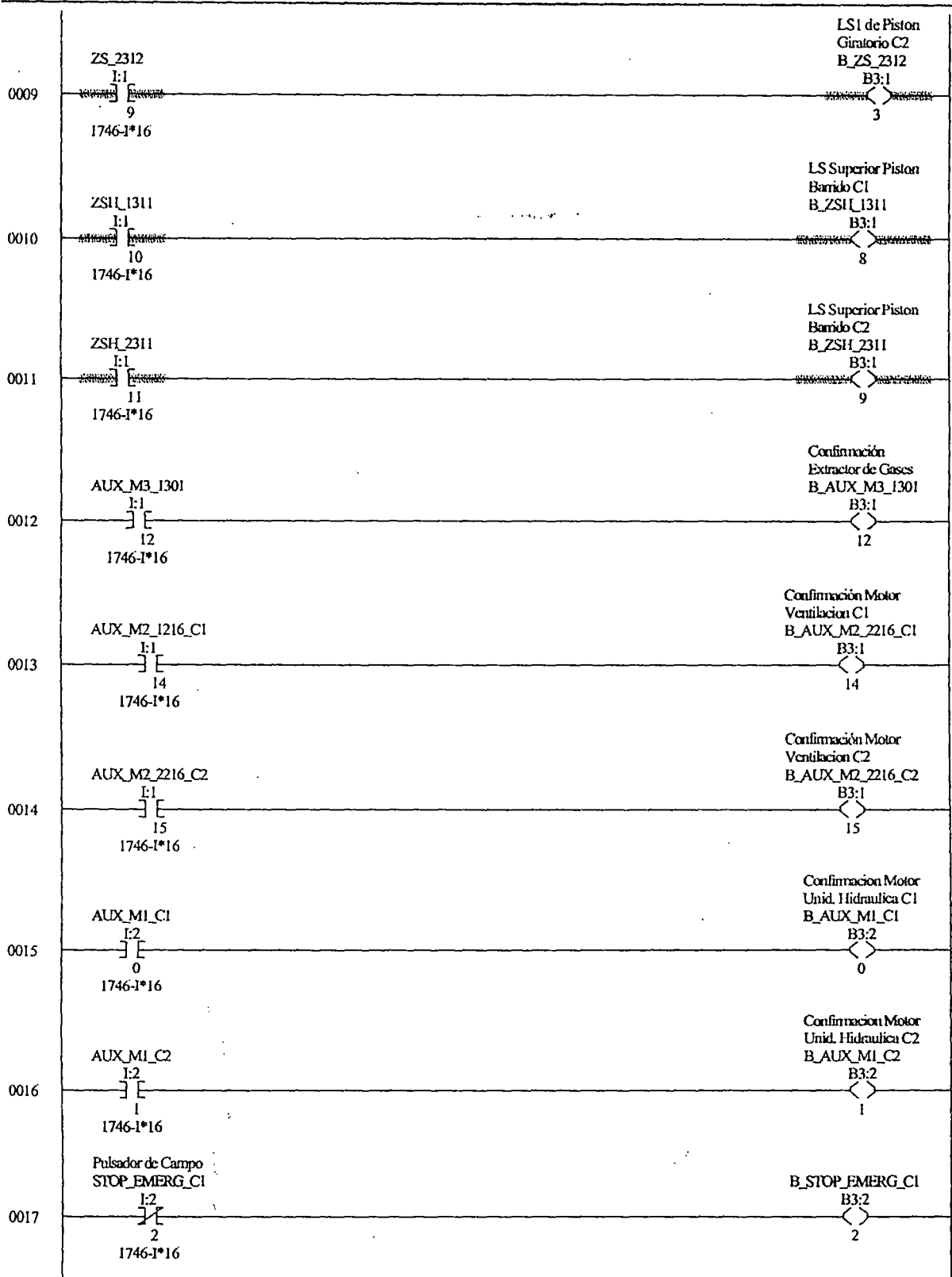
Program File List

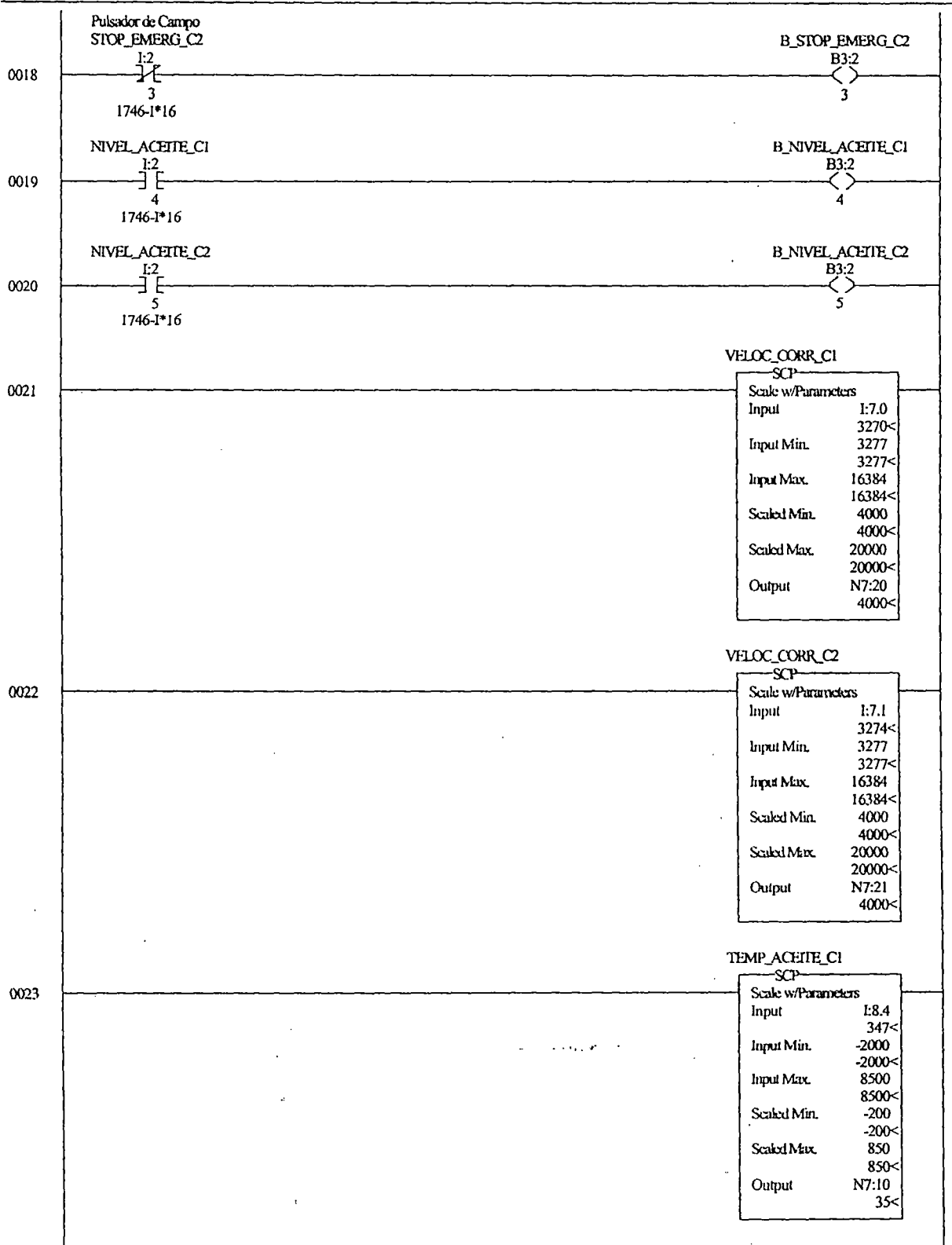
Name	Number	Type	Rungs	Debug	Bytes
[SYSTEM]	0	SYS	0	No	0
	1	SYS	0	No	0
PRINCIPAL	2	LADDER	27	No	237
INPUTS	3	LADDER	26	No	495
OUTPUTS	4	LADDER	18	No	321
ALARMS	5	LADDER	13	No	611
CENT 1	6	LADDER	56	No	1733
CENT 2	7	LADDER	55	No	1704
PANEL VIEW	8	LADDER	73	No	2647
CALIBR-C1	9	LADDER	9	No	269
CALIBR-C2	10	LADDER	8	No	228
M3-1301	11	LADDER	5	No	257
M2-1216	12	LADDER	5	No	165
M2-2216	13	LADDER	5	No	165
M1-C1	14	LADDER	7	No	211
M1-C2	15	LADDER	7	No	211
PG-C1	16	LADDER	5	No	218
PG-C2	17	LADDER	5	No	218
PB-C1	18	LADDER	5	No	218
PB-C2	19	LADDER	5	No	218
LAZ VEL-C1	20	LADDER	6	No	208
LAZ VEL-C2	21	LADDER	6	No	208
MAN/AUT	25	LADDER	5	No	95
DOWN-C1	32	LADDER	5	No	119
DOWN-C2	33	LADDER	5	No	119
STOP-C1	34	LADDER	7	No	172
STOP-C2	35	LADDER	7	No	172
UP-C1	36	LADDER	5	No	119
UP-C2	37	LADDER	5	No	119

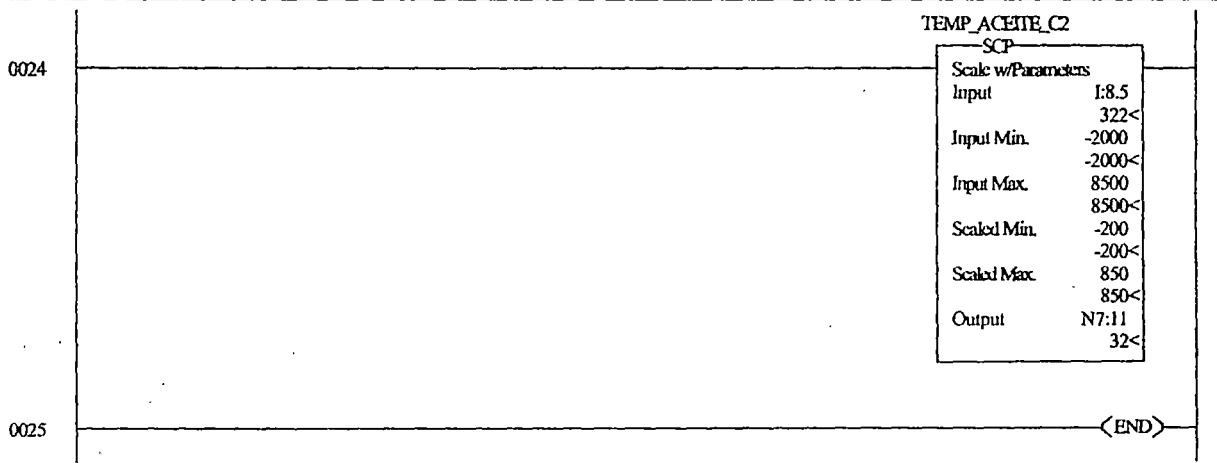


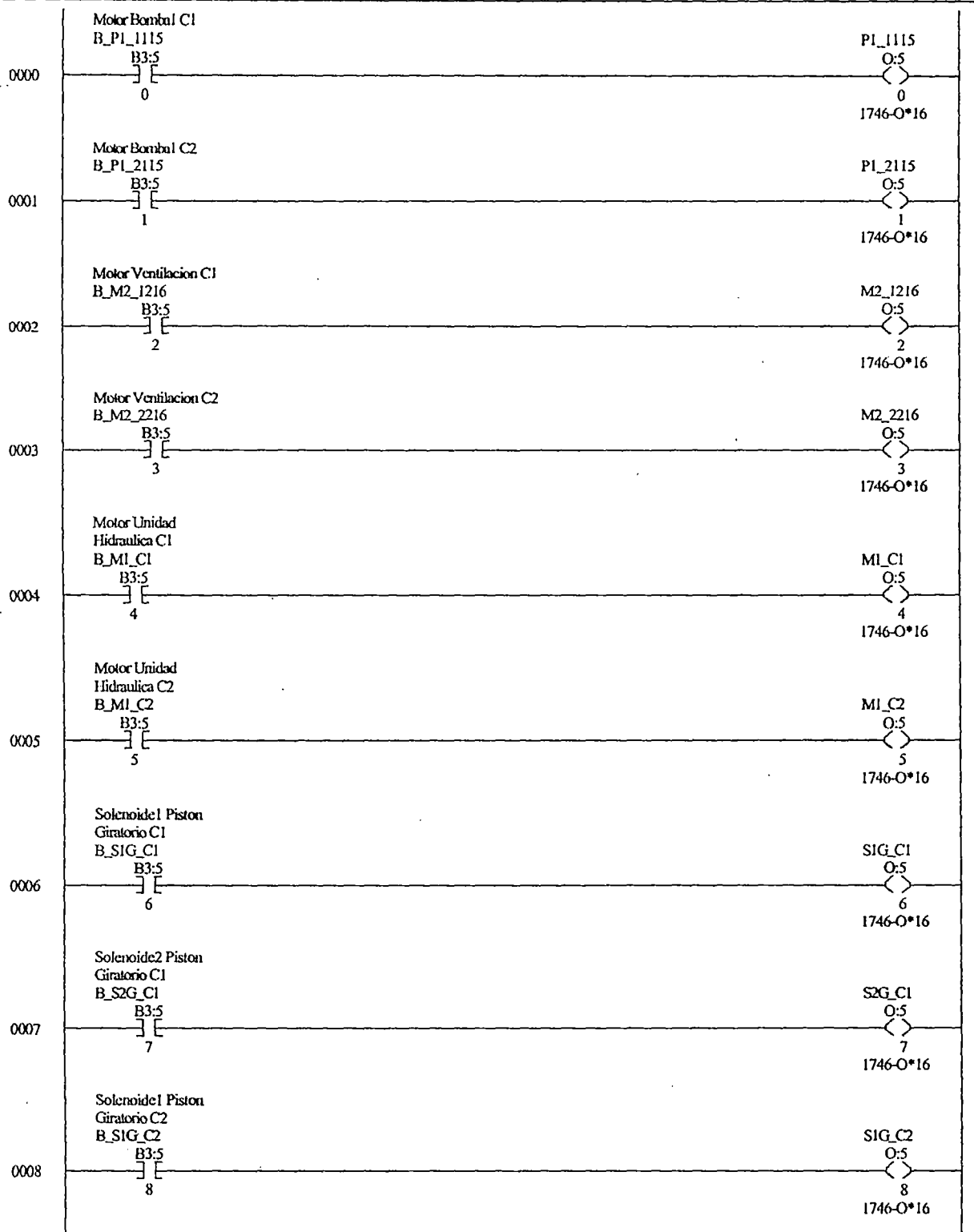
0015	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:18
0016	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:19
0017	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:20
0018	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:21
0019	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:25
0020	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:32
0021	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:33
0022	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:34
0023	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:35
0024	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:36
0025	JSR Jump To Subroutine SBR File Number U:37
0026	<END>

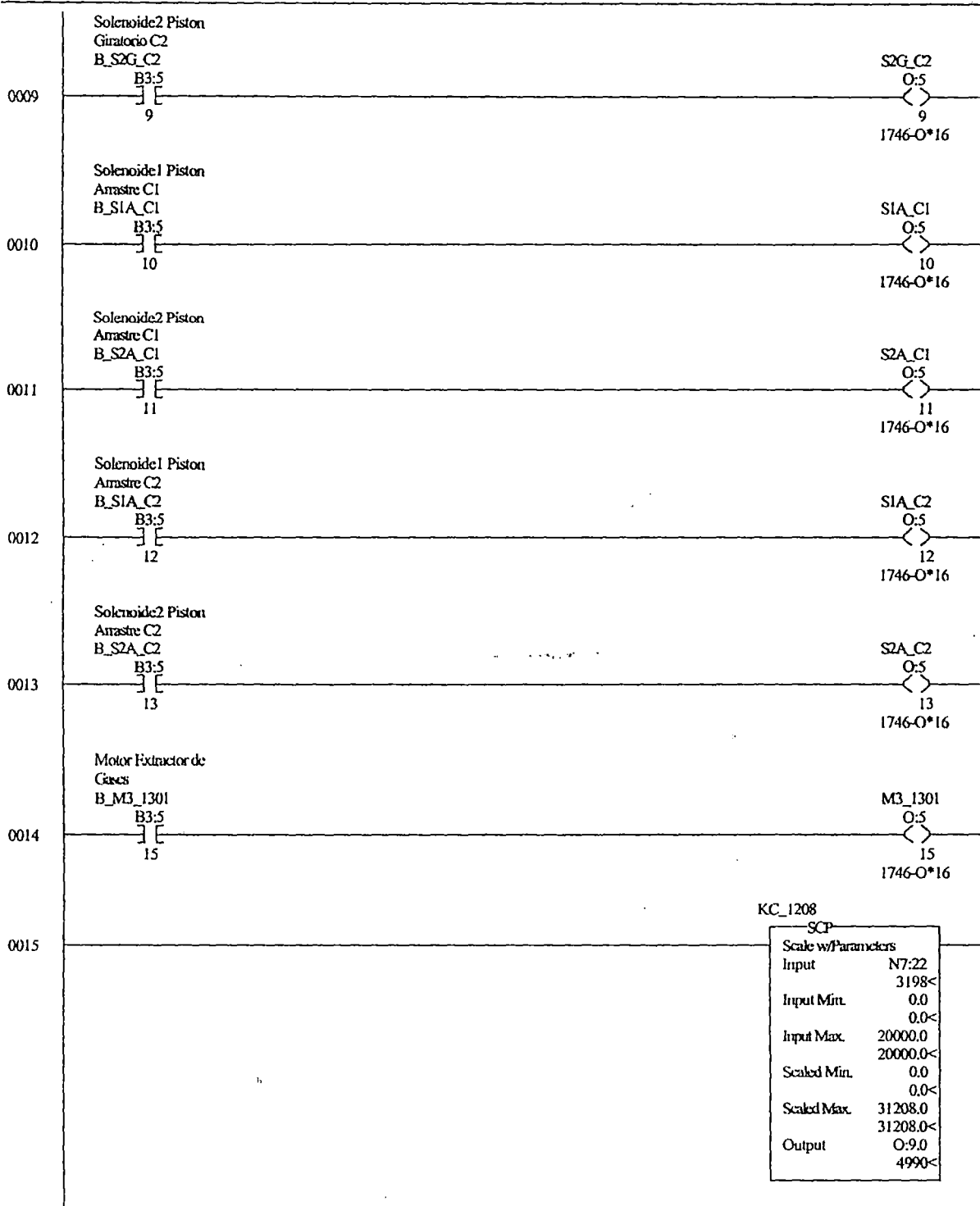


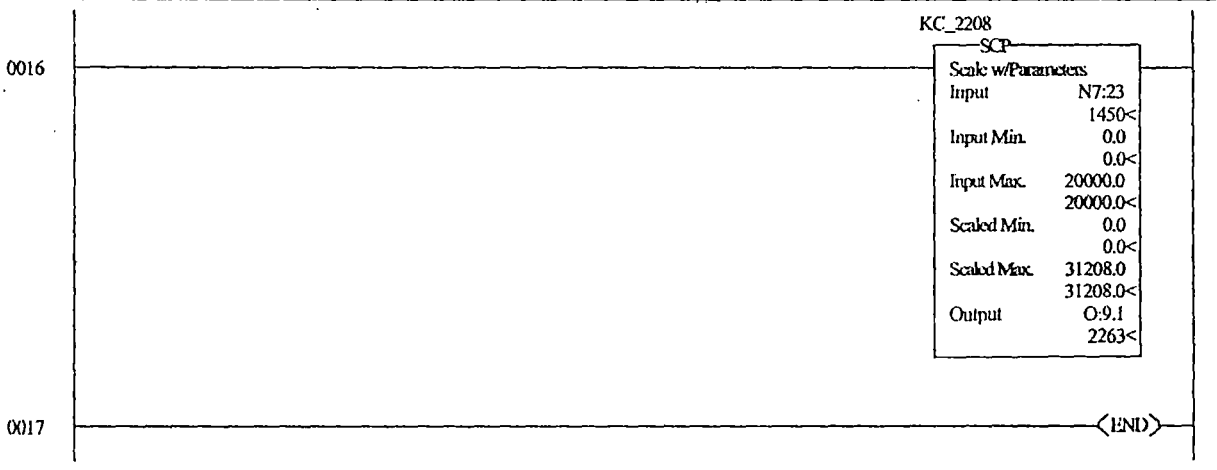


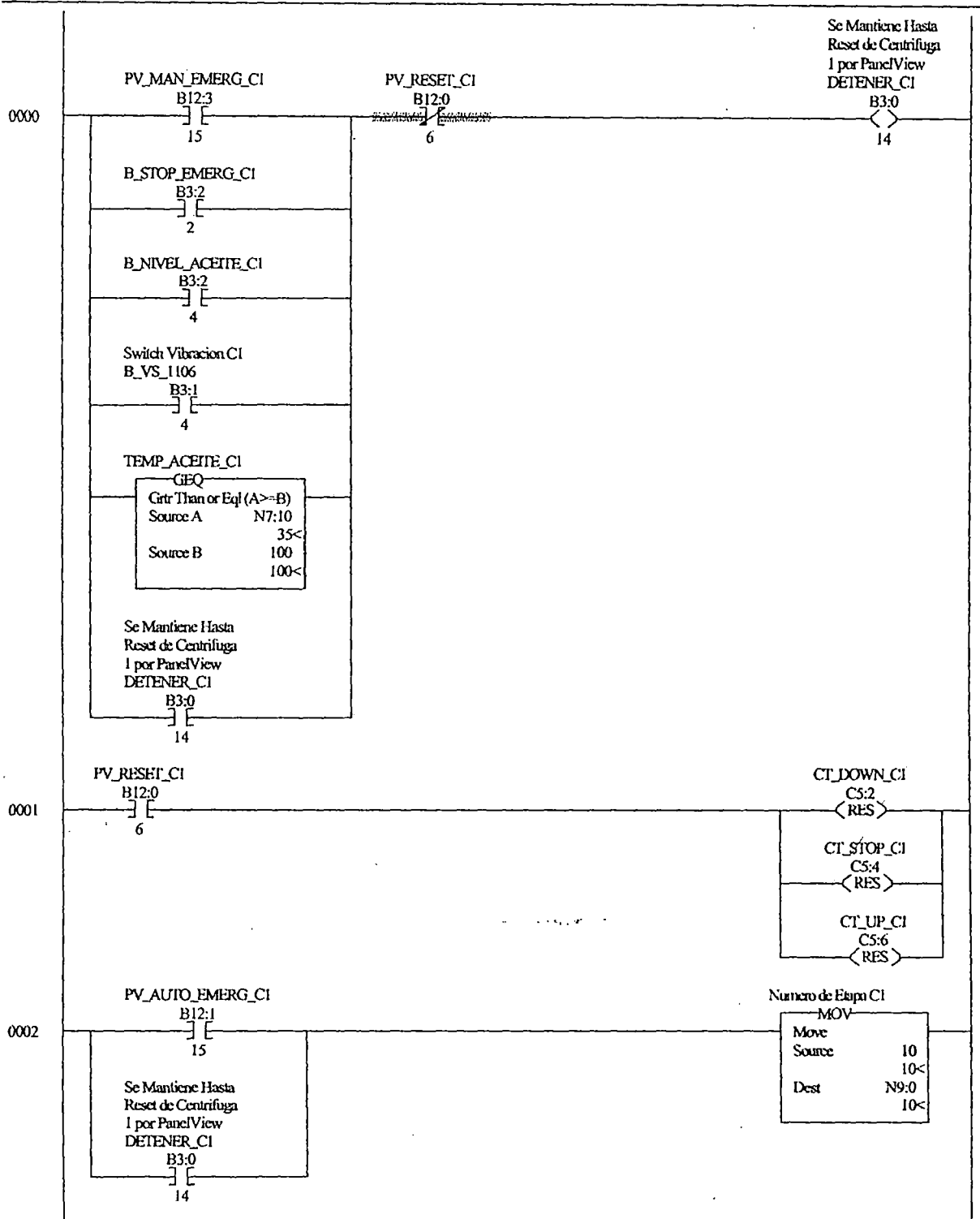


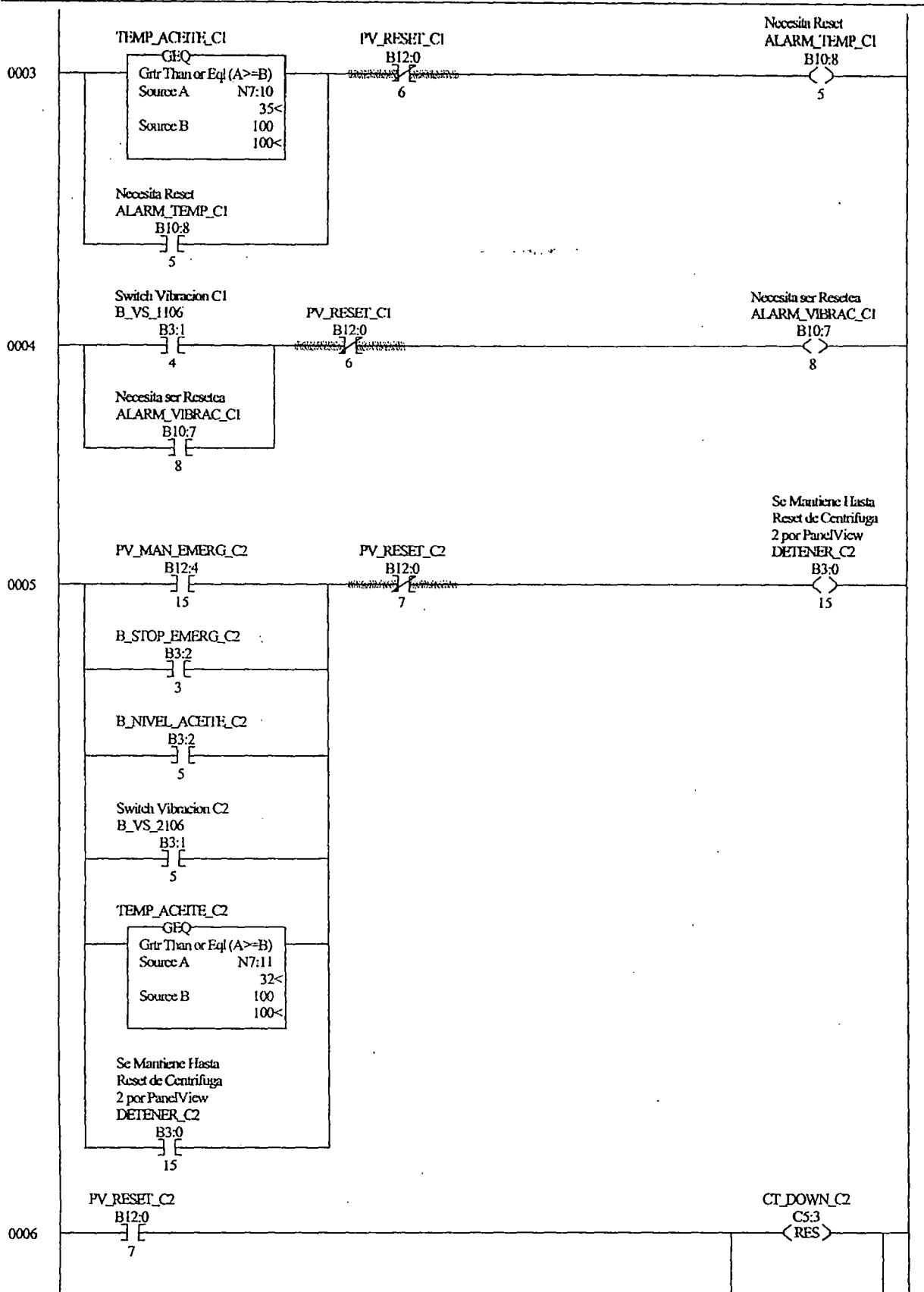


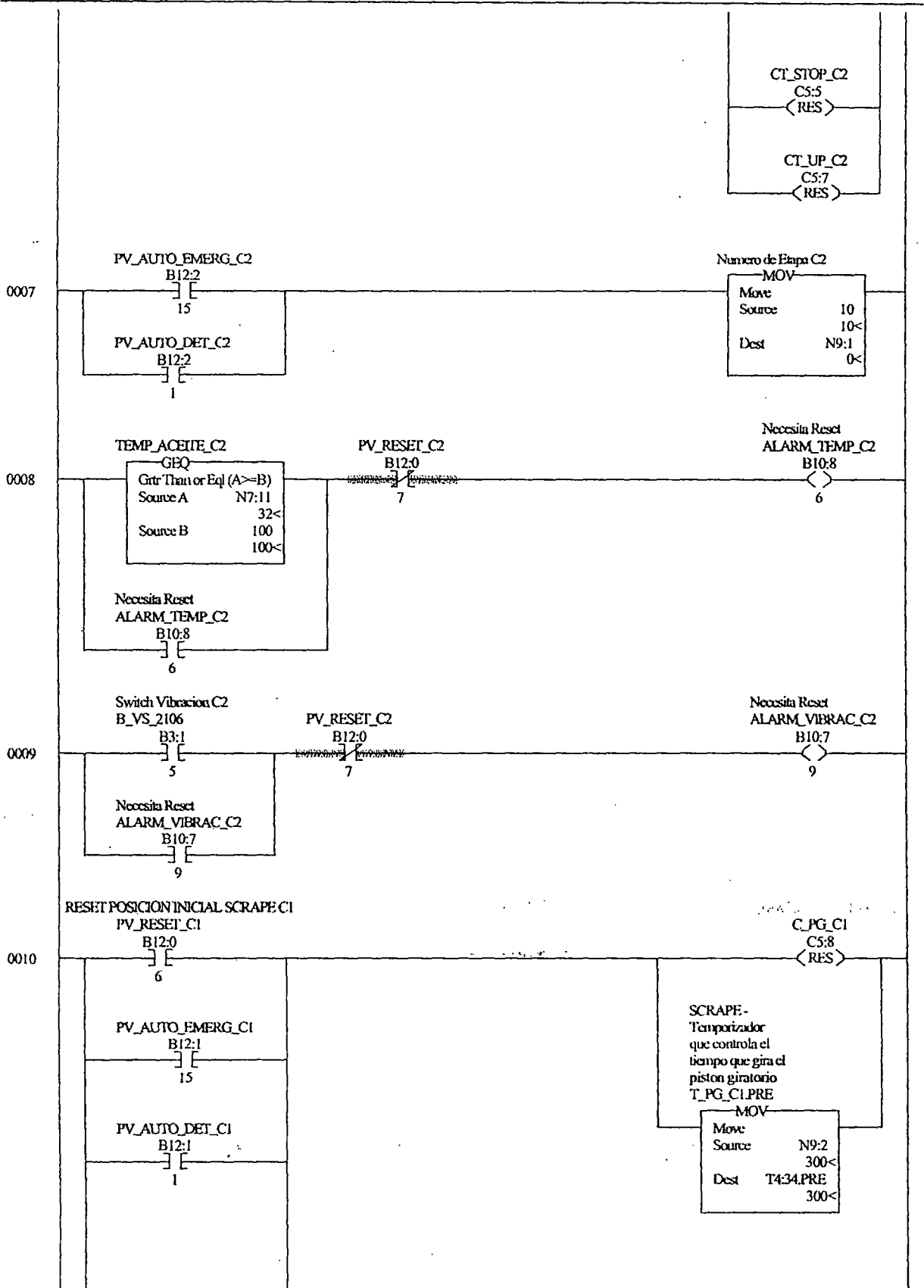


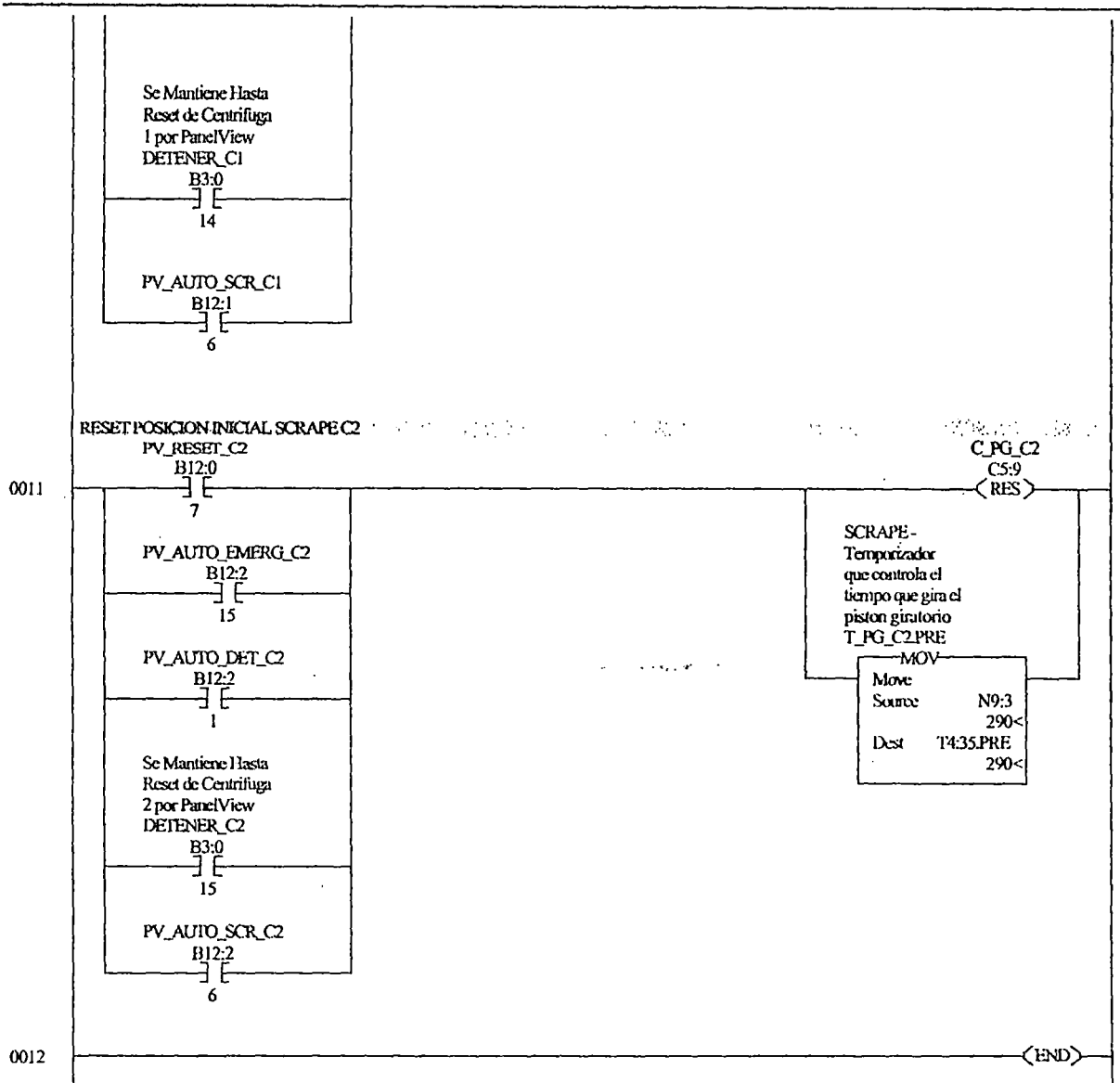


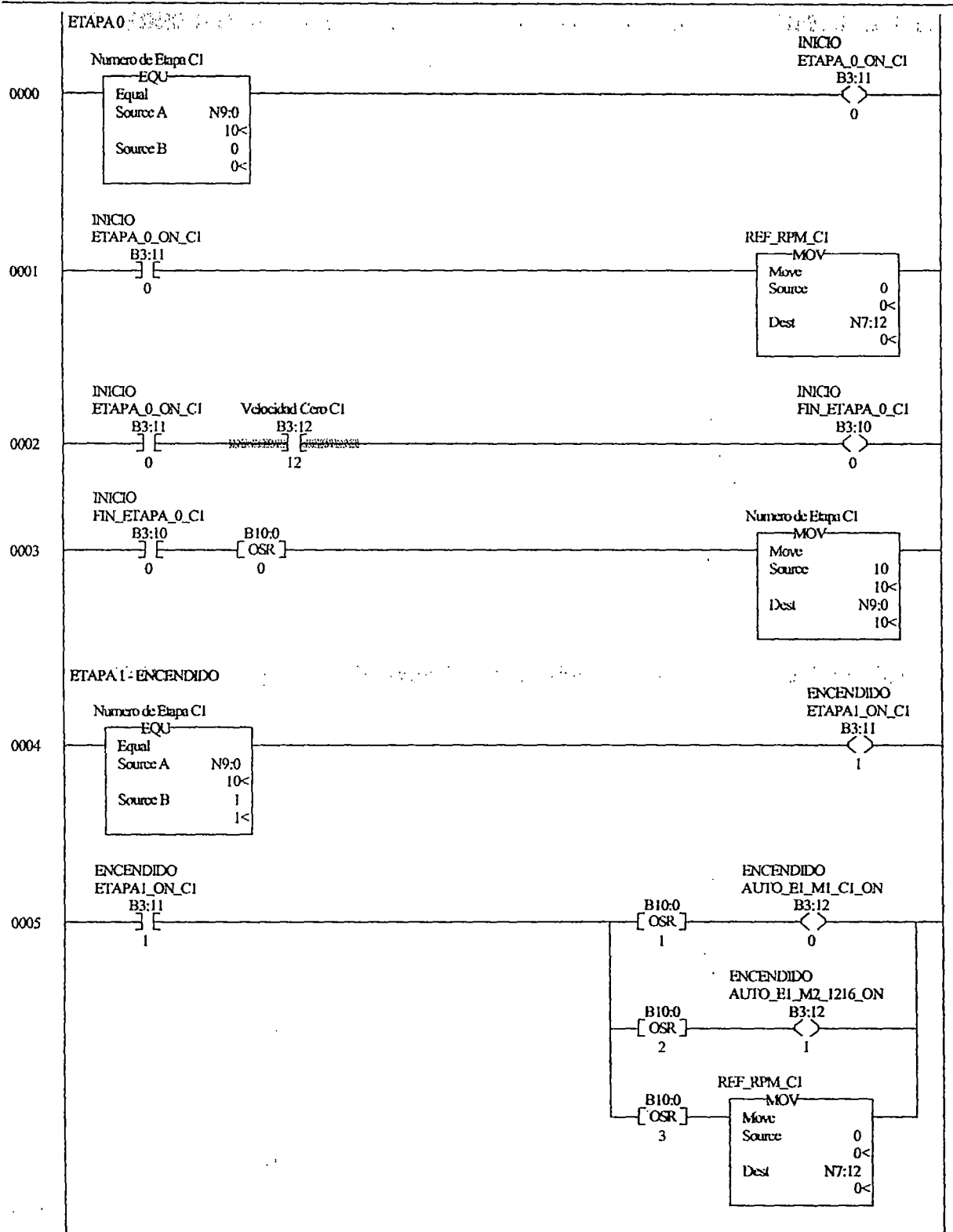


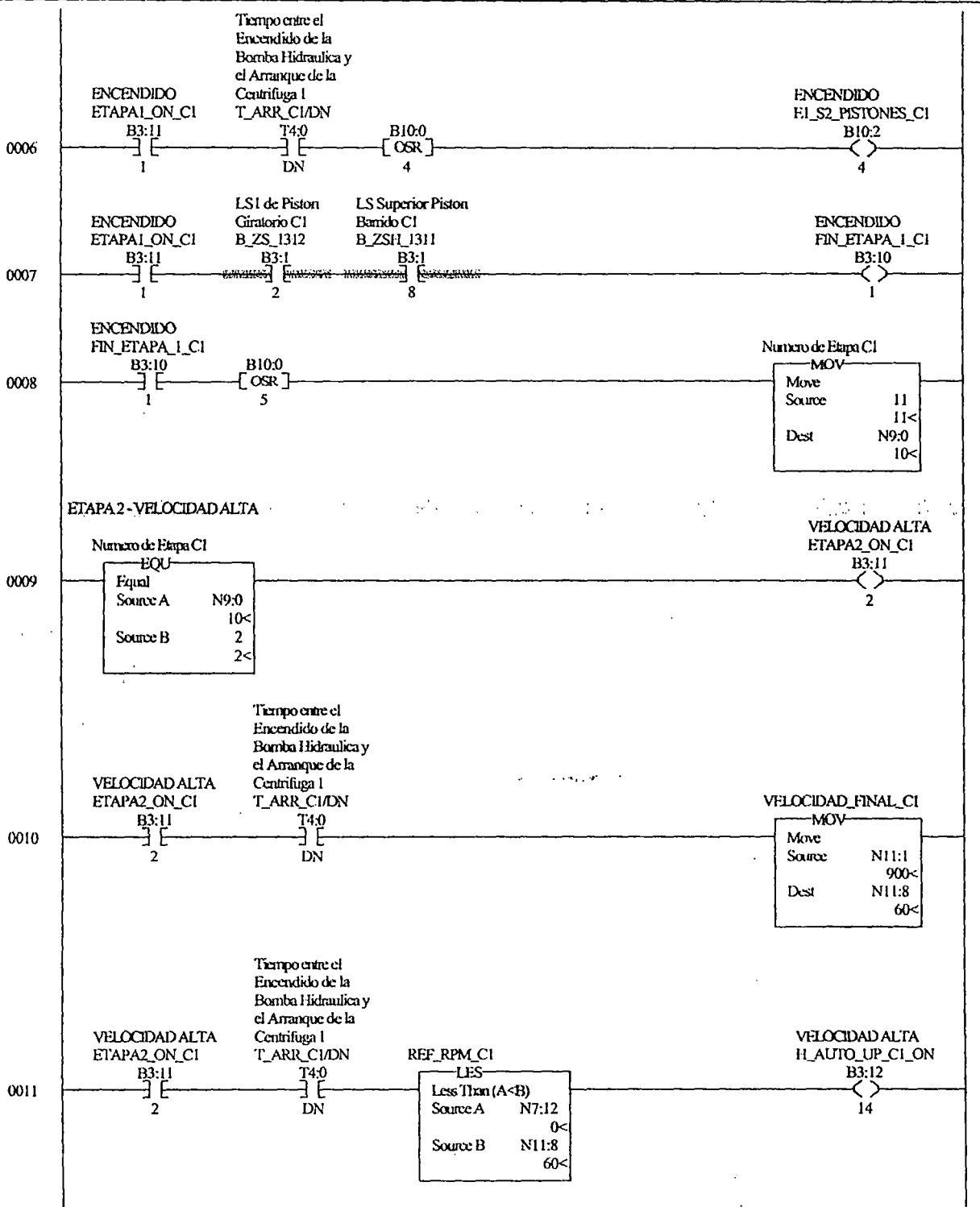


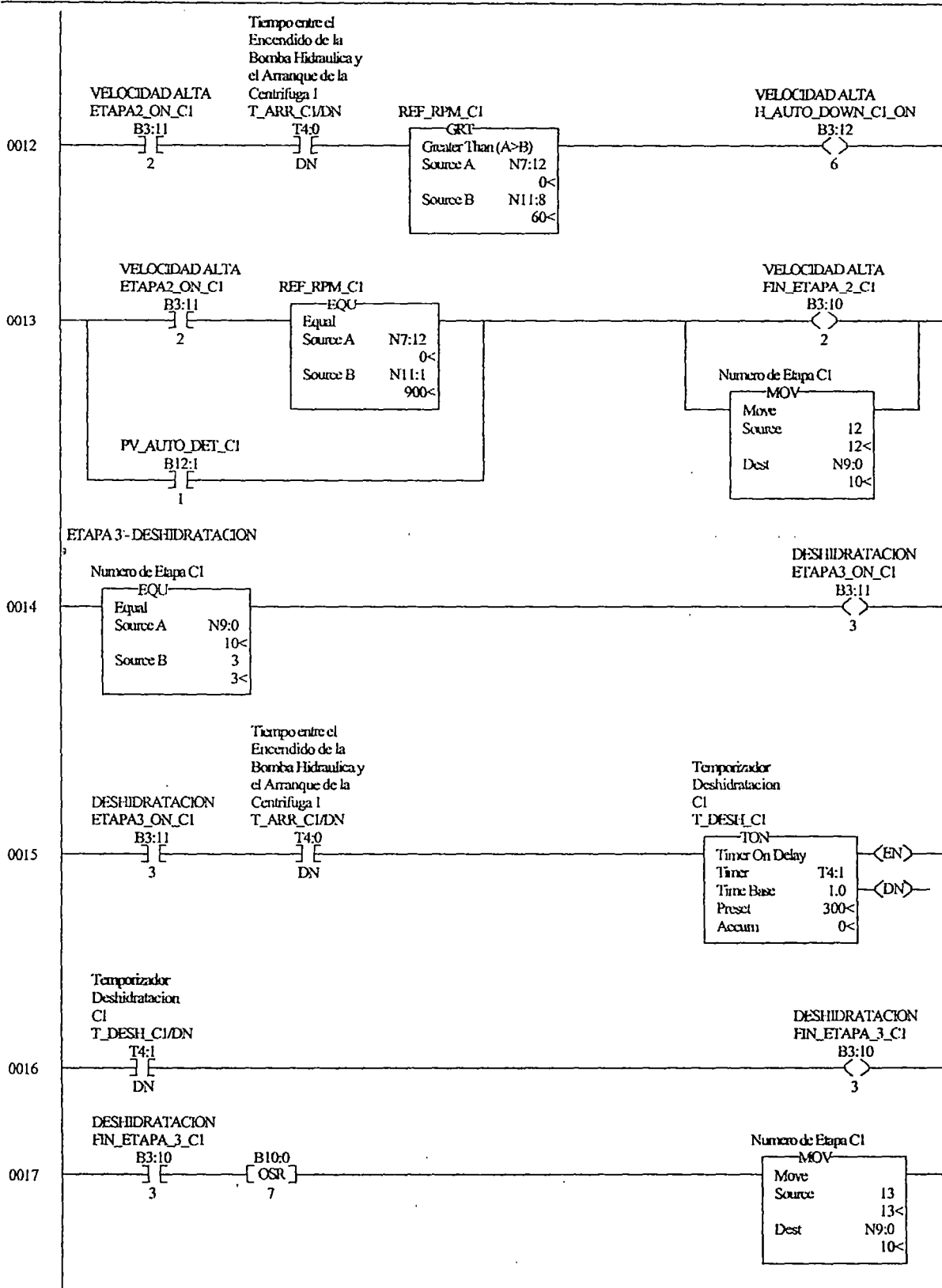


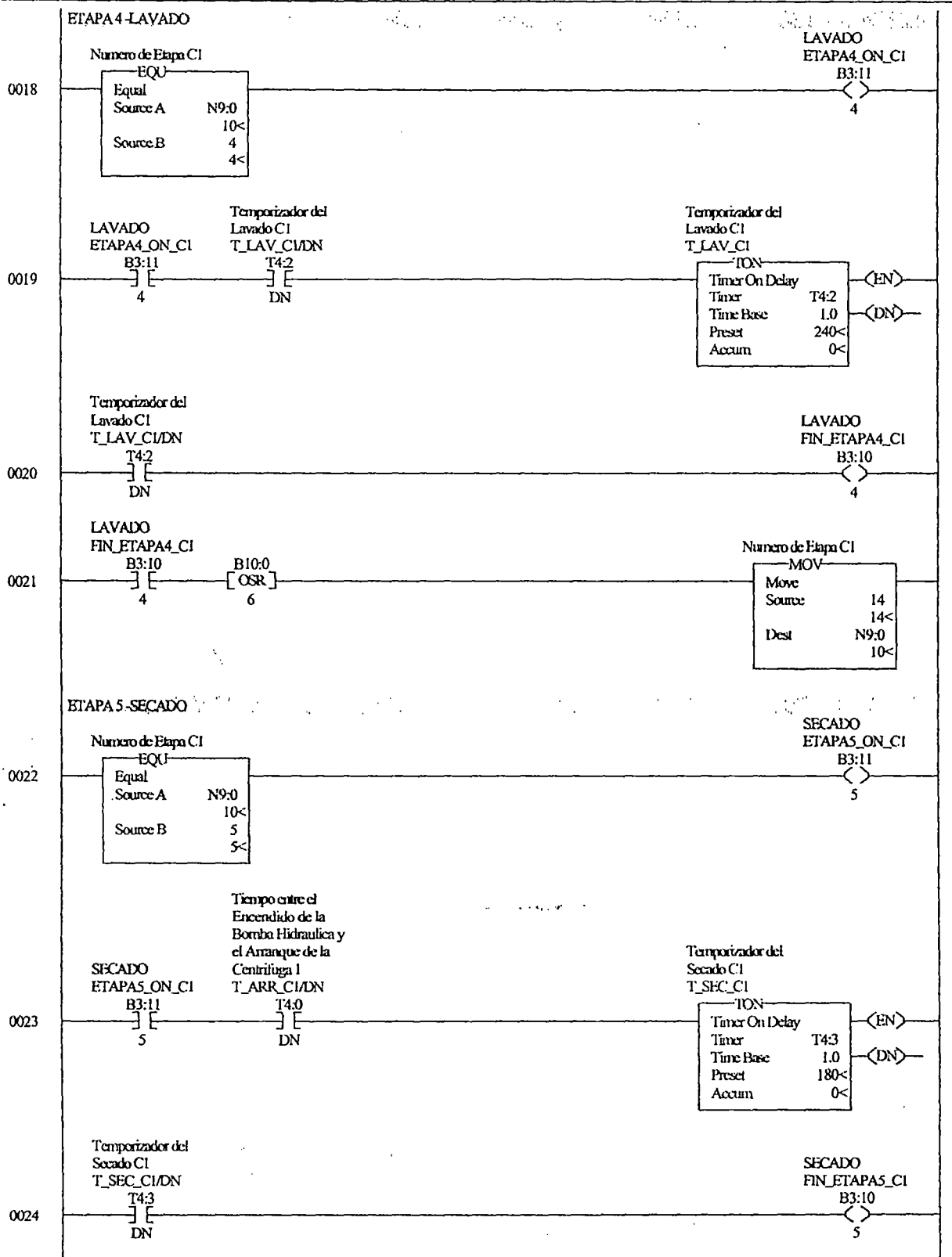


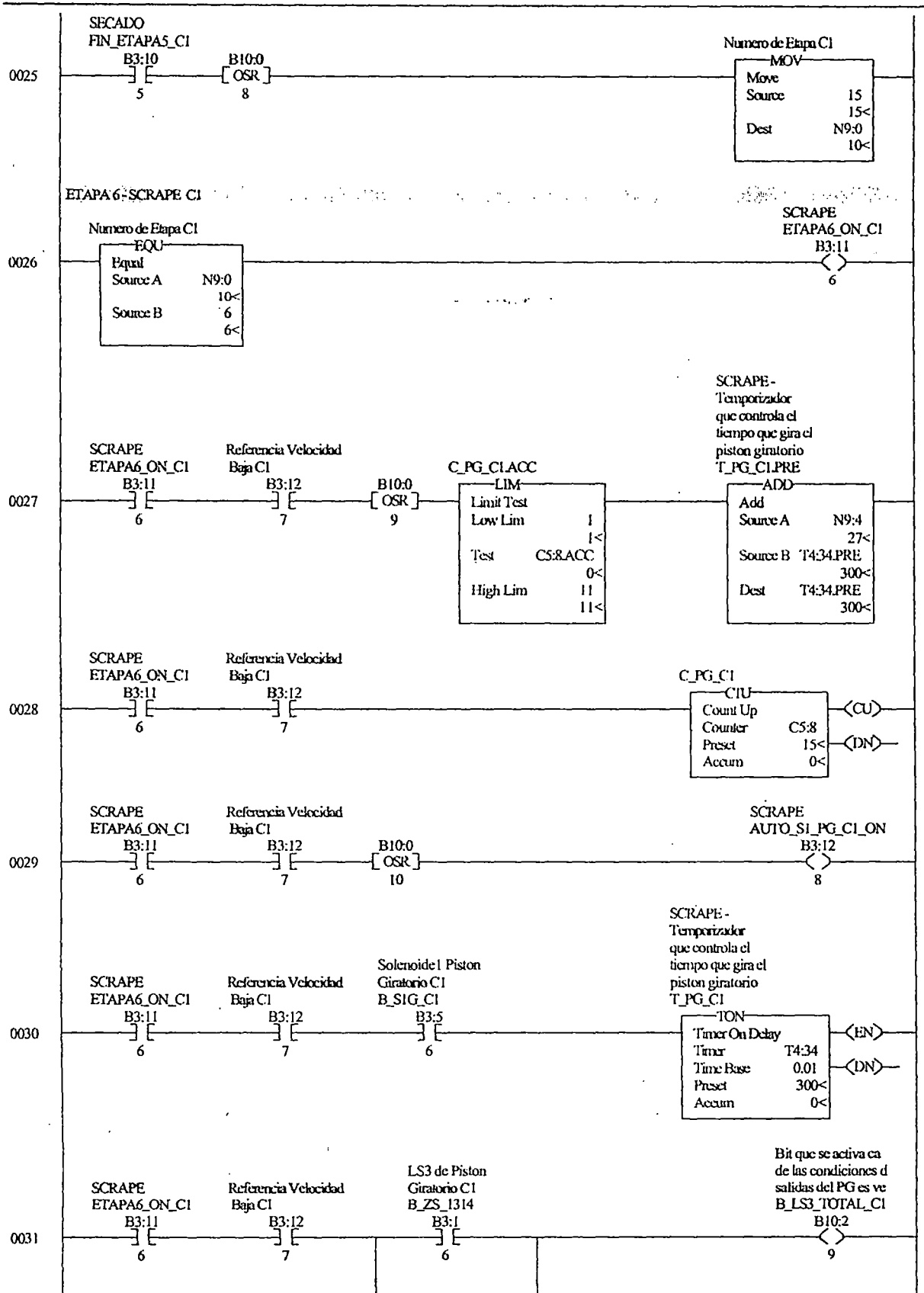


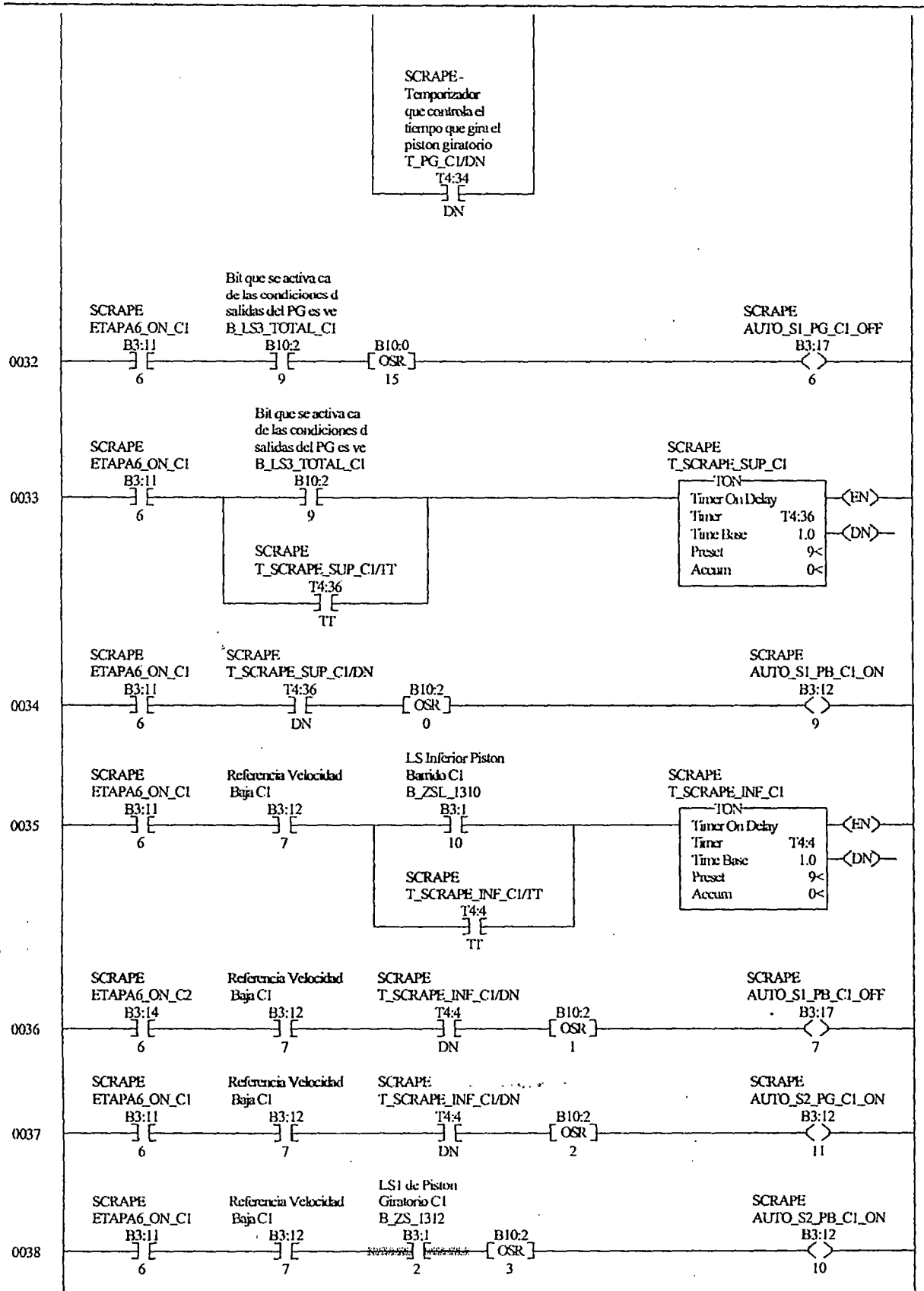


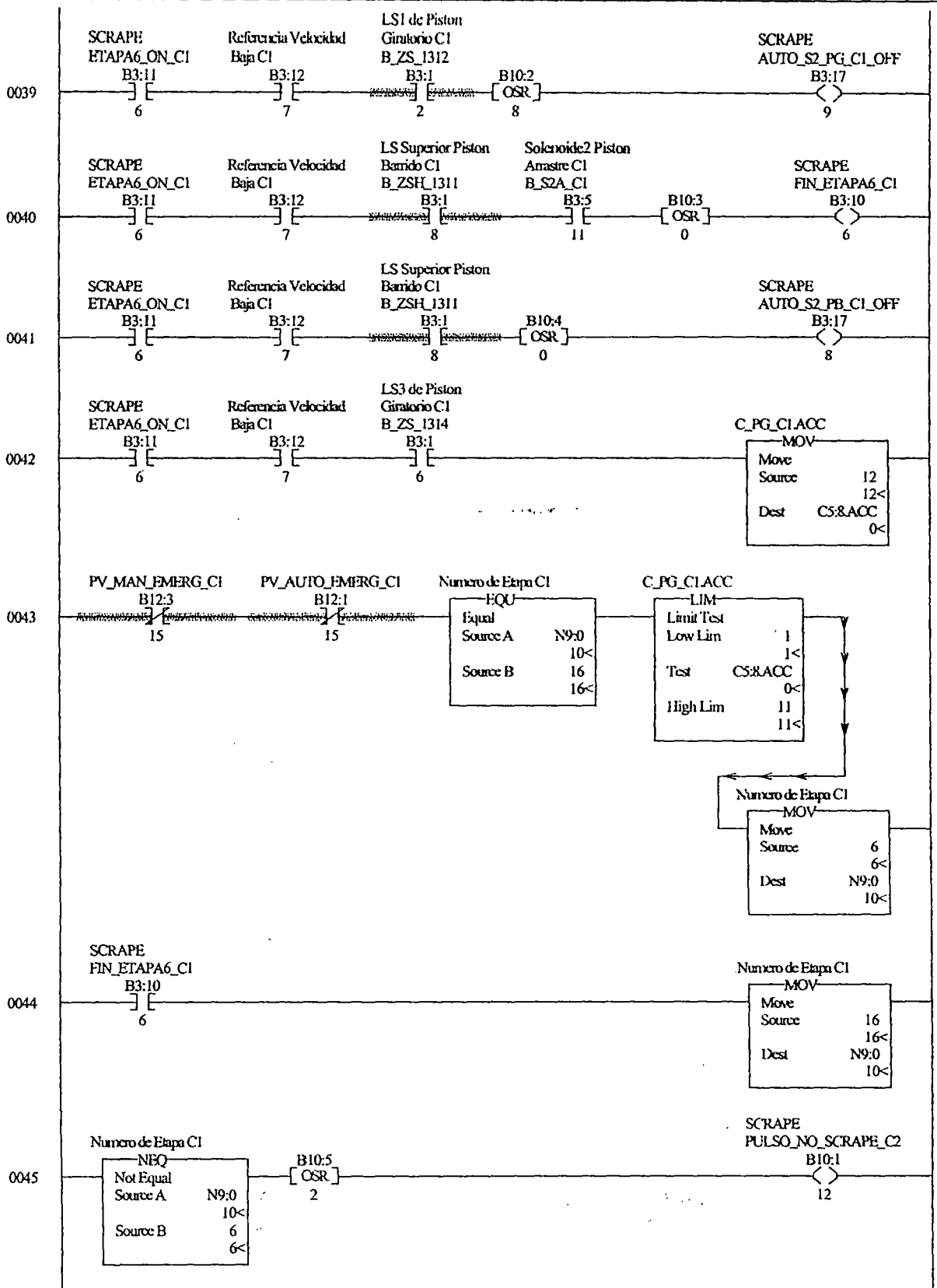


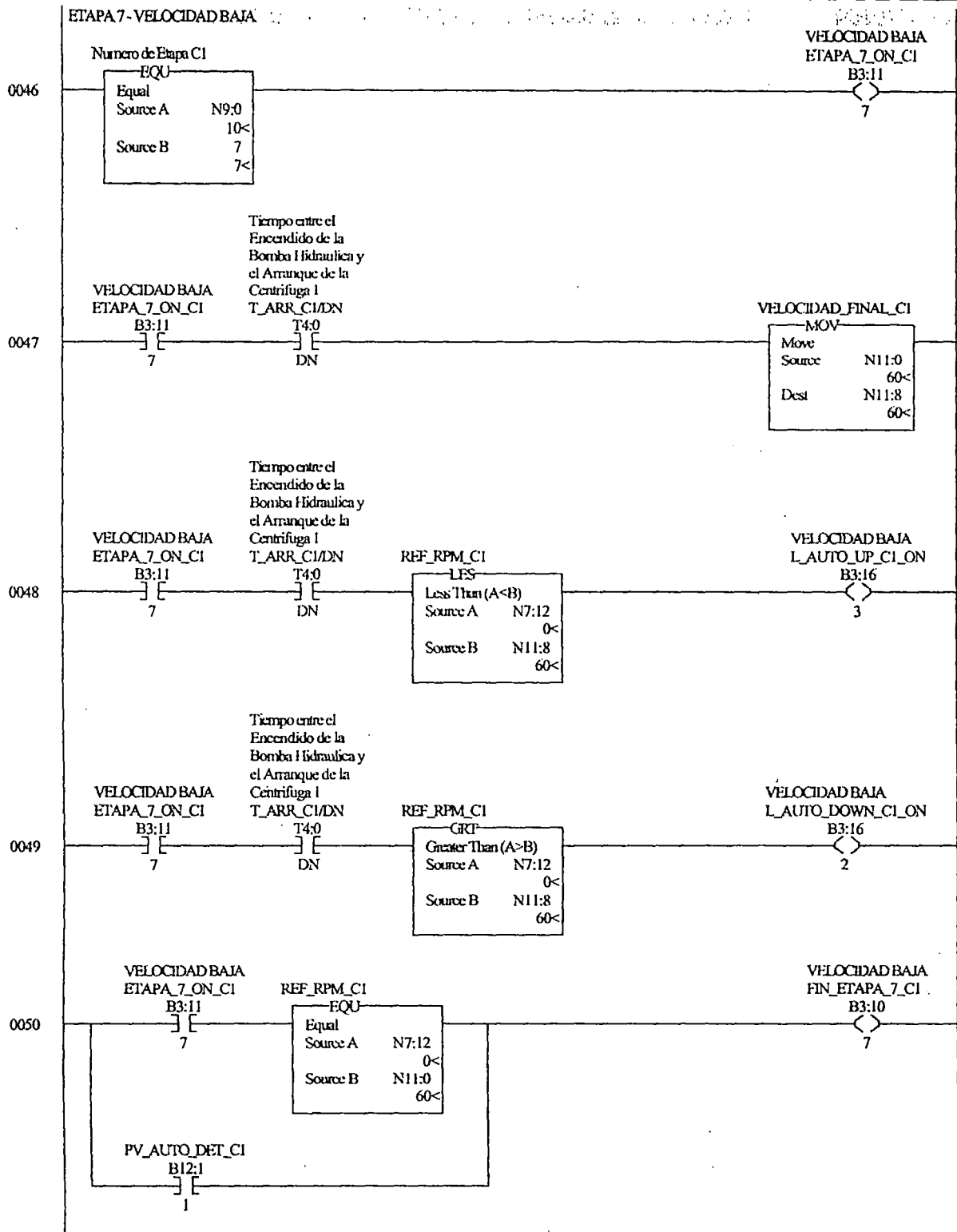


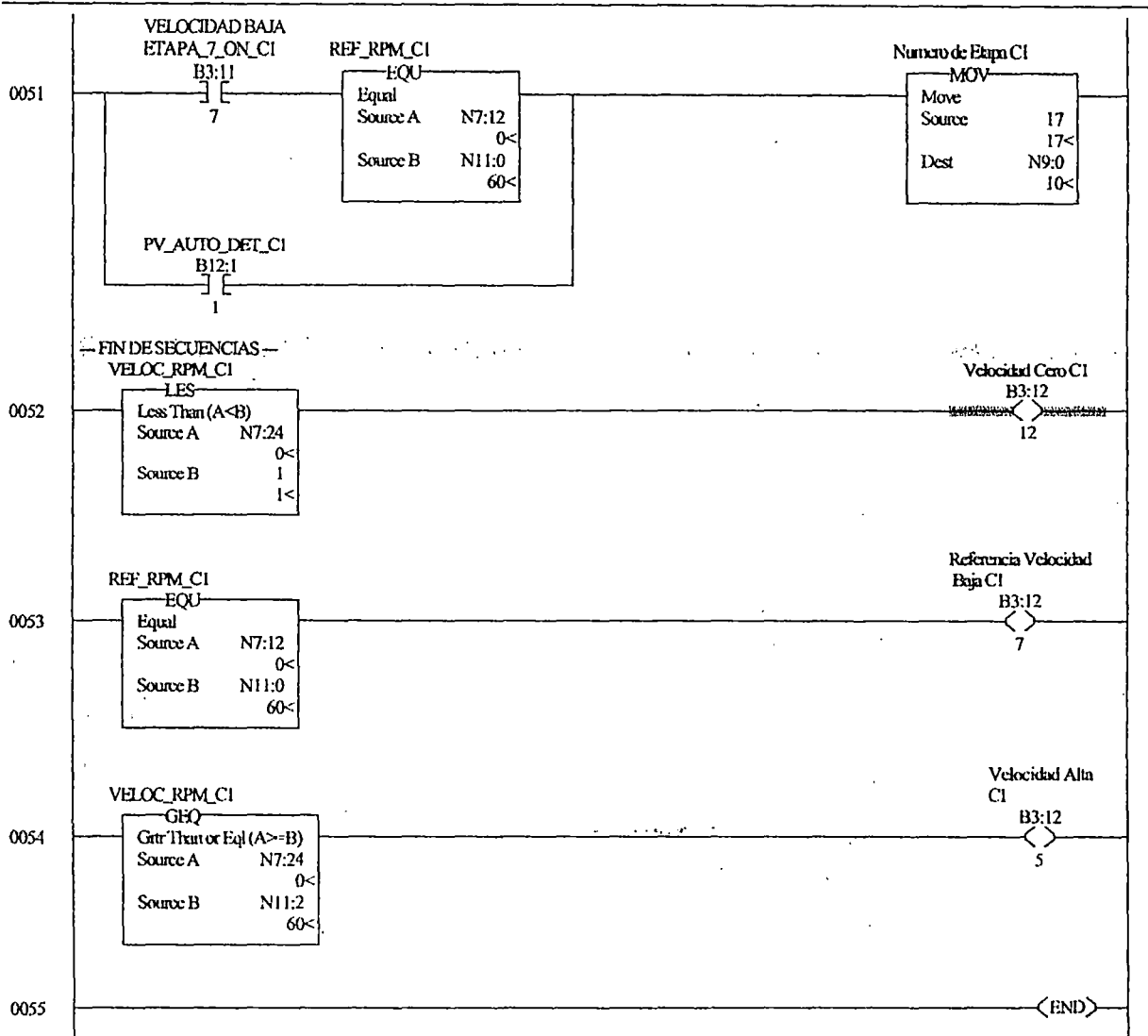


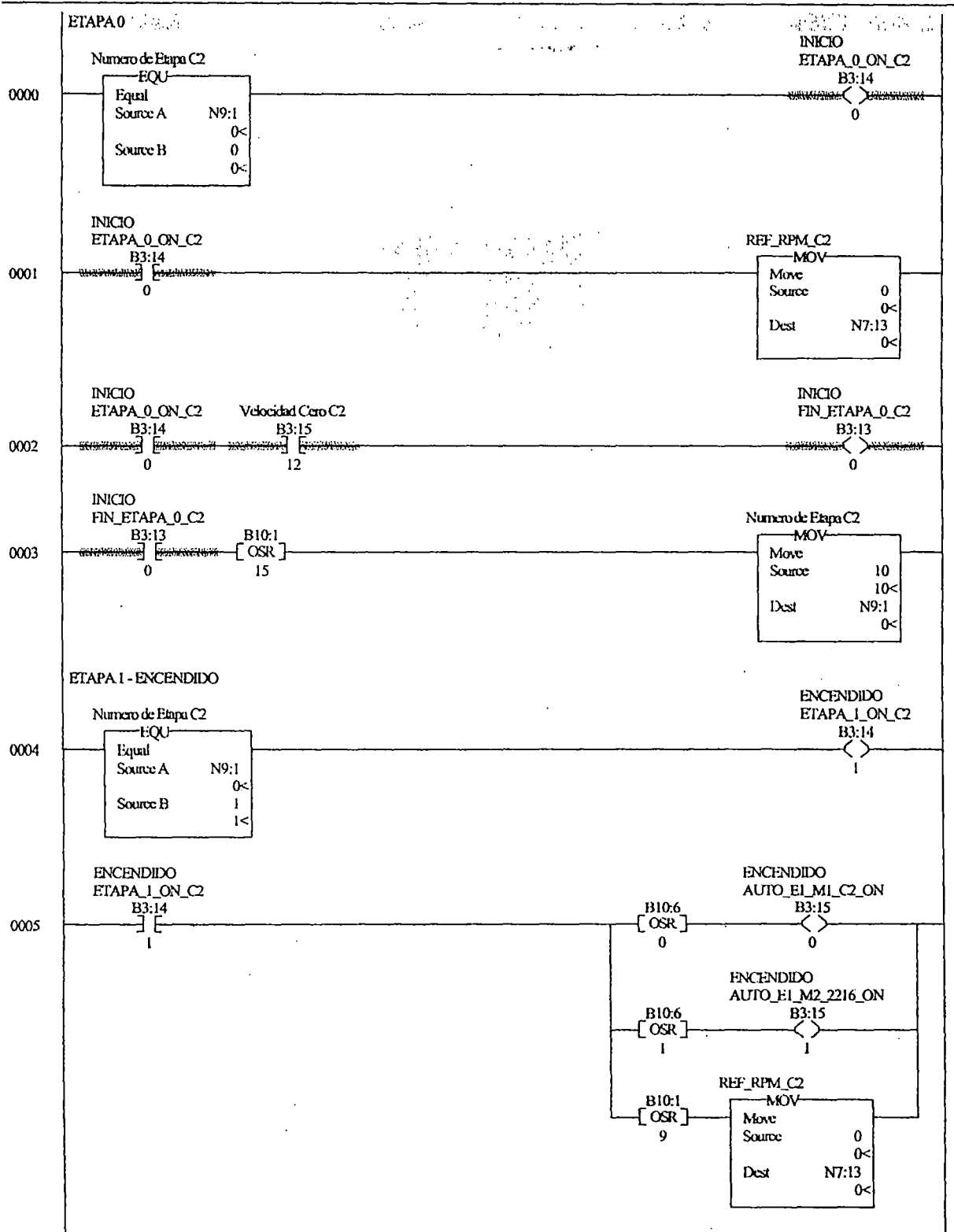


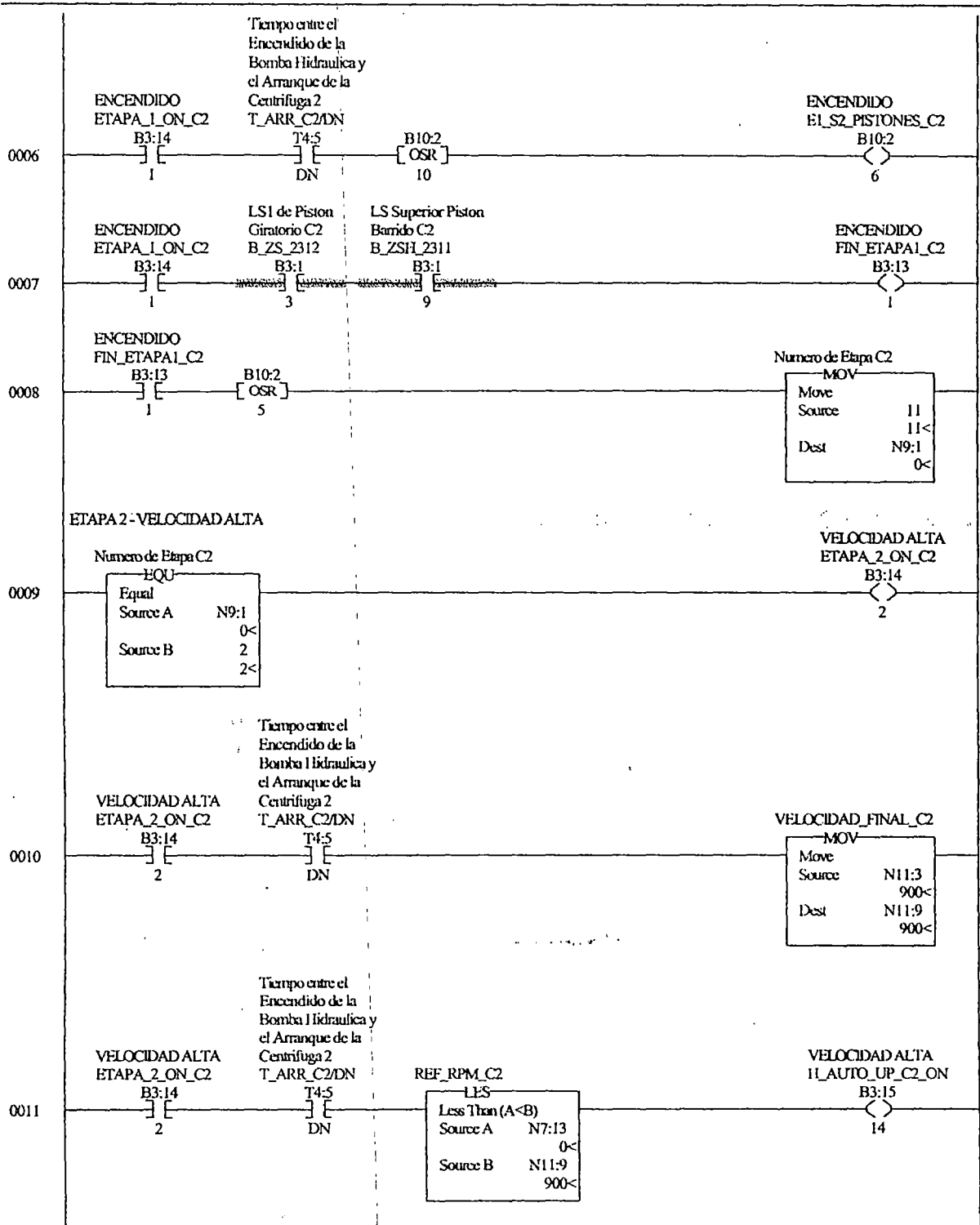


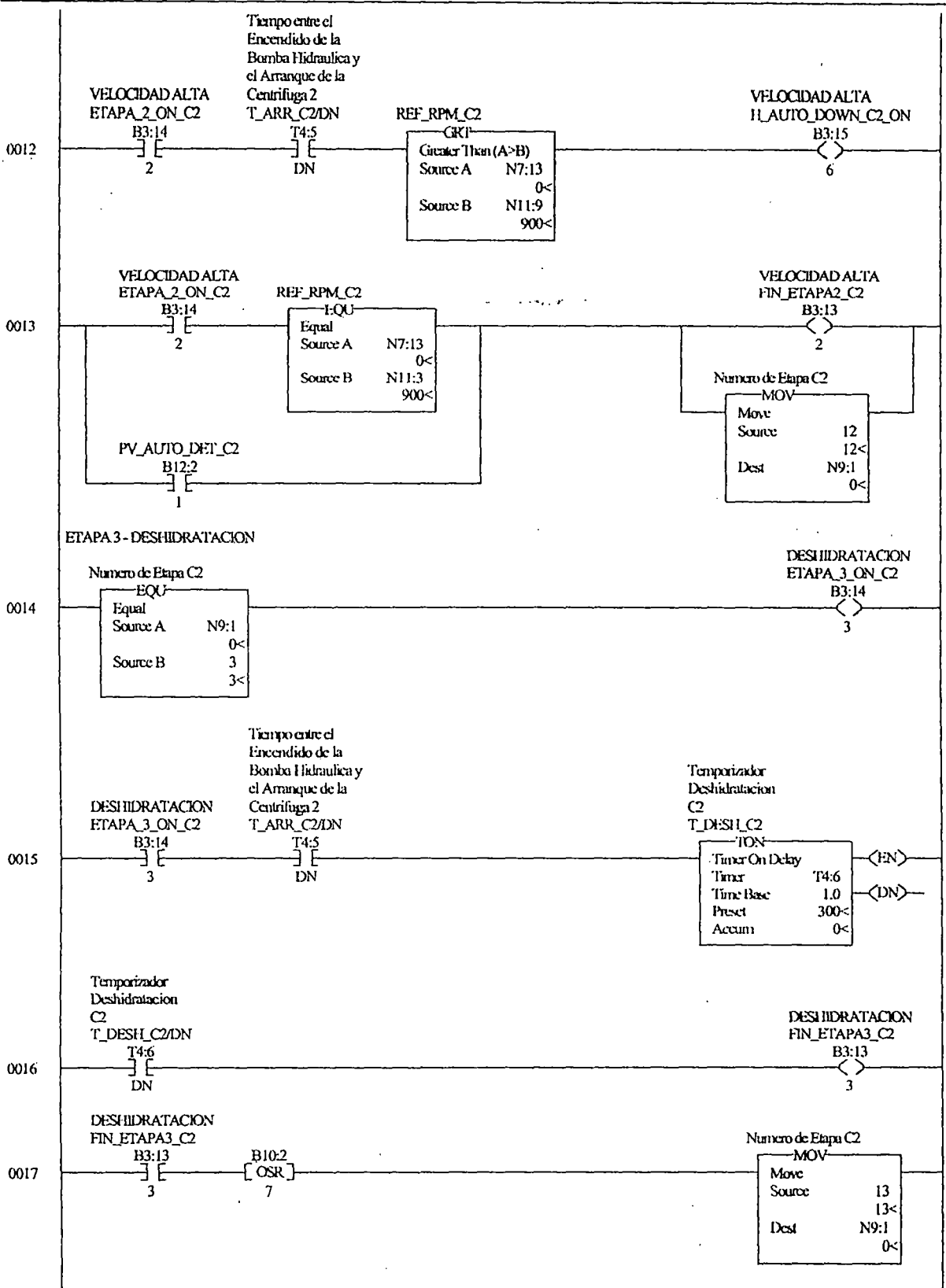


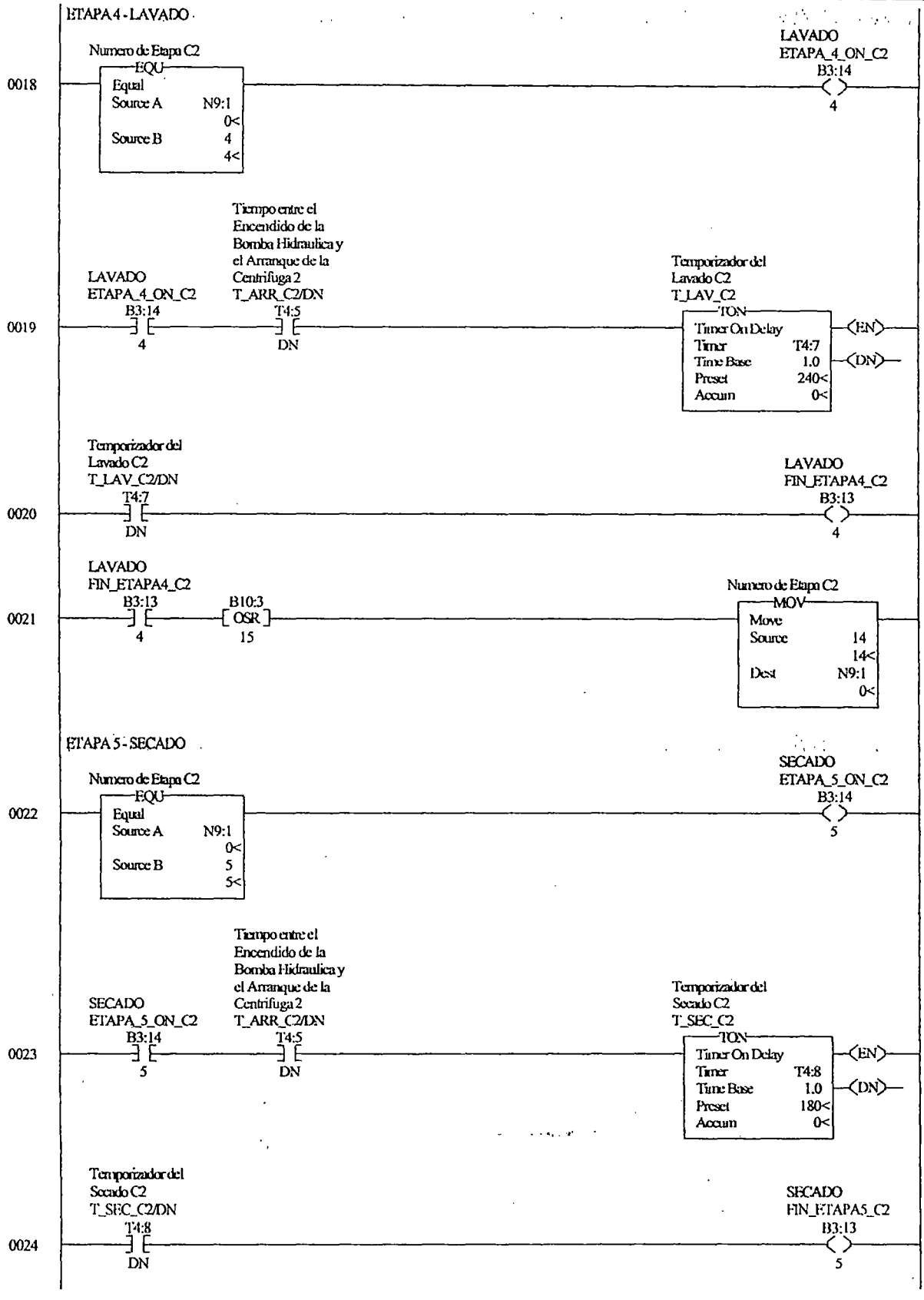


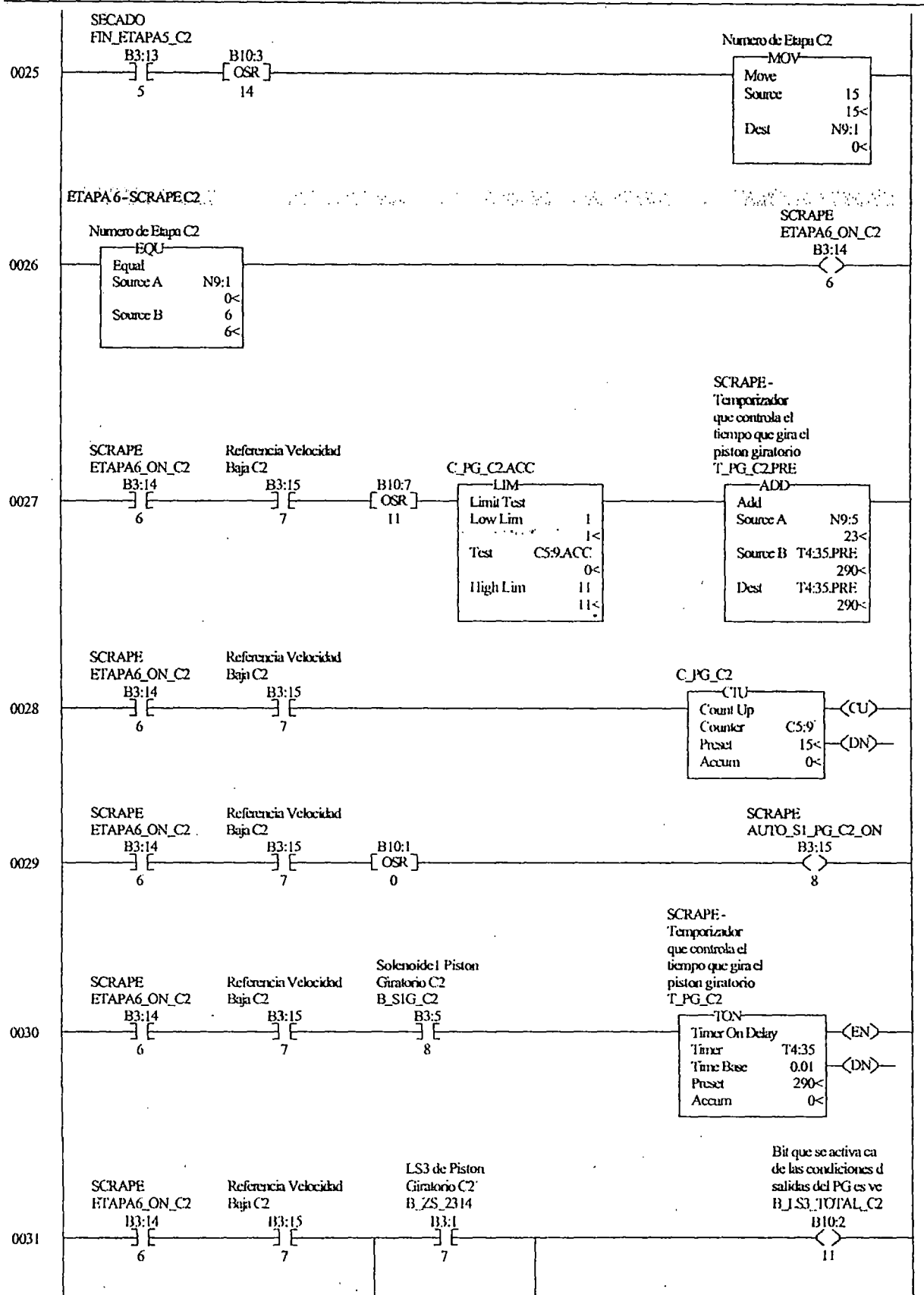


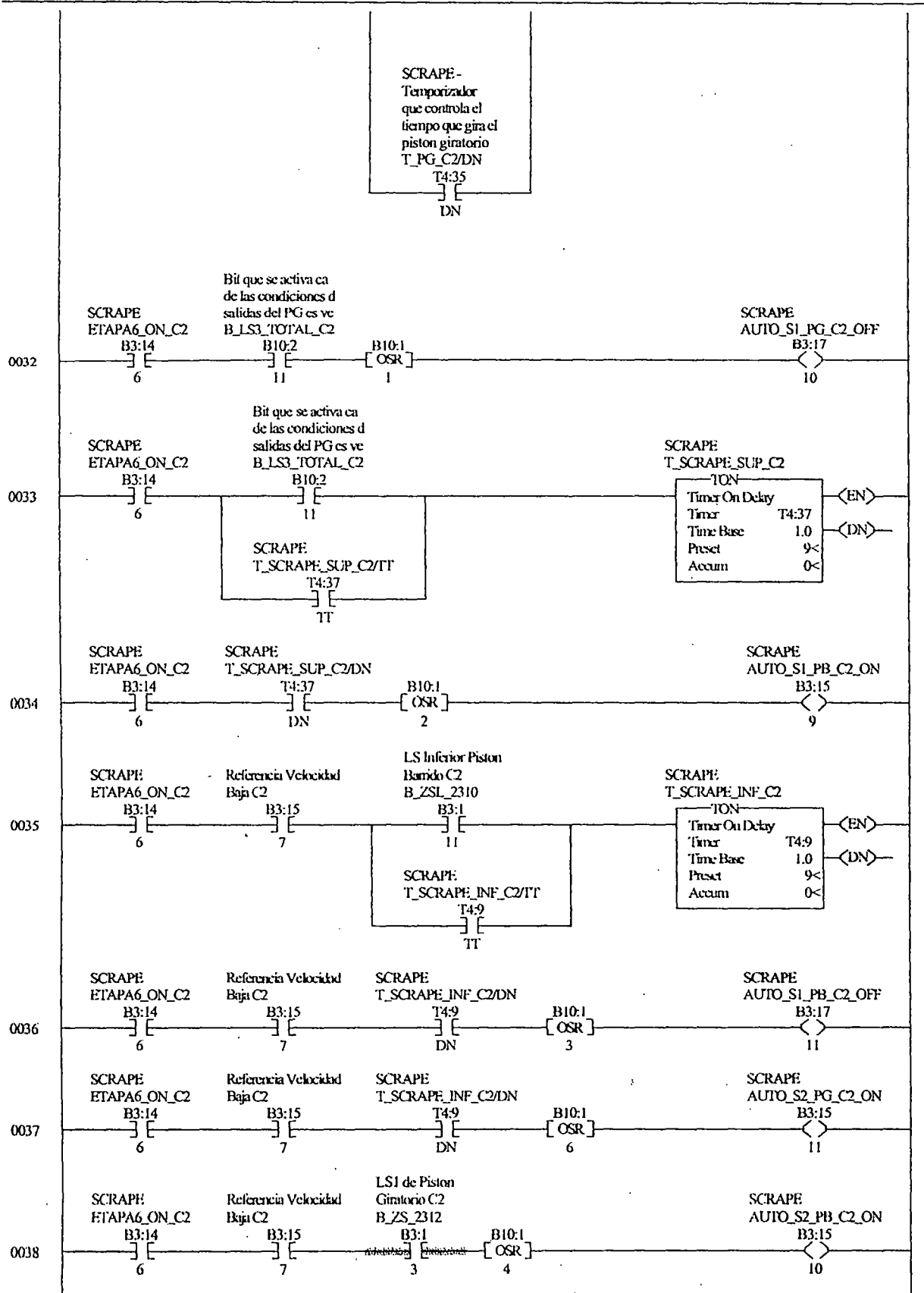


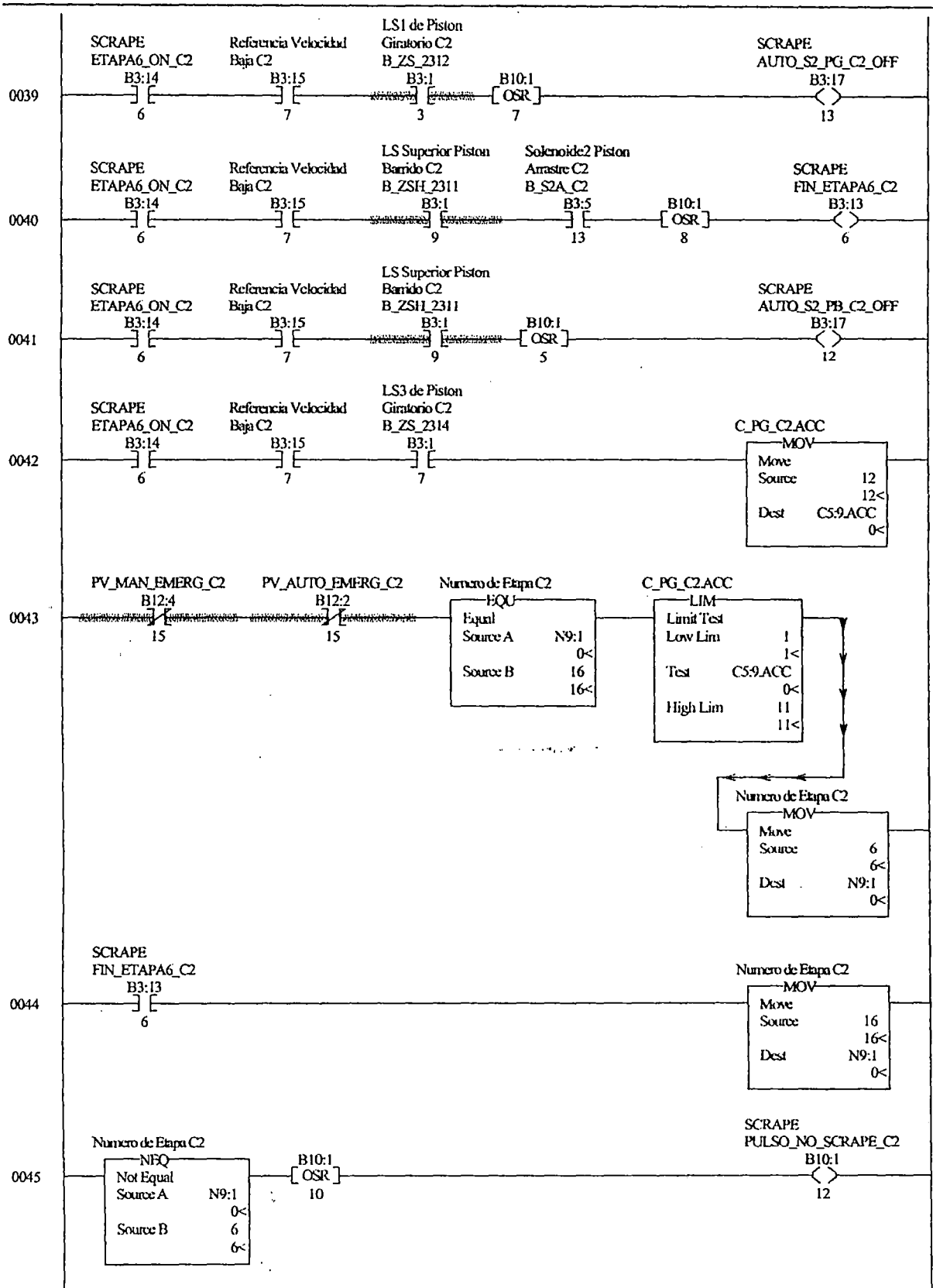


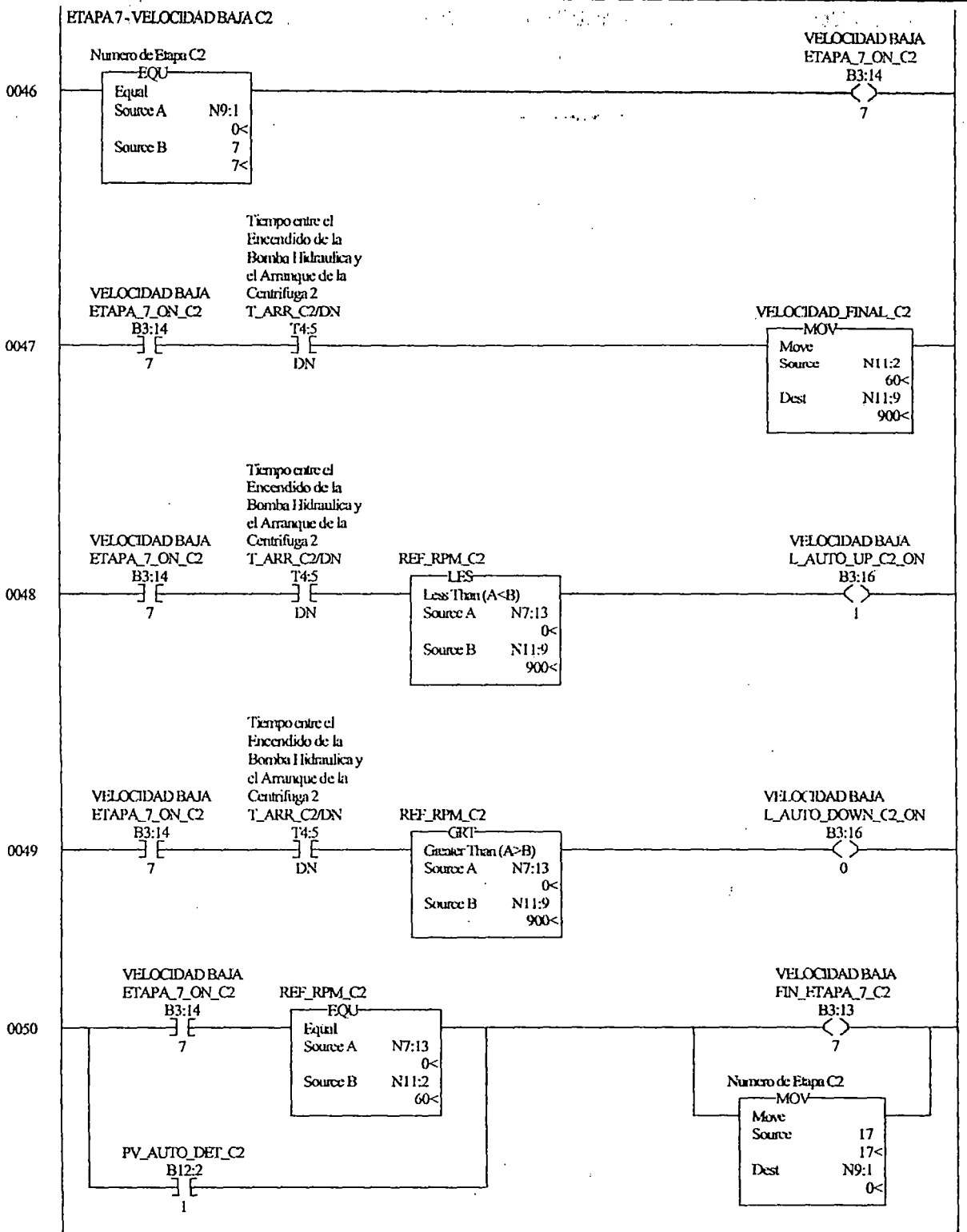


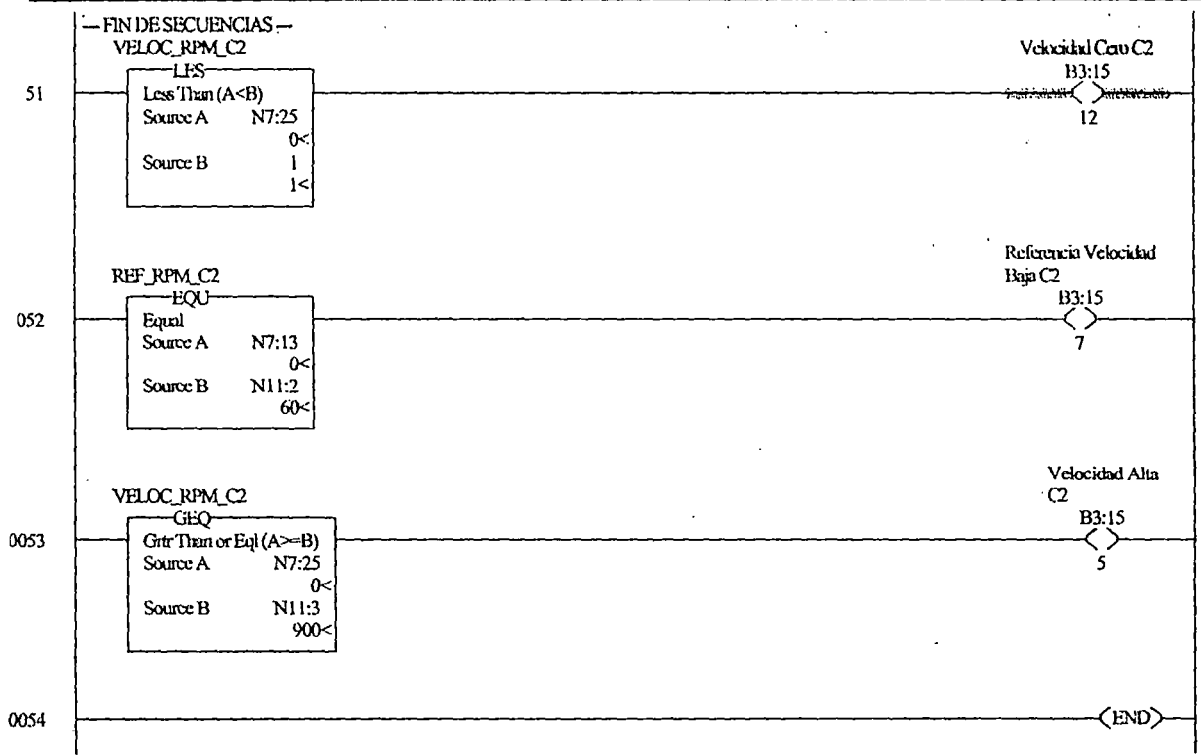


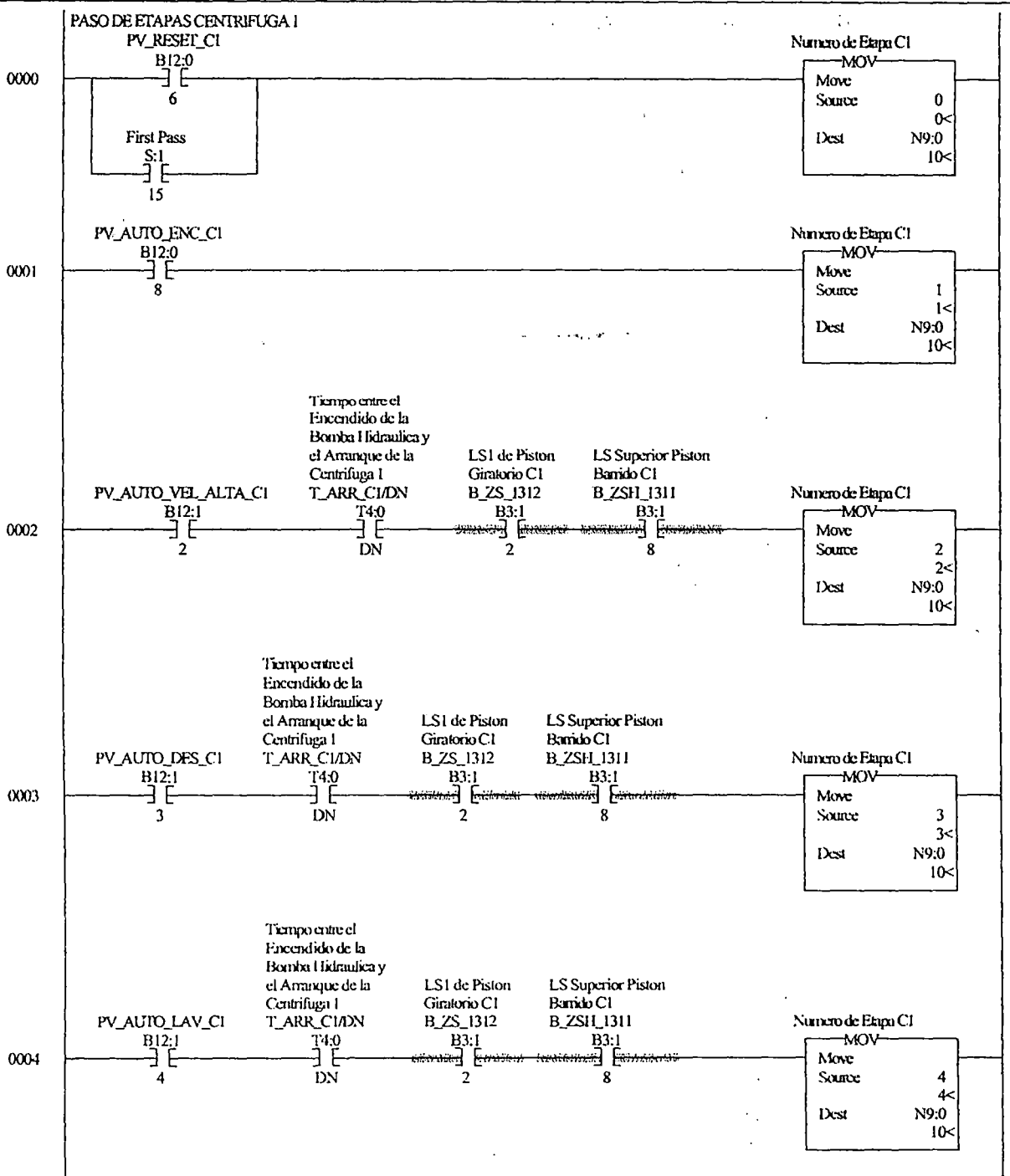


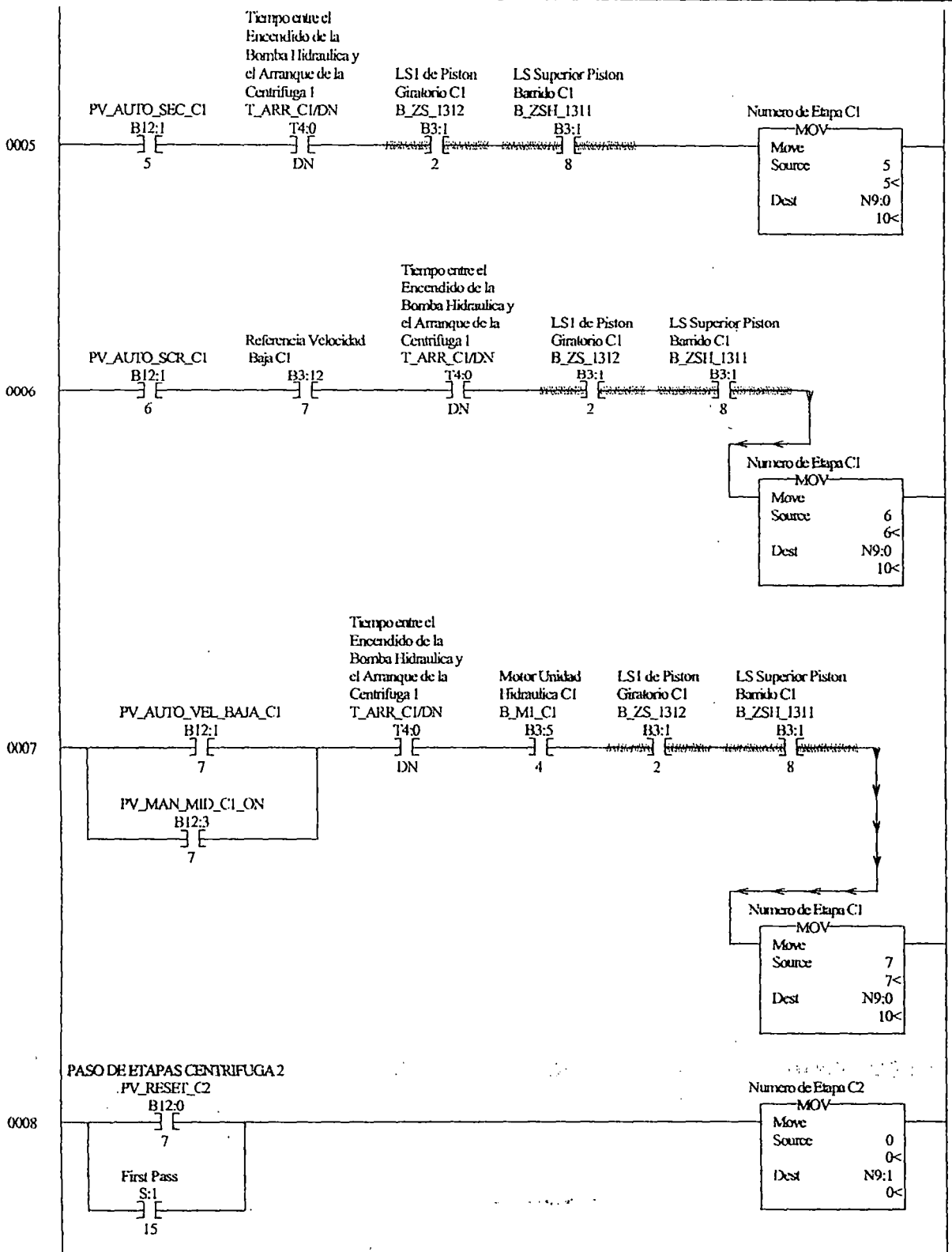


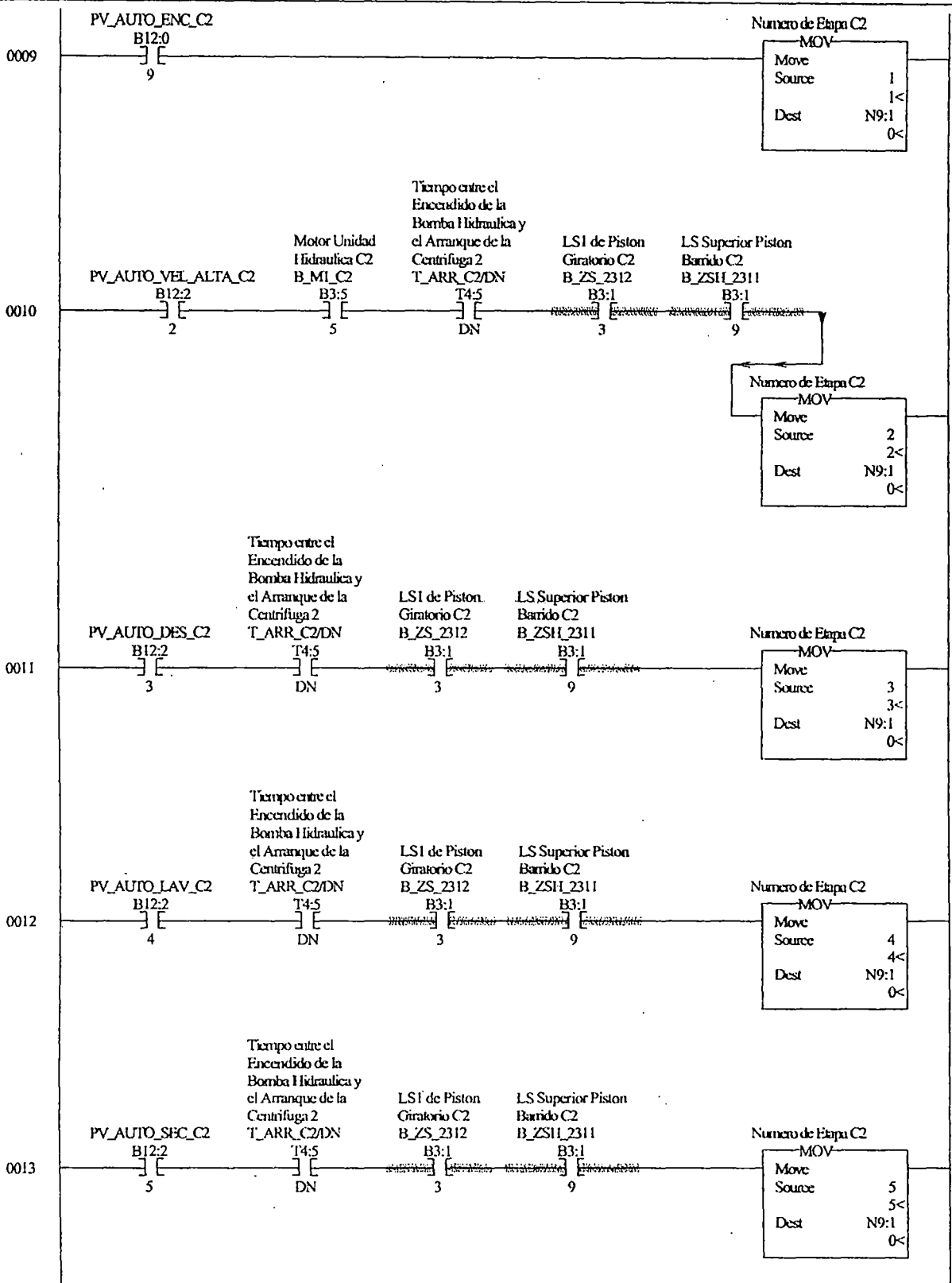


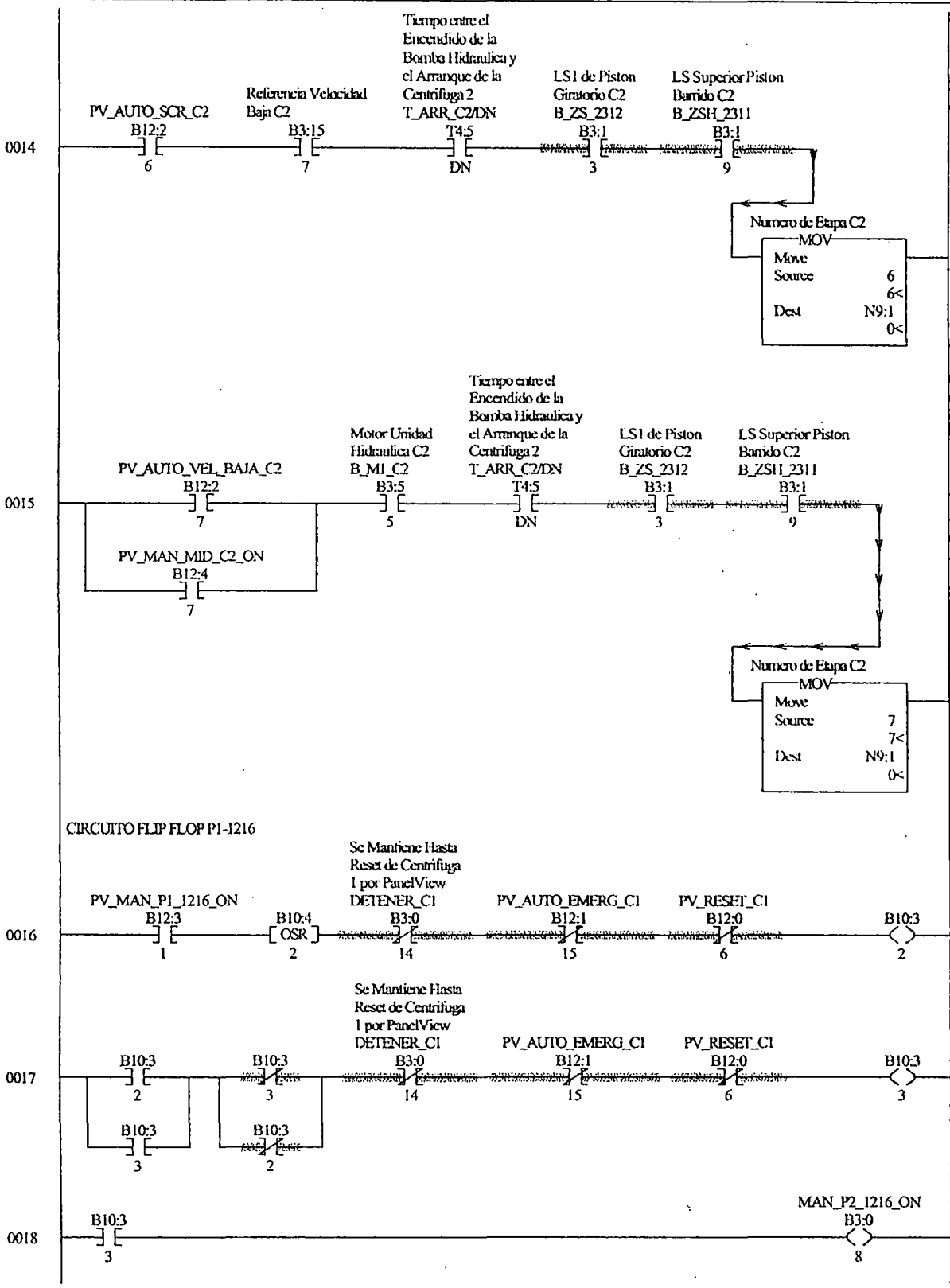


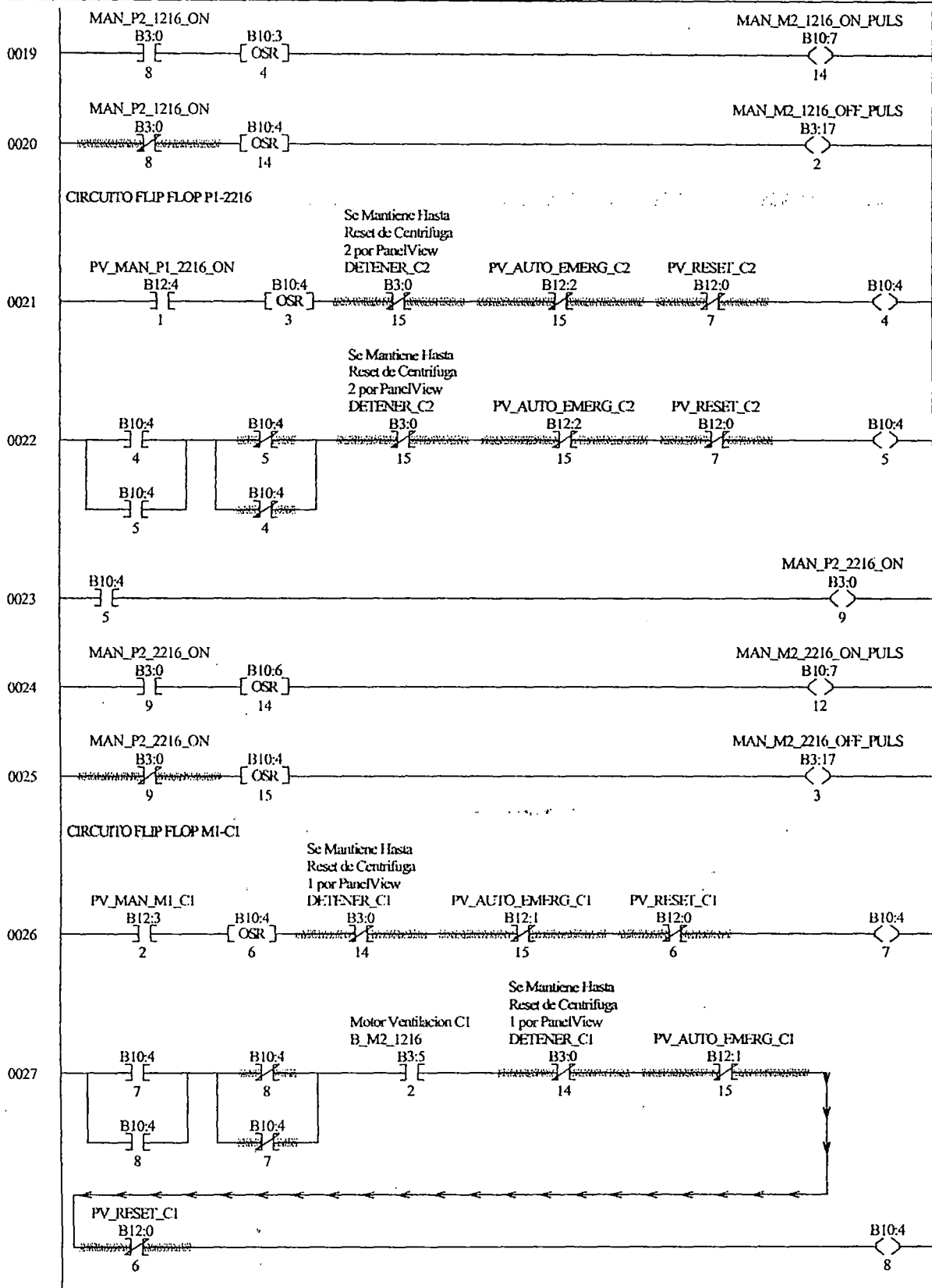


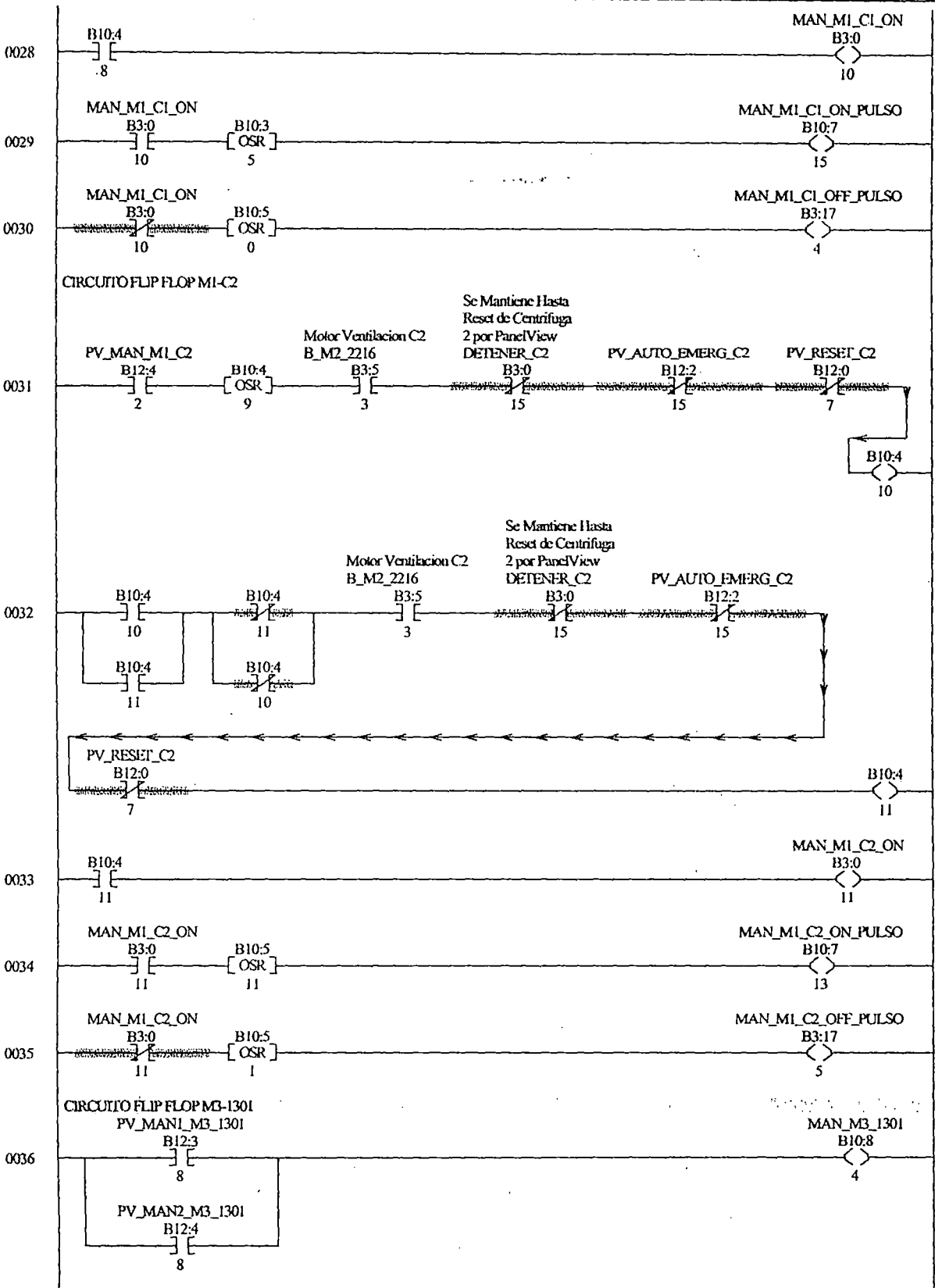


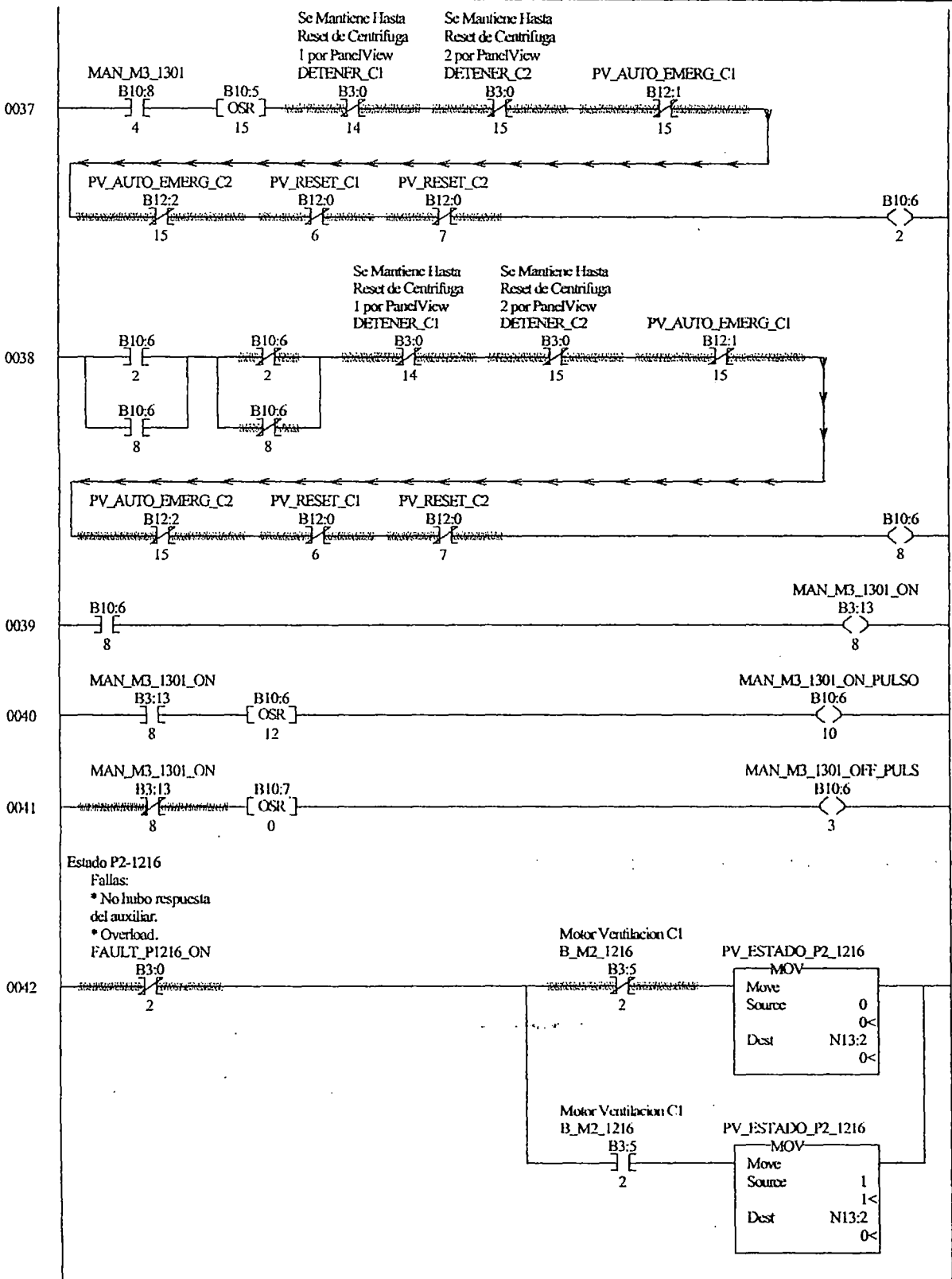


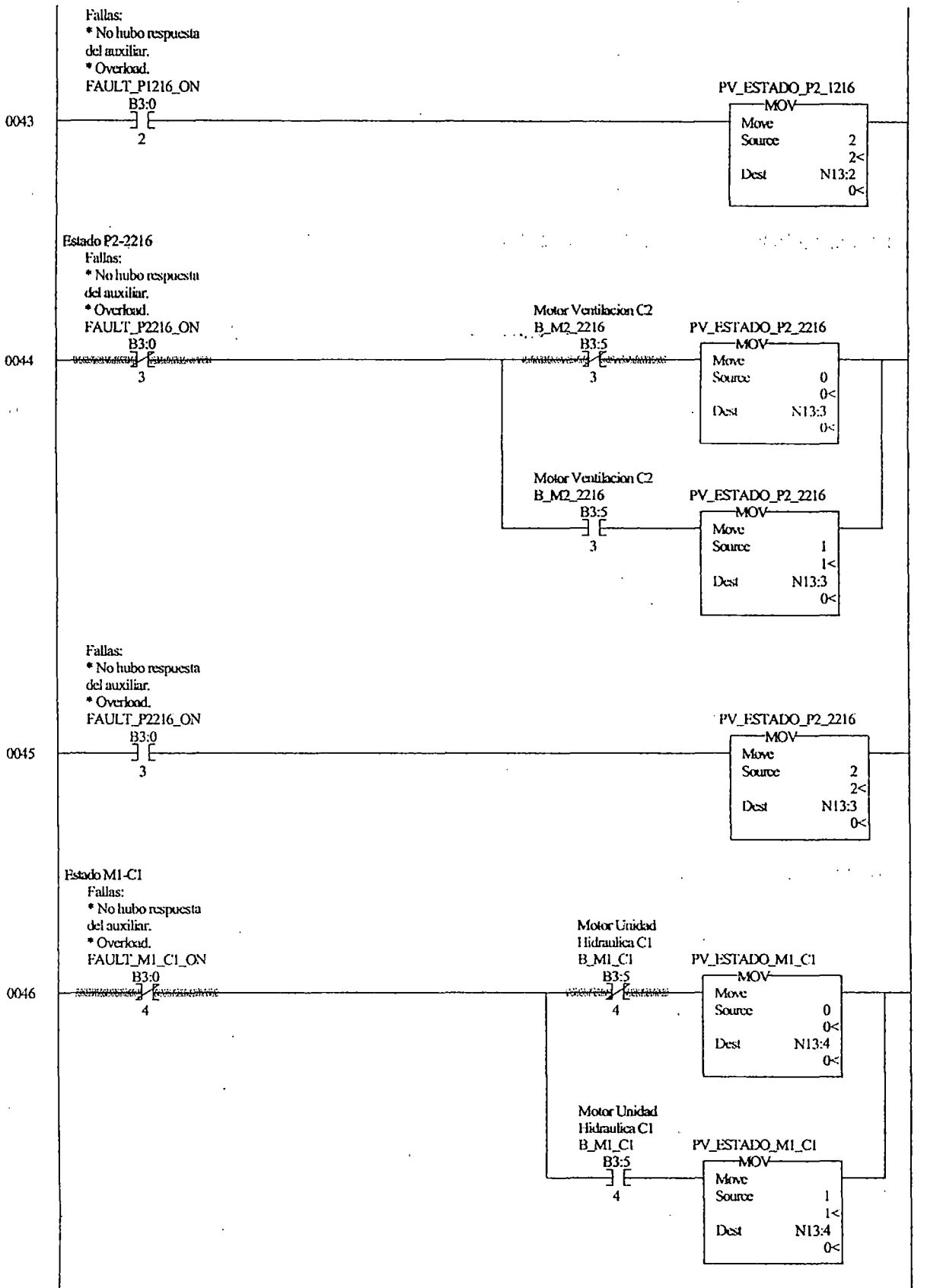


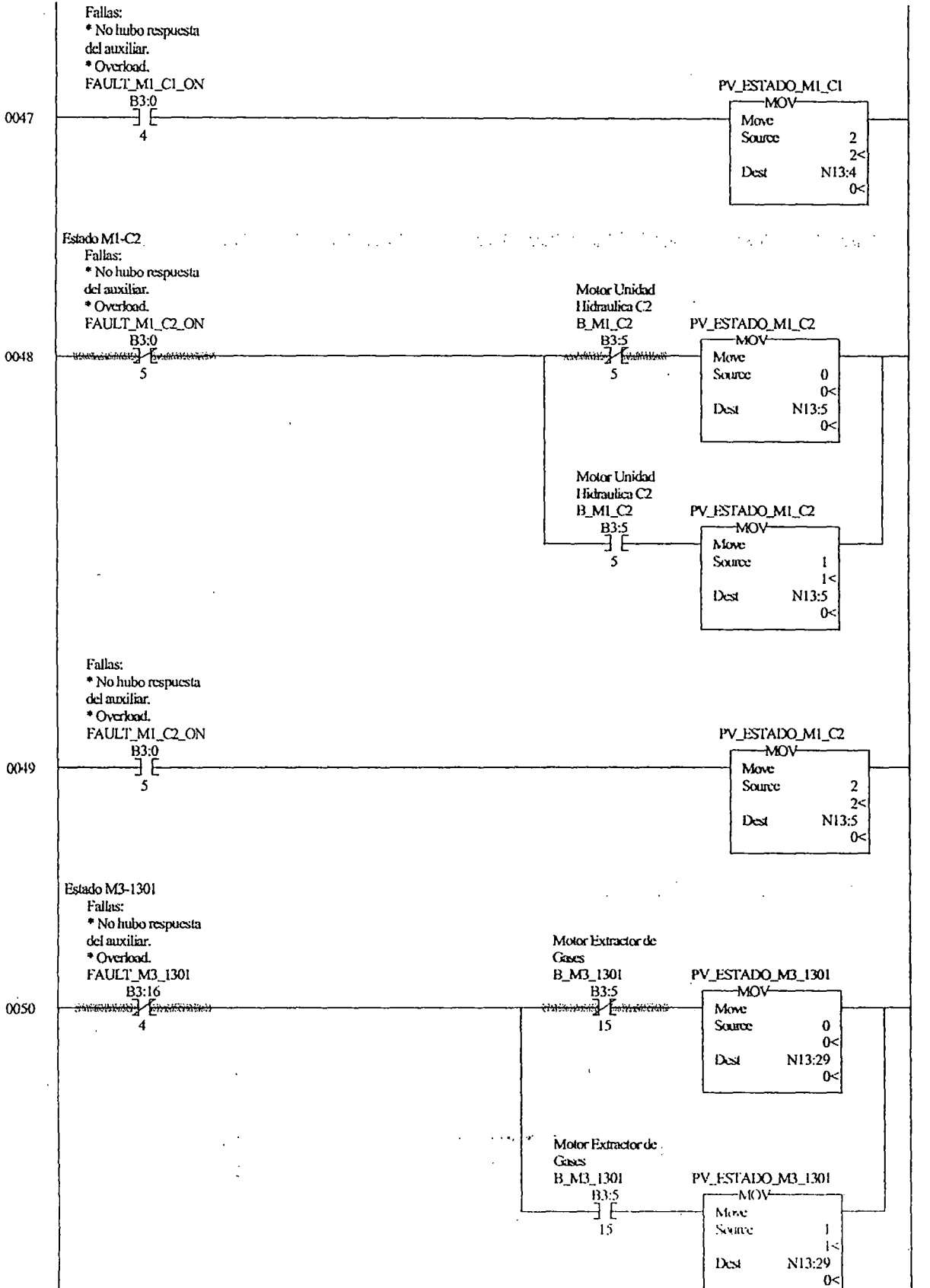


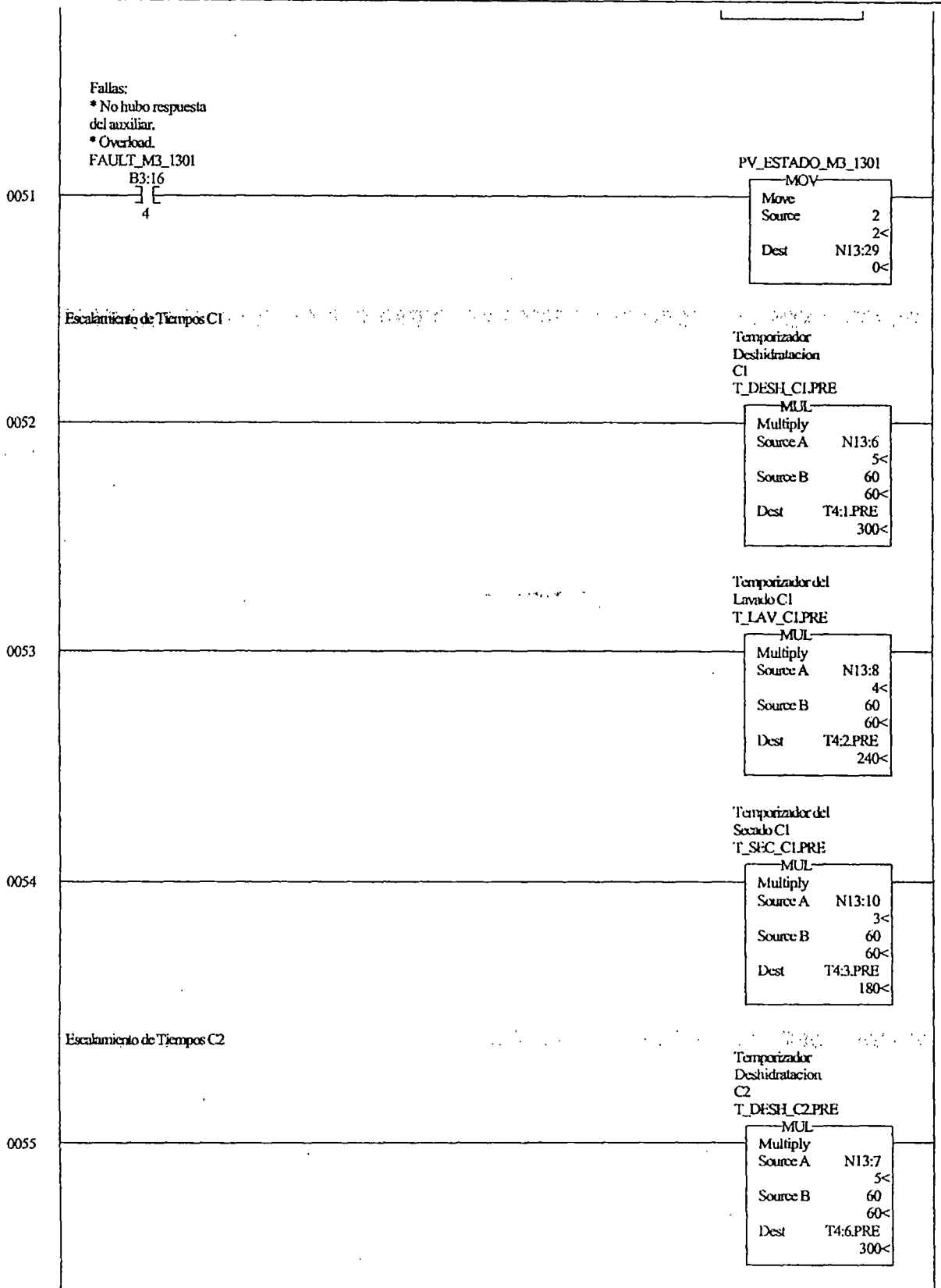


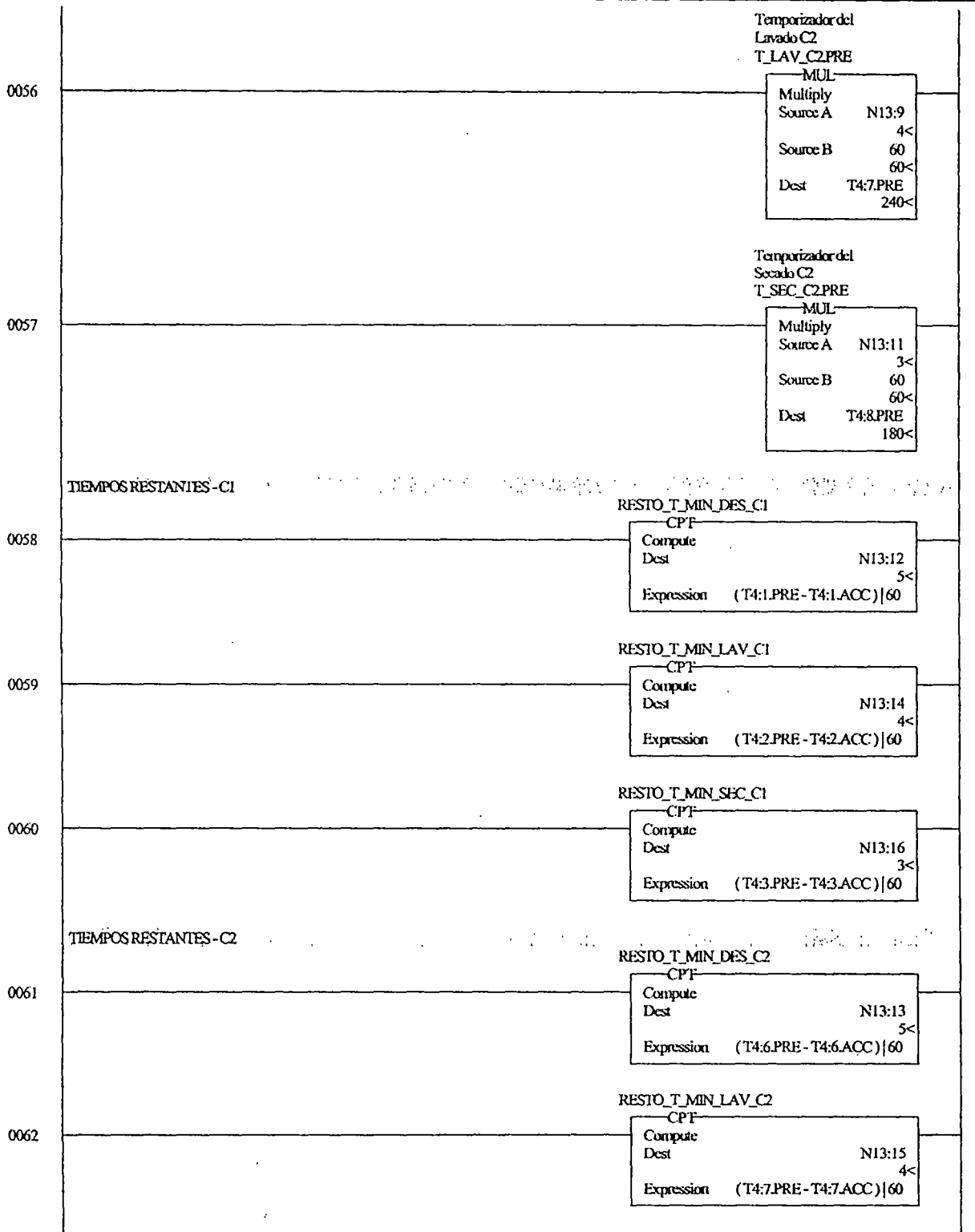


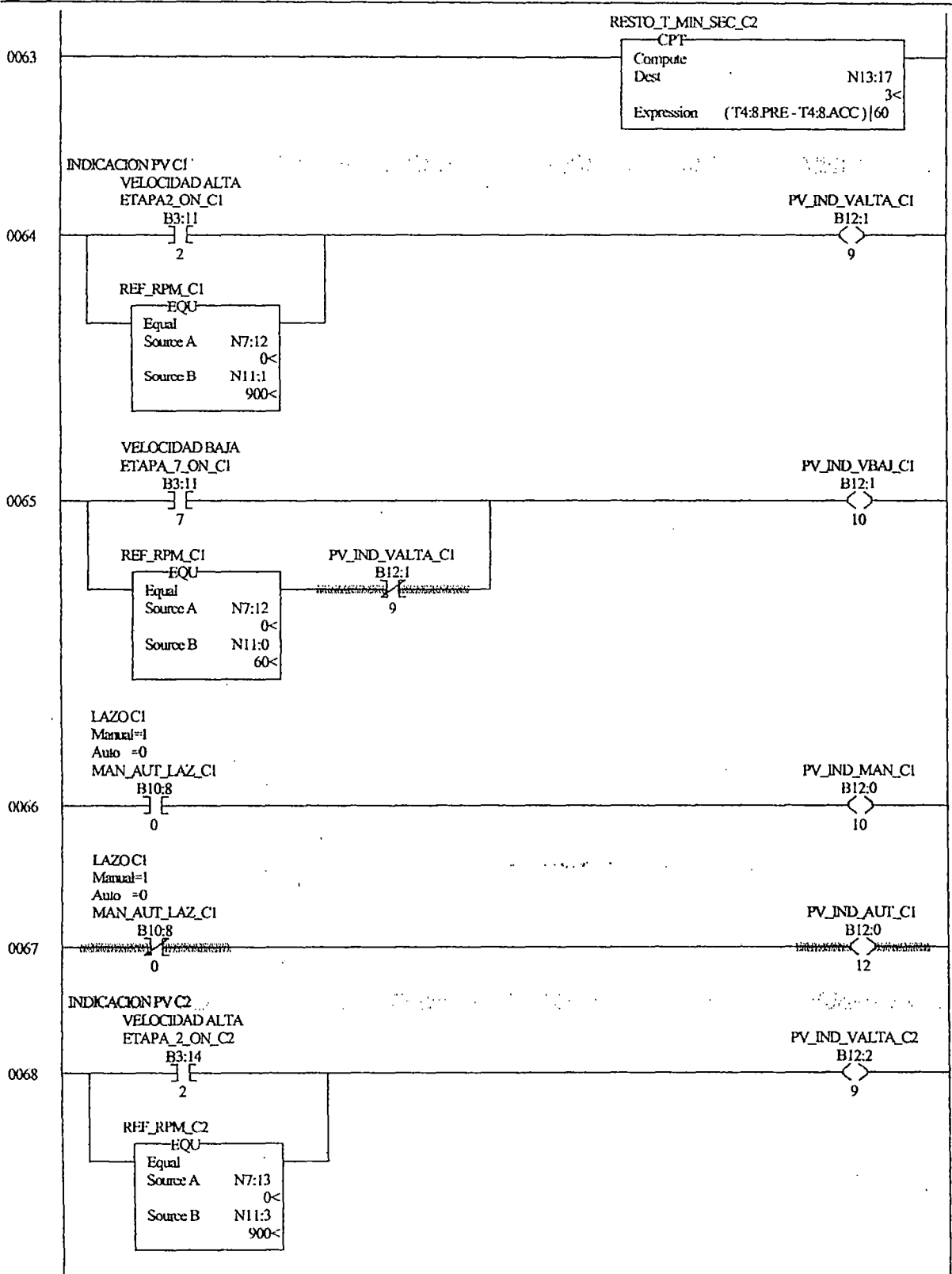


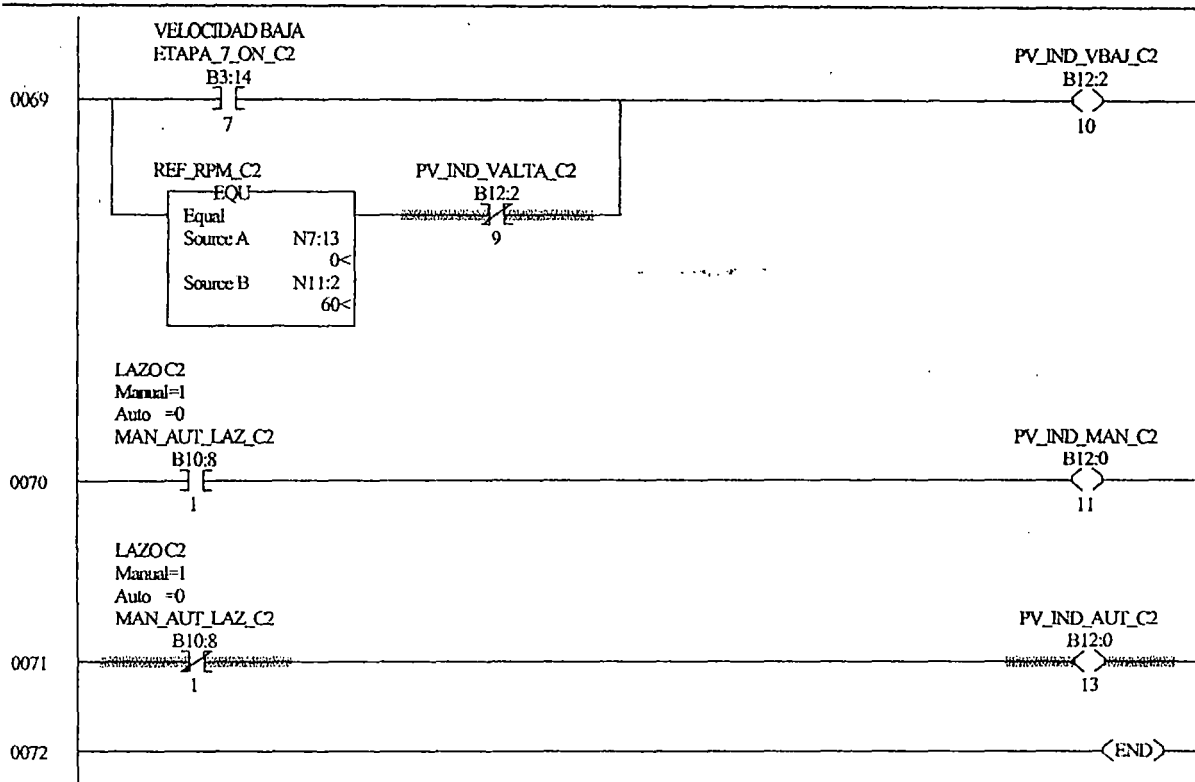


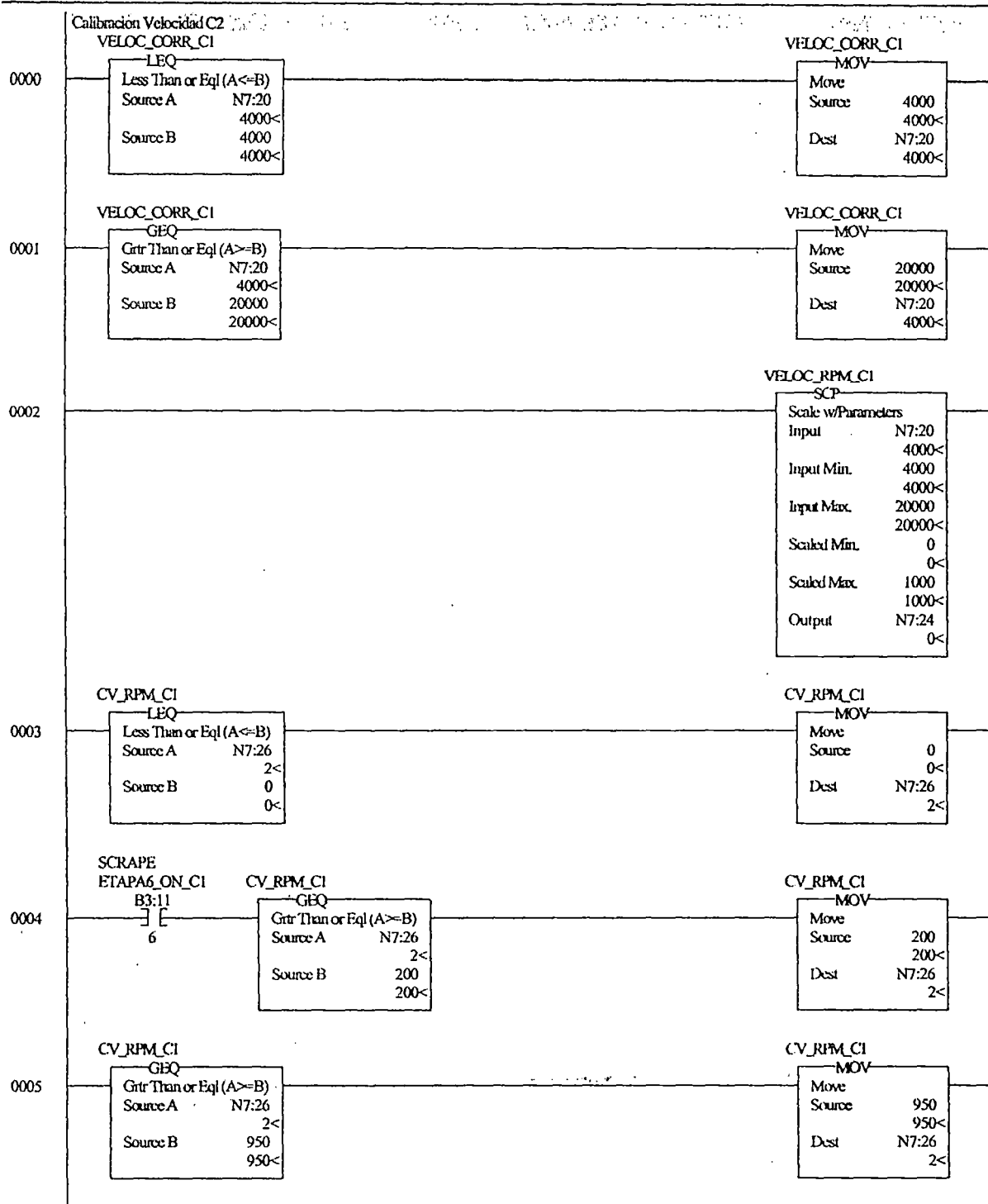


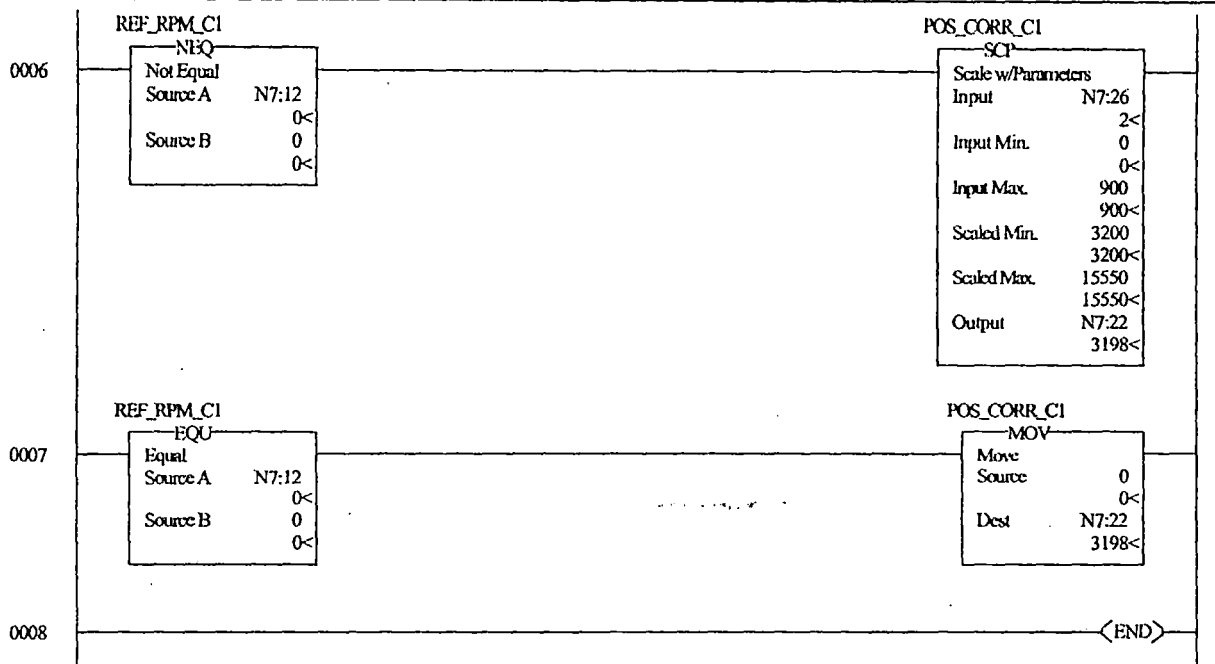


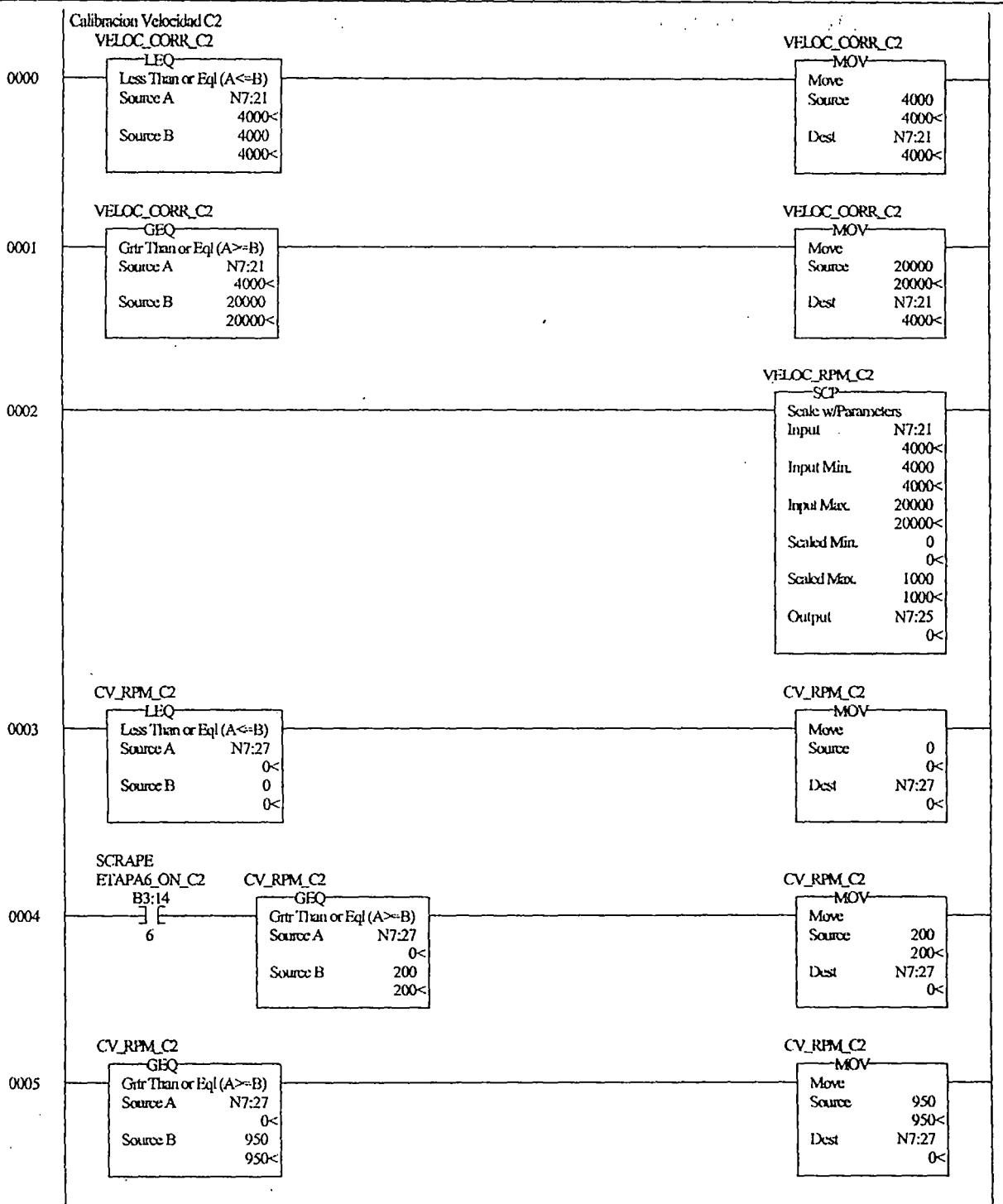










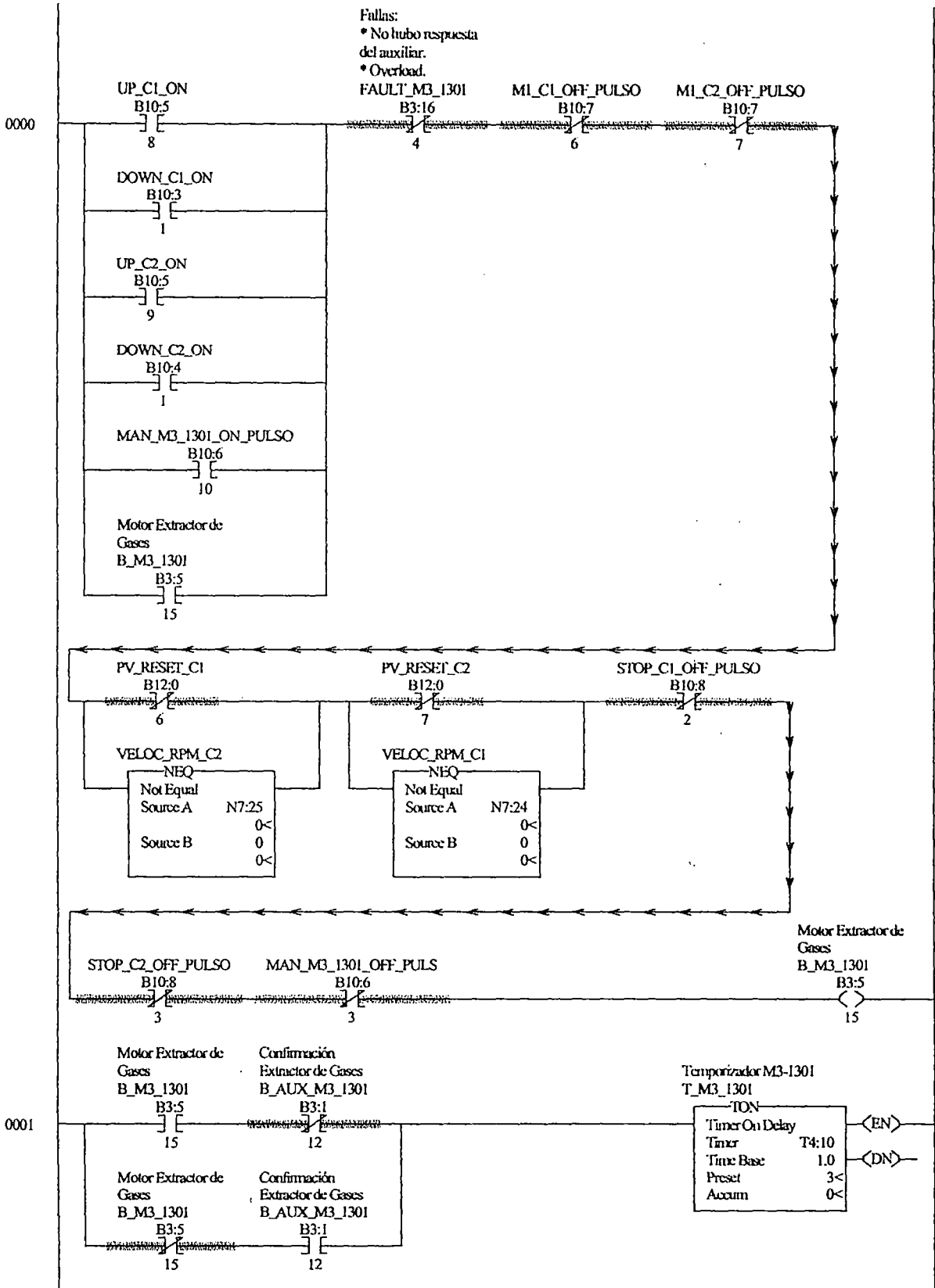


0006

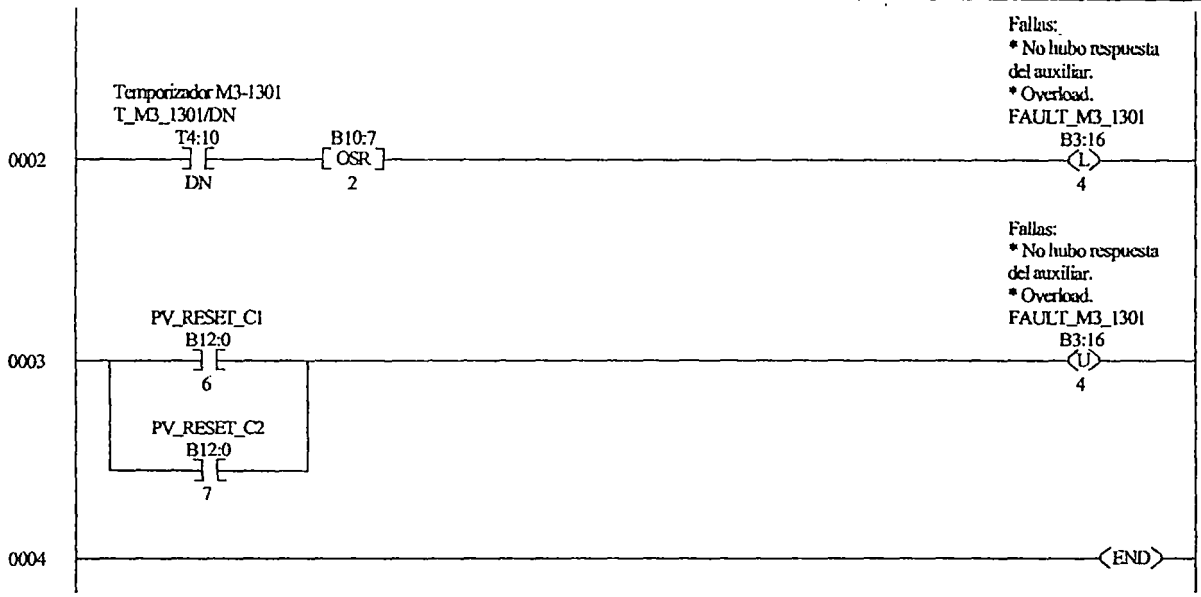
SCP	
Scale w/Parameters	
Input	N7:27
	0<
Input Min.	0
	0<
Input Max.	900
	900<
Scaled Min.	1450
	1450<
Scaled Max.	14600
	14600<
Output	N7:23
	1450<

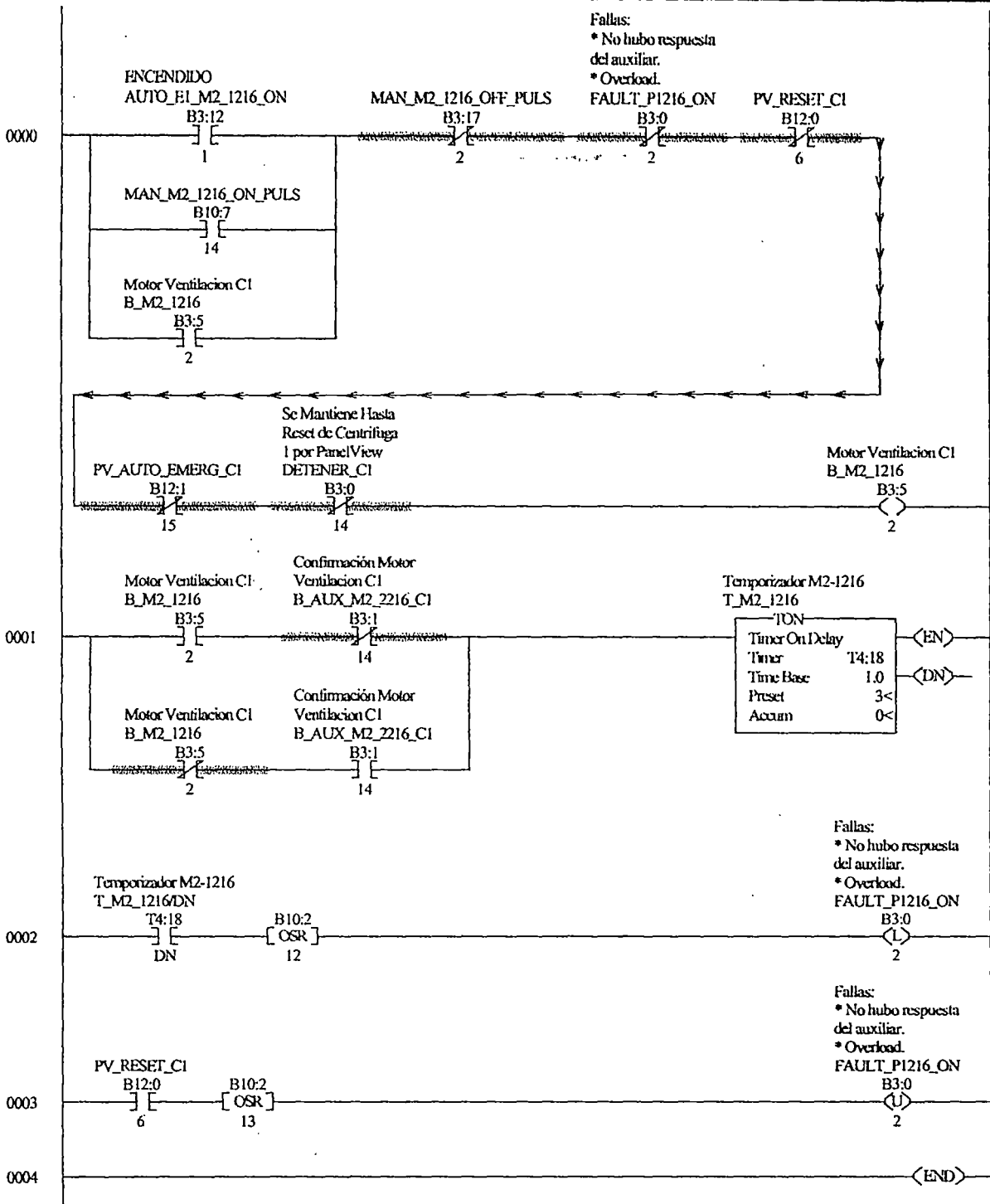
0007

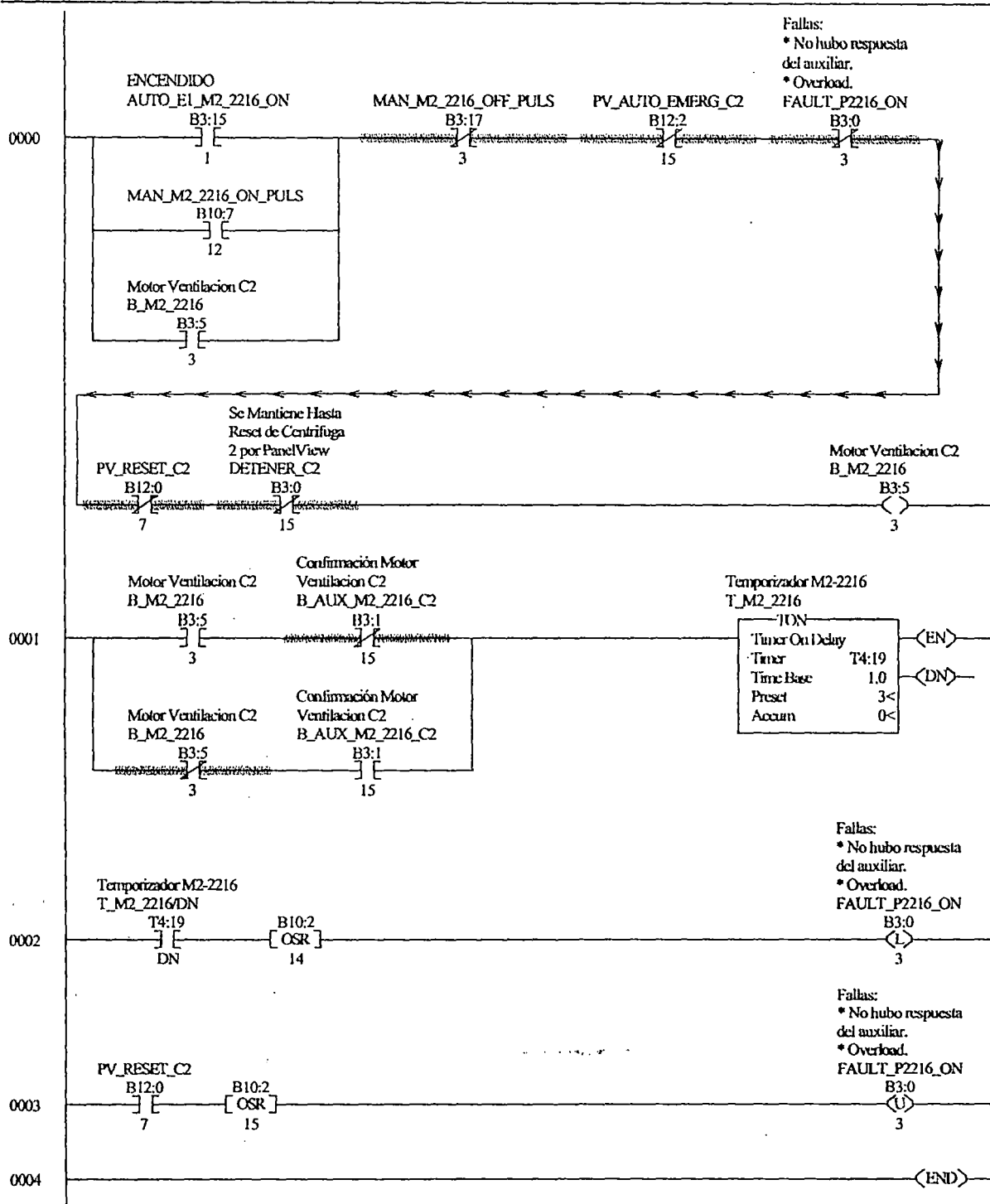
⟨END⟩

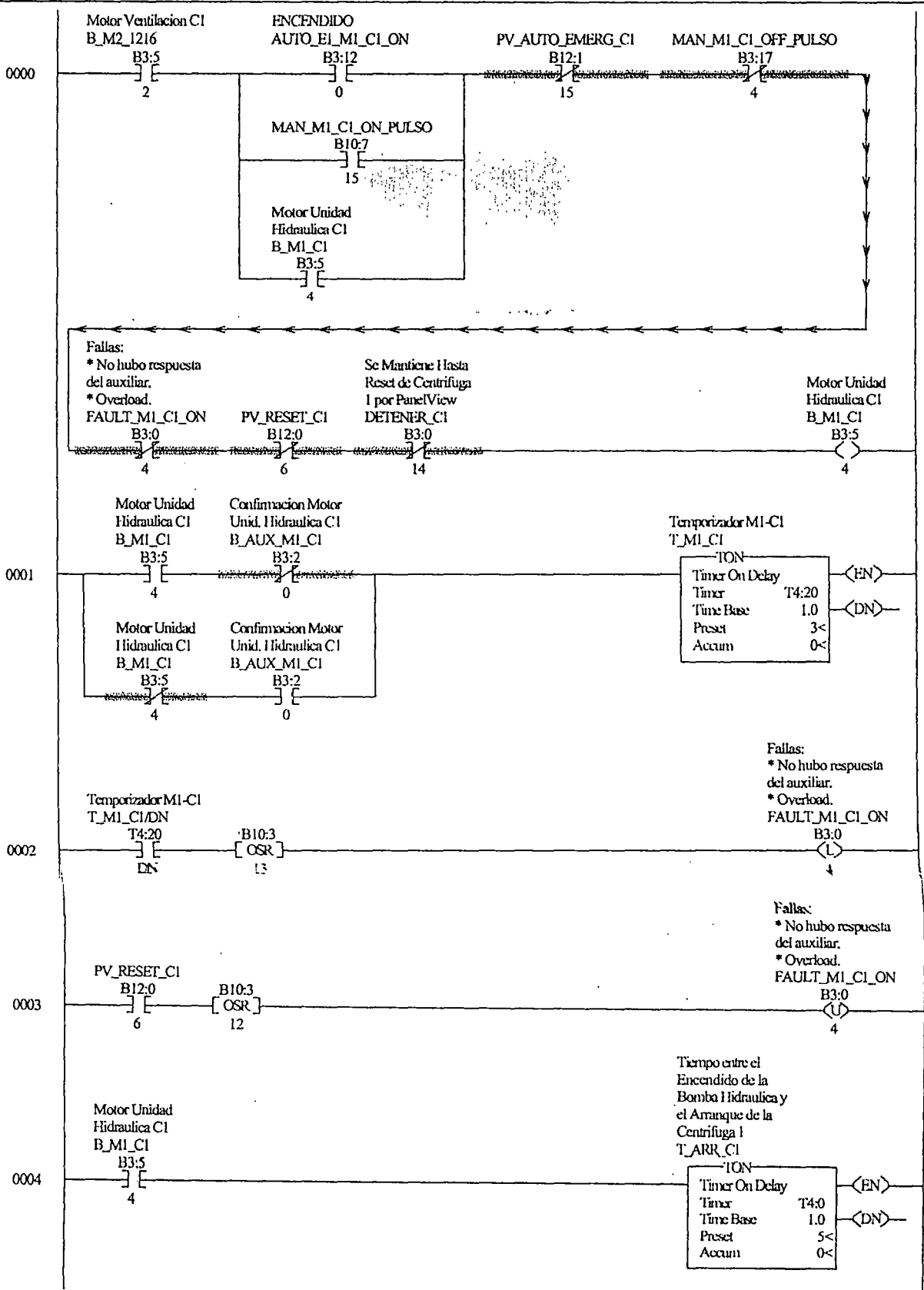


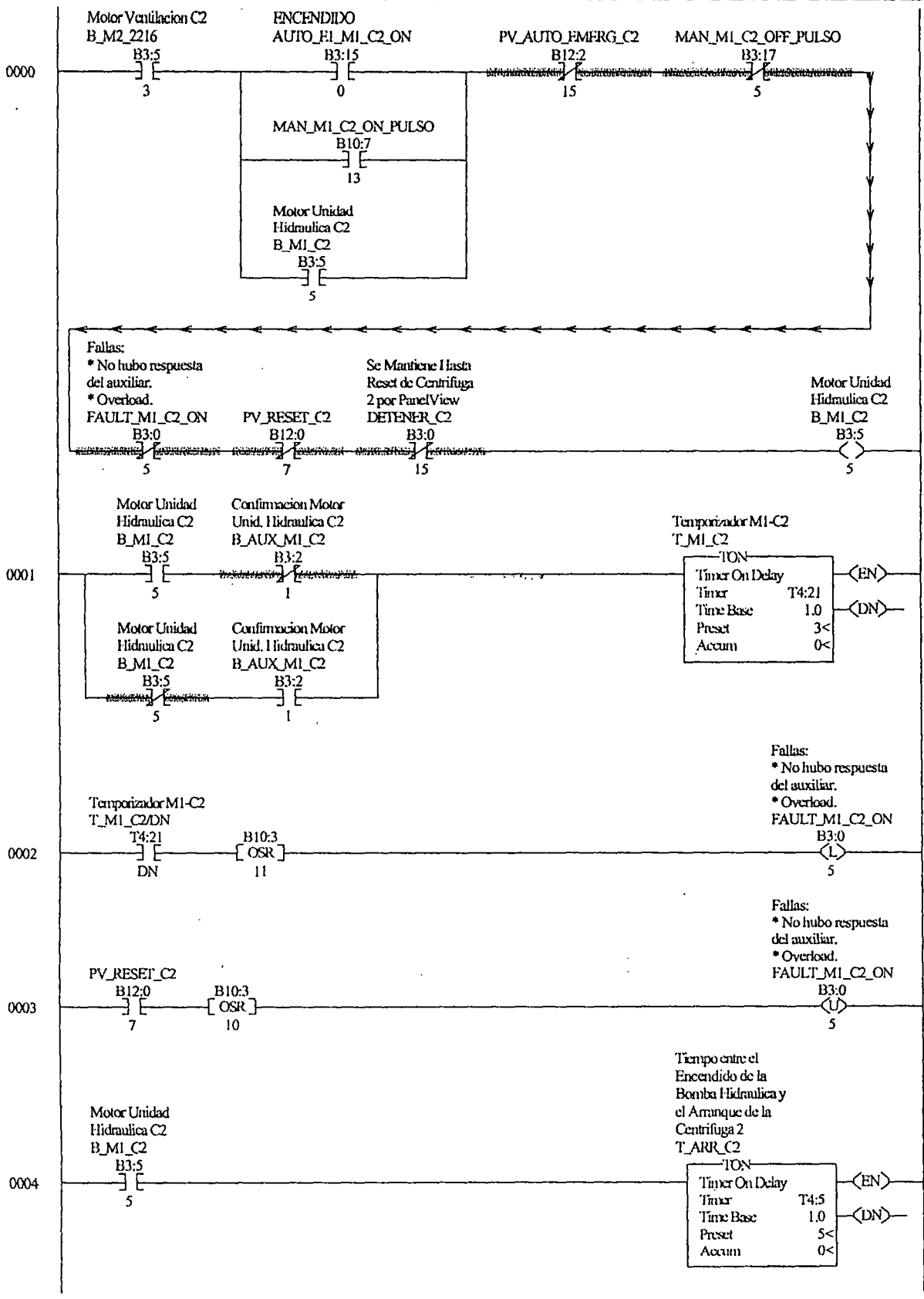
LAD 11 - M3-1301 - Motor Extractor de Gases --- Total Rungs in File = 5

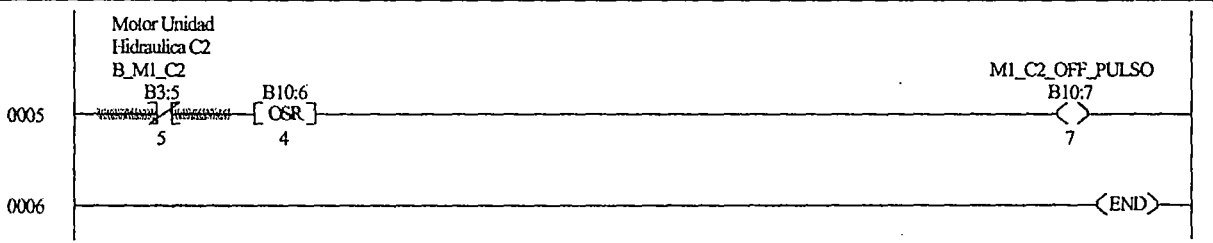


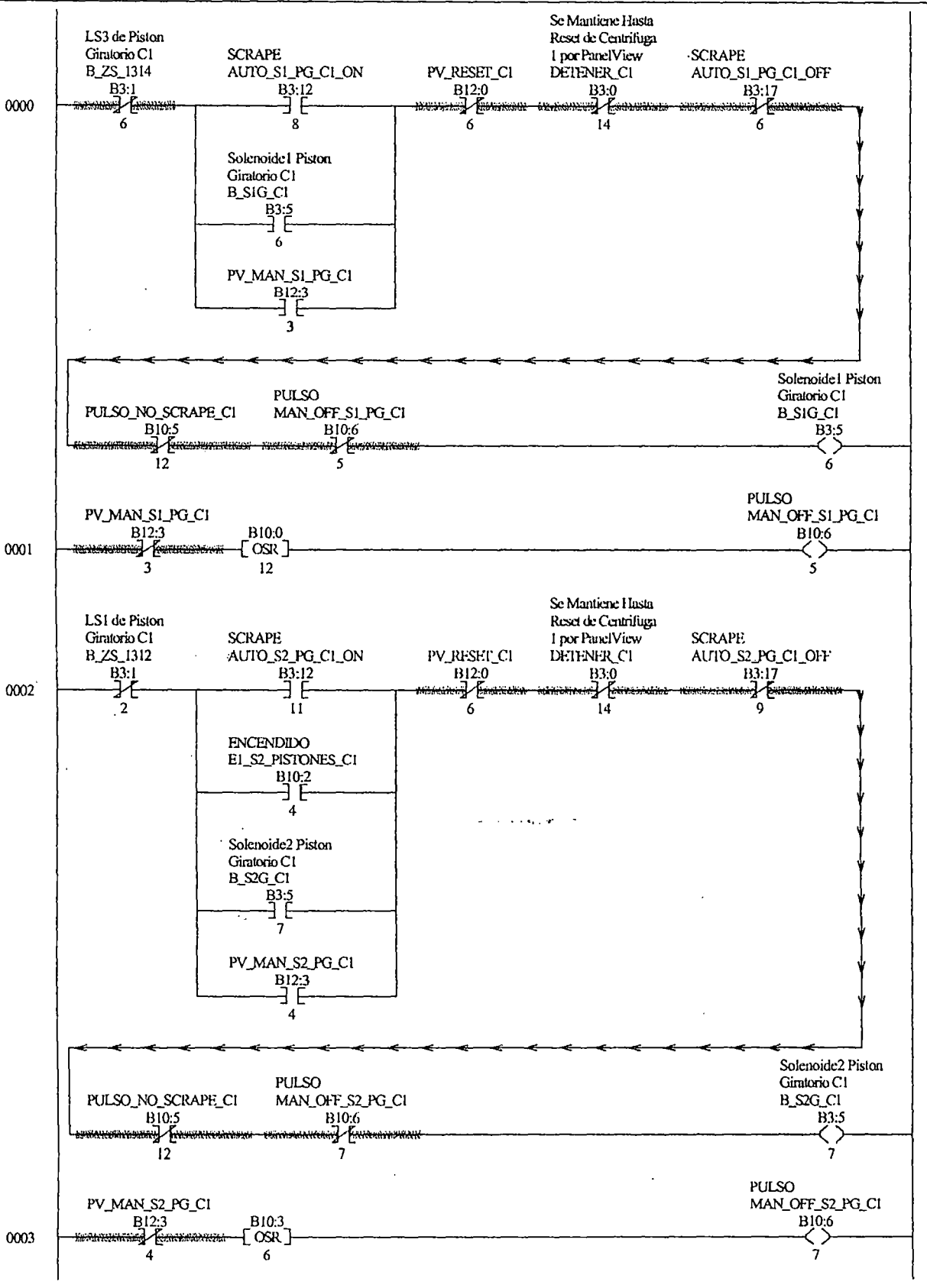










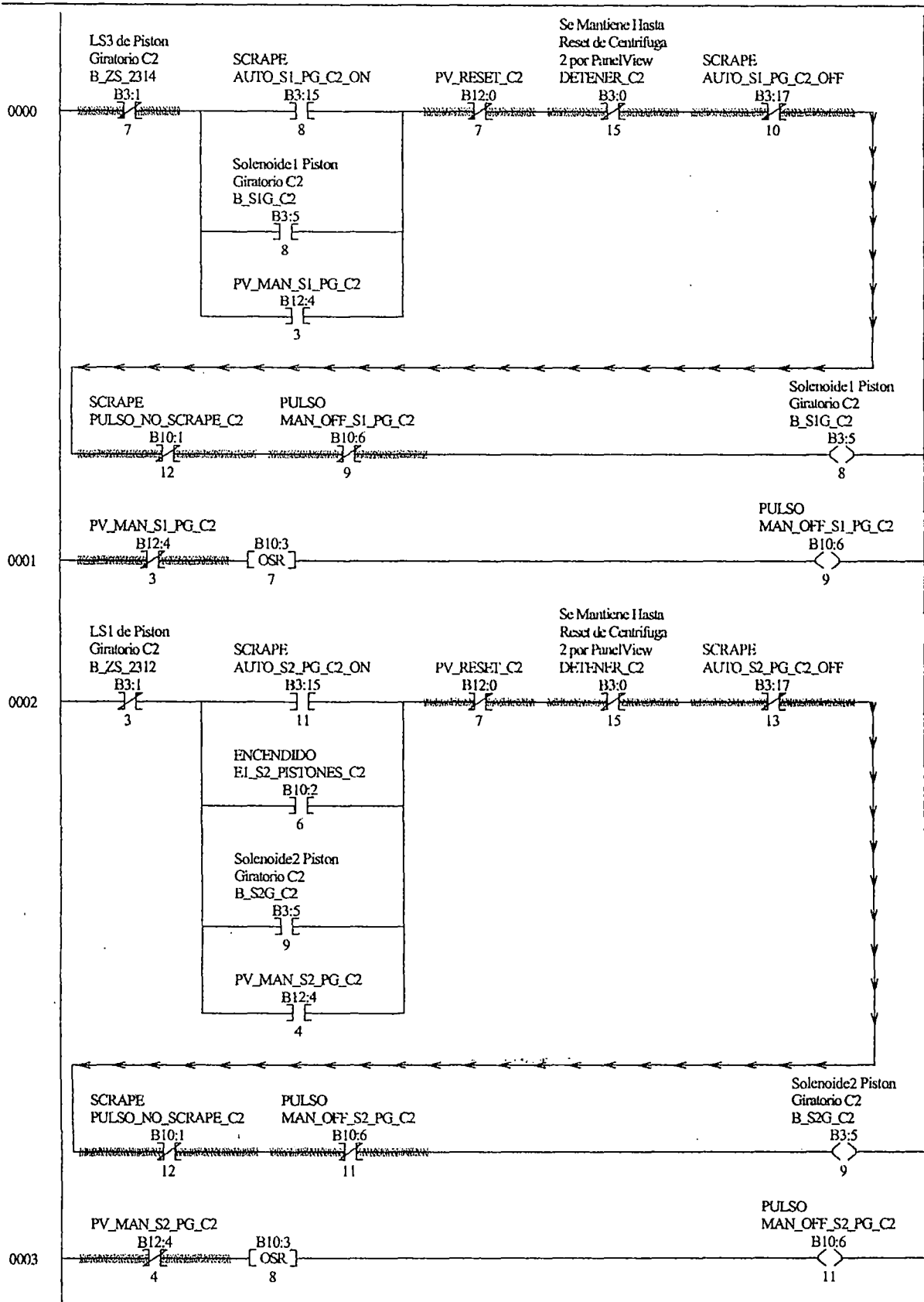


CENTISPC REV31.RSS

LAD 16 - FG-Cl --- Total Rungs in File = 5

0004

⟨END⟩

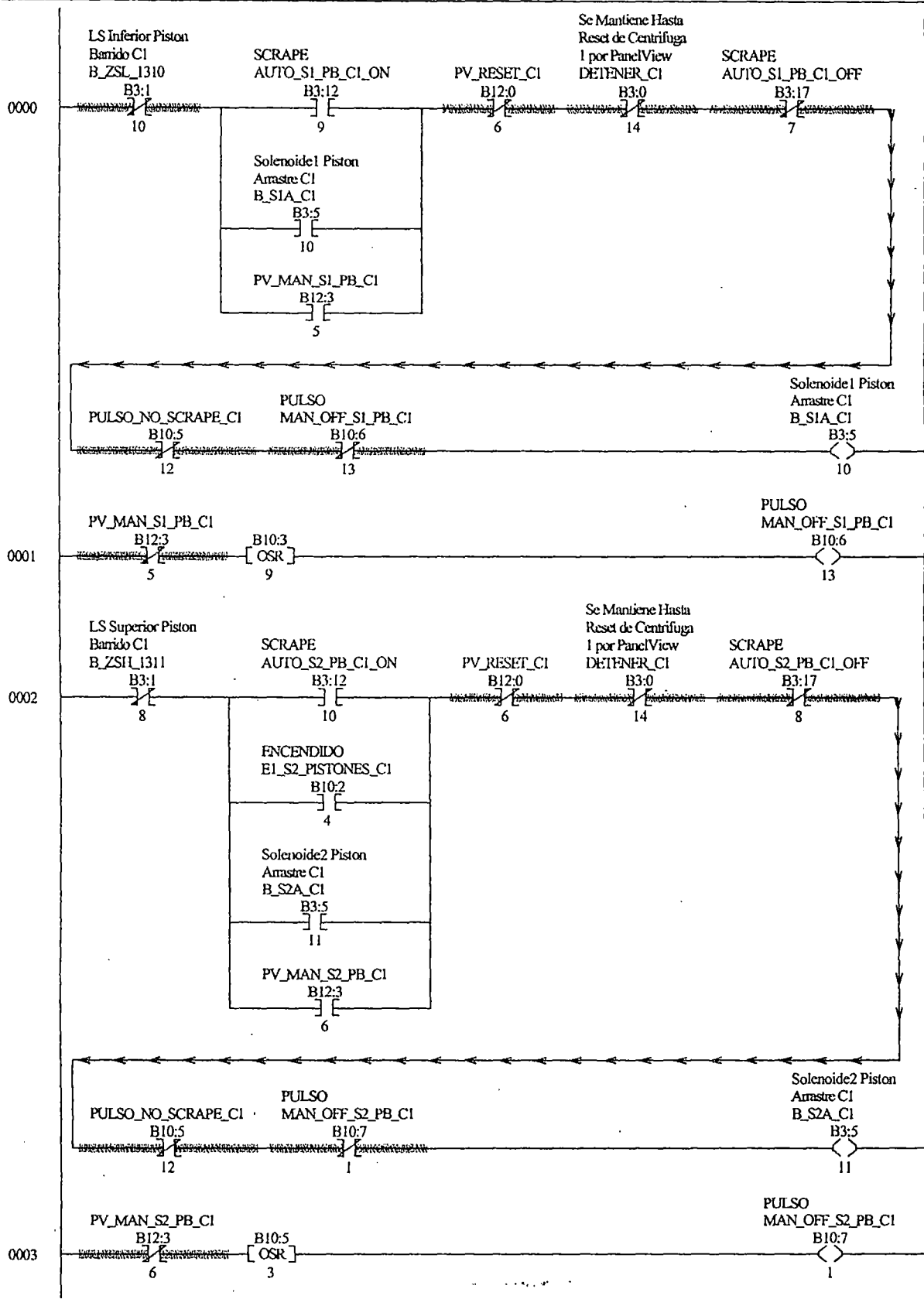


CENTISPOC REV31.RSS

LAD 17 - PG-C2 --- Total Rungs in File = 5

0004

⟨END⟩

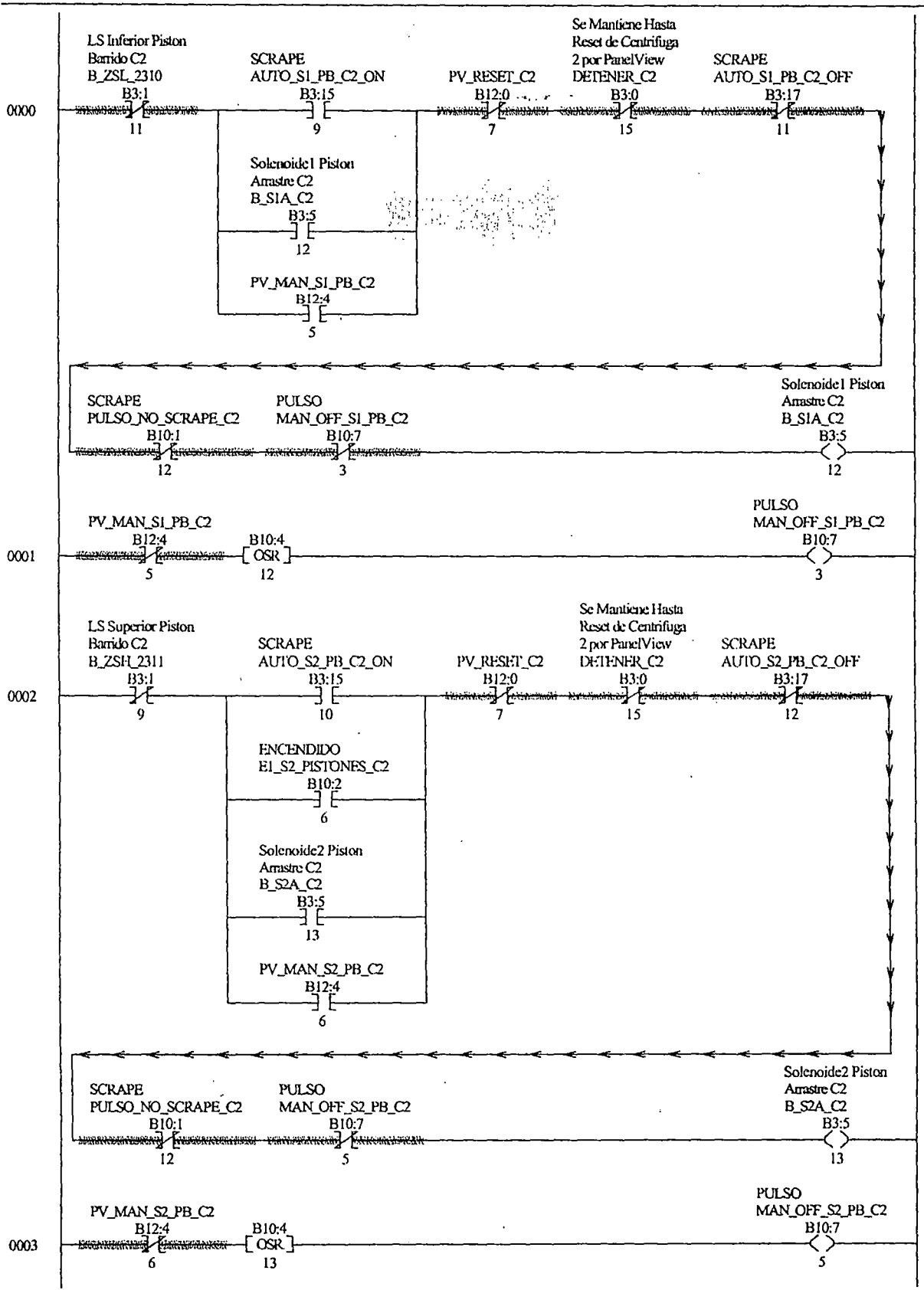


CENISPOC REV31.RSS

LAD 18 - PB-C1 --- Total Rungs in File = 5

0004

<END>

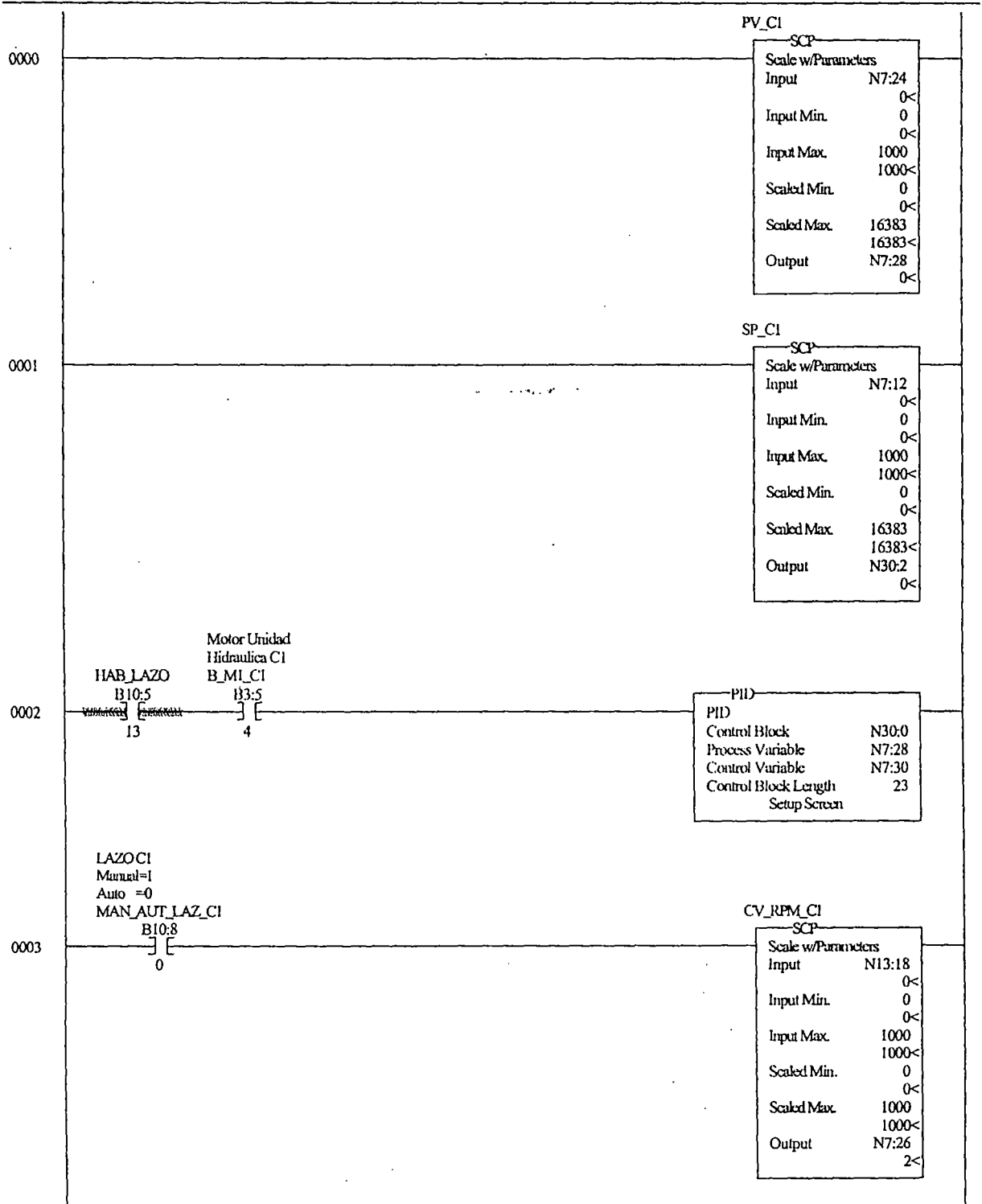


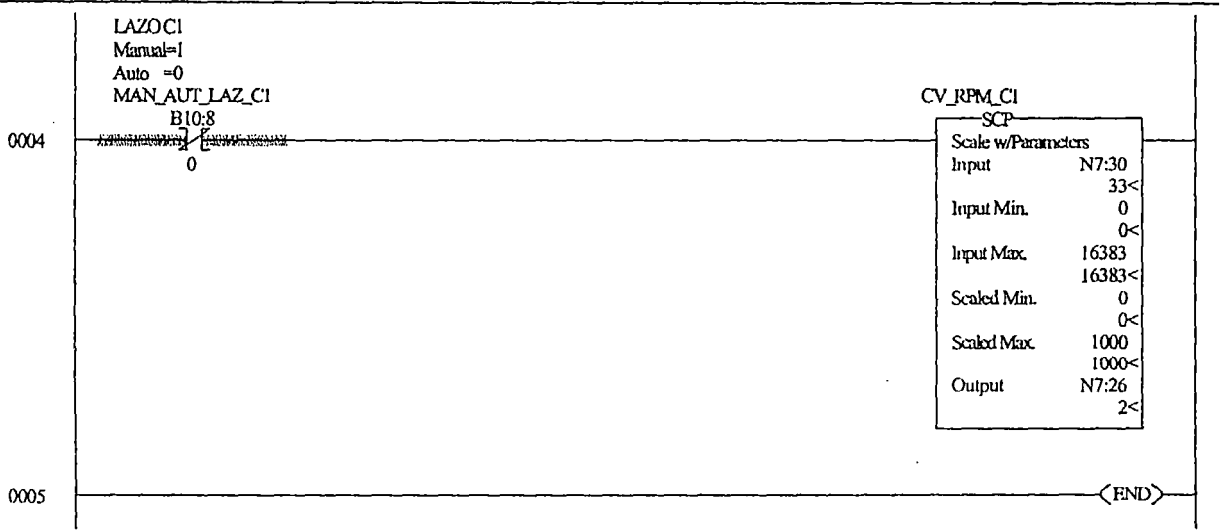
CENTSPCC REV31.RSS

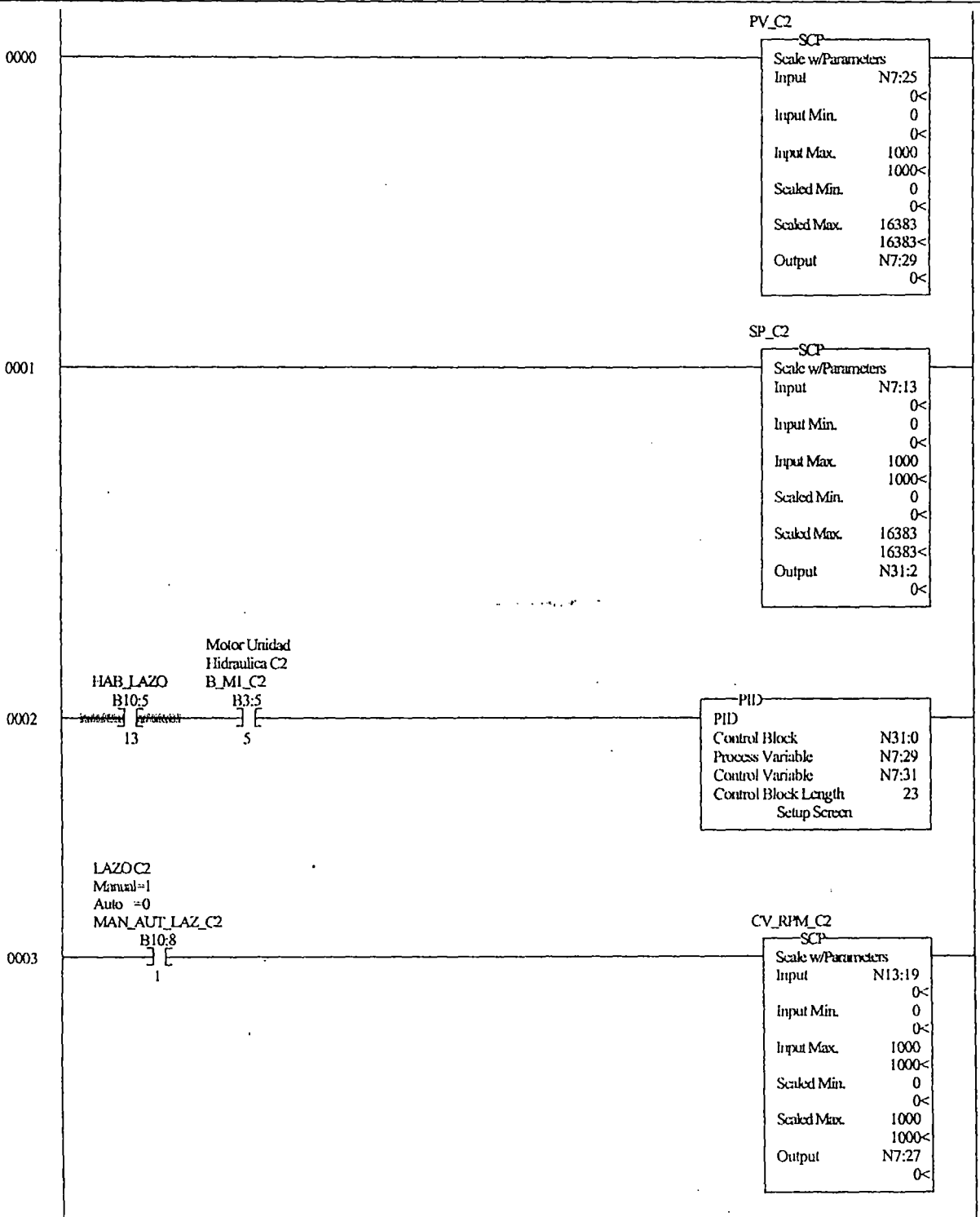
LAD 19 - PB-C2 --- Total Rings in File = 5

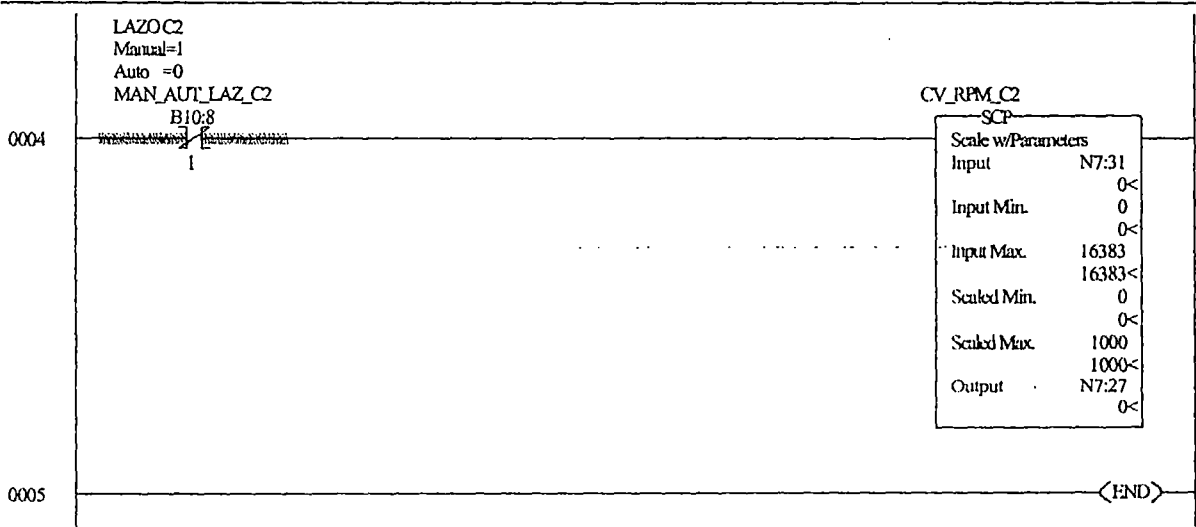
0004

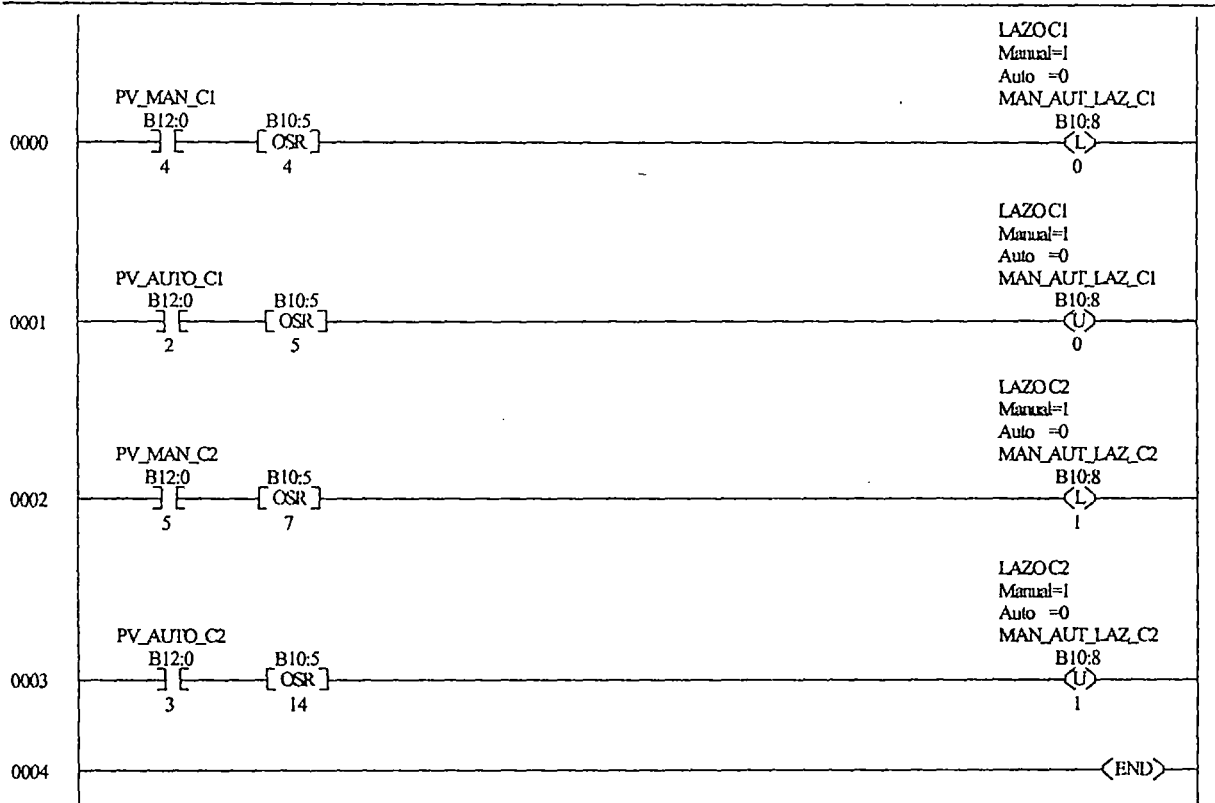
⟨END⟩

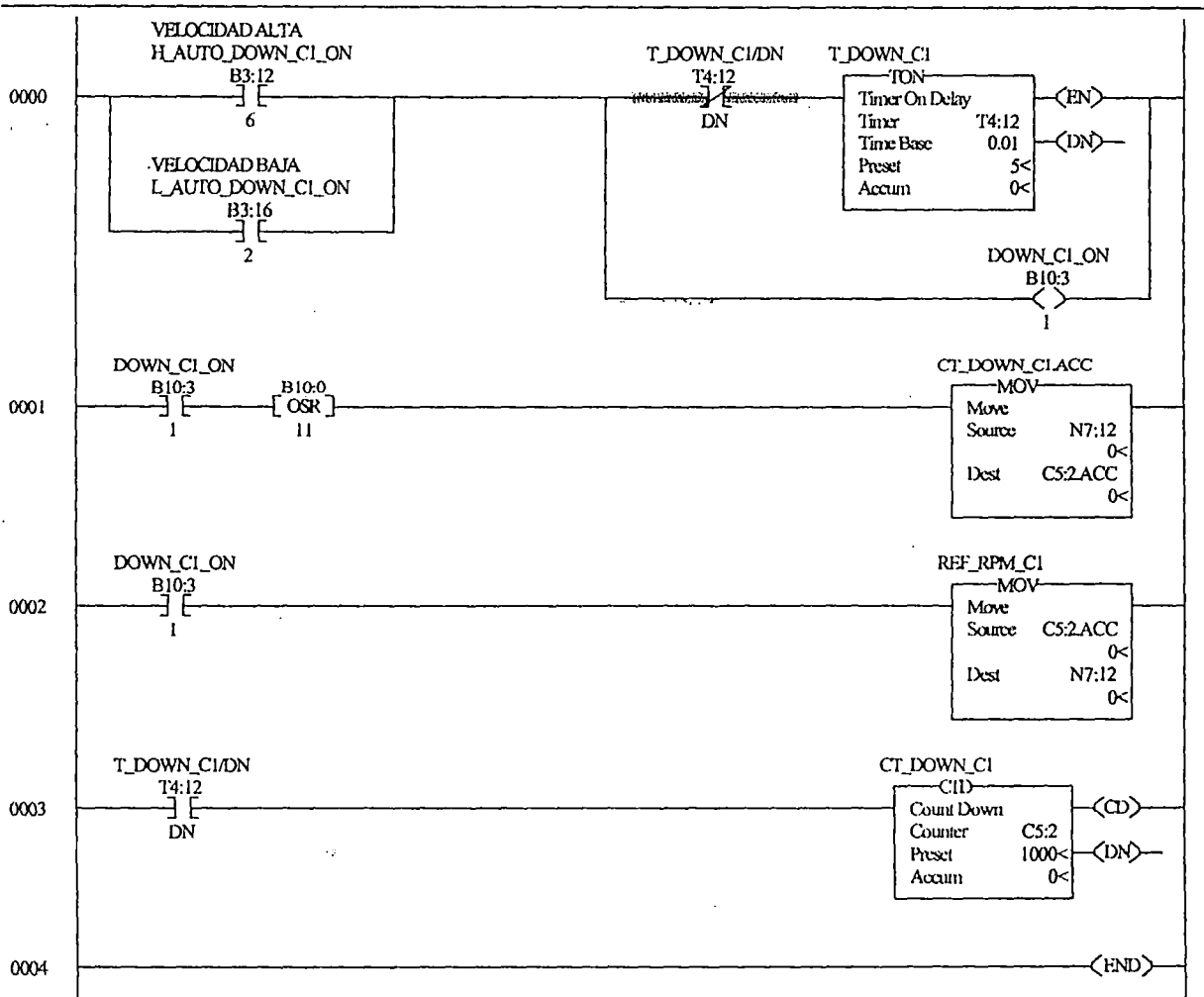


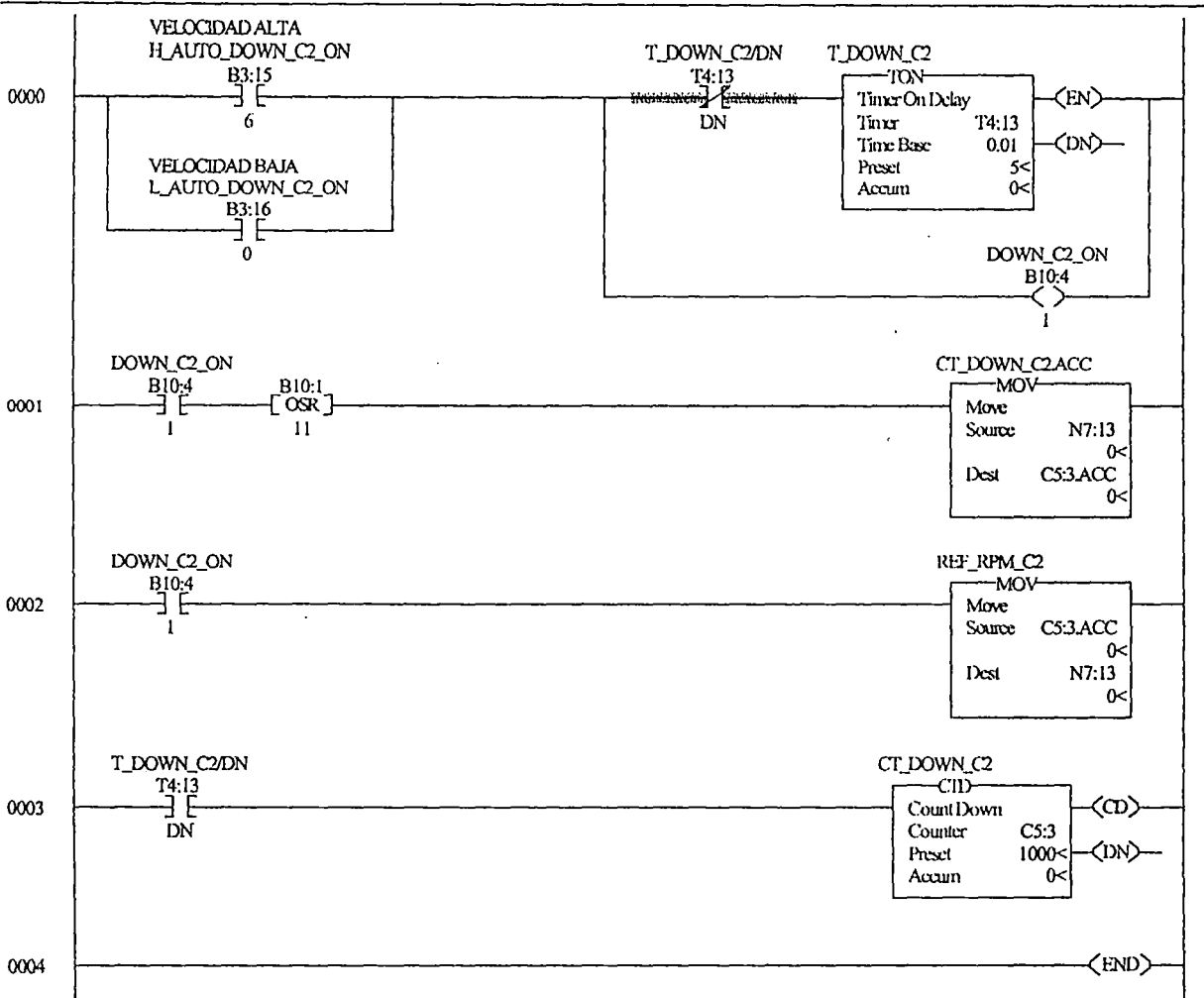


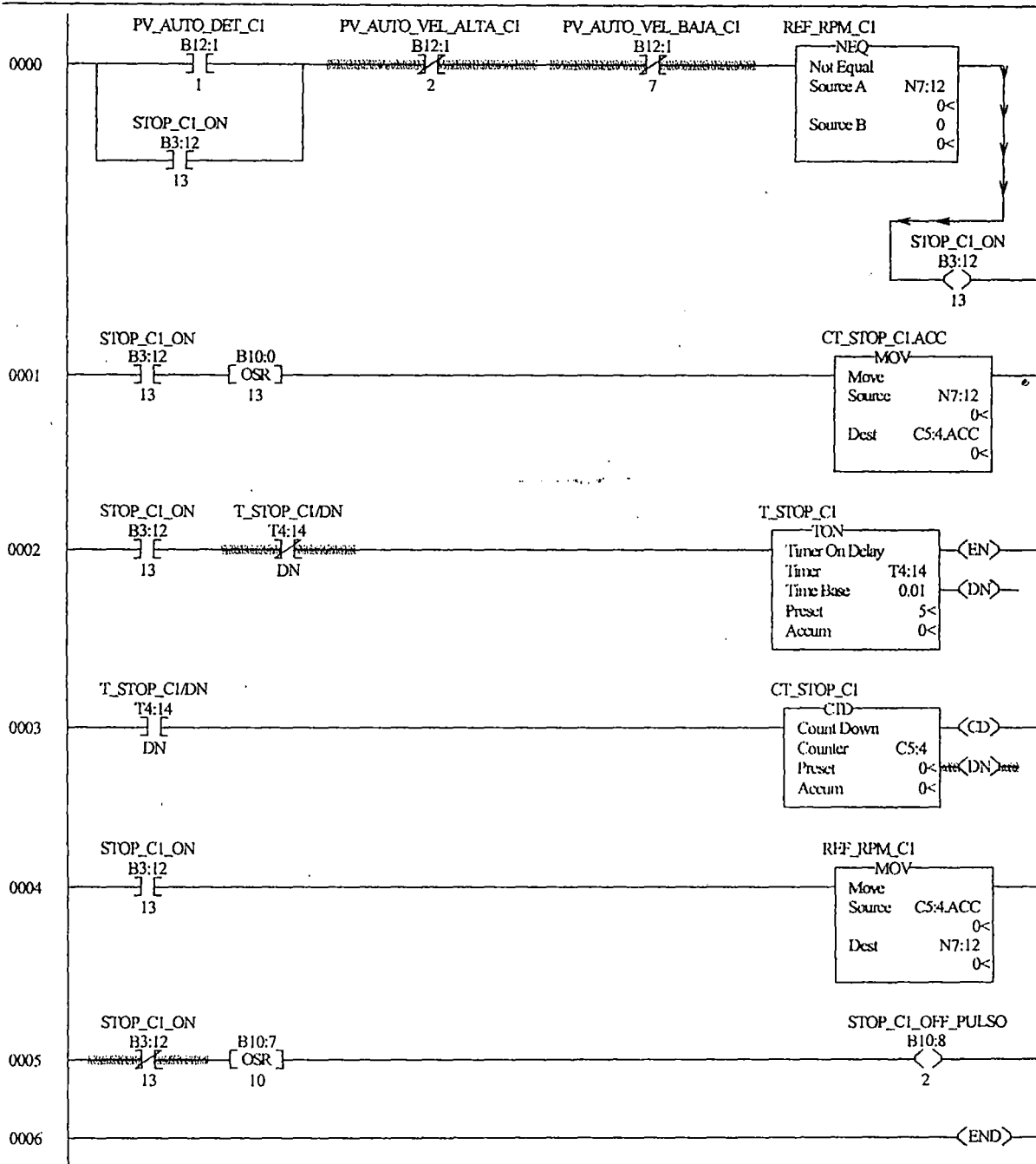




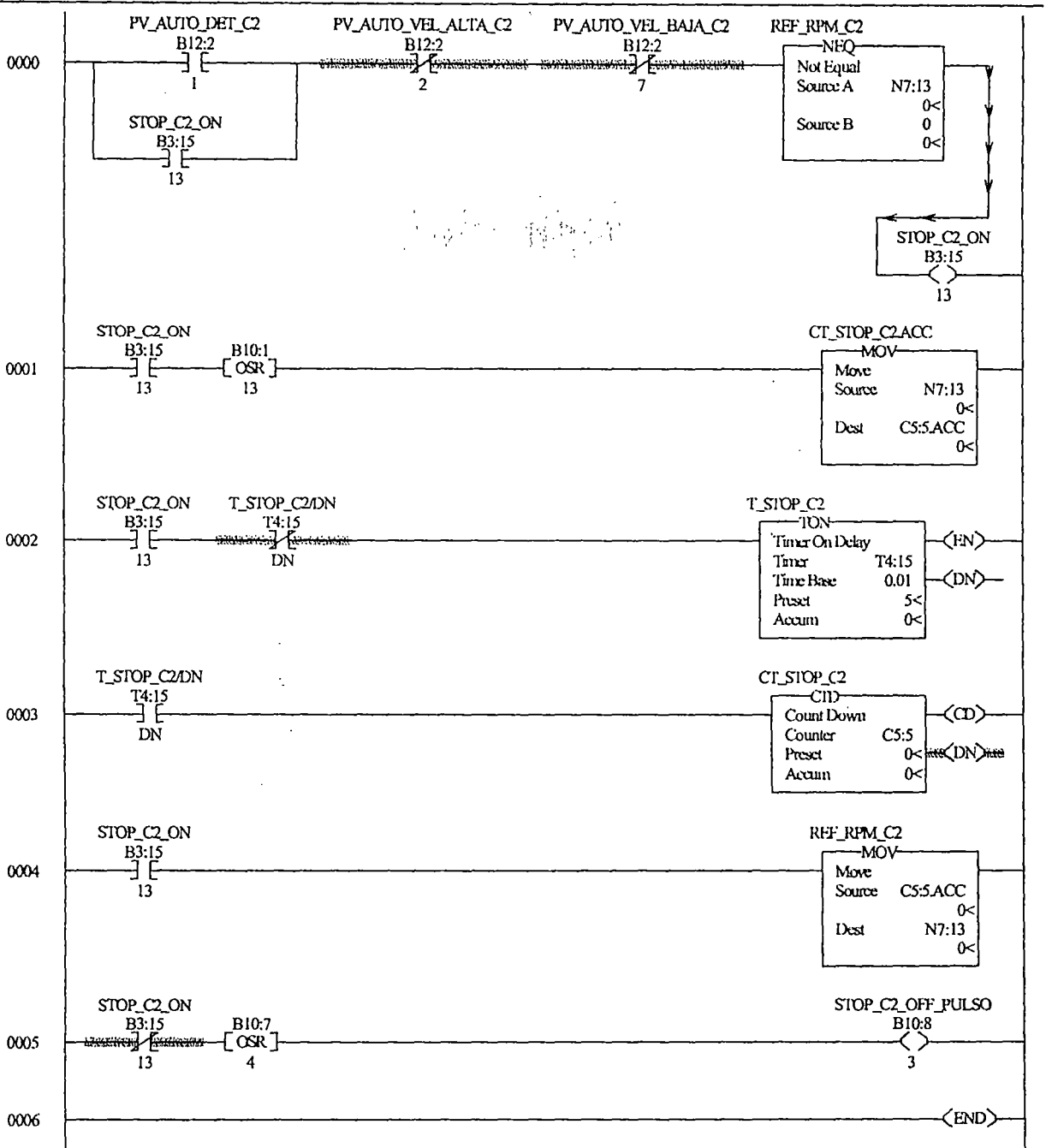


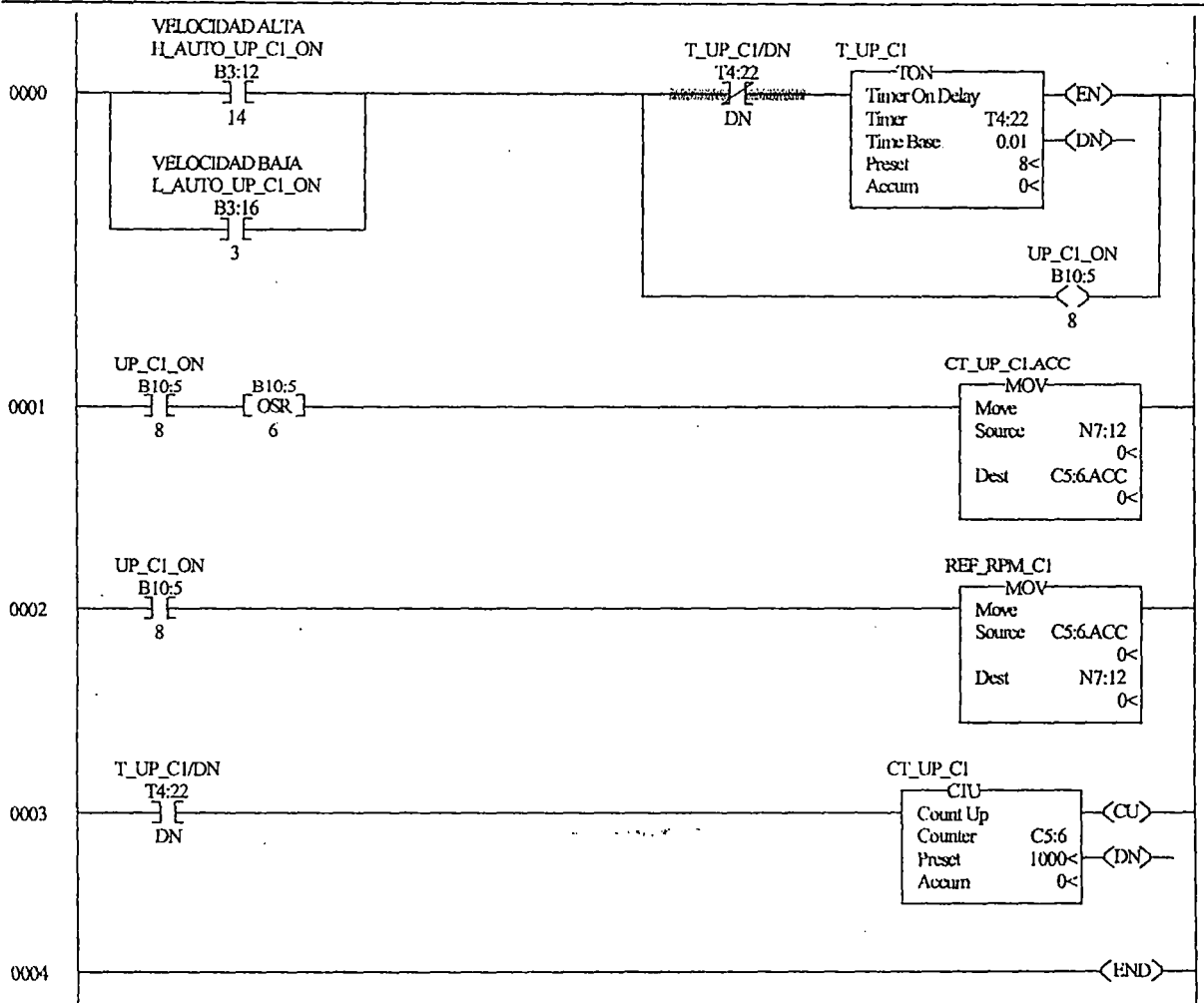


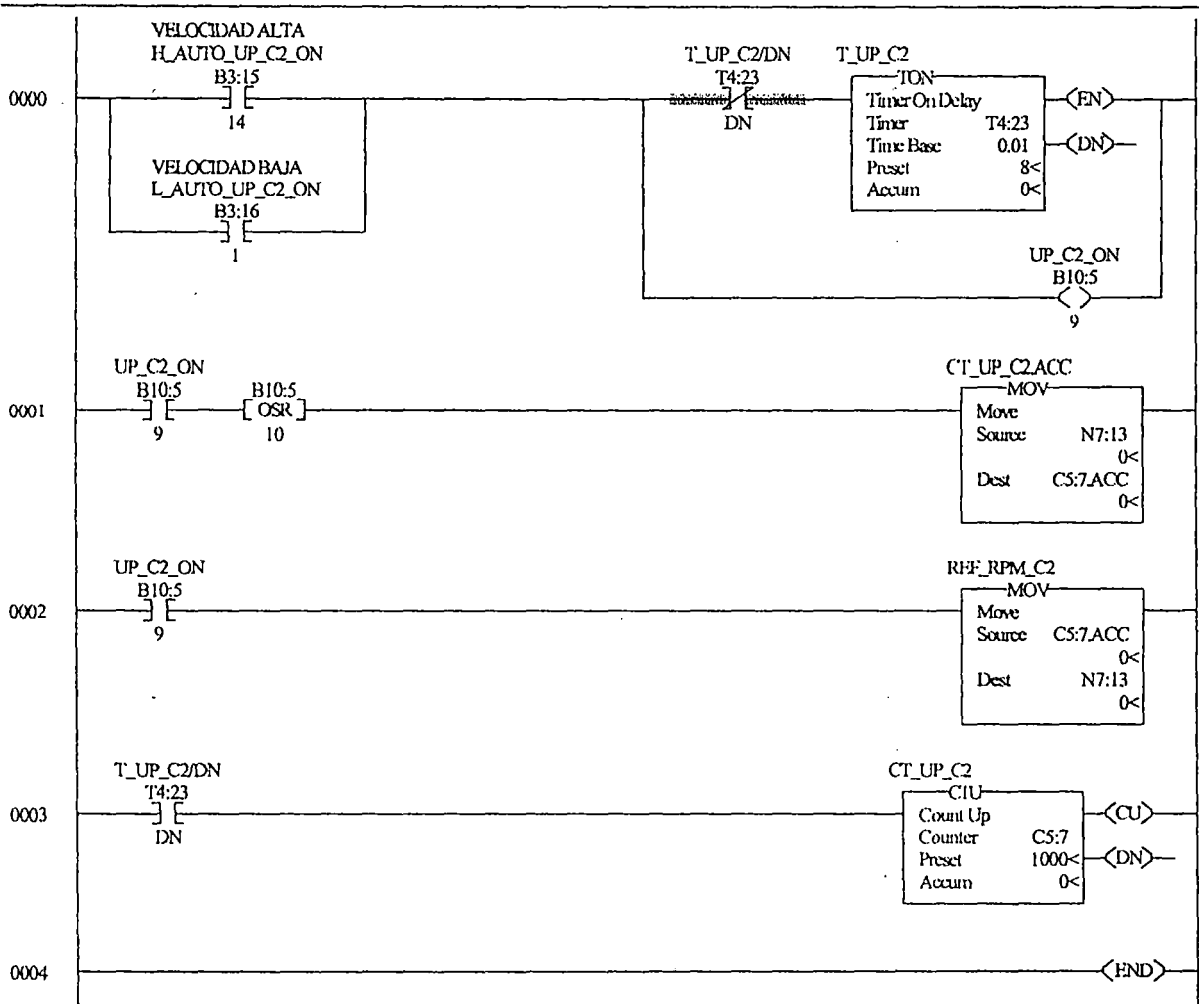




LAD 35 - STOP-C2 --- Total Rungs in File = 7







Apéndice 4

Planificación de Actividades

A continuación se muestra el Cronograma de Actividades y la Asignación de Tareas realizado en el Ms-Project:

Id	Nombre de tarea	Trabajo	Predec	Nombres de los recursos	trí 4 2002				
					ago	sep	oct	nov	dic
1	PROYECTO - CENTRIFUGAS DE LODO	640 horas							
2	1. FASE I : INICIACIÓN DEL PROYECTO	26 horas							
3	1.1 Dirección del proyecto	2 horas		Ingeniero de Proyectos					
4	1.2 Tareas del Grupo	4 horas	3	Ingeniero de Proyectos					
5	1.3 Elaboración del documento preliminar - "Alcances del Proyecto"	18 horas	4	Ingeniero de Proyectos					
6	1.4 "Kick-Off" meeting	2 horas	5	Ingeniero de Proyectos					
7	2.FASE II: PROCURA DE EQUIPOS	304 horas							
8	2.1 Equipos de medición y control Rockwell Automation	288 horas		Distribuidor					
9	2.2 Gabinete autosoportado	8 horas	8	Distribuidor					
10	2.3 Consumibles y varios	8 horas	8	Técnico 2,Técnico 1					
11	3. FASE III : INGENIERÍA BÁSICA	23 horas	6						
12	3.2 Definir otras normas utilizadas por el Cliente para el desarrollo de proyecto	1 hora		Ingeniero de Proyectos					
13	3.3 Revision Sistema de Control	16 horas	12	Ingeniero de Proyectos					
14	3.4 Documento Final "Alcances el Proyecto"	3 horas	13	Ingeniero de Proyectos					
15	3.5 Revisión del Documento Final "Alcances del Proyecto"	2 horas	14	Ingeniero de Proyectos					
16	3.6 Reunión de Aceptación	1 hora	15	Ingeniero de Proyectos					
17	4. FASE IV : INGENIERÍA DE DETALLE	75 horas	16						
18	4.1 Definir la configuración general de la aplicación de control PLC-Sistema de	1 hora		Ingeniero de Proyectos					
19	4.2 Desarrollo de Pantallas de Operador	24 horas	18	Ingeniero de Proyectos					
20	4.3 Desarrollo de las rutinas de control :	46 horas	19	Ingeniero de Proyectos					
21	4.4 Elaboración final del documento "Alcance del Proyecto".	2 horas	20	Ingeniero de Proyectos					
22	4.5 Reunión de Aceptación - Interno Control Total	2 horas	21	Ingeniero de Proyectos					
23	5. FASE V : MONTAJE Y CABLEADO DE EQUIPOS EN TALLER	74 horas	10						
24	5.1 Tablero de Control	66 horas		Técnico 1,Técnico 2					
25	5.2 Servicio de configuración de equipos en tablero	8 horas	24	Ingeniero de Proyectos					
26	6. FASE VI: INTEGRACIÓN Y PRUEBA DEL SISTEMA DE CONTROL	30 horas	25						

Id	Nombre de tarea	Trabajo	Predec	Nombres de los recursos	tri 4 2002					
					ago	sep	oct	nov	dic	
27	6.1 Prueba de integración y simulación del sistema en taller	6 horas		Ingeniero de Proyectos,Técnico	gen					
28	6.2 Documentación del Sistema	24 horas	27	Ingeniero de Proyectos,Técnico	gen					
29	7 FASE VII: CABLEADO DE SEÑALES DE CAMPO Y MONTAJE DE EQUIPOS E	26 horas	28							
30	7.1 Cableado y conexionado de elementos de campo	18 horas		Usuario Final						
31	7.2 Montaje de tablero y pruebas de aceptación	8 horas	30	Ingeniero de Proyectos,Usuario	royectos,Usuario					
32	8. FASE VIII : PRUEBA DE ACEPTACIÓN DEL CLIENTE	30 horas	31							
33	8.1 Verificación del montaje y cableado de los equipos	6 horas		Ingeniero de Proyectos,Usuario	Proyectos,Usuario					
34	8.2 Pruebas de cableado	6 horas	33	Ingeniero de Proyectos,Usuario	Proyectos,Usuario					
35	8.3 Prueba de la secuencia de operación	6 horas	34	Ingeniero de Proyectos,Usuario	Proyectos,Usuario					
36	8.4 Revisión de las alarmas	6 horas	35	Ingeniero de Proyectos,Usuario	Proyectos,Usuario					
37	8.5 Revisión de las pantallas del sistema	6 horas	36	Ingeniero de Proyectos,Usuario	Proyectos,Usuario					
38	9. FASE IX : PUESTA EN MARCHA Y COMISIONAMIENTO	39 horas	37							
39	9.1 Cargar las rutinas de control PLC y Panel de Operador	1 hora		Ingeniero de Proyectos						
40	9.2 Sintonización de lazos	8 horas	39	Ingeniero de Proyectos,Técnico	Ingeniero de Proyectos,Técnico					
41	9.3 Activación de las estrategias de control	18 horas	40	Ingeniero de Proyectos,Usuario	eniero de Proyectos,Usuario					
42	9.4 Aceptación del sistema en planta/documento de alcances del proyecto. (Pr	4 horas	41	Ingeniero de Proyectos,Usuario	geniero de Proyectos,Usuario					
43	9.5 Entrenamiento del sistema	8 horas	42	Ingeniero de Proyectos,Usuario	geniero de Proyectos,Usuario					
44	10. FASE X : CIERRE DEL PROYECTO	13 horas	43							
45	10.1 Evaluación de la performance del sistema	3 horas		Ingeniero de Proyectos,Usuario	geniero de Proyectos,Usuario					
46	10.2 Evaluación del proyecto	2 horas	45	Ingeniero de Proyectos,Usuario	geniero de Proyectos,Usuario					
47	10.3 Revisión de la documentación del sistema	2 horas	46	Ingeniero de Proyectos,Usuario	geniero de Proyectos,Usuario					
48	10.4 Actualización de la documentación tal como se ha entregado	3 horas	47	Ingeniero de Proyectos,Usuario	geniero de Proyectos,Usuario					
49	10.5 Consideraciones de mantenimiento	2 horas	48	Ingeniero de Proyectos,Usuario	geniero de Proyectos,Usuario					
50	10.6 Firma del acta de entrega del sistema	1 hora	49	Ingeniero de Proyectos,Usuario						10-1

Apéndice 5

Protocolo de Pruebas

A continuación se muestra el Protocolo de Pruebas realizado para el comisionamiento del tablero de control:

**AUTOMATIZACIÓN DE DOS CENTRIFUGAS DE LODOS
EN UNA PLANTA DE PURIFICACIÓN
REFINERIA DE COBRE**

PROCOLO DE PRUEBAS

REV. : 01

FECHA : 11/11/02

Apéndice 6

Manuales de los Equipos de Control

Los manuales de los principales equipos de control utilizados en el proyecto son los siguientes:

- Chasis Modular SLC500
- Fuente de Alimentación SLC500
- Hoja de Configuración SLC500
- Localización y Corrección de Fallas de los Procesadores SLC 5/03 y 5/04
- Procesadores Modulares SLC 5/03, 5/04 y 5/05
- Terminales PanelView 600
- Troubleshooting and Maintenance PV



Instrucciones de instalación

Chasis modular SLC 500™

(Número de catálogo 1746-A4, -A7, -A10 y -A13 Serie B)

Sección en español

Qué información contiene esta publicación

Use esta publicación como guía cuando instale un chasis modular SLC 500.

Instalación

Para:	Vea la página:
prepararse para la instalación.....	53
deje espacio suficiente para montaje	54
instale su chasis	55
conecte a tierra su chasis.....	57
instale el cable de interconexión del chasis (opcional).....	60
instale sus módulos de E/S y conecte su fuente de alim.....	60

Referencia

Para obtener esta información:	Vea la página:
especificaciones	61
consideraciones ubicaciones peligrosas	62
dimensiones de montaje.....	75

Para obtener información adicional sobre la instalación, vea el *SLC 500 Modular Style Installation and Operation Manual*, publicación 1747-6.2.

Información importante para el usuario

Debido a la variedad de usos de los productos descritos en esta publicación, las personas responsables de la aplicación y uso de este equipo de control deben asegurarse de que se hayan seguido todos los pasos necesarios para que cada aplicación y uso cumpla con todos los requisitos de rendimiento y seguridad, incluyendo leyes, reglamentos, códigos y normas aplicables.

Los ejemplos de ilustraciones, gráficos, programas y esquemas mostrados en esta guía tienen la única intención de ilustrar el texto. Debido a las muchas variables y requisitos asociados con cualquier instalación particular, Allen-Bradley no puede asumir responsabilidad u obligación (incluyendo responsabilidad de propiedad intelectual) por el uso real basado en los ejemplos mostrados en esta publicación.

La publicación SGI-1.1 de Allen-Bradley, *Safety Guidelines for the Application, Installation, and Maintenance of Solid State Control* (disponible en la oficina local de Allen-Bradley), describe algunas diferencias importantes entre equipos transistorizados y dispositivos electromecánicos, las cuales deben tomarse en consideración al usar productos tales como los descritos en esta publicación.

Está prohibida la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación de propiedad exclusiva sin el permiso por escrito de Allen-Bradley Company, Inc.

En estas instrucciones de instalación hacemos anotaciones para alertarle de consideraciones de seguridad:

ATTENTION



Identifica información sobre prácticas o circunstancias que pueden conducir a lesiones personales o la muerte, daños materiales o pérdidas económicas.

Las notas de "Atención" le ayudan a:

- identificar un peligro
- evitar un peligro
- reconocer las consecuencias

IMPORTANT

Identifica información especialmente importante para una aplicación y un entendimiento correctos del producto.

Prepárese para la instalación

Asegúrese de tener lo siguiente.

Hardware M4 o M5 (#10 ó #12)

- tornillo phillips y arandela de estrella (o tornillo SEM — tornillo phillips con arandela de estrella acoplada) para las lengüetas de montaje del chasis.

Este chasis:	Tiene
1746-A4	4 lengüetas de montaje
1746-A7	4 lengüetas de montaje
1746-A10	6 lengüetas de montaje
1746-A13	8 lengüetas de montaje

- destornillador phillips
- taladro

Documentación

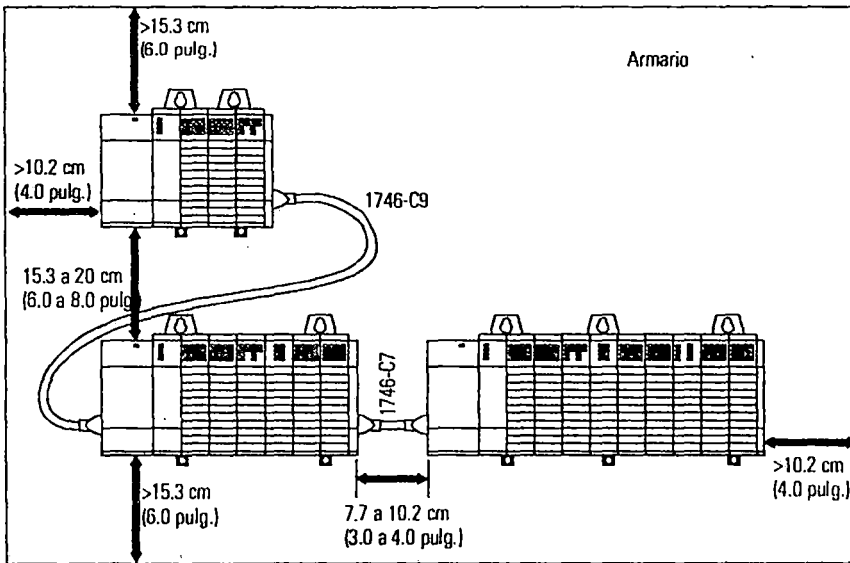
Para su

- procesador y/o módulo adaptador de E/S
- fuente de alimentación
- módulos de comunicación y/o módulos de E/S

Deje espacio suficiente para montaje

IMPORTANT

Asegúrese de cumplir con estos requisitos mínimos de espacio. Se pueden conectar hasta tres chasis SLC (para un máximo de 30 ranuras de E/S).



IMPORTANT

Cuando conecte verticalmente dos chasis 1746-A13 con un cable 1746-C9, el espacio no puede ser mayor de 15.3 cm (6.0 pulg.) para que el cable llegue de chasis a chasis.

Para dimensiones de:

Vea la página:

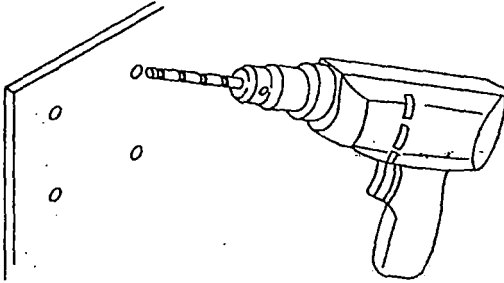
lado izquierdo de todos los chasis	75
1746-A4, -A7	75
1746-A10, -A13	76

Instale su chasis

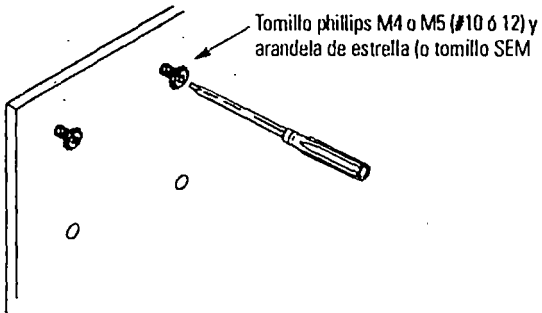
1**ATTENTION**

Tenga cuidado con los trozos de metal cuando perfore los agujeros de montaje para el chasis SLC. No perfore agujeros sobre un chasis SLC si están instalados un procesador o módulos de E/S.

Perfore agujeros en el panel posterior del armario para las lengüetas de montaje del chasis.

**2**

Instale el hardware para las lengüetas de montaje superiores.

**Nota:**

Raspe la pintura del panel posterior para una conexión eléctrica entre el chasis y el panel posterior.

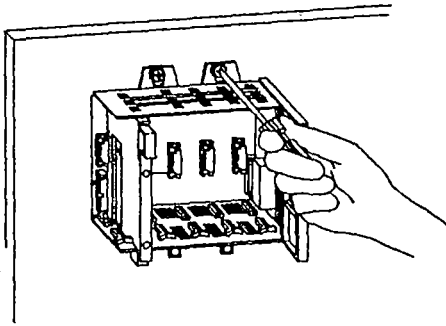
3

ATTENTION



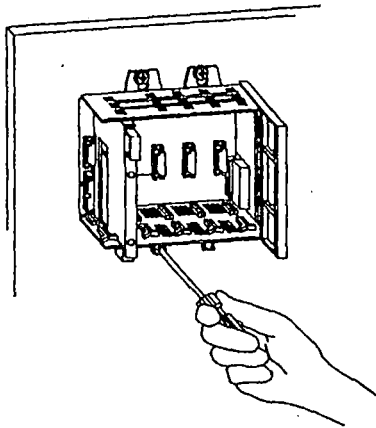
Si las lengüetas del chasis no se asientan completamente antes de apretar los tornillos, use arandelas adicionales como calce, de manera que el chasis no se tuerza al ajustar los tornillos. Si se tuerce el chasis, podría dañarse la placa posterior principal y producirse conexiones deficientes.

Deslice el chasis sobre el hardware instalado y apriete los tornillos.



4

Dejando abiertas las lengüetas del extremo izquierdo y del extremo derecho para la conexión a tierra, instale el hardware de las lengüetas restantes (para un chasis de 4 ranuras, deje ambas lengüetas abiertas).

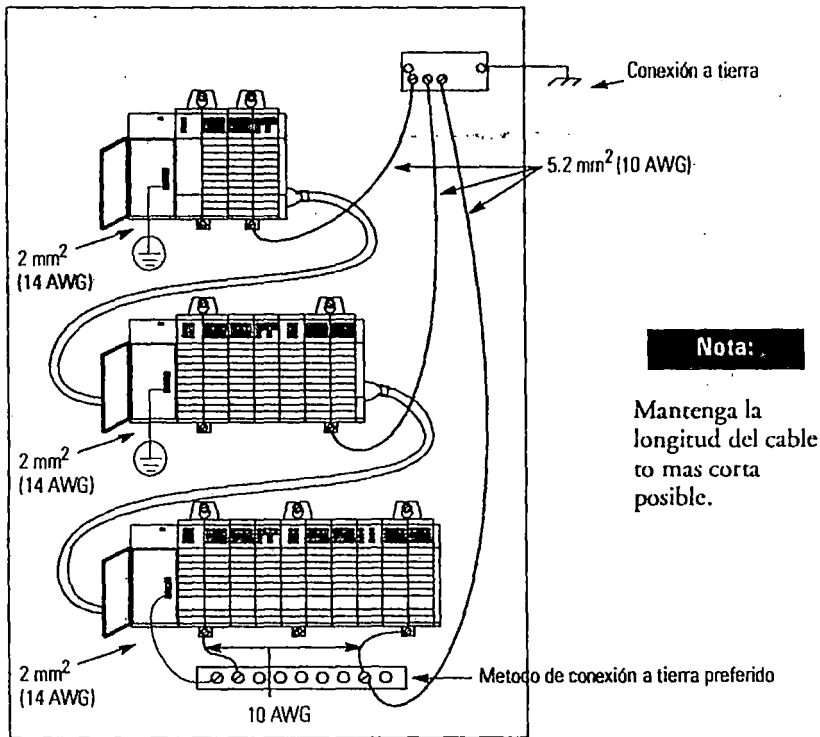


Conecte a tierra su chasis

Para conectar a tierra correctamente su chasis de E/S:	Vea la página:
verifique la configuración de la conexión a tierra	57
instale un bus de tierra central	58
conecte el conductor de tierra del equipo	58
conecte el conductor de tierra del equipo al bus de tierra	59
conecte el bus de tierra al sistema de electrodos de tierra	59

Verifique la configuración de la conexión a tierra

Esta figura le muestra cómo hacer las conexiones a tierra desde el chasis hasta el bus de tierra. Se muestran dos métodos de conexión a tierra aceptados; recomendamos que use un bus de tierra porque éste reduce la resistencia eléctrica en la conexión.



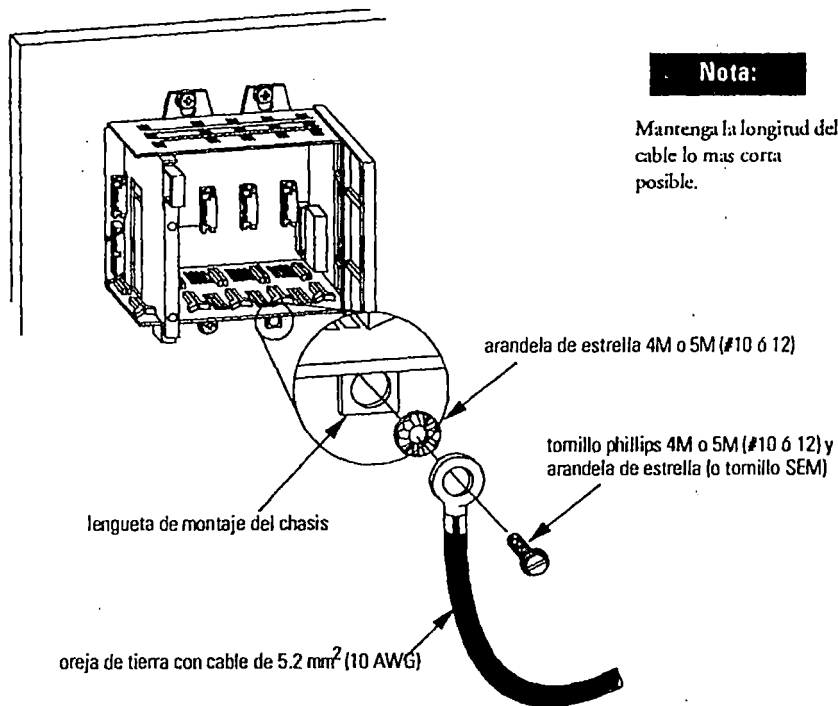
Instale un bus de tierra central

Cada armario debe tener un bus de tierra central. El bus de tierra es la conexión común para cada chasis dentro del armario y el armario mismo. Si todavía no ha instalado un bus de tierra central, vea las *Pautas de cableado y conexión a tierra para equipos de automatización industrial*, publicación 1770-4.1ES.

Conecte el conductor de tierra del equipo

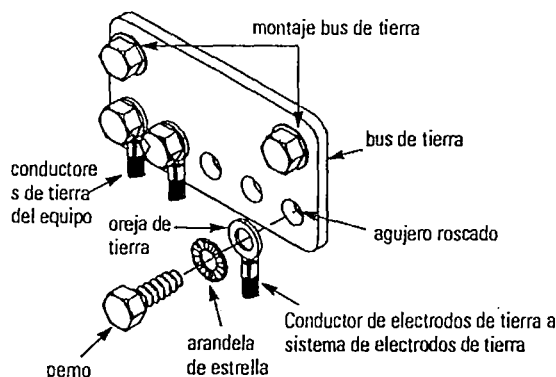
IMPORTANT

Use la siguiente información junto con el manual de instalación de su controlador programable, para conectar a tierra el chasis y sus módulos de E/S.



Conecte el conductor de tierra del equipo al bus de tierra

Conecte un conductor de tierra del equipo directamente desde cada chasis a un perno individual en el bus de tierra.



- use cable trenzado de cobre de 2.54 cm (1 pulg.) o cable de cobre **10 AWG** para conectar cada chasis, el armario y un bus de tierra centrado montado en el panel posterior.
- use un armario de acero para proteger contra las interferencias electromagnéticas (EMI)
- asegúrese de que la ventana visora de la puerta del armario sea una pantalla laminada o un sustrato óptico conductor (para bloquear las EMI)
- instale un cable de unión para contacto eléctrico entre la puerta y el armario; no se fie de la bisagra

IMPORTANT

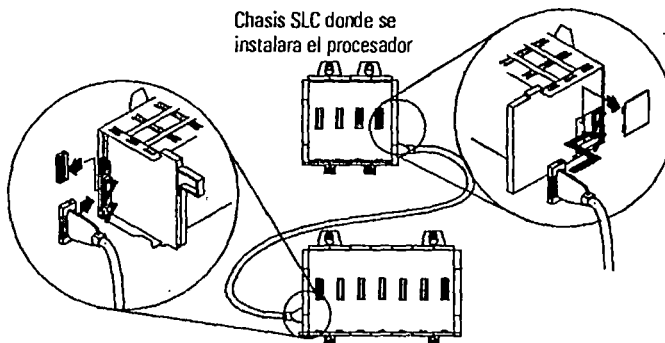
No coloque una oreja de tierra directamente sobre la otra; este tipo de conexión puede aflojarse **debido a la compresión** de las lengüetas de metal. Coloque la prisionera. Después de apretar la tuerca, coloque la segunda oreja entre la primera tuerca y una segunda tuerca con una arandela estrella prisionera.

Conecte el bus de tierra al sistema de electrodos de tierra

El sistema de electrodos de tierra está en potencia de tierra y es la tierra central para todo el equipo eléctrico y potencia de CA dentro de cualquier local. Use un conductor de electrodos de tierra para conectar el bus de tierra al sistema de electrodos de tierra. Use un cable de cobre de 8.3 mm² (8 AWG) mínimo para el conductor de electrodos de tierra, para proteger contra EMI. El Código Eléctrico Nacional especifica requisitos de seguridad para el conductor de electrodos de tierra.

Instale el cable de interconexión del chasis (opcional)

Para conectar hasta tres chasis juntos (para un máximo de 30 ranuras de E/S), instale el cable de interconexión del chasis antes de conectar su fuente de alimentación.



Instale sus módulos de E/S y conecte su fuente de alimentación

Use las instrucciones de instalación/manuales de usuario de sus módulos para instalarlos en el chasis. Use las instrucciones de instalación de su fuente de alimentación para conectarla a su chasis.

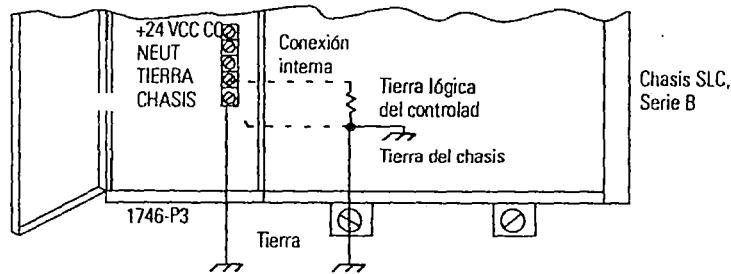
ATTENTION



- Mantenga el enchufe del conector en el conector del lado izquierdo del chasis si no va a conectar chasis juntos.
- Retire la etiqueta protectora de la parte superior de la fuente de alimentación antes de conectar la potencia.




IMPORTANT

Los chasis de la serie B tienen una resistencia de $1M\Omega$ entre la tierra lógica y la tierra del chasis. Cuando use una fuente de alimentación de CC 1746-P3, siga las instrucciones de conexión a tierra suministradas con la fuente de alimentación para evitar potencias no deseadas a través de la tierra lógica del procesador SLC.



Especificaciones

Chasis SLC, serie B

1746-A4	1746-A7	1746-A10	1746-A13
<i>dimensiones (con lengüetas) — Ancho x alto x profundidad</i>			
17.7 x 17.1 x 14.5 cm (7.1 x 6.8 x 5.8 pulg.)	28.2 x 17.1 x 14.5 cm (11.3 x 6.8 x 5.8 pulg.)	39.7 x 17.1 x 14.5 cm (15.9 x 6.8 x 5.8 pulg.)	50.2 x 17.1 x 14.5 cm (20.1 x 6.8 x 5.8 pulg.)
<i>peso aproximado (sin módulos)</i>			
0.75 kg (1.7 lbs)	1.1 kg (2.4 lbs)	1.45 kg (3.2 lbs)	1.9 kg (4.2 lbs)
<i>máxima corriente de placa posterior principal</i>			
5.1 VCC @ 10 A; 24 VCC @ 2.88 A	5.1 VCC @ 10 A; 24 VCC @ 2.88 A	5.1 VCC @ 10 A; 24 VCC @ 2.88 A	5.1 VCC @ 10 A; 24 VCC @ 2.88 A
<i>ranuras de módulos</i>			
4	7	10	13
<i>tipo de montaje</i>			
montaje en panel	montaje en panel	montaje en panel	montaje en panel
<i>condiciones de operación:</i>			
temp. de trabajo: 0° a 60°C (32° a 140°F)			
temp. de almacenam.: -40° a 85°C (-40° a 185°F)			
humedad relativa: 5 a 95% (sin condensación)			
<i>certificación</i>			
 LISTED IND. CONT. EQ. FOR HAZ. LOC A196 CLASS I GROUPS A, B, C, AND D DIV. 2		 OPERATING TEMPERATURE CODE T3C	 CE, cumple con todas las directivas aplicables

Consideraciones de ubicaciones peligrosas

Este equipo es apto para uso en ubicaciones Clase I, División 2, Grupos A, B, C, D o no peligrosas. La siguiente ADVERTENCIA se refiere al uso en ubicaciones peligrosas.

ADVERTENCIA PELIGRO DE EXPLOSION



- La sustitución de los componentes puede dañar la adaptabilidad del equipo para el entorno de Clase I, División 2.
 - No sustituya los componentes ni desconecte el equipo a menos que se haya desactivado la alimentación eléctrica y se determine que el lugar no es peligroso.
 - No sustituya los componentes ni desconecte los componentes a menos que se haya desactivado la alimentación eléctrica y se determine que el lugar no es peligroso.
-



Instrucciones de instalación

Fuentes de alimentación SLC 500™

(Números de catálogo 1746-P1, 1746-P2, 1746-P3, 1746-P4, 1746-P5, 1746-P6 y 1746-P7)

Descripción general

Instale la fuente de alimentación eléctrica usando estas instrucciones de instalación. Las únicas herramientas que necesita son un destornillador plano (1/8 pulg.) y un destornillador Phillips (1/4 pulg., #2).

ATENCIÓN



Una descarga electrostática puede dañar los circuitos integrados y los semiconductores si una persona toca los pines del conector del backplane. Siga estas pautas cuando manipule la fuente de alimentación:

- Toque un objeto que esté conectado a tierra para descargar el potencial electrostático de su cuerpo.
- No toque el conector de backplane ni los pines del conector.
- No toque ningún componente de los circuitos dentro de la fuente de alimentación eléctrica.
- Siempre que sea posible, utilice un equipo de trabajo a prueba de cargas electrostáticas.
- Cuando no se use, mantenga la fuente de alimentación eléctrica en su envoltorio antiestático.

IMPORTANTE

Si el equipo no se instala y se usa según lo descrito en este manual, puede verse afectada la protección proporcionada por el equipo.

Consideraciones respecto a lugares peligrosos

Los productos con la marca CL1, DIV 2, GP A, B, C, D son apropiados para uso en lugares Clase I, División 2, Grupos A, B, C, D o en lugares no peligrosos solamente. Cada producto se suministra con marcas en la placa de especificaciones que indican el código de temperatura para lugares peligrosos. Cuando se combinan productos en un sistema, el código de temperatura más adverso (número "T" más bajo) puede usarse como ayuda para determinar el código de temperatura general del sistema. La combinación de equipos en el sistema está sujeta a investigación por parte de la autoridad local con jurisdicción al momento de la instalación.

ADVERTENCIA

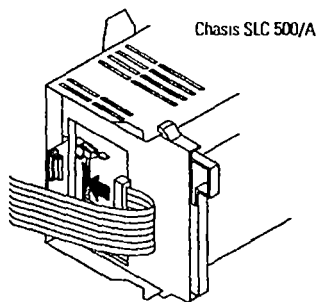


PELIGRO DE EXPLOSIÓN

- No desconecte el equipo a menos que esté desconectada la alimentación eléctrica, excepto en el caso de que el área se considere no peligrosa.
- No desconecte las conexiones a este equipo a menos que esté desconectada la alimentación eléctrica, excepto en el caso de que el área se considere no peligrosa. Asegure las conexiones externas a este equipo con tornillos, seguros deslizantes, conectores roscados u otros medios proporcionados con este producto.
- La sustitución de componentes puede menoscabar la idoneidad para Clase I, División 2.
- Todo el cableado debe cumplir con las especificaciones de N.E.C. artículo 501-4(b).

Instale el cable de interconexión de chasis (opcional)

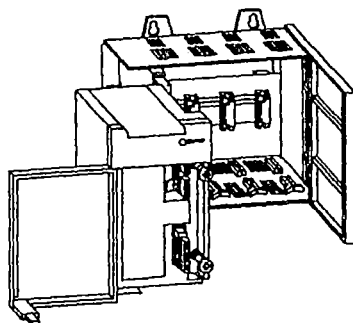
Para conectar hasta tres chasis SLC 500™ juntos, instale el cable de interconexión de chasis antes de instalar la fuente de alimentación.



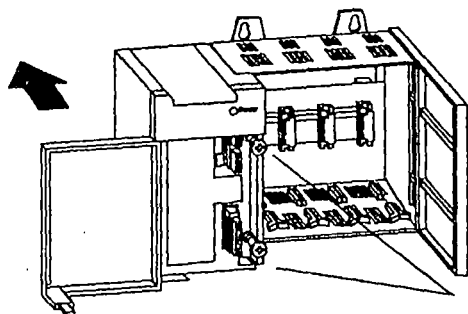
Para obtener más información, vea el documento *SLC 500 Modular Hardware Style User Manual* (publicación 1747-UMD11).

Instalación de la fuente de alimentación

1. Alinee la tarjeta de circuitos de la fuente de alimentación con las guías para tarjeta situadas al lado izquierdo del chasis.



2. Deslice la fuente de alimentación hasta que quede al ras con el chasis. Luego fije la fuente de alimentación al chasis.



Use estos tornillos para fijar la fuente de alimentación al chasis. Par de apriete máximo 1.2 Nm (11 pulg.-lb.).

Cableado de la fuente de alimentación eléctrica

SUGERENCIA



Para obtener más información sobre el cableado, vea el documento *Allen-Bradley Programmable Controller Grounding and Wiring Guidelines*, número de publicación 1770-4.1.

Consulte la publicación 1746-IN016 para obtener información sobre la instalación del chasis y los requisitos de conexión a tierra.

1. Coloque el puente de voltaje de entrada de manera que coincida con el voltaje de entrada. (Esto no se aplica a las fuentes de alimentación 1746-P3, -P5, -P6 y -P7, las cuales no tienen puente).

ATENCIÓN

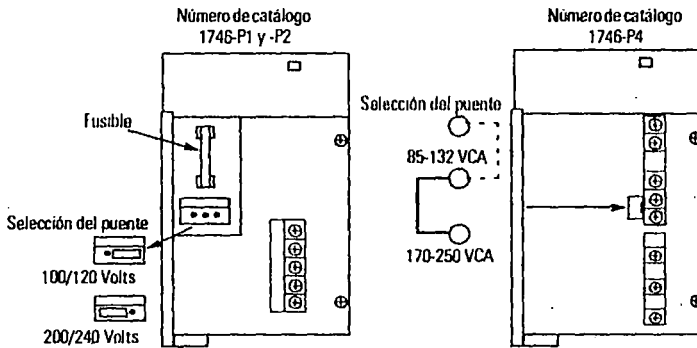


Establezca el puente de entrada antes de conectar la alimentación eléctrica. Cuando está conectada la alimentación eléctrica, hay voltaje peligroso presente en los pines expuestos; el contacto con los pines puede causar lesiones al personal.

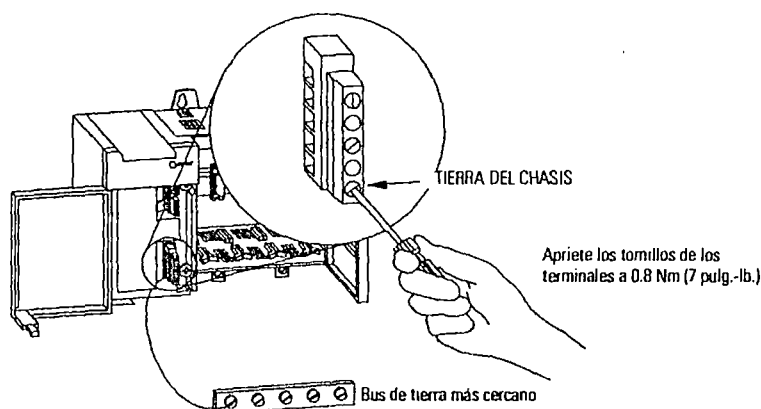
ADVERTENCIA



Si conecta o desconecta el cableado a los bloques de terminales, o si instala o desinstala la fuente de alimentación con la alimentación eléctrica conectada, podría ocurrir un arco eléctrico. Esto podría causar una explosión en lugares peligrosos. Antes de proceder, asegúrese de que esté desconectada la alimentación eléctrica o de que el área esté considerada como no peligrosa.



2. Conecte el tornillo de tierra de la fuente de alimentación a la conexión a tierra o bus de tierra más cercano. Use un cable de cobre #14 AWG - 75 grados (Categoría 1 según publicación 1770-4.1ES, *Pautas de cableado y conexión a tierra de equipos de automatización industrial*) y mantenga los conductores al tamaño más corto posible. La fuente de alimentación 1746-P4 se muestra a continuación. Consulte la página 67 para obtener información sobre consideraciones especiales de cableado para la fuente de alimentación 1746-P3.

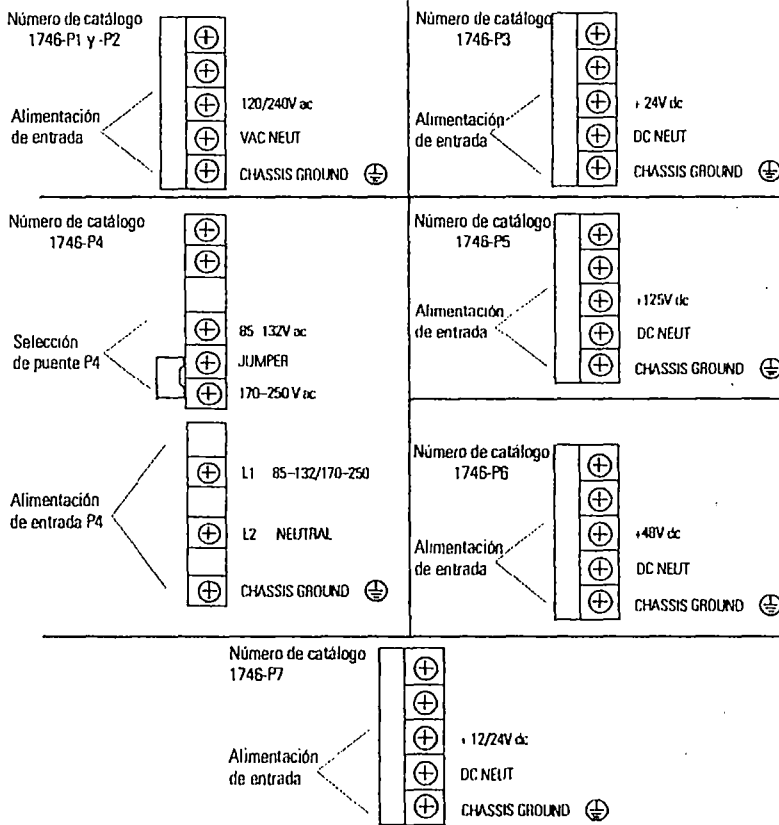


3. Conecte la alimentación de entrada. Vea la ilustración en la página 66.

ATENCIÓN

Desconecte la alimentación de entrada antes de conectar los cables; El no cumplir con esta indicación puede causar lesiones personales graves y/o daño al equipo.

Use cable de cobre 14 AWG. Apriete los tornillos de los terminales a 0.8 Nm (7 pulg.-lb.)



La fuente de alimentación SLC 500 puede sufrir daño debido a sobretensión al conmutar cargas inductivas tales como motores, arrancadores de motor, solenoides y relés. Para proteger la fuente de alimentación SLC 500 en estas aplicaciones, use un transformador de aislamiento para aislar la fuente de alimentación de la sobretensión dañina.

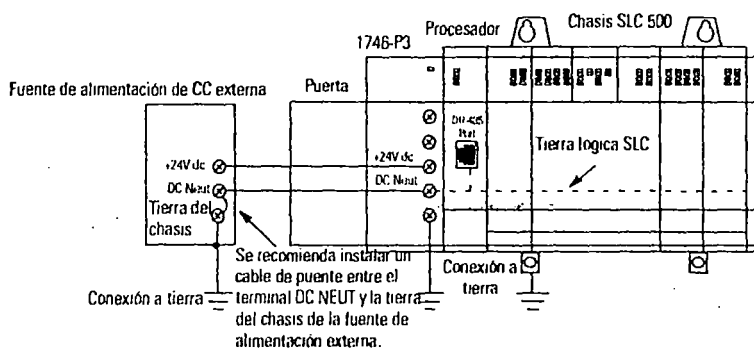
Consideraciones de cableado de la fuente de alimentación 1746-P3

La siguiente información describe las consideraciones especiales de cableado para la fuente de alimentación 1746-P3.

ATENCIÓN

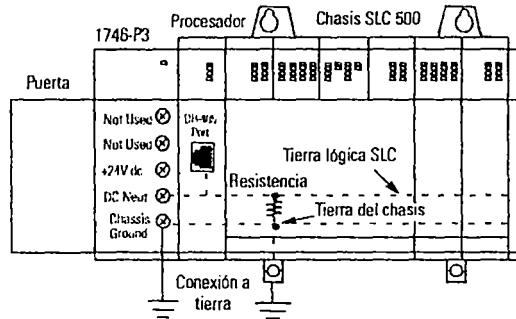


El voltaje aplicado al terminal 1746-P3 DC NEUT estará presente en la tierra lógica SLC y en el puerto DH-485 del procesador. Para evitar potencial de línea no deseado en la tierra lógica del controlador y/o daño al chasis SLC, el terminal DC NEUTRAL de la fuente de alimentación de CC debe estar aislado de la tierra del chasis SLC o conectado a tierra tal como se muestra en la siguiente ilustración.

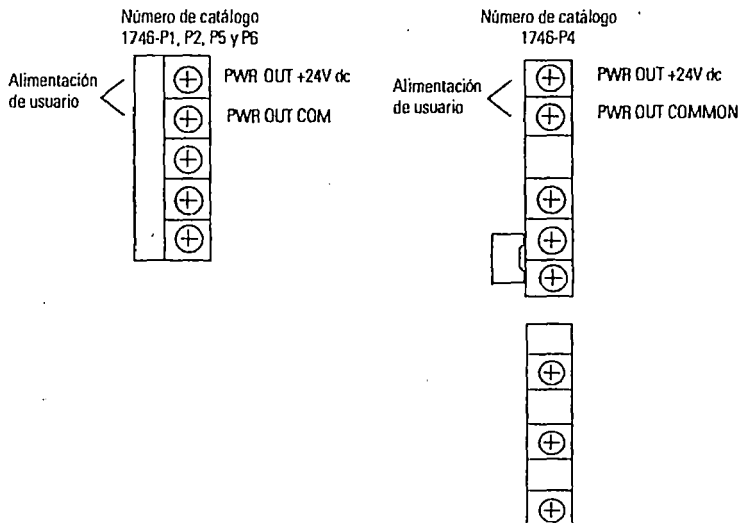


IMPORTANTE

Los chasis SLC 500 Serie A (1746-A4, -A7, -A10 y -A13) fabricados *antes* de noviembre de 1992 tienen una resistencia entre la tierra lógica y la tierra del chasis, tal como se ilustra en el dibujo de la siguiente página. Esta resistencia podría sufrir daño si no se sigue la recomendación de cableado descrita en la nota de "Atención" proporcionada anteriormente. Vea la figura en la siguiente página para encontrar la ubicación de la resistencia. Los chasis SLC 500 Serie A (1746-A4, -A7, -A10 y -A13) con fecha de fabricación de Noviembre de 1992 o posterior no tienen esta resistencia. Los chasis SLC 500 Serie B tienen una resistencia de 1 MΩ que limita la corriente entre la tierra lógica y la tierra del chasis.



4. **(Opcional)** Para las fuentes de alimentación 1746-P1, -P2, -P4, -P5 y -P6, use los terminales PWR OUT +24V dc y PWR OUT COM para activar las cargas y detectores de 245 VCC. Los terminales en los equipos 1746-P1, 1746-P2, 1746-P5 y 1746-P6 proporcionan una fuente de alimentación de 24 VCC, 200 mA sin fusible, aislada. Los terminales en el equipo 1746-P4 proporcionan una fuente de alimentación de 24 VCC, 1 A, sin fusible, aislada. (Las fuentes de alimentación 1746-P3 y -P7 no tienen provisión para una fuente de alimentación externa).



Operación del SLC 500 con condición de sobrecorriente de alimentación de usuario de 24 VCC

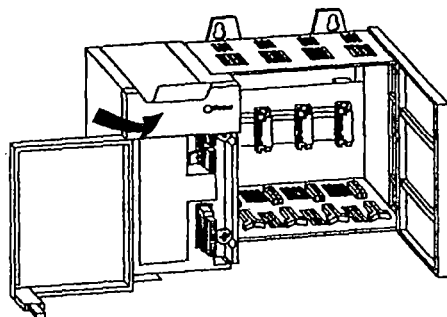
No. de catálogo	Operación del SLC	Procedimiento de recuperación
1746-P1 Serie A (fabricado en Japón)	Desactivación de la fuente de alimentación eléctrica, fallo de CPU	Volver a cargar programa de usuario
1746-P1 Serie A (fabricado en Malasia- producción actual)	Desactivación de 24 VCC de usuario, la CPU continúa funcionando	Corregir condición de sobrecorriente
1746-P2 Serie A, B	Desactivación de la fuente de alimentación eléctrica, fallo de CPU	Volver a cargar programa de usuario
1746-P2 Serie C	Desactivación de 24 VCC de usuario, la CPU continúa funcionando	Corregir condición de sobrecorriente
1746-P4 Serie A	Desactivación de la fuente de alimentación eléctrica, fallo de CPU	Volver a cargar programa de usuario
1746-P5 Serie A	Desactivación de 24 VCC de usuario, la CPU continúa funcionando	Corregir condición de sobrecorriente
1746-P6 Serie A	Desactivación de 24 VCC de usuario, la CPU continúa funcionando	Corregir condición de sobrecorriente

ATENCIÓN



En el caso de los equipos 1746-P1 (fabricado en Malasia), 1746-P2 Serie C, 1746-P5 Serie A y 1746-P6 Serie A, para evitar una operación no esperada debido a desactivación de la alimentación de 24 VCC de usuario, monitoree la salida de 24 VCC de usuario con un canal de entrada de 24 VCC.

5. Quite la etiqueta protectora.



Operación con bajo voltaje de la fuente de alimentación

Los controladores SLC 500 continúan funcionando (retención) por un corto periodo de tiempo si el voltaje de entrada a la fuente de alimentación cae por debajo del rango de voltaje de operación recomendado. El controlador continúa ejecutando el programa de usuario y controlando las E/S durante este tiempo. El tiempo de retención de la CPU para cada fuente de alimentación se muestra en las páginas 70 y 72.

Los controladores SLC 500 se desactivan (se detiene el escán y se inhabilitan las salidas) si se desconecta el voltaje de entrada a la fuente de alimentación, o éste cae por debajo del rango de operación recomendado por un periodo mayor al tiempo de retención de la CPU. El controlador continúa la operación automáticamente cuando el voltaje de entrada regresa a su estado normal.

Si el voltaje de entrada a la fuente de alimentación 1746-P7 cae dentro del rango de 4 a 9 V por un periodo mayor que el tiempo de retención de la CPU, el controlador se desactivará y no se volverá a activar hasta que:

- el voltaje de entrada aumente a 11 VCC.

Especificaciones generales (fuente de alimentación 1746-P1, -P2, -P3 y -P4)

Descripción	Especificación: 1746-			
	P1	P2	P3	P4
Voltaje de línea	85-132/170-265 VCA 47-63 Hz		19.2-28.8 VCC	85-132/170-250 VCA 47-63 Hz
Requisito de alimentación de línea típico	135 VA	180 VA	90 VA	150 VA
Corriente de entrada máxima al momento del arranque	20 A			45 A
Capacidad de corriente interna	2 A a 5 VCC 0.46 A a 24 VCC	5 A a 5 VCC 0.96 A a 24 VCC	3.6 A a 5 VCC 0.87 A a 24 VCC	10.0 A a 5 VCC 2.88 A a 24 VCC ⁽¹⁾
Protección de fusible ⁽²⁾	1746-F1 o equivalente ^{(3) (4)}	1746-F2 o equivalente ^{(3) (5)}	1746-F3 o equivalente ^{(3) (6)}	El fusible está solado.
Capacidad de corriente de alimentación de usuario de 24 VCC	200 mA		No aplicable	1 A ⁽¹⁾
Rango de voltaje de alimentación de usuario de 24 VCC	18-30 VCC			20.4-27.6 VCC
Protección de sobrecorriente máx. suministrada por el usuario ⁽⁷⁾	15 A		No aplicable	15 A

Descripción	Especificación: 1746-			
	P1	P2	P3	P4
Temperatura ambiente de operación	0°C a +60°C (+32°F a +140°F) La capacidad de corriente se reduce 5% por encima de +55°C.			0°C a +60°C (+32°F a +140°F) sin reducción de la capacidad nominal
Aislamiento ⁽⁸⁾	1800 VCA RMS durante 1 s		Ninguno ⁽⁹⁾	2600 VCC durante 1 s
Tiempo de retención de la CPU ⁽¹⁰⁾	20 ms (carga plena) 3000 ms (sin carga)		5 ms (carga plena) 1000 ms (sin carga)	20 ms (carga plena) 3000 ms (sin carga)
Certificaciones (cuando el producto tiene la marca)	Equipo de control industrial en Lista UL para lugares peligrosos Clase 1, División 2, Grupos A, B, C, D			Equipo de control industrial en Lista UL
	Equipo de control industrial en Lista UL para lugares peligrosos Clase 1, División 2, Grupos A, B, C, D			Equipo de control de proceso con certificación CSA para lugares peligrosos Clase 1, Div 2, Grupos A, B, C, D
	CE ⁽¹¹⁾ Directiva 89/336/EEC EMC de la Unión Europea, cumple con las especificaciones: EN 50082-2, inmunidad industrial EN50081-2, emisiones industriales Directiva 73/23/EEC LVD de la Unión Europea, cumple con las especificaciones: EN61131-2, controladores programables Ley de Radiocomunicaciones Australianas C-Tick, cumple con las especificaciones: AS/NZS 2064, emisiones industriales			

- (1) Toda la alimentación de salida combinada (backplane 5 volts, backplane 24 volts y fuente de usuario 24 volts) no puede sumar más de 70 watts.
- (2) El fusible de la fuente de alimentación tiene el propósito de proteger contra el peligro de incendio debido a condiciones de cortocircuito. Es posible que este fusible no proteja a la fuente de alimentación contra un cableado incorrecto o fenómenos transitorios excesivos en la línea de alimentación eléctrica.
- (3) Los tamaños de los fusibles están especificados para dispositivos finales solamente. Es posible que se requiera reducir el tamaño del fusible dependiendo del tamaño del cableado del circuito.
- (4) Fusibles equivalentes: Fusible 250V-3A, nagasawa ULCS-61ML-3 o BUSSMAN AGC 3
- (5) Fusible equivalente: Fusible 250V-3A, SAND SOC SD4 o BUSSMAN AGC 3
- (6) Fusible equivalente: Fusible 125V-3A, Nagasawa ULCS-61ML-5 o BUSSMAN AGC 5
- (7) Use protección contra sobrecorriente tipo retardo en todos los conductores no provistos de conexión a tierra.
- (8) Aislamiento provisto entre los terminales de entrada y el backplane.
- (9) Aislamiento no provisto entre los terminales de entrada y el backplane Sin embargo, la resistencia dieléctrica entre los terminales de entrada y el terminal de tierra del chasis es 600 VCA RMS durante 1 s.
- (10) El tiempo de retención de la CPU es para 0 V a menos que se especifique lo contrario. El tiempo de retención depende de la carga de la fuente de alimentación.
- (11) Vea el vínculo de certificación de productos en www.ab.com para obtener información detallada sobre Declaraciones de conformidad, Certificados y otros detalles de certificación.

Especificaciones generales (fuentes de alimentación 1746-P5, -P6 y -P7)

Descripción	Especificación: 1746			
	P5	P6	P7	
Voltaje de línea	90-146 VCC	30-60 VCC	10-30 VCC ⁽¹⁾	
Requisito de alimentación de línea típico	85 VA	100 VA	Entrada de 12 VCC: 50 VA	Entrada de 24 VCC: 75 VA
Corriente de entrada máxima al momento del arranque	20 A		20 A (necesario para el encendido)	
Capacidad de corriente interna	5 A a 5 VCC 0.96 A a 24 VCC		Entrada de 12 VCC: 2.0 A a 5 VCC 0.46 A a 24 VCC	Entrada de 24 VCC: 3.6 A a 5 VCC 0.87 A a 24 VCC
Protección de fusible ⁽²⁾	El fusible está soldado.			
Capacidad de corriente de alimentación de usuario de 24 VCC	200 mA		No aplicable	
Rango de voltaje de alimentación usuario de 24 VCC	18-30 VCC			
Temp. ambiente de operación	0°C a +60°C (+32°F a +140°F) La capacidad de corriente se reduce 5% por encima de +55°C.			
Aislamiento ⁽³⁾	1800 VCA RMS durante 1 s		600 VCA RMS durante 1 s	
Tiempo de retención de la CPU ⁽⁴⁾	20 ms (carga plena) 3000 ms (sin carga)	5 ms (carga plena) 1500 ms (sin carga)	Entrada de 12 VCC: 1.37 ms a 0 VCC (carga plena) 895 ms a 0 VCC (sin carga) 10 ms a 9 VCC (carga plena) continuo a 9 VCC (sin carga)	Entrada de 24 VCC: 40 ms a 0 VCC (carga plena) 1860 ms a 0 VCC (sin carga) 790 ms a 11 VCC (carga plena) continuo a 11 VCC (sin carga)
Certificaciones (cuando el producto tiene la marca)	Equipo de control industrial en Lista UL para lugares peligrosos Clase 1, División 2, Grupos A, B, C, D			
	Equipo de control industrial en Lista UL para lugares peligrosos Clase 1, División 2, Grupos A, B, C, D			
	CE ⁽⁵⁾ Directiva 89/336/EEC EMC de la Unión Europea, cumple con las especificaciones: EN 50082-2, inmunidad industrial EN50081-2, emisiones industriales Directiva 73/23/EEC LVD de la Unión Europea, cumple con las especificaciones: EN61131-2, controladores programables			
	Ley de Radiocomunicaciones Australianas C-Tick, cumple con las especificaciones: AS/NZS 2064, emisiones industriales			

(1) Vea la página 70 para obtener información sobre la operación con bajo voltaje de las fuentes de alimentación.

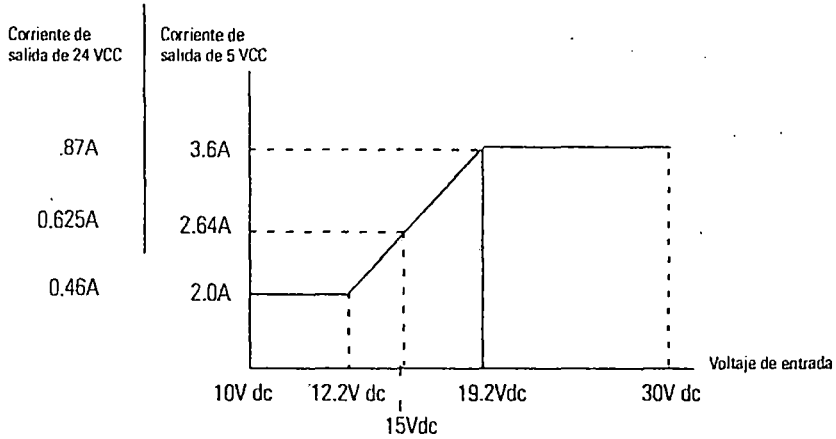
(2) El fusible de la fuente de alimentación tiene el propósito de proteger contra el peligro de incendio debido a condiciones de cortocircuito. Es posible que este fusible no proteja a la fuente de alimentación contra un cableado incorrecto o fenómenos transitorios excesivos en la línea de alimentación eléctrica.

(3) Aislamiento provisto entre los terminales de entrada y el backplane.

(4) El tiempo de retención de la CPU es para 0 V a menos que se especifique lo contrario. El tiempo de retención depende de la carga de la fuente de alimentación.

(5) Vea el vínculo de certificación de productos en www.ab.com para obtener información detallada sobre Declaraciones de conformidad, Certificados y otros detalles de certificación.

Capacidad de corriente de la fuente de alimentación 1746-P7



Dimensiones físicas

Controlador: 1746-	Longitud: mm (pulg.)	Profundidad: mm (pulg.)	Altura: mm (pulg.)
P1	65 (2.56)	140 (5.70)	140 (5.51)
P2	85 (3.35)		
P3			
P4	110 (4.33)	145 (5.70)	
P5	85 (3.35)	140 (5.70)	
P6			
P7			

Hoja de trabajo para configuración del chasis SLC 500

1. Para calcular sus requisitos de memoria, cuente el número de puntos de E/S discretas y analógicas, más el número de E/S especiales.

- a. puntos de E/S discretas a) _____ x 10 = _____ Palabras de instrucción
- b. puntos de entradas y salidas analóg. b) _____ x 25 = _____ Palabras de instrucción
- c. puntos de E/S especiales c) _____ x 100 = _____ Palabras de instrucción

Cálculo de memoria total requerida _____ Palabras de instrucción

Consumo de alm. eléct. (Amps) ^①	
5 VCC	24 VCC
0.35	0.105
0.35	0.105
0.35	0.105
0.500	0.175
1.000	0.200
1.000	0.200
1.000	0.200

2. Seleccione el procesador

No. de catálogo 1747-L511	SLC 5/01	1K instrucciones
No. de catálogo 1747-L514	SLC 5/01	4K instrucciones
No. de catálogo 1747-L524	SLC 5/02	4K instrucciones
No. de catálogo 1747-L532	SLC 5/03	12K instrucciones
No. de catálogo 1747-L541	SLC 5/04	12K instrucciones
No. de catálogo 1747-L542	SLC 5/04	28K instrucciones
No. de catálogo 1747-L543	SLC 5/04	60K instrucciones

3. Seleccione E/S

No. de chasis _____	Número de catálogo _____	Consumo eléctrico		Precio _____
		5 V	24 V	
Slot _____	_____	_____	_____	(Ranura 0 reservada para procesador en chasis 1)
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Slot _____	_____	_____	_____	
Corriente total _____		_____	_____	

4. Seleccione la fuente de alimentación (mostrada a 55° C)

Número de catálogo 1746-P1	2A	.46A	_____
Número de catálogo 1746-P2	5A	.96A	_____
Número de catálogo 1746-P3	3.6A	.87A	_____
Número de catálogo 1746-P4	10A	2.88A ^②	_____

5. Seleccione el chasis

No. de catálogo 1746-A4	4 ranuras	_____
No. de catálogo 1746-A7	7 ranuras	_____
No. de catálogo 1746-A10	10 ranuras	_____
No. de catálogo 1746-A13	13 ranuras	_____

6. Seleccione los diversos dispositivos

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Costo total del sistema _____

① Incluye los requisitos de alimentación para el DTAM, PIC y el HHT.

② La combinación de toda la potencia de salida (5 volts de backplane, 24 volts de backplane y 24 volts de fuente de usuario) no pueden exceder de 70 vatios.

Localización y corrección de fallos de los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04

Entre el tiempo que usted conecta la alimentación eléctrica a los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 y éstos tienen oportunidad de establecer comunicación con un dispositivo de programación conectado, la única forma de comunicación entre usted y los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 es a través de los indicadores LED.

Cuando se conecta la alimentación eléctrica, todos los indicadores LED se encienden y se apagan mientras el procesador realiza las pruebas del hardware. Esto es parte de la secuencia normal de activación. Siguiendo el autodiagnóstico del procesador, todos los indicadores LED otra vez se encienden momentáneamente. Si el programa del usuario está en un estado de marcha, el indicador LED RUN estará encendido. Si existe un fallo dentro del procesador, el indicador LED FLT estará encendido.

Para recibir el máximo beneficio de esta sección de localización y corrección de fallos, le recomendamos que siga estos pasos:

1. Identifique el estado de los indicadores LED de su procesador. Vea el capítulo 5 para obtener una descripción de los indicadores LED y sus diferentes estados.
2. Usando las tablas de las siguientes páginas, encuentre el equivalente de los indicadores LED de su procesador y fuente de alimentación con los indicadores LED de estado ubicados en la primera columna.
3. Una vez que los indicadores LED de estado sean equivalentes con los de la tabla apropiada, simplemente continúe a través de la tabla, identificando descripciones de errores y causas probables.
4. Luego siga los pasos de acciones recomendadas para cada causa probable hasta que la causa sea identificada.
5. Si las acciones recomendadas no identifican la causa del problema, comuníquese con su oficina de ventas o distribuidor local de Allen-Bradley.

Borrado de los fallos de los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 usando el interruptor de llave

Cambie el interruptor de llave de RUN (marcha) a PROG y luego a RUN otra vez; esto borra el fallo. Si el interruptor de llave se deja en la posición RUN, el modo del procesador no puede cambiarse desde un dispositivo interface de programador/operador. Si usted vuelve a colocar el interruptor de llave en la posición REM, entonces puede usar un dispositivo interface de programador/operador para cambiar el modo del procesador.

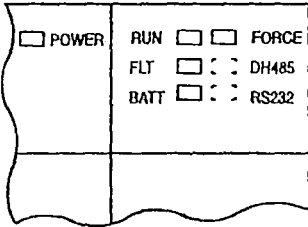


ATENCIÓN: Si usted borra un fallo del procesador, usando el interruptor de llave, el procesador inmediatamente entra al modo de marcha (Run).

Identificación de errores de los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04

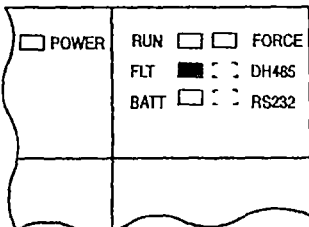
Los siguientes indicadores LED y tablas le proporcionan información respecto a mensajes de error, posible(s) causa(s) y acciones recomendadas para resolver el error.

Si los indicadores LED indican: ①



Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Alimentación eléctrica inadecuada del sistema	No hay alimentación eléctrica de línea	1. Verifique que el voltaje de línea y las conexiones sean correctos en los terminales de alimentación eléctrica. 2. Verifique que la selección de puentes de la fuente de alimentación de 120/240 V sea la correcta. Vea la página 6-10.
	Fusible de la fuente de alimentación fundido	1. Revise el fusible de la alimentación eléctrica de entrada, revise si las conexiones de la alimentación eléctrica de entrada están bien hechas. Cambie el fusible. 2. Si el fusible vuelve a fundirse, reemplace la fuente de alimentación. Vea la página 9-8 para obtener información sobre cambio de fusible.
	Fuente de alimentación sobrecargada	1. Desconecte la alimentación eléctrica de línea a la fuente de alimentación. Retire varios módulos de salida del chasis. Espere cinco minutos. Vuelva a conectar la alimentación eléctrica. 2. Si la condición vuelve a ocurrir, vuelva a calcular la potencia requerida de configuración del módulo y verifique que la selección de fuente de alimentación sea la correcta. Vea la página 2-10. Este problema puede ocurrir intermitentemente si la fuente de alimentación tiene una sobrecarga cuando se realiza la carga de salida y la temperatura varía.
	Fuente de alimentación defectuosa	1. Vuelva a verificar otras causas probables. 2. Monitoree la alimentación eléctrica de línea a la fuente de alimentación del chasis para determinar si hay fenómenos transitorios o cortocircuito. 3. Reemplace la fuente de alimentación.

Si los indicadores LED indican: ①



Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Alimentación eléctrica del sistema inadecuada	Selección incorrecta de voltaje de línea	Verifique que la selección de puentes de la fuente de alimentación de 120/240 V sea la correcta. Vea la página 6-10.

Remítase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- El estado del indicador no importa.
- ① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/04.

Si los indicadores LED indican: ①

<input checked="" type="checkbox"/> POWER	RUN <input type="checkbox"/>	FORCE <input type="checkbox"/>
	FLT <input type="checkbox"/>	DH485 <input type="checkbox"/>
	BATT <input type="checkbox"/>	RS232 <input type="checkbox"/>

Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
El procesador no está en el modo de marcha	Modo incorrecto seleccionado o lógica del programa de usuario incorrecta	<ol style="list-style-type: none"> Verifique el modo seleccionado del procesador. Si el procesador está en el modo de programa/prueba (Program/Test), intente el paso al modo de marcha (Run): <ul style="list-style-type: none"> Si el interruptor de llave está en la posición REM y no hay llave, use el programador. Si el interruptor de llave está en la posición REM o PROG, y usted tiene la llave, cambie a la posición de marcha RUN. Si está en el modo de suspensión, revise la lógica del programa de usuario para ver las instrucciones de suspensión. Remítase al manual del usuario del software de programación
	Alimentación eléctrica de línea fuera del rango de trabajo	<ol style="list-style-type: none"> Verifique que la selección de puentes de la fuente de alimentación de 120/240 V y las conexiones de la alimentación eléctrica de entrada sean las correctas. Controle que el voltaje de línea en las conexiones de alimentación eléctrica de entrada sea el correcto. Para obtener información sobre la instalación de fuentes de alimentación, vea la página 6-9.
	Colocación incorrecta de la fuente de alimentación y/o del procesador en el chasis	<ol style="list-style-type: none"> Desconecte la alimentación eléctrica e inspeccione las conexiones del chasis de la fuente de alimentación y las conexiones del chasis del procesador. Vuelva a instalar los dispositivos y vuelva a conectar la alimentación eléctrica. <p>Nota importante: El procesador sólo opera en la ranura 0 del chasis #1.</p>
	Procesador, fuente de alimentación o chasis defectuoso	<ol style="list-style-type: none"> Intente la selección del modo de marcha (Run) del procesador en el chasis existente. <ul style="list-style-type: none"> Si el interruptor de llave está en la posición REM y no hay llave, use el programador. Si el interruptor de llave está en la posición REM o PROG, y usted tiene la llave, cambie a la posición de marcha RUN. Coloque el procesador en otro chasis que no esté en el sistema existente. Conecte la alimentación eléctrica, vuelva a configurar e intente la selección del modo de marcha (Run). Si no funciona correctamente, reemplace el procesador. Pruebe la fuente de alimentación existente en el chasis de prueba. Si no funciona correctamente, reemplace la fuente de alimentación. Si puede seleccionar el modo de marcha (Run), reemplace el chasis existente.

Refiérase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- El estado del indicador LED no importa.

① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/03.

Si los indicadores LED indican: ①

■ POWER	RUN ■	□ FORCE
□ FLT	⋯ DH485	
□ BATT	⋯ RS232	

Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Sistema inoperable, no se detectaron fallos de CPU mayores	Error de lógica del programa de usuario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoree la lógica en el modo de marcha (Run) y verifique el estado de E/S deseado. 2. Revise si hay fallos de CPU menores. Remítase al manual del usuario del software de programación.
	Dispositivos de E/S o cableado de E/S defectuosos	Pruebe las entradas y salidas de acuerdo a los procedimientos de Localización y corrección de fallos de E/S que empiezan en la página 10-26.

Si los indicadores LED indican: ①

■ POWER	RUN □	□ FORCE
■ FLT	⋯ DH485	
□ BATT	⋯ RS232	

Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Fallo de CPU	Error de memoria de CPU	Desconecte y vuelva a conectar la alimentación eléctrica.
	Módulo de memoria defectuoso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconecte la alimentación eléctrica y luego retire el módulo de memoria del procesador. 2. Vuelva a instalar el procesador y vuelva a conectar la alimentación eléctrica a la fuente de alimentación. Si el indicador LED FLT (fallo) cambia de fijo a intermitente, reemplace el módulo de memoria existente con un módulo de repuesto. Remítase al capítulo 6 para obtener información sobre la sustitución de módulos de memoria.
	CPU/fuente de alimentación defectuosa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coloque el procesador en otro chasis que no esté en el sistema existente y desconecte y vuelva a conectar la alimentación eléctrica. Si vuelve a encenderse el indicador LED FLT fijo, reemplace el procesador. 2. Si se borra el fallo del indicador LED FLT, monitoree la alimentación eléctrica de línea que va a la fuente de alimentación en el sistema existente. 3. Reemplace la fuente de alimentación del sistema existente, si la alimentación eléctrica de línea estuviera bien.
	Firmware del procesador instalado incorrectamente	Si se está actualizando el procesador a un nivel de firmware diferente, verifique que la orientación de chips del firmware corresponda con las instrucciones del kit de actualización.

Remítase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- ⋯ El estado del indicador LED no importa.

① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/04.

Si los indicadores LED indican: ①

POWER	RUN	FORCE
FLT	DH485	
BATT	RS232	

Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Fallo mayor de CPU	Condición de activación inicial de fábrica de la CPU	<ol style="list-style-type: none"> Remítase al capítulo 8 y siga los procedimientos para el arranque. Borre la memoria del procesador para eliminar el indicador LED FLT parpadeante.
	<p>Fallo mayor de hardware/software detectado</p> <p>Una desconexión y conexión de alimentación eléctrica repetitiva y errática puede causar un fallo mayor del hardware del procesador.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Use el programador para controlar y borrar el fallo (o si el interruptor de llave está en REM): <ol style="list-style-type: none"> Monitoree la palabra del archivo de estado S:6 para determinar si hay un código de error mayor. Remítase al manual del usuario del software de programación para obtener información sobre códigos de error e información adicional sobre localización y corrección de fallos. Elimine la condición que causa fallo de hardware/software. Ponga a cero los bits de error mayor del archivo de estado S:1/3, si están establecidos. Ponga a cero los bits de error menor del archivo de estado S:5, si están establecidos. Ponga a cero el código de error mayor del archivo de estado S:6 (opcional). Intente cambiar al modo de marcha (Run) del procesador. Si no tiene éxito, repita los pasos de la acción recomendada anteriormente. Use el interruptor de llave para borrar el fallo. Cambie el interruptor de llave a PROG y otra vez a RUN. (Vea la página 10-11.) Si ocurre FAULT otra vez, use el programador para obtener el código de error y determine el origen del problema.

Si los indicadores LED indican: ②

POWER	RUN	FORCE
FLT	DH485	
BATT	RS232	

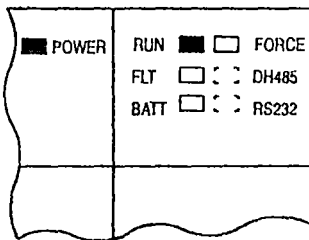
Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
El sistema no funciona de acuerdo a la lógica de escalera.	Operación de desactivación de forzado de E/S del usuario	<ol style="list-style-type: none"> Monitoree el archivo del programa en línea e identifique el forzado de E/S. Desactive los forzados apropiados y pruebe las condiciones del sistema otra vez. Remítase al manual del usuario del software de programación.

Remítase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- El estado del LED no importa.

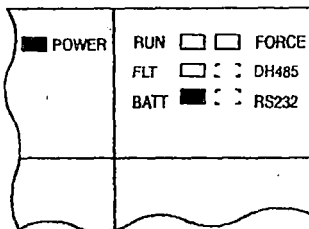
① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/04.

Si los indicadores LED indican: ①



Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
El sistema no funciona de acuerdo a los forzados programados.	Los forzados programados del usuario no están habilitados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoree el archivo del programa en línea e identifique los forzados programados. 2. Habilite los forzados apropiados y pruebe las condiciones del sistema otra vez. Una vez que los forzados están habilitados, el indicador LED FORCE (forzado) se enciende de manera fija. Remítase al manual del usuario del software de programación.

Si los indicadores LED indican: ①



Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Error mayor de CPU sin batería de respaldo o con batería baja	Pérdida de memoria RAM durante período sin alimentación eléctrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique si la batería está conectada. Vea la páginas 6-1 y 9-5. 2. Reemplace la batería si quiere batería de reserva para RAM. Vea la página 9-5 3. Remítase a los pasos indicados en acción recomendada para fallo mayor del procesador. Remítase al manual del usuario del software de programación.

Remítase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- ⋮ El estado del indicador LED no es importante.
- ① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/04.

Identificación de errores de comunicación de los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04

Si los indicadores LED indican: ①

<input checked="" type="checkbox"/> POWER	RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> FORCE
	FLT <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> DH485
	BATT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RS232

Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Error fatal y no hay comunicación	Alimentación eléctrica inadecuada del sistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise la alimentación eléctrica de la línea. 2. Revise la selección de puentes de la fuente de alimentación de 120/240 V. Vea la página 6-10. Además, vea las acciones recomendadas para alimentación eléctrica inadecuada del sistema en la página 10-12.
	El canal de comunicación está "desactivado".	Revise la configuración del canal de comunicación con el software APS. Además, vea "Retorno de los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 a sus 'condiciones iniciales de fábrica' en la página 10-25.
	El canal de comunicación está dañado.	Reemplace el procesador.

Refiérase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE o APAGADO.
- El estado del LED no importa.
- ① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/04.

Si los indicadores LED indican: ^①

<input checked="" type="checkbox"/> POWER	RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> FORCE
<input type="checkbox"/>	FLT <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> DH485
<input type="checkbox"/>	BATT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RS232

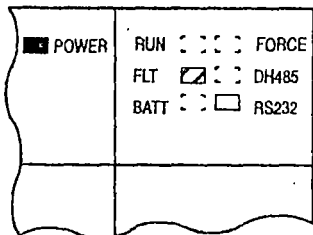
Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 están tratando de establecer comunicación, pero no pueden encontrar otros nodos activos. (La luz verde del LED está intermitente en el SLC 5/03 y SLC 5/04)	Los parámetros de comunicación DH-485 están configurados incorrectamente.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise los parámetros de comunicación del programador. La velocidad en baudios del programador y del procesador debe ser igual. Las direcciones de nodo del programador y del procesador deben ser diferentes. 2. Intente diferentes combinaciones de: <ol style="list-style-type: none"> a. velocidad en baudios (el valor predeterminado del procesador es 19200). b. dirección de nodo (el valor predeterminado del procesador es 1). 3. Intente aumentar la dirección de nodo máxima. (El valor predeterminado es 31 para el SLC 5/03 solamente). Vea el manual del usuario del software de programación para obtener información sobre la configuración de canales.
	Mala conexión del dispositivo de comunicación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revise la continuidad de los cables. 2. Revise las conexiones de los cables entre el programador y el procesador. 3. Revise el dispositivo de comunicación (por ejemplo, el 1747-PIC). Reemplácelo si fuera necesario.
	alimentación eléctrica baja o no hay alimentación eléctrica al dispositivo de comunicación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique si la selección de la fuente de alimentación es la apropiada, así como la carga del backplane. (El 1747-PIC y 1747-AIC consumen alimentación eléctrica del backplane). 2. Verifique si la selección de puentes de la fuente de alimentación de 120/240 V es la correcta. Vea la página 6-10.
Se detectó doble cable de derivación (La luz roja del LED está intermitente en el SLC 5/04).	Otro dispositivo DH+ ya está en la red DH+ en la misma dirección del nodo de este mismo dispositivo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retire este dispositivo de la red DH+. 2. Descóncete y vuelva a conectar la alimentación eléctrica. 3. Reinicialice la dirección del nodo a un nodo no usado antes de volver a conectar el dispositivo a la red DH+.

Refiérase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

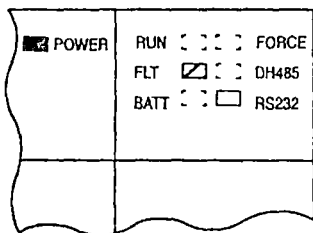
- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE o APAGADO.
- El estado del LED no importa.

① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/04.

Si el canal RS232 está en el modo DH485 y los indicadores LED indican: ①



Si el canal RS232 está en el modo DH485 y los indicadores LED indican: ①



Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Error fatal y no hay comunicación	Alimentación eléctrica inadecuada del sistema	<ol style="list-style-type: none"> Revise la alimentación eléctrica de la línea. Revise la selección de puentes de la fuente de alimentación de 120/240 V. Vea la página 6-10. Además, vea las acciones recomendadas para alimentación eléctrica inadecuada del sistema en la página 10-12.
	El canal de comunicación está "desactivado".	Revise la configuración del canal de comunicación con el software de programación. Además, vea "Retorno de los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 a sus "condiciones iniciales de fábrica" en la página 10-25.
	El canal de comunicación está dañado.	Reemplace el procesador.
	Canal configurado para DF1.	Vea el manual del usuario del software de programación para obtener información sobre la configuración de canales.

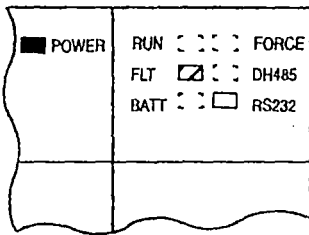
Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 están tratando de establecer comunicación, pero no pueden encontrar otros nodos activos	Los parámetros de comunicación DH-485 están configurados incorrectamente.	<ol style="list-style-type: none"> Revise los parámetros de comunicación del programador. La velocidad en baudios del programador y del procesador debe ser igual. Las direcciones de nodo del programador y del procesador deben ser diferentes. Intente diferentes combinaciones de: <ol style="list-style-type: none"> velocidad en baudios (el valor predeterminado del procesador es 19200.) dirección de nodo (el valor predeterminado del procesador es 1). Intente aumentar la dirección de nodo máxima. (El valor predeterminado es 31). Vea el manual del usuario del software de programación para obtener información sobre la configuración de canales.
	Mala conexión	<ol style="list-style-type: none"> Revise la continuidad de los cables. Revise las conexiones de los cables entre el programador y el procesador.
	alimentación eléctrica baja o no hay alimentación eléctrica al dispositivo de comunicación	<ol style="list-style-type: none"> Verifique si la selección de la fuente de alimentación es la apropiada, así como la carga del backplane. (El 1747-PIC y 1747-AIC consumen alimentación eléctrica del backplane). Verifique si la selección de puentes de la fuente de alimentación de 120/240 V es la correcta. Vea la página 6-10.

Remítase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE o APAGADO.
- El estado del LED no importa.

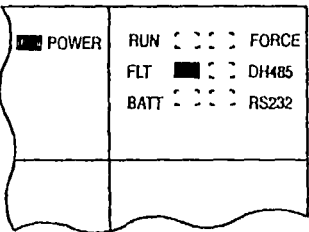
① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/04.

Si el canal RS232 está en el modo DH485 y los indicadores LED indican: ①



Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 no están transmitiendo.	El canal está configurado para el modo DH485.	Revise los parámetros de comunicación de la configuración de canales. Además, vea el manual del usuario del software de programación.
	Los parámetros RS232/DF1 están configurados incorrectamente.	Revise los parámetros de comunicación del programador y la configuración de canales: <ol style="list-style-type: none"> velocidad en baudios direcciones de nodos DF1 (Valor predeterminado del procesador es 1) verificación de errores número de bits de datos La velocidad en baudios del programador y del procesador debe ser igual. Las direcciones del programador y del procesador deben ser diferentes. Vea el manual del usuario del software de programación
	Problema de hardware	<ol style="list-style-type: none"> Revise las conexiones de los cables. Revise la disposición de los cables. Además, vea el apéndice D para obtener información sobre el RS-232.

① Si los indicadores LED indican:



Existe el siguiente error	Causa probable	Acción recomendada
Ha ocurrido un error fatal.	Ruido excesivo o procesador SLC 5/03 o SLC 5/04 con fallo.	<ol style="list-style-type: none"> Desconecte y vuelva a conectar la alimentación eléctrica para obtener un indicador LED FLT intermitente y programa predeterminado. Examine el código de error después de desconectar y conectar la alimentación eléctrica. Ejecute la acción apropiada. Recargue su programa. Comuníquese con su representante local de Allen-Bradley si el error persiste.

Remítase a la siguiente clave para determinar el estado de los indicadores LED:

- Indica que el indicador LED está APAGADO.
- Indica que el indicador LED está ENCENDIDO.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE.
- Indica que el indicador LED está INTERMITENTE o APAGADO.
- El estado del LED no importa.

① El indicador LED DH485 en el procesador SLC 5/03 está marcado "DH+" en el procesador SLC 5/04.



Instrucciones de instalación

Sección en español

Procesadores modulares SLC 5/03™, SLC 5/04™ y SLC 5/05™

(Números de catálogo 1747-L531, 1747-L532,
1747-L541, 1747-L542, 1747-L543,
1747-L551, 1747-L552, 1747-L553
1747-L542P, 1747-L543P, 1747-L553P).

Contenido	página
Información importante para el usuario.....	52
Para obtener más información.....	53
Herramientas y equipo necesarios.....	54
Consideraciones de seguridad.....	54
Procedimiento de instalación.....	55
Localización y corrección de fallos.....	59
Manipulación, almacenamiento y transporte de la batería (Cat. No. 1747-BA).....	61

Información importante para el usuario

Debido a la variedad de usos de los productos descritos en esta publicación, las personas responsables de la aplicación y uso de este equipo de control deben asegurarse de que se hayan seguido todos los pasos necesarios para que cada aplicación y uso cumpla con todos los requisitos de rendimiento y seguridad, incluyendo leyes, reglamentos, códigos y normas aplicables.

Los ejemplos de ilustraciones, gráficos, programas y esquemas mostrados en esta guía tienen la única intención de ilustrar el texto. Debido a las muchas variables y requisitos asociados con cualquier instalación particular, Allen-Bradley no puede asumir responsabilidad u obligación (incluyendo responsabilidad de propiedad intelectual) por el uso real basado en los ejemplos mostrados en esta publicación.

La publicación SGI-1.1 de Allen-Bradley, *Safety Guidelines for the Application, Installation, and Maintenance of Solid State Control* (disponible en la oficina local de Allen-Bradley), describe algunas diferencias importantes entre equipos transistorizados y dispositivos electromecánicos, las cuales deben tomarse en consideración al usar productos tales como los descritos en esta publicación.

Está prohibida la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación de propiedad exclusiva sin el permiso por escrito de Allen-Bradley Company, Inc.

En estas instrucciones de instalación hacemos anotaciones para alertarle de consideraciones de seguridad:

ATENCIÓN



Identifica información sobre prácticas o circunstancias que pueden conducir a lesiones personales o la muerte, daños materiales o pérdidas económicas.

Las notas de "Atención" le ayudan a:

- identificar un peligro
- evitar un peligro
- reconocer las consecuencias

IMPORTANTE

Identifica información especialmente importante para una aplicación y un entendimiento correctos del producto.

Sírvase tomar nota de que en esta publicación se usa el punto decimal para separar la parte entera de la decimal de todos los números.

Para obtener más información

Para	Consulte este documento	Nº de publicación
Obtener una descripción más detallada de cómo instalar y usar el sistema modular SLC 500.	Manual del usuario del hardware estilo modular SLC 500	1747-UM011C
Obtener un manual de referencia que contenga información sobre los datos de archivo de estado, conjunto de instrucciones, y localización y corrección de fallos.	Manual de referencia del conjunto de instrucciones SLC 500	1747-RM001C

Si quiere recibir un manual puede:

- descargar una versión electrónica gratis de la siguiente dirección de internet:
www.theautomationbookstore.com
- comprar un manual impreso. Para hacer esto haga una de las siguientes cosas:
 - comuníquese con su distribuidor local o representante local de Rockwell Automation
 - haga un pedido en la página electrónica: **www.theautomationbookstore.com**
 - llame al: 001.800.963.9548 (EE.UU./Canadá)
ó 001.330.725.1574 (Fuera de los EE.UU./Canadá)

Herramientas y equipo necesarios

- destornillador de hoja mediana
- equipo de programación
- cable 1747-CP3 o interface de cable adecuada

Interface de red	SLC 5/03	SLC 5/04	SLC 5/05
1747-PIC	X		
1747-CP3	X	X	X
1747-KTX, -PKTX	X ⁽¹⁾	X ⁽³⁾	
1747-PCMK	X ⁽²⁾	X ⁽⁴⁾	
10Base-T EtherNet			X

(1) requiere un cable 1784-CP14

(2) requiere un cable 1784-PCM4

(3) requiere un cable 1784-CP13

(4) requiere un cable 1784-PCM6

Consideraciones de seguridad

ATENCIÓN



Nunca instale, retire o cablee los módulos mientras esté conectada la alimentación eléctrica. Además, no exponga los módulos del procesador a superficies u otras áreas que puedan usualmente contener carga electrostática. Las cargas electrostáticas pueden alterar o destruir la memoria.

Para obtener recomendaciones generales referentes a requisitos de seguridad en la instalación y prácticas de trabajo orientadas a aspectos de seguridad, consulte los requisitos específicos para su región.

- *Europa*: Consulte los estándares que se encuentran en EN 60204 y las normas nacionales.
- *Estados Unidos*: consulte NFPA 70E, *Electrical Safety Requirements for Employee workplaces*.

IMPORTANTE

Vea la página 61 para obtener información sobre tratamiento adecuado de baterías, almacenamiento y transporte.

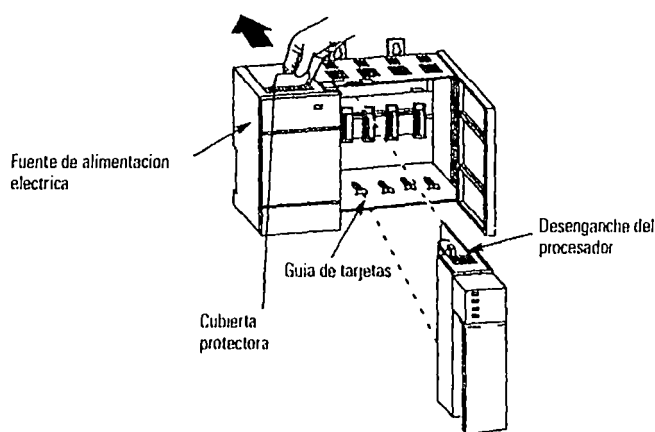
Procedimiento de instalación

Instalación del procesador

Asegúrese de que la alimentación eléctrica del sistema esté desconectada; luego inserte el procesador en la ranura 0 del chasis 1746.

IMPORTANTE

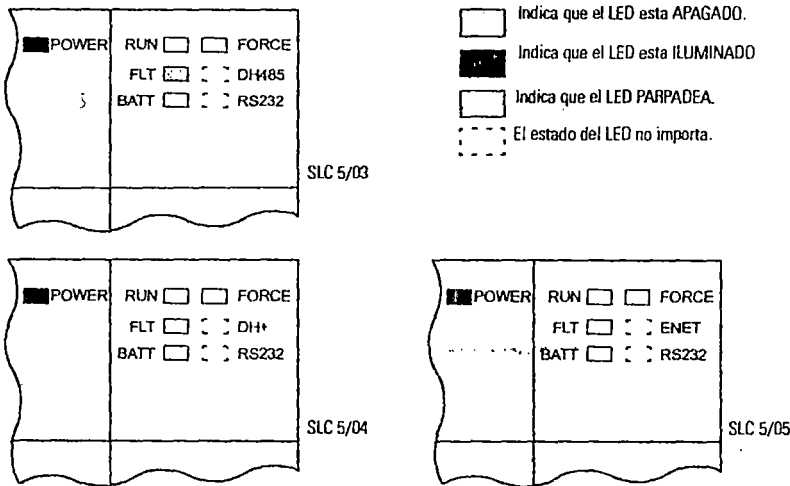
Los procesadores modulares SLC 500™ deben insertarse en la ranura izquierda (ranura 0), como se muestra a continuación. Adicionalmente, retire la cubierta protectora después de instalar el procesador.



Conecte la alimentación eléctrica al procesador

1. Energice la fuente de alimentación eléctrica del chasis.
2. Revise la fuente de alimentación del chasis y los indicadores LED del procesador. El indicador LED de activación en la fuente de alimentación debe estar encendido y el indicador LED de fallo en el procesador debe estar parpadando. Para la ubicación de la fuente de alimentación y los indicadores LED del procesador, vea la figura en la página 56.

Fuente de alimentación eléctrica e indicadores LED



Para cargar el software

Consulte la documentación del software de programación.

Establecimiento de comunicación con el procesador

1. Consulte la siguiente tabla para establecer comunicación entre su procesador y su computadora personal.

Procesador:	Procedimiento:
SLC 5/03	Conecte el 1747-PTC del procesador al puerto serie de su computadora personal o utilice una interface 1784-KTX, -PKTX o PCMK o un cable 1747-CP3 desde el canal 0 del procesador al puerto serie de la computadora personal.
SLC 5/04	Conecte un cable 1747-CP3 desde el canal 0 del procesador al puerto serie de la computadora personal o utilice una interface 1784-KTX, -PKTX o PCMK.
SLC 5/05	Conecte un cable 1747-CP3 desde el canal 0 del procesador al puerto serie de la computadora personal. Para conexiones Ethernet, conecte el canal 1 del procesador y la tarjeta Ethernet de la PC a un hub Ethernet mediante un cable compatible con 10Base-T. ⁽¹⁾

(1) Primero deberá establecer la dirección IP de Ethernet a través de BOOTP o una conexión RS-232.

2. Establezca los parámetros de comunicación del software a los mismos valores que los parámetros predeterminados del procesador:

Configuración de canal 0	Configuración de canal 1		
SLC 5/03, 5/04, 5/05	SLC 5/03	SLC 5/04	SLC 5/05
DF1 Full-Duplex: <ul style="list-style-type: none"> • sin handshaking • 19.2 K baudios • verificación de errores CRC • detección de duplicado activada • sin paridad 	DH-485: <ul style="list-style-type: none"> • 19.2 K baudios • dirección de nodo = 1 	DH+™: <ul style="list-style-type: none"> • 57.6 K baudios • dirección de nodo = 1 	Ethernet <ul style="list-style-type: none"> • habilitada para BOOTP

Reemplazo de la batería

El procesador SLC proporciona alimentación eléctrica de respaldo para RAM mediante una batería de litio reemplazable. Esta batería proporciona respaldo durante aproximadamente 2 años. El indicador LED BATT en la parte frontal del procesador le indica cuando el voltaje de la batería ha caído por debajo de un nivel de umbral.

Para reemplazar la batería de litio, siga estos pasos:

ATENCIÓN



No desinstale el procesador del chasis SLC 500 hasta que se haya desconectado toda la alimentación eléctrica de la fuente de alimentación SLC 500.

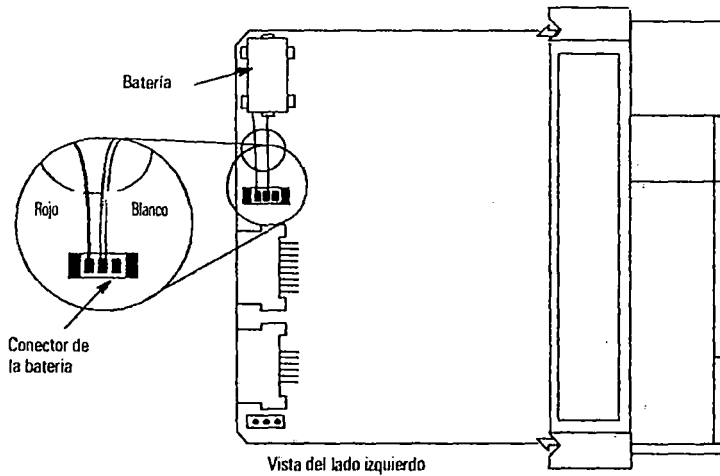
1. Desconecte la alimentación eléctrica de la fuente de alimentación SLC 500.
2. Desinstale el procesador del chasis presionando los clips de retención en la parte superior e inferior del módulo y deslícelo hacia afuera.

ATENCIÓN



No permita que el procesador entre en contacto con superficies ni otras áreas que puedan tener carga electrostática. Las cargas electrostáticas pueden alterar o destruir la memoria.

3. Desenchufe el conector de la batería. Para la ubicación del conector de la batería, consulte la figura en la página 58.

**IMPORTANTE**

Los procesadores SLC 5/03, 5/04 y 5/05 tienen un capacitor que proporciona por lo menos 30 minutos de seguridad de batería de respaldo mientras la batería está desconectada. Los datos en la RAM no se pierden si la batería se reemplaza antes de los 30 minutos.

4. Retire la batería de los clips de retención.
5. Inserte una nueva batería en los clips de retención.
6. Conecte el conector de la batería en la base, tal como se muestra anteriormente.
7. Vuelva a insertar el módulo en el chasis SLC 500.
8. Restaure la alimentación eléctrica a la fuente de alimentación SLC 500.
9. Cierre la puerta del procesador.

IMPORTANTE

Para obtener información sobre tratamiento adecuado de la batería, almacenamiento y transporte, vea la página 61.

Localización y corrección de fallos

Antes de localizar y corregir fallos del sistema SLC 500, por favor consiga un Manual de usuario del hardware estilo modular SLC 500 (1747-UM014) de uno de los proveedores listados en la página 53. Consulte el capítulo de Localización y corrección de fallos.

Además del Manual de usuario del hardware estilo modular SLC 500, también se puede obtener el Manual de referencia del conjunto de instrucciones SLC 500 (1747-RM001) de los proveedores listados en la página 53. Este manual contiene explicaciones y ejemplos para el todo el conjunto de instrucciones así como para todas las palabras y bits de estado. También contiene explicaciones para todos los posibles códigos de fallo que se encuentran en la palabra de estado S:6.

Especificaciones

Especificaciones de operación

Especificación para 1747-	SLC 5/03		SLC 5/04			SLC 5/05		
	L531	L532	L541	L542	L543	L551	L552	L553
Memoria (palabras)	8 K	16 K	16 K	32 K	64 K	16 K	32 K	64 K
Capacidad de E/S máx.	4096 entradas discretas / 4096 salidas discretas							
Sistema local máx.	3 chasis / 30 ranuras							
Instrucciones de programación	99							
Tiempo de escán típico ⁽¹⁾	1 ms/K		0.9 ms/K					
Ejecución de bit (XIC)	0.44 µs		0.37 µs					
Software de programación	SLC 5/03 y SLC 5/04: RSLogix 500™, PLC-500 A.1. Series™ SLC 5/05: RSLogix 500™							

(1) Los tiempos de escan son típicos para un programa de lógica de escalera de 1 k que consiste en una lógica de escalera simple y servicio de comunicación. Los tiempos de escan reales dependen del tamaño del programa, las instrucciones usadas y el protocolo de comunicación.

Comunicación

Las opciones de comunicación de los procesadores SLC 5/03, 5/04 y 5/05 son:

- DH-485
- Protocolos RS-232
(DF1 Full-Duplex, DF1 Half-Duplex "maestro/esclavo", DF1 Radio Modem, DH-485 ó ASCII)
- Data Highway Plus™
(Los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/05 requieren un 1785-KA5P)
- Ethernet TCP/IP
(Los procesadores SLC 5/03 y SLC 5/04 requieren un 1761-NET-ENL)
- ControlNet (a través de un 1747-KFC15)
- DeviceNet (a través de un 1761-NET-DNI)

Especificaciones generales

Descripción	Especificación
Fuente de alimentación cargando a 5 VCC	500 mA para el procesador SLC 5/03 1.0 A para los procesadores SLC 5/04 y 5/05
Fuente de alimentación cargando a 24 VCC	175 mA para el procesador SLC 5/03 0 mA para el procesador SLC 5/04 ⁽¹⁾ 0 mA para el procesador SLC 5/05
Tiempo de retención del escán de programa después de pérdida de alimentación eléctrica	20 ms a 3 s (dependiendo de la carga de la fuente de alimentación eléctrica)
Inmunidad al ruido	Estándar NEMA ICS 2-230
Vibración	Desplazamiento: 0.015 pulgadas, pico a pico a 5-57 Hz Aceleración: 2.5 Gs at 57-2000 Hz
Choque (operativo)	30 Gs
Límites de temperatura ambiente	Operativo: 0 a +60°C (+32°F a +140°F) Almacenamiento: -40°C a +85°C (-40°F a +185°F)
Humedad	5 a 95% sin condensación
Certificaciones	Listado UL Aprobación CSA Clase 1, Grupos A, B, C o D, División 2 Cumple con todas las directivas aplicables de la CE C-Tick conforme a todas las leyes aplicables

(1) Los procesadores SLC 5/04 fabricados antes de abril 2002 consumen 200 mA a 24 VCC. Consulte la etiqueta para comprobar el consumo de corriente de su procesador.

Copia de seguridad (back up) de la memoria

La siguiente tabla muestra las opciones de copia de seguridad (backup) de memoria para los procesadores SLC 5/03, 5/04 y 5/05. Flash EPROM (Memoria de solo lectura programable y borrable Flash) combina la versatilidad de EEPROM con la seguridad de UVEPROM.

Opción de copia de seguridad (backup) de memoria	SLC 5/03 (1747-L531, -L532)	SLC 5/04 (1747-L541, -542, -543)	SLC 5/05 (1747-L551, -552, -553)
Flash EPROM	1747-M13 (OS302 serie C o posterior)	1747-M13 (OS401 serie C o posterior)	1747-M13 (OS501 serie C o posterior)

Manipulación, almacenamiento y transporte de la batería (Cat. No. 1747-BA)

Manipulación

ATENCIÓN



No cargue las baterías. Una explosión podría producirse o las celdas se podrían recalentar y causar quemaduras. No abra, haga agujeros, golpee ni de alguna manera inutilice las baterías. Puede producirse una explosión y/o quedarían expuestos líquidos tóxicos, corrosivos e inflamables.

Almacenamiento

Almacene las baterías de litio en un ambiente fresco y seco, típicamente entre +20° C a +25° C (+68° F a +77° F) y 40% a 60% de humedad relativa.

Transporte

Una o dos baterías - Se pueden enviar hasta dos baterías juntas dentro de los Estados Unidos sin restricciones. Las normas que gobiernan el transporte a otros países y dentro de otros países pueden ser diferentes.

Tres o más baterías - Los procedimientos para el transporte de tres o más baterías enviadas juntas dentro de los Estados Unidos están especificados por el Departamento de Transporte

(DOT) en el Código de reglamentos federales, CFR49, "Transporte". Una excepción a este reglamento, DOT - E7052, cubre el transporte de ciertos materiales peligrosos clasificados como sólidos inflamables. Esta excepción autoriza el transporte de baterías de litio en vehículos motorizados, vagones de carga, barcos de carga y aviones de carga solamente, siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones. No se permite el transporte en aviones de pasajeros.

El transporte de baterías agotadas para desecho puede estar sujeto a reglamentos específicos de los países envueltos o reglamentos aprobados por esos países, tales como los Reglamentos de artículos restringidos por IATA de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional, Ginebra, Suiza.

IMPORTANTE

Los reglamentos para el transporte de baterías de litio se revisan periódicamente.

ATENCIÓN



No incinere ni deseche las baterías de litio en tiraderos de basura generales. Es posible que se produzcan explosiones o rupturas violentas. Las baterías deben ser recogidas para desecho de una manera que se evite el corto circuito, la compactación o la destrucción de la integridad de la caja y sello hermético.

Para el desecho, las baterías deben ser empacadas y enviadas de acuerdo con los reglamentos de transporte, a un local de desecho adecuado. El Departamento de transporte de los EE.UU. autoriza el transporte de "Baterías de litio para desecho" en vehículos motorizados sólo en el reglamento 173.1015 de CFR 49 (vigente a partir del 5 de enero de 1983). Para obtener más información comuníquese con:

U.S. Department of Transportation
 Research and Special Programs Administration
 400 Seventh Street, S.W.
 Washington, D.C. 20590

Si bien la Agencia para la protección del medio ambiente en este momento no tiene reglamentos específicos referentes a las baterías de litio, el material contenido puede considerarse tóxico, reactivo o corrosivo. La persona que está desechando el material es responsable por los peligros creados como resultado de hacerlo. Pueden existir reglamentos estatales y locales referentes al desecho de estos materiales.

Para obtener una hoja de datos de seguridad para materiales de baterías de litio, comuníquese con el fabricante:

Sanyo Energy Corporation
 600 Supreme Drive
 Bensenville, IL 60106
 USA

Tadarand Electronics
 2 Seaview Blvd.
 Port Washington, NY 11050
 USA



Instrucciones de instalación

Español

Terminales PanelView 600

(Números de catálogo de productos 2711-K6Cxx, 2711-B6Cxx)

Contenido:

Para obtener más información	40
Ubicaciones peligrosas	40
Adherencia a la Directiva de la Unión Europea	41
Recomendaciones de cableado	42
Equipo requerido	42
Dimensiones de montaje	43
Dimensiones de recorte	43
Cajas	44
Espacios libres	44
Instalar el terminal en un panel	45
Instalar el retén de tarjeta de memoria	47
Conexión a energía CA	48
Conexión a energía CC	49

Para obtener más información

Para	Consulte	Consulte
Información más detallada sobre el 600 y los otros terminales PanelView estándar.	Manual del usuario de los terminales PanelView estándar	2711-UM014A-ES-P

Si desea una publicación, puede:

- descargar una versión electrónica gratis del CD de instalación de PanelBuilder32
- descargar una versión electrónica gratis de la Internet: www.ab.com/manuals/eoi o bien www.theautomationbookstore.com

Para comprar una publicación:

- visite el sitio web www.theautomationbookstore.com y haga su pedido
- comuníquese con su distribuidor o representante regional de Rockwell Automation

Ubicaciones peligrosas

Para información sobre certificaciones en ubicaciones peligrosas, refiérase a la placa de identificación en el terminal.

ATENCIÓN



En Clase I, Div 2 y Clase 1, Zona 2 de ubicaciones peligrosas el terminal PanelView 600 se debe cablear de acuerdo al Código Eléctrico Nacional y/o Código Eléctrico Canadiense, según se aplica a una ubicación peligrosa. El equipo periférico también debe ser apropiado para la ubicación en que se instala.

Los terminales 600 tienen un código T4 de temperatura de operación (temperatura de operación máxima es 135°C o 275°F). No instalar los terminales en entornos donde los gases atmosféricos tienen temperaturas menores de 135° C (275° F).

Adherencia a la Directiva de la Unión Europea CE

Si los terminales PanelView 600 son instalados dentro de la Unión Europea o en regiones EFTA, y tienen la marca CE, las siguientes regulaciones se aplican.

Directivas de Bajo voltaje y EMC

Este aparato está verificado para cumplir con el Concilio Directivo 89/336/EEC de Compatibilidad Electromagnética (EMC) y directivas de mejora 91/263/EEC, 92/31/EEC, 93/68/EEC; Directiva de bajo voltaje 72/23/EEC y directiva de mejora 93/68/EEC, usando las siguientes normas, en total o en parte:

- EN 50081-2:1993 EMC - Estándar Genérico de la Emisión, Parte 2 - Ambiente Industrial
- EN 50082-2:1995 EMC - Estándar Genérico de la Inmudidad, Parte 2 - Ambiente Industrial
- EN 61131-2:1995 Controladores programables Parte 2: Requisitos de equipo y Verificaciones
- Directiva de Bajo voltaje (Secciones de seguridad del EN 61131-2)

El producto descrito es para uso en un ambiente industrial.

Uso destinado del producto

Según estos Estándares, el factor que determina, para propósitos de EMC, si un aparato es clasificado "Industrial" o "Residencial, Comercial e Industrial ligero" es dado en la Clausula 1 de EN 50081-2 de la siguiente manera:

Le apparecchiature considerate in questa norma non sono previste per la connessione ad una rete pubblica di alimentazione ma per essere connesse ad una rete di potenza, derivata da un trasformatore di media o alta tensione dedicato, che alimenta una installazione per la distribuzione ad impianti manifatturieri o simili.

Los terminales monocromos PanelView 600 sólo están diseñados para uso en entorno industrial, como se describe anteriormente. Cuando es instalado en Europa, cualquier otra aplicación, está en contravención con la Directiva de la Unión Europea, y constituye violación de tales leyes.

Recomendaciones de cableado

Instalar los terminales PanelView 600, usando la publicación 70E, los Requisitos de Seguridad Eléctricos para Fábricas y lugares de Trabajo. Además de las guías generales del NFPA, nosotros hemos añadido algunas recomendaciones específicas:

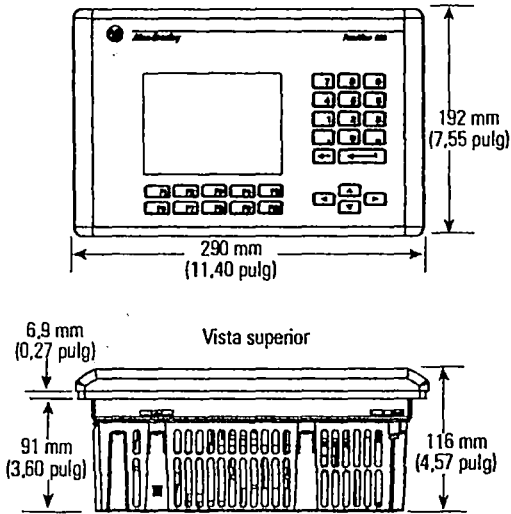
- Conectar el terminal PanelView a su propia rama de circuito
La entrada de energía debe estar protegida por un fusible o un cortacircuitos clasificado a no más de 15 amps.
- Enrutar energía entrante al terminal PanelView 600, separando la ruta del cable de comunicación.
- Donde la energía y las líneas de comunicación deben cruzar, deben cruzar en ángulos rectos. Las líneas de comunicación pueden ser instaladas en el mismo circuito como líneas de entrada de nivel bajo CC de E/S (menos de 10 Voltios).
- Hacer tierra minimiza el ruido de Interferencia Electromagnética (EMI) y es una medida de seguridad en instalaciones eléctricas. Para evitar EMI, proteja y haga tierra con los cables apropiadamente.
- Usar el Código de Electricidad Nacional publicado por National Fire Protection Association of Boston como fuente de tierra.

Equipo requerido

Además del equipo y las herramientas requeridas para hacer la plantilla de recorte del panel, las herramientas requeridas para la instalación son:

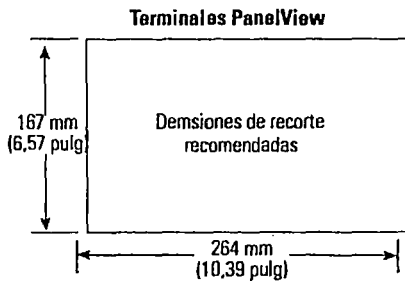
- pequeño destornillador plano
- llave de torsión (pulg. / lbs) con driver plano o driver con cabeza phillips

Dimensiones de montaje



Dimensiones de recorte

Usar el patrón proporcionado con el terminal para marcar las dimensiones del recorte. Esta figura muestra un recorte de tamaño reducido.



Cajas

El terminal PanelView 600 debe ser montado en un ambiente que proporciona protección de Contaminación IEC-1131-2 grado 2.

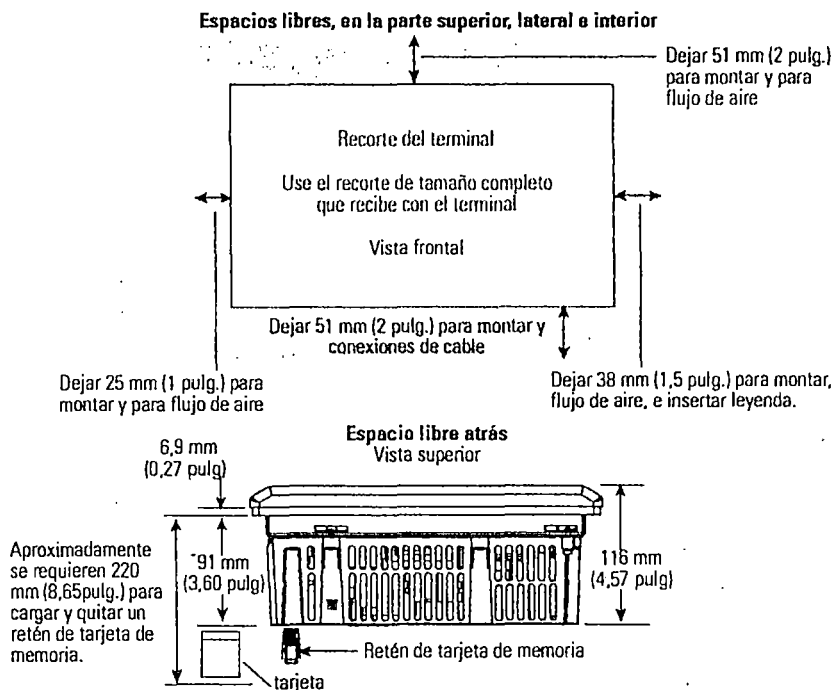
Montar el terminal PanelView 600 en un panel o caja para proteger la circuitería interna. El terminal cumple con NEMA tipos 12 / 13 y el Tipo 4X (de uso interior) sólo cuando está montado en un panel o caja con la clasificación equivalente.

Permitir espacio suficiente dentro de la caja, para ventilación adecuada. Considerar el calor producido por otros dispositivos dentro del panel. La temperatura ambiente alrededor del terminal PV600 debe ser entre 0° y 55°C (32° y 131°F).

Cerciórese de que se prevee el acceso a la parte posterior del terminal. De esa manera, el cableado, el mantenimiento rutinario, y la localización de averías se hace más fácil.

Espacios libres

Dejar espacio adecuado, al montar, para flujo de aire, y para insertar la leyenda del terminal.



Instalar el terminal en un panel

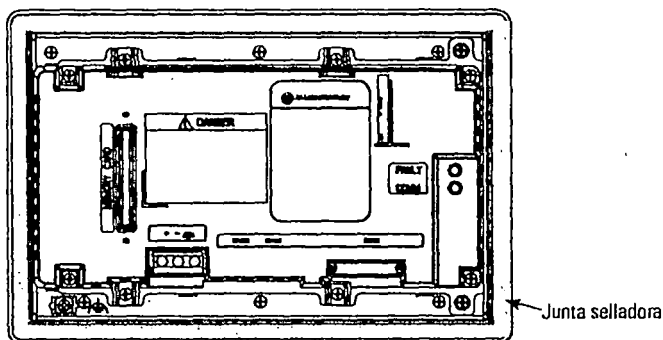
Para instalar el terminal PV600:

ATENCIÓN



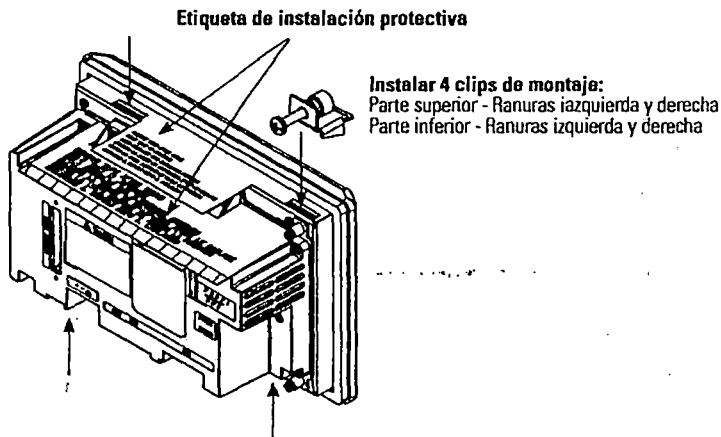
- Desconectar toda alimentación eléctrica del panel antes de hacer el recorte.
- Verificar que el área alrededor del recorte de pantalla ha sido despejada.
- Tomar las precauciones para que rebabas de metal no entren en ningún componente que ya esté instalado en el panel.
- El no seguir esta advertencia puede resultar en heridas personales o daño a los componentes del panel.

1. Usar la plantilla de recorte, cortar un apertura en el panel. Eliminar cualquier orilla aguda o rebabas.
2. Verificar que la junta selladora del terminal está puesta apropiadamente, tal como se muestra abajo. Esta junta forma una compresión de tipo sellador. No usar mezclas que sellan.



3. Aunque la leyenda del teclado se puede instalar en cualquier momento, recomendamos que la instale después que el terminal es instalado.
4. Colocar el terminal en el recorte de panel.

5. Instalar los 4 clips de montaje (2 en la parte superior, 2 en la parte inferior, 1 en cada lado); la parte final de los clips se deslizan en las ranuras del terminal. Apretar los clips de montaje a mano hasta que la junta selladora queda sujeta firmemente.



6. Apretar los clips de montaje alternadamente, a un momento de torsión de 10 libras pulgada. No apretar demasiado.



ATENCIÓN Apretar los clips de montaje a un momento de torsión de 10 libras pulgada para proporcionar un sello apropiado y para evitar daño potencial al terminal. Allen-Bradley no asume responsabilidad por el daño causado por agua u otra sustancia química o por daños causados dentro de la caja debido a instalación impropia.

7. Retirar las 2 etiquetas protectoras que cubren las aberturas superiores del terminal.

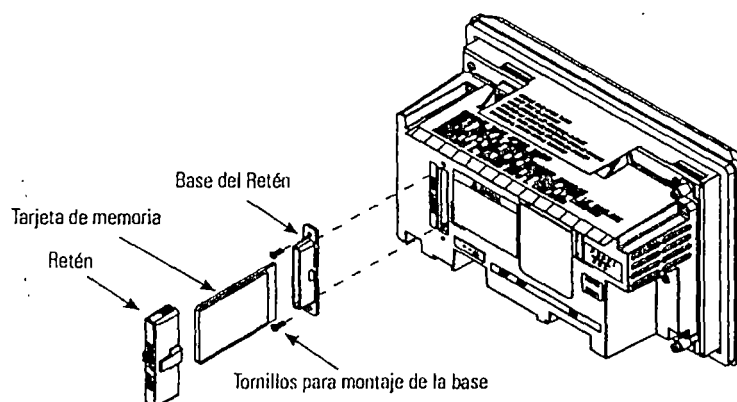


ATENCIÓN Retirar las etiquetas protectoras de instalación que cubren las aberturas superiores para evitar recalentamiento y daño al terminal.

Instalar el retén de tarjeta de memoria

El retén de tarjeta de memoria es requerido para instalaciones UL508 donde la tarjeta de memoria es insertada en la ranura de tarjeta. El retén protege contra descarga electrostática (ESD) hasta 15KV y evita retirar la tarjeta de memoria accidentalmente en entornos con altas vibraciones.

Para conectar el retén de tarjeta de memoria:




1. Usando los tornillos proporcionados, asegurar la base del retén sobre la tarjeta de memoria. Apretar los tornillos a un momento de torsión de 6 a 8 pulgadas libras (.7 a .9 N•m).
2. Insertar la tarjeta de memoria e instalar el retén hasta que está ajustado propiamente.
3. Para retirar el retén, pulsar los marcadores en cada lado y halar.

Conexión a energía CA

Las clasificaciones eléctricas para terminales PV 600 se muestran en esta tabla.

Tipo de terminal	Fuente de voltaje	Consumo de energía
PV600	85 a 264V ca, 43 a 63 Hz	60 VA máximo

El terminal PanelView 600 es un dispositivo IEC 1131-2 Clase I y requiere que usted conecte el terminal  (Protective Earth) a un conductor tierra.

ATENCIÓN




- El terminal PV600 está diseñado para uso seguro cuando se instala de manera adecuada en una caja de clasificación NEMA Tipo 12,13, 4X (uso interior solamente) IP54 ó IP65.
- No aplicar energía al terminal hasta que todas las conexiones del cableado han sido hechas. El no hacer esto puede resultar en una descarga eléctrica.

ATENCIÓN



Peligro de explosión - No puede conectar o desconectar el equipo mientras el circuito esté vivo, a menos que sepa que el área no es peligrosa.

Para conectar energía CA a terminales PanelView 600:

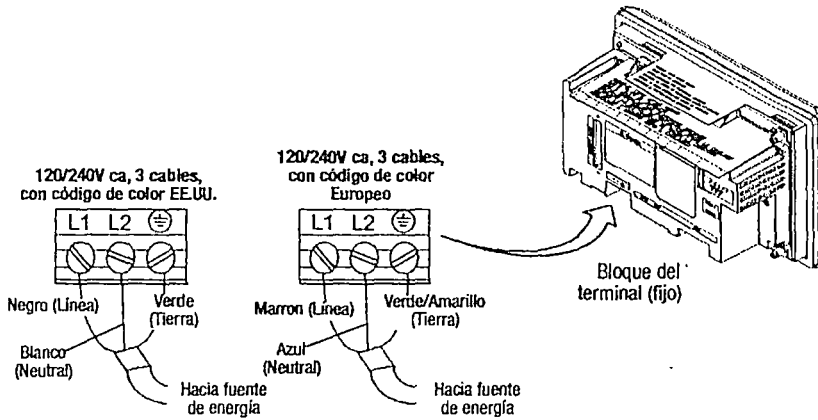
1. Asegure los cables de energía CA a los tornillos de terminal de bloque L1 y L2N.
2. Asegure los cables Tierra al tornillo  en el bloque de terminal screw.

ATENCIÓN



La conexión impropia de los terminales de energía puede resultar en voltaje en los conectores de comunicación. Consultar al diagrama que se muestra abajo cuando está cableando.

3. Aplicar energía al terminal.



Conexión a energía CC

Las versiones L1 del terminal PanelView 600 (Núm. de Catálogo 2711-K6C1L1, -B6C1L1) conectan a la fuente de energía de 24 cc.


Las clasificaciones eléctricas para el el PanelView 600 se muestran abajo. La circuitería electrónica y el fusible interno protegen el terminal contra polaridad inversa y condiciones de sobre-voltaje.

Tipo de terminal	Fuente de voltage	Consumo de energía
PV600	18 a 32V cc, (24V cc nominal)	34 Watts máximo (1.9 A @ 24V cc)



- No conectar el terminal PanelView a una fuente de energía CA. Conectar a una fuente de energía CA puede causar daño al terminal.
- El terminal PanelView está diseñado para uso seguro cuando se instala de manera adecuada en una caja de clasificación NEMA Tipo 12,13, 4X (uso interior solamente) IP64 ó IP65.

Para conectar energía CC a los terminales PV600:

1. Asegurar los cables de energía CC a los tornillos de terminal de bloque Negativo y CC Positivo CC.
2. Asegurar los cables Tierra al tornillo  en el bloque de terminal screw.

ATENCIÓN



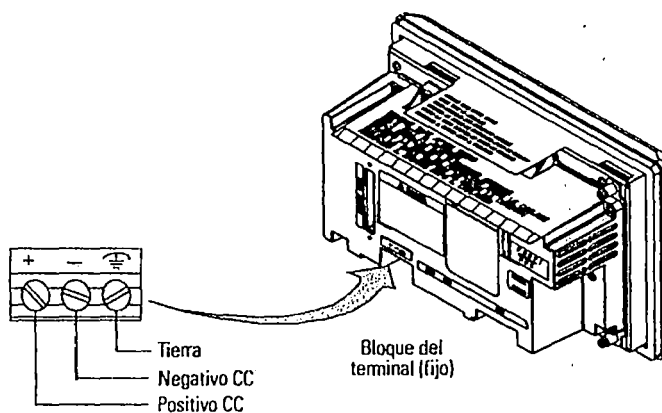
Peligro de explosión - No conectar o desconectar el equipo mientras el circuito esté vivo, a menos que se sepa que el área no es peligrosa.

ATENCIÓN



No aplicar energía al terminal hasta que todas conexiones del cableado han sido hechas. El no hacer esto puede resultar en una descarga eléctrica.

3. Aplicar energía 24V cc al terminal.



Troubleshooting and Maintenance

Chapter Objectives

This chapter tells how to isolate and correct common operating problems and perform routine maintenance tasks.

- equipment required
- using troubleshooting chart
- LED indicators
- cleaning display window
- replacing clock module
- replacing backlight

Note: The PanelView 300 Micro has no internal components that are user accessible. The rear cover is not removable, do not attempt to remove the cover. The real-time clock battery and LCD display backlight are not replaceable.

Equipment Required

Other than verifying that the correct power source is connected to the terminal (use a voltmeter), no electronic diagnostic equipment is required for troubleshooting.

Using the Troubleshooting Chart

The following pages provide a troubleshooting chart for the terminal. This chart lists the most common operating problems, causes, and steps to correct them.

ATTENTION

The PanelView terminals contain hazardous voltages. Do not insert objects or let objects fall into the terminal through ventilation slots. Always disconnect power when checking wiring connections. Failure to take adequate precautions may result in electrical shock.

Troubleshooting Chart

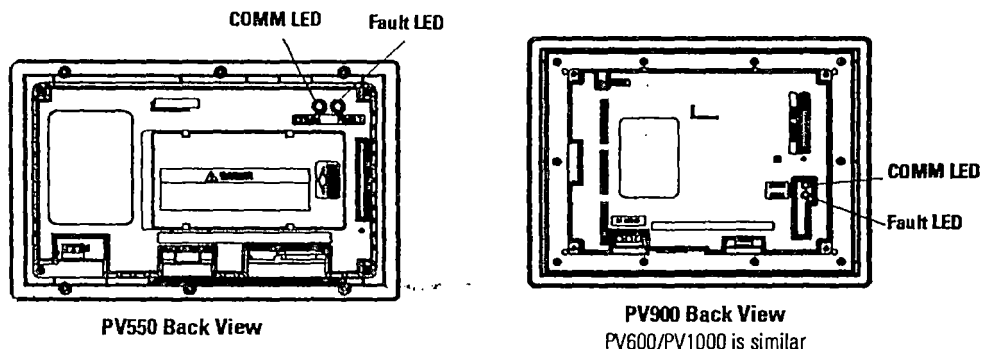
Problem	Probable Cause(s)	Corrective Action(s)
Terminal does not power up.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Improper connection to power source. 2. Incorrect input voltage level. 3. DC power wires reversed (DC terminals only). 4. Power terminal block not fully seated (PV300 terminals only). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verify wiring and connections to power source. 2. Verify correct voltage is present at power terminals. 3. Make sure DC power positive and negative are connected to the proper terminals. 4. Verify power terminal block is snapped onto base of PV300 Micro.
Application file will not download (first download).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Communication cable disconnected. 2. Incorrect baud rate or communication settings. 3. Incorrect computer COM port selection. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check communication cable type and connections. 2. Verify computer and terminal are set to same communication settings. 3. Verify correct COM port number in WinPFT or PanelBuilder32 software.
Application file will not download (subsequent downloads).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incorrect communication or baud rate settings. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verify computer and terminal have same communication settings. Change settings in Communication Setup screen of the terminal.
No communications with MicroLogix, ControlLogix, SLC or PLC controller.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Communications (COMM) fault. 2. Baud rates not set properly. 3. Controller is not in run mode. 4. Terminal node and maximum node numbers are not set correctly. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check status of COMM LED. Verify cable connections using cable diagrams in Chapters 12. 2. Verify that terminal and controller are set at the same baud rate. 3. Place controller in run mode. 4. Verify node address settings.
No communications with PLC but COMM LED is active.	<ol style="list-style-type: none"> 1. PanelView is trying to communicate with a controller at a different address. 2. The inhibit bit is set as the default on the Channel Status Screen in the PLC. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verify address of the controller. 2. Change setting of the inhibit bit.
No communications with computer.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Communications (COMM) fault. 2. No SLC, network, or power supply connection at terminal's DH-485 port. 3. Baud rates not set correctly. 4. Terminal node and maximum node numbers are not set correctly. 5. Computer fault. 6. Communication driver not properly loaded. 7. Printer port is enabled. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check status of COMM LED. Verify cable connections using cable diagrams in Chapter 10. 2. Personal Computer Interface Converter (PIC) receives power from DH-485 connection. Verify that the terminal is connected to an SLC, network, or wallmount power supply as shown in Chapter 12. 3. Verify that terminal and computer are set at the correct baud rate. 4. Verify node number settings. 5. Refer to user manual for computer. 6. Refer to RSLinx online help or manual. 7. Disable printing on the Printer Setup screen of the Configuration Mode menu.
Clock Module Battery Low message is displayed.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Internal parameters corrupt. <ol style="list-style-type: none"> a. Clock module battery failure. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reload application and cycle power to the terminal. 2. Replace clock module as described in instructions provided with clock module kit. For PanelView 300 Micro, clock module cannot be replaced.
Cannot transfer application from memory card.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memory card is not properly installed. 2. Application is too large for terminal memory. 3. Data checksum is incorrect. 4. Invalid file format. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verify correct installation. 2. Reduce size of application file. 3. Check that memory card is properly seated. Application may be corrupt. 4. Verify file format (.PVA) being transferred.

Problem	Probable Cause(s)	Corrective Action(s)
Cannot transfer application to memory card.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memory card is not properly installed. 2. Memory card is write protected.¹ 3. File currently exists on memory card.¹ 4. Application file is too large, not enough space on memory card. 5. Invalid memory card format.¹ 6. Data checksum is incorrect. 7. Application does not exist.¹ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verify correct installation. 2. Change memory card protection switch. 3. Erase and reformat card. 4. Reduce size of application file or erase/format memory card. 5. Replace or reformat memory card. If problem continues, try another card. 6. Check that card is installed correctly. If problem continues, try another card. 7. Check the Terminal Info screen to verify that an application exists.
Screen objects do not function. ¹	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terminal not communicating with controller. 2. Terminal in screen saver mode. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check status of COMM LED. See problem 'No communications with SLC or PLC controller' for more information. 2. Access Screen Setup from the terminal Configuration Mode to check if terminal is in Screen Saver Mode.
Application file name appears as "*****" on Terminal Info screen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Application is invalid. 2. Application is unusable because of error. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Download application and try again. 2. Download new application.
Area on color screen appears dark.	<ol style="list-style-type: none"> 1. One of the backlight tubes has burnt out. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Replace color backlight.
Screen objects are not visible.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Correct power is not applied. 2. Contrast or intensity is not set correctly. 3. Terminal is in screen saver mode. 4. PV550 backlight lamp is not on. 5. Terminal's backlight is burnt out. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verify power connections. 2. Access Screen Setup on the Configuration Mode menu and adjust the contrast. On keypad terminals, press the left and right arrow keys simultaneously, then press [F9] or [F15]. 3. Access Screen Setup on the Configuration Mode menu to see if terminal is set for screen saver mode. 4. Access Screen Setup on the Configuration Mode menu and turn on backlight. 5. Replace backlight.
Values do not update on display but appear as asterisks ****	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terminal is not communicating with controller. 2. Value is invalid or exceeds the field width defined for the object. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check status of COMM LED. Refer to problem 'No communication with SLC or PLC controller' for more details. 2. Change the field width for the object.
Can't enter Configuration Mode when pressing Left and Right arrow keys simultaneously.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Left and right arrow keys are assigned to screen objects in the terminal application. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contact Allen-Bradley technical support for assistance.

¹ Terminal displays a warning message with instructions if these errors occur.

Indicators

On PanelView terminals (except PanelView 300 Micro), use the COMM and Fault LED indicators to isolate operating problems. The illustration below shows the location of these indicators on some terminals. See chapter 1 for LED locations on other terminals.



On PanelView 300 Micro terminals, view the Comm and Fault indicators in the terminal configuration mode (Communication Setup selected).

DF1, DH-485, DH+ LED Indications

LED	This Pattern:	Indicates:
Comm ¹	Solid Fill	Normal operating state (no communication faults).
	No Fill	Fault detected. <ul style="list-style-type: none"> • Make sure controller is run mode • Verify baud settings of terminal and controller • Verify proper terminal to controller connections
	Flashing	When power is first applied (momentarily).
	Blinking	No communications established. For DF1 terminals, the Comm indicator flashes until an application is loaded.
Fault	No Fill	Normal operating state
	Solid	Fault detected. Cycle power to the terminal. If the fault still exists, the terminal requires servicing.
	Blinking	Hardware is functioning but no application is loaded or the current application is corrupt. Reload the application into the terminal.

¹ Comm LED stays on until powerup self-tests are complete.

Remote I/O LED Indications

LED	This pattern:	Indicates:
Comm ¹	Solid Fill	Normal operating state (no communication faults)
	No Fill	Communications not functioning <ul style="list-style-type: none"> • Verify that baud rate and rack settings match the PLC settings • Verify proper terminal to controller connections • Verify that the PLC enables Remote I/O communications
	Blinking	No communications established. PLC is in program mode.
	Flashing	When power is first applied (momentarily)
Fault	No Fill	Normal operating state
	Solid Fill	Fault detected. Cycle power to the terminal. If the fault still exists, the terminal requires servicing.
	Blinking	Hardware is functioning but no application is loaded or the current application is corrupt.

1 Comm LED stays on until powerup self-test are complete

DeviceNet, ControlNet, EtherNet/IP

LED	This Pattern:	Indicates:
Comm	Solid Fill	Normal operating state (no communication faults).
	No Fill	Hardware failed.
	Flashing	When power is first applied (momentarily).
	Blinking	No communications established.
Fault	Solid Fill	Normal operating state (no communication faults).
	No Fill	Hardware failed.
	Blinking	Hardware is functioning but no application is loaded or the current application is corrupt.

Cleaning the Display Window

To clean the display window:

ATTENTION

Use of abrasive cleansers or solvents may damage the window. Do not scrub or use brushes.



-
1. Disconnect power from the terminal at the power source.
 2. Use a clean sponge or a soft cloth to clean the display with a mild soap or detergent.
 3. Dry the display with a chamois or moist cellulose sponge to avoid water spots.

Removing Paint and Grease

Remove fresh paint splashes and grease before drying by rubbing lightly with isopropyl alcohol (70% concentration). Afterward, provide a final wash using a mild soap or detergent solution. Rinse with clean water.

Equipment Hose Downs

Be aware that screen objects on touch cell terminals may activate during equipment hose downs.

ATTENTION

Because touch terminals have sensitive touch cell regions, it is possible for screen objects to activate during equipment hose downs.



Replacing the Clock Module

The Real-Time Clock (RTC) module contains a lithium battery used only by the real-time clock. The battery is not used for application backup or input retention. The clock module has a typical life expectancy of 7 years.

Note: The real-time clock on the PanelView 300 Micro terminal is not replaceable.