

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**INGENIERIA ELECTRICA**

**REPORTE DE RESIDENCIA/TESIS**

**Diseño e Implementación de Tableros Eléctricos de Control para la  
Automatización de Unidades de Saneamiento en la Planta Obregón de la  
Empresa Sealed Air De México.**

**ASESORES**

**INTERNO**

**MC. OSBALDO YSAAC GARCIA RAMOS**

**EXTERNO**

**ING. FRANCISCO JAVIER MATUS PINEDA**

**ALUMNO**

**ROBERTO DIAZ GONZALEZ**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, 15 DE DICIEMBRE 2014**

## INDICE

1. Introducción .....	7
1.1 Antecedentes .....	7
1.2 Estado del arte .....	8
1.3 Justificación.....	9
1.4 Objetivo .....	9
1.5 Metodología .....	10
1.5.1 Diagrama de bloques de hardware .....	10
1.5.2 Diagrama a bloques de software .....	16
2 Fundamento teórico .....	18
2.1 PLC .....	18
2.1.1 Definición del PLC .....	18
2.1.2 Campos de aplicaciones.....	18
2.1.2.1 Ventajas.....	19
2.1.2.2 Desventajas .....	19
2.1.3 Arquitectura de un PLC.....	20
2.1.3.1 Procesador .....	20
2.1.3.2 Memoria .....	21
2.1.3.3 Entradas y salidas.....	23
2.1.3.4 Alimentación .....	26
2.1.3.5 Equipos o Unidades de programación .....	26
2.1.4 Clasificación.....	28
2.1.4.1 Cantidad de Entradas y Salidas.....	29
2.1.4.2 Estructura .....	29
2.1.5 Funcionamiento del PLC.....	30
2.1.5.1 Tiempo de Barrido o “Scan Time” .....	31
2.1.5.2 Ciclo de funcionamiento.....	32
2.1.6 Lenguaje de programación .....	32
2.1.6.1 Diagrama de Contactos o Lógica de Escalera .....	33
2.1.6.2 Listado de instrucciones (mnemónico).....	33
2.1.6.3 Diagramas de funciones .....	34
2.1.6.4 Texto estructurado .....	34
2.1.6.5 Grafcet .....	34

2.2 Sistema Scada.....	35
2.2.1 Definición.....	35
2.2.2 Arquitectura de los sistemas SCADA.....	36
2.2.3 Sistemas de Control Distribuido.....	38
2.2.4 Sistema multiplexor.....	38
2.2.5 HMI MMI.....	40
2.3 Compact Logix 1769-PA4.....	41
2.3.1 Ambiente y envolvente.....	41
2.3.2 Arquitectura de Compact Logix 1769-PA4.....	42
2.3.3 Instalación de una fuente de alimentación de expansión de E/S.....	43
2.4 Compact Logix 1769-L32E.....	44
2.4.1 Descripción general de los controladores Compact Logix 1769.....	44
2.4.2 Instalación del controlador Compact Logix 1769-L32E.....	45
2.4.2.1 Requerimientos.....	45
2.4.2.2 Establecimiento de la dirección de nodo.....	46
2.4.3 Asignación de dirección IP.....	46
2.4.3.1 Utilizar BOOTP para establecer la dirección IP.....	46
2.4.4 Comunicación entre redes.....	49
2.4.1 Comunicación de red Ethernet/IP.....	49
2.5 Compact Logix 1769-IQ32.....	52
2.5.1 Descripción.....	52
2.5.2 Instalación del modulo.....	53
2.5.3 Especificaciones.....	53
2.5.3.1 Especificaciones generales.....	53
2.5.3.2 Especificaciones de entrada.....	54
2.6 Compact Logix 1769-IF8.....	55
2.6.1 Descripción.....	55
2.6.2 Operación del sistema.....	56
2.6.3 Especificaciones de entrada.....	56
2.7 Compact Logix 1769-OF8C.....	58
2.7.1 Descripción general.....	58
2.7.1.1 Características físicas.....	59

2.7.2 Operación del sistema .....	60
2.7.3 Especificaciones de salida .....	63
2.8 Redes As-i Bus .....	64
2.8.1 Configuraciones del As-i Bus .....	65
2.8.2 Componentes básicos As-i Bus .....	66
2.8.2.1 Fuente de alimentación 30V DC .....	66
2.8.2.2 Cable As-Interface .....	67
2.8.2.3 Maestro As-i .....	69
2.8.2.4 Esclavos AS-i .....	69
2.8.2.5 Direccionador .....	69
2.9 Panel View 600 .....	70
2.9.1 Descripción .....	72
2.10 Intelli Top .....	73
2.10.1 Descripción general .....	73
2.10.2 Características especiales .....	73
2.10.3 Funciones, opciones y modelos .....	74
2.10.4 Modelo de interfaz AS .....	75
2.10.4.1 Posibilidades de conexión eléctricas de interfaz AS .....	76
2.10.4.2 Cantidad de cabezal de mando conectables y longitud máxima de cable bus .....	76
2.11 RsLogix 5000 .....	77
2.11.1 Características .....	77
2.11.2 desarrollo de documentación .....	77
2.11.3 Control integrado de procesos .....	78
2.11.4 Modificaciones y actualizaciones en el tiempo de ejecución .....	78
2.11.5 Configuración y administración de módulos E/S .....	79
2.12 RsLinx .....	79
2.12.1 Descripción .....	79
2.12.2 Diferencias entre las versiones de RsLinx Classic .....	79
2.12.2.1 RSLinx Classic Lite .....	80
2.12.2.2 RSLinx Classic Single Node .....	80
2.12.2.3 RSLinx Classic OEM .....	81
2.12.2.4 RSLinx Classic Gateway .....	81

2.12.2.5 RSLinx Classic para FactoryTalk View .....	82
2.13 Rsview 32 .....	82
2.13.1 RSView32 Works .....	82
2.13.2 RSView32 Runtime .....	84
3 Desarrollo .....	85
3.1 Descripción de los circuitos .....	85
3.1.1 Layout .....	85
3.1.2 Tablero eléctrico de control .....	87
3.1.3 Diagramas eléctricos de potencia .....	92
3.2 Descripción de programas .....	95
3.2.1 Mapeo de dispositivos y direccionamientos .....	95
3.2.2 Comunicaciones .....	99
3.2.2 RsLinx con RsLogix 5000 .....	99
3.2.2.1 Asignación de dirección IP .....	99
3.2.2.2 Reconocimiento del PLC con RsLinx .....	100
3.2.2.3 Comunicación con RsLogix 5000 .....	101
3.2.3 RsLinx con RsView32 .....	101
3.2.3.1 Creación del servidor OPC .....	101
3.2.3.2 Conexión OPC server con Rsview32 .....	102
3.2.4 Comunicación con Panel View plus 600 .....	103
3.5 Sistema de control RSLogix 5000 de Allen Bradley <sup>TM</sup> .....	104
3.5.1 Rutina principal .....	105
3.5.2 Rutina salida digital de válvulas .....	108
3.5.3 Rutina salida digital de motores .....	110
3.5.4 Rutina de entradas analógicas .....	112
3.5.5 Rutina de mensajes a plc central .....	113
3.5.6 Activaciones de silos .....	115
3.5.7 Entrada digital de sensores .....	117
3.5.8 Subrutina señales de descremadora .....	118
3.5.9 Subrutina de salidas analógicas .....	119
3.5.10 Subrutina de elementos automáticos .....	120
3.6 Sistema SCADA RSview32 .....	122

3.6.1 Descripción de pantallas del sistema SCADA .....	123
3.6.1.1 Pantalla general de silo de leche. ....	123
3.6.1.2 Pantalla general de descremadora .....	127
3.6.1.3 Sistema de seguridad SCADA .....	128
3.6.1.4 Pantalla generador de reporte recepción de leche .....	129
3.6.1.5 Pantalla de proceso recepción de leche .....	130
3.6.1.6 Pantalla de descarga de tanque silo 5 .....	133
3.6.1.8 Pantalla para procesos de saneamientos .....	137
3.7 Panel de control (Panel View plus 600) .....	139
3.7.1 Descripción de las pantallas del Panel View Plus 600 .....	140
3.7.1.1 Pantalla principal.....	140
3.7.1.2 Pantalla de ingreso de usuario.....	141
3.7.1.3 Pantalla del menú .....	142
3.7.1.4 Pantalla de recepción de leche .....	143
3.7.1.5 Pantalla de descarga del taque silo 5 .....	146
3.7.1.6 Pantalla de descarga del taque silo 6 .....	148
3.7.1.7 Pantalla de saneamientos.....	149
3.8 Generador de reportes (PHF software) .....	152
3.8.1 Pantalla principal del PHF Software.....	153
3.8.2 Pantalla de reporte de recepción de leche.....	155
3.9 Pruebas y correcciones.....	157
4 Resultados y conclusiones .....	165
Referencias bibliográficas .....	166
Anexos .....	168
Anexo A: Código del controlador logico Compact Logix 1769-L32E.....	168

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes

La lechera de la planta obregón se dedica al procesamiento de leche cruda para producir leche embazada, leche descremada, producción de queso y crema. La planta cuenta con equipos para el bombeo del producto y para el establecimiento de los circuitos durante la ejecución de los procesos, estos equipos son controlados por sistemas de control del cual ejecuta las condiciones de operaciones de la planta.

La lechería de la planta obregón de la empresa Sealed Air de México, está preparado para recibir 157, 000 litros de leche diarios, durante el proceso de recepción de la materia prima no cuenta con algún medidor de flujo másico capaz de emitir los tickets en el acopio, así también no se tienen ninguna línea eficiente para el bombeo de la leche desde las pipas a los tanques de silo.

Los principales procesos de la planta es la descremadora, la pasteurización, la estandarización del producto y el envío de producto a las líneas de embazado. El embazado se hace por medio de dos líneas de llenado, en embaces de 1 litro cuya capacidad es de 90 000 litros por día y la de  $\frac{1}{4}$  de litro con una capacidad de 28 000 litros por día, además de la producción de leche también se elabora crema 1000 l/h y queso 30 000 l/d.

Además de la producción la planta ejecuta otro proceso muy importante que es el sistema de saneamiento de las tuberías y equipos también conocido por CIP en sus siglas de inglés, Cleaning In Place traducido limpieza en sitio, las áreas que se sanean son los tanques de los silos en donde se almacena la leche, la descremadora, el pasteurizador, los bancos de válvulas, los tanques asépticos, y todas las tuberías cada de uno de estas áreas se hace pasar por procedimientos especiales.

El sistema actual de la planta cuenta con un PLC central para el control de los procesos para tanques 1 a 4, sin embargo tiene instalado otros dos tanques (5 y 6) los cuales necesitan un nuevo sistema de control de procesos y saneamientos (CIP), encargados de realizar las lecturas de sensores y medidores, aperturas y cierres de válvulas, arranque y paros de bombas y agitadores. Por tanto la creación de un sistema nuevo de control para estos procesos se aumentaría la capacidad de producción de la planta.

## 1.2 Estado del arte

En octubre 2004 Bocanegra Juan Manuel [1] realizó una investigación para mejoramiento de proceso de CIP en el área de filtración de cervecera leona s.a. la investigación describe de forma detallada como se realizan las limpiezas y las preparaciones que se utilizan los recursos del sistema CIP en el área de filtración, la filtración es el acabado final del producto.

En 2007 Lema Fernando Martin [2] presento un proyecto para el diseño de un sistema de limpieza de tipo sanitario (CIP) para industria de alimentos lácteos. El sistema de control fue semiautomático controlado por un PLC y con interfaz de operación por una pantalla Touch Screen, el sistema que propuso realizo la limpieza y desinfección de superficies internas de tuberías, tanques y equipos.

En 2009 Crespo Luis Manuel [3] presentó un proyecto de reingeniería del sistema de limpieza y sanitización por el método CIP para las envasadoras de bebidas gaseosas. El trabajo que realizo describe una propuesta de saneamiento denominado CIP frio, consistiendo hace el lavado de equipos en cuatro pasos, siendo preenjuague de 5 min, limpieza acida en 20 min. Enjuague intermedio en 5 min. Y desinfección total con ácido paracético, todos a temperatura ambiente.

En 2011 Chacón Silvia Juliana [4] realizo un estudio para el mejoramiento del sistema de la línea de yogurt en la planta de derivados de la empresa Freskaleche S.A. El proyecto propone un sistema automático e independiente permitiendo reducir gastos de agua, solución alcalina y solución acida utilizados en el proceso de limpieza tipo CIP a la línea de yogurt.

En este proyecto la empresa AIM ingeniería propone un sistema de automatización para los procesos de saneamiento de equipos (CIP), recepción, descargas de leche para los silos 5 y 6. Este proyecto contempla la creación de un tablero de control, desarrollar un sistema de control por un PLC de la marca Allen Bradley, desarrollo de un sistema SCADA para operación de procesos, desarrollo de aplicación para un panel de control y el desarrollo de un generador de reportes.

### 1.3 Justificación

La empresa de automatización AIM ingeniería contempla el diseño y construcción de un tablero de control en el que se situaran los equipos de control como los compact Logix , panel de control, red Ethernet, fuentes de alimentación de la red As-i bus para el control de las válvulas. Así mismo la creación de sistemas SCADA con el cual los usuarios interactuarán con los procesos controlados desde el PLC.

Además de crear los programas de control del PLC para los procesos, el sistema SCADA para el PC y del panel de control “PANEL VIEW plus 600”. También está contemplado la creación de un programa capaz de generar reporte de los procesos de la planta, este programa será capaz de graficar los procesos realizados o los que se están realizando en tiempo real y de esta manera generar un reporte conteniendo datos del proceso, la fecha, hora y el nombre del usuario que los ejecuta.

Se tiene contemplado la implementación de un cabezal de válvulas para los tanques silos capaz de abrir los circuitos de los procesos con que la planta trabaja, en estos casos son la descarga de materia prima a los tanques de silo en que se almacenan antes de su procesamiento, descarga de leche desde los silos a la descremadora, descarga de silos a la placa de proceso, descarga de silos al pasteurizador dentro de todos los procesos de la planta, el proceso de saneamiento en los equipos de la planta y las tuberías.

El aporte del proyecto a la planta es el aumento considerable de la capacidad de producción repercutiendo directamente en su ingreso económico, la reducción de riesgos de pérdidas de producto, la disminución de la necesidad de personal para la ejecución de las operaciones de la planta.

### 1.4 Objetivo

Diseñar e Implementar Tableros Eléctricos de Control para la Automatización de Tres Unidades de Saneamiento del proceso de envasado de leche en la Planta Obregón de la Empresa Sealed Air De México.

## 1.5 Metodología

### 1.5.1 Diagrama de bloques de hardware

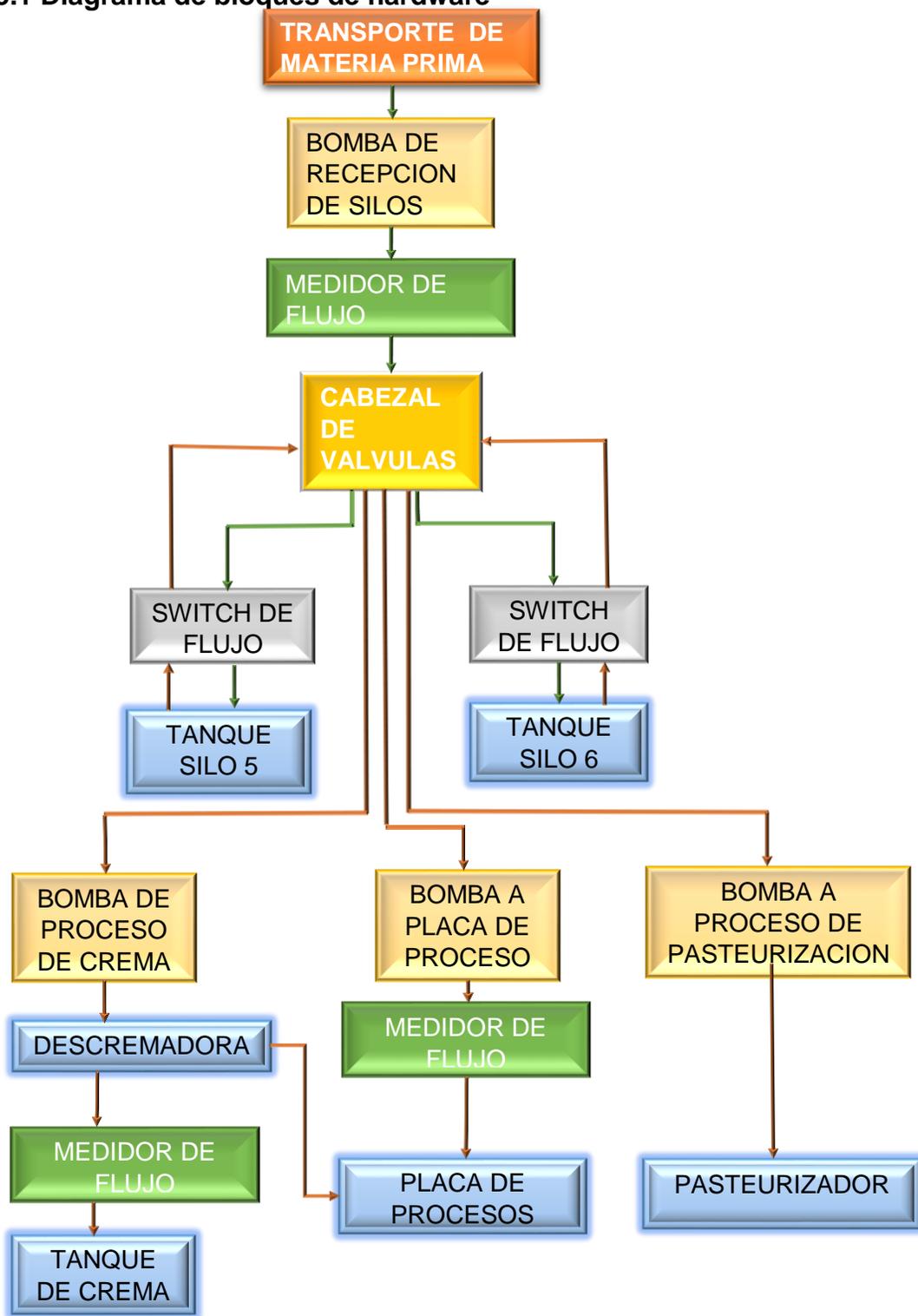


Figura 1.- Diagrama a bloques de procesos de la lechera de Planta Obregón Sealed Air de México.

## **Transporte de materia prima**

El transporte de la leche, la cuál es la materia prima para el funcionamiento de la planta es transportada desde las granjas productoras por medio de tanques de pipas, los transportes depositan la leche en el área de recepción de la planta, la área de recepción se encarga de vaciar la pipa bombeando la leche hacia los tanques silos en los que se almacena antes de procesarlo.

## **Bomba de recepción de leche**

La bomba de recepción es la que se encarga de mover la leche hasta los tanques de silo en donde se almacena antes de enviarlo a cualquiera de los procesos de la planta. Esta bomba es de la marca siemens con una capacidad de 10 HP, esta bomba tiene una capacidad de transferir 257 000 litros de leche diarios hacia los tanques de silo donde se almacena la materia prima antes de su proceso.

## **Medidores de flujo**

Los medidores de flujo que se usan se encargan de medir la cantidad de líquido transferido por la tubería, para el proceso de la planta cuenta con 3 medidores, estos dispositivos son de la marca Proline Promag 10, cada medidor cuenta con Transmisor Promag 10 con salida analógica de 4-20 mA y de Sensor Promag D cuyo funcionamiento es principalmente basado por la ley de Faraday para la medición de flujo.

## **Switch de flujo**

Los Switch de flujo son dispositivos que detectan la presencia de líquido en las tuberías, este dispositivo cumple con la funcionalidad de condicionar el arranque de las bombas el paro de estos ya sea en el envío de leche desde la recepción hasta los silos de almacenamiento o desde los silos de almacenamiento hacia los procesos en los que la leche sean sometidos para elaborar el producto final.

## **Cabezal de válvulas**

El cabezal de válvulas es la parte central del proceso ya que está constituido por una matriz de válvulas, esta matriz de válvulas son las que se encargan de abrir los circuitos en las tuberías para cualquier proceso que ejecute la planta ya sea descarga de pipas a silos, descarga de silos a descremadora, descarga de silos a procesos, descarga de silos a pasteurizador así como también el circuito para el lavado de tuberías y tanques (CIP).

Cada válvula que constituye la matriz está controlados por un cabezal de mando Intelli Top 2.0, este cabezal está construido por válvulas electromagnéticas para el flujo de aire hacia las válvulas mecánicas de la tubería y esta suba o baje el vástago (abra o cierre). Además cuenta con sensores de apertura y cierre de las válvulas de la tubería, estos sensores detectan la posición del vástago electromagnético de la válvula. Estas válvulas son controladas por redes Asi-Bus.

## **Tanque de silos**

Los tanques de silos es donde se almacena la leche cuando estos son descargados desde las pipas, actualmente se tienen dos tanques de silo en funcionamiento, el solo 05 y el silo 06 cada una de ellas tiene una capacidad 30 000 galones. Los silos almacenan la leche y mantienen a una temperatura constante por medio del sistema de enfriamiento por medio de circuitos de flujo de agua fría.

## **Bombas de descarga de silos**

Las bombas de descarga de silos son las encargadas de enviar la leche a los distintos procesos en los que se destinan, se tiene la bomba de descarga a descremadora de 3 HP, descarga a placa de proceso de 5 HP y descarga a proceso de pasteurizado de 5 HP. Cada una de ellas transfieren el líquido a distintos flujos, el envío a descremadora es de 7 000 l/h, a placa de proceso es de 8 000 l/h y a proceso de pasteurización 10 000 l/h.

## **Descremadora**

La descremadora es la maquinaria que separa la crema de la leche por medio de agitación. La descremadora produce 7 000 litros de leche descremada por hora y obtiene 1 000 litros de crema por hora, la crema producida es enviada a un tanque donde se almacena en un tanque con capacidad de 22 500 litros. La leche descremada producida se envía a un proceso de pasteurización y posteriormente a las líneas de llenado.

## **Pasteurizador**

El pasteurizador es la maquinaria donde la leche cruda se eleva la temperatura para eliminar los microorganismos que contienen la leche y posteriormente enviarlos a las líneas de envasado. La capacidad de proceso del pasteurizador es de 10 000 litros por hora. El envío de la leche al pasteurizador se hace por una bomba que descarga la leche de los silos al pasteurizador.

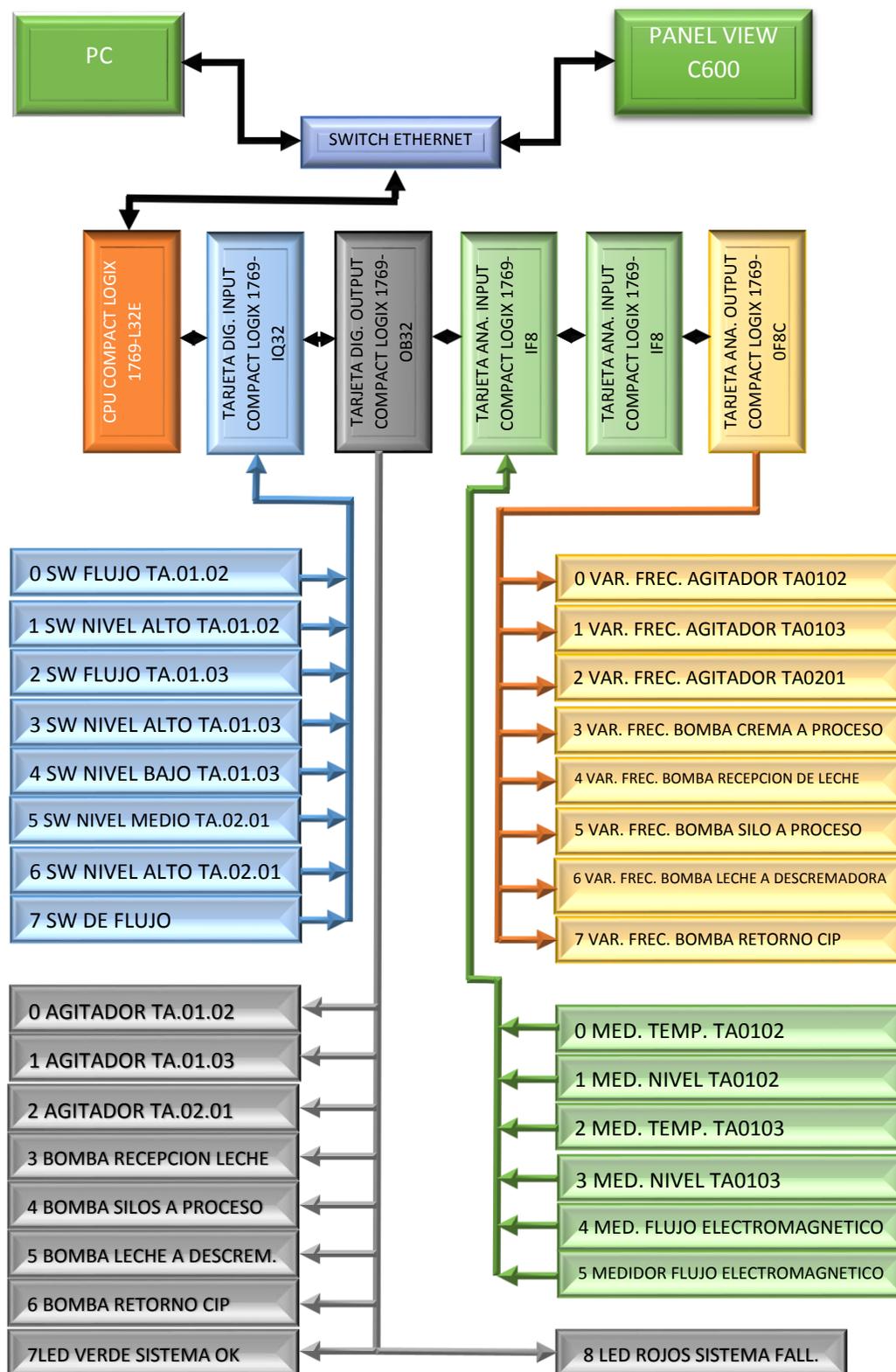


Figura 2.- Diagrama a bloques de arquitectura de control de la lechera de planta Obregón Sealed Air de México.

## **PC**

La PC es una de las interfaces de mando de los usuarios para todos los procesos de los taques silos 5 y 6 de la planta, en la pc se encuentra instalado el software de SCADA desarrollado por RSview32 de la marca Allen Bradley y el generador de reportes PHF software. En el software SCADA se envían los mandos para el inicio y termino de los procesos, lecturas de los medidores, establecimientos de parámetros y visualización de estados de equipos. En el PHF software se generan reportes de los parámetros de cada proceso de recepción de leche que se haga en el software SCADA.

## **Panel View Plus 600**

El Panel View Plus 600 es un monitor de la marca Allen Bradley para uso en procesos de automatización que contiene interfaz en donde se visualiza los procesos en ejecución y los parámetros de los procesos, al igual que el sistema SCADA también puede controlar la ejecución de los procesos, de tal manera que este equipo esta comunicado al sistema de control por medio de conexión Ethernet.

## **Switch Ethernet**

El Switch Ethernet Stratix 5700 es un dispositivo de Allen Bradley que establece la conexión para comunicación entre el Panel View Plus 600, PC y el PLC Compact Logix 1769-I32E, por medio de este dispositivo se intercambia información entre estos equipos. El Switch Ethernet cuenta con 8 puertos, con un rango de datos por Ethernet de 10/100 Mbps.

## **Compact Logix 1769-L32E**

Es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, contadores y funciones aritméticos todos estos para el control de máquinas y procesos de la planta lechera de Sealed Air de México.

El controlador Lógico Programable ofrece control, comunicación y elementos de E/S avanzados en un paquete de control distribuido. Este equipo es donde se hacen todas las operaciones del proceso de control de la planta, junto con los módulos de entrada y salida es capaz de realizar las secuencias del proceso, el software a instalar en este módulo será creado por el RSLogix 5000 de la marca Allen Bradley.

## **Compact Logix 1769- IQ32**

La tarjeta Compact Logix 1769-IQ32 es un módulo de extensión para entradas digitales controladas por un procesador de instrucciones, para este proyecto es controlado por medio del procesador Compact Logix 1769-L32E ambos son de la marca Allen Bradley, este módulo es una tarjeta de lecturas de señales digitales desde sensores a 24 Vcc, con capacidad de 32 terminales de entradas.

### **Compact Logix 1769- OB32**

La tarjeta Compact Logix 1769-OB32 es un módulo de extensión para salidas digitales controladas por un procesador de instrucciones, para este proyecto es controlado por medio del procesador Compact Logix 1769-L32E ambos son de la marca Allen Bradley, este módulo es una tarjeta de salidas de señales digitales para activación arrancadores de motores a 24 Vcc, esta tarjeta tiene capacidad de 32 salidas.

### **Compact Logix 1769-IF8**

La tarjeta Compact Logix 1769-IF8 es un módulo de extensión para entradas analógicas, para este proyecto es controlado por medio del procesador Compact Logix 1769-L32E ambos son de la marca Allen Bradley, este módulo es una tarjeta de entrada de señales analógicas para lecturas de señales de medidores de flujo y temperatura cuya función es mediante el protocolo 4-20mA, esta tarjeta tiene capacidad de 8 entradas analógicas.

### **Compact Logix 1769- OF8C**

La tarjeta Compact Logix 1769-OF8C es un módulo de extensión para salidas analógicas, para este proyecto es controlado por medio del procesador Compact Logix 1769-L32E ambos son de la marca Allen Bradley, este módulo es una tarjeta de salidas de señales analógicas para control de variadores de velocidad de motores cuya función es mediante el protocolo 4-20mA, esta tarjeta tiene capacidad de 8 salidas analógicas.

### **Medidor de nivel**

Los medidores de nivel a usar en este proyecto son de la marca Endress + Hauser modelo Deltapilot S FMB70, estos medidores funcionan bajo el protocolo 4-20 mA en las señales de salida del dispositivo, sin embargo el funcionamiento del dispositivo es en base a la sensibilidad hidrostática del dispositivo cuya máxima presión soportada es a 27 bares. Para el sistema de control tendrá la capacidad de escalar la señal analógica del medidor para obtener el nivel porcentual del tanque silo.

### **Medidor de temperatura**

Los medidores de temperaturas a usar en este proyecto son de la marca Endress + Hauser modelo Omnigrad M TR45 cuyo funcionamiento es basado en el protocolo de control 4-20 mA en la señal de salida del dispositivo, el funcionamiento del medidor es base a la de la sensibilidad al cambio de temperatura hidrostática cuyo rango de medición es de -40 a 85 grados Celsius, este medidor de temperatura condiciona los funcionamientos de las válvulas de circuitos de enfriamientos para los tanques silos 5 y 6.

## Switch de flujo

El Switch de flujo monitorea la presencia de líquido en las tuberías para condicionar el funcionamiento de las bombas de envío o de transferencia de leche hacia los procesos o desde la transferencia de leche hacia los silos para su almacenamiento. La detección del líquido se hace por medio de principios electromagnéticos y envío de señal digital.

## Variadores de frecuencia

Los variadores de frecuencia usado en los procesos de la descremadora para los tanques silos 5 y 6 de la planta, es son equipos cuyos requerimientos eléctricos son de 220 Vca, cuya potencia máxima de 10 HP. Los equipos son de la marca Allen Bradley de la serie Power Flex 40. Estos equipos sus sistemas de control es basado por medio del protocolo 4-20 mA

### 1.5.2 Diagrama a bloques de software

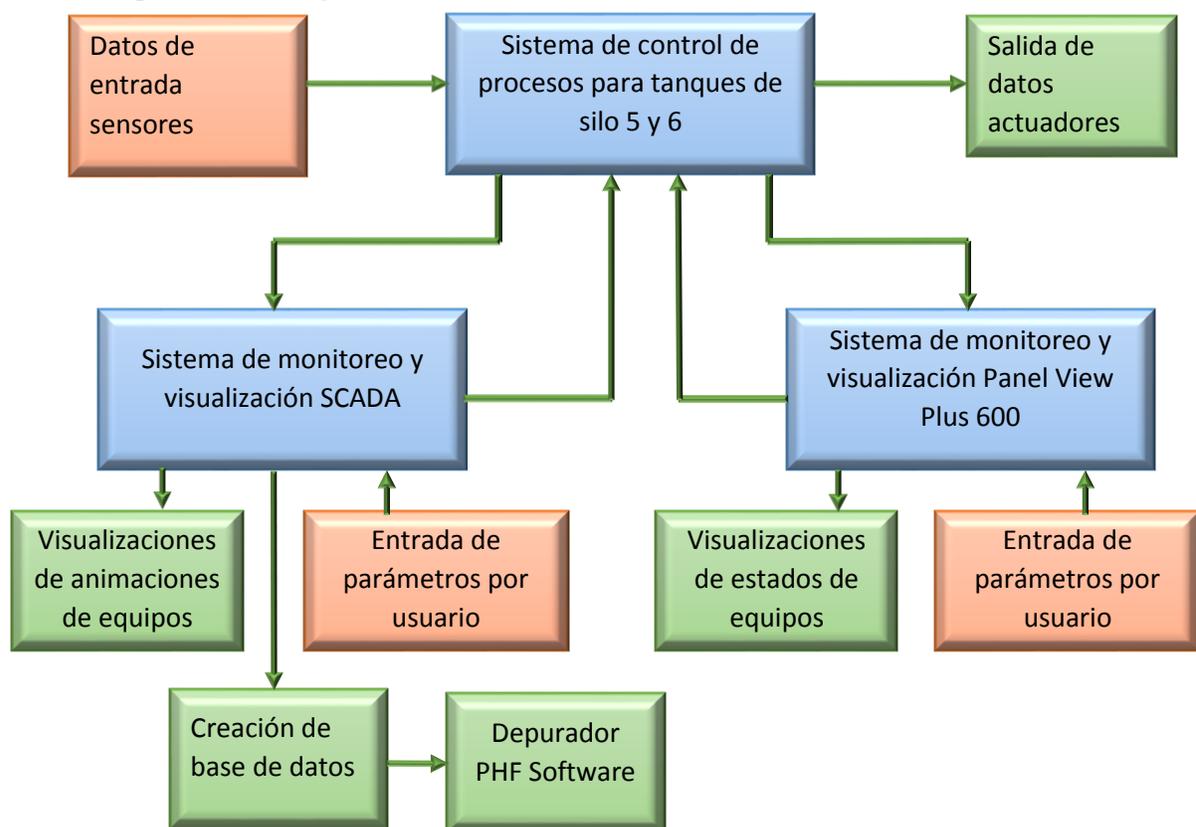


Figura 3.- Diagrama a bloques de software del sistema de control

En la figura anterior se muestra las interacciones entre los softwares para el sistema de control de procesos para los tanques de silo 5 y 6 de la planta lechera. A continuación se describe el sistema.

En el sistema de control de procesos para los tanques de silo 5 y 6 adquieren datos a partir de los módulos de entrada para el compact Logix, sobre los datos adquiridos hace las condiciones para realizar las operaciones de procesos y por tanto dependiendo de los condicionamientos hace la salida de datos a los actuadores que son también módulos de salida para el compact Logix.

Además del sistema de control que se desarrollara por el software RSLogix5000 también se desarrollara un sistema SCADA por RSView32, este sistema se encargara de monitorear los estados de los equipos que mediante animaciones de figuras el usuario podrá interpretar los estados de los equipos, además de la visualización de estados también a partir de este sistema será posible iniciar y terminar los procesos referentes a los tanques silos tales como recepción de leche, descarga a descremadora, descarga a placa de procesos , descarga a pasteurizador y para los saneamientos de los equipos. El sistema SCADA será capaz de guardar una base de datos de todos los procesos realizados en el sistema de control.

Además del sistema SCADA se desarrollara un sistema de monitoreo y visualización para un PanelView Plus 600, esta aplicación será creada por el software FactoryTalk View 7.0 de la marca Allen Bradley, este sistema será capaz de monitorear los estados de los equipos y de la misma manera será capaz de operar los procesos de los tanques silos 5 y 6 dela planta.

Se desarrollara un software para depurar y ordenar la base de datos creado por el sistema SCADA, este software será desarrollado por Visual Studio, este software se encargara de ordenar los datos que el sistema SCADA crea, y a partir de esto será posible crear un reporte de todos los procesos realizados en la planta.

## 2 Fundamento teórico

### 2.1 PLC

#### 2.1.1 Definición del PLC

Según lo define la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos un PLC– Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. [5]

También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica. La ejecución del programa puede ser interrumpida momentáneamente para realizar otras tareas consideradas más prioritarias, pero el aspecto más importante es la garantía de ejecución completa del programa principal.

Estos controladores son utilizados en ambientes industriales donde la decisión y la acción deben ser tomadas en forma muy rápida, para responder en tiempo real. Los PLC son utilizados donde se requieran tanto controles lógicos como secuenciales o ambos a la vez.

#### 2.1.2 Campos de aplicaciones

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo, para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control y señalización. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, o control de instalaciones, entre otras.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie principalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones: instalación de aire acondicionado, calefacción

- Instalaciones de seguridad
- Señalización y control

Sabemos que no todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan a referirse a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

#### **2.1.2.1 Ventajas**

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos, debido a que no es necesario dibujar previamente el esquema de contactos, es preciso simplificar las ecuaciones lógicas, ya que por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio del tablero donde se instala el autómata programable.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

#### **2.1.2.2 Desventajas**

Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido. Esta capacitación puede ser tomada en distintos cursos, inclusive en universidades.

El costo inicial.

## 2.1.3 Arquitectura de un PLC

La estructura básica de un PLC está compuesta por:

- La CPU.
- Las interfaces de entradas.
- Las interfaces de salidas.

Esta estructura se puede observar en la figura siguiente [6]:

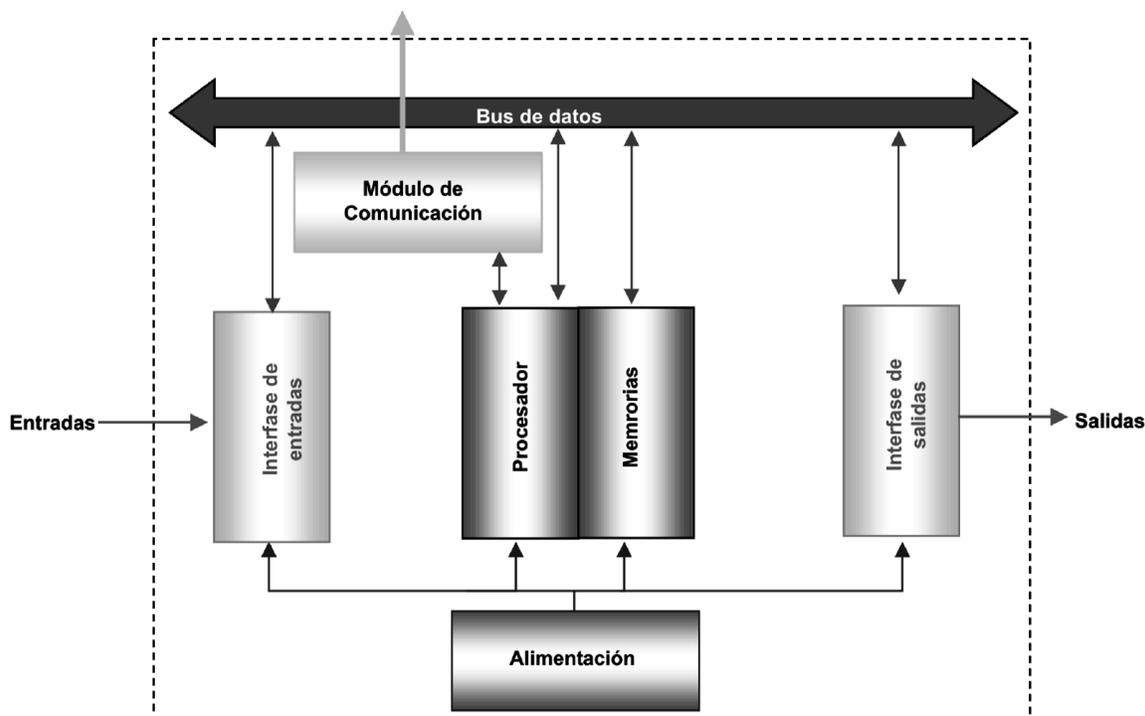


Figura 4.- Estructura básica de un controlador lógico programable

### 2.1.3.1 Procesador

Es el “cerebro” del PLC, el responsable de la ejecución del programa desarrollado por el usuario.

#### Tareas Principales

- Ejecutar el programa realizado por el usuario.
- Administración de la comunicación entre el dispositivo de programación y la memoria, y entre el microprocesador y los bornes de entrada/ salida.
- Ejecutar los programas de autodiagnósticos.

Para poder realizar todas estas tareas, el procesador necesita un programa escrito por el fabricante, llamado sistema operativo. Este programa no es accesible por el usuario y se encuentra grabado en una memoria que no pierde la información ante la ausencia de alimentación, es decir en una memoria no volátil.

### 2.1.3.2 Memoria

Los PLC tienen que ser capaces de almacenar y retirar información, para ello cuentan con memorias. Las memorias son miles de cientos de localizaciones donde la información puede ser almacenada. Estas localizaciones están muy bien organizadas.

En las memorias el PLC debe ser capaz de almacenar:

#### **Datos del Proceso:**

- Señales de entradas y salidas.
- Variables internas, de bit y de palabra.
- Datos alfanuméricos y constantes.

#### **Datos de Control**

- Instrucciones de usuario, programa.
- Configuración del autómata.

Tanto el sistema operativo como el programa de aplicación, las tablas o registros de entradas/ salidas y los registros de variables o bits internos están asociados a distintos tipos de memoria.

La capacidad de almacenamiento de una memoria suele cuantificarse en bits, bytes (grupo de 8 bits), o words (grupo de 16 bits)

El sistema operativo viene grabado por el fabricante. Como debe permanecer inalterado y el usuario no debe tener acceso a él, se guarda en una memoria como las ROM (Read Only Memory), que son memorias cuyo contenido no se puede alterar inclusive con ausencia de alimentación.

### **Tipos de memoria**

#### **La memoria de datos**

También llamada tabla de registros, se utiliza tanto para grabar datos necesarios a los fines de la ejecución del programa, como para almacenar datos durante su ejecución y/o retenerlos luego de haber terminado la aplicación. Este tipo de memorias contiene la información sobre el estado presente de los dispositivos de entrada y salida. Si un cambio ocurre en los dispositivos de entrada o salida, ese cambio será registrado inmediatamente en esta memoria.

En resumen, esta memoria es capaz de guardar información originada en el microprocesador incluyendo: tiempos, unidades de conteo y relés internos.

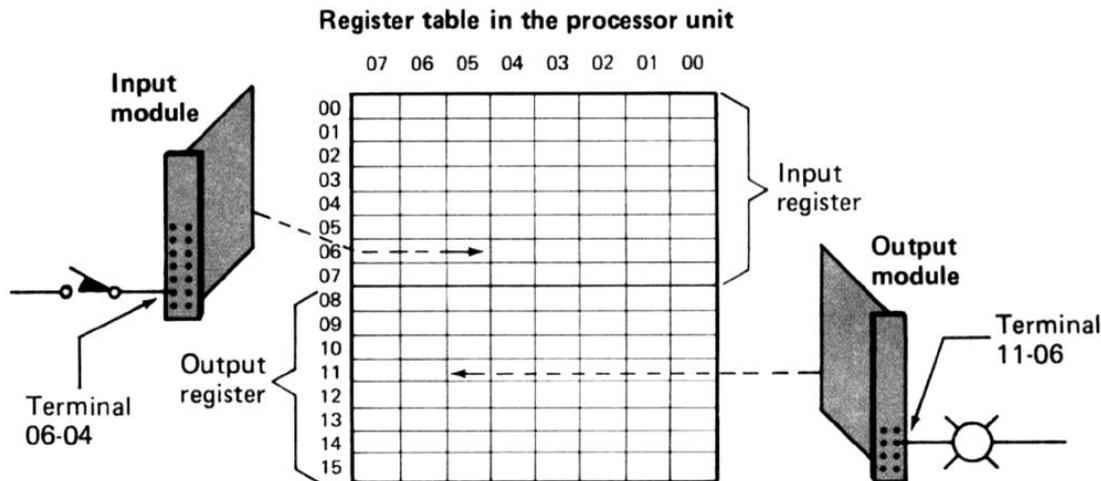


Figura 5.- Relación de entradas y salidas con localización específico en registro de entradas y salidas.

Los bornes de conexión de los PLC tienen la misma identificación que la dirección de los registros. Por ejemplo, los bornes de la entrada 001 están relacionados con el lugar de la memoria de datos que se encuentra en la palabra 00, bit 01. Como puede verse, esta codificación asigna a una única entrada o salida, una terminal y consecuentemente un dispositivo de entrada o salida.

### Memoria del usuario:

Es la memoria utilizada para guardar el programa.

El programa construido por el usuario debe permanecer estable durante el funcionamiento del equipo, además debe ser fácil de leer, escribir o borrar. Por eso es que se usa para su almacenamiento memorias tipo RAM, o EEPROM.

A estas memorias se la llama memoria del usuario o memoria de programa. En el caso de usar memorias tipo RAM será necesario también el uso de pilas, ya que este tipo de memoria se borra con la ausencia de alimentación. En el caso de usar memorias EEPROM la información no se pierde al quitar la alimentación.

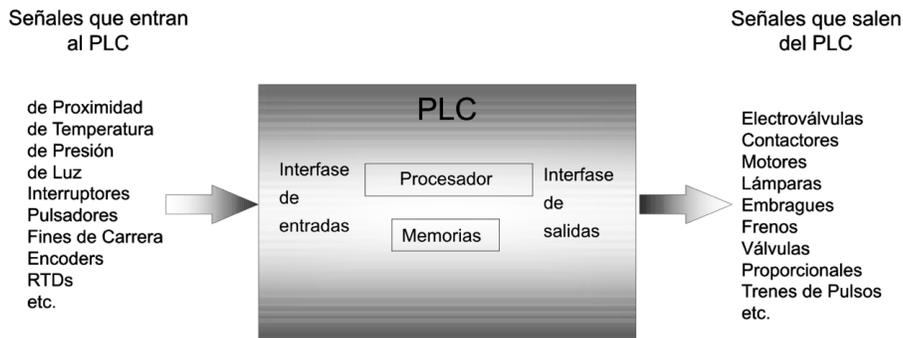


Figura 6.- Tipos de entradas y salidas de un PLC

### 2.1.3.3 Entradas y salidas

#### Dispositivos de entrada

Los dispositivos de entrada y salida son aquellos equipos que intercambian (o envían) señales con el PLC.

Cada dispositivo de entrada es utilizado para conocer una condición particular de su entorno, como temperatura, presión, posición, entre otras.

Entre estos dispositivos podemos encontrar:

Sensores inductivos magnéticos, ópticos, pulsadores, termocuplas, termoresistencias, encoders, etc.

#### Entradas

##### Entradas Digitales

También llamadas binarias u “on-off” son las que pueden tomar sólo dos estados: encendido o apagado, estado lógico 1 ó 0.

Los módulos de entradas digitales trabajan con señales de tensión. Cuando por un borne de entrada llega tensión, se interpreta como “1” y cuando llega cero tensión se interpreta como “0”. Existen módulos o interfaces de entradas de corriente continua para tensiones de 5, 12, 24 o 48 Vcc y otros para tensión de 110 o 220 Vca.

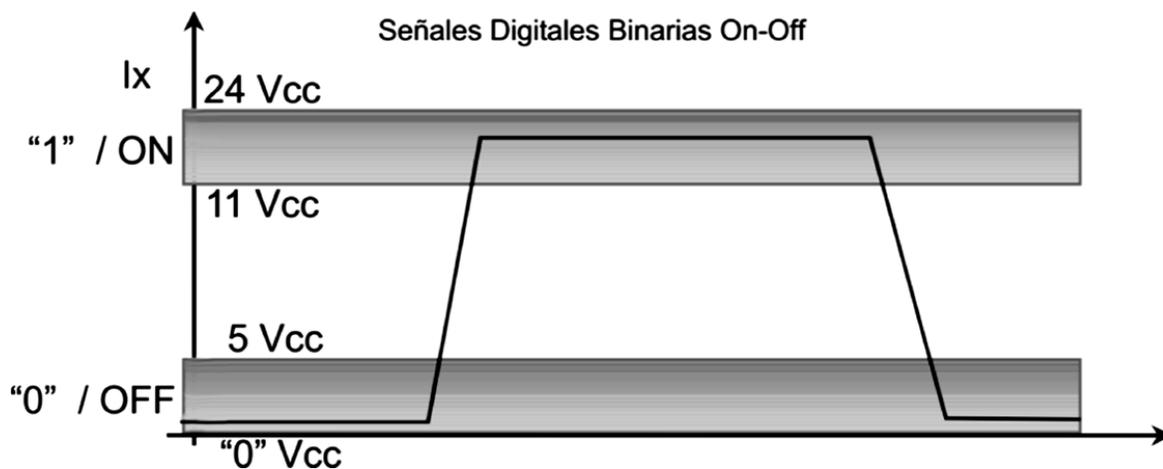


Figura 7.- Tipo de señal leída en una entrada digital

##### Entradas Analógicas

Estos módulos o interfaces admiten como señal de entrada valores de tensión o corriente intermedios dentro de un rango, que puede ser de 420 mA, 0-5 VDC o 0-10 VDC, Convirtiéndola en un número. Este número es guardado en una posición de la memoria del PLC.

Los módulos de entradas analógicas son los encargados de traducir una señal de tensión o corriente proveniente de un sensor de temperatura, velocidad, aceleración, presión, posición, o cualquier otra magnitud física que se quiera medir en un número para que el PLC la pueda interpretar.

En particular es el conversor analógico digital (A/D) el encargado de realizar esta tarea. Una entrada analógica con un conversor A/D de 8 bits podrá dividir el rango de la señal de entrada en 256 valores.

## Dispositivos de salida

Los dispositivos de salida son aquellos que responden a las señales que reciben del PLC, cambiando o modificando su entorno.

Entre los dispositivos típicos de salida podemos hallar:

- Contactores de motor
- Electroválvulas
- Indicadores luminosos o simples relés

Generalmente los dispositivos de entrada, los de salida y el microprocesador trabajan en diferentes niveles de tensión y corriente. En este caso las señales que entran y salen del PLC deben ser acondicionadas a las tensiones y corrientes que maneja el microprocesador, para que éste las pueda reconocer. Ésta es la tarea de las interfaces o módulos de entrada o salida.

## Tiempo de respuesta de la salida

Al igual que en las entradas, se denomina tiempo de respuesta de la salida al tiempo que tarda una señal para pasar por todos los bloques.

Existen cuatro posibilidades para el circuito de conexión de una salida:

### 1. Salida a relé:

Es una de las más usuales. Con ellos es posible conectar tanto cargas de corriente alterna como continua. Suelen soportar hasta 2A de corriente. Una buena práctica en la instalación es verificar que la corriente máxima que consume la carga esté dentro de las especificaciones de la salida del PLC.

Los tiempos de conmutación de estos tipos de salidas llegan a los 10 ms. Tanto para la conexión como para la desconexión. Algunas cargas son muy problemáticas, por ejemplo las cargas inductivas, que tienen la tendencia a devolver corriente al

circuito cuando son conectadas. Siendo la corriente estimada en unas 30 veces a la corriente de consumo nominal. Esto genera picos de voltaje que pueden dañar la salida a la que está conectada la carga. Para minimizar estos riesgos se utilizan comúnmente diodos, varistores u otros circuitos de protección.

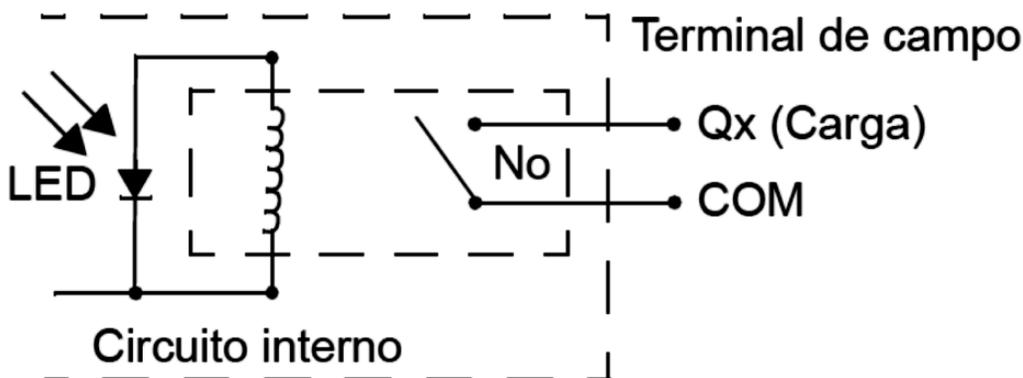


Figura 8.- Contacto de salida de relevador

Los relés son internos al PLC. El circuito típico es el que se muestra en la figura de arriba. Cuando el programa active una salida, el PLC aplicará internamente tensión a la bobina del relé. Esta tensión hará que se cierren los contactos de dicho relé. En ese momento una corriente externa pasará a través de esos contactos y así se alimentará la carga. Cuando el programa desactiva una salida, el PLC desactiva la bobina abriendo así los contactos.

## 2. Salidas a transistor:

Sólo son capaces de operar con corriente continua, de baja potencia (hasta 0,5 A) Pero tienen tiempos de conmutación que rondan el milisegundo y una vida útil mucho mayor que la de los relés. En este tipo de salida el transistor es el encargado de conectar la carga externa cuando el programa lo indique.

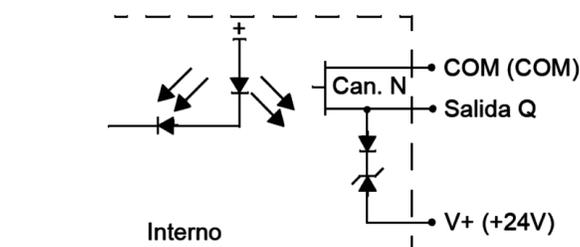


Figura 9.- Contacto de salida de positivo común de transistor

## 3. Salidas por triac:

Manejan corrientes alternas. Al igual que los transistores, por ser semiconductores tienen una vida útil mucho mayor que la del relé, que es un elemento electromecánico.

## 4. Salidas analógicas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o corriente.

Internamente en el PLC se realiza una conversión digital analógica (D/A), puesto que el autómata sólo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y en un intervalo determinado de tiempo (período muestreo)

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico, como pueden ser las válvulas proporcionales, los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, los reguladores de temperatura, etc. Permitiendo al autómata realizar funciones de regulación y control de procesos continuos.

### 2.1.3.4 Alimentación

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema.

La alimentación a la CPU frecuentemente es de 24 Vcc, o de 110/220 Vca.

En cualquier caso es la propia CPU la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.

La alimentación a los circuitos E/S puede realizarse, en alterna a 48/110/220 Vca o en continua a 12/24/48 Vcc.

### 2.1.3.5 Equipos o Unidades de programación

El autómata debe disponer de alguna forma de programación, la cual se suele realizar empleando algunos de los siguientes elementos:

- **Unidad de programación**

Suele ser en forma de calculadora. Es la forma básica de programar el autómata, y se suele reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación del autómata.

- **Consola de programación**

Es un terminal a modo de ordenador que proporciona una forma más favorable de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del autómata.

Obsoleto actualmente.

- PC

Es la forma más cómoda empleada en la actualidad. Permite programar desde un ordenador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento en soporte magnético, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software SCADA, entre otros.

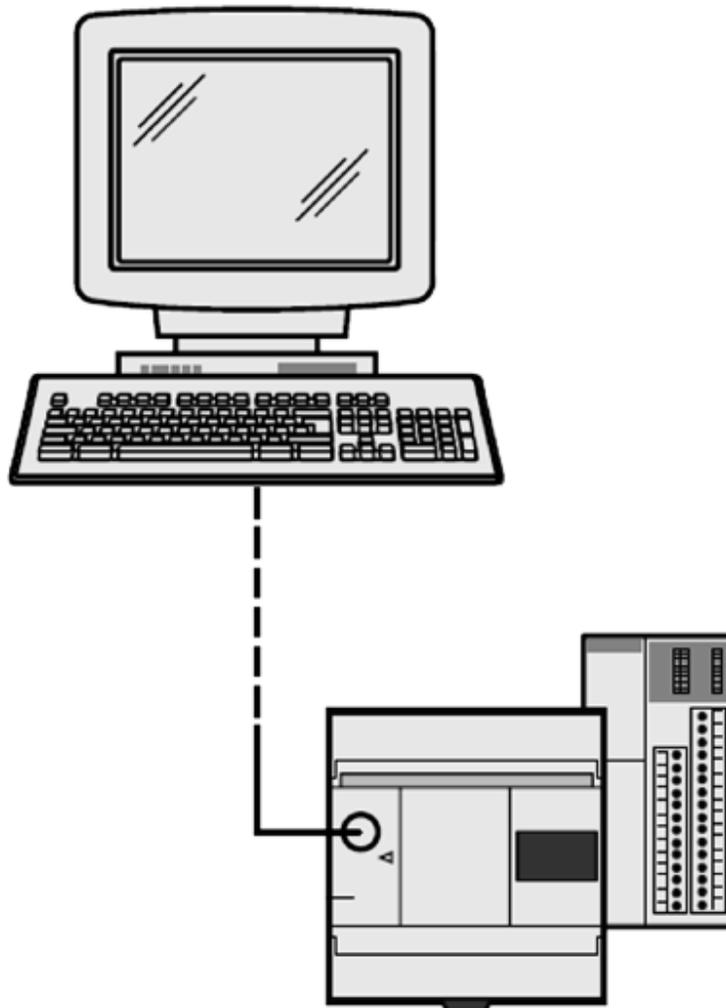


Figura 10.- Arquitectura de comunicación PC-PLC

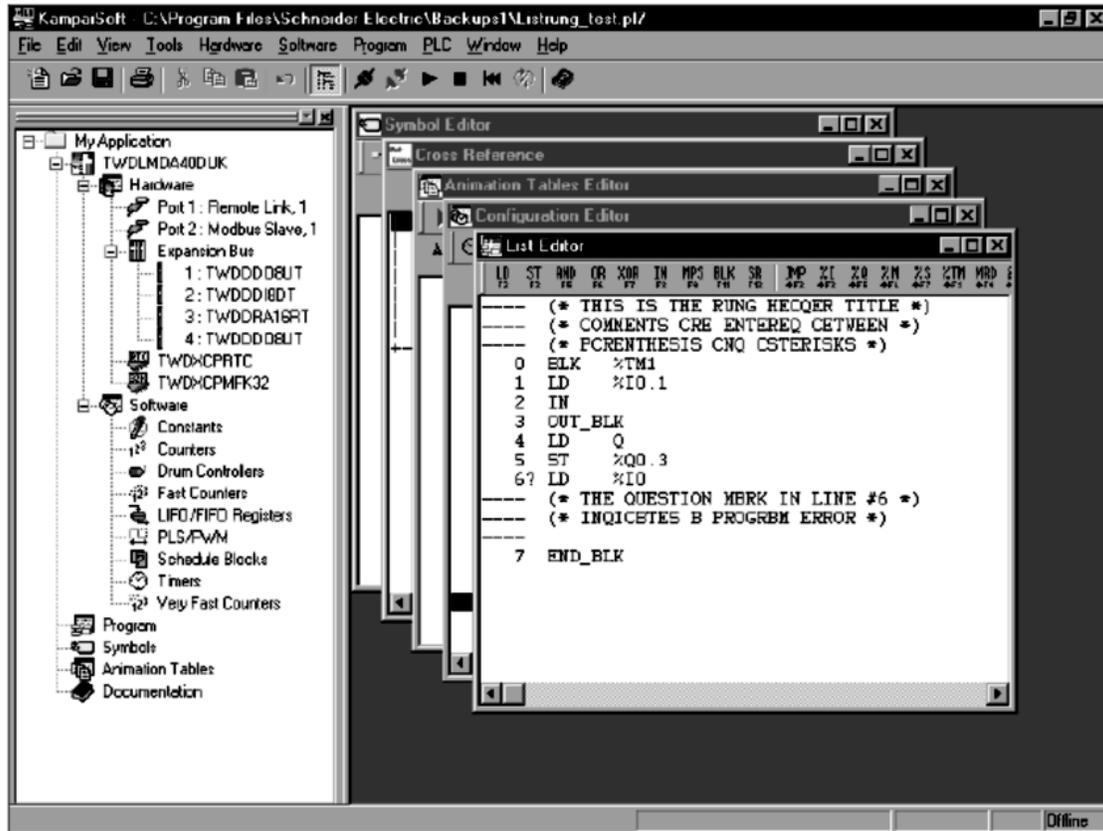


Figura 11.- Software SCADA de control

Para cada caso el fabricante proporciona lo necesario, el equipo o el software y/los cables adecuados. Cada equipo, dependiendo del modelo y del fabricante, puede poseer una conexión a uno o varios de los elementos anteriores.

#### 2.1.4 Clasificación

El parámetro indicador que habitualmente define un PLC es la clasificación por cantidad de entradas y salidas (E/S), a pesar de su arbitrariedad.

Los fabricantes ofrecen características tales como: la capacidad de memoria, operaciones aritméticas, en directa relación a la cantidad de entradas y salidas que el controlador puede manejar.

Así, por ejemplo, suele haber una directa relación entre la clasificación de PLC como integrales, y los clasificados como micro PLC por la cantidad de E/S.

#### 2.1.4.1 Cantidad de Entradas y Salidas

Una de las clasificaciones más comunes de los PLC hace referencia en forma directa a la cantidad de entradas y salidas (E/S o I/O) de un PLC y nos dice que un PLC es considerado micro PLC cuando tienen menos de 64 E/S, pequeños cuando tienen menos de 256 E/S, medianos cuando tienen menos de 1024 E/S y grandes cuando tienen más de 1024 E/S.

#### 2.1.4.2 Estructura

Otras de las clasificaciones que se suelen hacer con respecto a los PLC son por su construcción. Estos pueden ser compactos o modulares.

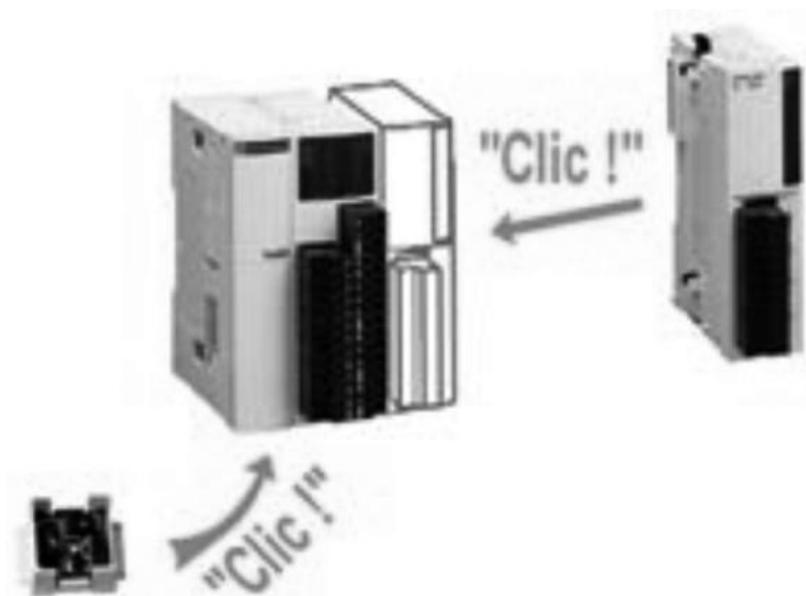
Un PLC es compacto cuando todas sus partes se encuentran en la misma caja, compartimiento o chasis.



*Figura 12.- Estructura física de PLC compacto*

Los PLC compactos suelen ser los más baratos y pequeños, pero tienen la desventaja de sólo poder ampliarse con muy pocos módulos.

Un PLC es modular cuando se puede componer o armar en un bastidor o base de montaje, sobre el cual se instalan la CPU, los módulos de entradas/salidas y los módulos de comunicaciones si fueran necesarios, entre otros.



*Figura 13.- Estructura física de PLC modular*

La principal ventaja de un PLC modular es que el usuario puede componer su equipo como sea necesario, y luego puede ampliarlo si su aplicación lo requiere. También suelen poseer instrucciones más complejas, un lenguaje de programación más potente y posibilidades de comunicaciones.

La desventaja es que suele ser un poco más caro y voluminoso que el integral. Algunos módulos de E/S tienen forma de tarjetas con una bornera en el frente y un conector macho en su parte posterior.

A estos módulos muchas veces se los denomina tarjetas de entradas y/o salidas. Estos módulos o tarjetas existen con distintos números de entradas y/o salidas. Podemos encontrar entre 4, 8, o 16, puntos de entradas y/o salidas en la misma tarjeta. Algunas empresas tienen módulos de alta densidad con 32 o más puntos de E/S.

Algunos PLC modulares tienen en sus tarjetas o módulos las borneras desmontables.

Esto es particularmente útil en caso de tener que reemplazar algunos de los módulos. Pues no será necesario recablear las entradas o salidas.

### **2.1.5 Funcionamiento del PLC**

En la mayoría de los PLC (Autómata Programable o Controladores Lógicos Programables) el funcionamiento es de tipo cíclico y secuencial, es decir, que las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómata está bajo tensión.

### 2.1.5.1 Tiempo de Barrido o “Scan Time”

Es el tiempo que demanda al PLC completar un ciclo. A cada ciclo de tareas se lo denomina Barrido o Scan.

Una típica secuencia se detalla a continuación:

- Autodiagnóstico: el autodiagnóstico se realiza cuando el PLC es conectado a tensión y es una verificación de todos sus circuitos. Si existiera algún problema el PLC emitiría alguna señal luminosa indicando el tipo de error que ha detectado.
- Lectura del registro de entradas y creación de una imagen de las entradas en la memoria: el PLC revisa cada entrada para determinar si está encendida o apagada (entrada binaria o de dos estados) Revisa las entradas desde la primera a la última, graba estos estados en la memoria creando la imagen de las entradas para ser utilizada en el paso siguiente.
- Lectura y ejecución del programa: acudiendo a la imagen de las entradas y salidas en memoria, la CPU ejecuta el programa realizado por el usuario. La ejecución del programa se realiza instrucción por instrucción y en el orden en que se determinó. Como ya se ha revisado el estado de las entradas, el programa puede tomar decisiones basado en los valores que fueron guardados. Las decisiones que toma el programa, en última instancia, corresponden a los valores que van a tomar cada una de las salidas, estos valores son almacenados en registros para ser utilizados en la etapa final.
- Atención de las comunicaciones.
- Actualización del registro de salidas: renovación de todas las salidas, en forma simultánea, en función de la imagen de las mismas, obtenidas al final de la ejecución del programa.

Los fabricantes en general dan el tiempo de barrido para ejecutar 1K (1024) de instrucciones de lógica booleana.

Sin embargo, al no estar normalizados el tipo de instrucciones a utilizar en el ensayo, el dato no alcanza para comparar distintos PLC. Puede darse el caso de que un PLC ejecute un cierto tipo instrucciones más rápido que otro o viceversa. Para determinar en forma certera el tiempo de barrido se requiere la determinación del tiempo que le insume al procesador la ejecución de cada una de las instrucciones utilizadas, así como el tiempo consumido por las demás funciones que ejecuta la CPU.

### 2.1.5.2 Ciclo de funcionamiento

Existen dos posibilidades en cuanto al ciclo de ejecución, que el autómata esté en RUN o en STOP.

En cada uno de estos casos el autómata se comporta de la siguiente manera:

- Autómata en RUN: el procesador ejecuta el tratamiento interno, la confirmación de entradas, el tratamiento del programa y la actualización de las salidas.
- Autómata en STOP: en este caso no se ejecuta el tratamiento del programa.

En la mayoría de los PLC existe un indicador luminoso en la parte frontal con la leyenda de RUN, que nos muestra cuando el microprocesador está ejecutando el programa. Cuando este indicador se encuentra en apagado el controlador no está ejecutando el programa o bien se encuentra en modo Stop.

Otro indicador luminoso, con la leyenda de ERROR, nos muestra cuando se ha encontrado una falla en la etapa de autodiagnóstico. En la mayoría de los casos cuando se detecta un error se detiene automáticamente la ejecución del programa.

### 2.1.6 Lenguaje de programación

Cuando se habla de los lenguajes de programación se hace referencia a diferentes formas de poder escribir el programa usuario.

Los softwares actuales permiten traducir el programa usuario de un lenguaje a otro, pudiendo así escribir el programa en el lenguaje que más convenga.

La creciente complejidad en la programación de los autómatas programables requiere más que nunca de la estandarización de la misma. Bajo la dirección del IEC el estándar IEC 1131-3 (IEC 65) para la programación de PLC ha sido definido.

Alcanzó el estado de estándar internacional en agosto de 1992.

Con la idea de hacer el modelo adecuado para un gran abanico de aplicaciones, cinco lenguajes han sido definidos en total:

- Gráfico secuencial de funciones (Grafcet)
- Lista de instrucciones.
- Texto estructurado.
- Diagrama de flujo.
- Diagrama de contactos o Lógica de Escalera o Ladder Logic.

No obstante, los lenguajes de programación más empleados en la actualidad son: el listado de instrucciones y el esquema de contactos o Ladder Logic.

### 2.1.6.1 Diagrama de Contactos o Lógica de Escalera

Tradicionalmente los diagramas de lógica de escalera están compuestos por dos líneas verticales que representan las líneas de alimentación, mientras que los renglones contienen los cableados, los arreglos de contactos y las bobinas de relés. En los PLC, los diagramas de Lógica de Escalera o Ladder Logic son una manera fácil de dibujar los programas.

Una ventaja importante es que los símbolos básicos están normalizados según NEMA y son empleados por todos los fabricantes. En la tabla que sigue se puede ver una comparación entre lo que significa los dibujos para la antigua lógica de escalera y para la moderna programación de un PLC.

**Comparación de los diagramas Ladder**

Simbología	Conexión Física de Relé	Programación por PC
Líneas Verticales	Bus Principal	Comienzo y Fin del renglón
Renglones o Peldaños	Ramas del Circuito	Conjunto de Instrucciones
	Contactos	Dirección de dispositivos de entradas y salida
	Bobinas de Relés	Dirección en registros de salida
Implementación	Conexión de cables siguiendo el esquema.	Entrada de símbolos con el dispositivo de programación

*Figura 14.- Tabla de comparaciones de diagramas Ladder*

Cada contacto y cada bobina de relé representan una localización en el registro de entradas o salidas. Debe quedar claro que los dibujos sólo “representan” relés que no existen físicamente. El símbolo de una bobina de relé representa un bit del registro de las salidas, que podrá estar encendido (puesto en “1”) o apagado (puesto en “0”) durante la ejecución del programa.

Cada renglón o peldaño del diagrama de lógica de escalera del PLC corresponde a un conjunto de instrucciones para el PLC, ese conjunto de instrucciones le dirá al PLC que hacer en respuesta al estado de las entradas (contactos)

### 2.1.6.2 Listado de instrucciones (mnemónico)

Utiliza instrucciones derivadas de las operaciones del álgebra de Boole, combinadas con otras que permiten representar funciones como temporizadores, contadores, movimientos de datos en la memoria y cálculos (suma, resta,

multiplicación, división, raíz cuadrada, cálculo de porcentaje, cambios en el sistema de numeración, etc.)

Cada instrucción está formada por un mnemónico o código, (abreviatura que representa una función), y uno o varios argumentos (variables que indican la dirección de memoria sobre la que se va a trabajar)

Como puede imaginarse existe una equivalencia o correspondencia entre la lógica de escalera y el listado de instrucciones. En muchos PLC esta equivalencia se puede ver en forma inmediata sólo con activar un icono de la pantalla de programación.

### **2.1.6.3 Diagramas de funciones**

El diagrama de funciones (function block diagram o FBD) es un lenguaje gráfico que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre sí de forma análoga al esquema de un circuito. El uso de FBD es adecuado para muchas aplicaciones que involucren el flujo de información o datos entre componentes de control.

### **2.1.6.4 Texto estructurado**

El texto estructurado (structured text o ST) es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida al PASCAL. El ST puede ser empleado para realizar rápidamente sentencias complejas que manejen variables con un amplio rango de diferentes tipos de datos, incluyendo valores analógicos y digitales. También se especifica tipos de datos para el manejo de horas, fechas y temporizaciones, algo importante en procesos industriales. El lenguaje posee soporte para bucles como REPEAT UNTIL, ejecuciones condicionales empleando sentencias IF-THEN-ELSE y funciones como SQRT () y SIN ()

### **2.1.6.5 Grafset**

El gráfico secuencial de funciones (SFC o Grafset) es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa.

Soporta selecciones alternativas de secuencia y secuencias paralelas. Los elementos básicos son pasos y transiciones. Los pasos consisten en piezas de programas que son inhibidas hasta que una condición especificada por las transiciones es conocida.

Como consecuencia de que las aplicaciones industriales funcionan en forma de pasos, el SFC es la forma lógica de especificar y programar el más alto nivel de un programa para PLC.

## 2.2 Sistema Scada

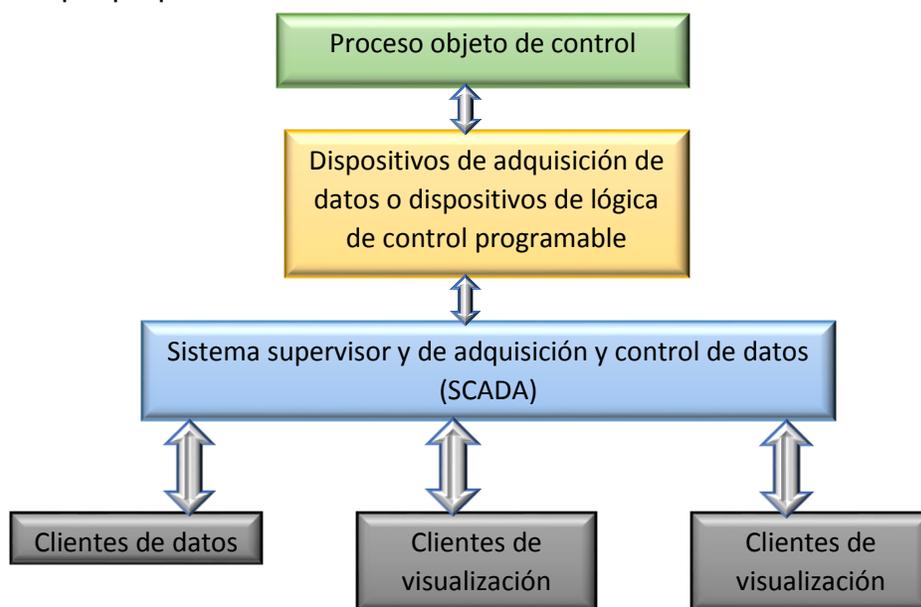
Los sistemas SCADA originalmente se diseñaron para cubrir las necesidades de un sistema de control centralizado, sobre procesos o complejos industriales distribuidos sobre áreas geográficas muy extensas. Tal es así que en la definición clásica de un sistema SCADA se hace referencia a esta característica. Hoy en día, con el desarrollo de las redes digitales, la definición se tiene que modificar para incluir esta nueva forma de conectividad.

### 2.2.1 Definición

SCADA viene de las siglas: "Supervisory Control And Data Acquisition"; es decir: hace referencia a un sistema de adquisición de datos y control supervisor.

Tradicionalmente se define a un SCADA como un sistema que permite supervisar una planta o proceso por medio de una estación central que hace de Master (llamada también estación maestra o unidad terminal maestra, MTU) y una o varias unidades remotas (generalmente RTUs) por medio de las cuales se hace el control/adquisición de datos hacia / desde el campo. [7]

Si bien las topologías que sobre las que se sustentan los sistemas SCADA se han adecuado a los servicios de los sistemas operativos y protocolos actuales, las funciones de adquisición de datos y supervisión no han variado mucho respecto a las que proponían en sus inicios.



*Figura 15.- Esquema de partes de un sistema SCADA en un proceso automatizado*

1. Proceso Objeto del control: Es el proceso que se desea supervisar. En consecuencia, es el origen de los datos que se requiere coleccionar y distribuir.
2. Adquisición de Datos: Son un conjunto de instrumentos de medición dotados de alguna interface de comunicación que permita su interconexión.

3. SCADA: Combinación de hardware y software que permita la colección y visualización de los datos proporcionados por los instrumentos.
4. Clientes: Conjunto de aplicaciones que utilizan los datos obtenidos por el sistema SCADA.

Un término clave en la definición, al que muchas veces no se le da adecuada atención, es el de supervisión, que significa que un operador humano es el que al final tiene la última decisión sobre operaciones, generalmente críticas, de una planta industrial. La importancia de esta definición está en que se contrapona a la idea generalizada, que a veces si se hace, de que en la unidad master se hace control automático del proceso supervisado.

Es cierto que puede hacerse control automático, pero debe evaluarse suficientemente su implementación, tomando sobre todo en consideración la confiabilidad de los enlaces (en particular si son de larga distancia) que transportan los datos y comandos desde y hacia el campo. Una falla de comunicación, significaría dejar fuera de control el proceso. Esto explica por qué ahora la industria favorece a los sistemas de control distribuido.

### 2.2.2 Arquitectura de los sistemas SCADA

Históricamente los sistemas SCADA presentan un equipo que, conectado físicamente a los dispositivos de adquisición de datos, actúa como servidor para sus clientes interconectados a través de una red de comunicaciones.

El siguiente esquema expone la topología tradicional de un sistema SCADA conectado a un proceso industrial automatizado.

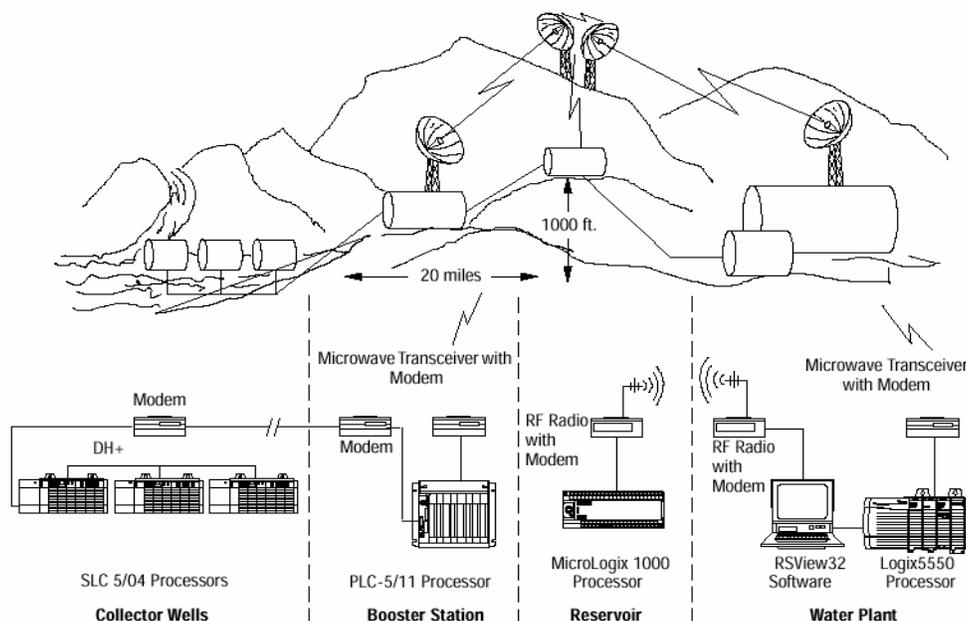


Figura 16.- Arquitectura típica de un sistema SCADA

El flujo de la información es como sigue: un fenómeno físico (presión, temperatura, flujo, el disparo de un breaker, exceso de presión en una tubería, nivel de un tanque, etc.), es captado por un transductor, el cual alimenta una señal eléctrica a un transmisor para que éste entregue una señal análoga también eléctrica pero normalizada (4 a 20 mA, o 0 a 5 V DC, o desde 0 a 10 V DC) hacia un PLC o RTU. Dependiendo del caso, el transmisor además proveerá aislación eléctrica y filtraje con el objeto de reducir posibles transitorios y ruido originado en el campo.

La señal que entregan los transmisores se envía hacia un cuarto de control donde se reúne la información de toda la planta industrial, y así es como aparecieron y se desarrollaron los sistemas SCADA basados en redes análogas 4-20 mA.

Donde las distancias son grandes (20 Km se considera el punto de “equilibrio”) los enlaces se hacen con técnicas inalámbricas; en ese entonces se empezó con enlaces de RF o Microondas.

Una vez que los datos llegan al centro de acopio, generalmente una computadora, se los almacena para su análisis, generación de históricos y para la Toma de decisiones. Simultáneamente, por medio de una HMI se muestra La información al operador del sistema, para la supervisión.

Basado en la información, el operador puede tomar decisiones que pueden modificar el trabajo del proceso supervisado (cerrar o disparar un breaker, arrancar o detener un motor, abrir o cerrar una válvula, valores análogos para fijar una presión o voltaje, sincronización de fecha y hora, envío de data históricos, etc.). Pero debe entenderse que el operador la mayoría del tiempo actúa sujeto a normas emitidas muchas veces por el mismo equipo que diseño el proceso o la planta. Es fácil entender que no se puede dejar a una sola persona o grupo de personas (los operadores del SCADA) que tomen decisiones que pueden comprometer al producto, equipos, incluso personal en el campo.

El operador comanda a la computadora y ésta obedece enviando un dato que al final llegará a un actuador (bobina de un relee, solenoide de una electro válvula, servomotor de una válvula de control, etc.) que al mover un elemento final logran controlar la variable bajo supervisión o control en el campo.

En aquellas ocasiones donde se debían construir enlaces de larga distancia sean con hilos o inalámbricos, resultaba muy costosa la inversión para tan solo transmitir el dato de una variable física. Es aquí donde apareció la RTU que es un dispositivo que permite concentrar la información desde / hacia muchos transductores / actuadores y prepararlos para su transmisión / recepción.

### 2.2.3 Sistemas de Control Distribuido

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

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

De esta forma, si una unidad de control falla, el resto de unidades podría seguir funcionando.

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

A los sistemas de control distribuido se da preferencia hoy en día en la mayoría de las empresas industriales, buscando aprovechar la mejor confiabilidad de su diseño; y se han ajustado los sistemas SCADA para supervisar a los PLCs y controladores que conforman el DCS.

Es típico que un operador humano trate de comunicarse con el DCS de alguna forma sobre todo para cambiar su programación o configuración. Esta tarea se puede hacer mediante consolas de mano, pero ahora hay la opción de hacer estas tareas desde el SCADA.

### 2.2.4 Sistema multiplexor

Los sistemas multiplexores permiten transmitir los datos que hay en un sitio a varios otros sitios, o viceversa, recibir información desde varias fuentes o canales y enviarlos por un solo canal. Para cumplir con esta tarea estos sistemas emplean el concepto de multiplexión. El equipo multiplexor “barre” o se comunica por turnos con las unidades con las que se debe comunicar, evitando así utilizar diferentes canales de comunicación para cada enlace,.. Este principio de funcionamiento es el que ha madurado hasta convertirse a la fecha en los modernos sistemas de Multiplexión en el Dominio de Tiempo (TDM).

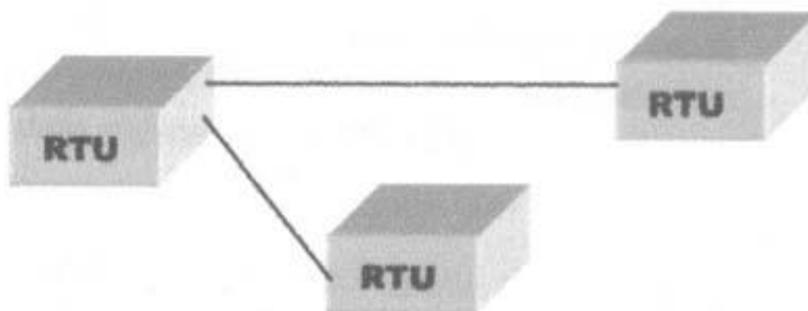


Figura 17.- Sistema multiplexor

Tal como se muestra en la figura anterior, la RTU (como se verá más adelante, un equipo que permite recopilar datos desde transductores o trasmisores y / o enviar órdenes de control a actuadores, situados en el campo) de la izquierda se conecta por turnos con las RTUs de la derecha. Los enlaces puede ser de cobre, fibra o inalámbricos.

Hay circuitos multiplexores que reciben directamente la información desde las entradas análogas / digitales y las transmiten por cable o radio a un circuito receptor multiplexor remoto que se encarga de recuperar las mismas señales análogo / digitales que fueron entregadas al transmisor multiplexor. Un esquemático de un par de multiplexores (transmisor y receptor) trabajando en pareja (back to back) se muestra en la figura siguiente.

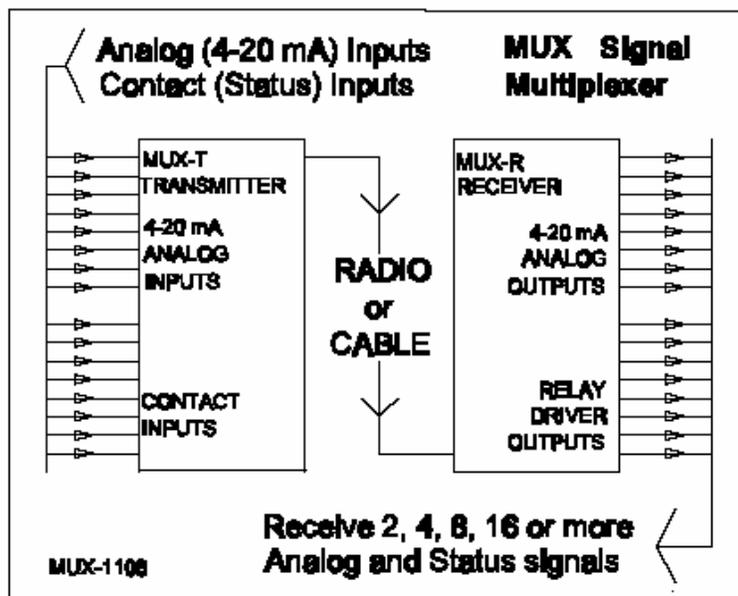


Figura 18.- Mux transmisor y receptor

Es posible sincronizar varios de estos multiplexores para que trabajen sobre un solo enlace de cable o radio.

El término “multiplexión” es muy amplio y se aplica a muchos dispositivos. Por ejemplo, una RTU es capaz de “barrer” sus entradas / salidas tanto análogas como digitales, y es de por sí un dispositivo multiplexor.

### **2.2.5 HMI MMI**

Una Interfaz Hombre-Máquina, HMI (Man-Machine Interface, MMI), es un mecanismo que le permite a un operador humano interactuar con una máquina o proceso y determinar el estado (prendido / apagado) o magnitud de los dispositivos y/o variables físicas que están presentes en una planta o proceso industrial.

Una HMI puede ser tan simple como un interruptor para encender un motor y una lámpara indicadora del estado del mismo, hasta una o varias pantallas desarrolladas en una computadora que llegan a mostrar en la pantalla del monitor representaciones esquemáticas de todo el proceso bajo supervisión, incluyendo valores en tiempo real de las variables presentes en ese momento en la planta. Un ejemplo conocido de una HMI es el cajero automático que posibilita al usuario ejecutar una serie de transacciones bancarias.

Para manejar un sistema SCADA generalmente se recurre a un paquete de software especializado que funciona en la computadora central, por medio del cual se desarrolla una o varias “pantallas” que actúan como una interfaz gráfica entre el hombre y la máquina o el proceso. De esta forma es posible supervisar o cambiar puntos de consigna o reconfigurar dispositivos en el proceso supervisado por medio de acciones ingresadas por el operador en la computadora. Además, estos paquetes tienen opciones que permiten proveer a un nivel superior administrativo información selecta que se genere en el proceso productivo.

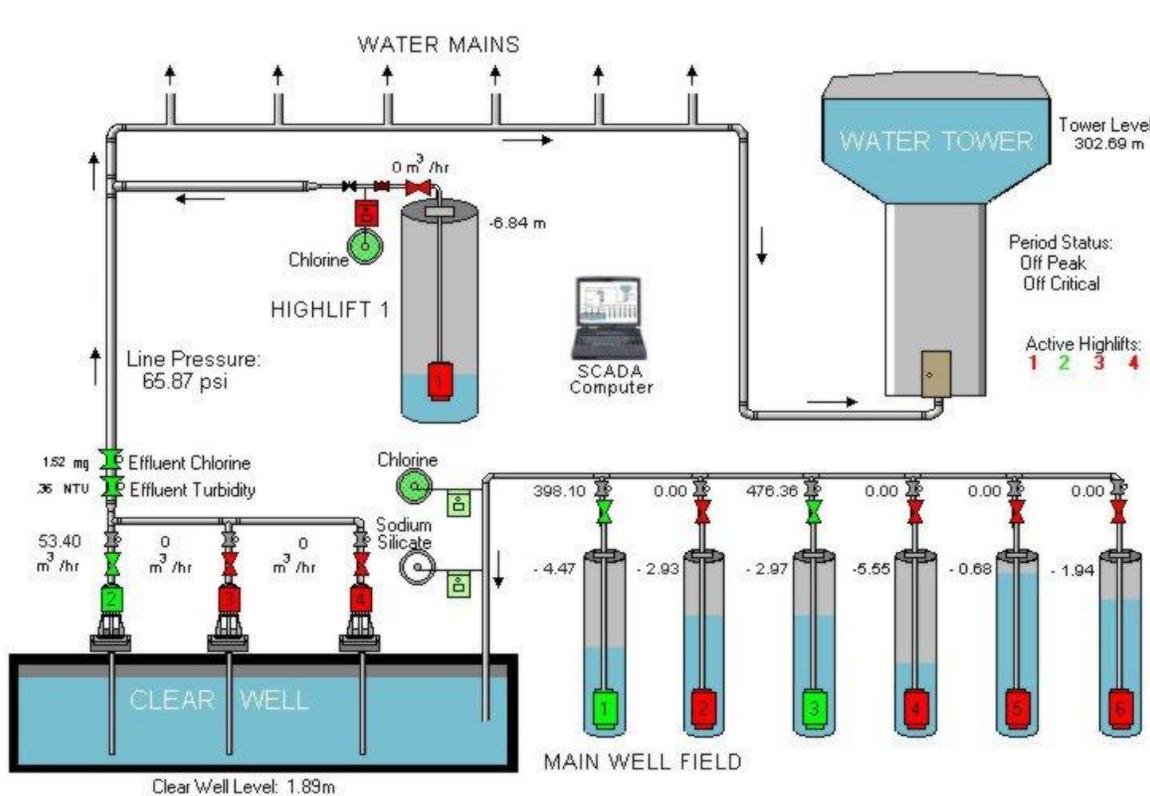


Figura 19.- Ejemplo de un HMI en un sistema SCADA

Programas como el InTouch de la Wonderware, Lookout de la Nacional Instruments, por mencionar algunos, constituyen plataformas de desarrollo abiertas que facilitan el diseño de las HMI en computadoras. Existen también plataformas propietarias como RSView, WINCC, que pertenecen a empresas de gran prestigio, lo que garantiza la solides de estos productos. Algunos de estos paquetes de desarrollo incluyen muchas herramientas poderosas que permiten el desarrollo de HMIs de mucho potencial de procesamiento.

Si bien en la actualidad los SCADA incluyen tecnologías de comunicación modernas, no empezaron así. A continuación se detalla su evolución.

### 2.3 Compact Logix 1769-PA4

Las fuentes de alimentación eléctrica Compact I/O proporcionan alimentación eléctrica de 120/240 VCA y de 24 VCC a los módulos, que se pueden colocar en el lado izquierdo o derecho de la fuente de alimentación eléctrica 1769. Se pueden colocar hasta ocho módulos de E/S a cada lado de la fuente de alimentación eléctrica. [8]

#### 2.3.1 Ambiente y envolvente

Este equipo está diseñado para utilizarse en un ambiente industrial con un grado de contaminación 2, en aplicaciones con sobrevoltajes de categoría II (según se define

en la publicación 60664-1 de la IEC), a altitudes de hasta 2000 metros (6562 pies), sin reducción del régimen nominal.

Este equipo se considera equipo industrial Grupo 1, Clase A, según la publicación 11 de la IEC/CISPR. Si no se toman las precauciones adecuadas, pueden surgir dificultades para garantizar la compatibilidad electromagnética en otros ambientes debido a perturbaciones conducidas y radiadas.

Este equipo se suministra como equipo de tipo abierto. Debe montarse dentro de un envolvente con el diseño adecuado para esas condiciones ambientales específicas, y estar apropiadamente diseñado para evitar lesiones que resulten del acceso a piezas energizadas. El envolvente debe tener propiedades retardadoras de llama a fin de prevenir o minimizar la propagación de llamas, y debe tener una clasificación de propagación de llamas de 5 VA, V2, V1, V0 (o equivalente) si no es metálico. El interior del envolvente solamente debe ser accesible por medio de una herramienta. Es posible que las secciones subsiguientes de esta publicación contengan información adicional relacionada con las clasificaciones de los tipos específicos de envolventes que se requieren para cumplir con las certificaciones de seguridad de ciertos productos.

### 2.3.2 Arquitectura de Compact Logix 1769-PA4

La siguiente figura muestra las características físicas de la fuente de alimentación Compact Logix 1769-PA4

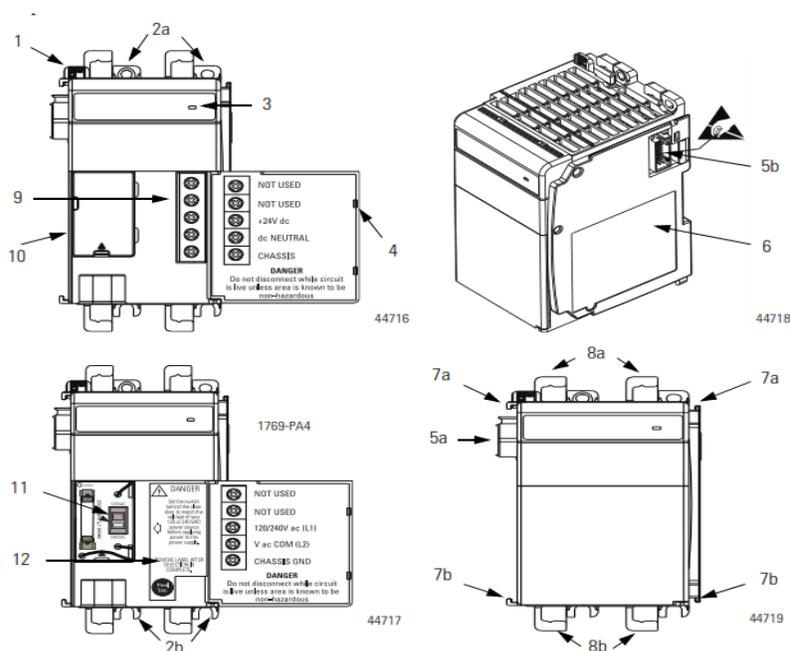


Figura 20.- Características física del Compact Logix 1769-PA4

## Características físicas

- 1.- Palanca de bus con función de enclavamiento
- 2a.- Lengüetas de montaje en el panel superior
- 2b.- Lengüetas de montaje en el panel inferior
- 3.- Indicador de estado
- 4.- Puerta de la fuente de alimentación eléctrica con etiqueta de identificación de terminales
- 5a.- Conector de bus móvil con pines hembra
- 5b.- Conector de bus fijo con pines macho
- 6.- Etiquetas de la placa del fabricante
- 7a.- Ranuras de machihembrado superiores
- 7b.- Ranuras machihembrados inferiores
- 8a.- Seguros de riel DIN superior
- 8b.- Seguros de riel DIN inferior
- 9.- Bloque de terminales con cubierta de protección contra contacto accidental
- 10.- Selector de alimentación de entrada de línea de q20 VCA 0 240 VCA
- 12.- Etiqueta de selector extraíble

### 2.3.3 Instalación de una fuente de alimentación de expansión de E/S

Las fuentes de alimentación de expansión Compact I/O son adecuadas para ser usadas en ambientes industriales cuando se instalan de acuerdo a estas instrucciones. Específicamente, este equipo ha sido diseñado para ser usado en ambientes limpios y secos (grado de contaminación 2 (1)) y para circuitos que no excedan sobre voltaje de Categoría II

### 2.3.4 Especificaciones técnicas

Atributo	Compact Logix 1769-PA4
Rango de voltajes de entrada	85...132 VCA o 170...265 VCA, seleccionable mediante interruptor
Rango de frecuencia de entrada	47-63 Hz
Clasificación de distancia respecto a la fuente de alimentación eléctrica	Se puede conectar 8 módulos de E/S a cada lado de la fuente de alimentación con un máximo de 16 módulos
Altitud de funcionamiento	2000 m
Voltaje de aislamiento	265 V (continuos), tipo de aislamiento reforzado (puesta a tierra obligatoria IEC Clase 1) Rutina probada a 2596 VCC durante 1 s, alimentación de entrada de CA al sistema
Consumo energético	200 VA a 120 VCA 240 VA a 240 VCA
Disipación de energía	18 W a 60 °C
Capacidad de corriente a 5 V	4.0 A

Capacidad de corriente a 24 V	2.0A
Corriente de entrada al momento del arranque, Max.	25A a 132 VCA
Tipo de fusible	Wickmann 19195-3.15A Littelfuse 02183.15MXP
Dimensiones aprox. (alto x ancho x prof.)	118 x 70 x 87 mm (4.65 x 2.76 x 3.43 pulg.) La altura, incluidas las lengüetas de montaje, es 138 mm (5.43 pulg.)
Calibre de cable	2.5 mm <sup>2</sup> (14 AWG) cable de cobre sólido con capacidad nominal de 90 °C (194 °F) o superior, aislamiento máximo de 1.2 mm (3/64 pulg.)

Tabla 1.- Especificaciones Técnicas 1769-PA4

## 2.4 Compact Logix 1769-L32E

### 2.4.1 Descripción general de los controladores Compact Logix 1769

Estos controladores ofrecen control, comunicación y elementos de E/S avanzados en un paquete de control distribuido. [9]

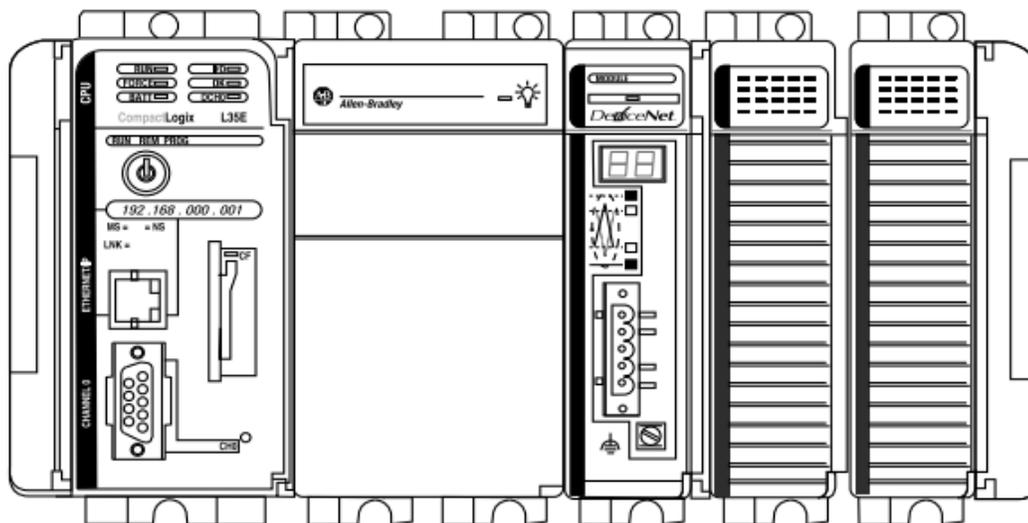


Figura 21.- Controlador Compact Logix y módulos E/S 1769

Para un sistema más flexible, se usa:

- Varios controladores en un único chasis.
- Varios controladores unidos a través de redes.
- E/S en varias plataformas que se distribuyen en muchos lugares y conectadas a través de varios vínculos de E/S.

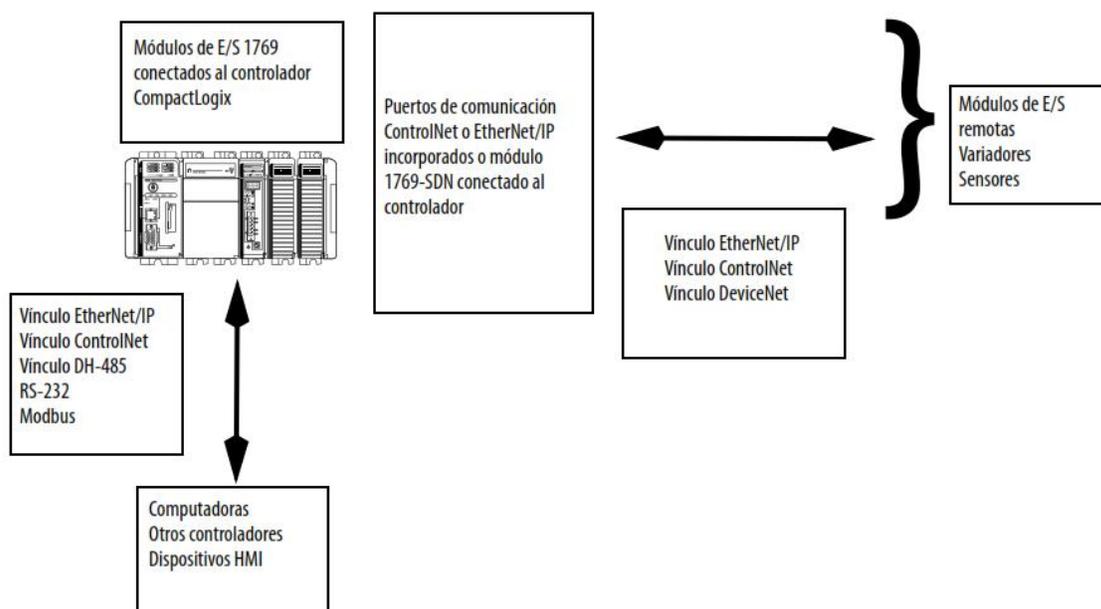


Figura 22.- Descripción general del sistema Compact Logix

El controlador CompactLogix, parte de la familia de controladores Logix, proporciona un sistema pequeño, eficiente y rentable que consta de lo siguiente:

- Software de programación RSLogix™ 5000
- Puertos incorporados de comunicación para redes EtherNet/IP (solo 1769-L32E y 1769-L35E) y ControlNet (solo 1769-L32C y 1769-L35CR solo)
- Un módulo de interface de comunicación 1769-SDN proporciona control de E/S y la configuración remota de los dispositivos a través de DeviceNet
- Un puerto serial incorporado en cada controlador CompactLogix
- Módulos Compact I/O que proporcionan un sistema de E/S compacto, montado en panel o riel DIN

## 2.4.2 Instalación del controlador Compact Logix 1769-L32E

### 2.4.2.1 Requerimientos

Al planificar el sistema CompactLogix, tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El controlador CompactLogix es siempre el módulo del extremo izquierdo en el sistema.
- El controlador debe estar a una distancia no superior a cuatro módulos de la fuente de alimentación del sistema. Algunos módulos de E/S pueden estar a una distancia de hasta ocho módulos de la fuente de alimentación. Consulte la documentación correspondiente a sus módulos de E/S 1769 para obtener información detallada.

- El controlador 1769-L32E admite hasta 16 módulos de E/S y el controlador 1769 L35E admite hasta 30 módulos de E/S. Ambos controladores pueden utilizar un máximo de 3 bancos de E/S con 2 cables de expansión.
- Cada uno de los bancos de E/S requiere su propia fuente de alimentación eléctrica.
- Solo se puede utilizar un controlador en un sistema CompactLogix.
- Una tapa de extremo derecho 1769-ECR o una tapa de extremo izquierdo 1769 ECL es necesaria para terminar el extremo del bus de comunicación.

#### 2.4.2.2 Establecimiento de la dirección de nodo

Cada red ControlNet requiere al menos un módulo capaz de almacenar parámetros y configurar la red con esos parámetros en el momento de la puesta en marcha. El controlador CompactLogix se denomina custodio porque conserva la configuración de la red.

El controlador CompactLogix puede guardar los parámetros de la red en cualquier dirección de nodo legal (01...99). Varios dispositivos de cualquier red pueden actuar como custodios de la red. Todos los dispositivos capaces de ser el custodio de la red actúan como copias de seguridad del custodio actual.

Esta función de copia de seguridad es automática y no requiere ninguna acción por parte del usuario.



Figura 23.- Selectores de Establecimiento de nodo

#### 2.4.3 Asignación de dirección IP

Puede establecer la dirección IP mediante cualquiera de estas utilidades:

- Utilidad BOOTP de Rockwell (disponible con el software RSLinx y RSLogix 5000)
- Software RSLinx
- Software RSLogix 5000

##### 2.4.3.1 Utilizar BOOTP para establecer la dirección IP

La utilidad BOOTP es un programa independiente que se encuentra en unode los siguientes directorios:

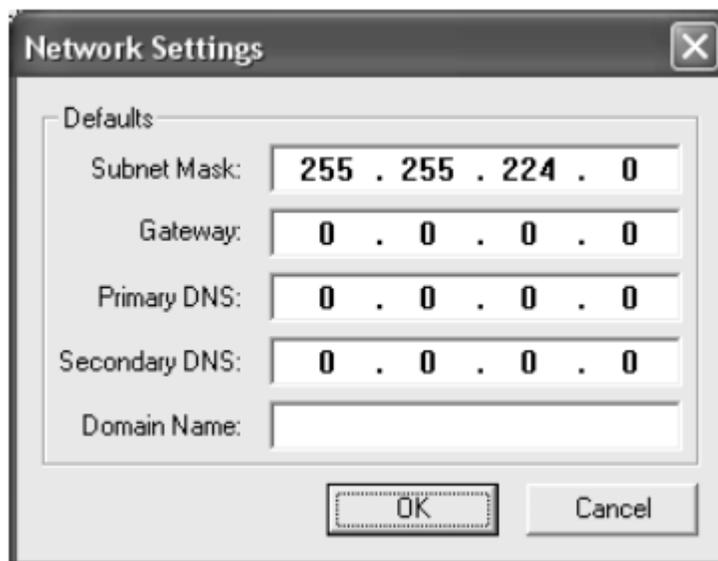
- Directorio RSLinx Tools en la carpeta de programa de Rockwell

Software® en el menú Start (Inicio)

La utilidad se instala automáticamente al instalar el software RSLinx.

- Directorio Utils en el CD de instalación del software RSLogix 5000  
Siga este procedimiento para utilizar la utilidad BOOTP.

1. Iniciar el software BOOTP.
2. Seleccionar Tools>Network Settings.
3. Introducir la máscara de Ethernet y gateway.
4. Hacer clic en OK.



*Figura 24.- Ventana de Network Settings*

En el cuadro de diálogo BOOTP Request History, puede ver las direcciones de hardware de los dispositivos que emiten solicitudes BOOTP.

5. Hacer doble clic en la dirección de hardware del dispositivo que desee configurar.

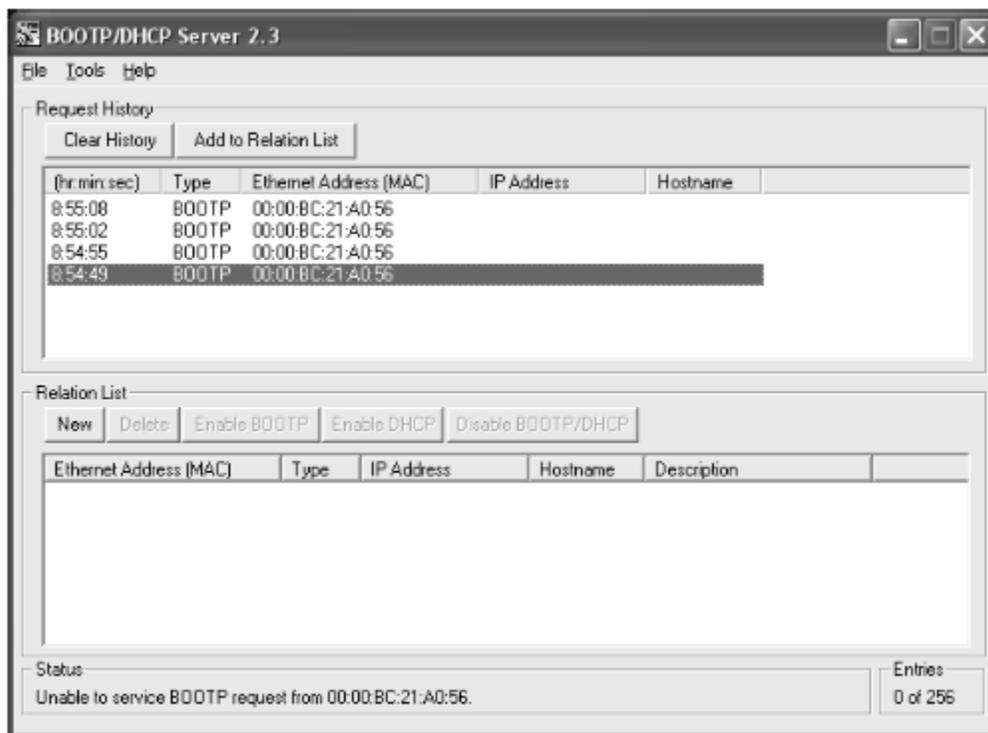


Figura 25.- Ventana de BOOT/DHVP Server

El cuadro de diálogo New Entry muestra la dirección Ethernet (MAC) del dispositivo.

6. Escriba la dirección IP.

7. Haga clic en OK.

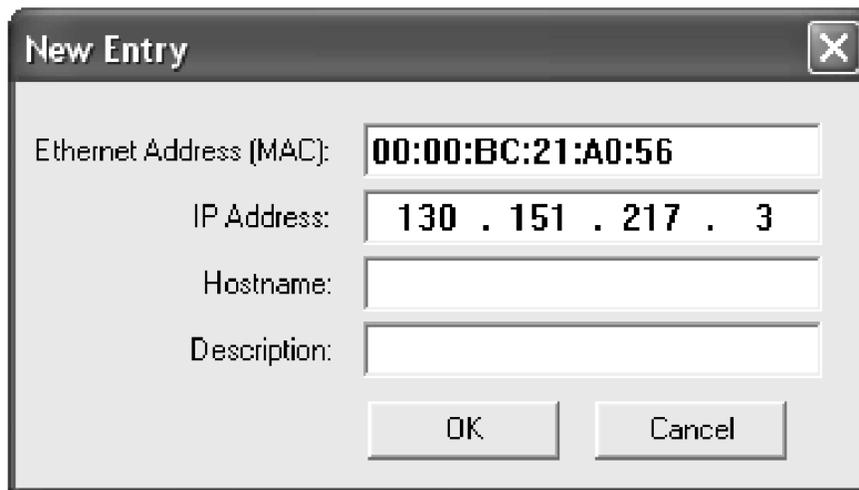


Figura 26.- Ventana de asignación de dirección IP

8. Para asignar permanentemente esta configuración al dispositivo, resalte el dispositivo y haga clic en Disable BOOTP/DHCP.

Cuando se desconecte y vuelva a conectar la alimentación eléctrica, el dispositivo utiliza la configuración que ha asignado y no emitirá una solicitud BOOTP.

## 2.4.4 Comunicación entre redes

Se describe cómo los controladores CompactLogix son compatibles con redes adicionales para permitir diversas funciones.

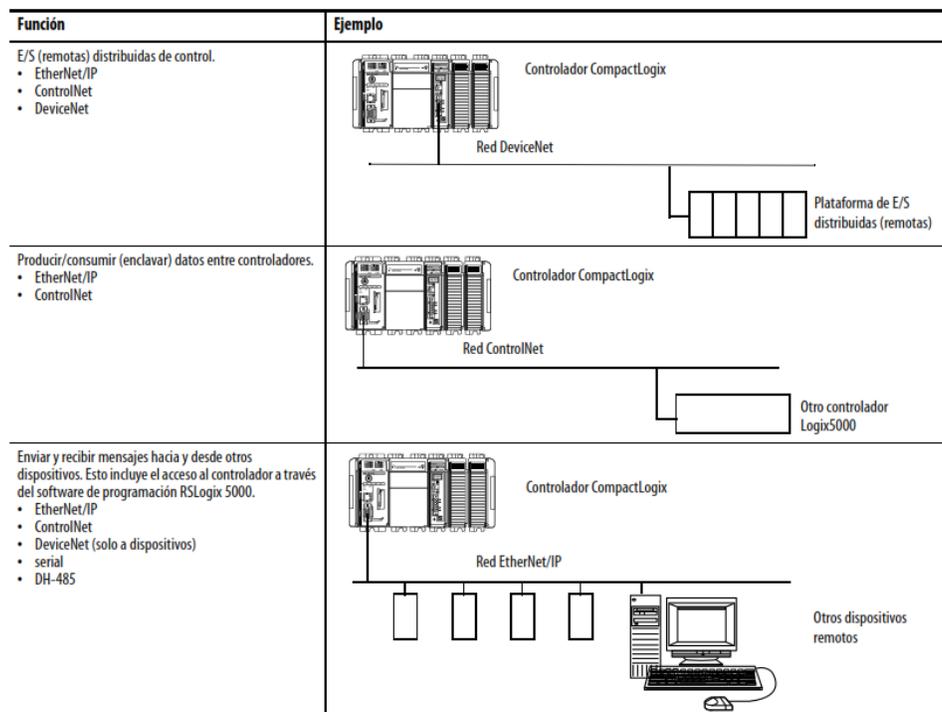


Figura 27.- Compatibilidad con redes del controlador Compact Logix

### 2.4.1 Comunicación de red Ethernet/IP

La red EtherNet/IP ofrece un conjunto completo de servicios de control, configuración y recolección de datos colocando el protocolo industrial com(CIP) sobre los protocolos de Internet estándar, tales como TCP/IP y UDP. Esta combinación de estándares bien aceptados proporciona la capacidad requerida para aceptar intercambio de datos y aplicaciones de control.

La red EtherNet/IP también utiliza medios físicos y componentes Etherestándar, lo que le representa una solución económica para su planta.

Para la comunicación EtherNet/IP, se pueden utilizar estos controladores CompactLogix con un puerto de comunicación EtherNet/IP incorporado

- Controlador CompactLogix 1769-L32E
- Controlador CompactLogix 1769-L35E

Se pueden usar varios productos de software con un controlador CompactLogix 1769 en una red EtherNet/IP.

Software	Funciones	Requisitos
Software de programación RSLogix 5000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurar el proyecto CompactLogix</li> <li>• Definir la comunicación EtherNet/IP</li> </ul>	Sí
Utilidad BOOTP/DHCP con software de programación RSLogix 5000	Asignar direcciones IP a dispositivos en una red EtherNet/IP	No
Software RSNetWorx para una red EtherNet/IP	Configurar dispositivos EtherNet/IP mediante direcciones IP y/o nombres de anfitrión	No

*Figura 28.- Combinación de software de red Ethernet/IP*

Los módulos de comunicación EtherNet/IP:

- Admiten transmisión de mensajes, tags producidos/consumidos, HMI y E/S distribuidas;
- Encapsulan mensajes dentro del protocolo TCP/UDP/IP estándar
- Comparten una capa de aplicación común con ControlNet y DeviceNet
- Interactúan a través de un cable de par trenzado RJ45 de categoría 5, sin blindaje
- Admiten operación half-duplex/full-duplex de 10 Mbps o 100 Mbps
- Admiten interruptores estándar
- No requieren ninguna programación de la red.
- No requieren tablas de encaminamiento.

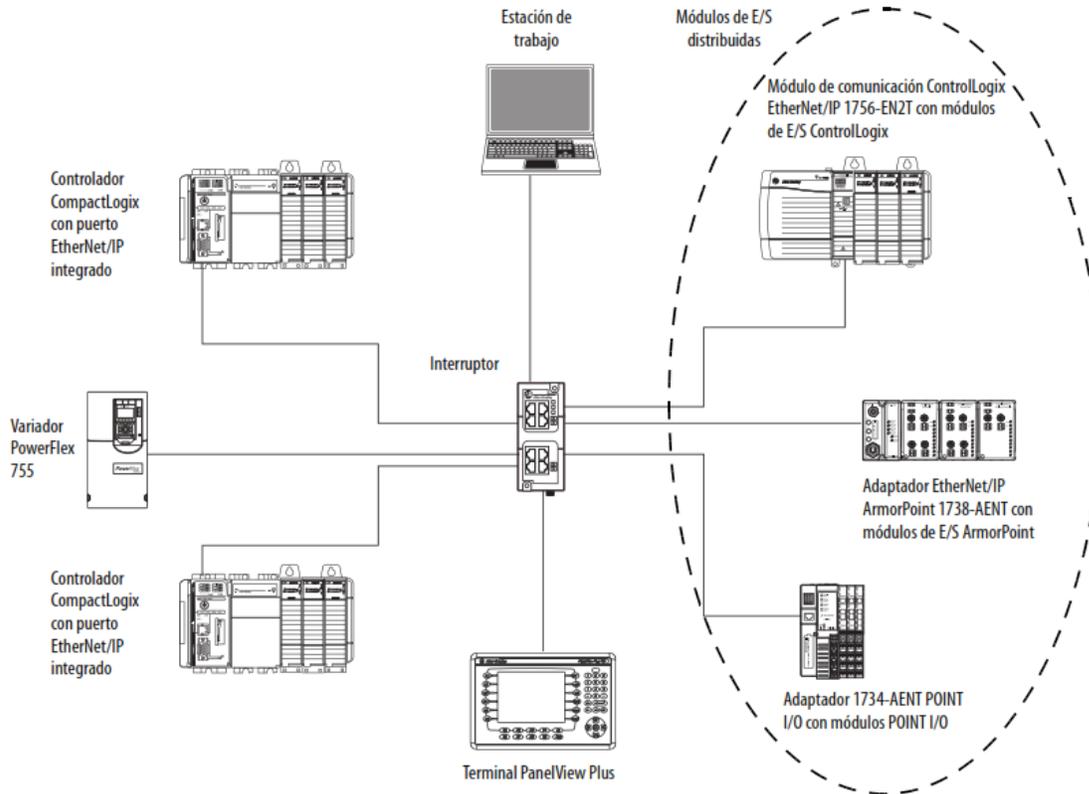


Figura 29.- Descripción general de Compact Logix Ethernet/IP

## Conexiones mediante una red Ethernet/IP

Al configurar el controlador para comunicarse con otros dispositivos en el sistema usted determina indirectamente el número de conexiones que usa el controlador. Las conexiones son asignaciones de recursos que proporcionan comunicaciones más confiables entre dispositivos que los mensajes no conectados.

Todas las conexiones Ethernet/IP son no programadas. Una conexión no programada es una transferencia de mensajes entre controladores activada por el intervalo solicitado entre paquetes (RPI) o el programa, tal como una instrucción de mensaje MSG. La transmisión de mensajes no programada permite enviar y recibir datos cuando es necesario.

Los controladores 1769-L32E y 1769-L35E admiten 100 conexiones. No obstante, el puerto Ethernet/IP incorporado solo admite 32 conexiones CIP a través de una red Ethernet/IP. Con estos controladores, el número de conexiones de nodo final que se admiten de manera eficaz depende del RPI de la conexión.

Se pueden usar todas las 32 conexiones de comunicación en el puerto Ethernet/IP incorporado. No obstante, le recomendamos que deje algunas conexiones libres para tareas como entrar en línea y actividades no relacionadas con E/S.

## 2.5 Compact Logix 1769-IQ32

### 2.5.1 Descripción

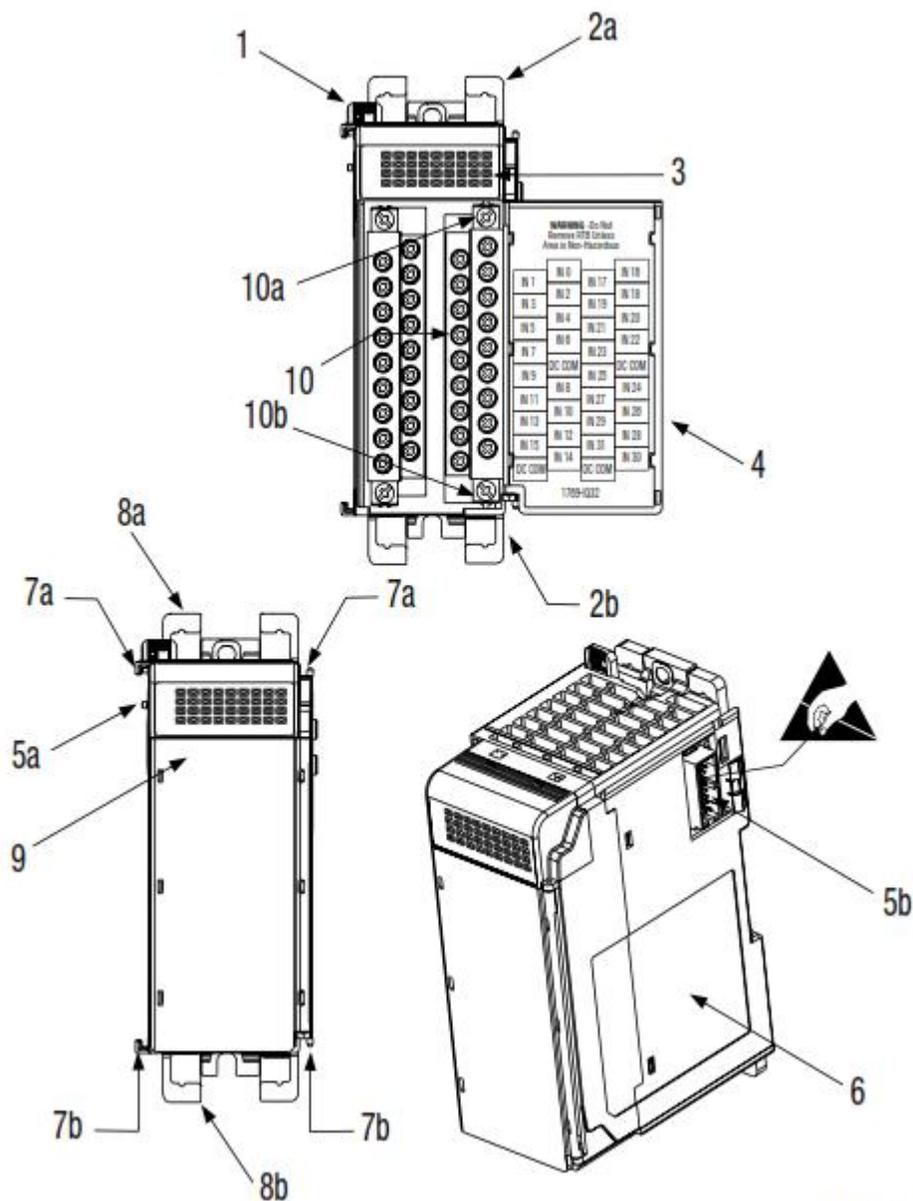


Figura 30.- Características físicas del módulo Compact Logix 1769-IQ32

- 1.- Placa de bus (con enclavamiento)
- 2a.- Lengüeta superior para montaje en panel
- 2b.- Lengüeta inferior para montaje en panel
- 3.- Indicadores LED de diagnósticos de E/S
- 4.- Puerta del módulo con etiqueta identificadora de terminales

- 5a.- Conector de bus móvil con pines hembra
- 5b.- Conectores de bus fijo con pines macho
- 6.- Etiqueta de la placa del fabricante
- 7a.- Ranuras superiores de machihembrado
- 7b.- Ranuras inferiores de machihembrado
- 8a.- Seguro superior del riel DIN
- 8b.- Seguro inferior del riel DIN
- 9.- Etiqueta para escritura
- 10.- Bloque de terminales extraíble (RTB) con cubierto de protección contra contacto accidental
- 10a.- Tornillo superior de retención de RTB
- 10b.- Tornillo inferior de retención RTB

## 2.5.2 Instalación del modulo

El sistema Compact I/O es apto para usarse en un entorno industrial siempre que se instale siguiendo estas instrucciones. Específicamente, este equipo está diseñado para ser empleado en entornos limpios y secos (Grado de contaminación 2, y para ser conectado en circuitos que no excedan la Categoría de sobretensión II (IEC 60664-1)). [10]

## 2.5.3 Especificaciones

### 2.5.3.1 Especificaciones generales

Especificación	Valor
Dimensiones	118 mm (alto) x 87 mm (profundidad) x 52.5 mm (ancho) la altura, incluyendo las lengüetas de montaje es 138 mm 4.65 pulg. (Alto) x 3.43 pulg. (Profundidad) x 2.07 pulg. (Ancho) la altura, incluyendo las lengüetas de montaje es 5.43 pulg.
Peso de envío aproximado (con caja)	440 g (0.97 lbs.)
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a +85 °C (-40 °F a +185 °F)
Temperatura de funcionamiento	0 °C a +60 °C (32 °F a +140 °F)
Humedad de funcionamiento	del 5% al 95%, sin condensación
Altitud de funcionamiento	2000 metros (6561 pies)
Vibración	En funcionamiento: 10 a 500 Hz, 5G, 0.030 pulg. máximo pico a pico Operación de relé: 2 G
Choque	En funcionamiento: 30 G montado en panel (20 G montado en

	<p>riel DIN) Operación de relé: 7.5 G montado en panel (5 G montado en riel DIN) Fuera de operación: 40 G montado en panel (30 G montado en riel DIN)</p>
--	---

Tabla 2.- Tabla de especificaciones generales del Compact Logix 1769-IQ32

### 2.5.3.2 Especificaciones de entrada

Especificaciones	1769-IQ32
Categoría de voltaje	24 VCC (drenador/surtidor)
Rango de voltaje de operación	10 a 30 VCC a 30 °C (86 °F) 10 a 26.4 VCC a 60 °C (140 °F)
Número de entradas	32
Consumo de corriente de bus (máx.)	170 mA a 5 VCC (0.85 W)
Disipación de calor	4.6 total Watts (Los watts por punto, más el mínimo de watts, con todos los puntos activados).
Retardo de señal (máx.)	Retardo a la activación: 8.0 ms Retardo a la desactivación: 8.0 ms
Voltaje de estado desactivado (máx.)	5 VCC
Corriente de estado desactivado (máx.)	1.5 mA
Voltaje de estado activado (mín.)	10Vcc
Corriente de estado activado (mín.)	2.0 mA
Corriente de entrada al momento del arranque (máx.)	250 mA
Impedancia nominal	5.2 kohm a 24 VCC, 6.1 kohm a 30 VCC
Compatibilidad de entrada de IEC	Tipo 1+
Distancia respecto a la fuente de alimentación eléctrica	8 (El módulo no puede estar a más de 8 módulos de la fuente de alimentación eléctrica o del controlador).
Aislamiento de punto de entrada a bus (bus Compact)	Verificado por una de las siguientes pruebas dieléctricas: 1200 VCA durante 1 seg. ó 1697 VCC durante 1 seg. 75 VCC voltaje de trabajo (aislamiento reforzado IEC Clase 2)
Grupos aislados	Grupo 1: entradas 0 a 7 Grupo 2: entradas 8 a 15 Grupo 3: entradas 16 a 23 Grupo 4: entradas 24 a 31 Los grupos aislados funcionan en configuraciones drenador o surtidor.

Tabla 3.- Especificaciones técnicas de 1769-IQ32

## 2.6 Compact Logix 1769-IF8

### 2.6.1 Descripción

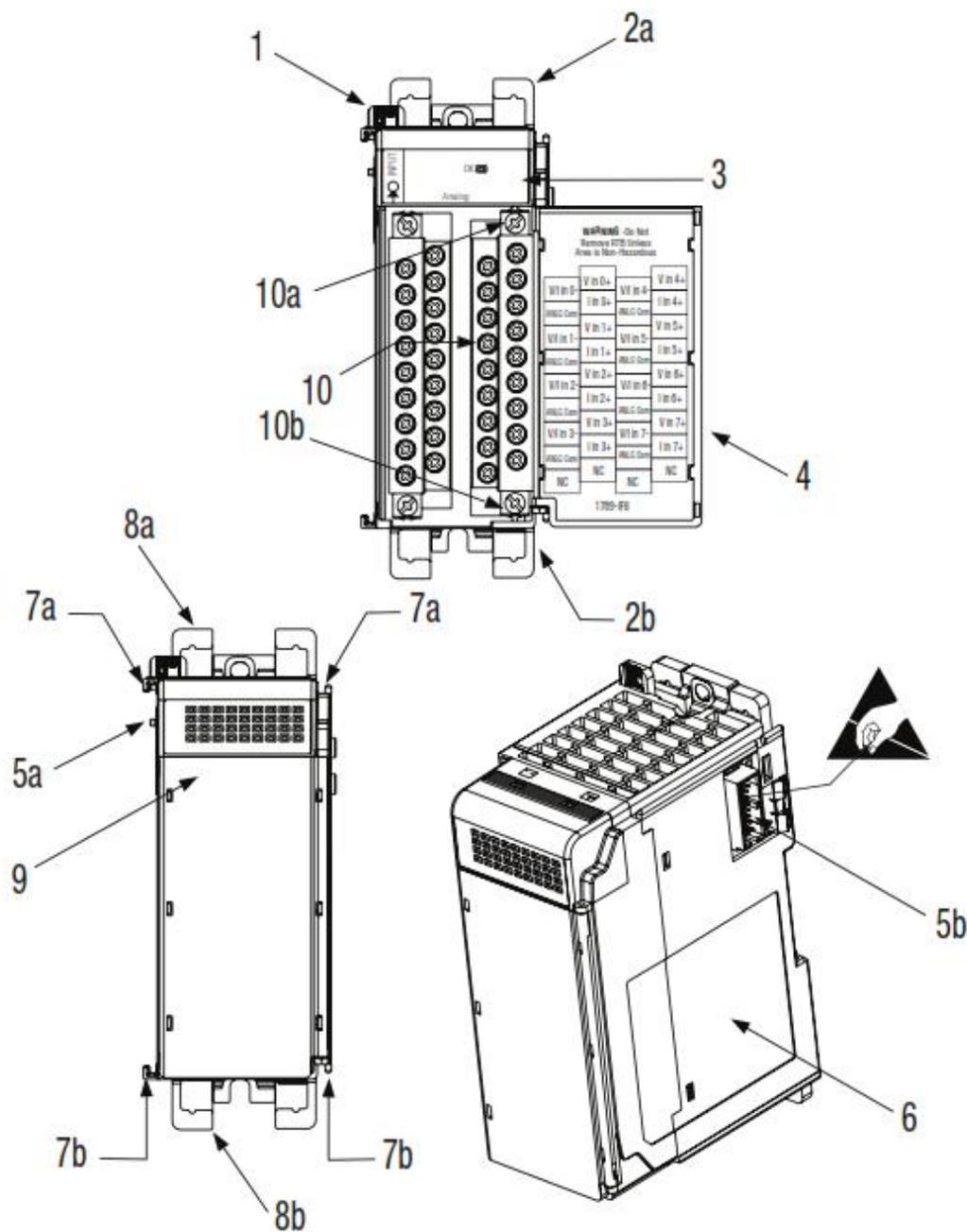


Figura 31.- Características físicas del módulo Compact Logix 1769-IF8

- 1.- Placa de bus (con enclavamiento)
- 2a.- Lengüeta superior para montaje en panel
- 2b.- Lengüeta inferior para montaje en panel

- 3.- Indicadores LED de diagnósticos de E/S
- 4.- Puerta del módulo con etiqueta identificadora de terminales
- 5a.- Conector de bus móvil con pines hembra
- 5b.- Conectores de bus fijo con pines macho
- 6.- Etiqueta de la placa del fabricante
- 7a.- Ranuras superiores de machihembrado
- 7b.- Ranuras inferiores de machihembrado
- 8a.- Seguro superior del riel DIN
- 8b.- Seguro inferior del riel DIN
- 9.- Etiqueta para escritura
- 10.- Bloque de terminales extraíble (RTB) con cubierto de protección contra contacto accidental
- 10a.- Tornillo superior de retención de RTB
- 10b.- Tornillo inferior de retención RTB

## 2.6.2 Operación del sistema

### Módulos de entrada

Cada vez que un canal es leído por los módulos de entrada, ese valor de datos es probado por los módulos para determinar si existe una condición de sobrerango o de bajo rango. Si se detecta dicha condición, se establece un bit único en la palabra de estado del canal. [11]

El controlador lee los datos analógicos convertidos a binario de complemento a 2 de los módulos. Esto típicamente ocurre al final del escán del programa o cuando lo ordena el programa de control. Si el controlador y el módulo determinan que la transferencia de datos de bus se realizó sin error, los datos se usan en su programa de control.

### 2.6.3 Especificaciones de entrada

Especificaciones	1769-IF8
Rangos de operación analógica normal	Voltaje: $\pm 10$ VCC, 0 a 10 VCC, 0 a 5 VCC, 1 a 5 VCC Corriente: 0 a 20 mA, 4 a 20 mA
Rangos analógicos a escala total	Voltaje: $\pm 10.5$ VCC, 0 a 10.5 VCC, 0 a 5.25 VCC, 0.5 a 5.25 VCC Corriente: 0 a 21 mA, 3.2 a 21 mA
Número de entradas	8 diferenciales o unipolares
Consumo de corriente de bus (máx.)	120 mA a 5 VCC

	70 mA a 24 VCC
Disipación de calor	3.24 total watts (los watts por punto, más el mínimo de watts, con todos los puntos activados)
Tipo de convertidor	Delta Sigma
Velocidad de respuesta por canal	Según el filtro de entrada y la configuración. Consulte el manual del usuario.
Resolución (máx.)	16 bits (unipolar) 15 bits más signo (bipolar)
Voltaje de trabajo nominal	30 VCA/30 VCC
Rango de voltaje de modo común	$\pm 10$ VCC máximo por canal
Rechazo del modo común	Mayor que 60 dB a 50 y 60 Hz con el filtro de 10 Hz seleccionado, respectivamente.
Relación de rechazo del modo común	-50 dB a 50 y 60 Hz con el filtro de 10 Hz seleccionado, respectivamente.
Impedancia de entrada	Terminal de voltaje: 220 K Ohms(típico) Terminal de corriente: 250 Ohms
Exactitud general	Terminal de voltaje: $\pm 0.2\%$ de escala total a 25 °C Terminal de corriente: $\pm 0.35\%$ de escala total a 25 °C
Deriva de exactitud con temperatura	Terminal de voltaje: $\pm 0.003\%$ por °C Terminal de corriente: $\pm 0.0045\%$ por °C
Calibración	El módulo efectúa una calibración automática en habilitación de canales y en cambios de configuración entre canales.
No linealidad (en porcentaje de escala total)	$\pm 0.03\%$
Repetibilidad	$\pm 0.03\%$
Error del módulo en todo el rango de temperatura (0 a +60 °C [+32 °F a +140 °F])	Voltaje: $\pm 0.3\%$ Corriente: $\pm 0.5\%$
Configuración de canales de entrada	mediante la pantalla del software de configuración o el programa de usuario (Al escribir un único patrón de bits en el archivo de configuración del módulo). Consulte el manual del usuario del controlador para determinar si se admite la configuración del programa de usuario.
Indicador LED OK del módulo	Encendido: el módulo tiene alimentación eléctrica, ha superado el

	diagnóstico interno y se comunica mediante el bus. Apagado: No se cumplen las condiciones anteriores.
Diagnósticos de canales	Margen superior o inferior en informe de bits, alarmas de proceso
Sobrecarga máxima en los terminales de entrada	Terminal de voltaje: $\pm 30$ VCC continuos, 0.1 mA Terminal de corriente: $\pm 32$ mA continuos, $\pm 7.6$ VCC
Clasificación de distancia respecto a la fuente de alimentación eléctrica del sistema	8 (El módulo no puede estar a una distancia de más de 8 módulos de la fuente de alimentación eléctrica del sistema.)
Aislamiento de grupo de entradas a bus	500 VCA o 710 VCC durante 1 minuto (prueba de calificación) 30 VCA/30 VCC de voltaje de funcionamiento (aislamiento reforzado IEC Clase 2)

Tabla 4.- Tabla de especificaciones técnicas del módulo Compact Logix 1769-IF8

## 2.7 Compact Logix 1769-OF8C

### 2.7.1 Descripción general

Los módulos de entrada analógica 1769-IF4 y -IF8 convierten y almacenan digitalmente datos analógicos para ser recuperados por controladores, tales como el CompactLogix™ o el MicroLogix™ 1500. El módulo acepta conexiones de cualquier combinación hasta de cuatro sensores analógicos de corriente o voltaje para el 1769-IF4 y hasta ocho para el 1769-IF8. Los canales de entrada de alta impedancia pueden cablearse como entradas unipolares o diferenciales. [12]

El módulo de salida 1769-OF2 proporciona dos canales de salida analógica unipolar, cada uno configurable individualmente para voltaje o corriente. Los módulos de salida 1769-OF8C y -OF8V proporcionan cada uno ocho canales de salida analógica unipolar.

Ambos módulos proporcionan los siguientes tipos/rangos de entrada/salida:

Rango de entrada de operación normal	Rango completo del módulo
$\pm 10$ VCC	$\pm 10.5$ VCC
1 a 5 VCC	0.5 a 5.25 VCC
0 a 5 VCC	-0.5 + 5.25 VCC
0 a 10 VCC	-0.5 + 10.5 VCC
0 a 20 mA	0 a 21 mA
4 a 20 mA	3.2 a 21 mA

Figura 32.- Rango normal y completo de operación del módulo Compact Logix 1769-OF8C

Los datos pueden configurarse en el frente de cada módulo como:

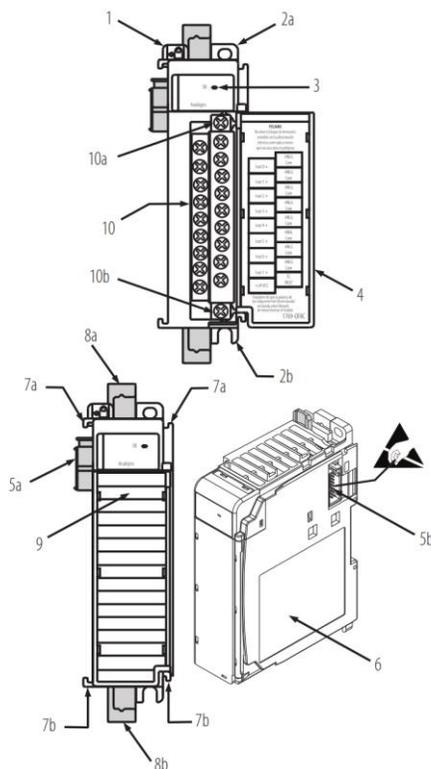
- Unidades de medición
- Escalado para PID
- Porcentaje
- Datos generales/proporcionales

### 2.7.1.1 Características físicas

Los módulos contienen bloques de terminales extraíbles. Los canales del 1769-IF4 y del -IF8 pueden cablearse como entradas unipolares o diferenciales.

Los canales del 1769-OF2, del -OF8C y del -OF8V son unipolares solamente. Normalmente, la configuración del módulo se realiza mediante el software de programación del controlador. Además, algunos controladores aceptan configuración mediante el programa de usuario.

En cualquier caso, la configuración del módulo se almacena en la memoria del controlador.



*Figura 33.- Características físicas del módulo Compact Logix 1769-OF8C*

1.- Placa de bus (con enclavamiento)

- 2a.- Lengüeta superior para montaje en panel
- 2b.- Lengüeta inferior para montaje en panel
- 3.- Indicadores LED de diagnósticos de E/S
- 4.- Puerta del módulo con etiqueta identificadora de terminales
- 5a.- Conector de bus móvil con pines hembra
- 5b.- Conectores de bus fijo con pines macho
- 6.- Etiqueta de la placa del fabricante
- 7a.- Ranuras superiores de machihembrado
- 7b.- Ranuras inferiores de machihembrado
- 8a.- Seguro superior del riel DIN
- 8b.- Seguro inferior del riel DIN
- 9.- Etiqueta para escritura
- 10.- Bloque de terminales extraíble (RTB) con cubierto de protección contra contacto accidental
- 10a.- Tornillo superior de retención de RTB
- 10b.- Tornillo inferior de retención RTB

### **2.7.2 Operación del sistema**

Al momento del encendido, el módulo realiza una verificación de sus circuitos internos, memoria y funciones básicas. Durante este tiempo, el indicador LED de estado del módulo permanece apagado. Si no se encuentran fallos durante los diagnósticos de la puesta en marcha, el indicador LED de estado del módulo se enciende.

### **Módulos de salida**

Los módulos de salida monitorean los canales para determinar la presencia de condiciones de sobre rango y de bajo rango, así como cables de salida rotos y resistencia de alta carga (en el modo de corriente solamente). Si se detecta dicha condición, se establece un bit único en la palabra de estado del canal.

El módulo de salida recibe valores binarios de complemento a 2 provenientes del maestro de bus. Esto típicamente ocurre al final del Scán del programa o cuando lo ordena el programa de control. Si el controlador y el módulo el módulo determinan que la transferencia de bus se realizó sin error, el módulo de salida convierte los datos a una señal de salida analógica.

El siguiente diagrama muestra solo una de ocho salidas. Por cada salida analógica, solo se implementa una de las secciones mostradas en cuadros de líneas discontinuas.

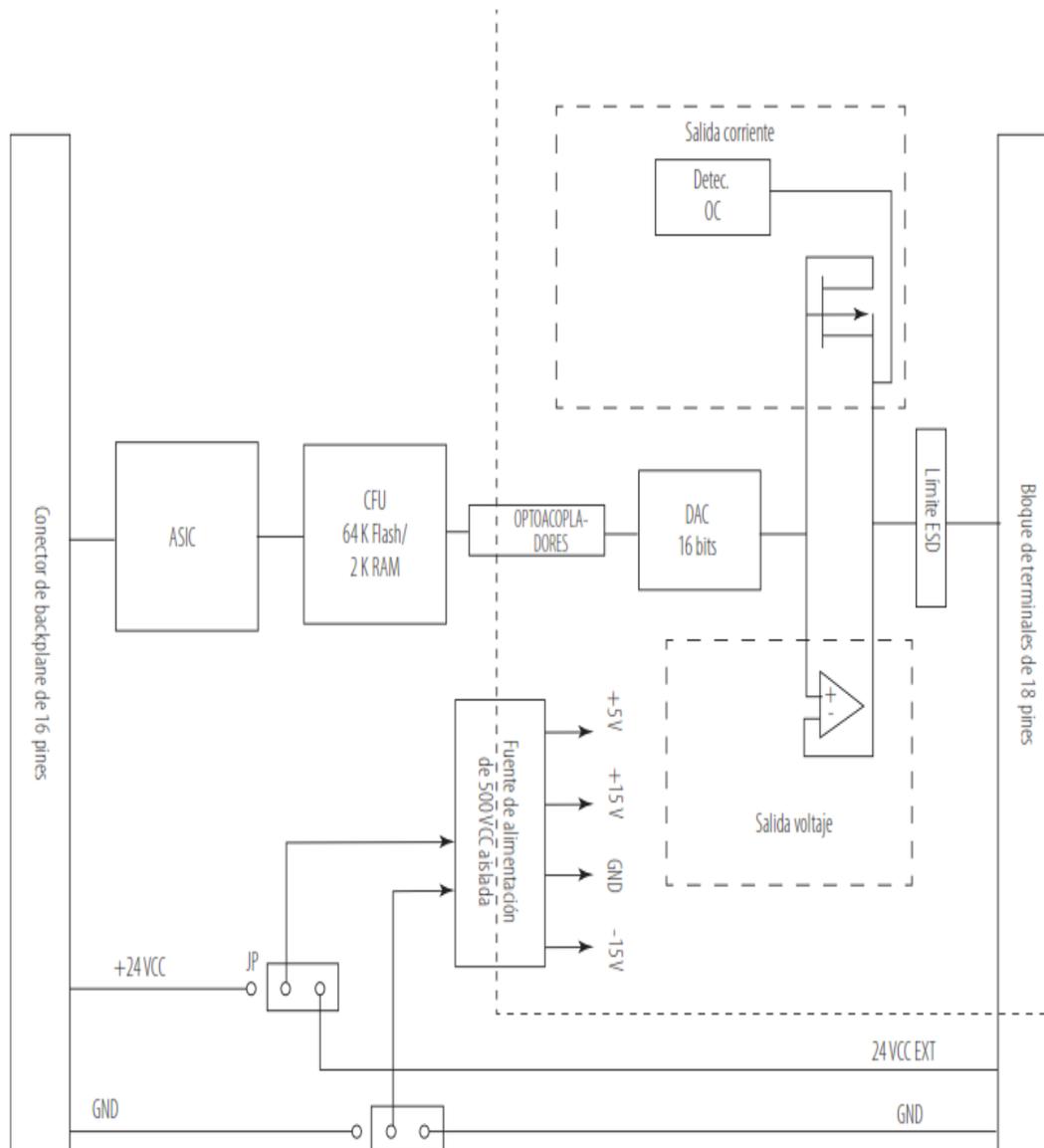


Figura 34.- Diagrama de bloques del módulo Compact Logix 1769-Of8C

La calibración de los módulos de salida 1769-OF2, -OF8C y -OF8V está garantizada por su diseño. No se requiere calibración en campo.

### Mapa de memoria del módulo de salida 1769-OF8C

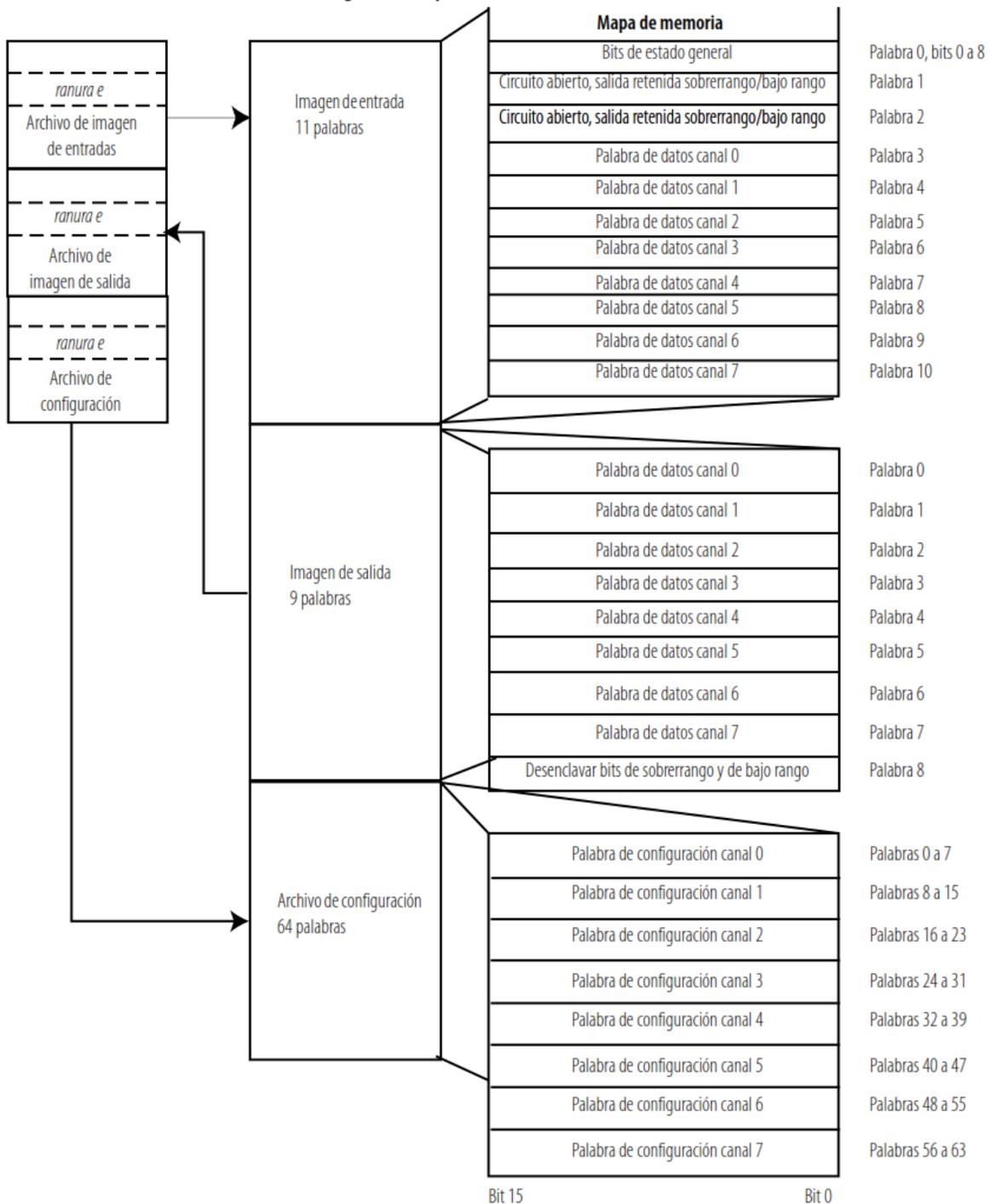


Figura 35.- Mapa de memoria del módulo Compact Logix 1769-OF8C

### 2.7.3 Especificaciones de salida

<b>Especificaciones</b>	<b>1769-OF8C</b>
Rango de operación analógica normal	0 a 20 mA, 4 a 20 mA
Rangos analógicos a escala total	0 a 21 mA, 3.2 a 21 mA
Número de salidas	8 Unipolares
Consumo de corriente de bus (máx.)	145 mA a 5 VCC 160 mA a 24 VCC
Disipación de calor	2.69 total watts (todos los puntos – 21 mA dentro de 250 ohms – el peor de los casos calculado).
Resolución digital en todo el rango	16 bits (unipolar) +4 a +20 mA: 15.59 bits, 0.323 $\mu$ A/bit 0 a +20 mA: 15.91 bits, 0.323 $\mu$ A/bit
Máx. velocidad de conversión (todos los canales)	5ms
Respuesta de paso a 63%	<2.9 ms
Carga resistiva en salida de corriente	0 a 500 Ohms (incluye resistencia de cable)
Carga inductiva máx.	0.1 mH
Calibración en el campo	No se requiere
Exactitud general	$\pm 0.35\%$ de escala total a 25 °
Deriva de exactitud con temperatura	$\pm 0.0058\%$ de escala total por °C
Fluctuación de salida; rango 0 a 50 kHz (referido a rango de salida)	$\pm 0.05\%$
No linealidad (en porcentaje de escala total)	$\pm 0.05\%$
Repetibilidad (en porcentaje de escala total)	$\pm 0.05\%$
Error de salida en todo el rango de temperatura (0 a 60 °C [+32 °F a +140 °F])	Corriente: $\pm 0.55\%$
Error de offset de salida (0 a 60 °C [+32 a +140 °F])	$\pm 0.05\%$
Impedancia de salida	>1 Mega Ohms
Protección contra circuito abierto y cortocircuito	Si
Corriente de cortocircuito máxima	21 mA
Protección contra sobrevoltaje de salida	Si
Tiempo para detectar condición de cable abierto	5 ms
Respuesta de salida ante activación desactivación del sistema	$\pm 0.5$ Vcc pico durante <5 ms
Voltaje de trabajo nominal	30 VCA/30 VCC

Tabla 5.- Tabla de especificaciones técnicas del módulo Compact Logix 1769-OF8C

## 2.8 Redes As-i Bus

El bus AS-Interface (la abreviatura del término inglés Actuador-Sensor-Interface) es un bus de campo (nivel 0) que se emplea para realizar interconexiones de sensores/accionadores. Permite ejecutar información de tipo «binario» o analógico entre un equipo «master» de bus y equipos «Slave» de tipo sensores/accionadores.

El Bus “Actuador – Sensor – Interface” (AS-i) sirve como medio de transmisión de información en el nivel de campo y, como PROFIBUS, es un estándar abierto. Existen multitud de fabricantes que ofrecen productos e interfaces AS-i, entre ellos Omron, dispone de la unidad maestra ARM21 para conectar a un PLC.

El AS-interface posibilita una simple y extremadamente eficiente integración de sensores y actuadores en la comunicación industrial, transmitiendo los estados de estos sensores/actuadores y tensión auxiliar mediante un simple cable de dos hilos. A través de un diseño robusto y un grado de protección IP65 o IP67, el bus AS-i se aplica en el nivel más bajo del área de campo, el cual se encuentra sometido a condiciones de trabajo extremas.

AS-i se sitúa en la parte más baja de la pirámide de control, conectando los sensores y actuadores con el maestro del nivel de campo. Los maestros pueden ser autómatas o PCs situados en los niveles bajos de control, o pasarelas que comuniquen la red AS-Interface con otras redes de nivel superior, como Profibus o DeviceNet.

Principales características técnicas del bus AS-i:

- Max. 31 nodos AS-i con 4 Bit E/S de datos de usuario
- Max. 124 sensores/actuadores de E/S que pueden ser duplicados con direccionamiento ampliado A/B, incluyendo componentes analógicos.
- Empleando el nuevo perfil de la revisión v3.0 del estándar AS-i, S-7.A.A, se pueden conectar hasta 496 entradas y salidas binarias.
- Proceso de acceso con sondeo cíclico en el proceso maestro/esclavo
- Tiempo ciclo máximo 5ms
- Identificación segura de errores e iteración de marcos de fallos.
- Medio de transmisión a través de un cable de dos hilos (2 x 1,5 mm) para datos y un máximo de 2A de alimentación auxiliar para AS-I. La fuente de alimentación es de 30 V DC. La señal de la transmisión de datos es modulada. Es posible utilizar una fuente de alimentación adicional de 24V
- Sensores y actuadores AS-i directamente integrados con los chips AS-i.
- Posibilidad de configuración flexible, como el diseño de estructuras DC (fuente auxiliar) para alimentación suplementaria de los componentes.
- Conexión y ensamblaje de los componentes AS-i con cable específico amarillo autocatrizante y codificado mecánicamente para evitar su polarización incorrecta.
- Módulo esclavo AS-i con un circuito integrado (AS-i chip) que no requiere procesador ni software. Esto conlleva a un proceso aproximadamente libre de retardos en el proceso de los módulos esclavos.

- lineales, en estrella o en árbol.
- Longitud máxima de cable de 100m o 300m (con repetidores)

### 2.8.1 Configuraciones del As-i Bus

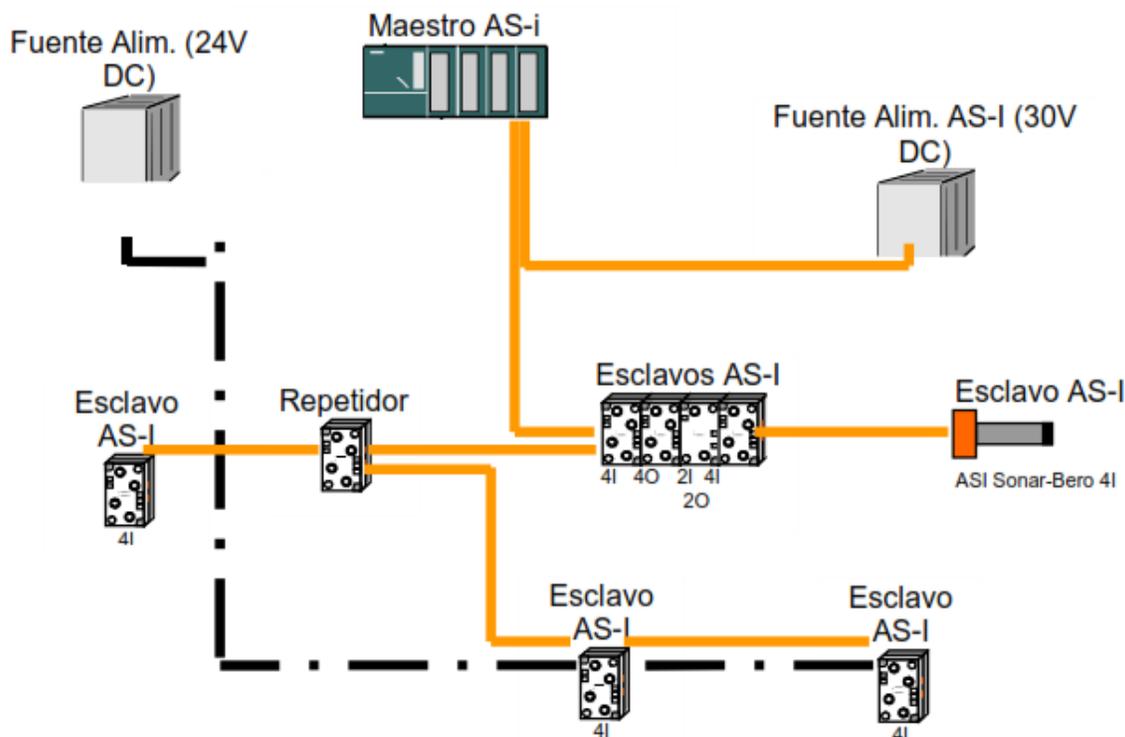


Figura 36.- Configuración básica de una red As-i Bus

Adicionalmente, el direccionamiento de los esclavos AS-i se puede realizar por software mediante CXProgrammer o bien con un dispositivo de direccionamiento: (Programadora WK47).

El bus AS-i es un sistema monomaestro. Por tanto, siempre existirá un maestro y hasta 31 esclavos en cada sistema con una ARM21. Si se necesitaran más esclavos, se insertará un nuevo bus AS-i con su maestro correspondiente.

## 2.8.2 Componentes básicos As-i Bus

### 2.8.2.1 Fuente de alimentación 30V DC.



Figura 37.- Fuentes de alimentación 30V cc para red As-interface

AS-Interface: Los datos y la alimentación son transmitidos usando el mismo cable.

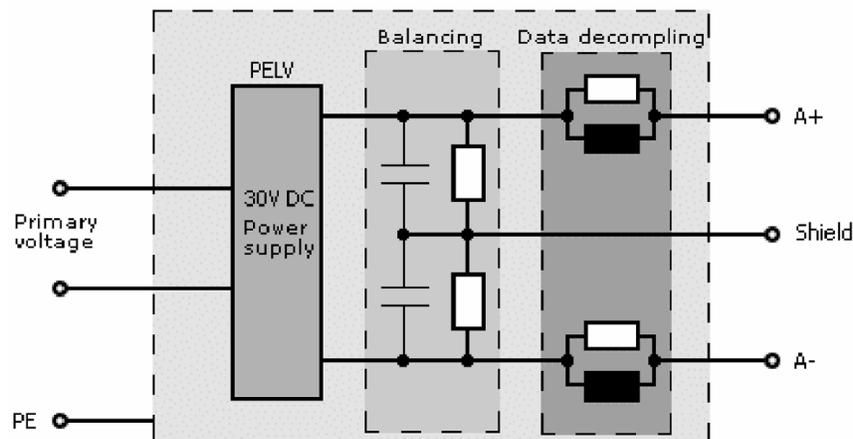


Figura 38.- Diagrama de bloques de funcionamiento de la fuente red As-i

Las cuatro tareas de la fuente de alimentación AS-i:

- Proveer 24 Vcc para la red
- Operación segura.
- Balanceamiento de la red.
- Desacoplamiento de datos

## **Fuente de energía.**

La fuente de alimentación está especificada para una tensión de 30Vcc, para garantizar la alimentación de 24 Vcc aun en el final de la red. Esta especificación permite una caída de tensión de 3 Vcc a lo largo del cable de red y 3 Vcc adicionales en los esclavos donde la alimentación y la señal están separadas. La potencia de alimentación en la red AS-I puede ser generalmente elegida con libertad. 8A representa el límite práctico debido a la sección transversal del cable.

Asegurar la separación.

El sistema AS-I es designado como un sistema de baja tensión con separación segura (PELV, "Protective Extra Low Voltage" according to IEC 60364-4-41).

Por lo tanto, una fuente de alimentación que funciona en un voltaje primario de la CA115V o 230V debe ofrecer la separación segura entre el voltaje primario y secundario según estándares relevantes del IEC.

La operación protectora PELV permite la omisión del conductor del PE.

## **Balanceamiento**

AS-I es usado como un sistema flotante y simétrico. Para obtener una buena inmunidad contra ruidos simétricos es necesario tener una red simétrica. Esto puede ser alcanzado usando un circuito como el mostrado a la izquierda. El protector del conector debe ser puesto a tierra en alguna parte conveniente de la máquina o instalación.

Para la red AS-i solo este punto puede ser conectado a la tierra de la máquina. Por la simetría no es necesario blindar o trenzar el cable.

## **Aislamiento de datos**

El aislamiento de datos en la red AS-I está integrado usualmente en la fuente de alimentación. Consiste en dos inductores de 50 $\mu$ H en paralelo cada uno con una resistencia de 39 Ohms

Este desarrollo previene un cortocircuito del cable por la transferencia de datos. Por otro lado cambia el pulso de potencia creados por la transmisión AS-i en pulsos de tensión que pueden ser detectados por el receptor.

### **2.8.2.2 Cable As-Interface**

Circuito de datos AS-i a través de un cable de dos hilos sin apantallar. La conexión de los componentes AS-I tiene lugar a través de un método de aislamiento que consiste en un cable aplanado para evitar errores en el cableado.



Figura 39- Cable de alimentación de redes As-i Bus

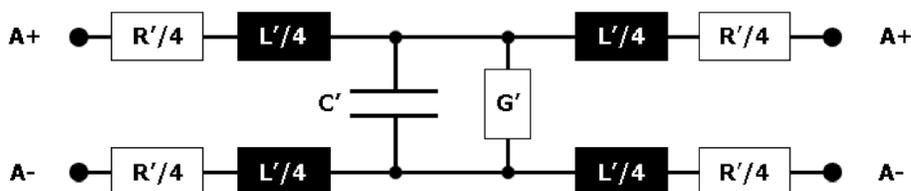


Figura 40.- Diagrama de Bloques del cable As-i

#### Datos característicos:

- $R' < 90 \text{ m}_\Omega/\text{m}$
- $L' 400 \dots 1300 \text{ nH/m}$
- $C' < 80 \text{ pF/m}$
- $G' < 5 \mu\text{S/m}$
- Impedancia de onda  $|Z|$  entre 70 y 140

#### Propiedades del cable

- Baja resistencia en Corriente continua.
- Impedancia de onda de 50 Impedancia de onda entre 70 y 140
- Blindado.
- La selección del cable tiene una influencia importante en las propiedades de la transmisión.
- No debe cargar la red más allá de los límites permitidos.
- No debe distorsionar la transferencia de datos. Las impedancias deben ser seleccionadas para permitir 1 maestro y al menos 62 esclavos.
- Definición de una gama de frecuencia limitada a partir de 50 kilociclos a 300 kilociclos para una red con la longitud total de 100m (si la longitud total es más grande, repetidores u otros componentes debe ser utilizado extender la red).

### 2.8.2.3 Maestro As-i

Maestro AS-i como elemento de conexión para el control a través de un programa de usuario o a través de un controlador de un nivel de bus superior. A través del maestro AS-i, el usuario puede tener acceso a los datos de E/S del esclavo AS-I. Esto se produce en el CQM1H a través del programa de la CPU.



Figura 41.- Módulo maestro controlador de red As-i Bus

### 2.8.2.4 Esclavos AS-i.

Existe una extensa posibilidad de elección de esclavos de diferentes fabricantes. Cada esclavo debe de asignarse, a través de la puesta en marcha, una dirección AS-i y después se guardará. El direccionamiento se puede dar a través de un dispositivo de programación o a través del maestro, donde cada esclavo se encuentra cableado al módulo. Esto funciona también con un único esclavo.



Figura 42.- Dispositivos esclavos en red As-i Bus

### 2.8.2.5 Direccionador

Dispositivo de configuración para configurar las direcciones de los esclavos. Con la Unidad de Programación y Puesta en Marcha (PSG), las direcciones de los esclavos AS-i pueden configurarse con facilidad.



*Figura 43.- Dispositivo Direccional de esclavos en red As-i Bus*

## 2.9 Panel View 600

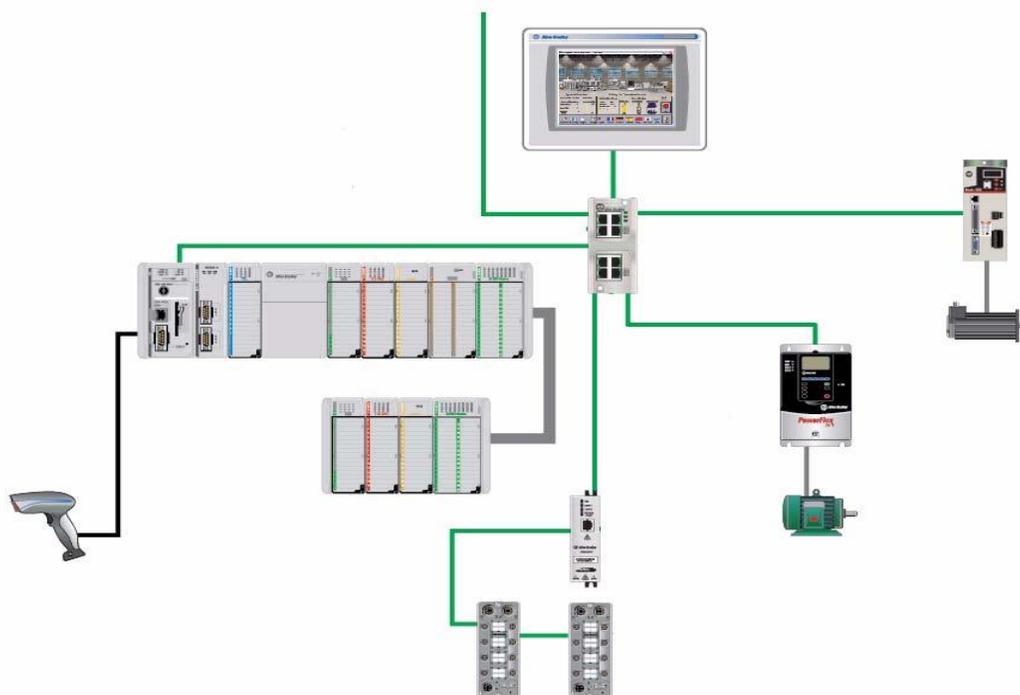
Los dispositivos PanelView Plus dan a los operadores una visión clara de las aplicaciones de monitoreo y control. Con FactoryTalk View Machine Edition, ya instalado y activado, se reduce el tiempo de desarrollo. La familia de productos PanelView proporciona una amplia gama de terminales de gran robustez que ofrecen lo siguiente:

- Integración de primera (Premier Integration) con la plataforma de Arquitectura Integrada
- Monitoreo en tiempo real de las pantallas de un terminal mediante un explorador de web
- Software de desarrollo común
- Pantallas escalables de 4 a 15 pulgadas con pantalla táctil, teclado o ambos



*Figura 44.- Configuración de Panel View con un controlador Logix usando conectividad en serie*

Un terminal PanelView Plus Compact y el sistema 1769-L3x CompactLogix proporcionan una solución integrada para aplicaciones de tamaño mediano. Por lo general éstas son aplicaciones de control a nivel de máquina que requieren un número reducido de E/S y más capacidades de comunicación que la conectividad en serie.



*Figura 45.- Aplicación de Panel View de tamaño medio*

## 2.9.1 Descripción

Los terminales PanelView Plus 400 y 600 más pequeños combinan una pantalla de 4 o 6 pulgadas, en la misma base con el módulo lógico, la memoria, la alimentación eléctrica y la entrada de operador. Las pantallas a color o con escalade grises ofrecen imágenes a color de 18 bits o 32 niveles de grises. Las opciones de entrada flexibles incluyen teclado, pantalla táctil o combinación de teclado/ pantalla táctil. Otras características clave incluyen:

- Mecanismo de montaje exclusivo, no requiere herramientas y un solo corte a troquel
- Etiquetas reemplazables para el terminal o identificación del sistema
- Juego de inscripciones para teclas de función y software para personalizar las inscripciones de las teclas de función de los terminales de teclado 600
- Dos unidades con bases configuradas ofrecen compatibilidad con comunicación RS-232 o RS-232 y Ethernet.

Unidad RS-232	Unidad Ethernet y RS-232
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerto en serie RS-232</li> <li>• Puerto USB para teclado, mouse u otros dispositivos USB</li> <li>• Ranura Compact Flash para transferencia de archivos, registro de datos o actualizaciones de sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerto en serie RS-232</li> <li>• Puerto 10/100BaseT Ethernet</li> <li>• Puerto USB para teclado, mouse u otros dispositivos USB</li> <li>• Ranura Compact Flash para transferencia de archivos, registro de datos o actualizaciones de sistema</li> <li>• Interface de red para el módulo de comunicación DH+, DH-485 o ControlNet opcional</li> </ul>

Figura 46.- Tabla de configuraciones del terminal Panel View 600

N.º de cat.			Pantalla		Comunicación			Alimen- tación de entrada	Memoria RAM/no volátil	
Teclado	Pantalla táctil	Teclado/ pantalla táctil	Tamaño	Tipo	RS-232	Ethernet	Módulo			
2711P-K6M5D	2711P-T6M5D	2711P-B6M5D	5.5 pulg.	Escala de grises	•			CC	64 MB/64 MB	
2711P-K6M5A	2711P-T6M5A	2711P-B6M5A			•				CA	64 MB/64 MB
2711P-K6M20D	2711P-T6M20D	2711P-B6M20D			•	•	•(1)		CC	64 MB/64 MB
2711P-K6M20A	2711P-T6M20A	2711P-B6M20A			•	•	•(1)		CA	64 MB/64 MB
2711P-K6C5D	2711P-T6C5D	2711P-B6C5D	5.5 pulg.	Color TFT	•			CC	64 MB/64 MB	
2711P-K6C5A	2711P-T6C5A	2711P-B6C5A			•				CA	64 MB/64 MB
2711P-K6C20D	2711P-T6C20D	2711P-B6C20D			•	•	•(1)		CC	64 MB/64 MB
2711P-K6C20A	2711P-T6C20A	2711P-B6C20A			•	•	•(1)		CA	64 MB/64 MB

Figura 47.- Especificaciones de PanelView 600

## 2.10 Intelli Top

El cabezal de mando IntelliTop 2.0 está concebido para la utilización como excitación de las válvulas de proceso accionadas neumáticamente y/o para el registro de sus estados de conmutación.

### 2.10.1 Descripción general

El cabezal de mando IntelliTop 2.0 sirve para la excitación de válvulas de proceso accionadas neumáticamente. Para la excitación de las válvulas de proceso, el cabezal de mando puede equiparse con hasta tres válvulas magnéticas.

Para registrar las posiciones de conmutación de la válvula de proceso y su respuesta a un control superior, el cabezal de mando está equipado con un sistema de medición de trayecto sin contacto, que trabaja con 3 señales de respuesta discretas ajustables (función Teach-In).

El cabezal de mando y la válvula de proceso están unidos mediante un adaptador. De este modo se forma un sistema integrado, compacto y descentralizado de respuesta, activación y funcionamiento de válvula. Así, se obtienen las siguientes ventajas con respecto a las soluciones centrales con islas de válvulas:

- Gastos de instalación menores
- Puesta en funcionamiento sencilla
- Flexibilidad superior específica para la aplicación
- Tiempos de conmutaciones inferiores y consumo de aire menor gracias a unos desplazamientos más cortos entre la válvula piloto y la válvula de proceso.

Hay disponibles diversas variantes de conexiones neumáticas y eléctricas.

### 2.10.2 Características especiales

El cabezal de mando IntelliTop 2.0 se caracteriza por lo siguiente:

- Diseño de fácil limpieza con protección IP65 / IP67 / IP69K
- Elevada resistencia a los productos de limpieza
- Utilización de materiales de alta calidad
- Estructura modular
- Conexiones R y P estrangulables de todas las válvulas piloto (válvulas magnéticas)
- Válvula de sobrepresión integrada en el interior de la carcasa para la derivación del aire de fuga con conexión a la conexión de aire de escape conjunta

- Aire de escape acumulado de todas las posiciones de válvula hacia una conexión de aire de escape conjunta (por defecto, equipado con un insonorizador)
- En caso de varias conexiones de trabajo: por cada conexión, una válvula de retención integrada en el canal de aire de escape como protección frente a las conmutaciones erróneas de las válvulas de proceso, las cuales están condicionadas por la contrapresión
- Potente indicación óptica central para la representación de las posiciones de conmutación de la válvula de proceso y de información adicional específica del modelo en tres colores de señal
- Tiempos de instalación mecánicos y neumáticos reducidos.
- En el caso de requisitos elevados de seguridad (p. ej. en la zona EX), se requiere un precintado o una protección de la cubierta mediante tornillos autorroscantes para plástico (diámetro 3 mm, longitud aprox. 10 mm;
- Conforme a la directiva ATEX 94/9/CE (polvo categoría ATEX 3D y gas categoría ATEX 3G)

### 2.10.3 Funciones, opciones y modelos

#### Estructura del cabezal de mando

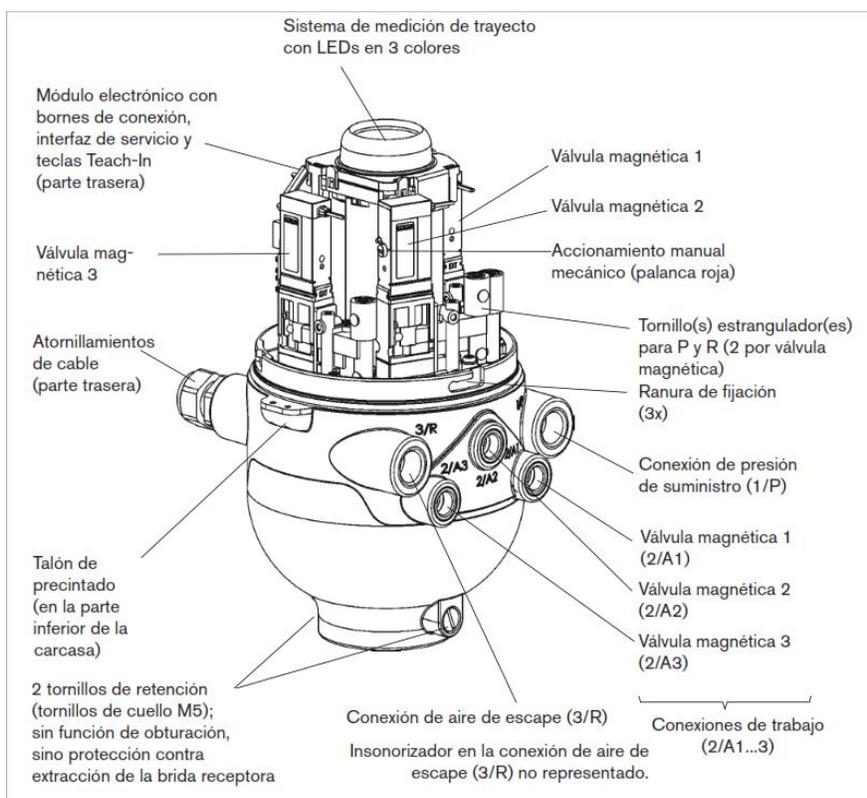


Figura 48.- Estructura Cabezal de mando IntelliTop 2.0

## Esquema de conexiones de fluido

Esquema de conexiones de fluido - cabezal de mando IntelliTop 2.0 (con posibilidad de estrangulación de cada una de las válvulas magnéticas)

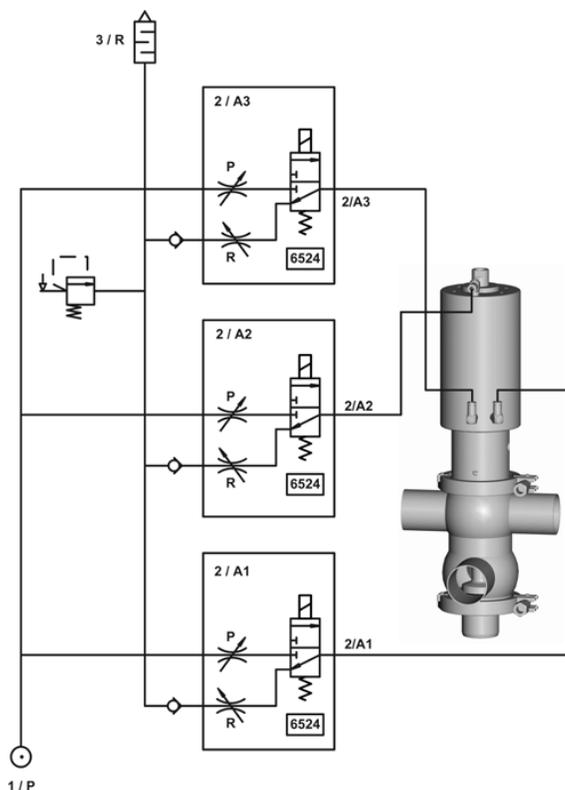


Figura 49.- Esquema de fluido (3 válvulas magnéticas)

### 2.10.4 Modelo de interfaz AS

#### Conexión de interfaz AS

La interfaz AS (interfaz actuador-sensor) es un sistema de bus de campo que sirve para la conexión de sensores y actuadores principalmente binarios (esclavos) con un control superior (maestro).

#### Cable bus

Cable bifilar sin blindaje (cable interfaz AS como cable preformado de interfaz AS), con el que se pueden transmitir tanto información (datos) como energía (alimentación de tensión de los actuadores y los sensores).

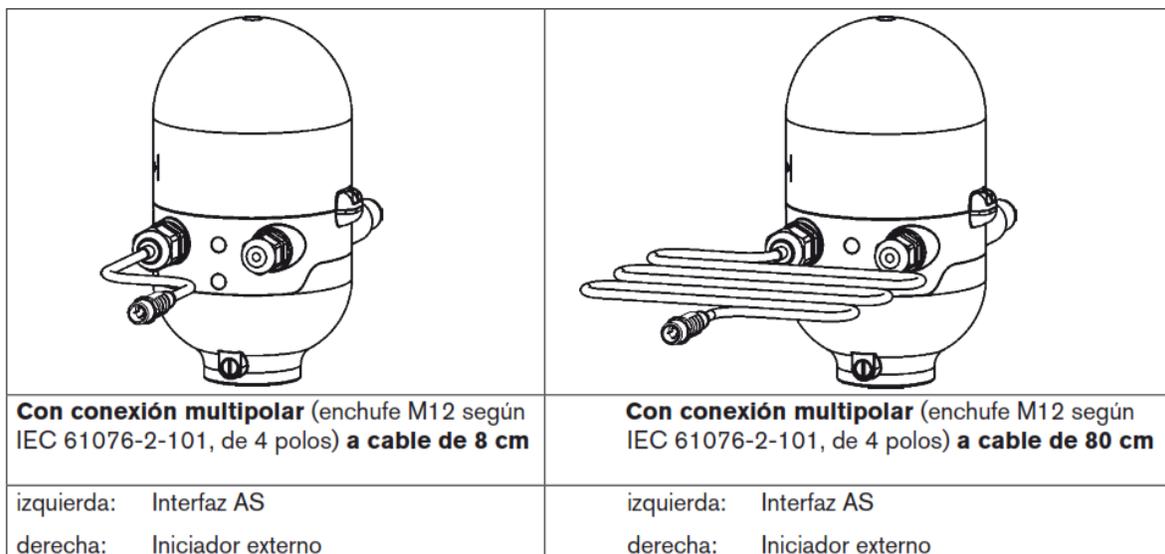
#### Topología de red

Seleccionable en límites amplios, es decir, son posibles las redes en estrella, en árbol y en línea. La especificación de interfaz AS describe más detalles (modelo esclavo A/B conforme a la especificación de la versión 3.0).

### 2.10.4.1 Posibilidades de conexión eléctricas de interfaz AS

Para la conexión eléctrica del cabezal de mando están disponibles los siguientes conceptos de conexión:

- Atornillamiento de cable con conexión multipolar al cable (8 cm de longitud)
- Atornillamiento de cable con conexión multipolar al cable (80 cm de longitud)



*Figura 50.- Conceptos de conexión de interfaz AS*

### 2.10.4.2 Cantidad de cabezal de mando conectables y longitud máxima de cable bus.

El cable bus debe tener una longitud máxima de 100 m.

La etapa de construcción real posible depende de la suma de todas las corrientes de trabajo individuales por cabezal de mando, que se suministran en un segmento de bus de interfaz AS conjunto a través del bus.

Estándar: interfaz AS / 62 esclavos (versión interfaz AS con rango de direcciones ampliado (esclavo A/B))

En la versión de interfaz AS con rango de direcciones ampliado (esclavo A/B), maestro se puede comunicar con 62 esclavos.

**Opcional: interfaz AS / 31 esclavos (versión interfaz AS con rango de direcciones de 31 esclavos)**

En este caso pueden conectarse como máximo 31 cabezales de mando al cable bus (restricción rango de direcciones).

En el diseño de la instalación tiene que tenerse en cuenta la longitud del cable redondo que conduce al cabezal de mando

Variante	Longitud calculada de cable (incl. cable en el interior)
Multipolar (cable 8 cm)	0,3 m
Multipolar (cable 80 cm)	1,0 m

*Figura 51.- Tabla de longitud calculada de cable de las variantes del cabezal de mando*

## 2.11 RsLogix 5000

### 2.11.1 Características

RSLogix 5000 es una plataforma de software que [13]:

- Puede utilizarse para aplicaciones de base discreta, de proceso, de lote, de movimiento, de seguridad y de variadores.
- Es compatible con la familia escalable de controladores programables de automatización (PAC) Logix.
- Permite fragmentar la aplicación en programas más pequeños que pueden volver a utilizarse, rutinas e instrucciones que pueden crearse al utilizar distintos lenguajes de programación: diagrama de lógica de escalera, diagrama de bloque de funciones, texto estructurado y diagrama de funciones secuenciales.
- Incluye un conjunto extenso de instrucciones incorporadas que usted puede aumentar al crear sus propias instrucciones add-on definidas por el usuario.
- Permite escribir la aplicación sin tener que preocuparse de la configuración de la memoria.
- Proporciona la capacidad de crear tipos de datos definidos por el usuario para representar fácilmente componentes específicos de la aplicación en una estructura.
- Incorpora datos y los comparte con otros productos de software de Rockwell Automation para reducir drásticamente el tiempo de entrada de datos, proporcionar auditorías y facilitar el manejo de códigos y su uso repetido.

### 2.11.2 desarrollo de documentación

El software busca automáticamente las descripciones de tags si éstas no se muestran.

Un tag de alias, tag de matriz o tipo de datos personalizado aprovecha las descripciones desde su tag de base o tipo de datos. Con los tipos de datos personalizados, el software concatena la descripción de raíz del tag con la descripción de miembro del tipo de datos. Esto crea una descripción muy específica, ahorra tiempo de desarrollo y mejora la documentación resultante.

El editor de las instrucciones add-on genera automáticamente ayuda en línea para cada instrucción al aprovechar la información introducida en la definición de la instrucción, sus parámetros y su configuración. Esto, junto con la posibilidad de importar y exportar instrucciones add-on definidas por el usuario a un archivo XML, le permite distribuir instrucciones autónomas y documentadas.

### 2.11.3 Control integrado de procesos

Ventaja del software para direccionar sus aplicaciones de procesos continuos o por lotes.

- Un conjunto integrado de instrucciones de control de procesos está disponible con los lenguajes de diagrama de bloques de funciones y de texto estructurado. Incorpore texto estructurado en los diagramas de funciones secuenciales para crear simples procedimientos de lotes.
- La opción PhaseManager incluye un modelo del estado de fase del equipo en el software RSLogix 5000 para aplicaciones de control de lotes y de máquina. Esto fomenta el diseño de código modular y el uso repetido de código ya que aprovecha el equipo ISA S88.01 y la receta de modelos para el control por lotes y las pautas de PackML para el control de máquina. PhaseManager también acepta la integración principal del software FactoryTalk Batch.
- La opción de autosintonizador PIDE simplifica la puesta en marcha al establecer automáticamente las ganancias.
- Las plantillas ActiveX y FactoryTalk View Standard optimizan el desarrollo y el mantenimiento al vincular los lazos de control con las pantallas de interfaz del usuario.

### 2.11.4 Modificaciones y actualizaciones en el tiempo de ejecución

El software RSLogix 5000 le permite:

- Modificar fácilmente el código de aplicación y la configuración E/S en el tiempo de ejecución sin tener que detener la aplicación.
- Editar cualquier rutina en cualquier lenguaje de programación durante el tiempo de ejecución.
- Añadir módulos E/S 1756 durante el tiempo de ejecución en un chasis local o remoto cuando se usan controladores programables de automatización ControlLogix.
- No es necesario reservar ni administrar la configuración de memoria de los controladores.
- Añadir en línea nuevos tags y nuevos tipos de datos definidos por el usuario.

### **2.11.5 Configuración y administración de módulos E/S**

Con el software RSLogix 5000 se puede configurar de forma fácil y rápida la mayoría de los módulos E/S mediante los perfiles de módulo dedicados. Además, estos perfiles le permiten obtener acceso fácilmente a la información de estado y de diagnóstico. También, la anunciación del estado de los módulos se representa en el árbol E/S de RSLogix 5000. [14]

La integración y la documentación de los datos E/S en la aplicación es muy simple porque la configuración y el estado de los módulos E/S están disponibles como estructuras de datos descriptivas, definidas previamente. Por tanto, no es necesario buscar en manuales para averiguar dónde se han asignado los datos E/S en la memoria del controlador y crear y administrar símbolos para cada ubicación de memoria en un esfuerzo por documentar su código.

Puesto que los datos de módulo E/S se representan en el controlador también como tags, es posible hacer referencia de forma fácil y rápida a los datos E/S en las visualizaciones de la interface operador-máquina, sin tener que administrar otra base de datos en el software de la interface operador-máquina.

## **2.12 RsLinx**

### **2.12.1 Descripción**

RSLinx Classic para redes y dispositivos de Rockwell Automation es una solución completa para comunicaciones industriales que puede utilizarse con los siguientes sistemas operativos [15]:

Microsoft Windows XP, XP SP1 o XP SP2

Microsoft Windows Server 2003 SP1 o R2

Microsoft Windows 2000 SP4

Microsoft Windows Vista Business (32 bits) y Vista Home Basic (32 bits)

Permite que el controlador programable Allen-Bradley acceda a una amplia variedad de aplicaciones de Rockwell Software y Allen-Bradley. Entre estas aplicaciones se incluyen desde aplicaciones de configuración y programación tales como RSLogix y RSNetWorx hasta aplicaciones HMI (interfaz operador-máquina) como RSView32, hasta sus propias aplicaciones de adquisición de datos mediante Microsoft Office, páginas Web o Visual Basic®. Además, RSLinx Classic utiliza técnicas de optimización de datos avanzadas y dispone de una serie de diagnósticos. La interfaz de programación de aplicaciones (API) admite aplicaciones personalizadas creadas con RSLinx Classic SDK. RSLinx Classic es un servidor compatible con OPC Data Access y un servidor DDE. [16]

### **2.12.2 Diferencias entre las versiones de RsLinx Classic**

RSLinx Classic está disponible en cinco versiones que satisfacen diversos requisitos en materia de costes y funciones. En función de la versión que ejecute, es posible que algunas funciones estén o no operativas. Consulte las siguientes secciones para obtener información acerca de las funciones que incluye cada versión.

La versión de RSLinx Classic que está ejecutando aparece en la barra de título en la parte superior de la ventana principal. Si se inicia una versión de RSLinx Classic sin los archivos de activación adecuados, se ejecuta como RSLinx Classic Lite.

### **2.12.2.1 RSLinx Classic Lite**

RSLinx Classic Lite ofrece las funciones mínimas necesarias para que sea compatible con RSLogix y RSNetWorx. Esta versión no está disponible comercialmente sino que viene junto con productos que requieren solamente un acceso directo a los controladores de redde RSLinx Classic. Esta versión no admite OPC, DDE, ni la interfaz de programación de aplicaciones C (API) publicada de RSLinx Classic.

RSLinx Classic Lite se utiliza para lo siguiente:

- Programación de lógica de escalera con productos RSLogix.
- Diagnósticos y configuración de dispositivos y red con RSNetWorx.
- Configuración de módulos/dispositivos (por ejemplo, 1756-ENET, 1756-DHRIO, etc.).
- Actualización de firmware con ControlFlash.
- Examen de redes y obtención de información sobre dispositivos como, por ejemplo, la versión del firmware.

### **2.12.2.2 RSLinx Classic Single Node**

RSLinx Classic Single Node incluye las funciones necesarias para ofrecer servicios de comunicación para todos los productos de Rockwell. Es compatible con las interfaces OPC y DDE, con con un único dispositivo. No es compatible con las aplicaciones desarrolladas para la interfaz de programación de aplicaciones C (API) de RSLinx Classic ni con controladores directos de aplicaciones HMI. Estas aplicaciones requieren RSLinx Classic OEM o superior.

RSLinx Classic Single Node se utiliza para lo siguiente:

- Adquisición de datos mediante OPC o DDE con un único dispositivo. Se incluyen clientes como RSView32, Microsoft Office, Visual Basic y páginas Web.
- Programación de lógica de escalera con productos RSLogix.
- Diagnósticos y configuración de dispositivos y red con RSNetWorx.
- Configuración de módulos/dispositivos (por ejemplo, 1756-ENET, 1756-DHRIO, etc.).
- Actualización de firmware con ControlFlash.
- Examen de redes y obtención de información sobre dispositivos como, por ejemplo, la versión del firmware.

### 2.12.2.3 RSLinx Classic OEM

RSLinx Classic OEM incluye las funciones necesarias para ofrecer servicios de comunicación para todos los productos de Rockwell Software. Admite clientes OPC y DDE para tantos dispositivos como desee. También admite las aplicaciones desarrolladas para la Interfaz de aplicaciones C (API) de RSLinx. La versión 2.2 de RSLinx OEM y las versiones anteriores sólo eran compatibles con AdvanceDDE. La versión 2.3 de RSLinx y todas las posteriores son compatibles con todos los tipos de DDE excepto FastDDE.

RSLinx Classic OEM se utiliza para lo siguiente:

- Adquisición de datos mediante OPC o DDE con tantos dispositivos como se desee. Se incluyen clientes como RSView32, Microsoft Office, Visual Basic y páginas Web.
- Programación de lógica de escalera con productos RSLogix.
- Diagnósticos y configuración de dispositivos y red con RSNetWorx.
- Configuración de módulos/dispositivos (por ejemplo, 1756-ENET, 1756-DHRIO, etc.).
- Actualización de firmware con ControlFlash.
- Examen de redes y obtención de información sobre dispositivos como, por ejemplo, la versión del firmware.

### 2.12.2.4 RSLinx Classic Gateway

RSLinx Classic Gateway conecta a los clientes en redes TCP/IP haciendo que las comunicaciones basadas en RSLinx Classic lleguen a cada rincón de la empresa. Los productos de configuración y programación como RSLogix y RSNetWorx utilizan RSLinx Classic Lite o superior con un controlador de dispositivos remotos vía Linx Gateway configurado para comunicarse con RSLinx Classic Gateway. Las aplicaciones VB/VBA y HMI remotas, entre las que se incluye Microsoft Office, pueden utilizar conectividad OPC remota para comunicarse con RSLinx Classic Gateway a fin de recopilar datos. Esto permite que varios equipos distribuidos recopilen datos aunque no tengan instalado RSLinx Classic [17].

Además de ofrecer las mismas funciones que RSLinx Classic Professional, RSLinx Classic Gateway proporciona conectividad remota con:

- Varios clientes RSView32 que acceden a datos por medio de un RSLinx Classic
- Gateway (conectividad OPC remota).
- Un equipo remoto que ejecuta RSLogix y se encuentra conectado a una red de la planta por medio de un módem para cambios de programa en línea.
- Aplicaciones Microsoft Office remotas que muestran datos de la planta como, por ejemplo, Excel.

- Una página Web que muestra datos de la planta cuando el servidor Web y RSLinx Classic se encuentran en equipos distintos.

### **2.12.2.5 RSLinx Classic para FactoryTalk View**

Si se ha instalado RSLinx Classic Lite (sin activación) en un equipo que tiene FactoryTalk View SE/ME, el equipo utilizará la licencia de FactoryTalk View para iniciar como RSLinx Classic para FactoryTalk View. No obstante, tenga en cuenta que RSLinx Classic para FactoryTalk View [18]:

- Además de ser compatible con FactoryTalk View SE/ME como clientes OPC, admite RSLadder 5/500 y Data Monitor.
- No es compatible con RSView32, FactoryTalk Transaction Manager, RSTrend, WinView, RSLogix 5/500/5000 y clientes OPC de terceros.

### **2.13 Rsview 32**

RSView32 es software basado en Windows para el desarrollo y la ejecución de aplicaciones de interfaz operador-máquina.

RSView32, diseñado para uso en Microsoft Windows NT y Windows 9x, le proporciona todas las herramientas que necesita para crear y ejecutar eficazmente las aplicaciones de monitoreo y control supervisor.

RSView32 Works contiene software tanto de desarrollo como de ejecución. Utilice este software para desarrollar y ejecutar las aplicaciones de RSView32.

RSView32 Runtime sólo contiene el software de ejecución. Utilice este software para ejecutar aplicaciones desarrolladas en RSView32 Works.

#### **2.13.1 RSView32 Works**

RSView32 Works contiene los editores necesarios para generar una aplicación completa de interfaz operador-máquina y contiene el software requerido para ejecutar las aplicaciones generadas. Utilice los editores para crear aplicaciones tan simples o sofisticadas como las necesite. Cuando haya terminado de desarrollar su aplicación, cambie al modo de ejecución o utilice RSView32 Runtime (que viene incluido junto con RSView32 Works y utiliza menos memoria) y ejecute su aplicación [19].



Figura 52.- Pantalla grafica creada con RsView32 Works

Con RSView32, puede:

- utilizar la capacidad del contenedor RSView32 ActiveX y OLE para aprovechar la tecnología avanzada. Por ejemplo, puede incrustar RSTools, Visual Basic u otros componentes ActiveX en las pantallas gráficas de RSView32 para ampliar las capacidades de éste.
- crear y editar pantallas con las herramientas propias de los programas de Microsoft que Ud. está utilizando. Mediante sofisticados gráficos y animaciones basados en objetos, más las técnicas simples de arrastrar colocar y cortar-pegar se simplifica la configuración de la aplicación.
- utilizar el modelo de objetos RSView32 y VBA para compartir datos con otros programas de Windows, tales como Microsoft Access y SQL Server, interactuar con otros programas de Windows tales como Microsoft Excel, así como personalizar y extender RSView32 adaptándolo a sus necesidades específicas
- utilizar gráficos de las bibliotecas de gráficos RSView32 o importar archivos de otros paquetes de dibujo tales como CorelDRAW
- desarrollar rápidamente su aplicación utilizando herramientas de productividad RSView32 tales como el Asistente de comandos, el Examinador de tags y Object Smart Path™ y Adobe® Photoshop (OSP) (ruta inteligente de objeto)
- evitar introducir información repetida. Importe una base de datos de un PLC o SLC de Allen-Bradley con el Examinador de bases de datos de PLC.

- utilizar las funciones de alarmas de RSView32 para monitorear incidentes ocurridos en el proceso con varios niveles de gravedad. Cree resúmenes de varias alarmas para obtener datos específicos sobre las alarmas en lugar de examinar las alarmas de la totalidad del sistema.
- crear tendencias que muestren variables del proceso graficadas en relación al tiempo. Muestre datos en tiempo real o histórico hasta con 16 plumas (tags) en cada tendencia.
- registrar datos simultáneamente en varios archivos de registro o bases de datos ODBC remotas para proporcionar diversos registros de los datos de producción. Lleve los datos registrados directamente a programas de otros fabricantes tales como Microsoft Excel y Seagate Crystal Reports necesidad de convertir los archivos
- bloquear el sistema por medio de la desactivación de las claves de Windows de modo que los usuarios sólo puedan utilizar la aplicación RSView32.

### 2.13.2 RSView32 Runtime

RSView32 Runtime contiene el software necesario para ejecutar aplicaciones RSView32. RSView32 Runtime también contiene un subconjunto de editores RSView32 Works, de manera que usted pueda editar partes seleccionadas de un proyecto durante el tiempo de ejecución. RSView32 Runtime puede obtenerse en paquete junto con RSView32 Works o puede comprarse por separado.

Con RSView32 Runtime, su aplicación utiliza menos memoria para la ejecución.



**Sistema de suministro CIP (Sistema de saneamiento)**

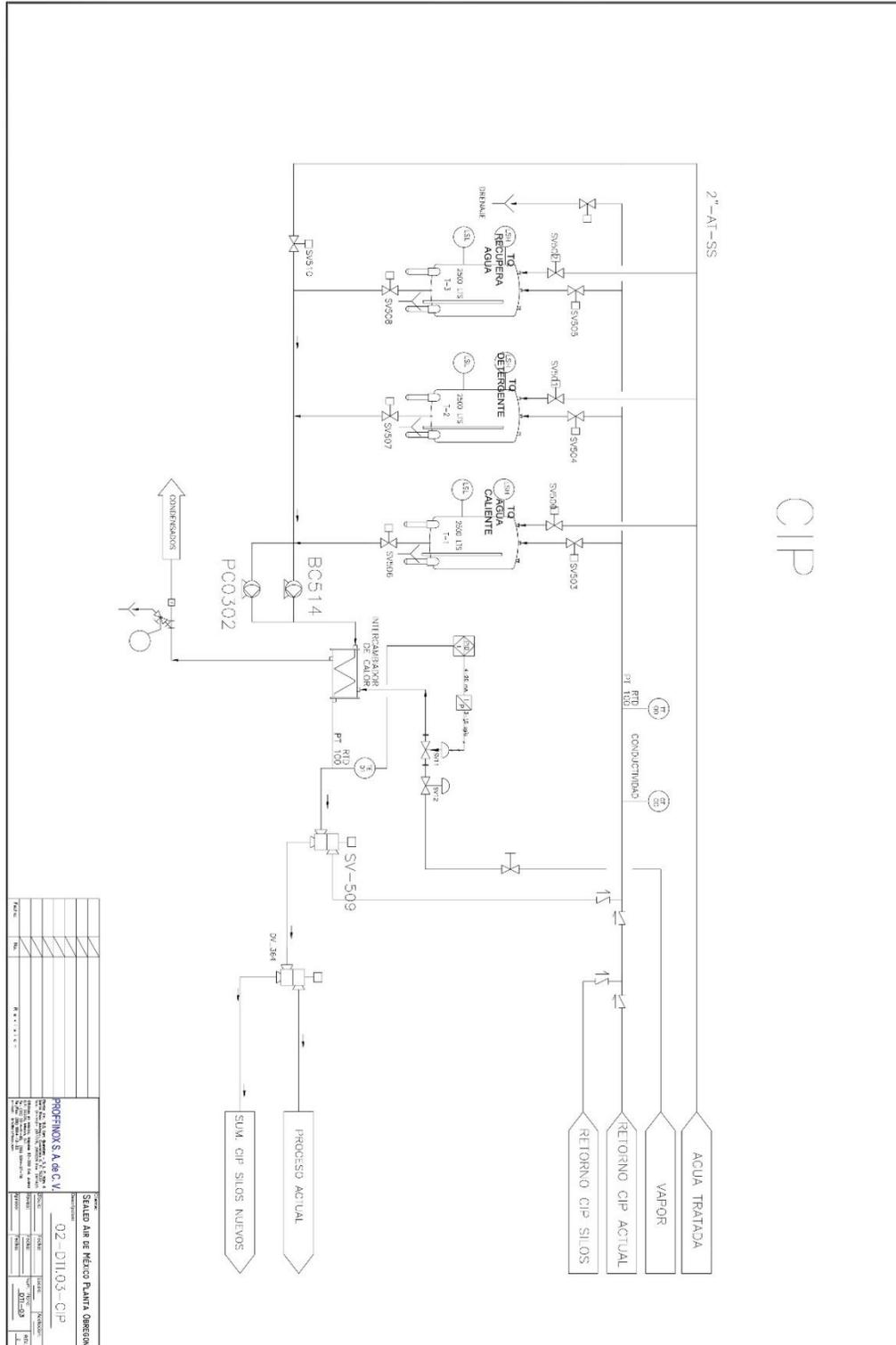


Figura 54.- Diagrama de CIP de la planta lechera planta obregón Sealed Air de México

### 3.1.2 Tablero eléctrico de control

El tablero de control que se construyó para los procesos de la planta Obregón es uno de los componentes indispensables para este proyecto, el cual se desarrolló en un trabajo a la par de este. En esta se estableció los equipos de controles necesarios que se usaron en la planta en las que se incluyeron módulos Compact Logix para el control así como relevadores para activaciones de dispositivos, redes Así-bus para activaciones de válvulas y variadores de frecuencia para el control de motores de los agitadores.

En las siguientes imágenes se presentan los diagramas eléctricos de control para el tablero armado en el trabajo paralelo a este.

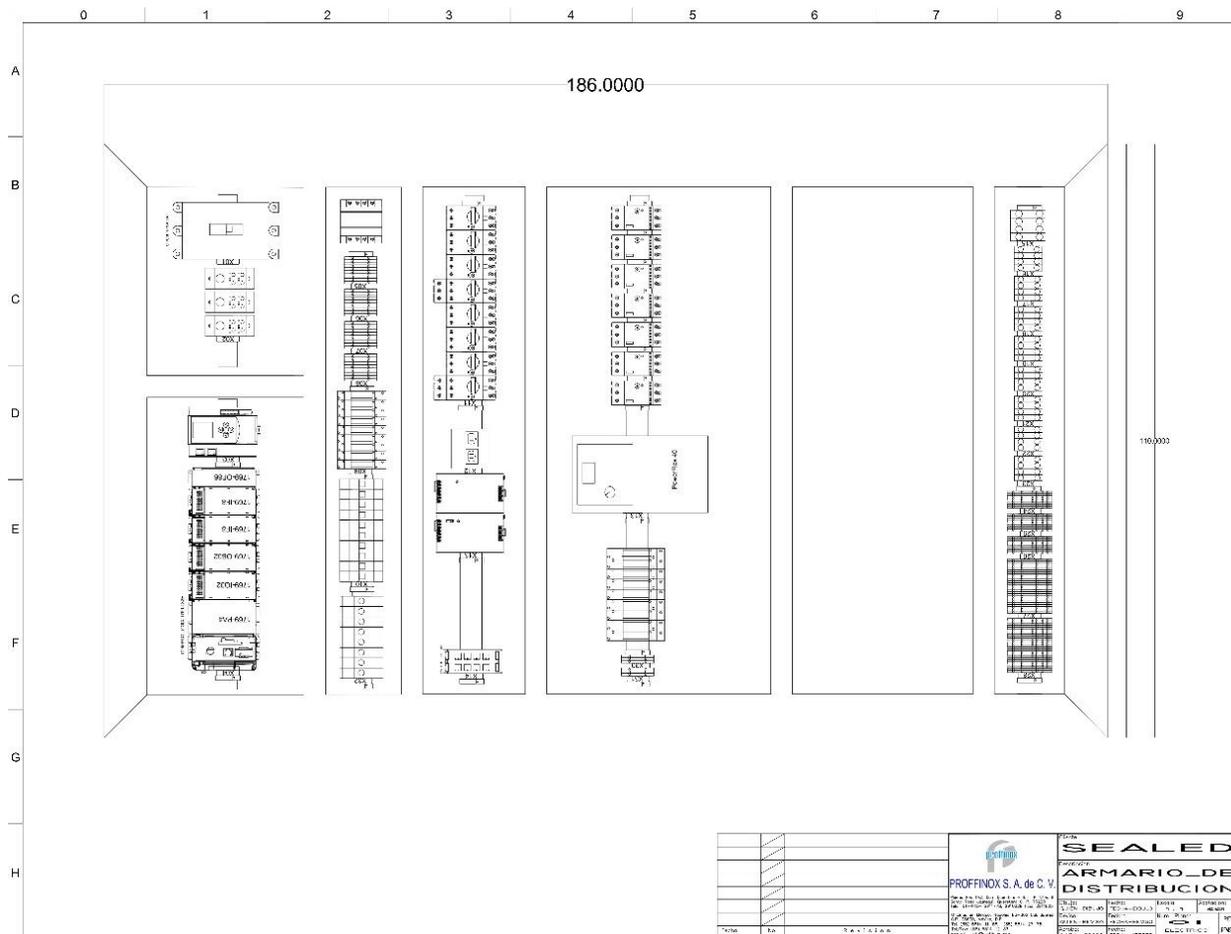
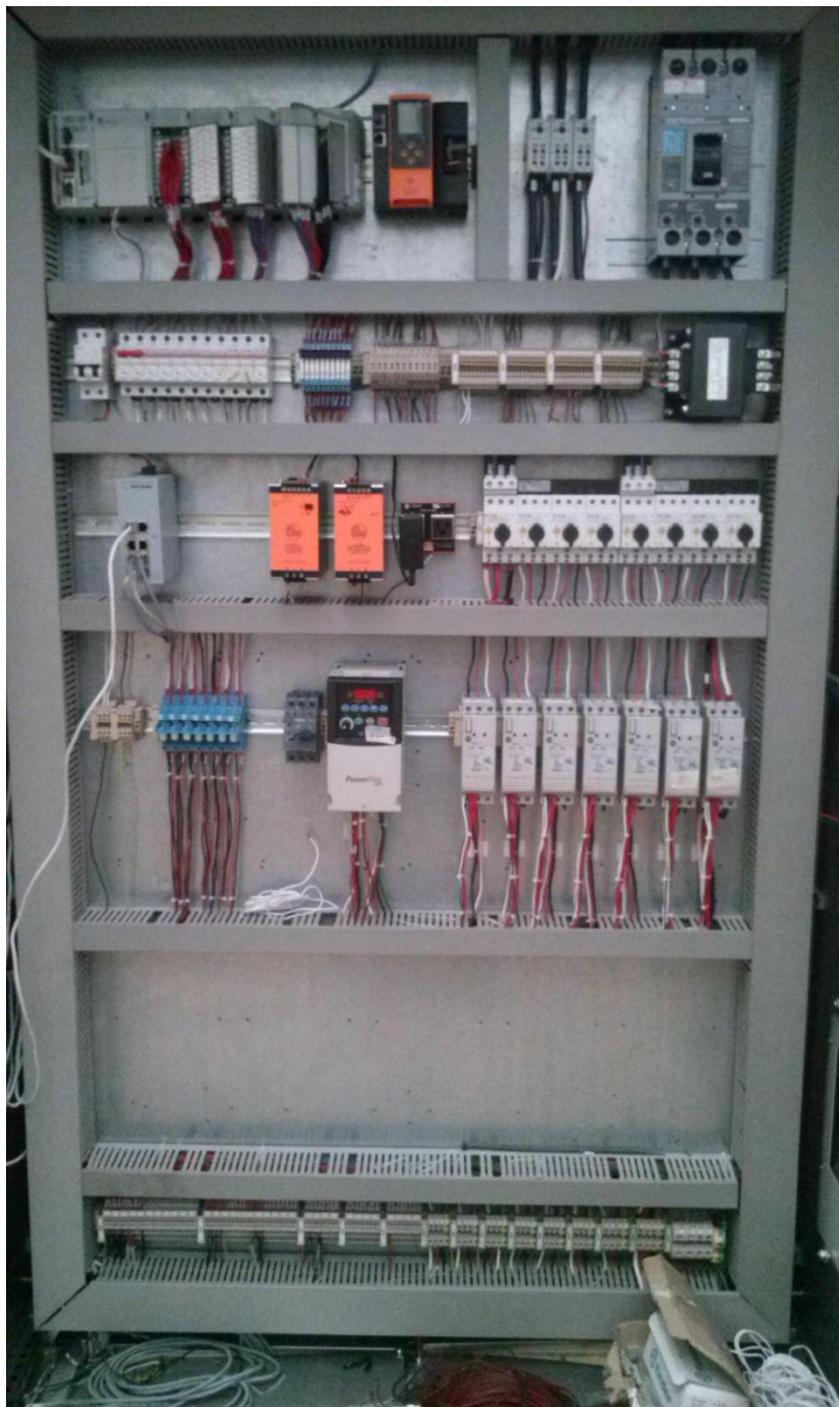


Figura 55.- Diagrama de armario de distribución

El diagrama de distribución establece las posiciones de los componentes que integran el tablero de control en ella se observa la posición del controlador lógico y

sus módulos de entradas y salidas, componentes de protección como fusibles e interruptores, clemas de conexiones para las entradas digitales, relevadores, arrancadores y los módulos de red As-i bus para las válvulas.



*Figura 56.- Tablero de control de procesos lechera Sealed Air de México*



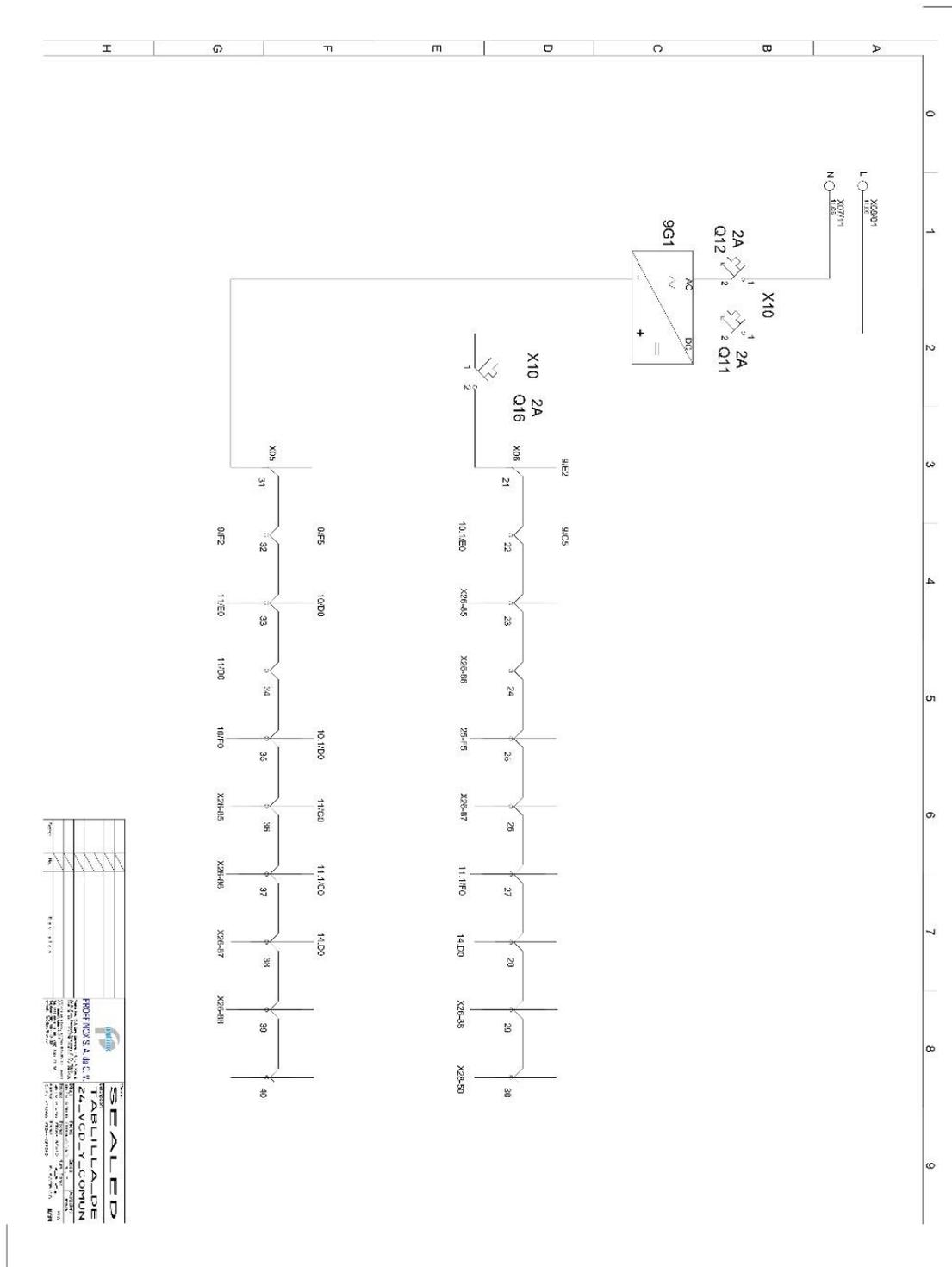


Figura 58.- Fuente de alimentación del tablero de control a 24 V cd

Además del uso de fuentes de alimentación de 110 Vca es necesario también una alimentación de 24 V de corriente directa, siendo esta la que alimentaran las bobinas de los relevadores que se encuentran en el tablero, es por ello se tuvo la necesidad de instalar la fuente de corriente directa.

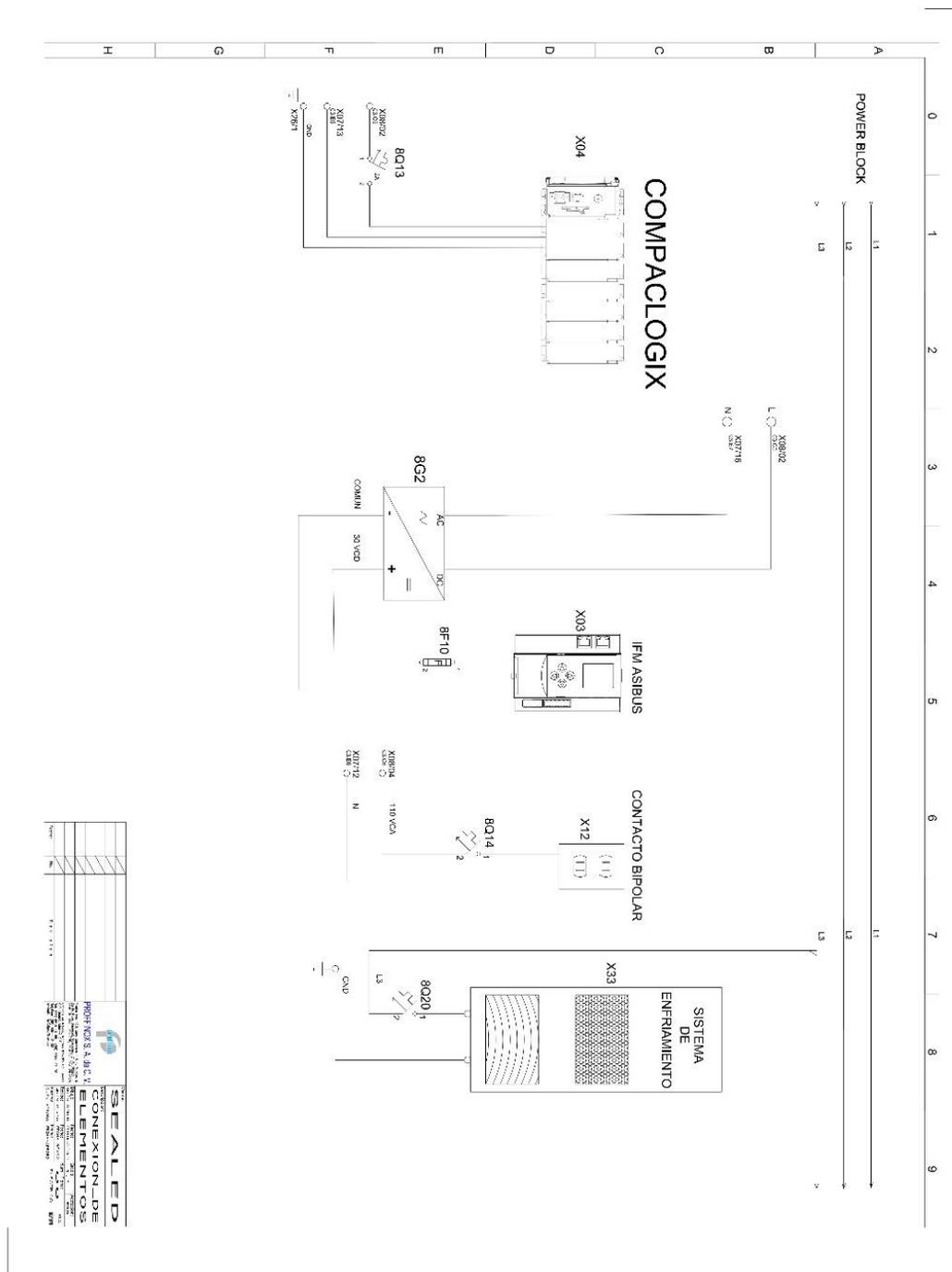


Figura 59.- Alimentación de equipos de control (Compact Logix, Fuente red As-i Bus, Contacto bipolar y sistemas de enfriamiento)

Los equipos de control instalados en el tablero de control se suministran de energía eléctrica. El controlador lógico Compact Logix se alimenta de 120 Vca al igual que el contacto bipolar y el sistema de enfriamiento mientras que la fuente de la red As-i Bus se alimenta de 30 Vcd.



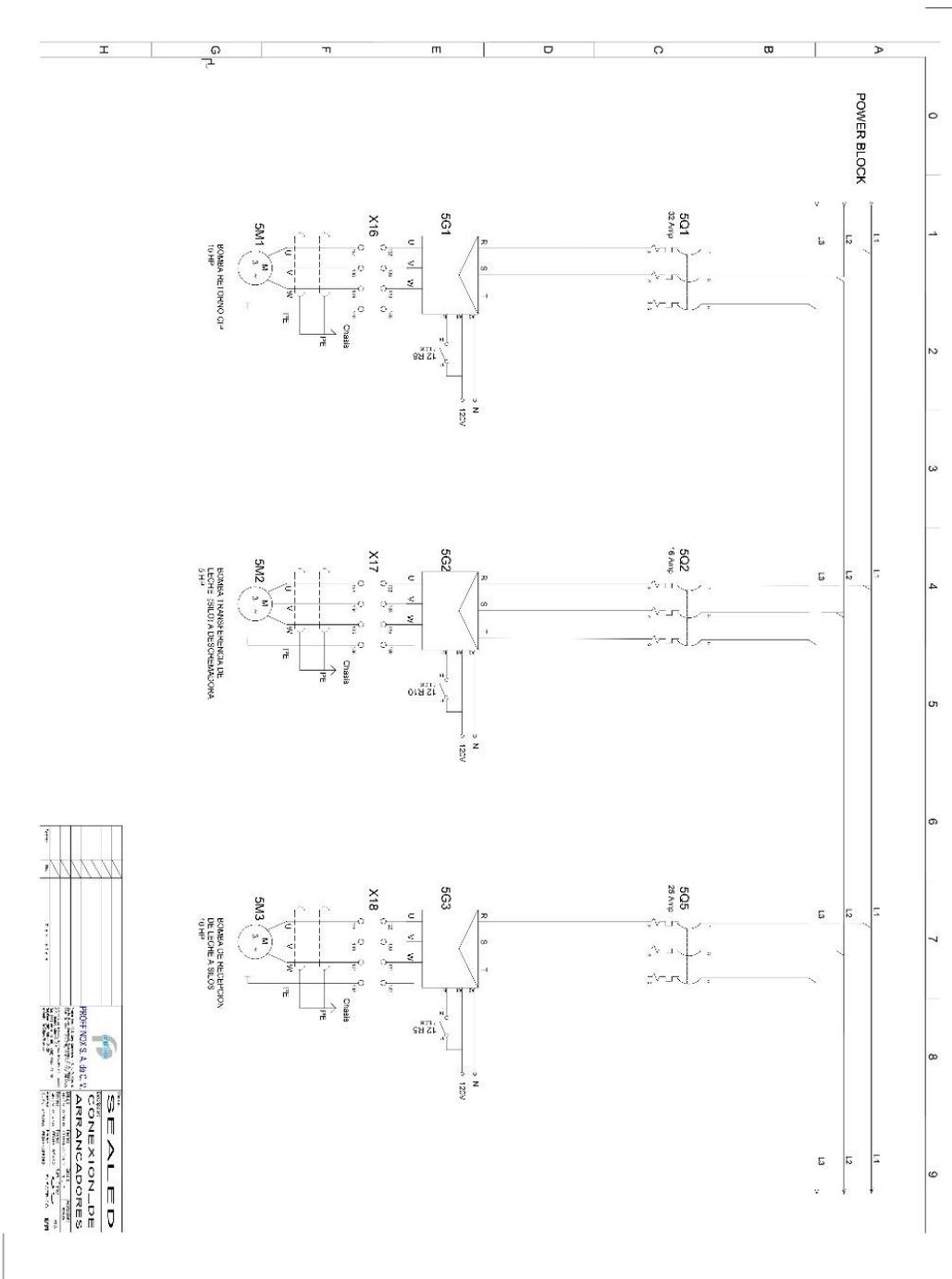


Figura 61.- Diagramas de potencia de arrancadores y bombas (Bomba de retorno CIP, Transferencia silo a descremadora y recepción de leche)



### 3.2 Descripción de programas

El siguiente desarrollo presenta la creación de los sistemas de sistemas de control y los sistemas de monitoreo y visualización desarrollado por la empresa AIM INGENIERIA SA de CV.

#### 3.2.1 Mapeo de dispositivos y direccionamientos

Para la programación del controlador lógico Compact Logix 1769-L32E se tuvo la necesidad de hacer un mapeo a cerca de las salidas y entradas de los módulos destinadas a los equipos del sistema. Este mapeo es de suma importancia ya que de aquí se partió para hacer programación en RSLogix 5000 de las entradas y/o salidas analógicas y digitales. El sistema de control lógico permitirá las operaciones automáticas de saneamientos (CIP) de equipos y la automatización de las diferentes filosofías de operación desarrollada en el proyecto paralelo a este.

En las siguientes tablas se presenta las asignaciones de los módulos Compact Logix del tablero de control.

DESCRIPCION	TAG	CABLE	DIRECCION
SWITCH DE FLUJO TA.01.05	FS.01.05	10100	Local:1:I.Data.0
SWITCH DE FLUJO TA.01.06	FS.01.06	10101	Local:1:I.Data.1
SWITCH NIVEL BAJO TA.02.01	HLL02.01	10102	Local:1:I.Data.2
SWITCH NIVEL ALTO TA.02.01	HLS02.01	10103	Local:1:I.Data.3
SWITCH DE FLUJO RETORNO CIP SILOS	FS.01.01	10104	Local:1:I.Data.4
MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNETICO RESEPCION DE LE	FE.03.01	10105	Local:1:I.Data.5
MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNETICO PROCESO PASTEL	FE.02.01	10106	Local:1:I.Data.6
RUNNING AGITADOR DE TANQUE TA.01.05	RU.AG.01.02	10107	Local:1:I.Data.7
RUNNING AGITADOR DE TANQUE TA.01.06	RU.AG.01.03	10108	Local:1:I.Data.8
RUNNING AGITADOR DE TANQUE TA.02.01	RU.AG.02.01	10109	Local:1:I.Data.9
RUNNING BOMBA TRANSFERENCIA DE CREMA A PROCESO	RU.PP.02.01	10110	Local:1:I.Data.10
FAULT BOMBA TRANSFERENCIA DE CREMA A PROCESO	FA.PP.02.01	10111	Local:1:I.Data.11
RUNNING BOMBA RECEPCION DE LECHE A SILOS	RU.PC.03.01	10112	Local:1:I.Data.12
RUNNING BOMBA TRANS. SILO A PROC. PASTEURIZADO	RU.PC.01.01	10113	Local:1:I.Data.13
RUNNING BOMBA DESCARGA DE SILOS A PROCESO	RU.PC.01.02	10114	Local:1:I.Data.14
RUNNING BOMBA RETORNO CIP	RU.PC.01.03	10115	Local:1:I.Data.15
RUNNING BOMBA SUMINISTRO CIP	RU.PC.03.02	10116	Local:1:I.Data.16
FAULT BOMBA SUMINISTRO CIP	FA.PC.03.03	10117	Local:1:I.Data.17
RUNNING BOMBA DE SILO A DESCREMADORA	RU.PC.01.04	10118	Local:1:I.Data.18
RUNNING BOMBA DE RETORNO CIP A DESCREMADORA	RU.PC.02.02	10119	Local:1:I.Data.19
MENSAJE DESCREMADORA 1		10120	Local:1:I.Data.20
MENSAJE DESCREMADORA 2		10121	Local:1:I.Data.21
MENSAJE DESCREMADORA 3		10122	Local:1:I.Data.22
MENSAJE DESCREMADORA 4		10123	Local:1:I.Data.23
MENSAJE DESCREMADORA 5		10124	Local:1:I.Data.24
SWITCH DE NIVEL ALTO TA.02.02		10125	Local:1:I.Data.25

Tabla 60.-Mapeo y direccionamiento de la tarjeta Compact Logix 1769-IQ32

	MAPEO:	COMPACT LOGIX		
	PROYECTO:	SEALED		
	PROCESADOR:	1769-L35E		
	CATALOGO DE TARJETA:	1769-OB32		
	SLOT:	2		
NUMERO	DESCRIPCION	TAG	CABLE	DIRECCION
0	AGITADOR DE TANQUE TA.01.05	AG.01.05	00200	Local:2:I.Ch0Data
1	AGITADOR DE TANQUE TA.01.06	AG.01.06	00201	Local:2:I.Ch1Data
2	AGITADOR DE TANQUE TA.02.01	AG.02.01	00202	Local:2:I.Ch2Data
3	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE CREMA A PROCESO	PP.02.01	00203	Local:2:I.Ch3Data
4	BOMBA RECEPCION DE LECHE A SILOS	PC.03.01	00204	Local:2:I.Ch4Data
5	BOMBA TRANS. SILO A PROC. PASTEURIZADO	PC.01.01	00205	Local:2:I.Ch5Data
6	BOMBA DESCARGA DE SILOS A PROCESO	PC.01.02	00206	Local:2:I.Ch6Data
7	BOMBA RETORNO CIP	PC.01.03	00207	Local:2:I.Ch7Data
8	BOMBA SUMINISTRO CIP	PC.03.02	00208	Local:2:I.Ch8Data
9	BOMBA DE SILO A DESCREMADORA	PC.01.04	00209	Local:2:I.Ch9Data
10	BOMBA DE RETORNO CIP A DESCREMADORA	PC.02.02	00200	Local:2:I.Ch10Data
11	VALVULAS DE AGUA FRIA TA.01.05		00211	Local:2:I.Ch11Data
12	VALVULAS DE AGUA FRIA TA.01.06		00212	Local:2:I.Ch12Data
13	MENSAJE DESCREMADORA 1		00213	Local:2:I.Ch13Data
14	MENSAJE DESCREMADORA 2		00214	Local:2:I.Ch14Data
15	MENSAJE DESCREMADORA 3		00215	Local:2:I.Ch15Data
16	MENSAJE DESCREMADORA 4		00216	Local:2:I.Ch16Data
17	MENSAJE DESCREMADORA 5		00217	Local:2:I.Ch17Data
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

61.- Mapeo y direccionamiento de la tarjeta Compact Logix 1769-OB32

	MAPEO:	COMPACT LOGIX		
	PROYECTO:	SEALED		
	PROCESADOR:	1769-L35E		
	CATALOGO DE TARJETA:	1769-IF8		
	SLOT:	3		
NUMERO	DESCRIPCION	TAG	CABLE	DIRECCION
0	MEDIDOR DE TEMPERATURA TA.01.05	TE.01.05	10300	Local:3:O.Ch0Data
1	MEDIDOR DE NIVEL DE TANQUE TA.01.05	LE.01.05	10301	Local:3:O.Ch1Data
2	MEDIDOR DE TEMPERATURA TA.01.06	TE01.06	10302	Local:3:O.Ch2Data
3	MEDIDOR DE NIVEL DE TANQUE TA.01.06	LE.01.06	10303	Local:3:O.Ch3Data
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Figura 62.-Mapeo de la tarjeta Compact Logix 1769-IF8

	MAPEO:	COMPACT LOGIX		
	PROYECTO:	SEALED		
	PROCESADOR:	1769-L35E		
	CATALOGO DE TARJETA:	1769-OF8		
	SLOT:	5		
NUMERO	DESCRIPCION	TAG	CABLE	DIRECCION
0	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE CREMA A PROCESO	PP.02.01	00500	Local:5:O.Ch0Data
1	BOMBA SUMINISTRO CIP	PC.03.02	00501	Local:5:O.Ch1Data
2			00502	Local:5:O.Ch2Data
3			_00503	Local:5:O.Ch3Data
4			00504	Local:5:O.Ch4Data
5			00505	Local:5:O.Ch5Data
6			00506	Local:5:O.Ch6Data
7			00507	Local:5:O.Ch7Data
8			00508	
9			00509	
10			00510	
11				
12				
13				
14				
15				

Figura 63.- Mapeo y direccionamientos de la tarjeta Compact Logix 1769-OF8

COMPONENTES	BLOQUE 1 SILO 5	TAG	TAG CLX	TIPO TAG	INPUT DIGITAL	OUTPUT DIGITAL	INPUT ANALOG	OUTPUT ANALOG	NODO ASI
	<b>TA.01.05 TANQUE SILO DE LECHE</b>	<b>TA.01.05</b>	<b>TA0105</b>	TANQUE					
1	VALVULA MIX PROOF SILO2 A PROCESO	MPV.01.05.01	MPV010501	ACTIVACIONES					1
2	VALVULA MIX PROOF	MPV.01.05.02	MPV010502	ACTIVACIONES					2
3	VALVULA MIX PROOF	MPV.01.05.03	MPV010503	ACTIVACIONES					3
4	VALVULA MIX PROOF	MPV.01.05.04	MPV010504	ACTIVACIONES					4
5	VALVULA SUM. CIP A TA.01.05	BTV.01.05.01	BTV010501	ACTIVACIONES					5
6	VALVULA AGUA FRIA SILO TA.01.05	BTV.01.05.02	BTV010502	ACTIVACIONES		1			
7	VALVULA DESCARGA SILO 5	BTV.01.05.03	BTV010503	ACTIVACIONES					7
8	VALVULA DE RETORNO CIP	BTV.01.05.04	BTV010504	ACTIVACIONES					8
9	AGITADOR DE TANQUE TA.01.05	AG.01.05	AG0105	ACTIVACIONES		1		1	
10	TEMPERATURA TA.01.05, SILO 5	TE.01.05	TA0105.TE	REAL			1		
11	NIVEL DE TANQUE TA.01.05	LE.01.05	TA0105.LE	REAL			1		
12	SWITCH DE FLUJO TA.01.05	FS.01.05	TA0105.FS	BOOL	1				
13	SWITCH NIVEL ALTO TA.01.05	LS.01.05	TA0105.HLS	BOOL	1				
14	VALVULA SUM. CIP A TUBERIA RECEPCION TA.01.05	BTV.01.05.05	BTV010505	ACTIVACIONES					?
	<b>BLOQUE 1 SILO 6</b>	<b>TAG</b>	<b>TAG CLX</b>	<b>TIPO TAG</b>	<b>INPUT DIGITAL</b>	<b>OUTPUT DIGITAL</b>	<b>INPUT ANALOG</b>	<b>OUTPUT ANALOG</b>	<b>NODO ASI</b>
	<b>TA.01.06 TANQUE SILO DE LECHE</b>	<b>TA.01.06</b>	<b>TA01.06</b>	TANQUE					
14	VALVULA MIX PROOF	MPV.01.06.01	MPV010601	ACTIVACIONES					9
15	VALVULA MIX PROOF	MPV.01.06.02	MPV010602	ACTIVACIONES					10
16	VALVULA MIX PROOF	MPV.01.06.03	MPV010603	ACTIVACIONES					11
17	VALVULA MIX PROOF	MPV.01.06.04	MPV010604	ACTIVACIONES					12
18	VALVULA SUM. CIP A TA.01.06	BTV.01.06.01	BTV010602	ACTIVACIONES					13
19	VALVULA AGUA FRIA SILO TA.01.06	BTV01.06.02	BTV010603	ACTIVACIONES		1			
20	VALVULA DESCARGA SILO 6	BTV.01.06.03	BTV010603	ACTIVACIONES					15
21	VALVULA DE RETORNO CIP	BTV.01.06.04	BTV010604	ACTIVACIONES					16
22	AGITADOR DE TANQUE TA.01.06	AG.01.06	AG0104	ACTIVACIONES		1		1	
23	TEMPERATURA TA.01.06, SILO 6	TE01.06	TA0106.TE	REAL			1		
24	NIVEL DE TANQUE TA.01.06	LE.01.06	TA0106.LE	REAL			1		
25	SWITCH DE FLUJO TA.01.06	FS.01.06	TA0106.FS	BOOL	1				
26	SWITCH NIVEL ALTO TA.01.06	HLS.01.06	TA0106.HLS	BOOL	1				
27	VALVULA SUM. CIP A TUBERIA RECEPCION TA.01.06	BTV.01.06.05	BTV010505	ACTIVACIONES					?
	<b>BLOQUE 2 CREMA</b>	<b>TAG</b>	<b>TAG</b>	<b>TIPO TAG</b>	<b>INPUT DIGITAL</b>	<b>OUTPUT DIGITAL</b>	<b>INPUT ANALOG</b>	<b>OUTPUT ANALOG</b>	<b>NODO ASI</b>
	<b>TANQUE DE CREMA</b>	<b>TA.02.01</b>	<b>TA.02.01</b>						
27	VALVULA MARIPOSA	BTV.02.01.05	TA0201.V5	ACTIVACIONES					17
28	VALVULA SUM. CIP A TA.02.01	BTV.02.01.01	TA0201.V1	ACTIVACIONES					18
29	VALVULA MARIPOSA	BTV.02.01.02	TA0201.V2	ACTIVACIONES					19
30	VALVULA DE DESCARGA TA.02.01, TANQUE CREMA	BTV.02.01.03	TA0201.V3	ACTIVACIONES					20
31	VALVULA MARIPOSA	BTV.02.01.04	TA0201.V4	ACTIVACIONES					21
32	VALVULA MARIPOSA	BTV.02.01.06	TA0201.V6	ACTIVACIONES					29
32	AGITADOR DE TANQUE TA.02.01	AG.02.01	TA0201A.GIT	ACTIVACIONES		1		1	
33	FLUJO ELECTROMAGNETICO, PC0101	FE.02.01	TA0201.FE	REAL			1		
34	SWITCH NIVEL BAJO TA.02.01	LLS02.01	TA0201.LLS	REAL	1				
36	SWITCH NIVEL ALTO TA.02.01	HLS02.01	TA0201.HLS	BOOL	1				
37	BOMBA TRANSFERENCIA DE CREMA A PROCESO	PP.02.01	TA0201.PP	ACTIVACIONES		1		1	
	BOMBA TRANSFERENCIA DE CREMA A PROCESO	PC.02.02	TA0202.PC	ACTIVACIONES		1			
	<b>TANQUE BALANCE CREMA</b>	<b>TA.02.02</b>	<b>TA.02.02</b>						
	SWITCH NIVEL ALTO TA.02.02	HLS02.01	TA0202.HLS	REAL	1				
	<b>RECEPCION LECHE</b>	<b>TAG</b>	<b>TAG</b>	<b>TIPO TAG</b>	<b>INPUT DIGITAL</b>	<b>OUTPUT DIGITAL</b>	<b>INPUT ANALOG</b>	<b>OUTPUT ANALOG</b>	<b>NODO ASI</b>
37	VALVULA DE DESCARGA	BTV.03.03.01	BTV030301	ACTIVACIONES					22
38	VALVULA SUMINISTRO DE AGUA	BTV.03.03.02	BTV030302	ACTIVACIONES					23
39	BOMBA RECEPCION DE LECHE A SILOS	PC.03.01	PC0301	ACTIVACIONES		1		1	
40	MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNETICO	FE.03.01	FE0301	REAL			1		
	<b>DISPOSITIVOS COMUNES</b>	<b>TAG</b>	<b>TAG</b>	<b>TIPO TAG</b>	<b>INPUT DIGITAL</b>	<b>OUTPUT DIGITAL</b>	<b>INPUT ANALOG</b>	<b>OUTPUT ANALOG</b>	<b>NODO ASI</b>
41	VALVULA SUMINISTRO CIP A PLACA DISTRIBUCION	BTV.01.02.05	BTV010205	ACTIVACIONES					24
42	VALVULA DE DISTRIBUCION	BTV.01.03.05	BTV010305	ACTIVACIONES					25
43	VALVULA SUMINISTRO CIP PC0102	BTV.01.03.06	BTV010306	ACTIVACIONES					26
44	VALVULA SUMINISTRO CIP PC0101	BTV.01.03.07	BTV010307	ACTIVACIONES					27
45	VALVULA DE DESCARGA CIP	CHV.03.03.01	CHV030301	ACTIVACIONES					28
46	BOMBA TRANSFERENCIA DE SILOS A PROCESO	PC.01.01	PC0101	ACTIVACIONES		1		1	
47	BOMBA TRANSFERENCIA LECHE A DESCREMADORA	PC.01.02	PC0102	ACTIVACIONES		1		1	
48	BOMBA RETORNO CIP	PC.01.03	PC0103	ACTIVACIONES		1		1	
49	SWITCH DE FLUJO BOMBA RETORNO CIP	FS.01.01	FS0101	BOOL	1				
50	BOMBA DESCARGA A PROCESO	PC.01.04	PC0104	ACTIVACIONES		1		1	
	BOTON PARO EMERGENCIA			BOOL	1				
	LED VERDE SISTEMA OK			BOOL		1			
	LED ROJO SISTEMA FALLA			BOOL			1		

Figura 64.- Tipos de señales de los dispositivos de la planta lechera Sealed

### 3.2.2 Comunicaciones

Las comunicaciones de los dispositivos se hace por medio del software RsLinx de la marca Allen Bradley el cual establece conexiones entre el controlador Compact Logix 1769-L32E por medio de red Ethernet y la PC. De esta forma se posibilitó la creación y la instalación del programa de control en el PLC así como el intercambio de datos entre el sistema SCADA para el establecimiento de parámetros en los procesos de control.

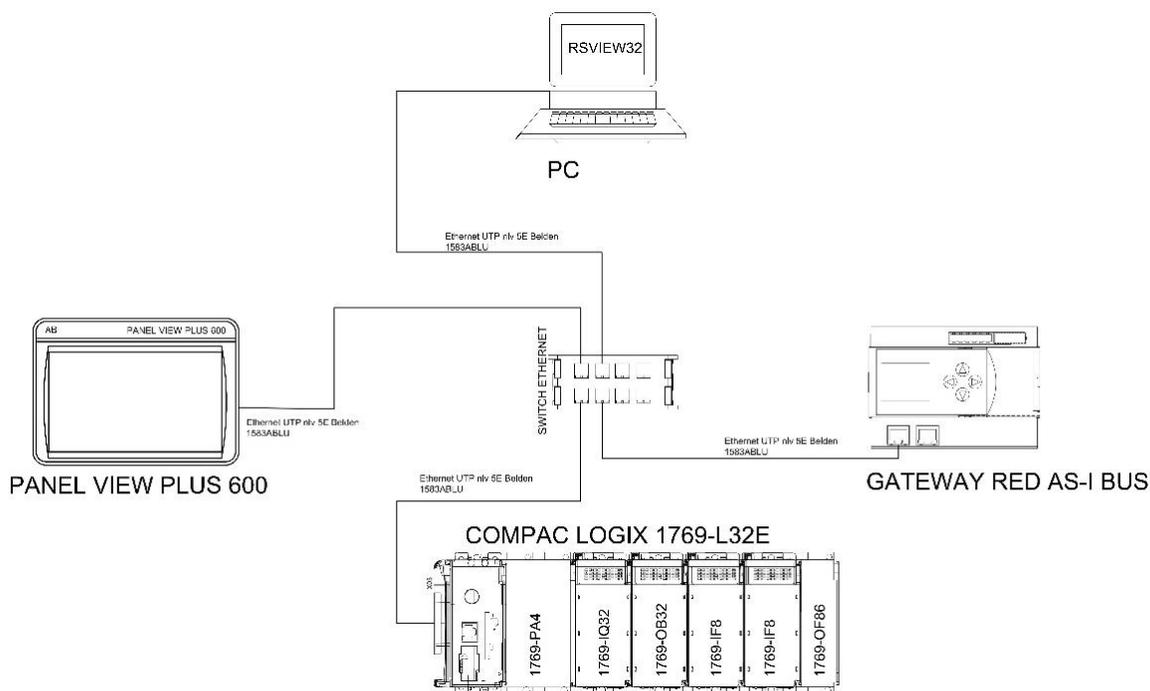


Figura 63.- Arquitectura de control conexiones (PLC, PC, PanelView 600)

### 3.2.2 RsLinx con RsLogix 5000

#### 3.2.2.1 Asignación de dirección IP

Para la conexión del compact Logix 1769-L32E se creó una red de comunicación por cables esto fue realizado por medio de un Switch Ethernet.

La comunicación entre el PLC y la PC por red Ethernet se necesitó asignar al Compact Logix una dirección IP (196.168.0.1) es por ello que se usó la herramienta BOOTP/DHCP de RsLinx, por medio de este software fue posible reconocer la tarjeta después de haberla conectado por red Ethernet.

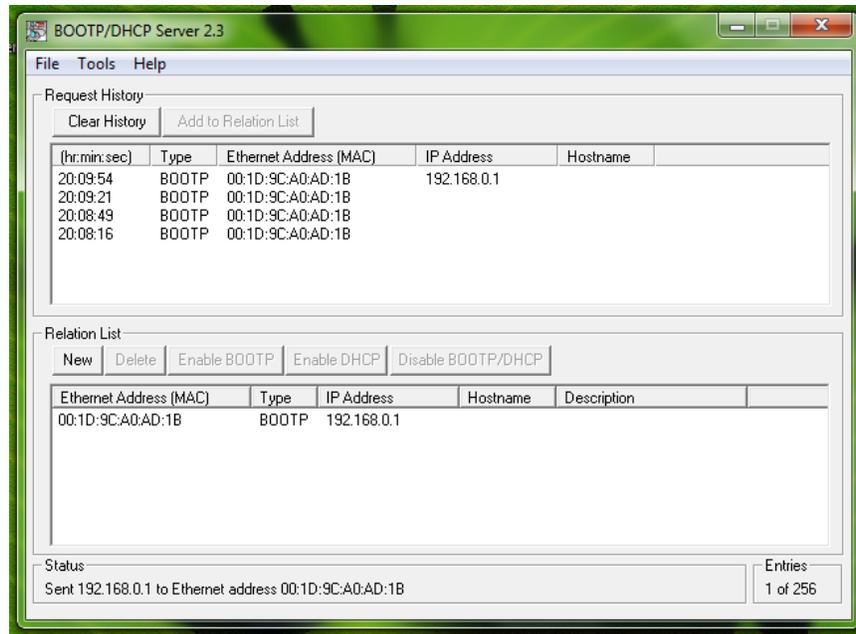


Figura 64.- Herramienta de reconocimiento de la tarjeta Compact Logix con BOOTP/DHCP

### 3.2.2.2 Reconocimiento del PLC con RsLinx

De la asignación de la dirección IP del Compact Logix después fue necesario reconocer con el RsLinx para la comunicación entre el PLC y la computadora. Esto se hizo por medio de la creación de un tópico creado mediante el RsLinx y de esta forma fue posible hacer la comunicación para el software de programación para el plc RsLogix 500 de Allen Bradley.

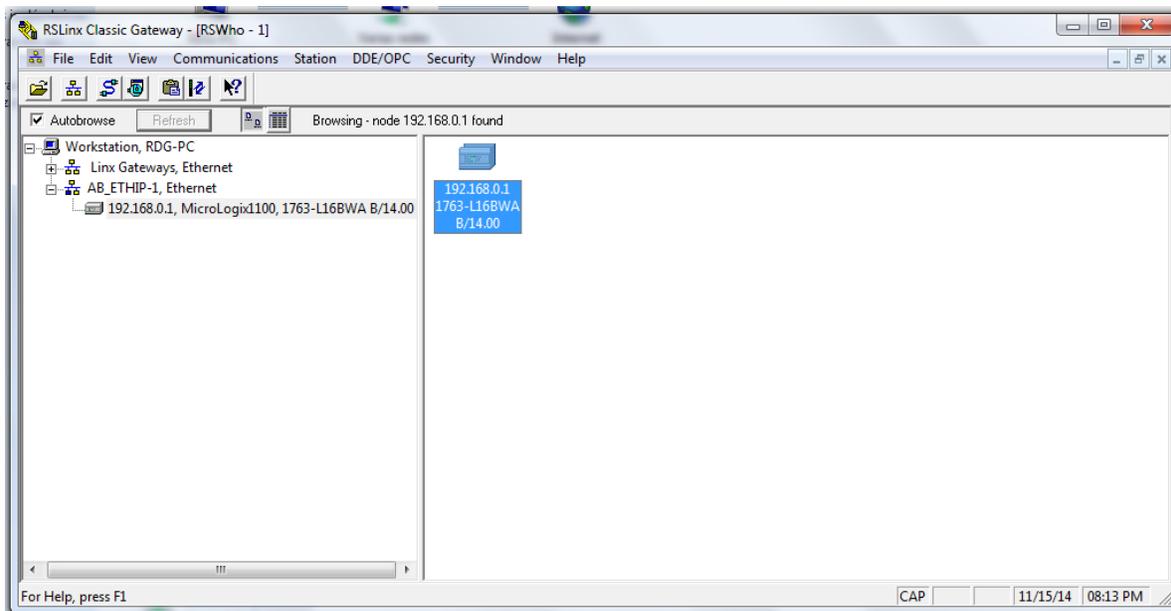
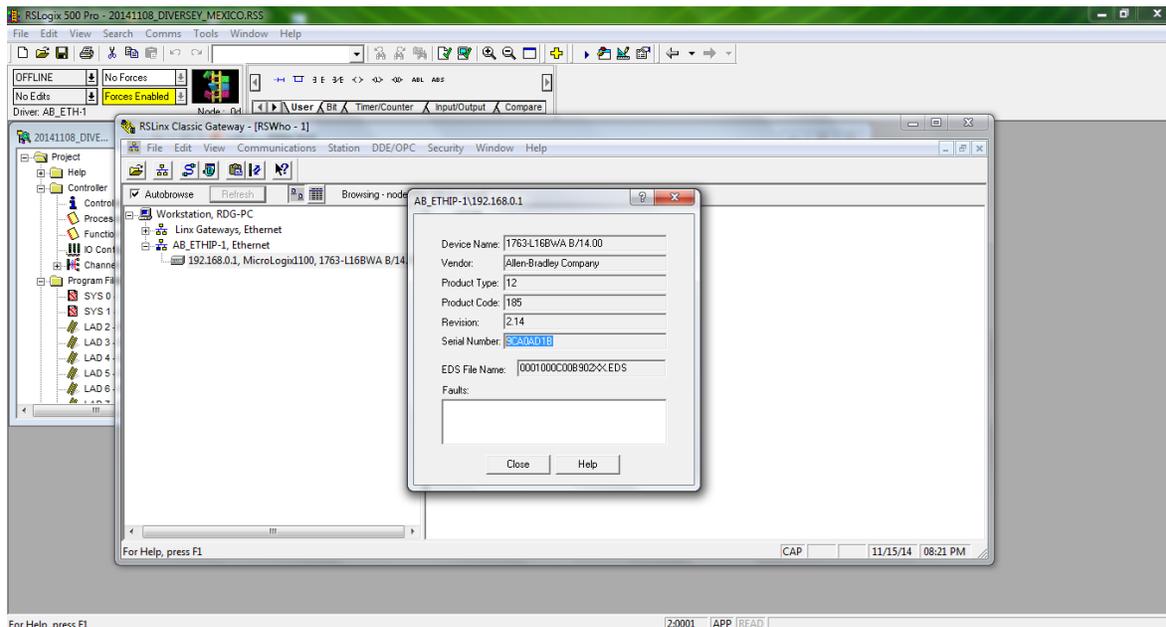


Figura 65.- Reconocimiento del Control Logix con RsLinx

### 3.2.2.3 Comunicación con RsLogix 5000

Completando la comunicación del PLC con la pc por medio del RsLinx fue necesario establecer comunicación con el software de programación del compact Logix 1769-L32E este caso es el RsLogix 5000, esto se efectuó por medio del uso del tópicos creado con el RsLinx.



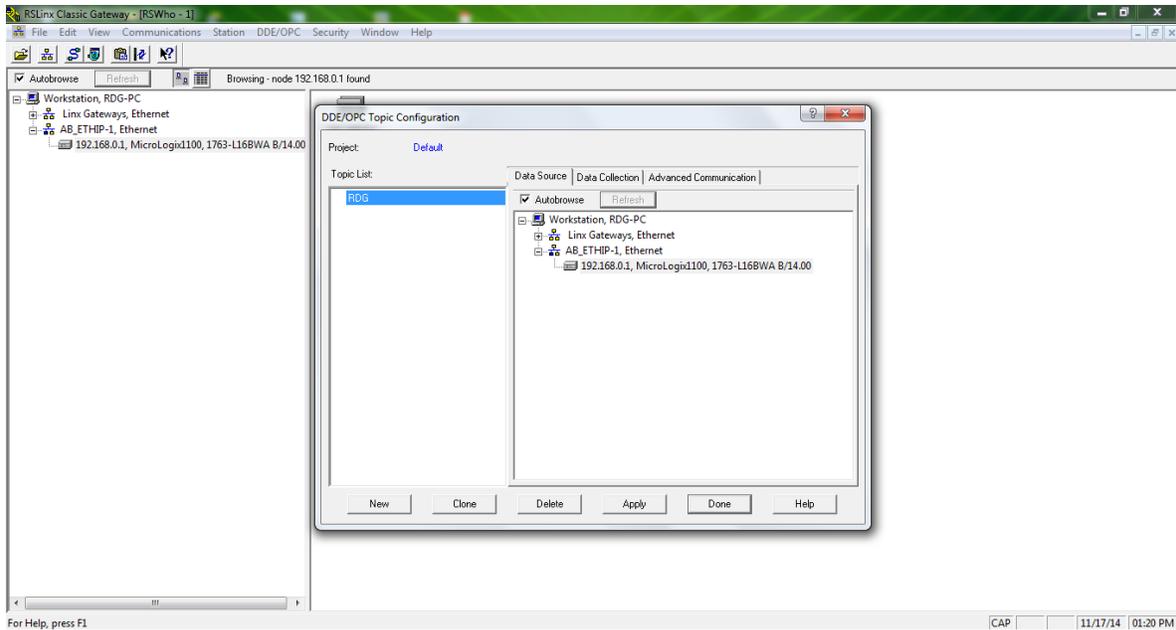
*Figura 66.- Establecimiento de comunicación entre la tarjeta Compact Logix y RsLogix*

### 3.2.3 RsLinx con RsView32

La comunicación del PLC con en el software SCADA se hizo por medio de establecimiento de un servidor OPC, la comunicación se creó por medio del software RsLinx de Allen Bradley, en ella se realizó la configuración necesaria para adoptarlo con el RsView32.

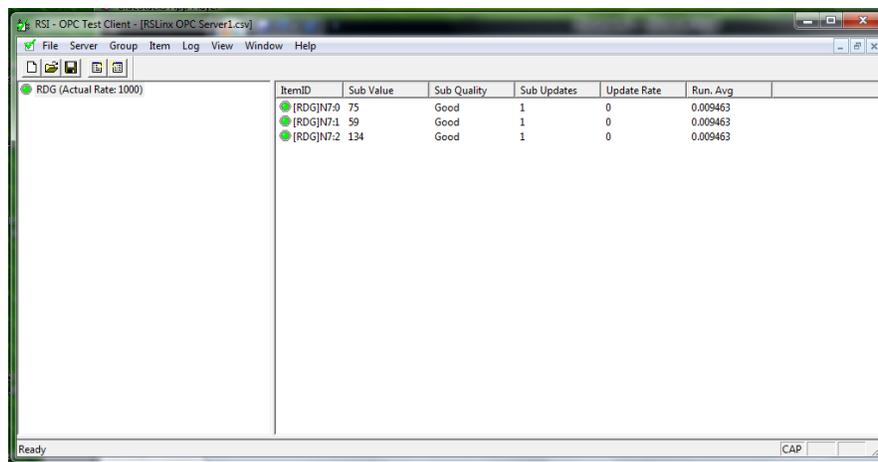
#### 3.2.3.1 Creación del servidor OPC

Para la creación del servidor OPC se tuvo la necesidad de usar el RsLinx, donde en el menú DDE/OPC se crea un tópicos como nuevo en este caso llamado RDG



*Figura 67.- Creación del tópic de comunicación OPC Server*

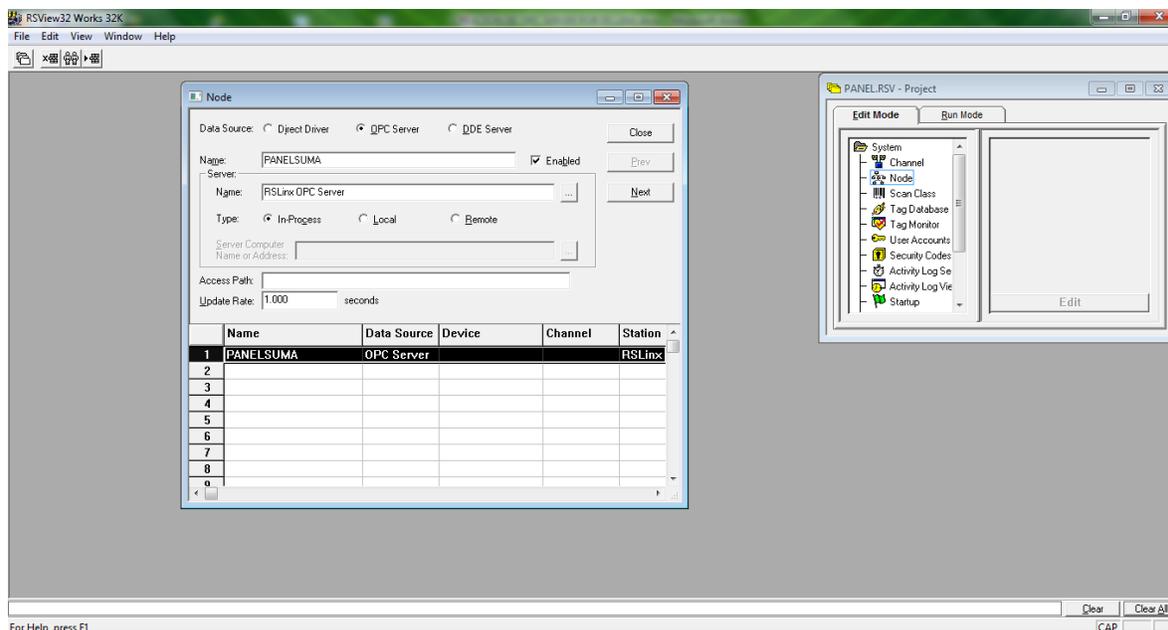
Después de la creación del tópic fue posible hacer la verificación de la comunicación entre el plc y el OPC server usando la herramienta OPC Test Client de Rockwell Software



*Figura 68.- Verificación de comunicación con OPC Server creado en RsLinx*

### 3.2.3.2 Conexión OPC server con Rsvi32

En el software RsView32 se estableció la comunicación entre el plc por medio de un servidor OPC creado con el software RsLinx, en este caso se creó un nuevo proyecto para hacer las configuraciones necesarias de comunicación. En el nuevo proyecto en modo de edición se abrió la opción de Node para configurar y asignar el tipo de conexión (RsLinx OPC Server)



*Figura 69.- Configuración de comunicación por OPC Server con RsView32*

### 3.2.4 Comunicación con Panel View plus 600

El Panel View plus 600 de la marca Allen Bradley se asignó una dirección IP (196.168.0.3) para establecer la comunicación entre el sistema de control instalado en el procesador Compact Logix 1769-L32E y también para establecer comunicación para el software de desarrollo de pantallas FactoryTalk View 7.0

El software FactoryTalk ofrece posibilidad para crear pantallas para los monitores Panel View plus 600, en ella hace posible la integración de botones, etiquetas, formas geométricas para representar sensores o equipos de control por medio de animaciones establecidas. La comunicación del Panel View con el sistema de control hace posible las lecturas y escrituras de variables que el procesador tiene instalado.

### 3.5 Sistema de control RSLogix 5000 de Allen Bradley™

El Sistema de control para los procesos de la planta se creó a partir del software de programación para PLC RsLogix 5000 de la marca Allen Bradley™, este software creado es capaz de ejecutar las rutinas necesarias para la correcta ejecución de los procesos que la planta necesita para su adecuado funcionamiento, además de la ejecución de los procesos de la planta es también accesible para la parametrización de acuerdo a las necesidades del usuario por medio de un Software SCADA.

La base principal de funcionamiento del software de control es por medio de la lógica de los procesos y de las condiciones de estado de los sensores, medidores, válvulas y bombas que el sistema controla.

Además del control de procesos del programa, tiene también la capacidad de usar permisos de seguridad el cual no permite ejecutar varios procesos que utilicen equipos comunes como válvulas o bombas y de esta manera evitar problemas con el producto, así de manera similar la capacidad de limitar operaciones cuando los sensores o los equipos no se encuentren en condiciones óptimas para la ejecución de algún proceso, cuando sucede esto se ejecuta los sistemas de alarmas del programa.

Para explicar el funcionamiento del Software de programación del plc se presenta diagramas de bloques de acuerdo a la secuencia de escaneo que el controlador lógico ejecuta para las rutinas y subrutinas que el programa contiene, de esta manera ejecutar los condicionamientos para la ejecución de los procesos con que la planta funciona.

### 3.5.1 Rutina principal

En la siguiente figura se presenta la rutina principal que el escaneo del plc ejecuta en primera instancia.

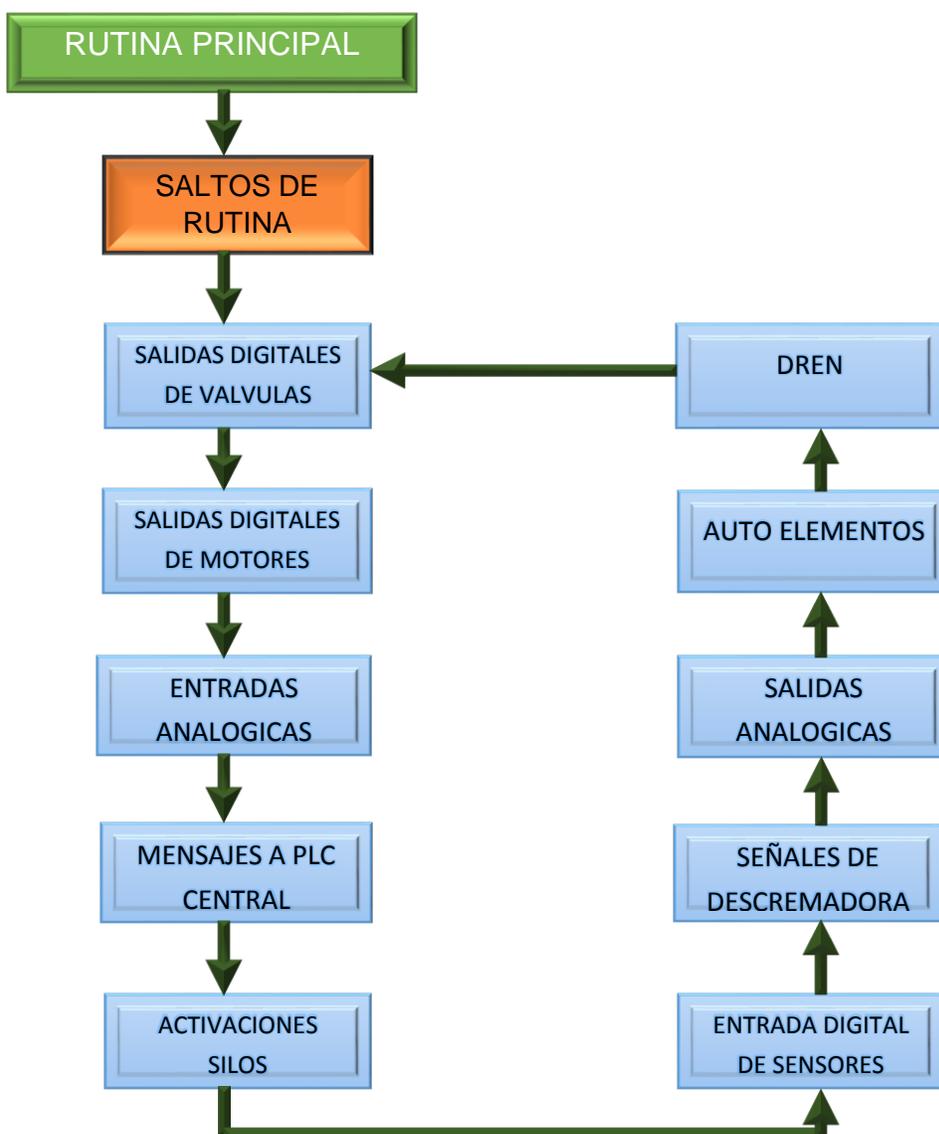


Figura 70.-Diagrama a bloques de la rutina principal del sistema de control

El ciclo de Scan del plc hace saltos de rutina de acuerdo la secuencia que la rutina principal establece, de este modo ejecuta cada uno de las subrutinas en orden.

Cada subrutina en la que el Scan del plc entra, hace todo lo que la subrutina contiene y al termino este regresa a la rutina principal para seguir a la subrutina siguiente, por tanto cuando el Scan entra en la subrutina salidas digitales de válvulas y ejecuta la lógica de la programación de esta, al término regresa a la rutina principal

para posteriormente saltar a la rutina de salidas digitales de motores y ejecutar el contenido de esta subrutina. Con esto se genera los bucles para las subrutinas y ser ejecutados en determinados tiempos.

En la rutina de salidas digitales de válvulas se hacen todos los condicionamientos para las aperturas de las válvulas de acuerdo a los procesos que para cada uno de estos se ocupen, por ejemplo las aperturas de las válvulas para la recepción de leche o para los saneamientos de los tanques, de esta manera se abrirá las rutas en los que los líquidos fluyan para cada uno de los procesos de la planta.

En las rutinas de las salidas digitales de motores de igual manera se hacen los condicionamientos para el arranque de las bombas de acuerdo a los procesos que se necesiten ejecutar en la planta, como por ejemplo para la recepción de la leche es necesario el arranque de la bomba de recepción o en el caso del arranque de la bomba de retorno de CIP cuando se ejecute el sistema de lavado de tanques, tuberías y equipos.

Las entradas analógicas en el plc las lecturas de los medidores es necesario hacer los escalamientos para poder traducir los valores obtenidos de los equipos de medición, este escalamiento se hace por medio de la rutina de entradas analógicas en donde se hacen las operaciones matemáticas y obtener un valor y asignarlos a ciertos variables para que el usuario pueda interpretar las lecturas de los equipos.

La planta Sealed cuenta con un sistema de control de procesos donde se utiliza un plc central el cual controla los procesos de los demás tanques (1 al 4), y se realizará una ampliación de este sistema de control para poder controlar los procesos de los tanques de silo 5 y 6. Es por ello algunos procesos son comunes es por ello la necesidad de enviar y recibir mensajes del plc central hacia el plc de la nueva modificación para que de esta manera poder ejecutarlo sin que otro proceso lo esté usando. Este envío y recepción de mensajes son realizados por la subrutina de mensajes a plc central.

Para las activaciones de las válvulas de enfriamiento de los silos se hace por medio de la rutina de activaciones silos, este tiene como objetivo leer y escalar las lecturas de los sensores de temperaturas y niveles para posteriormente hacer las comparaciones de los valores obtenidos y con ello condicionar la apertura o cierre de las válvulas del tanque.

Las lecturas de los sensores de los silos en los procesos de la planta se hacen mediante una rutina llamada, entrada digital de sensores, en los cuales por medio del Scan obtiene los valores digitales de sensores de nivel, de recepción y de flujo de retorno CIP de los tanques 5 y 6, el sistema de control hace esto debido a que se hacen los condicionamientos para el inicio o el término de algún proceso de la planta.

La rutina señales de descremadora hace lecturas de sensores de los sensores de la descremadora, las señales que lee son las alarmas del tanque de la descremadora, las activaciones de la bomba a descremadora, procesos que ocupen la descremadora y descargas de producto.

Las salidas analógicas es una parte de la programación que se ejecuta cuando el Scan salta esa subrutina, en ella se realiza un escalamiento para el control de la bomba de tanque a descremadora, esto se hace mediante cálculos y obtener valores dentro del protocolo 4-20mA y de esta manera controlar la frecuencia del variador de velocidad y como consecuencia la velocidad de la bomba para el envío de producto a descremadora.

En la subrutina de autoelementos se hace las activaciones de las alarmas cuando el usuario cambia de modo manual a automático, así como también cambia los modos de operaciones de los procesos para los tanques 5 y 6, los procesos que cambian a modo automático son envíos de productos a descremadora, producción, pasteurización y para los saneamientos de cada tanque y tuberías.

La subrutina de dren hace los condicionamientos para la ejecución del dren de los tanques de silo 5 y 6, en ello debe contemplar que ninguno de los procesos del cual hagan uso del tanque esté activos para poder drenar el contenido del tanque después de su saneamiento.

### 3.5.2 Rutina salida digital de válvulas

En la siguiente figura se muestra la rutina que el programa de control ejecuta para la apertura o cierres de las válvulas para la ejecución de los procesos de los tanques de silo 5 y 6.

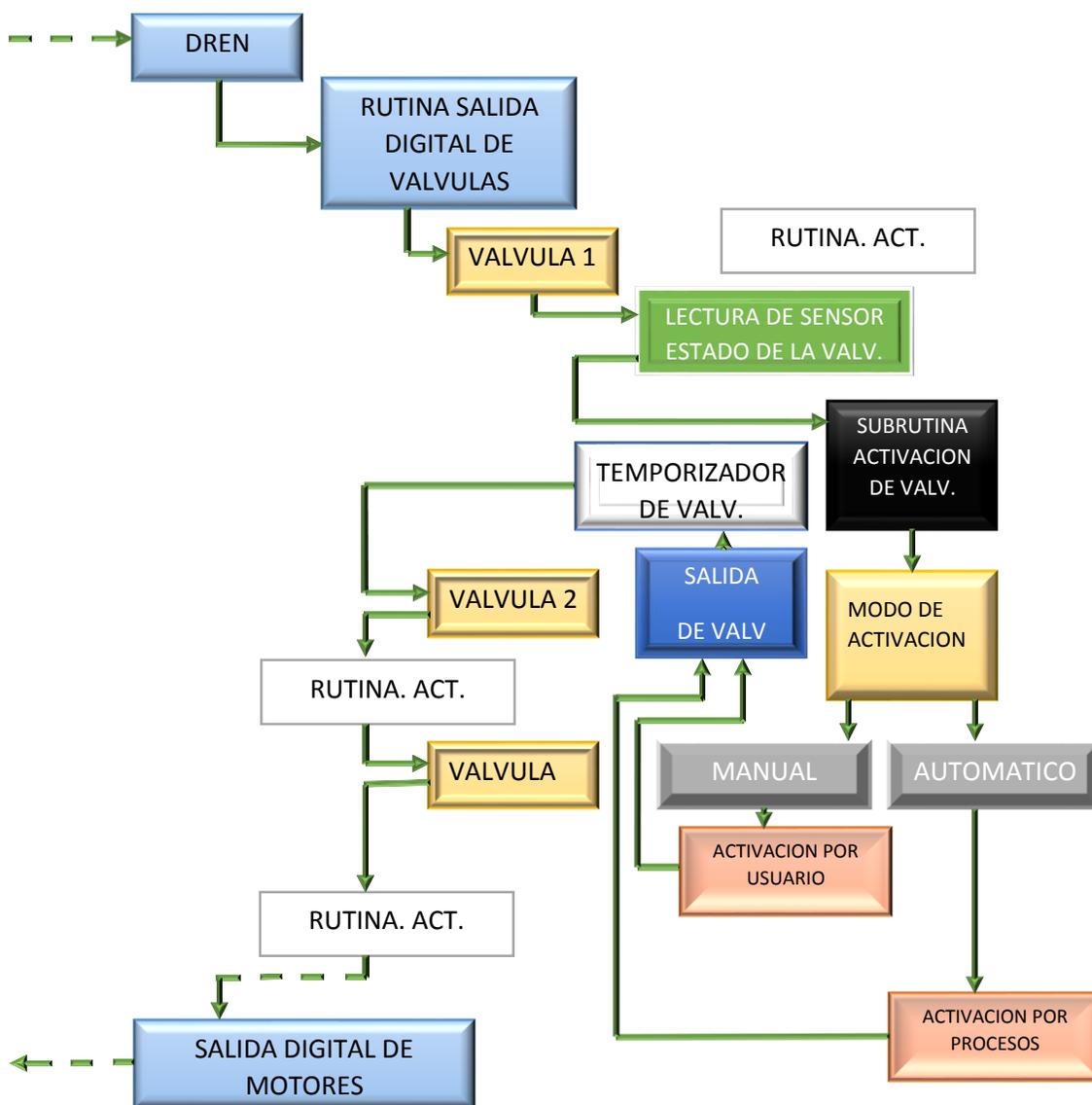


Figura 71.- Diagrama a bloques de la subrutina para la activación de válvulas

La subrutina salidas digitales de válvulas es la que activa las válvulas para los procesos, en este caso hace uso de una subrutina genérica, esto lo hace cuando el Scan del plc se sitúa en una de las válvulas dentro de la rutina de salida digital de válvulas y obtiene los valores de este para moverlos a la subrutina genérica y hacer todos los condicionamientos dependiendo del modo de operación de la válvula para su activación.

Cuando el Scan del plc se sitúa en una válvula dentro de la subrutina de salidas digitales de válvulas este lee el estado de la válvula por medio del sensor que detecta la apertura o cierre de esta, posteriormente migra estos valores y el nombre de la válvula hacia la subrutina genérica en donde se evalúa los condicionamientos para la activación o desactivación de la válvulas, de los modos de activación se encuentra el modo manual o automático.

Las activaciones de las válvulas en modo manual son cuando su operación solo dependen directamente del usuario, es decir el usuario es quien decide si se abre se cierra, esto lo hace desde el software SCADA. En el caso de que las válvulas sean activadas de modo automático, la activación lo hace cuando alguna de los procesos de la planta necesite abrir o cerrar la válvula.

Los procesos que abren las válvulas leen los estados de estas para poder determinar si el circuito de la operación está disponible u otra operación está en proceso, en caso de que otra operación este usando el circuito este no permitirá ejecutar el proceso hasta que el circuito esté disponible por tal motivo este es cuando la operación abre las válvulas necesarias.

Independientemente del modo de operación de las válvulas la variable de salida obtiene un valor para posteriormente regresar a la rutina de salidas digitales de válvulas donde dependiendo del valor obtenido de todos los condicionamientos de la subrutina genérica este hace la activación de un temporizador para poder abrir la válvula al término de este, el Scan evalúa el estado de la siguiente válvula para obtener los valores y moverlos a la rutina genérica para evaluar la apertura o cierre y de esta manera ejecuta todos los condicionamientos para todas las válvulas.

Al término del Ciclo del Scan en esta subrutina este regresa a la rutina principal para hacer el salto de rutina correspondiente.

### 3.5.3 Rutina salida digital de motores

En la siguiente figura se presenta la rutina que el programa de control de procesos ejecuta para el arranque y paro de motores y bombas en que los procesos hacen uso de ellos.

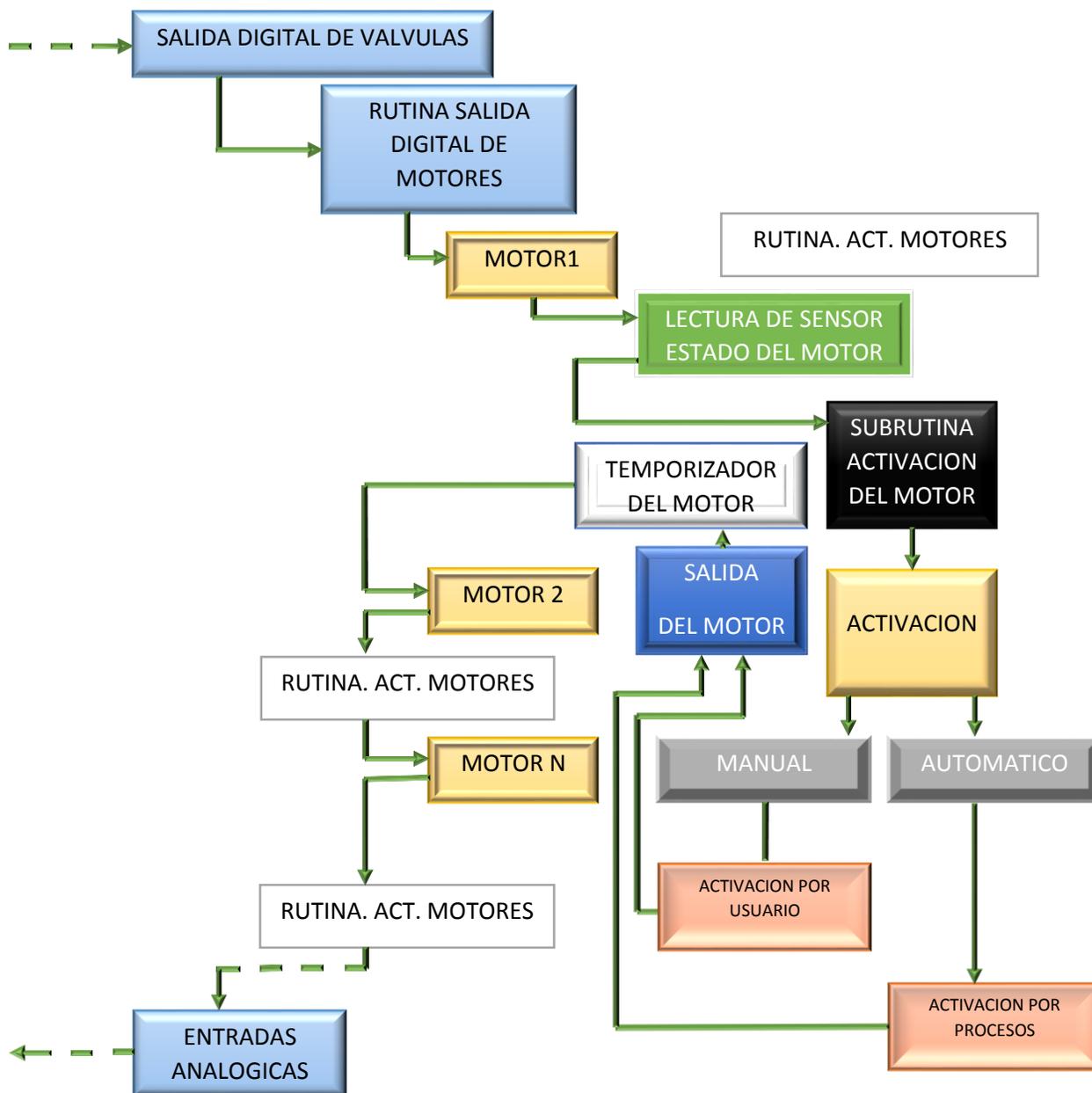


Figura 72.- Diagrama a bloques de la subrutina para activación de motores

El arranque y paro de las bombas se ejecuta dependiendo de la rutina de activación digital de motores, en esta rutina se lee por medio del sensor el estado de este, por

medio de saltos de rutina se migra el nombre y el estado del motor a una subrutina genérica en donde se hace los condicionamientos de activación.

Dentro de la subrutina genérica para los motores toma el valor del nombre y el estado de la bomba de la rutina desde donde se hizo el salto de rutinas y por medio de este se hace la evaluación del modo de operación de la bomba, las bombas contienen dos modos de operación, operación manual y operación automática.

Para la operación manual de la bomba toma el control el usuario desde el software SCADA, el usuario es quien decide el arranque o el paro de la bomba por medio de las pulsaciones de botones en el software. En cuanto a la operación de la bomba en automático los arranques y los paros de la bomba dependen directamente de los procesos en los cuales es usada la bomba.

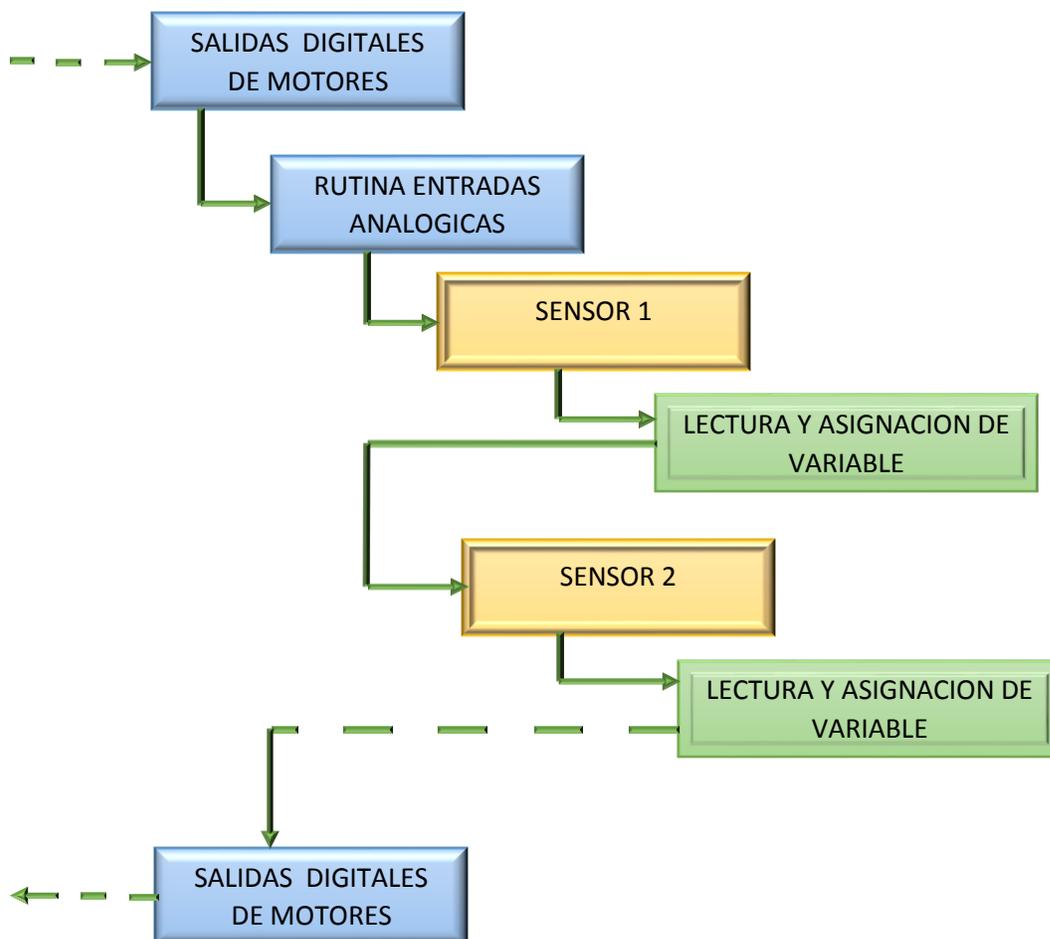
Para que un proceso la bomba arranque este lee las disponibilidades de los equipos que use, las lecturas realizadas son por medio de los sensores que los equipos poseen tales como las válvulas, sensores de niveles magnético PROMAG10 para tanques entre otros, teniendo en cuenta la disponibilidad de los equipos el proceso podrá ejecutarse y podrá arrancar la bomba en caso contrario el usuario es notificado por medio de animaciones en las pantallas del software SCADA.

Independientemente del modo de operación de los motores la variable de salida obtiene un valor para posteriormente regresar a la rutina de salidas digitales de motores donde dependiendo del valor obtenido de todos los condicionamientos de la subrutina genérica este hace la activación de un temporizador para poder arrancar la bomba al término de este, el Scan evalúa el estado de la siguiente bomba para obtener los valores y moverlos a la rutina genérica para evaluar la arranque o paro y de esta manera se ejecuta todos los condicionamientos para todas las bombas de la planta.

Al término del barrido del Scan en esta subrutina este regresa a la rutina principal para hacer el salto de rutina correspondiente.

### 3.5.4 Rutina de entradas analógicas

En la siguiente figura se presenta la rutina que el programa de control de procesos ejecuta para las lecturas y escalamientos de los sensores que funcionan mediante el protocolo 4-20mA.



*Figura 73.- diagrama a bloques de la subrutina de entradas analógicas de medidores.*

Las lecturas de los valores que los medidores de temperatura, medidores de nivel, medidores de flujo funcionan en base al protocolo 4-20 mA, las lecturas de los sensores pueden obtenerse una equivalencia para las unidades para que el usuario los pueda interpretar.

Esta rutina hace la adquisición de datos al sistema de control y mueve el valor para depositarlo en una variable flotante que posteriormente poder hacer los cálculos y obtener las equivalencias en sus respectivas unidades de medidas.

### 3.5.5 Rutina de mensajes a plc central

En la siguiente figura se presenta las rutinas que el sistema de control ejecuta para el envío y la recepción de mensajes hacia el plc central de la planta.

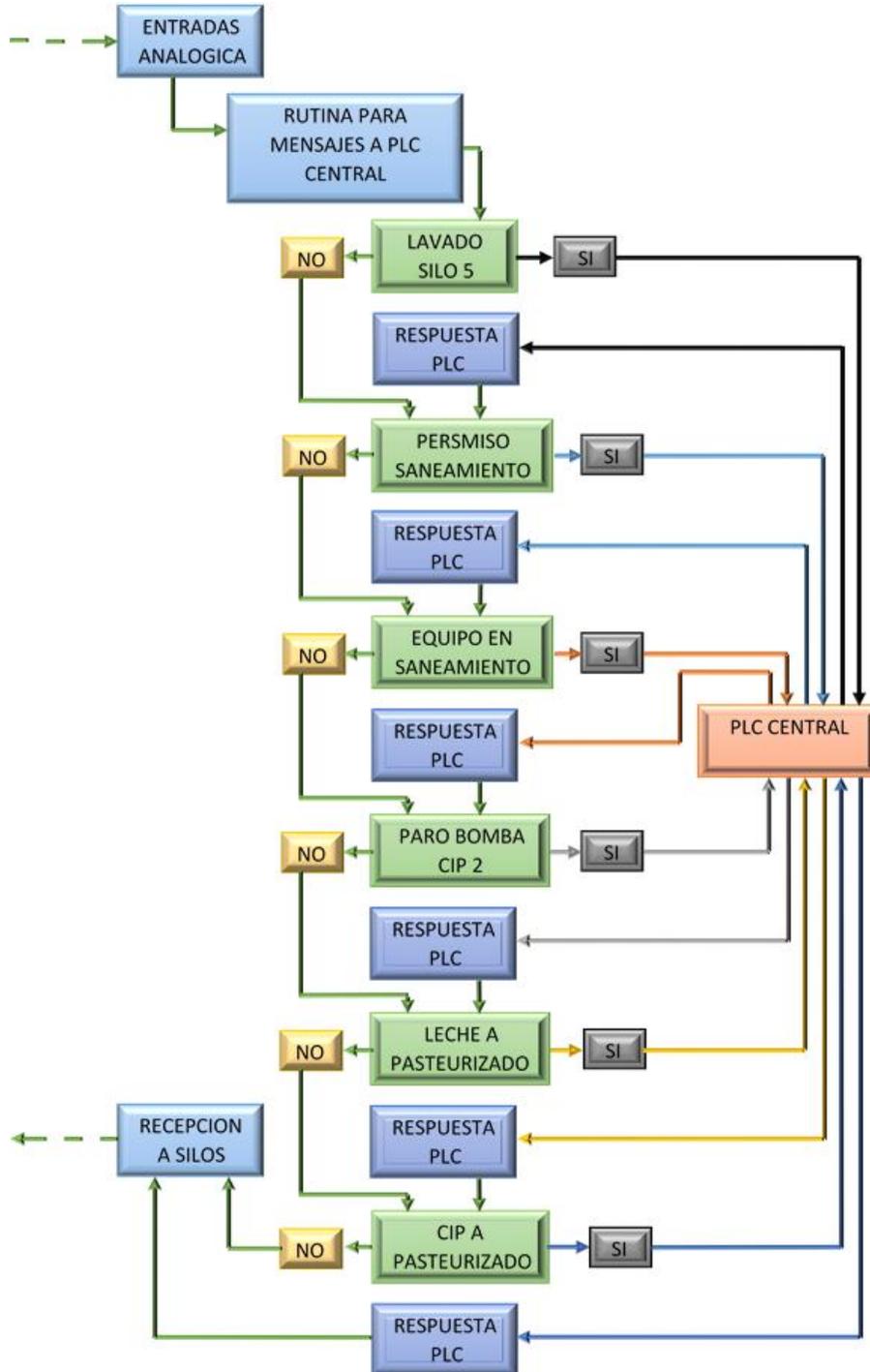


Figura 74.- Diagrama a bloques de la rutina mensajes a plc central

El programa del sistema de control para los procesos de los silos 5 y 6 tiene comunicación con el sistema de control central de la planta, esto se debe a que algunos de los procesos utilizan equipos comunes, es por ello que para que el sistema ejecute un proceso es necesario tener la disponibilidad de los equipos para llevarlo a cabo.

El sistema de control envía mensajes para la ejecución de procesos, los mensajes son para verificar la disponibilidad de los equipos, a estos mensajes son para los procesos de saneamiento de los tanques silos puesto que el suministro del agua y los detergentes con que se lava los tanques son comunes para todos los tanques silos es decir son para los 6 tanques.

Además del sistema de suministro para el saneamiento de los tanques también es común los equipos de pasteurización, descremado y placa de proceso, el sistema en el que trabaja el nuevo PLC solo controla las válvulas y las bombas propias para los tanques silos 5 y 6, sin embargo el pasteurizador, la descremadora y la placa de procesos son controlados por medio del PLC central a donde se envían los mensajes.

Dependiendo de la disponibilidad de los equipos para los procesos en los que el plc central controla podrá permitir la ejecución de los procesos que el sistema de control para los procesos de los tanques 5 y 6.

### 3.5.6 Activaciones de silos

La siguiente figura presenta por medio de diagramas de bloques la subrutina para las activaciones de equipos para los sistemas de enfriamiento y de agitación de los tanques silos 5 y 6.

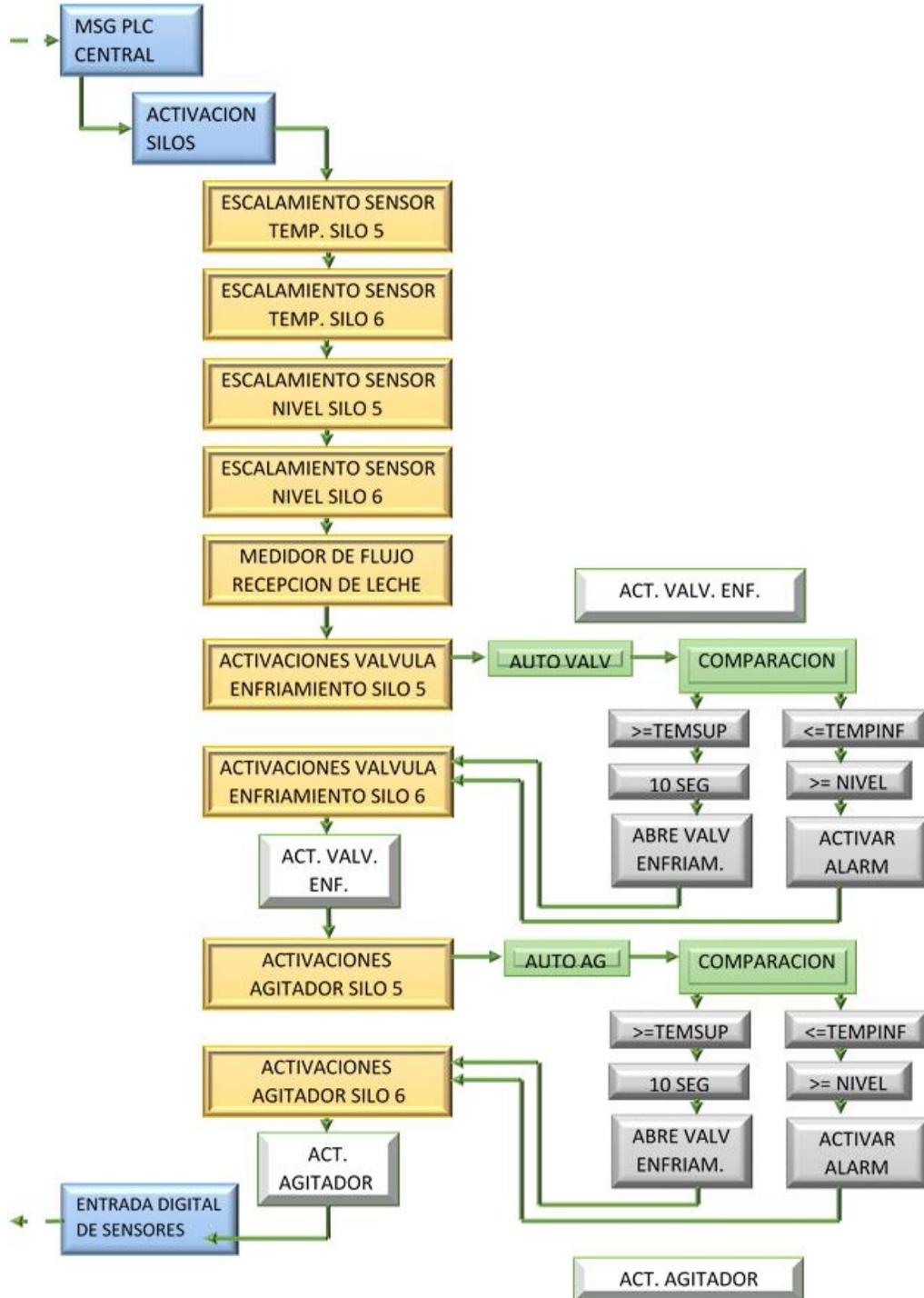


Figura 75.- Diagrama a bloques de la rutina de activaciones de silos 5 y 6

La subrutina que se ejecuta para los controles de los equipos para los sistemas de saneamiento y agitación de los tanques de silo 5 y 6 es la activación silos.

Esta subrutina tiene como objetivo el monitoreo de las condiciones de los tanques de almacenamientos silos 5 y 6, los estados de los tanques son determinados por medios de los sensores instalados para cada uno de los tanques, por cada una de ellas tiene instalado un sensor de temperatura analógico bajo el protocolo 4-20 mA del mismo modo tiene un sensor de nivel para obtener la cantidad de producto que contiene el tanque así como también un medidor de flujo para la recepción de la leche hacia los silos.

La subrutina hace los escalamientos de los sensores de temperatura de cada uno de los tanques, es decir obtiene las equivalencias en unidades de temperaturas de las señales que el plc recibe en la tarjeta de entrada analógica, así como también el escalamiento de los sensores de nivel que cada uno de los tanques tiene instalado dependiendo de los valores de temperatura y los niveles de productos de los tanques determina los condicionamientos para las activaciones de las válvulas de enfriamiento y de los agitadores.

Para la activación de las válvulas de enfriamiento se toma en cuenta el valor de medición de temperatura para posteriormente hacer las comparaciones de los valores máximos y mínimos establecidos para los tanques, este caso un valor máximo de 15°C y un valor mínimo de 10°C, por tanto el flujo de agua en el circuito del sistema de enfriamiento va condicionado dependiendo de la temperatura que tenga el tanque.

Los condicionamientos de las activaciones de los agitadores en cada uno de los tanques está condicionado mediante el nivel de producto que este contenga, es por ello que el sistema de control toma en cuenta la lectura del sensor de nivel para posteriormente hacer comparaciones con los parámetros de nivel mínimo y nivel máximo del tanque, en caso de que el tanque no contenga leche no arrancará el agitador y viceversa.

Esta subrutina mantendrá la leche en condiciones óptimas durante su almacenamiento antes del envío a cualquiera de los procesos.

### 3.5.7 Entrada digital de sensores

En la siguiente figura se muestra el diagrama a bloques de la subrutina para la adquisición de datos digitales de los sensores en los tanques de silos.

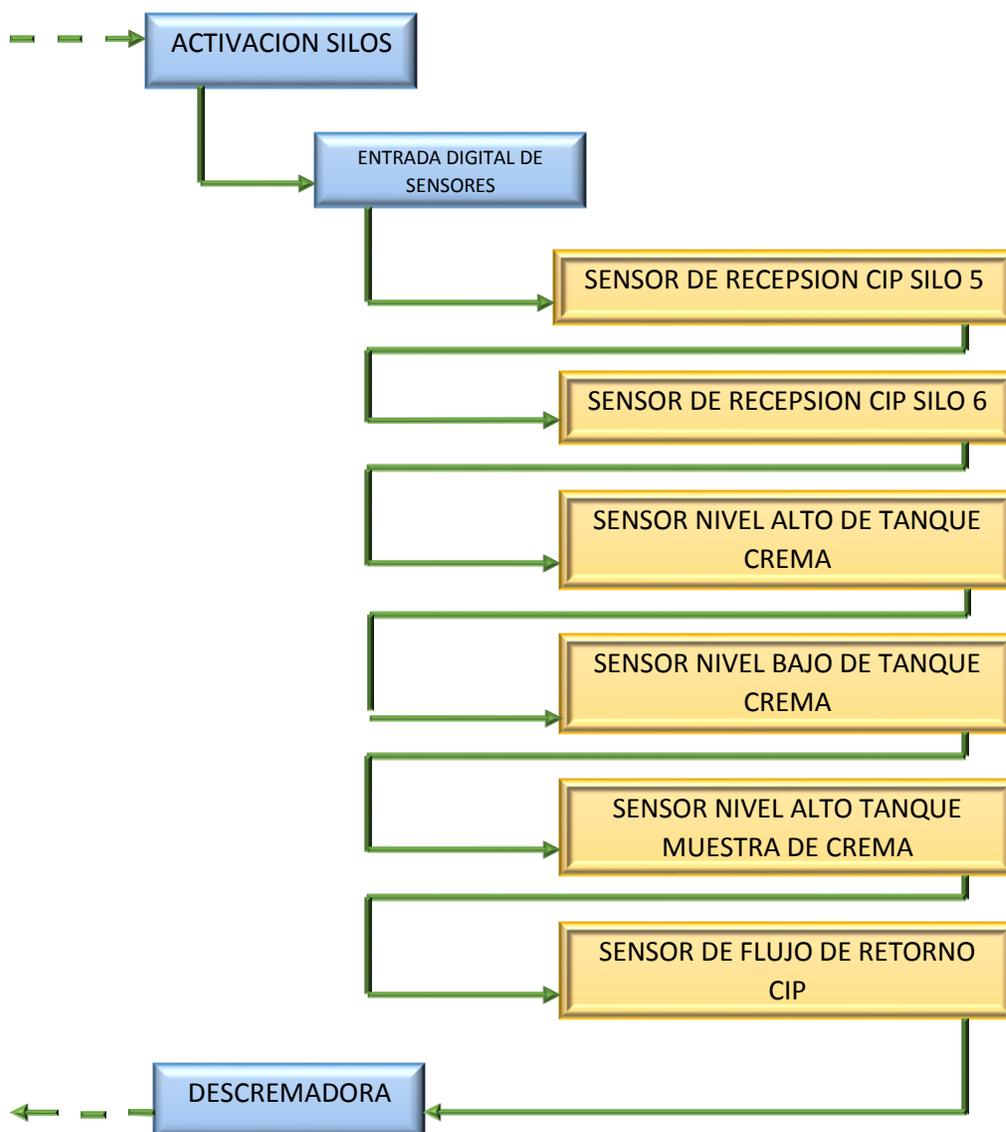


Figura 76.- Diagrama a bloques de entradas digitales de sensores

Las lecturas digitales de los sensores de recepción para los tanques silos se hacen dentro de esta rutina, de la misma manera para las lecturas de los estados de nivel bajo y alto del tanque de crema así como también la lectura del sensor del retorno CIP del saneamiento de los tanques y equipos.

La obtención de los estados de los sensores determina la disponibilidad de los equipos de recepción y de los circuitos de los demás procesos, de la misma manera

la determinación de la disponibilidad del circuito de los saneamientos de los tanques y equipos.

### 3.5.8 Subrutina señales de descremadora

La siguiente imagen muestra el diagrama a flujo de las señales obtenidas de la descremadora.

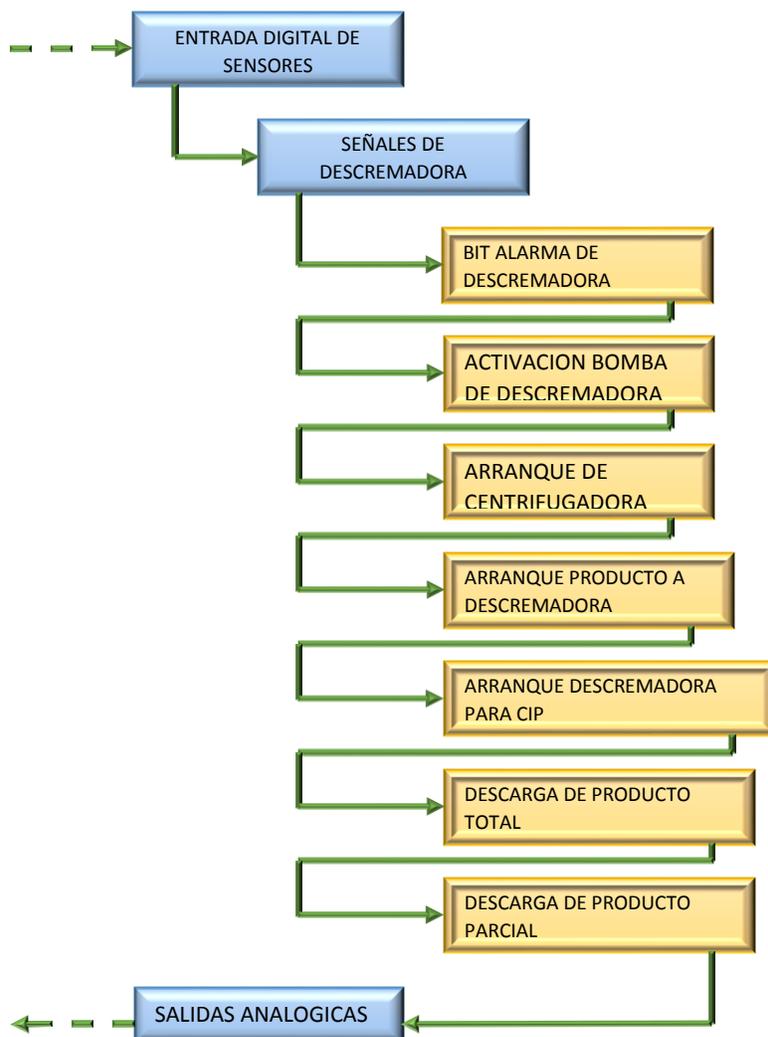


Figura 77.- Diagrama a bloques de la rutina señales de descremadora

La rutina que monitorea los procesos de la descremadora, es la subrutina de señales de descremadora el cual obtiene los estados de los sensores en cuanto a las alarmas, el estado de operación de la bomba de descremadora, monitoreo del estado de la centrifugadora, los estados de arranque de envío de producto, los saneamientos del equipo y las descargas de productos totales o parciales a partir de esta.

Todas estas lecturas de sensores instalados en la descremadora tienen como objetivo verificación de las disponibilidades del equipo para los procesos a partir de los silos 5 y 6. En caso de que este esté en operación los permisos de seguridad\* no permitirán el inicio de un nuevo proceso desde estos silos.

### 3.5.9 Subrutina de salidas analógicas

En la siguiente figura se muestra por medio de diagramas de bloques la subrutina de las salidas analógicas del sistema de control de la planta lechera.

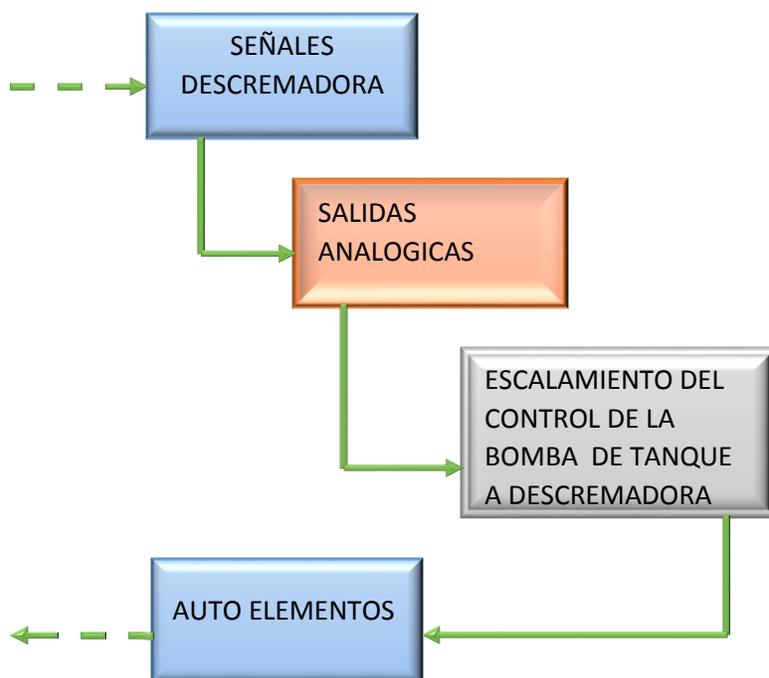


Figura 78.- Subrutina de salidas analógicas.

La tarjeta de salidas analógicas Compact Logix 1769-OF8 de la marca Allen Bradley del sistema de control, funcionan bajo el protocolo 4-20 mA, por tanto los escalamientos debe estar de acuerdo al tipo de señal del variador de frecuencia Power Flex 40 de la marca Allen Bradley el funciona bajo este mismo protocolo.

Los cálculos realizados en esta rutina constan de un modelo matemático en que la velocidad de la bomba se traduce a una señal de corriente eléctrica el cual está dentro de los rangos del protocolo, la velocidad de la bomba es de acuerdo la velocidad de producción de la descremadora obtenida a partir del medidor de flujo.

### 3.5.10 Subrutina de elementos automáticos

En la siguiente figura se muestra por diagrama a bloques las activaciones de modo automático para los procesos referentes a los tanques silos 5 y 6.

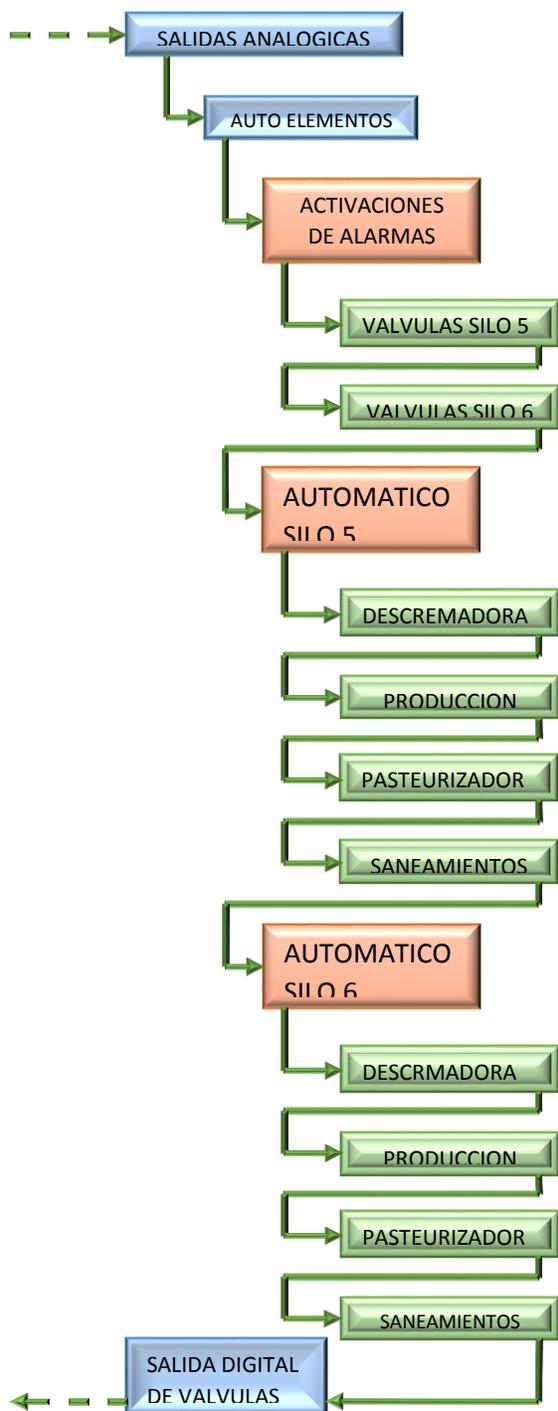


Figura 79.- Diagrama a bloques de la rutina automática para procesos de silos 5 y

El ciclo Scan del compact Logix ejecuta una subrutina por la que condiciona los procesos en automático de los que los tanques de silos 5 y 6. Para cada uno de los procesos en las que el ciclo Scan detecta el cambio de modo de operación desde el software SCADA en este caso las operaciones se efectúan cuando el modo sea en automático.

Esta rutina fue creada para los condicionamientos de los equipos que se deban abrir para ejecutar un proceso, por tanto para las activaciones automáticas de un silo detecta las disponibilidades y estados de sensores de los equipos para efectuar el proceso.

Siendo esta misma rutina la que envía la señal para las aperturas de las válvulas y arranques de los motores para cuando el usuario quiera efectuar alguna operación desde el sistema SCADA o desde el panel de control.

Las aperturas de las válvulas y arranques de motores están determinadas a partir de las lógicas de operaciones establecidos en el proyecto paralelo a este, en ella se denotan las válvulas a abrir y los motores a arrancar para ejecutar cada uno de los procesos.

Los procesos que aquí se efectúan son para los tanques de silo 5 y 6, los cuales son descargas de leche hacia la descremadora, descarga de leche a la placa de procesos, descarga de leche hacia el pasteurizador y los saneamientos del mismo tanque.

Terminando el ciclo Scan de ejecutar esta rutina realiza un salto hacia la rutina principal para efectuar la ejecución de la siguiente subrutina que es el de dren.

### **3.6 Sistema SCADA RSview32**

El software RSview32 es un sistema SCADA de la marca Allen Bradley que tiene la facultad de diseñar aplicaciones visuales para controlar y visualizar procesos.

En estas aplicaciones se pueden hacer uso por ejemplo de:

#### **Botones pulsadores**

Los botones pulsadores ofrecen la posibilidad de cambiar un valor momentáneo a una variable asignado, generalmente son para cambios digitales (0 y 1), cuando se hace la comunicación con un plc este puede hacer que condicione la ejecución de alguna rutina.

#### **Botones Switch**

Los botones Switch permite ofrecen la posibilidad de cambiar un valor a una variable asignado, estos al igual que el botón pulsador hace cambios digitales (0 o 1) y al establecer comunicación con el plc es posible hacer condicionamientos para las rutinas o inclusive cambio de valores de variables.

#### **Etiquetas**

Además de botones también se cuenta con etiquetas para poder visualizar valores numéricos o alfanuméricos, estos de manera similar puede ser vinculados a un variable de un sistema de control y que este pueda presentar estados de medidores o de sensores.

#### **Etiquetas de escritura**

El software dispone de estas etiquetas para ingresar valores numéricos o alfanuméricos y cuando estos están vinculados a un sistema de control puede hacer cambios en los valores de variables, estos cambios pueden ser aplicados en distintos equipos controlados como variadores de velocidades de motores.

#### **Almacenamiento de datos**

El programa RSview32 posibilita la creación condicionamientos para almacenar datos de variables, los almacenamientos se puede hacer cuando se haga algún evento durante la ejecución de la aplicación y guardar los valores en archivos.

Utilizando estas herramientas se procedió a diseñar la aplicación del sistema de control visual para la planta lechera obregón de la empresa Sealed Air de México donde existía la necesidad de visualizar y mantener el control de 6 bombas, 2 motores, 15 válvulas controladas por los equipos de mando IntelliTop 2.0, 2 sensores de nivel y 2 medidores de flujo, y se necesitaba menús y pantallas para el control de los procesos de la planta referente a los tanques silos 5 y 6.

Se creó un sistema SCADA para el sistema de control de los procesos de silos 5 y 6 de la planta obregón, el programa SCADA fue desarrollado con el software



Las descripciones del contenido de la pantalla se presentan como sigue.

**A:** El botón de gráficos hace el despegamiento para navegar sobre las pantallas en las que se hace los procesos de la planta, en ella se incluyen el acceso de la pantalla a silos de leche, pantalla de descremadora, pantalla de recepción de leche además de la pantalla de inicio de sesión por usuario.



*Figura 81.- Menú de gráficos*

**B:** El botón consecutivo al botón de gráficos es el de control en ella se creó un despegamiento para el accesos de las pantallas para los procesos de los silos, e ella se incluyó acceso de la pantalla para las descargas de las pipas hacia los silos, las descargas de los silos 5 y 6 hacia los procesos, la pantalla para el sistema de saneamientos y pantalla principal



*Figura 82.- Menú de acceso a pantallas de control*

**C:** El botón de parámetros se creó para ingresar a las pantallas para las modificaciones de los valores correspondientes a cada tanque silo.



*Figura 83.- Menú acceso de parámetros de silos*

**D:** Se creó un botón para el paro y cierre del proyecto del sistema SCADA ubicado en la barra superior de menús de la pantalla general.

**E:** se creó también un botón para el reconocimiento de alarmas de los equipos en ella incluyendo bombas, válvulas y sensores. El objetivo de esto es obtener todos los estados de los equipos y mediante animaciones de la pantalla el usuario pueda interpretar y generar una alarma de aviso.

**F:** en la flecha que tiene la leyenda de descremadora esta creada para generar un salto hacia la pantalla de descremadora y observar todos los procesos en que en ella se efectúen.



Figura 84.- Acceso a descremadora desde la pantalla general

**G:** para las animaciones de los tanques silos en la pantalla se creó una acción en el momento que al darle clic se abra una pantalla emergente y denote los estados y parámetros del tanque silo.

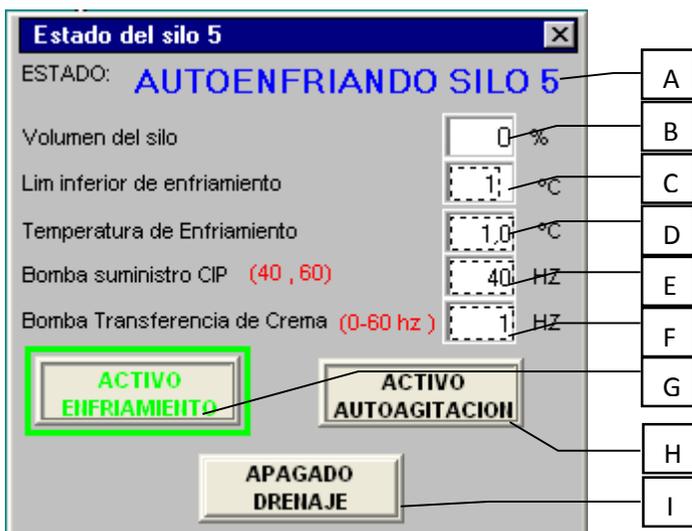


Figura 85.- Pantalla emergente de estados y parámetros de tanque silo 5

<b>A</b>	Muestra el estado actual del enfriamiento del sistema del Silo 6.
<b>B</b>	Muestra el volumen del Silo en capacidad de 0 a 100 %.
<b>C</b>	Muestra el límite inferior de Enfriamiento del Silo 6 y se puede modificar con respecto al valor que el operador desee.
<b>D</b>	Muestra el límite superior de enfriamiento del Silo 6 y se puede modificar con respecto al valor que el operador desee.
<b>E</b>	Se visualiza y se puede modificar el valor de la frecuencia de la bomba suministro CIP, en 2
<b>F</b>	Aquí se define el valor de la frecuencia en la que va a trabajar la bomba de transferencia de
<b>G</b>	Aquí se activa o se desactiva el sistema de auto enfriamiento.
<b>H</b>	Aquí se activa o se desactiva el sistema de auto agitación.
<b>I</b>	Aquí se activa o se desactiva el sistema de drenaje en la línea de Silo 6.

Tabla 6.- Contenido de la pantalla emergente de estados del tanque silo 5

**H:** En la siguiente figura se muestra la pantalla emergente para la visualización y configuración de parámetros del tanque silo 6.

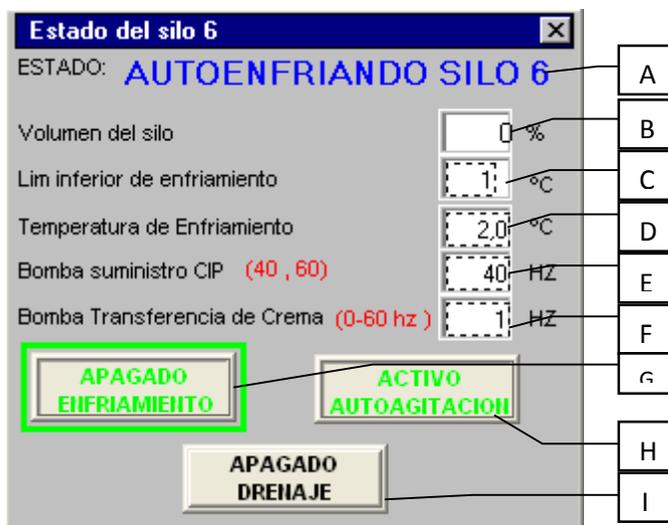


Figura 86.- Pantalla emergente de estados y parámetros de tanque silo 6

<b>A</b>	Muestra el estado actual del enfriamiento del sistema del Silo 6.
<b>B</b>	Muestra el volumen del Silo en capacidad de 0 a 100 %.
<b>C</b>	Muestra el límite inferior de Enfriamiento del Silo 6 y se puede modificar con respecto que al valor que el operador desee.
<b>D</b>	Muestra el límite superior de enfriamiento del Silo 6 y se puede modificar con respecto al valor que el operador desee.
<b>E</b>	Se visualiza y se puede modificar el valor de la frecuencia de la bomba suministro CIP, en 2
<b>F</b>	Aquí se define el valor de la frecuencia en la que va a trabajar la bomba de transferencia de
<b>G</b>	Aquí se activa o se desactiva el sistema de auto enfriamiento.
<b>H</b>	Aquí se activa o se desactiva el sistema de auto agitación.
<b>I</b>	Aquí se activa o se desactiva el sistema de drenaje en la línea de Silo 6.

Tabla 7.- Contenido de la pantalla emergente del tanque silo 6

### 3.6.1.2 Pantalla general de descremadora

La pantalla de la descremadora muestra los estados de los equipos usados en este proceso, mediante animaciones de los gráficos muestra los estados de los sensores, estados de bombas y agitadores.

En la siguiente figura se muestra la pantalla general de la descremadora que se diseñó en este trabajo.

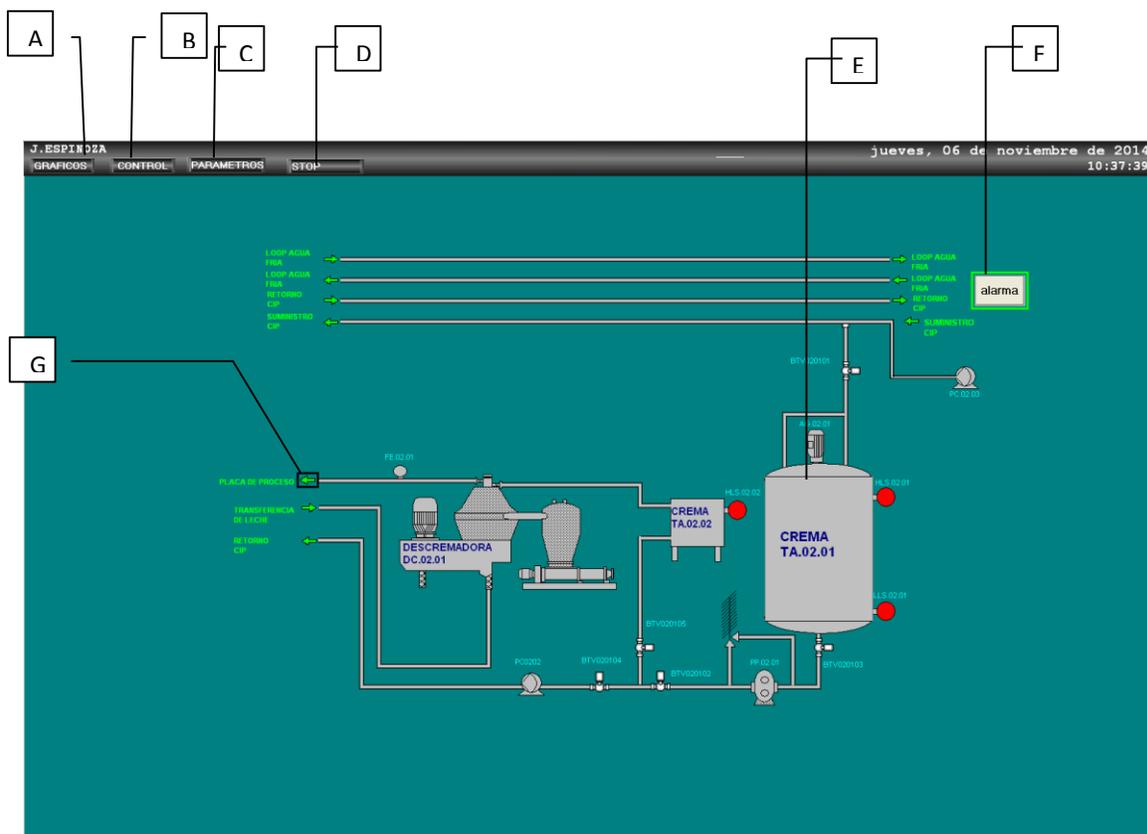


Figura 87.- Pantalla general de descremadora

Las descripciones del contenido de la pantalla se presentan como sigue.

- A:** El botón de gráficos despliega un menú de navegación hacia otras pantallas.
- B:** El botón de control despliega los menús para los procesos de control referente a los tanques silos 5 y 6.
- C:** El botón de parámetros despliega un menú para acceder a las pantallas emergentes de los tanques silos.
- D:** con el botón de STOP de detiene la ejecución del sistema SCADA de control.
- E:** En el grafico del tanque de la descremadora se le asignó una acción al presionar un clic, en ella muestra una pantalla emergente para visualizar y modificar el estado de la descremadora



Figura 88.- Pantalla emergente de control de descremadora

En la pantalla de control se creó un botón para el encendido y apagado del funcionamiento de la descremadora.

**F:** Se creó en esta pantalla un botón para los reconocimientos de las alarmas, esta acción hace que el sistema actualice las lecturas de los sensores de estados en los equipos y los represente en forma de animación en los gráficos de la pantalla.

**G:** En la pantalla se creó un botón para hacer salto a la pantalla de silos de leche.



Figura 89.- Botón para el salto a la pantalla silos de leche

### 3.6.1.3 Sistema de seguridad SCADA

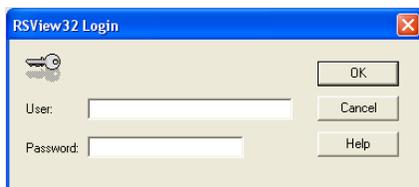
En el SCADA del proyecto se creó un sistema de seguridad para acceder a las pantallas y para la configuración de los parámetros de los procesos de la planta, el acceso de la pantalla de inicio de sesión se creó desde el menú desplegable de gráficos en la parte superior de la pantalla general de silos de leche.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del acceso a la pantalla emergente para inicio de sesión al sistema SCADA, el acceso se denota el botón con el nombre de Login.



Figura 90.- Posición de acceso para inicio de sesión en sistema SCADA

En la ejecución del sistema SCADA antes de que algún usuario inicie sesión se creó un usuario Default, este usuario no tiene permisos para la operación y configuración de los procesos y equipos. Para el inicio de sesión para algún usuario se creó una pantalla emergente en el que se introduce nombre de usuario y la contraseña para desbloquear los accesos a configuraciones y procesos.



*Figura 91.- Pantalla emergente para inicio de sesión Sistema SCADA*

De forma visual se creó la forma de que el sistema notifique el inicio de sesión, en la parte superior de las pantallas se ubicó el nombre de usuario del que haya iniciado sesión.

La configuración de los usuarios dados de alta para el sistema SCADA se presenta en la siguiente tabla.

Nombre de usuario	Password	Permisos
<b>OPERADOR</b>	1	Operación
<b>José</b>	José	Configuración,
<b>Mantenimiento</b>	2	Configuración,

*Tabla 7.- Usuarios de alta para inicio de sesión en el sistema SCADA*

Los usuarios Mantenimiento y José tienen permitidos las configuraciones de los parámetros de los tanques silos, tales como el límite inferior de temperatura y las velocidades de las bombas de suministro CIP y transferencia de crema, de la misma manera tiene permisos para las operaciones de los procesos para los tanques de silo 5 y 6.

#### **3.6.1.4 Pantalla generador de reporte recepción de leche**

En el programa SCADA del sistema de control se creó una pantalla para posibilitar el ingreso de datos antes de la ejecución de la recepción de leche con el fin de que el sistema crea base de datos sobre todas las recepciones de leche para los taques silos 5 y 6.

En la siguiente figura se muestra la pantalla generador de reporte para recepción de leche.

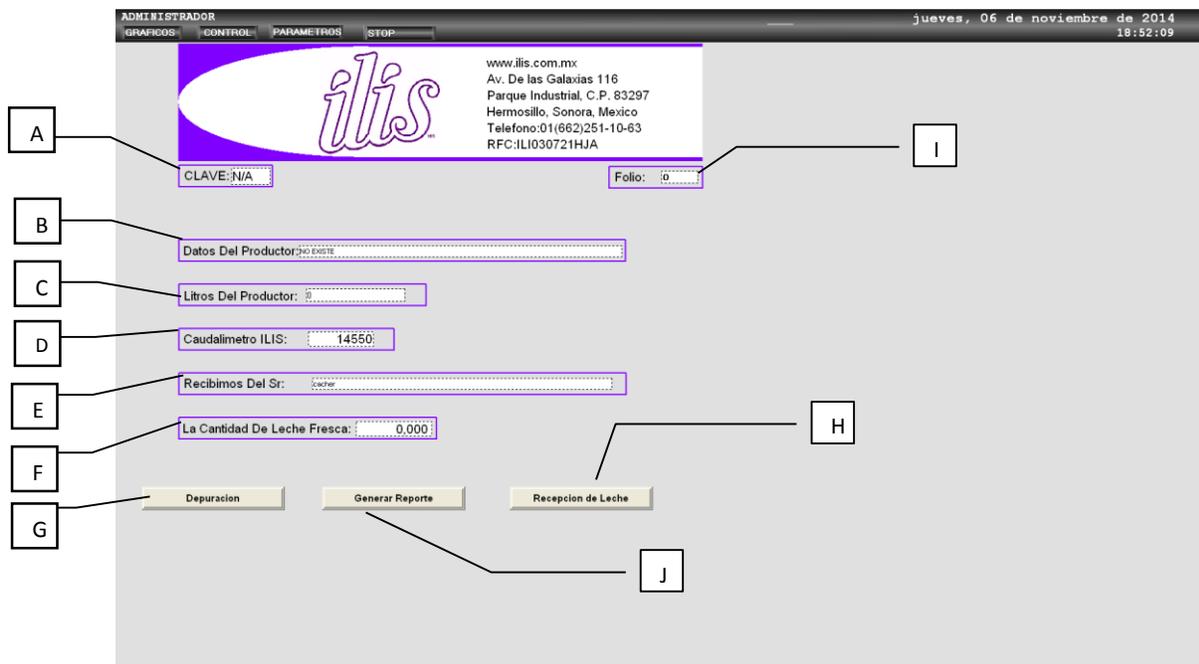


Figura 92.- Pantalla generador de reporte para recepción de leche

La siguiente tabla muestra las descripciones de los componentes de la pantalla generador de reportes para recepción de leche creado en este proyecto.

<b>A</b>	Se creó para ingresar la clave en formato alfa numérico o solo alfabético "Y se usó la acción de Enter para guardar el dato".
<b>B</b>	Se creó para ingresar los datos del productor "Y se realiza la acción de Enter para guardar el dato".
<b>C</b>	Se creó para ingresar el dato de cuanto leche es la que manda el productor "Y se realiza la acción de Enter para guardar el dato".
<b>D</b>	Aquí se va a desplegar el dato de cuanto leche lee el medidor de flujo.
<b>E</b>	Aquí se ingresa el nombre de quien entrego la leche "Y se realiza la acción de Enter para guardar el dato".
<b>F</b>	Aquí se desplegara la cantidad de leche fresca recibida de la pipa.
<b>G</b>	Aquí dándole clic al botón manda a ejecutar manualmente el depurador del
<b>I</b>	Aquí se ingresa el dato del folio; en este campo solo se ingresa datos de
<b>H</b>	Aquí dándole clic al botón Recepción de leche nos manda a la pantalla de control de
<b>J</b>	Aquí dándole clic al botón Generar Reporte ejecuta el programa PHF.

Tabla 8.- Componentes de la pantalla generador de reporte

### 3.6.1.5 Pantalla de proceso recepción de leche

En el sistema de monitoreo, visualización y control de operaciones SCADA se creó pantallas para las secuencias de operaciones de procesos en ellas se posibilito para el usuario la capacidad de ejecutar los inicios y términos de las operaciones de procesos para los taques silos 5 y 6.

En la siguiente figura muestra la pantalla para la secuencia de recepción de leche hacia los tanques silos 5 y 6.

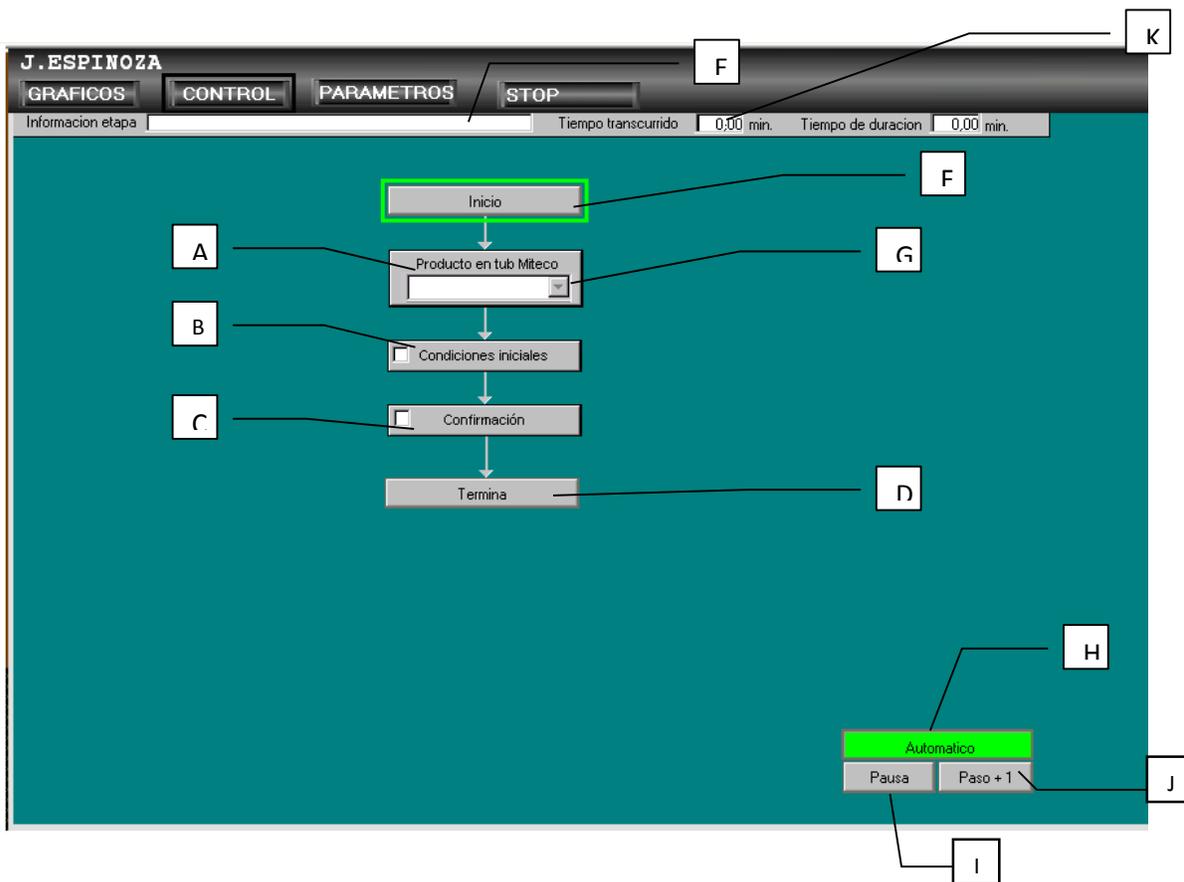


Figura 93.- Pantalla de proceso para recepción de leche

Las descripciones de los puntos que se tiene indicado en la figura anterior se hacen de la siguiente manera.

**A:** En esta parte de la pantalla se colocó un menú desplegable, para la selección a que tanque de silo el usuario quiera almacenar la leche que los transportes descargan, las opciones en el menú se tiene el SILO 5 y el SILO 6.

**B:** En esta parte de la pantalla se colocó un botón para que el usuario indique que las condiciones de recepción de leche sean las correctas, es decir que la selección del tanque silo es la correcta y ejecuta la rutina para los reconocimientos de alarmas y la verificación de las disponibilidades de los equipos.

**C:** Se creó un botón para el inicio de la ejecución del proceso, en este botón hace el arranque del proceso de recepción de leche se efectuó, en este paso ejecuta las rutinas para activación de válvulas y arranques de bombas a las que el proceso de recepción haga uso.

**D:** Para la secuencia de recepción de leche se creó en el sistema SCADA un botón para finalizar y terminar el proceso, en este paso hace que se desactiven las válvulas y bombas del proceso.

**E:** En esta parte se colocó una etiqueta que indica en que parte de la secuencia el usuario ha realizado, en esto aparece las leyendas:

Inicio: indica que el usuario ha oprimido el botón de inicio en la pantalla.

Silo 5 o Silo 6: indica que el usuario ha seleccionado un tanque silo de almacenamiento.

Condiciones iniciales: indica que el usuario ha oprimido el botón para las condiciones iniciales del proceso.

Confirmación: indica que el usuario ha confirmado y ha iniciado el proceso de recepción de leche.

Terminado: indica que el proceso se ha finalizado.

**F:** En la pantalla de recepción de leche se creó un botón inicio para que el sistema de control reconozca el inicio de nuevo proceso y efectuó los reconocimientos de estados de procesos de los tanques silos 5 y 6.

**G:** En esta parte se hace la selección del tanque silo de almacenamiento de leche.

**H:** Se creó en esta parte de la pantalla un botón para la selección del modo de operación del proceso, ya sea en modo automático o modo manual.

**I:** Se creó también un botón para que el usuario pueda suspender la ejecución del proceso y poder hacer la reanudación de este mismo.

**J:** se creó el botón llamado PASO+1 hacer saltos en la ejecución de secuencias del proceso de recepción de leche, tales son los casos de reconocimientos de alarmas y disponibilidad de equipos (operación disponible en modo manual).

**K:** Se creó la etiqueta para la visualización del tiempo desde que se inició el proceso de recepción de leche.

### 3.6.1.6 Pantalla de descarga de tanque silo 5

En la aplicación SCADA se creó la pantalla para ejecutar los inicios y términos de los procesos para el tanque silo 5, en la siguiente imagen se muestra esta pantalla.

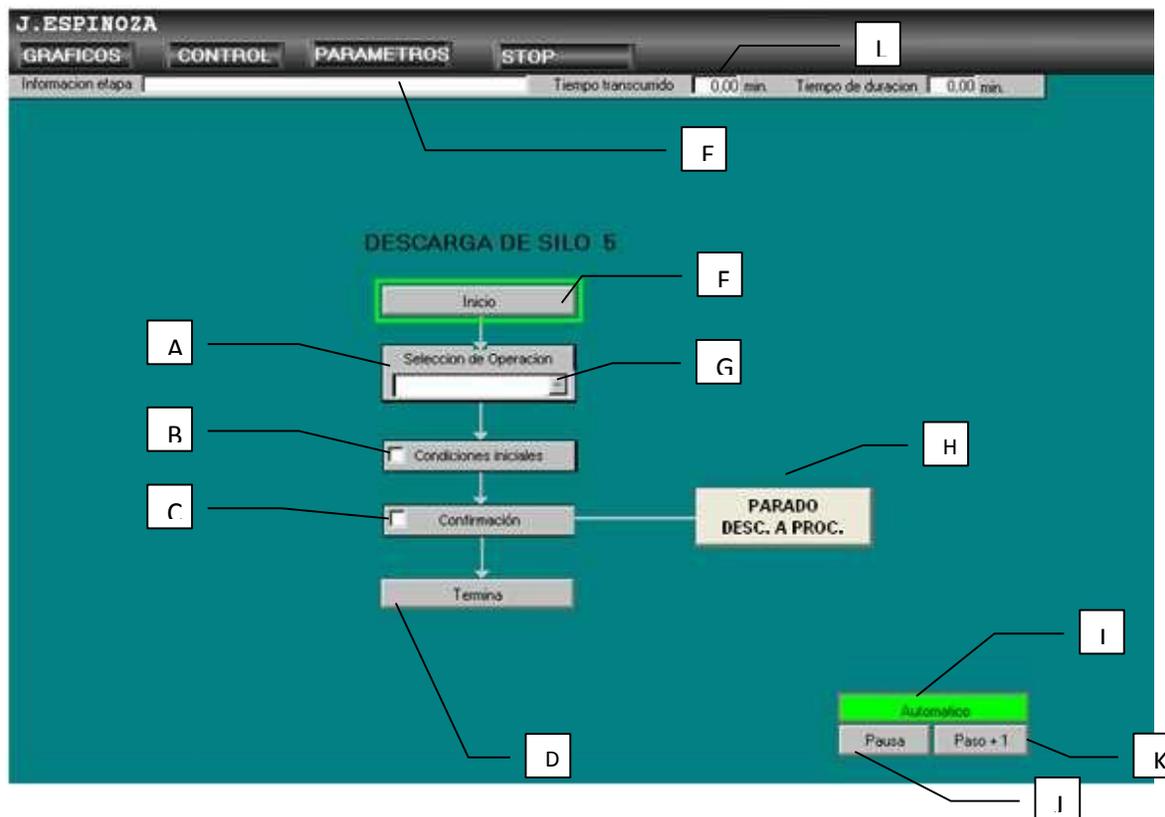


Figura 94.- Pantalla de procesos para tanque silo 5

Las descripciones de los puntos que se tiene indicado en la figura anterior se hacen de la siguiente manera.

**A:** En esta parte de la pantalla se colocó un menú desplegable, para la selección del proceso para el tanque de silo 5 el operador necesita ejecutar.

**B:** En esta parte de la pantalla se colocó un botón para que el usuario indique que las condiciones de recepción de leche sean las correctas, es decir que la selección del proceso a ejecutar es la correcta y hace que el sistema de control ejecute la rutina para los reconocimientos de alarmas y la verificación de las disponibilidades de los equipos.

**C:** Se creó un botón para el inicio de la ejecución del proceso seleccionado, en este botón hace que el arranque del proceso se efectuó, en este paso hace que el sistema de control creado ejecute las rutinas para activación de válvulas y arranques de bombas que hagan uso del proceso seleccionado para el tanque silo 5.

**D:** para los procesos del silo 5 se creó en el sistema SCADA un botón para finalizar y terminar el proceso ejecutado, en este paso hace que se desactiven las válvulas y bombas que haga uso el proceso.

**E:** En esta parte se colocó una etiqueta que indica en que parte de la secuencia el usuario ha realizado, en esto aparece las leyendas:

Inicio: aparece cuando el usuario ha oprimido el botón de inicio en la pantalla actual.

Descarga a descremadora: aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia la descremadora.

Descarga a placa de proceso: aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia el proceso de pasteurización.

Descarga a procesos pasteurizado: aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia el proceso de pasteurización.

Saneamiento de silo 5: Aparecerá cuando el usuario selecciona el proceso de saneamiento al tanque de silo 5.

Saneamiento de tubería: Aparecerá cuando el usuario seleccione el proceso de saneamiento de las tuberías de descarga del silo 5.

Condiciones iniciales: aparece cuando el usuario ha oprimido el botón para las condiciones iniciales del proceso.

Confirmación: aparece cuando el usuario ha confirmado y ha iniciado el proceso de recepción de leche.

Terminado: indica que el proceso seleccionado se ha finalizado.

**F:** En la pantalla de recepción de leche se creó un botón inicio para que el sistema de control reconozca el inicio de nuevo proceso y efectúe los reconocimientos de estados de procesos del tanque de silo 5.

**G:** En esta parte se hace la selección del proceso a ejecutar para el tanque de silo 5.

**H:** Se creó un botón para arranque del proceso seleccionado cuando se esté ejecutando otro dependiendo de la disponibilidad de los equipos que haga uso.

**I:** Se creó en esta parte de la pantalla un botón para la selección del modo de operación del proceso, ya sea en modo automático o modo manual.

**J:** Se creó también un botón para que el usuario pueda suspender la ejecución del proceso y poder hacer la reanudación de este mismo.

**K:** se creó el botón llamado PASO+1 hacer saltos en la ejecución de secuencias del proceso de recepción de leche, tales son los casos de reconocimientos de alarmas y disponibilidad de equipos (operación disponible en modo manual).

**L:** Se creó la etiqueta para la visualización del tiempo desde que se inició el proceso seleccionado.

### 3.6.1.7 Pantalla de descarga de tanque silo 6

En la aplicación SCADA se creó la pantalla para ejecutar los inicios y términos de los procesos para el tanque silo 6, en la siguiente imagen se muestra esta pantalla.

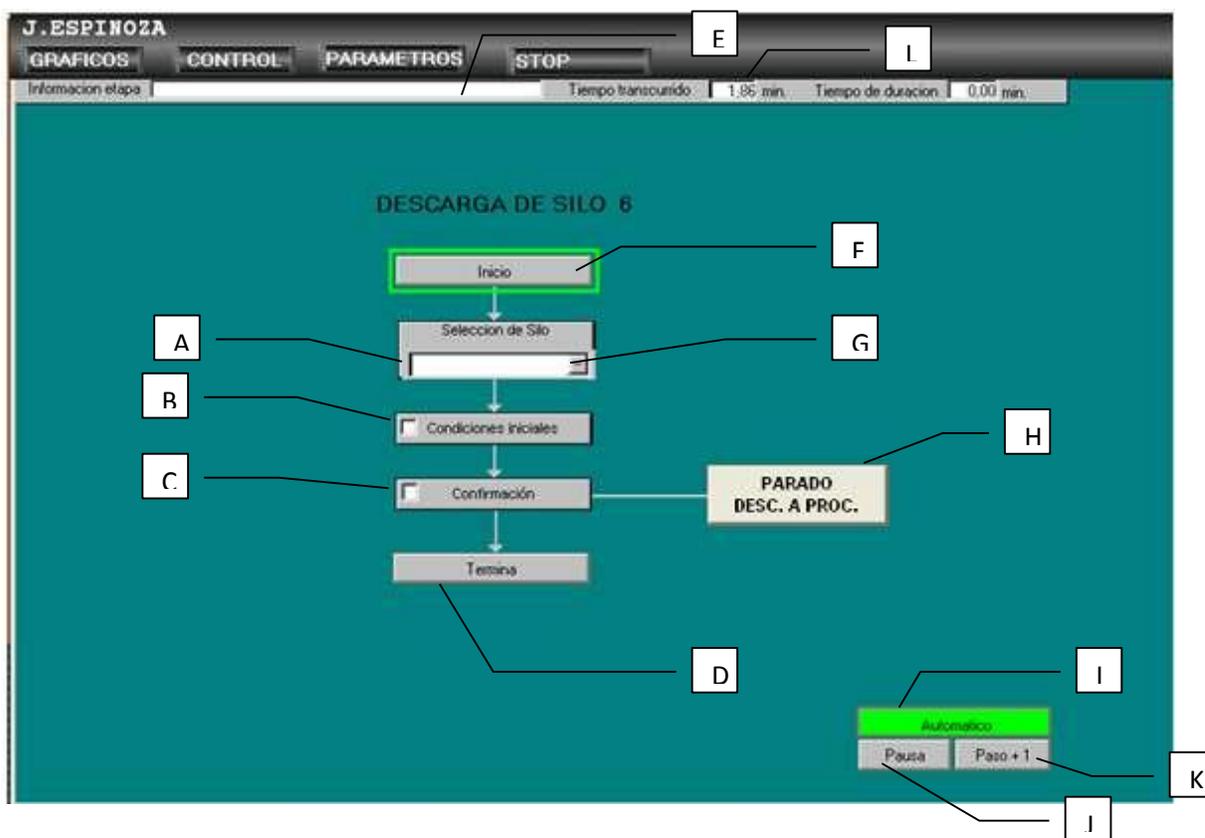


Figura 95.- Pantalla de procesos para tanque silo 6

Las descripciones de los puntos que se tiene indicado en la figura anterior se hacen de la siguiente manera.

**A:** En esta parte de la pantalla se colocó un menú desplegable, para la selección del proceso para el tanque de silo 6 el operador necesita ejecutar.

**B:** En esta parte de la pantalla se colocó un botón para que el usuario indique que las condiciones de recepción de leche sean las correctas, es decir que la selección del proceso a ejecutar es la correcta y hace que el sistema de control ejecute la rutina para los reconocimientos de alarmas y la verificación de las disponibilidades de los equipos.

**C:** Se creó un botón para el inicio de la ejecución del proceso seleccionado, en este botón hace que el arranque del proceso se efectuó, en este paso hace que el sistema de control creado ejecute las rutinas para activación de válvulas y arranques de bombas que hagan uso del proceso seleccionado para el tanque silo 6.

**D:** para los procesos del silo 6 se creó en el sistema SCADA un botón para finalizar y terminar el proceso ejecutado, en este paso hace que se desactiven las válvulas y bombas que haga uso el proceso.

**E:** En esta parte se colocó una etiqueta que indica en que parte de la secuencia el usuario ha realizado, en esto aparece las leyendas:

Inicio: aparece cuando el usuario ha oprimido el botón de inicio en la pantalla actual.

Descarga a descremadora: aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia la descremadora.

Descarga a placa de proceso: aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia el proceso de pasteurización.

Descarga a procesos pasteurizado: aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia el proceso de pasteurización.

Saneamiento de silo 6: Aparecerá cuando el usuario selecciona el proceso de saneamiento al tanque de silo 6.

Saneamiento de tubería: Aparecerá cuando el usuario seleccione el proceso de saneamiento de las tuberías de descarga del silo 6.

Condiciones iniciales: aparece cuando el usuario ha oprimido el botón para las condiciones iniciales del proceso.

Confirmación: aparece cuando el usuario ha confirmado y ha iniciado el proceso de recepción de leche.

Terminado: indica que el proceso seleccionado se ha finalizado.

**F:** En la pantalla de recepción de leche se creó un botón inicio para que el sistema de control reconozca el inicio de nuevo proceso y efectuó los reconocimientos de estados de procesos del tanque de silo 6.

**G:** En esta parte se hace la selección del proceso a ejecutar para el tanque de silo 6.

**H:** Se creó un botón para arranque del proceso seleccionado cuando se esté ejecutando otro dependiendo de la disponibilidad de los equipos que haga uso.

**I:** Se creó en esta parte de la pantalla un botón para la selección del modo de operación del proceso, ya sea en modo automático o modo manual.

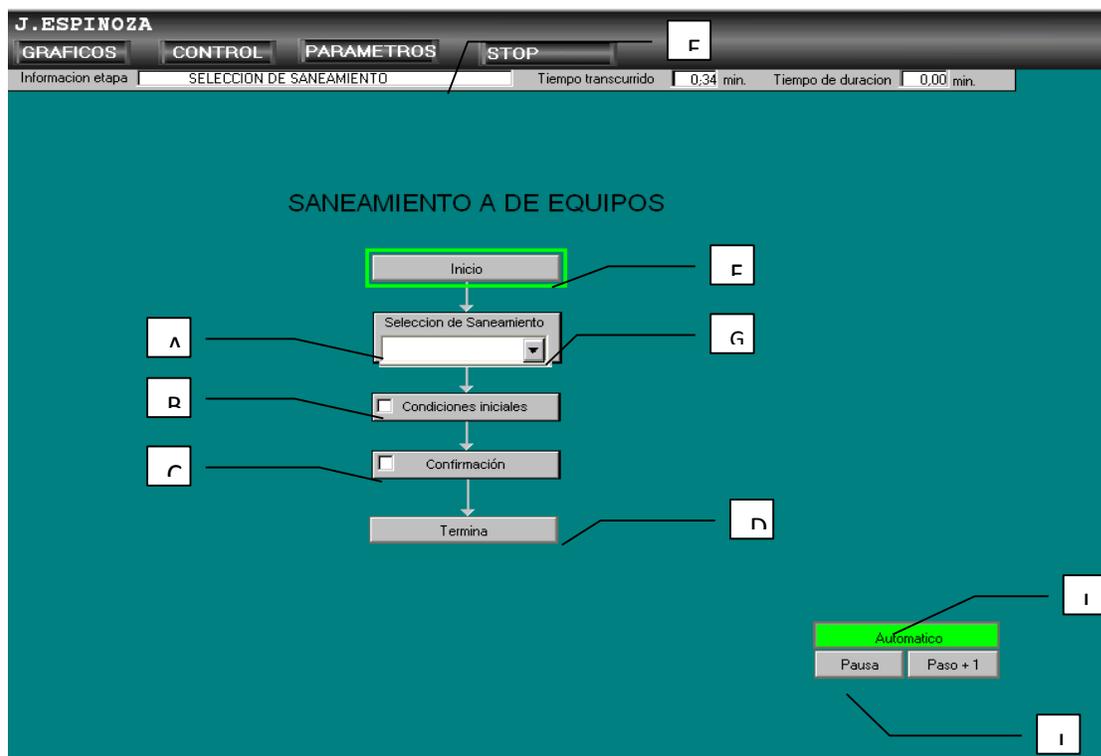
**J:** Se creó también un botón para que el usuario pueda suspender la ejecución del proceso y poder hacer la reanudación de este mismo.

**K:** se creó el botón llamado PASO+1 hacer saltos en la ejecución de secuencias del proceso de recepción de leche, tales son los casos de reconocimientos de alarmas y disponibilidad de equipos (operación disponible en modo manual).

**L:** Se creó la etiqueta para la visualización del tiempo desde que se inició el proceso seleccionado.

### 3.6.1.8 Pantalla para procesos de saneamientos

Además de las pantallas para la recepción de leche y procesos de los silos 5 y 6 se creó de manera similar la pantalla para los procesos de saneamiento de equipos de la planta, la pantalla se muestra en la siguiente figura.



*Figura 96.- Pantalla para saneamiento de equipos (CIP)*

La descripción de los componentes de la pantalla para el saneamiento de equipos se muestra a continuación.

**A:** En esta parte de la pantalla se colocó un menú desplegable, para la selección del equipo para realizar el saneamiento.

**B:** En esta parte de la pantalla se colocó un botón para que el usuario indique que las condiciones de saneamiento sean las correctas, es decir que la selección del proceso a ejecutar es la correcta y hace que el sistema de control ejecute la rutina para los reconocimientos de alarmas y la verificación de las disponibilidades de los equipos.

**C:** Se creó un botón para el inicio de la ejecución del saneamiento al equipo seleccionado, en este botón hace que el arranque del proceso se efectuó, en este paso hace que el sistema de control creado ejecute las rutinas para activación de válvulas y arranques de bombas que hagan uso sistema de saneamiento.

**D:** para el sistema de saneamiento se creó en el sistema SCADA un botón para finalizar y terminar el saneamiento de un equipo en ejecución, en este paso hace que se desactiven las válvulas y bombas que haga uso el proceso.

**E:** En esta parte se colocó una etiqueta que indica en que parte de la secuencia el usuario ha realizado, en esto aparece las leyendas:

Inicio: aparece cuando el usuario ha oprimido el botón de inicio en la pantalla actual.

Saneamiento a descremadora: Aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se hará a la descremadora.

Saneamiento a placa de proceso: aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se hará a la placa de proceso.

Saneamiento a pasteurización: aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se realizara para los equipos de pasteurización.

Saneamiento a tanque de crema: aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se realizara para el tanque de crema.

Saneamiento a descarga: aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se realizara para las tuberías de recepción de leche.

Condiciones iniciales: aparece cuando el usuario ha oprimido el botón para las condiciones iniciales del proceso de saneamiento.

Confirmación: aparece cuando el usuario ha confirmado y ha iniciado el proceso de recepción de leche.

Terminado: indica que el proceso seleccionado se ha finalizado.

**F:** En la pantalla de recepción de leche se creó un botón inicio para que el sistema de control reconozca el inicio de nuevo proceso y efectuó los reconocimientos de estados de procesos de saneamientos.

**G:** En esta parte se despliega una lista de selección de equipos a sanear.

1. Saneamiento a Descremadora.
2. Saneamiento a Placa proceso.
3. Saneamiento a proceso Pasteurizado.
4. Saneamiento a Tanque de Crema.
5. Saneamiento a Descarga de Pipas

**I:** Se creó en esta parte de la pantalla un botón para la selección del modo de operación del proceso, ya sea en modo automático o modo manual.

**J:** Se creó también un botón para que el usuario pueda suspender la ejecución del proceso y poder hacer la reanudación de este mismo.

**K:** se creó el botón llamado PASO+1 hacer saltos en la ejecución de secuencias del proceso de recepción de leche, tales son los casos de reconocimientos de alarmas y disponibilidad de equipos (operación disponible en modo manual).

**L:** Se creó la etiqueta para la visualización del tiempo desde que se inició el proceso seleccionado.

### **3.7 Panel de control (Panel View plus 600)**

La programación del Panel View Plus 600 se hizo por medio del software FactoryTalk View 7.0 de la marca Allen Bradley, este software está diseñado para establecer la comunicación con controladores lógicos programables y creaciones de aplicaciones visuales y control de procesos para paneles de la marca Allen Bradley.

El software de programación de paneles permite hacer uso de:

#### **Botones pulsadores**

Los botones pulsadores ofrecen la posibilidad de cambiar un valor momentáneo a una variable asignado, generalmente son para cambios digitales (0 y 1), cuando se hace la comunicación con un plc este puede hacer que condicione la ejecución de alguna rutina.

#### **Botones Switch**

Los botones Switch permite ofrecen la posibilidad de cambiar un valor a una variable asignado, estos al igual que el botón pulsador hace cambios digitales (0 o 1) y al establecer comunicación con el plc es posible hacer condicionamientos para las rutinas o inclusive cambio de valores de variables.

#### **Etiquetas**

Además de botones también se cuenta con etiquetas para poder visualizar valores numéricos o alfanuméricos, estos de manera similar puede ser vinculados a un

variable de un sistema de control y que este pueda presentar estados de medidores o de sensores.

### **Etiquetas de escritura**

El software dispone de estas etiquetas para ingresar valores numéricos o alfanuméricos y cuando estos están vinculados a un sistema de control puede hacer cambios en los valores de variables, estos cambios pueden ser aplicados en distintos equipos controlados como variadores de velocidades de motores.

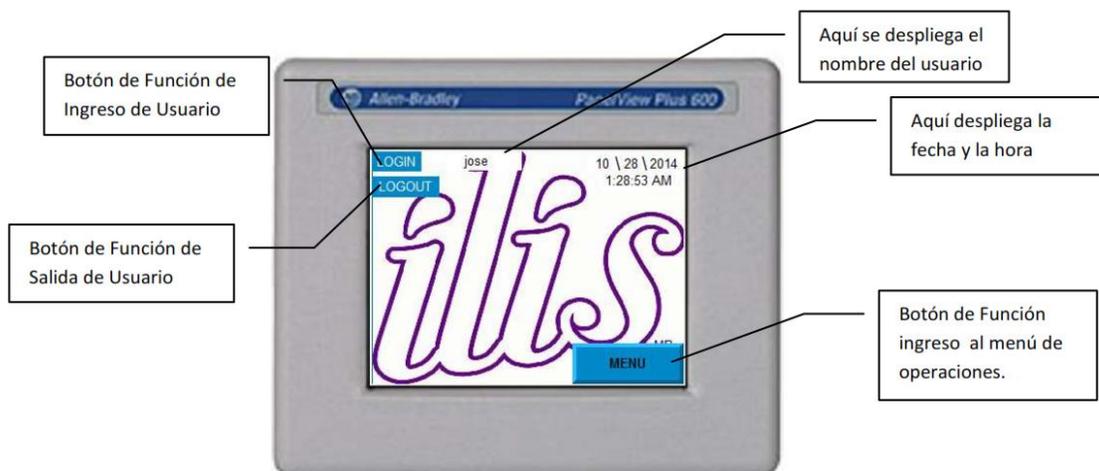
Usando estas herramientas se procedió a diseñar la aplicación para el Panel View Plus 600 del sistema de control, el software del Panel View creado funciona en forma paralela a la aplicación SCADA creada con RSview32 de la marca Allen Bradley. La necesidad de la integración de este panel es debido a que se realicen las operaciones desde la ubicación del tablero de control desarrollado en este proyecto.

### **3.7.1 Descripción de las pantallas del Panel View Plus 600**

A continuación se presenta la descripción de las pantallas creadas en la aplicación del Panel View Plus 600 para el control de procesos de los tanques de silo 5 y 6 de la planta lechera.

#### **3.7.1.1 Pantalla principal**

En la aplicación del panel de control se estableció una pantalla principal, esta pantalla es la que se estableció para que se muestre de manera predeterminada después del encendido del panel, en la siguiente figura se muestra la pantalla principal.



*Figura 97.- Pantalla principal de la aplicación del Panel View Plus 600*

La pantalla principal se creó un botón para inicio de sesión por usuario, el cual abre nueva pantalla para el ingreso de datos y el usuario pueda acceder a las operaciones del panel, también se creó un botón para cierre de sesión cuando un usuario este activo, el usuario activo se visualiza en la etiqueta creada en la parte superior del panel. La pantalla principal también se le integro una etiqueta para visualización de fecha y hora además de un menú para acceder a las a las operaciones de los procesos de los tanques silos 5 y 6.

### **3.7.1.2 Pantalla de ingreso de usuario**

Como se indicó anteriormente la aplicación del panel se le creo un sistema de seguridad por medio de inicios de sesión por usuario, la pantalla de ingreso de datos se le dio acceso desde el botón de Login que aparece en la pantalla superior de la pantalla principal.

La aplicación se diseñó de tal manera que en el inicio del sistema este tenga un usuario predeterminado el cual no tiene permisos para la operación y la configuración del sistema de control, es entonces que se creó la pantalla de inicio de sesión para el acceso de la configuración y operación del sistema de control. La siguiente figura se muestra la pantalla de inicio de sesión.



*Figura 98.- Pantalla de inicio de sesión de la aplicación de Panel View 600*

Los usuarios que se crearon para la aplicación se presenta en la siguiente tabla, dentro de la misma se observara también los tipos de permisos que cada uno de los usuarios tienen acceso.

Nombre de usuario	Password	Permisos
<b>OPERADOR</b>	1	Operación
<b>José</b>	José	Configuración,
<b>mantenimiento</b>	2	Configuración,

*Tabla 9.- Usuarios creados para operación del Panel View Plus 600*

### 3.7.1.3 Pantalla del menú

En la pantalla principal de la aplicación del Panel View, se creó un botón para acceder a un menú. Este menú está diseñado para la navegación de las distintas pantallas creadas para el monitoreo y operación del sistema de control de procesos para los tanques de silo 5 y 6. En la siguiente figura se muestra la pantalla del menú creado desde el software FactoryTalk View 7.0.



*Figura 99.- Pantalla de menú de procesos del Panel View Plus 600*

En la pantalla de menú se integró acceso por medio de botones pulsadores a otras pantallas en las que se encuentran los siguientes:

### **Recepción de leche**

En este botón hace el salto a la pantalla para ejecutar los procesos de recepción de leche y almacenamientos a los tanques silos 5 y 6.

### **Transferencia de silo 5**

Este botón se creó para acceder a la pantalla de procesos referentes al tanque silo 5.

### **Transferencia de silo 6**

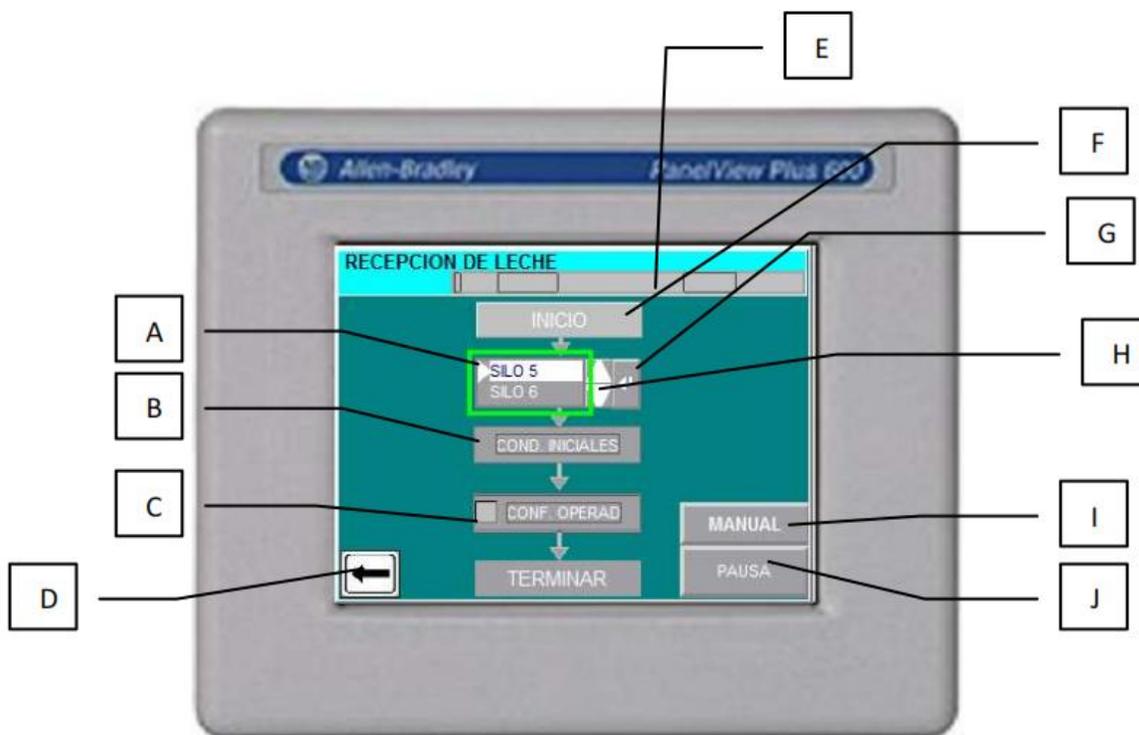
Este botón situado en el menú se creó para tener accesibilidad a la pantalla de procesos referentes al tanque silo 6.

### **Saneamientos**

En este botón del menú se creó para acceder a la pantalla de procesos de saneamiento para los equipos de procesos.

#### **3.7.1.4 Pantalla de recepción de leche**

En la aplicación para el Panel View Plus 600 se creó pantallas para las operaciones de los procesos de los tanques silos 5 y 6, por tanto se necesitó hacer la pantalla que realice las operaciones de recepción de leche y almacenamiento en los tanques silo 5 y 6. En la siguiente imagen se muestra la pantalla creada para las operaciones de recepción de leche.



*Figura 100.- Pantalla de Panel View para proceso de recepción de leche*

Las descripciones de los componentes de la pantalla creada para la recepción de leche se describen a continuación.

**A:** En esta parte de la pantalla se colocó un menú desplegable, para la selección a que tanque de silo el usuario quiera almacenar la leche que se descarga en la recepción, las opciones en el menú se tiene el SILO 5 y el SILO 6.

**B:** En esta parte de la pantalla se colocó un botón para que el usuario indique que las condiciones de recepción de leche sean las correctas, es decir que la selección del tanque silo es la correcta y ejecuta la rutina en el sistema de control para los reconocimientos de alarmas y la verificación de las disponibilidades de los equipos.

**C:** Se creó un botón para el inicio de la ejecución del proceso, en este botón efectúa el arranque del proceso de recepción de leche, en este paso ejecuta las rutinas para activación de válvulas y arranques de bombas a las que el proceso de recepción haga uso.

**D:** en la aplicación se creó también un botón para regresar a la pantalla de menú.

**E:** En esta parte se colocó una etiqueta que indica en que parte de la secuencia el usuario ha realizado, en esto aparece las leyendas:

Inicio: indica que el usuario ha oprimido el botón de inicio en la pantalla.

Silo 5 o Silo 6: indica que el usuario ha seleccionado un tanque silo de almacenamiento.

Condiciones iniciales: indica que el usuario ha oprimido el botón para las condiciones iniciales del proceso.

Confirmación: indica que el usuario ha confirmado y ha iniciado el proceso de recepción de leche.

Terminado: indica que el proceso se ha finalizado.

**F:** En la pantalla de recepción de leche se creó un botón inicio para que el sistema de control reconozca el inicio de nuevo proceso y efectuó los reconocimientos de estados de procesos de los tanques silos 5 y 6.

**G:** Se creó el botón para confirmar la selección del tanque silo de almacenamiento de leche.

**H:** Se creó una barra deslizable para posibilitar la selección del tanque silo.

**I:** Se creó en esta parte de la pantalla un botón para la selección del modo de operación del proceso, ya sea en modo automático o modo manual.

**J:** se creó el botón llamado PASO+1 hacer saltos en la ejecución de secuencias del proceso de recepción de leche, tales son los casos de reconocimientos de alarmas y disponibilidad de equipos (operación disponible en modo manual).

### 3.7.1.5 Pantalla de descarga del taque silo 5

Al igual que para el sistema SCADA en la aplicación del Panel View Plus 600 se creó la pantalla para operar el proceso de descarga de leche en el tanque silo 5. En la siguiente figura se presenta la pantalla creada con el software FactoryTalk 7.0



Figura 101.- Pantalla de panel View de descarga de silo 5 a procesos

La descripción de los componentes de la pantalla creada para la descarga de producto del silo 5 a los procesos se presenta a continuación.

**A:** En esta parte de la pantalla se colocó un menú desplegable, para la selección del proceso para el tanque de silo 5 el operador necesita ejecutar.

**B:** En esta parte de la pantalla se colocó un botón para que el usuario indique que las condiciones de recepción de leche sean las correctas, es decir que la selección del proceso a ejecutar es la correcta y hace que el sistema de control ejecute la rutina para los reconocimientos de alarmas y la verificación de las disponibilidades de los equipos.

**C:** Se creó un botón para el inicio de la ejecución del proceso seleccionado, en este botón hace que el arranque del proceso se efectuó, en este paso hace que el sistema de control creado ejecute las rutinas para activación de válvulas y arranques de bombas que hagan uso del proceso seleccionado para el tanque silo 5.

**D:** en la aplicación se creó también un botón para regresar a la pantalla de menú.

**E:** En esta parte se colocó una etiqueta que indica en que parte de la secuencia el usuario ha realizado, en esto aparece las leyendas:

**Inicio:** aparece cuando el usuario ha oprimido el botón de inicio en la pantalla actual.

**Descarga a descremadora:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia la descremadora.

**Descarga a placa de proceso:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia el proceso de pasteurización.

**Descarga a procesos pasteurizado:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia el proceso de pasteurización.

**Saneamiento de silo 5:** Aparecerá cuando el usuario selecciona el proceso de saneamiento al tanque de silo 5.

**Saneamiento de tubería:** Aparecerá cuando el usuario seleccione el proceso de saneamiento de las tuberías de descarga del silo 5.

**Condiciones iniciales:** aparece cuando el usuario ha oprimido el botón para las condiciones iniciales del proceso.

**Confirmación:** aparece cuando el usuario ha confirmado y ha iniciado el proceso de recepción de leche.

**Terminado:** indica que el proceso seleccionado se ha finalizado.

**F:** En la pantalla de recepción de leche se creó un botón inicio para que el sistema de control reconozca el inicio de nuevo proceso y efectuó los reconocimientos de estados de procesos del tanque de silo 5.

**G:** Se creó una barra deslizable para posibilitar la selección del tanque silo.

**H:** Se creó el botón para confirmar la selección del tanque silo de almacenamiento de leche.

**I:** Se creó en esta parte de la pantalla un botón para la selección del modo de operación del proceso, ya sea en modo automático o modo manual.

**J:** Se creó también un botón para que el usuario pueda suspender la ejecución del proceso y poder hacer la reanudación de este mismo.

**K:** para los procesos del silo 5 se creó en el sistema del Panel View un botón para finalizar y terminar el proceso ejecutado, en este paso hace que se desactiven las válvulas y bombas que haga uso el proceso.

### 3.7.1.6 Pantalla de descarga del taque silo 6

Al igual que la pantalla de descarga de silo 5 se creó de manera similar la pantalla para la descarga de leche a los procesos del silo 6, en la siguiente imagen se muestra esta pantalla para el Panel View.



Figura 102.- Pantalla de panel View de descarga de silo 6 a procesos

La descripción de los componentes de la pantalla creada para la descarga de producto del silo 6 a los procesos se presenta a continuación.

**A:** En esta parte de la pantalla se colocó un menú desplegable, para la selección del proceso para el tanque de silo 6 el operador necesita ejecutar.

**B:** En esta parte de la pantalla se colocó un botón para que el usuario indique que las condiciones de recepción de leche sean las correctas, es decir que la selección del proceso a ejecutar es la correcta y hace que el sistema de control ejecute la rutina para los reconocimientos de alarmas y la verificación de las disponibilidades de los equipos.

**C:** Se creó un botón para el inicio de la ejecución del proceso seleccionado, en este botón hace que el arranque del proceso se efectuó, en este paso hace que el sistema de control creado ejecute las rutinas para activación de válvulas y arranques de bombas que hagan uso del proceso seleccionado para el tanque silo 5.

**D:** en la aplicación se creó también un botón para regresar a la pantalla de menú.

**E:** En esta parte se colocó una etiqueta que indica en que parte de la secuencia el usuario ha realizado, en esto aparece las leyendas:

**Inicio:** aparece cuando el usuario ha oprimido el botón de inicio en la pantalla actual.

**Descarga a descremadora:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia la descremadora.

**Descarga a placa de proceso:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia el proceso de pasteurización.

**Descarga a procesos pasteurizado:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que la descarga de leche se hará hacia el proceso de pasteurización.

**Saneamiento de silo 6:** Aparecerá cuando el usuario selecciona el proceso de saneamiento al tanque de silo 6.

**Saneamiento de tubería:** Aparecerá cuando el usuario seleccione el proceso de saneamiento de las tuberías de descarga del silo 6.

**Condiciones iniciales:** aparece cuando el usuario ha oprimido el botón para las condiciones iniciales del proceso.

**Confirmación:** aparece cuando el usuario ha confirmado y ha iniciado el proceso de recepción de leche.

**Terminado:** indica que el proceso seleccionado se ha finalizado.

**F:** En la pantalla de recepción de leche se creó un botón inicio para que el sistema de control reconozca el inicio de nuevo proceso y efectuó los reconocimientos de estados de procesos del tanque de silo 6.

**G:** Se creó una barra deslizable para posibilitar la selección del tanque silo.

**H:** Se creó el botón para confirmar la selección del tanque silo de almacenamiento de leche.

**I:** Se creó en esta parte de la pantalla un botón para la selección del modo de operación del proceso, ya sea en modo automático o modo manual.

**J:** Se creó también un botón para que el usuario pueda suspender la ejecución del proceso y poder hacer la reanudación de este mismo.

**K:** para los procesos del silo 6 se creó en el sistema del Panel View un botón para finalizar y terminar el proceso ejecutado, en este paso hace que se desactiven las válvulas y bombas que haga uso el proceso.

### **3.7.1.7 Pantalla de saneamientos**

En la siguiente figura se muestra la pantalla para la ejecución de saneamientos a los equipos instalados en la planta lechera.



Figura 103.- Pantalla de saneamiento de equipos.

A continuación se describe los componentes de la pantalla en Panel View Plus 600 para el proceso de saneamiento a los equipos.

**A:** En esta parte de la pantalla se colocó un menú desplegable, para la selección del equipo para realizar el saneamiento.

**B:** En esta parte de la pantalla se colocó un botón para que el usuario indique que las condiciones de saneamiento sean las correctas, es decir que la selección del proceso a ejecutar es la correcta y hace que el sistema de control ejecute la rutina para los reconocimientos de alarmas y la verificación de las disponibilidades de los equipos.

**C:** Se creó un botón para el inicio de la ejecución del saneamiento al equipo seleccionado, en este botón hace que el arranque del proceso se efectúe, en este paso hace que el sistema de control creado ejecute las rutinas para activación de válvulas y arranques de bombas que hagan uso sistema de saneamiento.

**D:** para el sistema de saneamiento se creó en el sistema SCADA un botón para finalizar y terminar el saneamiento de un equipo en ejecución, en este paso hace que se desactiven las válvulas y bombas que haga uso el proceso.

**E:** En esta parte se colocó una etiqueta que indica en que parte de la secuencia el usuario ha realizado, en esto aparece las leyendas:

Inicio: aparece cuando el usuario ha oprimido el botón de inicio en la pantalla actual.

Saneamiento a descremadora: Aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se hará a la descremadora.

**Saneamiento a placa de proceso:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se hará a la placa de proceso.

**Saneamiento a pasteurización:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se realizara para los equipos de pasteurización.

**Saneamiento a tanque de crema:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se realizara para el tanque de crema.

**Saneamiento a descarga:** aparece cuando el usuario ha seleccionado que el saneamiento se realizara para las tuberías de recepción de leche.

**Condiciones iniciales:** aparece cuando el usuario ha oprimido el botón para las condiciones iniciales del proceso de saneamiento.

**Confirmación:** aparece cuando el usuario ha confirmado y ha iniciado el proceso de recepción de leche.

**Terminado:** indica que el proceso seleccionado se ha finalizado.

**F:** En la pantalla de recepción de leche se creó un botón inicio para que el sistema de control reconozca el inicio de nuevo proceso y efectuó los reconocimientos de estados de procesos de saneamientos.

**G:** Se creó para la pantalla este botón para permitir la selección de las opciones de saneamientos a equipos de la planta.

**H:** Se creó este botón para hacer la confirmación de la selección del equipo a sanear.

**I:** Se creó en esta parte de la pantalla un botón para la selección del modo de operación del proceso, ya sea en modo automático o modo manual.

**J:** Se creó también un botón para que el usuario pueda suspender la ejecución del proceso y poder hacer la reanudación de este mismo.

**K:** Este botón se creó para saltar a la pantalla de menú principal del Panel View Plus 600.

### **3.8 Generador de reportes (PHF software) Visual Studio.**

El software Visual Studio es un software para desarrollar aplicaciones para Windows, a partir de esto es posible desarrollar aplicaciones para procesar base de datos y crear pantallas de visualizaciones de las bases de datos. Este software es tiene la posibilidad de crear ventanas de interacción del usuario, en ella se puede integrar:

Botones:

Estos botones se usaran para ejecutar acciones en el código fuente de la programación de la aplicación PHF software.

Etiquetas:

Las etiquetas son para mostrar información acerca de algún elemento o inclusive información tomado desde algún base de datos.

DataGridView

Este elemento para la aplicación se usara para mostrar el historial en forma de tabla de los procesos ejecutados en el sistema de control

Código de programación

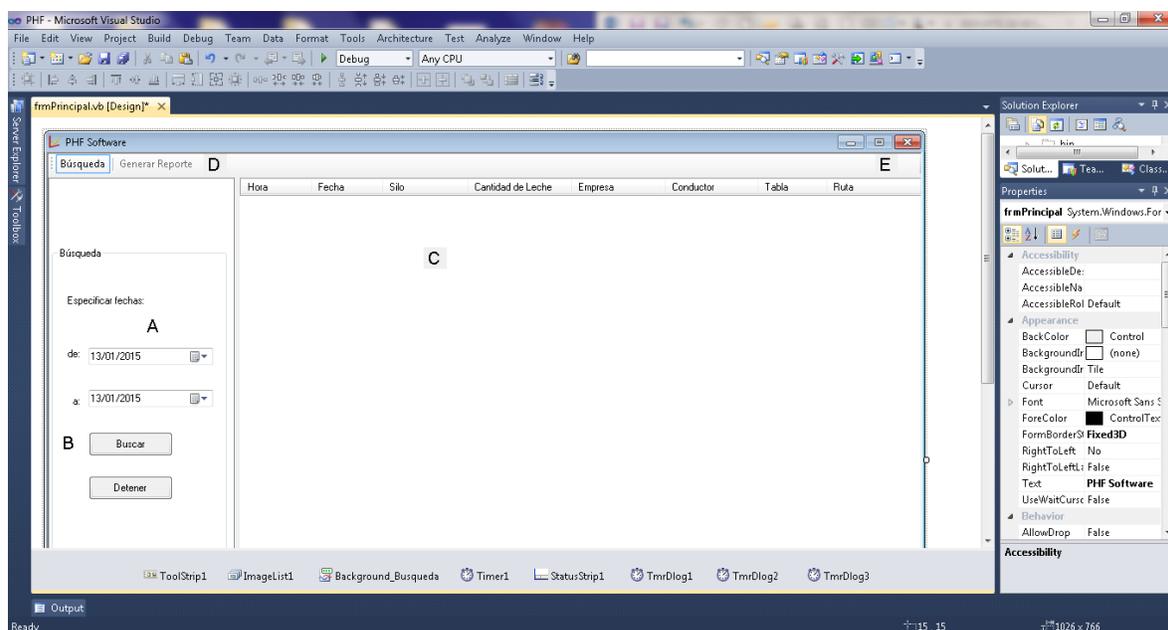
Los códigos que se desarrollen en este software serán ejecutados desde el arranque del programa y desde la acción de un botón o desde algún condicionamiento. Estos código se crearan para los procesamientos y manejo de los bases de datos creados por el sistema SCADA desarrollado en este proyecto.

Usando estas herramientas se diseñó la aplicación para el procesamiento de la base de datos creados por el sistema SCADA, esta aplicación se usara para consulta de los historiales de procesos y para la generación de reportes para las recepciones de leche y descarga a procesos.

### 3.8.1 Pantalla principal del PHF Software

La pantalla principal del software se diseñó en forma de un explorador de archivos convencional, se adaptó especialmente para la exploración de archivos de saneamientos y búsqueda con parámetros de los procesos.

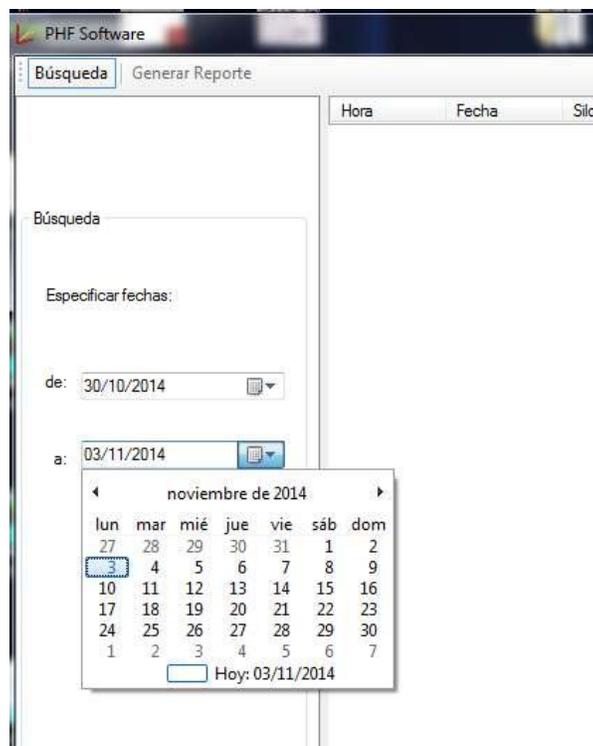
La siguiente imagen se muestra la pantalla principal del PHF software, en ella se podrá generar los reportes correspondientes a las descargas de pipas.



*Figura 104.- Pantalla principal del PHF software*

Continuación se presenta las descripciones del contenido de la pantalla principal de PHF software.

**A:** Para la pantalla principal del software se integró la posibilidad para la búsqueda de las operaciones efectuadas en el sistema de control, por medio de estos elementos es posible la búsqueda por fechas. La selección de fechas se hace por medio de un calendario desplegable en la cual el usuario podrá navegar a los días, meses y años en los que quiera hacer la búsqueda.



*Figura 105.- Menú se selección de fechas de búsqueda*

**B:** En esta pantalla se integró un botón para efectuar la búsqueda correspondiente a las fechas limitadas en los elementos descritas en la parte A. Este botón efectúa la ejecución de una rutina en el código fuente del programa tomando en cuenta las características de búsqueda que el usuario habrá seleccionado.

**C:** En la pantalla se estableció una tabla para los resultados de la búsqueda, en ella se incorporó información acerca de los procesos efectuados. Se podrá observar en ella la hora, fecha, silo y cantidad de producto que se recibió durante la recepción de leche.

**D:** Se integró en una barra superior un botón para abrir una nueva ventana en la que se genera un reporte de la descarga seleccionada en la tabla de resultados por la búsqueda.

**E:** Para la pantalla de la aplicación se integró la posibilidad de minimizar y cerrar la ventana.

### 3.8.2 Pantalla de reporte de recepción de leche.

Para la aplicación PHF software se creó una pantalla en a que podrá observarse los datos y características de alguna recepción de leche. Los datos que presenta esta pantalla obtenida de los bases de datos generados en el software SCADA son los siguientes.

1. Número de folio  
El número de folio es asignado por el usuario desde el inicio de la recepción de leche en el programa SCADA del sistema de control.
2. Clave  
Asignado por el usuario desde el software SCADA
3. Fecha  
Asignado automáticamente en la ejecución de la recepción de leche.
4. Productor  
Asignado desde la pantalla de reporte de recepción de leche en el software SCADA.
5. Litros productor  
Asignado por el usuario desde la pantalla de reporte de recepción de leche en el software SCADA.
6. Cantidad de litros registrados por el medidor de flujo.  
Asignado automáticamente al término de la recepción de leche.
7. El nombre del conductor de la pipa quien entrego la leche  
Asignado por el usuario desde la pantalla de reporte de recepción de leche en el software SCADA.
8. La cantidad de leche entregada  
Asignado automáticamente al término de la recepción de leche.
9. Hora de inicio de la descarga  
Asignado automáticamente en la ejecución de la recepción de leche.
10. Hora de término de la descarga  
Asignado automáticamente en la ejecución de la recepción de leche.
11. Duración de la descarga  
Asignado automáticamente en la ejecución de la recepción de leche.

En la siguiente imagen se presenta la pantalla de reporte de recepción de leche creado por el software Visual Studio 2010.

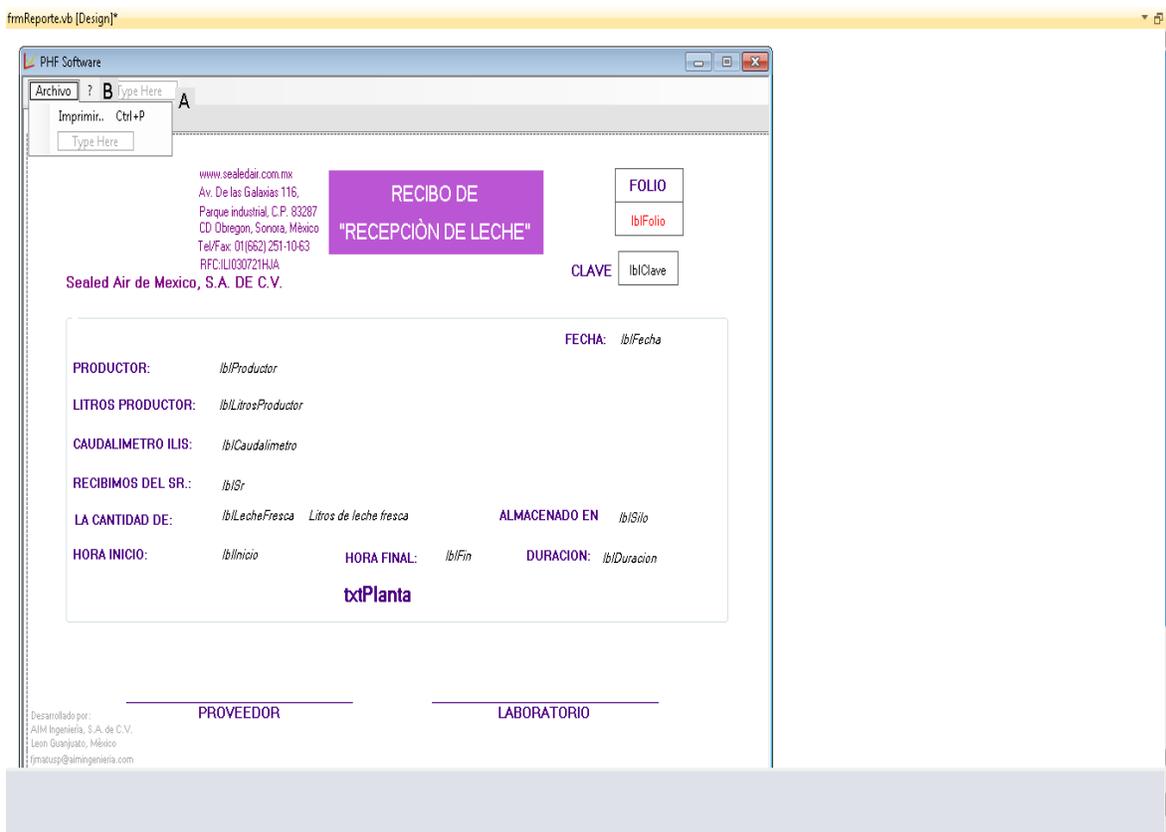


Figura 106.- Pantalla de reporte de recepción de leche.

**A:** en un menú desplegable se colocó la opción de imprimir, este menú ejecuta el código para migrar los datos de la pantalla a un documento en formato de pdf, este documento se mueve a la carpeta de documentos del sistema en una carpeta llamada REPORTES RECEPCION DE LECHE, en ella el archivo se guarda con el nombre de la fecha de la recepción efectuada.

**B:** Se integró un botón para abrir una pantalla con datos de contacto de la empresa.

### 3.9 Pruebas y correcciones

Al final del término de la programación del sistema de control y los sistemas de monitoreo y visualización, AIM ingeniería SA de CV realizaron las pruebas de funcionamiento de los sistemas, los que serán descritas a continuación.

#### Pantalla general de silos SCADA

Se hicieron las pruebas de reconocimientos de estados de los equipos (bombas, agitadores, sensores y válvulas). En la siguiente imagen se muestra la pantalla de silos en el software SCADA.

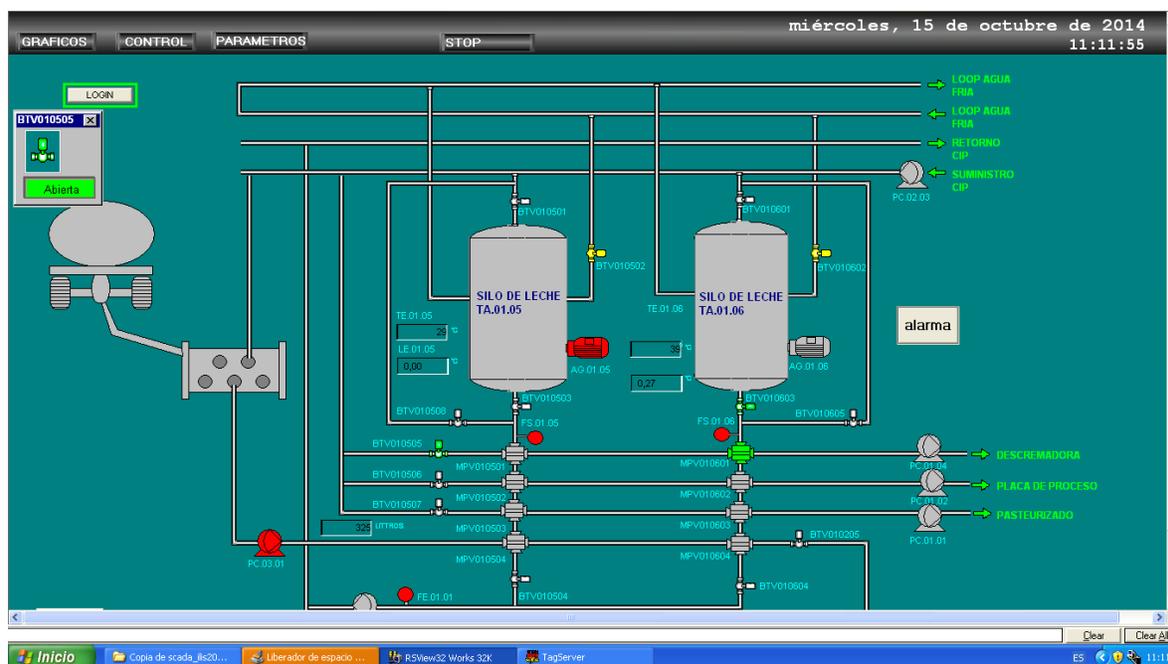


Figura 107.- Pantalla general de tanques silos

En esta pantalla se observa que las animaciones de los gráficos se representa por los cambios de color, las alarmas de los dispositivos se representa por el color rojo, el color verde se considera la activación de equipos (sensores, válvulas).

#### Recepción de leche

Para la recepción de leche se hicieron las pruebas para la ejecución de este proceso a partir del sistema SCADA y del Panel View Plus 600.

En la siguiente figura se muestra la operación de recepción de leche al silo 6 por el Panel View Plus 600.

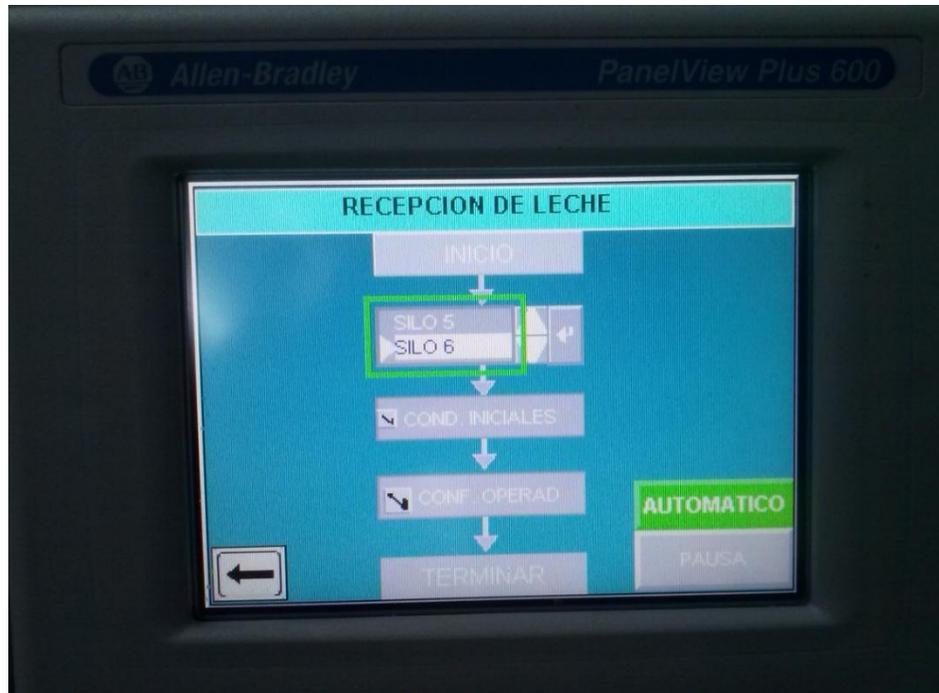


Figura 108.- Pantalla de recepción de leche a silo 5 en Panel View Plus 600

En la siguiente imagen se muestra la animación de la válvula al iniciar el proceso de recepción de leche al silo 6.

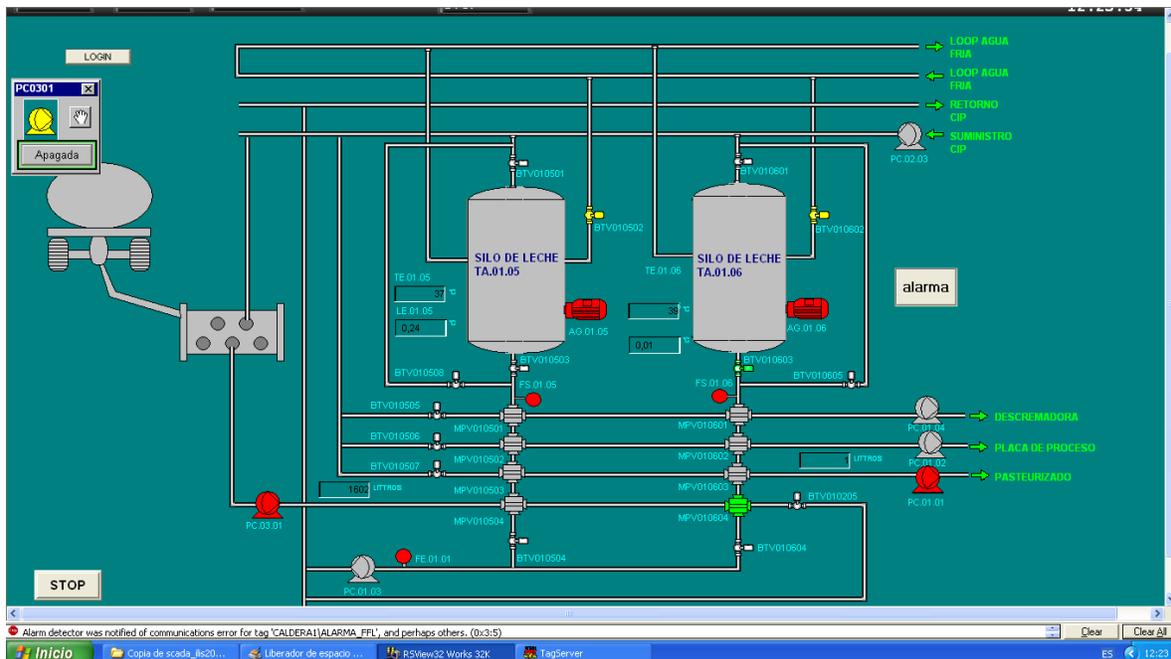


Figura 109.- Animación de la válvula para recepción de leche a silo 6.

## Descarga de silo 5

De la misma manera se hicieron las pruebas de descarga de los silos a los procesos de la planta.

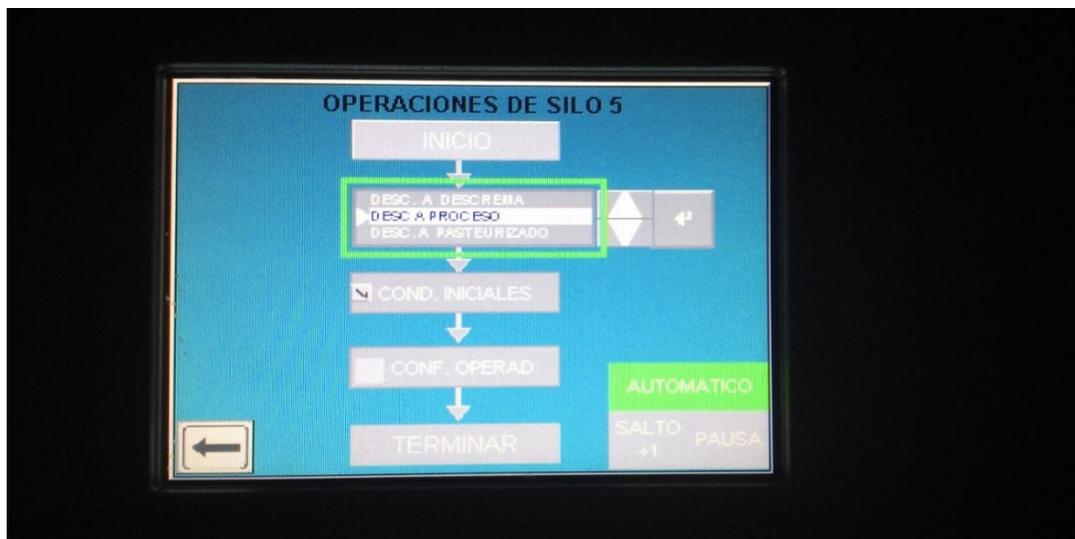


Figura 109.- Prueba de descarga de silo 5 a placa de procesos en Panel View Plus 600

En la figura anterior se muestra la operación de descarga del silo 5 a la placa de procesos de la planta, en la siguiente figura se muestra la animación de la válvula activa para esta descarga.

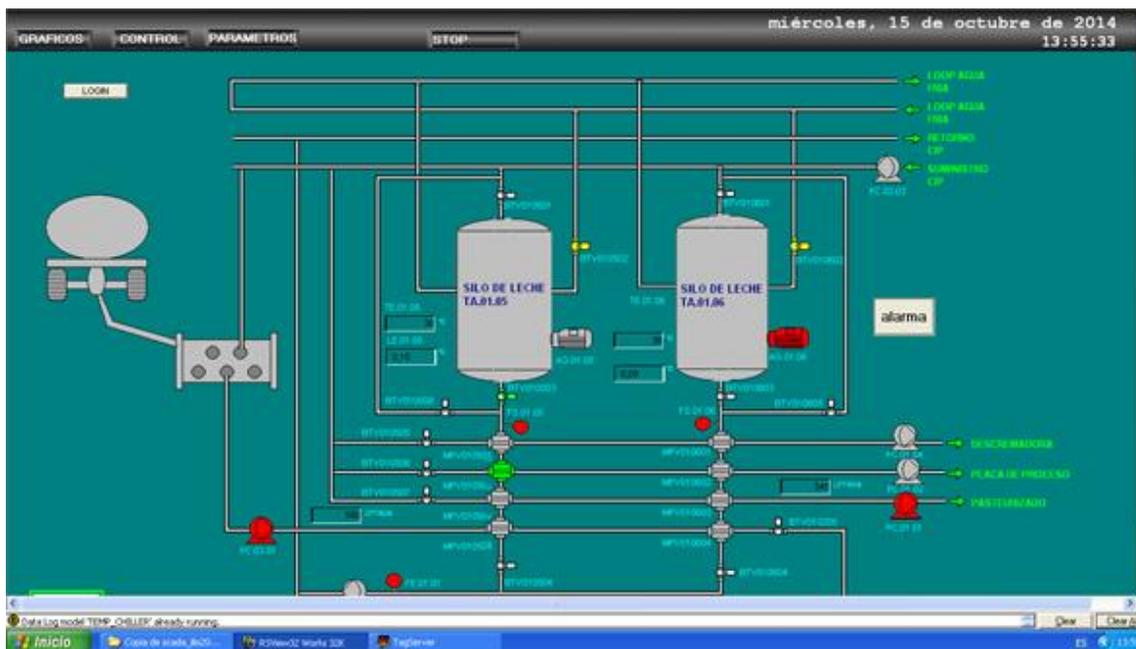


Figura 110.- Animación de válvula activa descarga silo 5 a placa de procesos.

La prueba de descarga del silo 5 fue ejecutado desde el Panel View Plus 600, en la siguiente imagen se muestra la descarga a la descremadora. Esta operación es ejecutada desde el software SCADA.

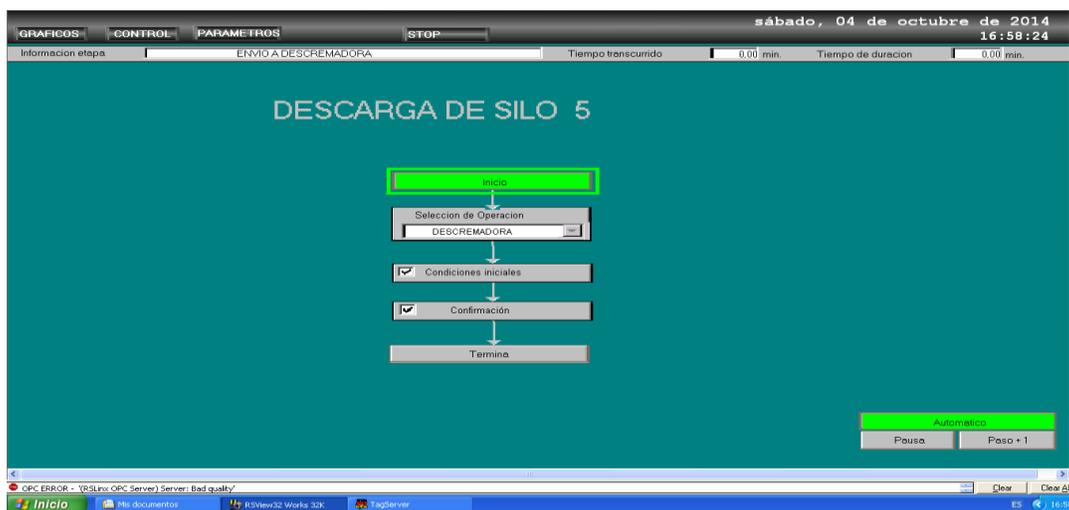


Figura 111.- Descarga de silo 5 a descremadora.

En la siguiente figura se muestra la animación de la válvula abierta al descargar leche a la descremadora.

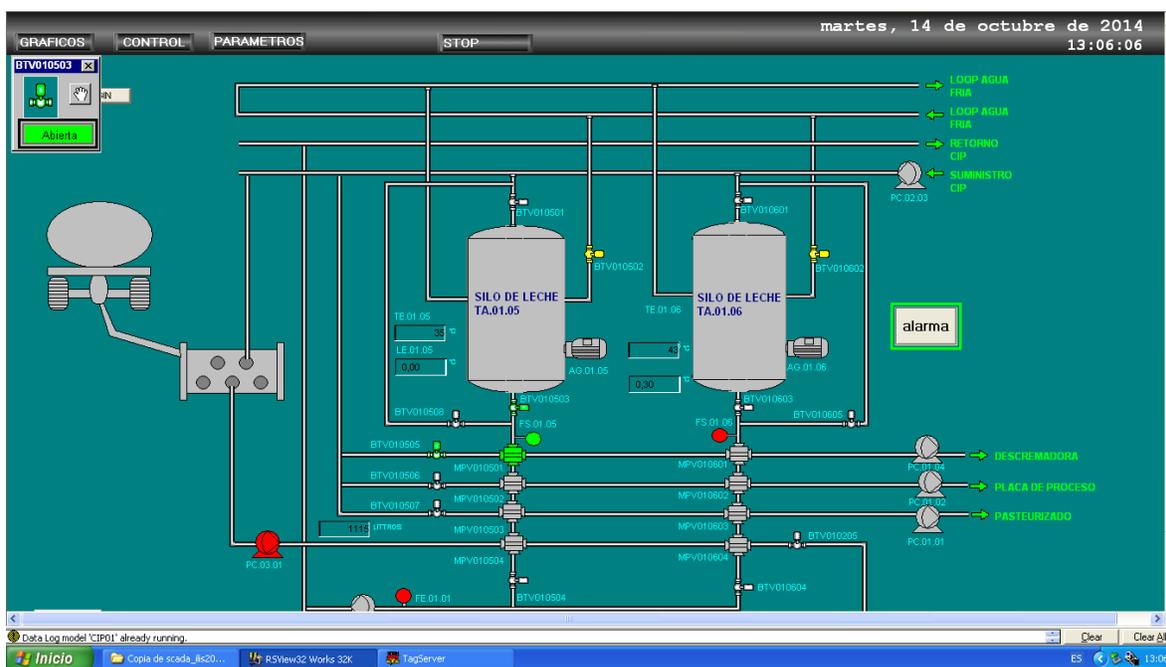


Figura 112.- Animación de válvula activa en la pantalla general del sistema SCADA

## Descarga de silo 6

Se hicieron pruebas para los procesos del silo 6, en la siguiente imagen se muestra la ejecución de la descarga de leche hacia la placa de proceso. La operación de este proceso fue ejecutado desde el software SCADA.

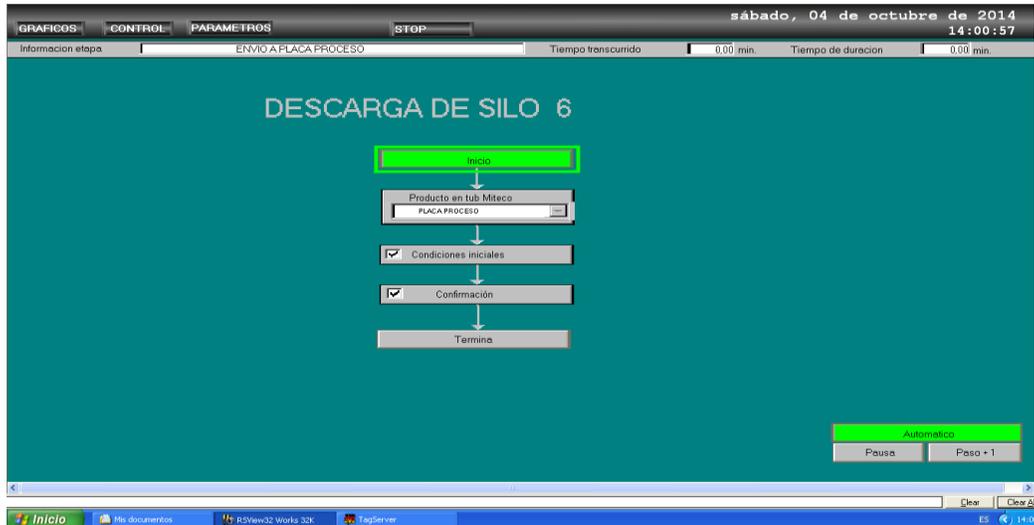


Figura113.- Descarga de silo 5 a placa de procesos.

En la siguiente figura se muestra la imagen de la ejecución de descarga de silo 6 a la placa de procesos, la operación fue realizada desde el panel de control.



Figura 114.- Operación de descarga de silo 6 a placa de procesos en el Panel View Plus 600

La animación de la válvula abierta para este proceso ejecutado se presenta en la siguiente figura.

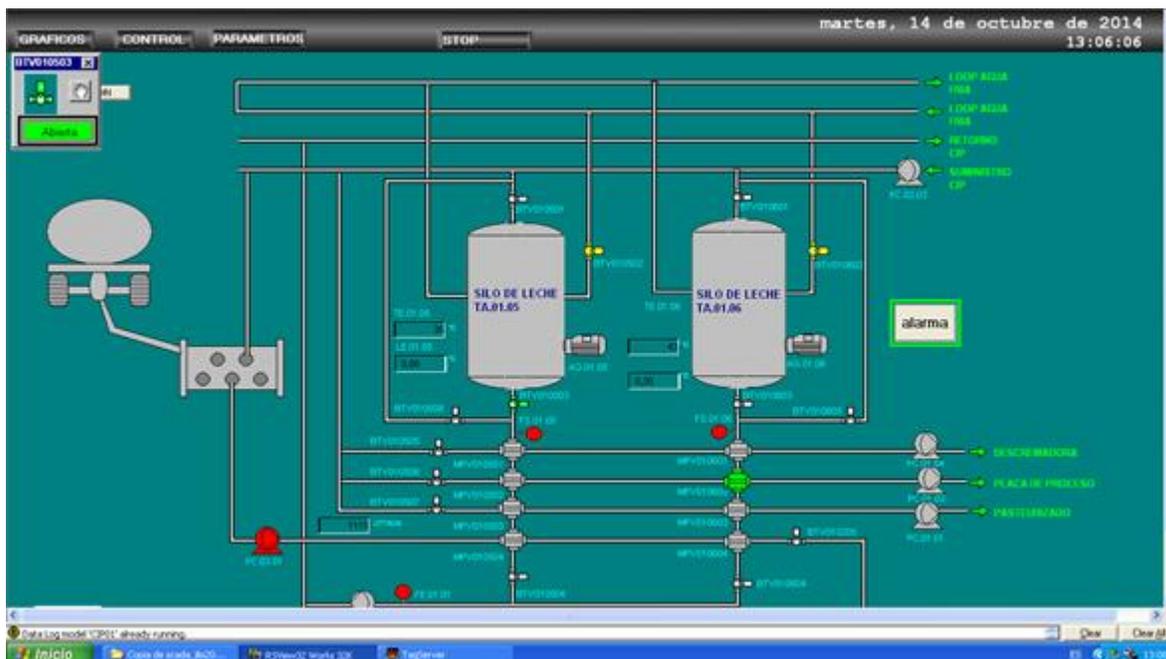


Figura 115.- Animación de apertura de válvula por proceso de descarga de silo 6 a placa de procesos.

Se hicieron pruebas con la descarga de leche del taque silo 6 al pasteurizador, se muestra en la siguiente figura la ejecución de este proceso en el Panel View Plus 600.



Figura 116.- Descarga de silo 6 a proceso de pasteurizado por Panel View Plus 600.

En la siguiente figura se muestra la animación de la válvula activa para el proceso de descarga de leche desde el silo 6 a la descremadora.

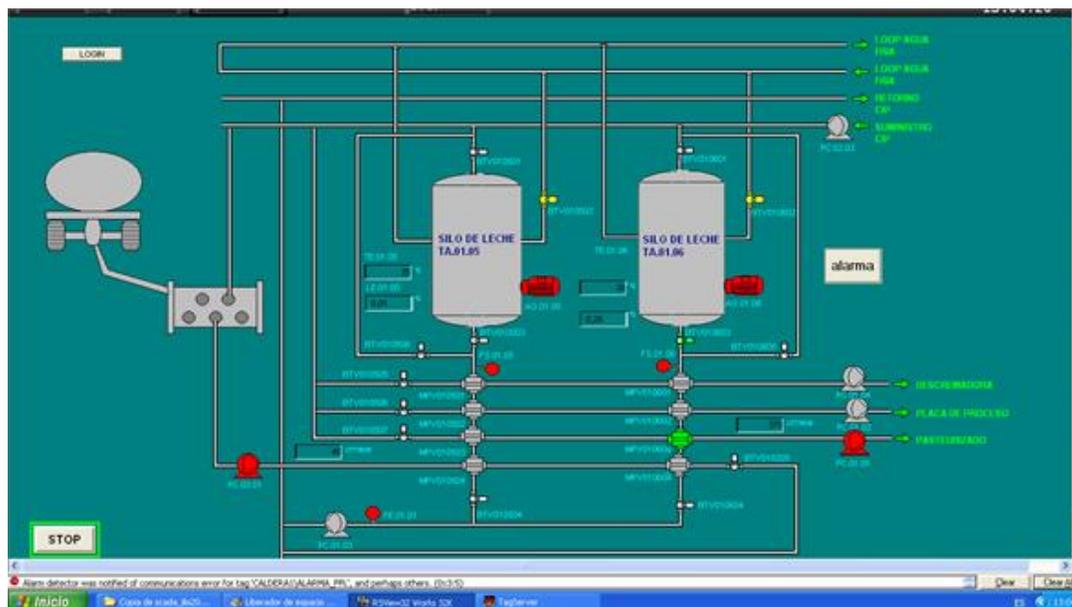


Figura 117.- Animación de válvula abierta para descarga de leche a pasteurizador

### Saneamientos de equipos

Se realizaron las pruebas para los saneamientos de los equipos en la planta. En la siguiente figura se muestra el saneamiento a la descremadora por medio del Panel View Plus 600.

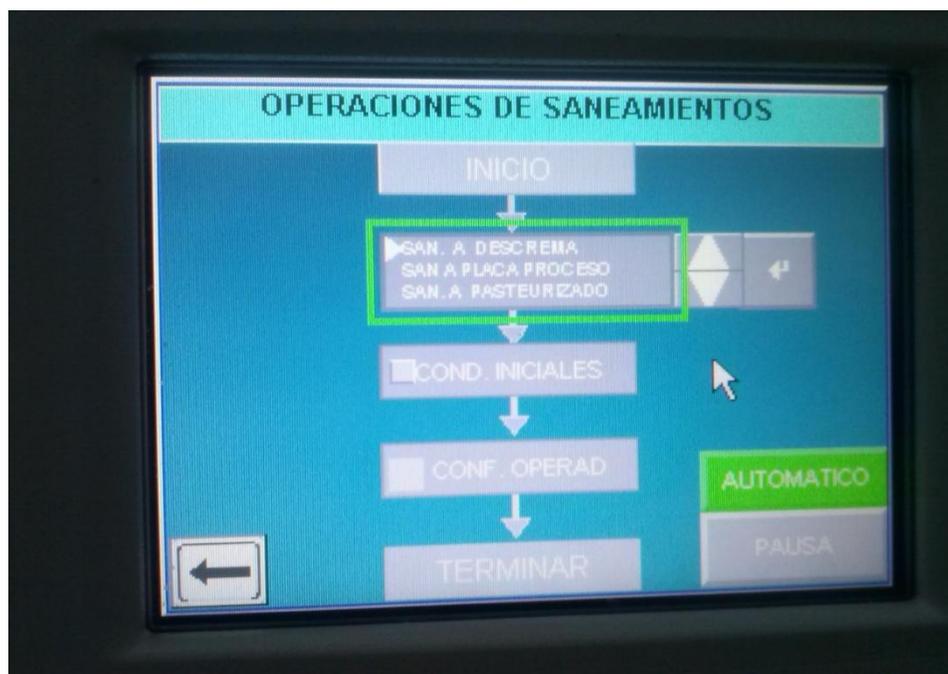


Figura 118.- Saneamiento a descremadora por Panel View Plus 600.

La siguiente imagen se muestra el proceso de saneamiento a tanque de crema por medio de Panel View Plus 600.

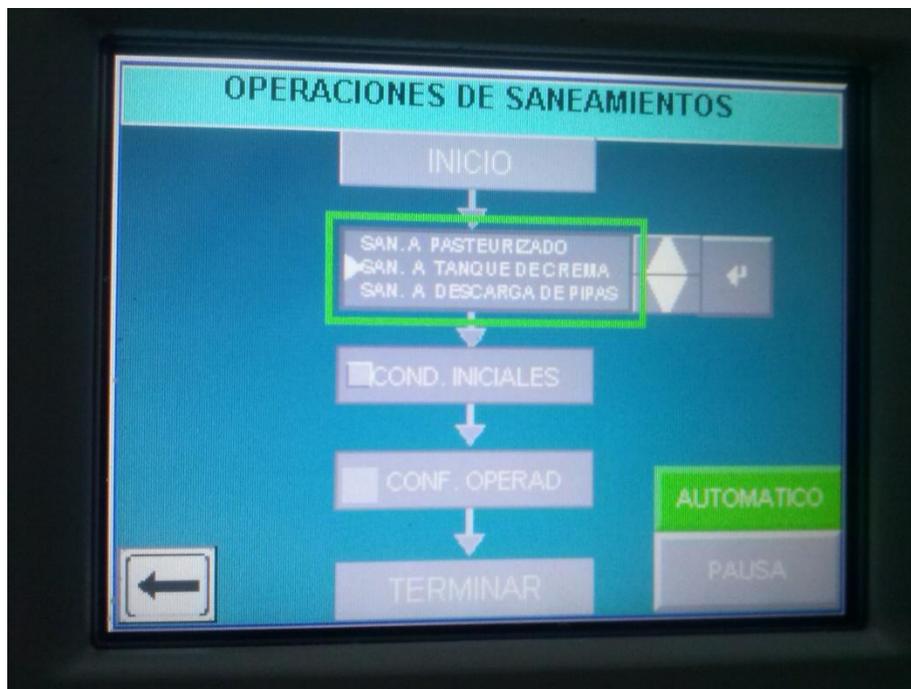


Figura 119.- Saneamiento a tanque de crema por el panel de control

En la siguiente imagen se muestra la ejecución de saneamiento a la descremadora por medio del sistema SCADA.

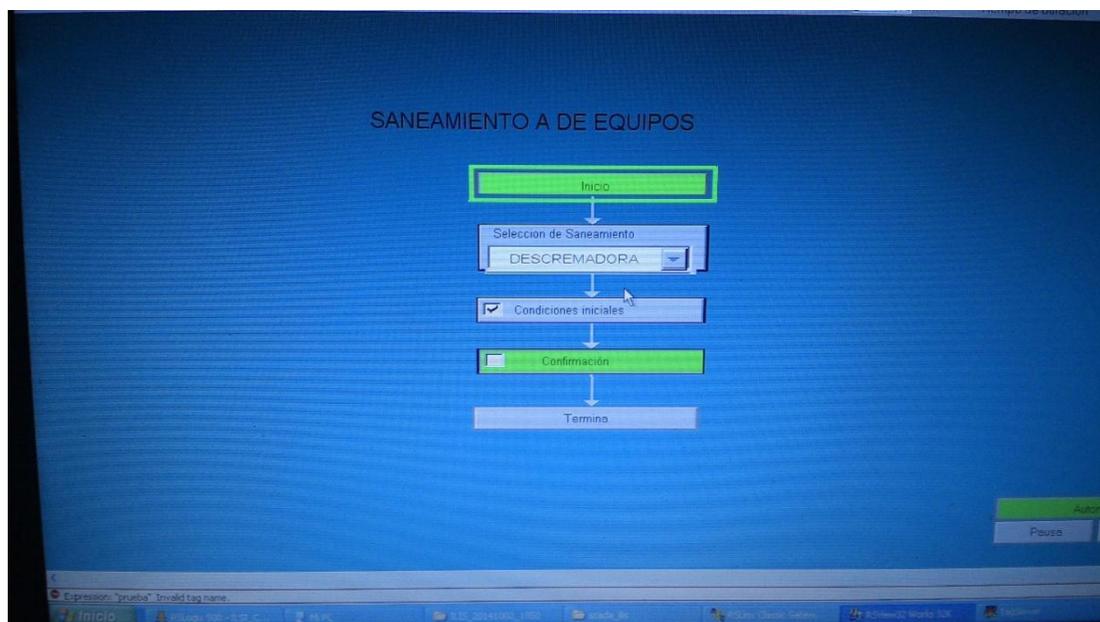


Figura 120.- Saneamientos de descremadora por sistema SCADA

#### 4 Resultados y conclusiones

En el presente proyecto de la empresa de automatización AIM ingeniería SA de CV, se participó como residente profesional para el desarrollo de un sistema de control para los procesos de tanques silos 5 y 6, de la planta lechera obregón de la empresa Sealed Air de México. Se desarrollaron los sistemas de monitoreo y visualización para PC y para un panel de control situado en el tablero de control desarrollado en un proyecto paralelo a este. Se implementó un software con Visual Studio para la creación de reportes a partir de base de datos generados por los sistemas de monitoreo y visualización.

El resultado de estas automatizaciones desarrolladas fueron satisfactorias a los requerimientos de la empresa Sealed Air de México para la planta lechera Obregón. El sistema de control desarrollado con el software RSLogix5000 de la marca Allen Bradley para el PLC instalado en el tablero de control (desarrollado a la par de este proyecto) cumplió con los funcionamientos de recepción de leche a los tanques silos 5 y 6, las descargas de producto a los procesos, sistema de saneamiento de equipos, sistemas de enfriamientos a los tanques silos y la comunicación con el plc central de la planta.

El sistema SCADA desarrollado con el software RSView32 de la marca Allen Bradley para la PC instalado en cuarto de control de la planta lechera cumplió con las funciones de monitoreo y visualización de estados de los equipos, mando de inicios y términos de procesos de recepción y descarga de leche de los tanques silos 5 y 6 de la planta lechera, la creación de base de datos de las actividades del sistema de control y el sistema de seguridad para operación de los procesos.

La aplicación desarrollada con el software FactoryTalk View 7.0 para el panel de control Panel View Plus 600 de la marca Allen Bradley cumplió con las funciones de monitoreo de estados de los equipos, mando de inicios y términos de procesos de recepción, descarga de leche de los tanques silos 5 y 6 de la planta lechera y el sistema de seguridad para operación de los procesos.

Mi participación en este proyecto permitió el desarrollo de habilidades en la programación de instrucciones lógicas para plc de la marca Allen Bradley, habilidades para la programación de sistemas de monitoreo y visualización con el software RSView32, la creación de aplicaciones para sistemas de monitoreo para paneles de control mediante el software FactoryTalk View 7.0, el uso de sensores industriales, equipos eléctricos de potencia con tecnología de punta, trabajar bajo un ambiente y seguridad industrial.

La realización de la residencia profesional en la empresa AIM Ingeniería SA de CV fue una experiencia muy formativa, por haber tenido una experiencia laboral industrial en la que la presión y la responsabilidad para el desarrollo de un proyecto industrial impactaron en mi formación profesional como estudiante de ingeniería eléctrica. Además creo que con las habilidades obtenidas podría seguir trabajando para desarrollar nuevos conocimientos en el área de automatización de procesos.

### Referencias bibliográficas

[1] EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DE UNA ALTERNATIVA DE MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO DE CIP EN EL AREA DE FILTRACION DE CERVECERIA LEONA S.A. (buscar archivo tesis81)

[2] DISEÑO DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA DE TIPO SANITARIO (CIP) PARA INDUSTRIA DE ALIMENTOS LACTEOS.  
(<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4261/1/6781.pdf>)

[3] REINGENIERIA DEL SISTEMA DE LIMPIEZA Y SANITIZACION POR EL METODO DE CIP PARA LAS ENVAZADORAS DE BEBIDAS GASEOSAS.  
(<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10677/1/D-39740.pdf>)

[4] ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE LA LINEA DE YOGURT EN LA PLANTA DE DERIVADOS DE LA EMPRESA FRESKALECHE S.A. (<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/139081.pdf>)

[5] ROCKWELL AUTOMATION, Controllers-ControlLogix System.  
(<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/360807/1837516>)

[6] ROCKWELL AUTOMATION. Arquitectura Integrada.  
([http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/br/iaemea-br002\\_-es-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/br/iaemea-br002_-es-p.pdf))

[7] Rodríguez Penin A. Sistemas SCADA. Segunda Edición. Editorial Alfaomega Marcombo. ISBN 978-970-15-1305-7. Año 2007.

[8] Compact Logix 1769-PA4.  
([http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um011\\_-es-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um011_-es-p.pdf))

[9] Compact Logix 1769-L32E.  
([http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1769-td008\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1769-td008_-en-p.pdf))

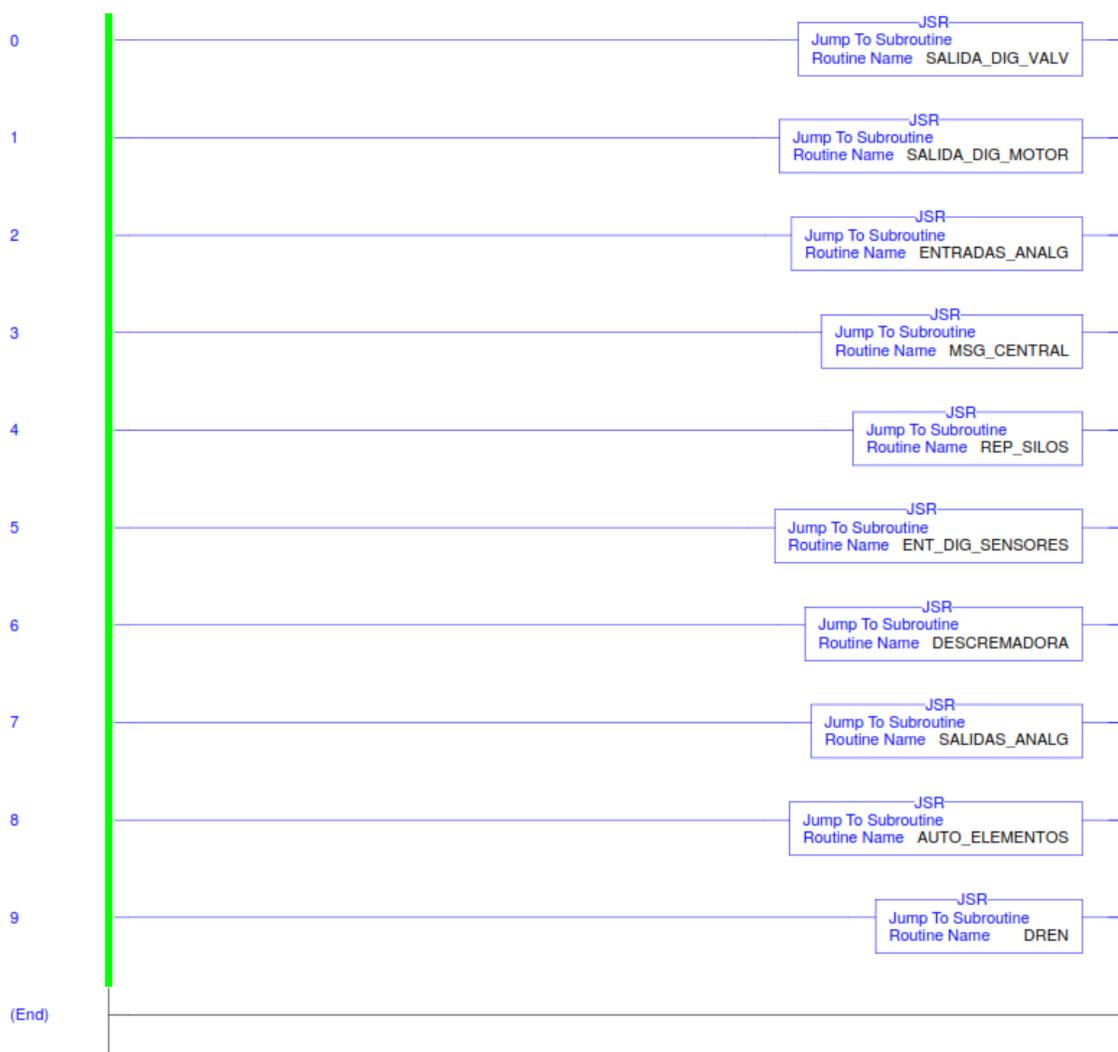
[10] Compact Logix 1769-IQ32.  
([http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1769-td005\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1769-td005_-en-p.pdf))

[11] Compact Logix 1769-IF8.  
([http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1769-sg001\\_-es-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1769-sg001_-es-p.pdf))

- [12] Compact Logix 1769-OF8C.  
([http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1769-sg001\\_-es-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1769-sg001_-es-p.pdf))
- [13]ROCKWELL AUTOMATION, Controladores Logix 5000. Publicacion 1756-QR107C-ES-. (<http://literatura.rockwellautomation.com>)
- [14]ROCKWELL AUTOMATION. RsLogix 5000.Software de Programación.  
([http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/9324-pp001\\_-es-p.pdf](http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/9324-pp001_-es-p.pdf)).
- [15]ROCKWELL AUTOMATION. Network and Communications.  
(<http://www.ab.com/networks/switches/>)
- [16]ROCKWELL SOFTWARE. RSLinx.TechnicalData. Publicación LINX-TD001C-EN-P. (<http://literature.rockwellautomation.com>). 15-01-2011.
- [17]ROCKWELL AUTOMATION. RsLinx Classic. Publicación LNX-GR001A-ES-E. Agosto, 2008. (<http://literature.rockwellautomation.com>).
- [18]ROCKWELLAUTOMATION. Factory Talk View Machine Edition.Software HMI de Nivel de Máquina para Máquinas y Pequeños Procesos. Publicación FTALKPP012B-ES-P. Julio, 2009. (<http://literature.rockwellautomation.com>). 15-012011.
- [19]ROCKWELL AUTOMATION. Performance &Visibility.RS View32. (<http://www.rockwellautomation.com/rockwellssoftware/performance/view/>). 15-01-2011.

**Anexos**

**Anexo A: Código del Controlador lógico programable Compact Logix 1769-L32E.**



*Figura 121.- Rutina principal RsLogix*

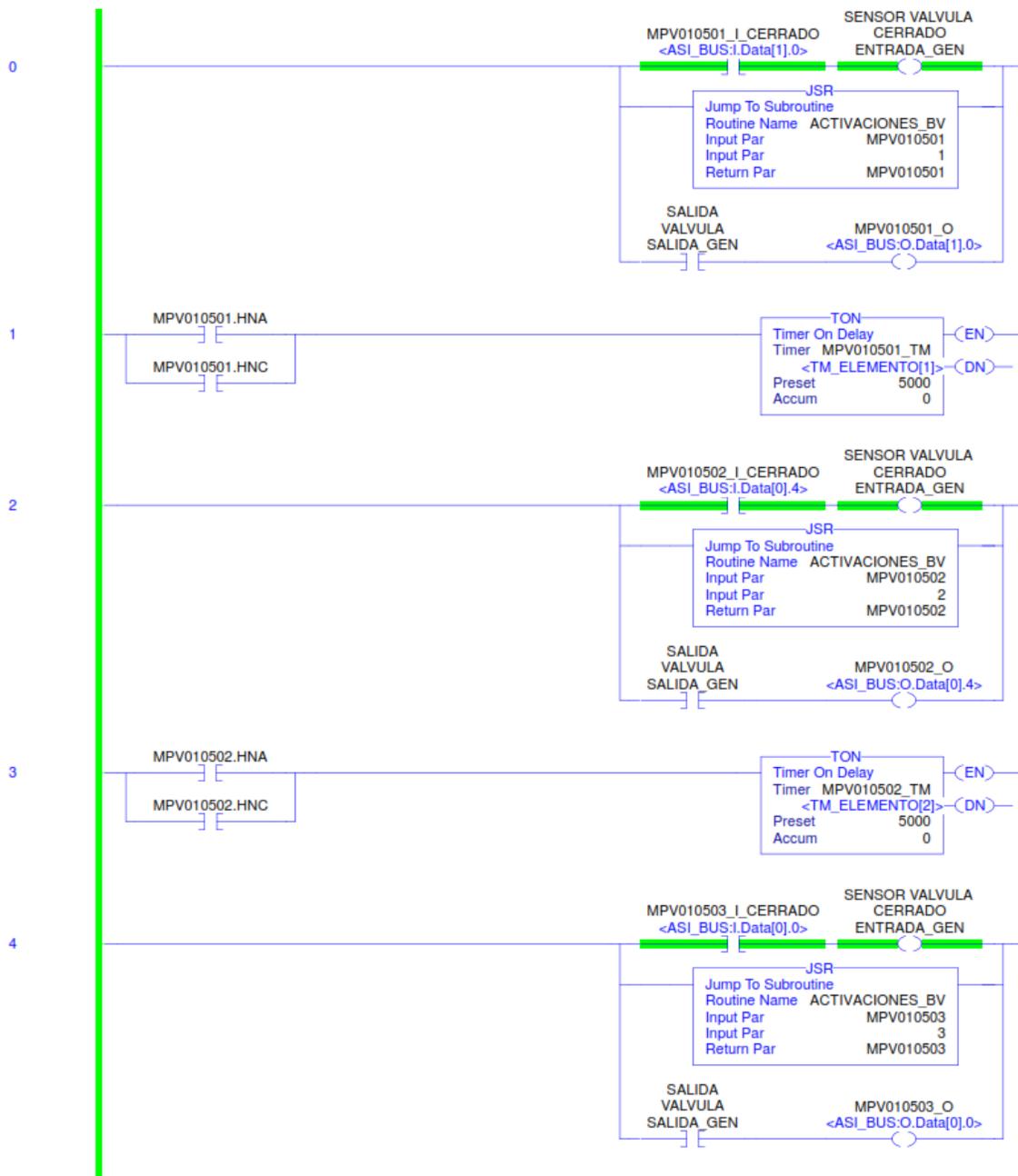


Figura 122.- Fragmento de subrutina salida digital de válvulas

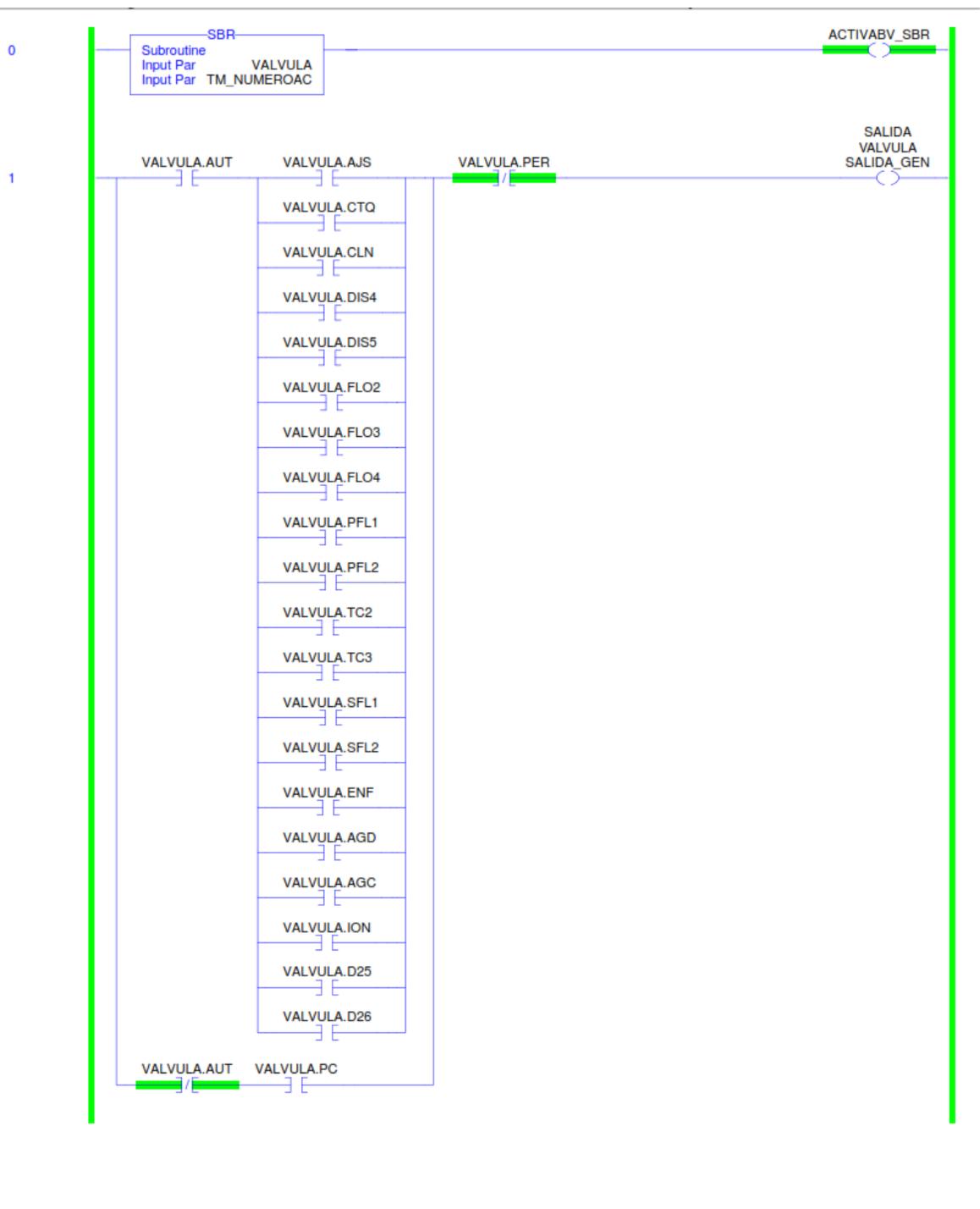


Figura 123.- Subrutina activación de válvulas 1

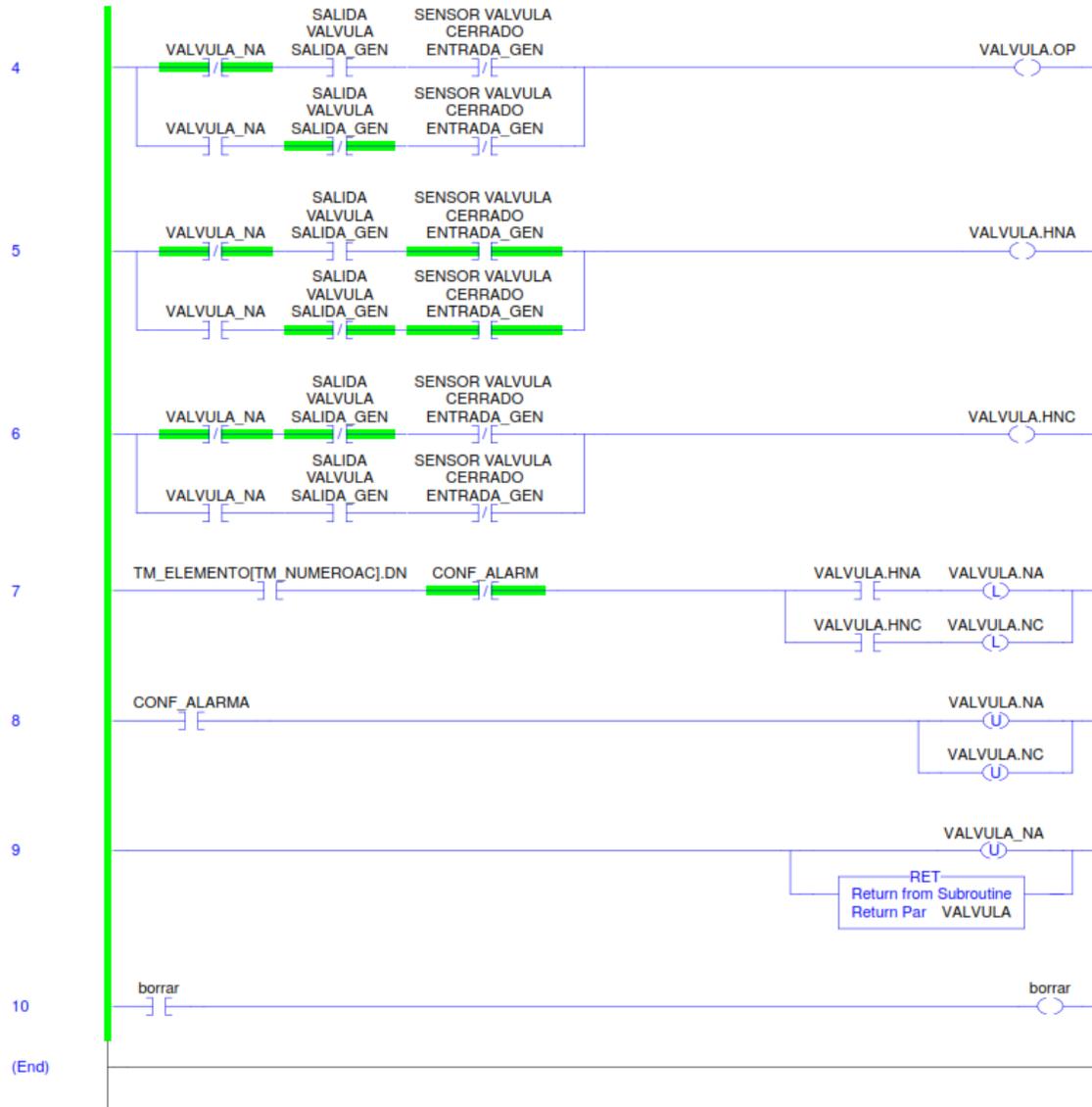


Figura 124.- Subrutina activación de válvulas 2

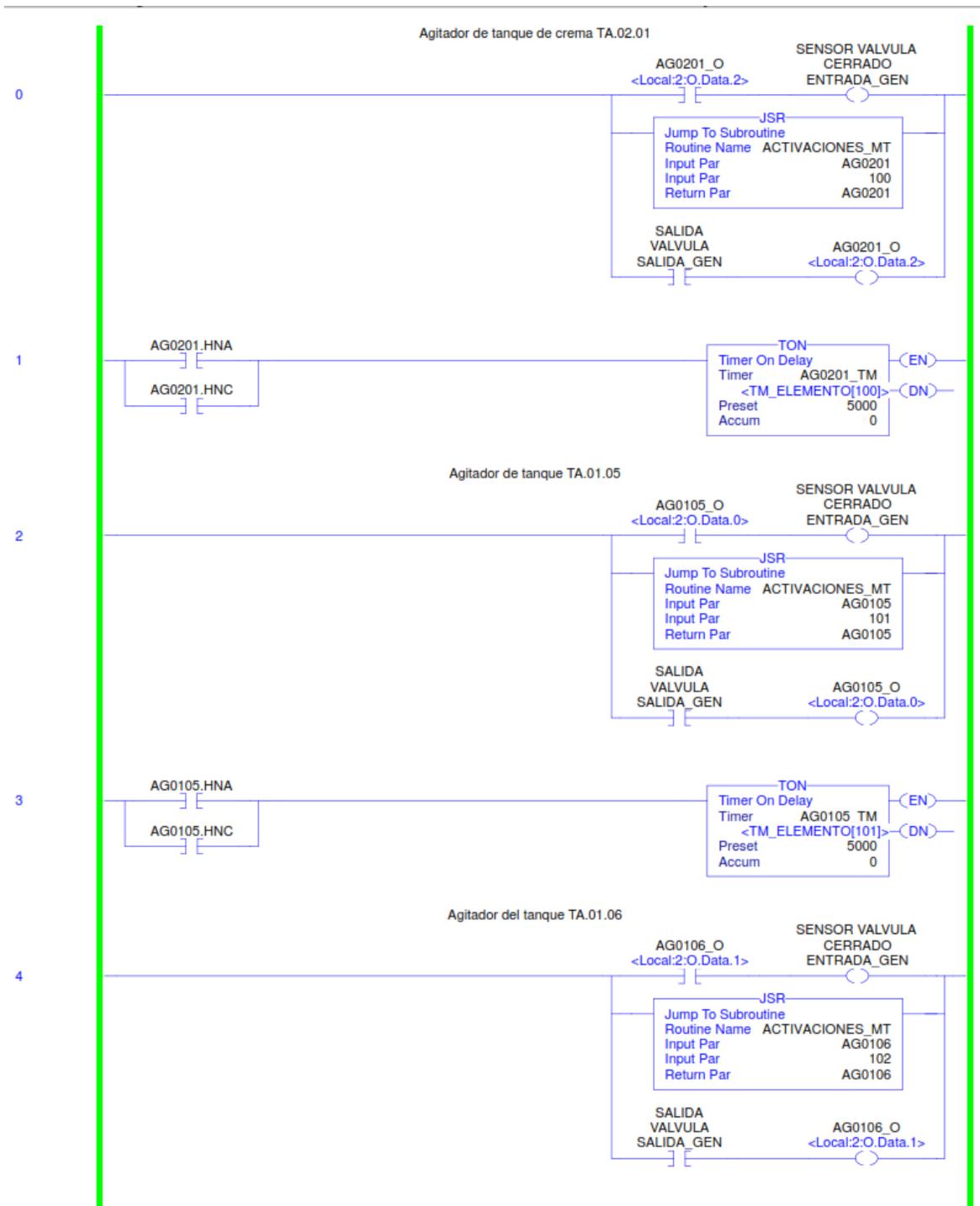


Figura 125.-Fragmento de salida digital de motores

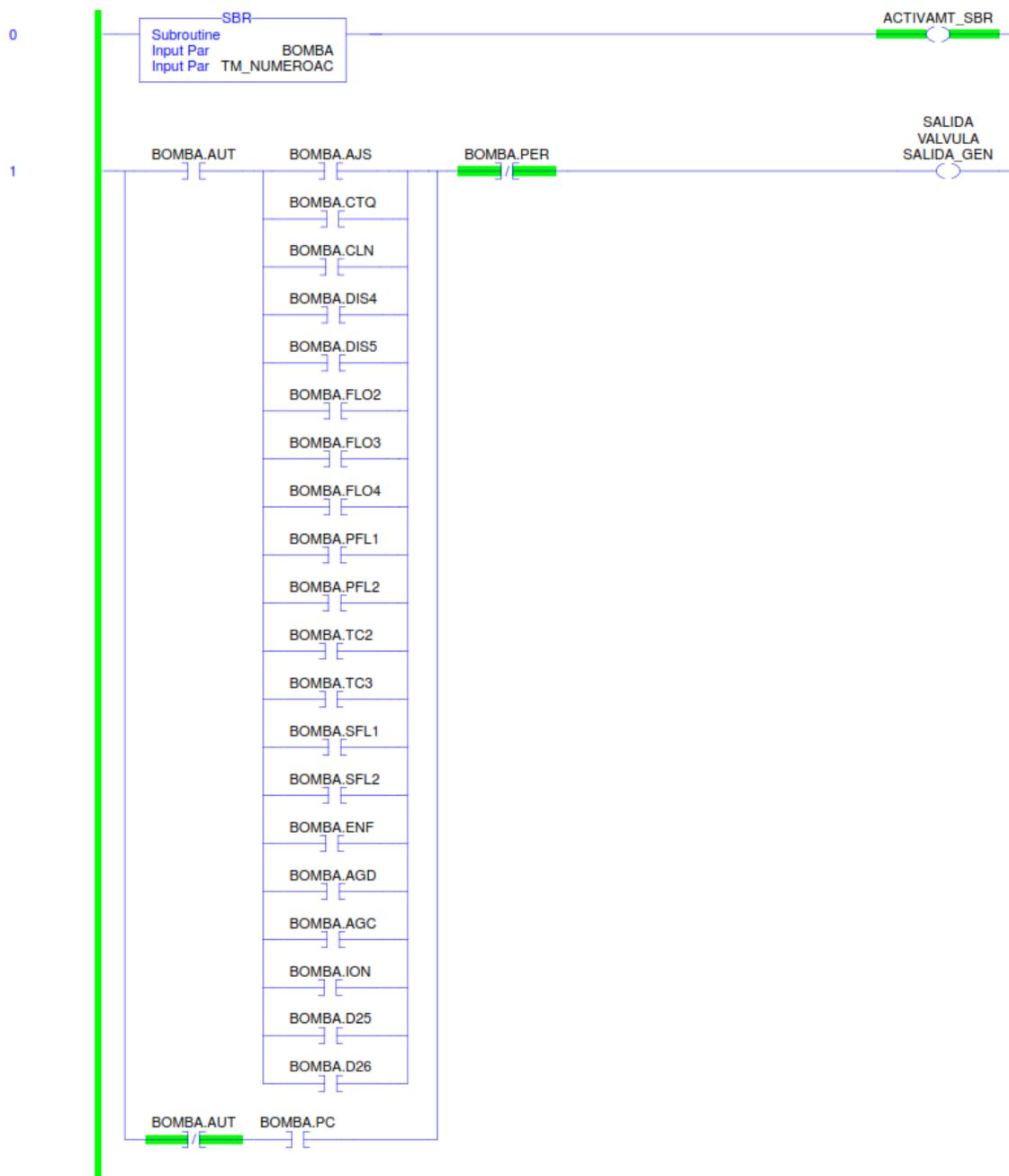


Figura 126.- Rutina activación de motores 1

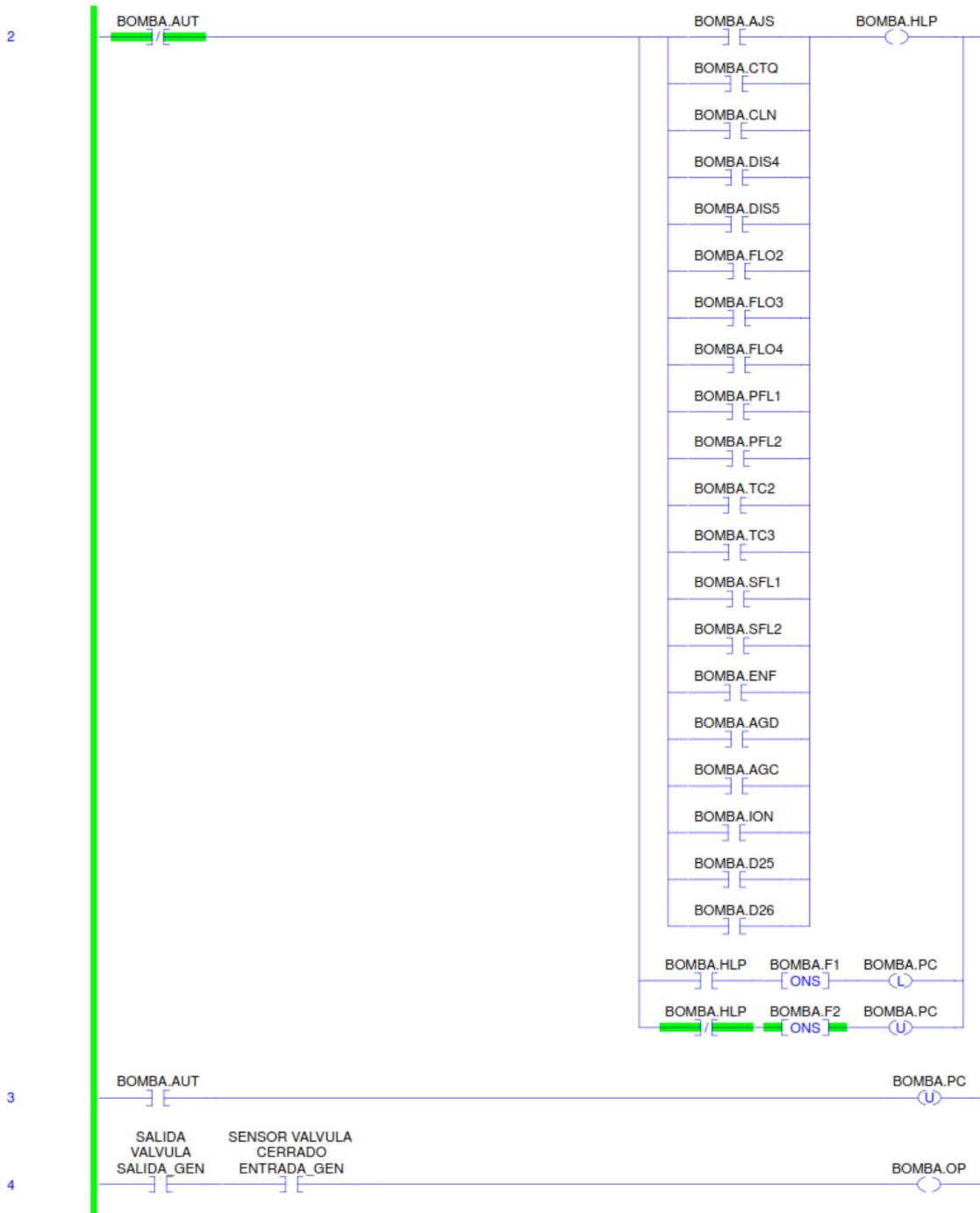


Figura 127.- Rutina activación de motores 2

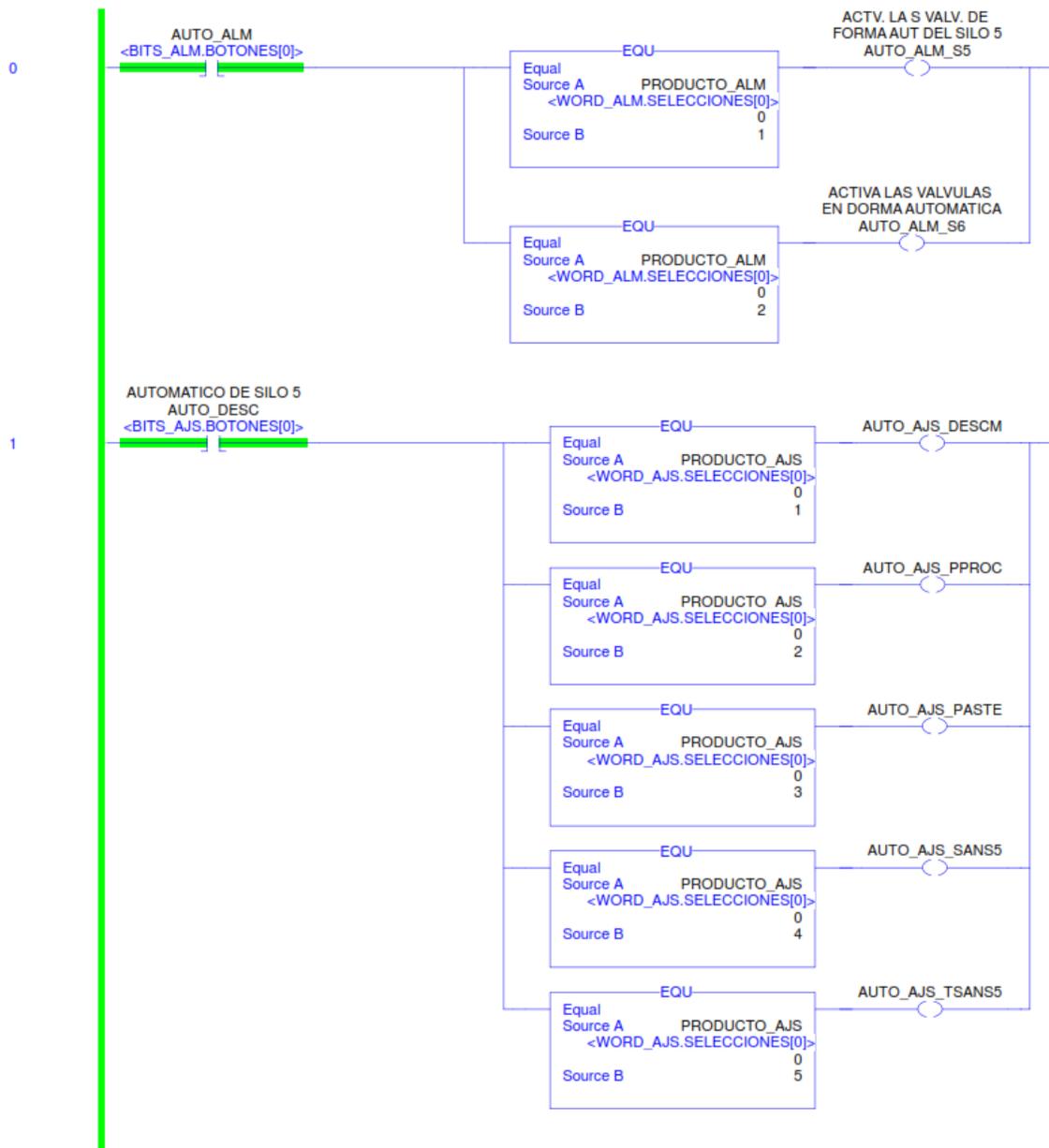


Figura 128.- Rutina autoelementos



Figura 130.- Rutina señales a descremadora





Figura 131.- Rutina mensajes a PLC central 1

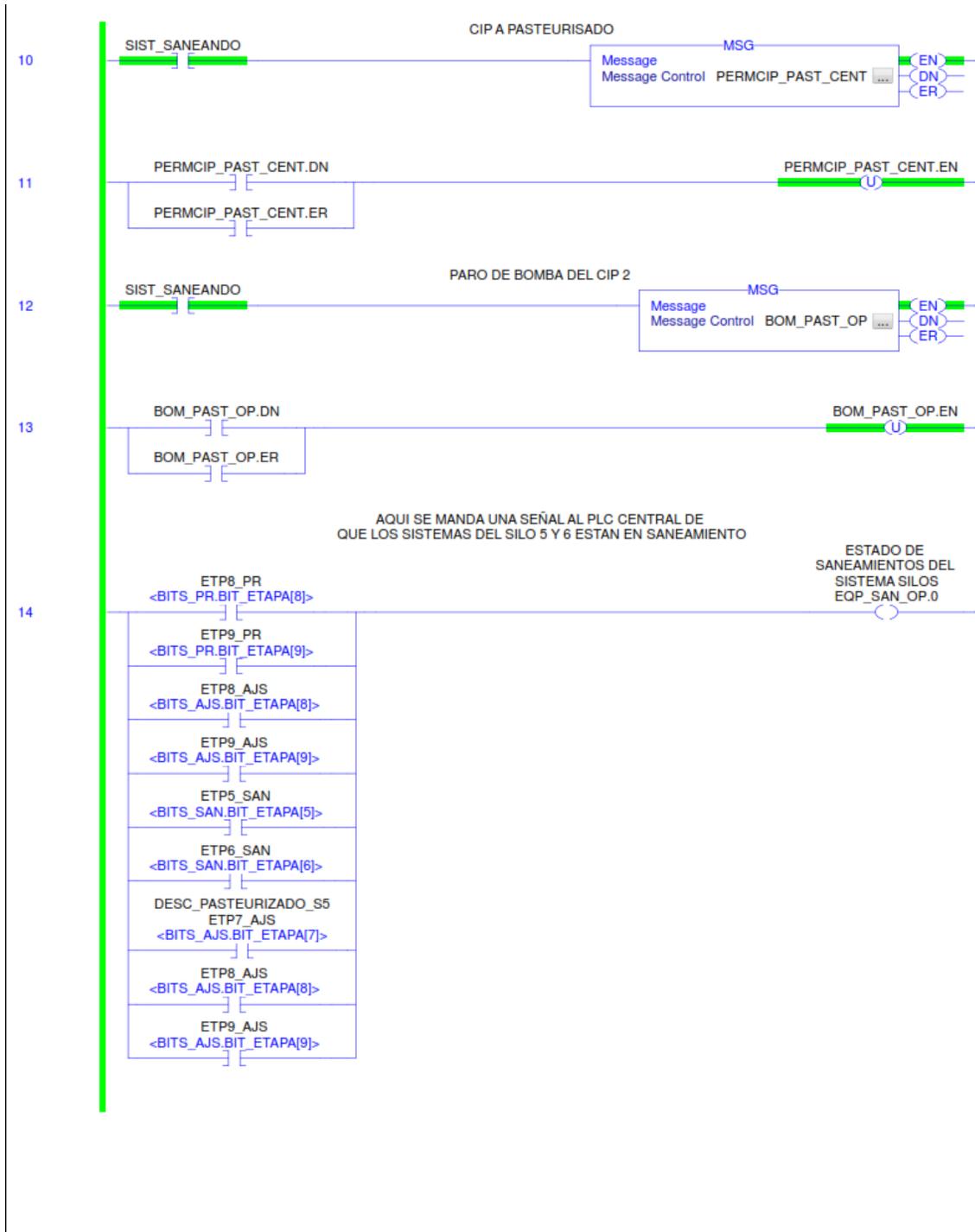


Figura 132.- Rutina mensajes a PL central 2

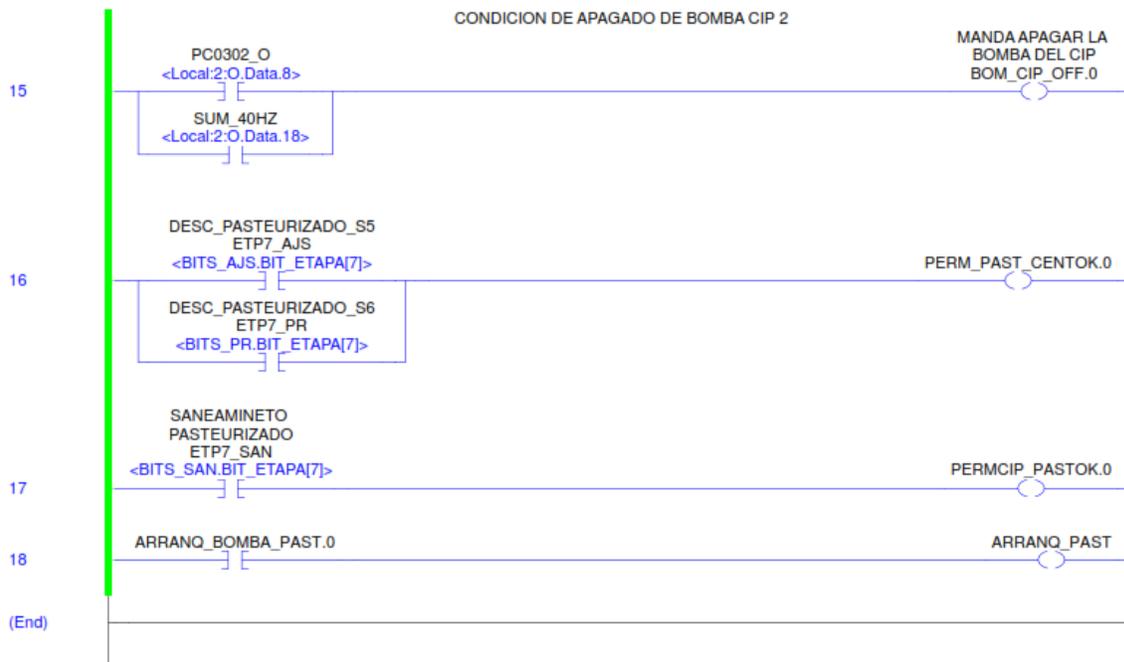


Figura 133.- Rutina mensajes a PL central 3

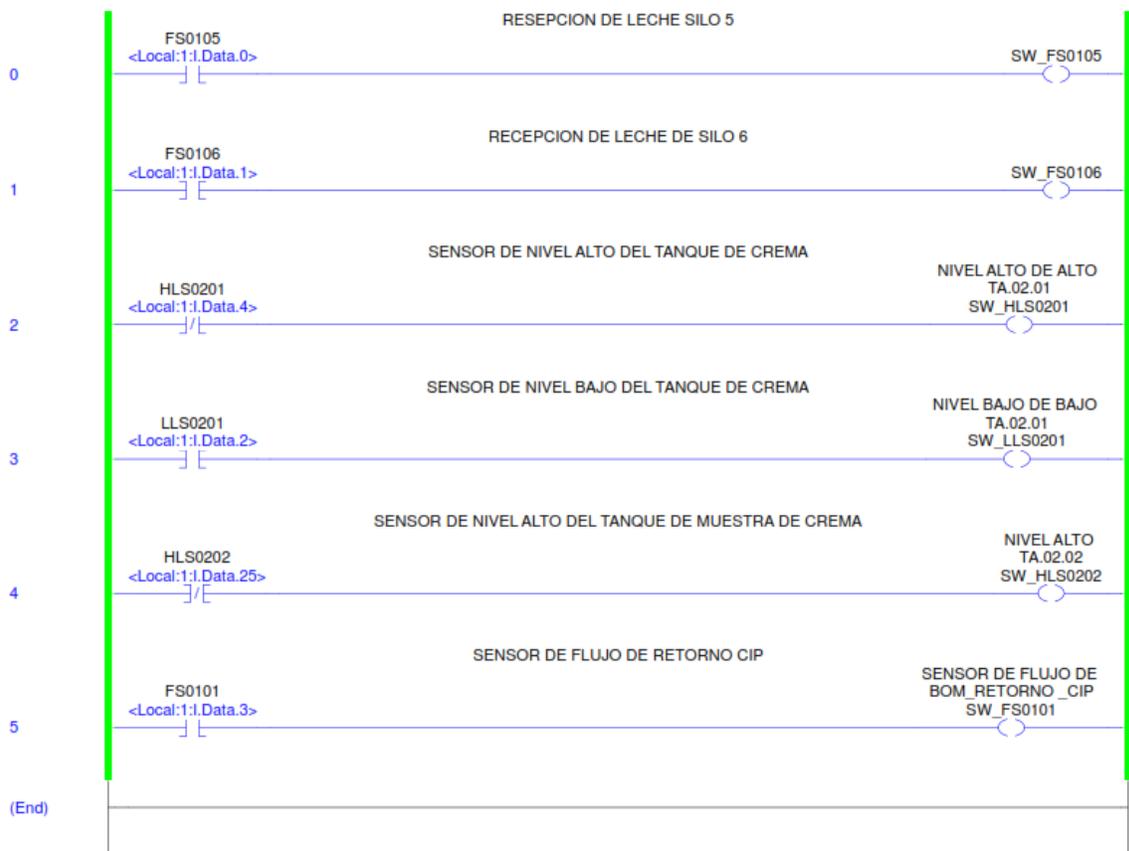


Figura 134.- Rutina entradas digitales



Figura 135.- Rutina entradas analógicas

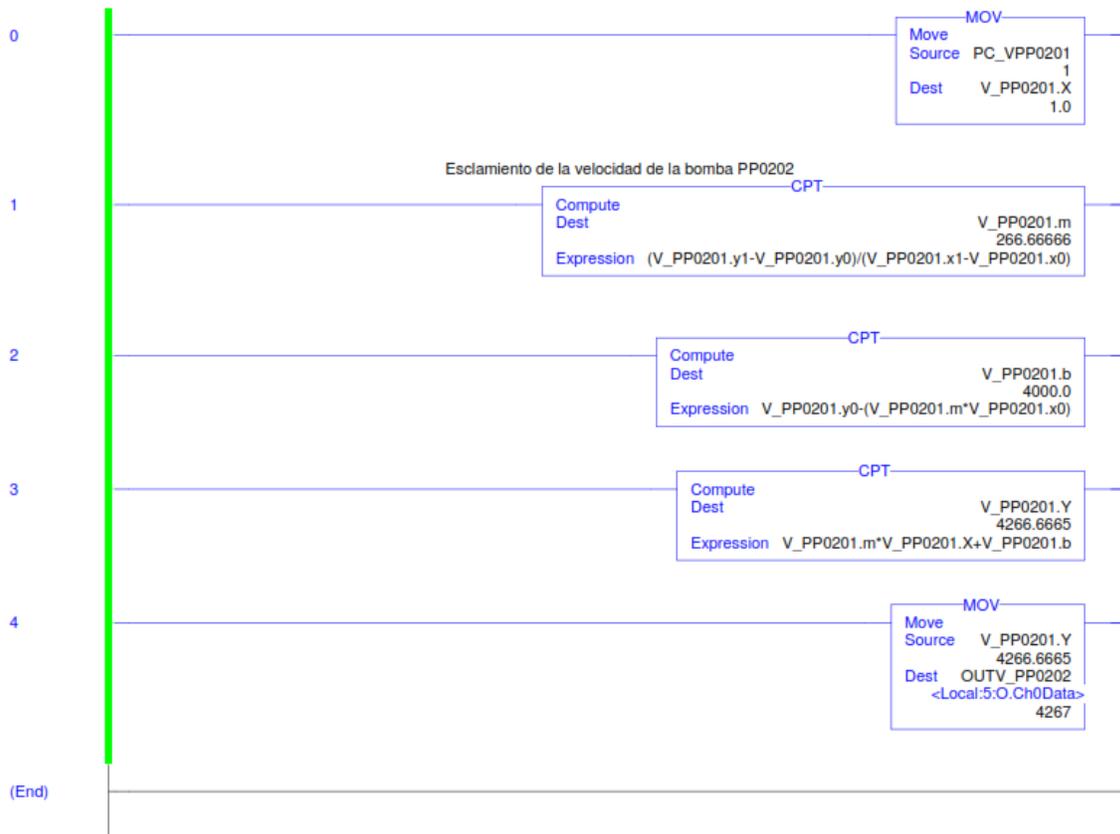


Figura 136.- Rutina de salidas analógicas

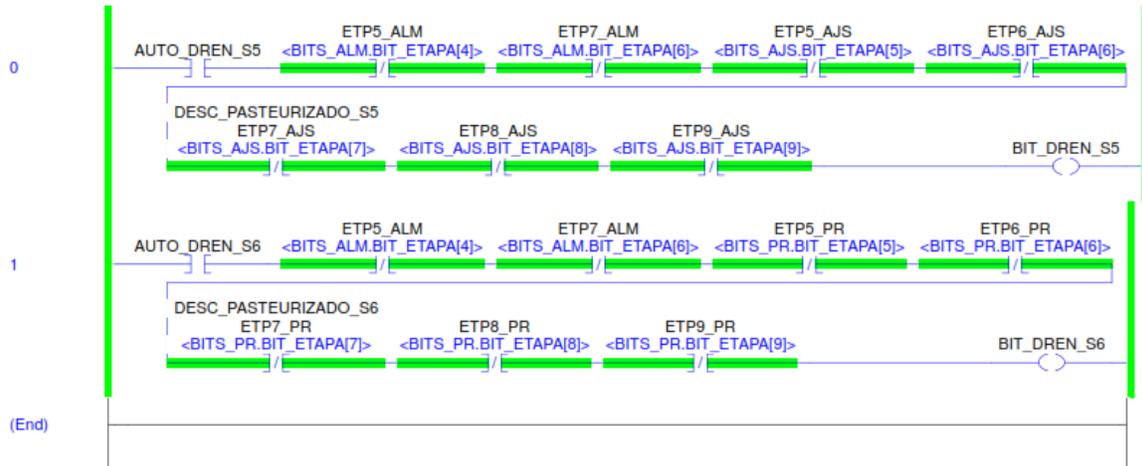


Figura 137.- Rutina dren de silos