



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL.**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS.**

**CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA.**

Tesis previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA MONITOREO  
DE FLUJO Y TEMPERATURA DEL SISTEMA DE LLENADO ASÉPTICO DE  
JUGO DE MARACUYÁ EN LA AGRO – INDUSTRIA FRUTAS DE LA PASIÓN C.  
LTDA.**

**AUTORES:**

**Daniel Salazar Velarde  
Adolfo Villacreses Pita**

**DIRECTOR:**

**ING. BYRON LIMA**

**Guayaquil, 2015**

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, Daniel Fernando Salazar Velarde portador de cédula de ciudadanía N° 092020416-1 y Adolfo Alejandro Villacreses Pita portador de cédula de identidad N° 092504420-8 estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana declaramos que la responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, corresponde exclusivamente y es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Marzo del 2015

---

Daniel Salazar Velarde

CI: 092020416 - 1

---

Adolfo Villacreses Pita

CI: 092504420-8

## **DEDICATORIA**

Mi madre a mi corta de edad de 9 años, me dijo lo siguiente: “Lo único que espero de ti, para tu larga vida, es que seas feliz, sin importa a que te dediques, tu felicidad será siempre mi prioridad”.

A tí, esta cariñosa dedicatoria, te amo.

Padre y Hermanas, ellos son mis héroes reales, los cuales día a día me condujeron por el sendero de la honestidad, resiliencia, paciencia y trabajo duro. Sin ustedes nada ningún logro hubiera sido posible.

A ustedes, dedico este logro.

Adolfo Alejandro Villacreses Pita.

## **DEDICATORIA**

A mi madre por haberme brindado toda su confianza y por sus consejos que han permitido que sea una mejor persona, en especial una persona responsable.

A mi padre por haberme incentivado para que continúe y culmine la carrera, con todas sus palabras de aliento y comprensión.

Daniel Fernando Salazar Velarde.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a mis padres por todo el apoyo que me han brindado no solo económico, sino de manera moral a lo largo de toda mi carrera de estudios, que permitió mi desarrollo tanto académico como persona.

A mis hermanos que me han ayudado con su paciencia, comprensión y asistencia en cada momento que los he llegado a necesitar.

A mi compañero tesis y amigo, que ha estado presente a lo largo de todo el desarrollo, que sin su apoyo no hubiéramos podido terminar la tesis.

En especial quiero agradecer al Ing. Byron Lima, mi tutor, que en todo este tiempo ha estado presente siendo de gran apoyo, brindándonos todos sus conocimientos y experiencia. Adicional la paciencia, comprensión que ha tenido a lo largo del desarrollo de la tesis.

Daniel Fernando Salazar Velarde

## **AGRADECIMIENTO**

Por el apoyo, sugerencias, paciencia y motivación otorgada en cada paso de esta tesis, quisiera agradecer a las siguientes personas: Julio Jurado, Byron Lima, Ricardo Pérez, Norma Vera y Daniel Salazar. Sin ustedes este sueño no hubiera sido posible, gracias.

.

Adolfo Alejandro Villacreses Pita

## ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	I
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD .....	II
DEDICATORIA .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE TABLAS.....	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.- DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3.- OBJETIVOS .....	2
1.3.1.- OBJETIVOS GENERALES.....	2
1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.4.- JUSTIFICACIÓN .....	3
1.5.- HIPÓTESIS.....	3
1.6.- VARIABLES E INDICADORES .....	3

1.7.- METODOLOGÍA.....	4
1.7.1.- MÉTODOS .....	4
1.7.2.- TÉCNICAS.....	4
1.7.3.- INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS.....	4
1.8.- POBLACIÓN Y MUESTRA .....	4
1.9.- DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	5
1.9.1.- BENEFICIARIOS.....	6
1.9.2.- IMPACTO.....	6
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1.- ANTECEDENTES.....	7
2.2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.2.1.- TECNOLOGÍA DE LLENADO ASÉPTICO .....	8
2.2.2.- BASES ESTERILIZACIÓN HÚMEDA CON ACIDO PER-ACÉTICO:.....	9
2.2.2.1.- CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS QUE HAN SIDO IMPLEMENTADAS PARA CUMPLIR CON LOS REQUERIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN DE DROGAS Y ALIMENTOS: .....	9
2.2.3.- NEUMÁTICA.....	10
2.2.4.- SCADA .....	10
2.2.4.1.- DEFINICIÓN SCADA .....	11
2.2.5.- PLC .....	11
2.2.5.1.- LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES O PLC .....	12
2.2.5.2.- FUNCIONES .....	12

2.2.6.- HMI.....	13
2.2.7.- PANEL DE OPERADOR .....	14
2.2.8.- COMUNICACIONES INDUSTRIALES .....	15
2.2.8.1.- ETHERNET.....	15
2.2.8.2.- PROFIBUS DP .....	16
2.2.9.- CELDA DE CARGA.....	16
2.2.11.- PASTEURIZADOR.....	18
2.2.11.1.- APLICACIÓN .....	18
2.2.11.2.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	18
2.2.12.- FLUJÓMETRO.....	19
2.2.12.1.- FLUJOMETRO ELECTROMAGNÉTICO .....	19
2.2.13.- PT 100 .....	20
2.2.14.- SENSOR DE NIVEL ULTRA SÓNICO.....	20
2.2.15.- TRAZABILIDAD METROLÓGICA .....	21
2.2.16.- EXCEL.....	21
2.2.17.- BASE DE DATOS .....	22
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DEL PROCESO .....</b>	<b>25</b>
3.1.- ANTECEDENTES .....	25
3.2.- REDISEÑO DEL PROCESO DE CONTROL.....	26
3.2.1.- REQUERIMIENTOS DE ELEMENTOS PARA EL PROCESO.....	26
3.2.2.- PROCESO .....	27

3.2.3.- REDISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	32
3.2.3.2.3.- PANTALLA DEL MENÚ DE LLENADO EN FRÍO .....	52
3.3.- SISTEMA SCADA.....	58
3.3.2.- REQUERIMIENTOS DEL PROCESO.....	58
3.3.4.- DESARROLLO DEL SCADA.....	60
PRESUPUESTO .....	82
CONCLUSIONES .....	78
RECOMENDACIONES .....	79
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXO A.....	1
ANEXO B .....	4
ANEXO C.....	C1
ANEXO D.....	D1
ANEXO F.....	F1
ANEXO G.....	G1

## ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DE SISTEMA DE CONEXIÓN DE LA RED.....	5
FIGURA 2: LLENADO ASÉPTICO.....	8
FIGURA 3: SISTEMA SCADA.....	10
FIGURA 4: PLC.....	11
FIGURA 5: HMI.....	13
FIGURA 6: PANEL DE OPERADOR.....	14
FIGURA 7: RED SCADA.....	15
FIGURA 8: LA BALANZA.....	17
FIGURA 9: INTERCAMBIADORES DE TEMPERATURA.....	18
FIGURA 10: SENSOR DE FLUJO.....	19
FIGURA 11: PT-100.....	20
FIGURA 12: SENSOR DE NIVEL ULTRASÓNICO.....	21
FIGURA 13: RESPUESTA FRECUENCIA (LAZO CERRADO).....	21
FIGURA 14: PANEL DE CONTROL DEL SISTEMA DE LLENADO ASÉPTICO.....	25
FIGURA 15: SISTEMA DE LLENADO ASÉPTICO ANTES DE SER RE- ACONDICIONADO.....	21
FIGURA 16: DIAGRAMA DE FLUJO DE TODO EL PROCESO.....	21
FIGURA 17: ENTRADAS Y SALIDAS PLC.....	33
FIGURA 18: DIAGRAMA DE CONTROL DEL SISTEMA DE LLENADO ASÉPTICO.....	33
FIGURA 21: SELECCIÓN DE BLOQUES.....	39

FIGURA 22: PARÁMETROS DE BLOQUES.....	39
FIGURA 23: PARÁMETRO DE PERIFÉRICO.....	40
FIGURA 24: ENVIÓ PARÁMETROS.....	40
FIGURA 25: ENVIÓ PARÁMETROS 1.....	41
FIGURA 26: OPCIONES TRABAJO.....	41
FIGURA 27: PARÁMETROS CONSIGNA.....	42
FIGURA 28: REGISTRO PROCESO.....	42
FIGURA 29: CONFIGURACIÓN PROCESO.....	42
FIGURA 30: CONFIGURACIÓN REGULADOR.....	43
FIGURA 31: DISEÑO DE LA PANTALLA DE MENÚ PRINCIPAL.....	45
FIGURA 32: MENÚ DE LLENADO AÉPTICO.....	46
FIGURA 33: LAVADO Y ESTERILIZADO PROCESO.....	47
FIGURA 34: ATRÁS.....	48
FIGURA 35: LAVADO Y ESTERILIZADO REGISTRO.....	49
FIGURA 36: ALARMAS.....	50
FIGURA 37: LLENADORA PRODUCCIÓN.....	50
FIGURA 38: NIVEL DE TANQUE.....	51
FIGURA 39: CONFIGURACIÓN PRODUCCIÓN.....	52
FIGURA 40: MENÚ LLENADORA FRIO.....	52
FIGURA 41: CONFIGURACIÓN BALANZAS.....	53
FIGURA 42: CONFIGURACIÓN CANAL 1.....	54

FIGURA 43: CONFIGURACIÓN CANAL 2.....	54
FIGURA 44: CONFIGURACIÓN CANAL 3.....	55
FIGURA 45: CONFIGURACIÓN CANAL 4.....	55
FIGURA 46: CONFIGURACIÓN CANAL 5.....	56
FIGURA 47: LÍMITE CANAL.. .....	56
FIGURA 48: LLENADORA FÍO.....	57
FIGURA 49: TEST EQUIPOS 1.. .....	57
FIGURA 50: TEST EQUIPOS 2.. .....	58
FIGURA 51: COMO SE CREA UN NUEVO PROYECTO 1.....	60
FIGURA 52: COMO SE CREA UN NUEVO PROYECTO 2.....	61
FIGURA 53: COMO SE CREA UN NUEVO PROYECTO 3.....	61
FIGURA 54: COMO SE CREA UN NUEVO PROYECTO Y, ADICIONAN PROCESOS 1.....	62
FIGURA 55: COMO SE CREA UN NUEVO PROYECTO Y, ADICIONAN PROCESOS 2.....	62
FIGURA 56: COMO SE CREA UNA NUEVA PANTALLA 1.....	63
FIGURA 57: COMO SE CREA UNA NUEVA PANTALLA 2.....	63
FIGURA 58: COMO SE CREA UNA NUEVA PANTALLA 3.....	64
FIGURA 59: COMO SE CREA UNA NUEVA PANTALLA 4.....	64
FIGURA 60: CONFIGURACIÓN VENTANA 1.. .....	65
FIGURA 61: CONFIGURACIÓN VENTANA 2.. .....	65
FIGURA 62: PROCESO DE CONFIGURACIÓN DE UNA VENTANA EN EL PROGRAMA FACTORYTALK VIEW STUDIO.....	66

FIGURA. 63: BARRA DE MENÚ DE BOTONES.....	66
FIGURA 64: BARRA DE MENÚ DE BOTONES 1.....	66
FIGURA 65: LOGEO.....	67
FIGURA 66: VENTANA PRINCIPAL.....	68
FIGURA 67: LLENADORA ASÉPTICA.....	69
FIGURA 68: CONFIG. LLENADORA.....	70
FIGURA 69: BOMBA PRODUCTO.....	71
FIGURA 70: BOMBA CIP.....	71
FIGURA 71: VENTANA DE TEMPERATURAS.....	72
FIGURA 72: TANQUE.....	72
FIGURA 73: TREND NIVEL.....	73
FIGURA 75: TANQUE PULMÓN.....	74
FIGURA 76: INTERCAMBIADORES.....	74
FIGURA 77: PRUEBA FUNCIONAMIENTO.....	75
FIGURA 78: PROCESO LAVADO.....	76
FIGURA 79: PROCESO LAVADO.....	76
FIGURA 80: PUESTA EN MARCHA.....	76
FIGURA 81: PRODUCTO ENVASADO.....	77

## ÍNDICE TABLAS

TABLA 1.....	37
TABLA 3.....	82
TABLA 2.....	80

## RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE TESIS	TEMA TESIS
2015	Adolfo Alejandro Villacreses Pita  Daniel Fernando Salazar Velarde	Ing. Byron Lima	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA MONITOREO DE FLUJO Y TEMPERATURA DEL SISTEMA DE LLENADO ASÉPTICO DE JUGO DE MARACUYÁ EN LA AGRO – INDUSTRIA FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

La presente tesis “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA MONITOREO DE FLUJO Y TEMPERATURA DEL SISTEMA DE LLENADO ASÉPTICO DE JUGO DE MARACUYÁ EN LA AGRO – INDUSTRIA FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA es referente a aplicaciones específicas de control. El proyecto está dividido en dos partes: el control del nivel y la temperatura de jugo de maracuyá en un sistema de llenado aséptico.

El objetivo es ayudar a la industria a cumplir con las normas de control de calidad internacionales de diferentes países para la exportación de su producto. En el cual se deben tomar muestras del producto y llevar registro de las temperaturas alcanzadas, para lo cual del control del proceso se utilizó un autómatas, un PLC. Y un HMI que permite la interacción con el operario de la industria.

En el control de nivel del tanque se usaron varios sensores, tres diferentes puntos a lo largo de este y, un sensor de nivel ultrasónico en la parte superior que estarán conectados al PLC. La temperatura del producto es controlada usando varios sensores de temperatura que envían la información al PLC que regula la cantidad de vapor que circula en el sistema por medio de una válvula porcentual.

### **PALABRAS CLAVES**

Normas de control de calidad / Registros/ PLC. Sensor de temperatura. Sensor de nivel

## ABSTRACT

AÑO	STUDENTS	THESIS DIRECTOR	THESIS THOPIC
2015	Adolfo Alejandro Villacreses Pita  Daniel Fernando Salazar Velarde	Ing. Byron Lima	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SCADA SYSTEM FOR FLOW AND TEMPERATURE MONITORING SYSTEM FOR FILLING ASEPTIC MARACUYÁ JUICE IN THE AGRO - INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

This thesis DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SCADA SYSTEM FOR FLOW AND TEMPERATURE MONITORING SYSTEM FOR FILLING ASEPTIC MARACUYÁ JUICE IN THE AGRO - INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA. is related to specific control applications. The project is divided into two parts: the control level and temperature of passion fruit juice in aseptic filling system.

The objective is to help the industry to meet the standards of international quality control from different countries to export their product. In which samples should be taken out of the product and record the temperatures reached, for which process control in an automaton, a PLC is used. A HMI, which allows interaction with the operator in the industry.

Several sensors used in the level control tank at three different points along this and ultrasonic sensor at the top level, that are connected to the PLC. The product temperature is controlled using several temperature sensors that send information to the PLC, which regulates the quantity of vapor circulating in the system by a percentage valve.

### KEYWORDS

Quality control standards/ Records/ PLC. Temperature sensor. Level sensor

## INTRODUCCIÓN

En esta tesis se describe el diseño de un sistema SCADA para una empresa que desea actualizar su proceso de llenado aséptico de jugo de maracuyá, además de realizar el rediseño del sistema de control, utilizando un PLC actual, los software de SIEMENS y el software FactoryTalk View de RockWell Automation.

El sistema está diseñado para que la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA. , cumpla con las normas de calidad respecto a los sistemas de llenados asépticos, solicitados por sus consumidores, tanto en el mercado nacional como internacional.

En el primer capítulo, se dan a conocer las razones por las que se llevaron a cabo este tema de tesis. Se plantea el problema, se justifica el tema de tesis, se definen los objetivos y los métodos utilizados para llevar su desarrollo de forma adecuada, los beneficiarios y el impacto.

En el segundo capítulo se presentan las bases teóricas y principios de funcionamiento utilizados que nos ayudaran a culminar la tesis.

En el tercer capítulo se describe como se encontraba el proceso de llenado aséptico, se define como es la secuencia que se realiza para que el producto sea lo más óptimo, así como la obtención de la función P&ID y la configuración del bloque de control, el funcionamiento de las pantallas del HMI y una guía de cómo realizar las pantallas del SCADA. Adicional las pruebas de funcionamiento de sistema de llenado aséptico.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido a las exigencias actuales sobre el control de calidad para los productos exportados, en este caso jugo y concentrado de maracuyá, se requiere de carácter urgente la variación del control actual, necesitando realizar la visualización, registros e históricos para medidas de temperatura y flujo, en un sistema de soporte unificado para efecto un SCADA. La faltante de dichos datos ha causado la imposibilidad de incursionar en otros mercados donde las exigencias de control son altas, impidiendo el crecimiento de la empresa.

### **1.2.- DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Aplicación al área de llenado aséptico de la industria FRUTAS DEL ECUADOR, en el Km 7 vía Daule, en la ciudad de Guayaquil-Ecuador.

Se utilizará equipos de la marca Siemens para el control del proceso, Software de Rockwell Automation para el SCADA y herramientas de Microsoft para almacenamiento de datos y reportes de fabricación.

El proyecto fue realizado el periodo 2014-2015

### **1.3.- OBJETIVOS**

#### **1.3.1.- OBJETIVOS GENERALES**

Diseñar e implementar un sistema de control, supervisión y de reporte de datos para el proceso de llenado aséptico con jugo de maracuyá, que permita la recopilación de evidencias objetivas, que son necesarias para poder validar el proceso de producción, de esta manera cumplir con los estándares de calidad de la empresa.

#### **1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un sistema SCADA para la supervisión de sistema de llenado aséptico.
- Crear un formato para reportar la información obtenida según las necesidades del cliente.
- Seleccionar equipos electrónicos y neumáticos de manera adecuada.

- Realizar la reprogramación del PLC y HMI.

#### **1.4.- JUSTIFICACIÓN**

Las actuales exigencias del mercado internacional en la calidad de los productos, han llevado a la AGRO-INDUSTRIAL FRUTA DE LA PASIÓN C. LTDA. a buscar soluciones para poder mantener los niveles de ventas en sus exportaciones.

Adicionalmente tienen problemas con el control de producción realizada por día, dejándolos ciegos en la cantidad de producto elaborado para este proceso y las cantidades de pérdidas por fallas de los operadores.

Para ello se han visto en la necesidad de obtener sistemas de control, registros e históricos para el proceso de llenado aséptico, deseando lograr la trazabilidad de sus producto por lote y de esta forma calificar en el mercado internacional.

#### **1.5.- HIPÓTESIS**

El sistema SCADA permite el cumplimiento de las normas de regulación internacional con la utilización de equipos de automatización y software, para la exportación de jugo de maracuyá.

#### **1.6.- VARIABLES E INDICADORES**

Variables.-

- Temperatura
- Flujo
- Nivel
- Peso

Indicadores.-

- Mano-metro (0-105 °C, temperatura, 100%)
- Pantalla HMI; Peso (0-200 Kg, peso, 100%)
- SCADA (Peso, temperatura, nivel)
- Sensor de nivel (0- 1,8 m, distancia, 100%)

## **1.7.- METODOLOGÍA**

### **1.7.1.- MÉTODOS**

Se aplicaron dos métodos; primero el método experimental haciendo la recolección de datos de temperatura, flujo y peso en tiempo real, para analizar los errores en la precisión de medición y el método deductivo. Al obtener nuestros datos sacamos una conclusión para determinar el rango de error necesario para realizar la calibración a los sensores y actuadores.

### **1.7.2.- TÉCNICAS.**

Se colocó indicadores de temperatura y flujo, previamente calibrados, para realizar pruebas con producto, y comparar las mediciones tomadas por los sensores conectados al autómeta con los indicadores y de esa forma adquirir los márgenes de error en las mediciones. Luego se procedió con el accionamiento de válvulas y el variador de frecuencia para calcular la relación entre la velocidad que toma el producto al pasar por la línea y las mediciones adquiridas por los sensores; de esta forma poder realizar las compensaciones para el proceso, logrando estabilizar los rangos de temperatura establecidos por la entidad auditora en control de calidad.

### **1.7.3.- INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Se utilizó un Autómata S7-300 para la adquisición de datos en tiempo real de todas las variables involucradas en el sistema, en este caso de los sensores de temperatura y presión. Todos estos datos los podemos visualizar y almacenar en el software Factory Talk View y en una base de datos SQL diseñado para este proyecto.

## **1.8.- POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población son los empleados de la “AGRO INDUSTRIA FRUTAS DE LA PASIÓN”

La muestra es el encargado de producción de la planta y los empleados encargados del área de llenado aséptico.

## 1.9.- DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Según el problema indicado, se plantea la siguiente solución:

Diseñar e implementar un SCADA que permita controlar y, generar registros e históricos para las partes críticas del proceso de llenado aséptico. En el SCADA consta la información de los sensores utilizados (peso, temperatura, nivel y flujo). También se visualiza la producción por cantidad de tanque y por carga total del producto. Existen indicadores para las señales discretas otorgadas por los equipos instalados como motores y cilindros, dichas señales serian contactos auxiliares y sensores instalados en dichos equipos.

Se utilizó el autómatas Siemens S7 315-2DP, conectado en red profibus con un Panel de operador y un Variador MicroMaster. El PLC está conectado a una aplicación SCADA (FACTORY TALK VIEW) vía ProfiNet, en el cual se visualizan los datos.

Las herramientas de Software utilizadas para configurar, programar y diseñar las aplicaciones serán las siguientes:

- ADMINISTRADOR SIMATIC S7
- WIN CC FLEXIBLE
- FACTORY TALK VIEW

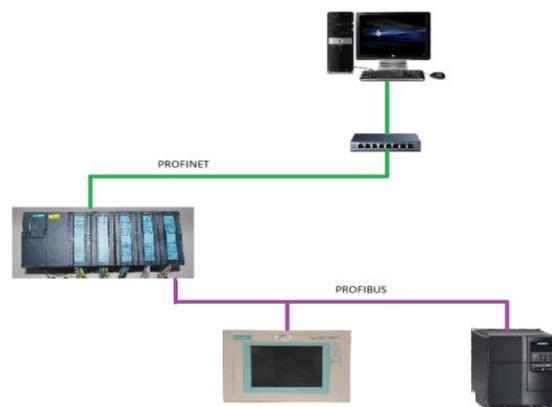


Figura 1: Esquema de sistema de conexión de la red. Se presenta de forma básica la estructura que tiene un SCADA. Por SIEMENS.

### **1.9.1.- BENEFICIARIOS**

El beneficiario es la AGRO-INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

### **1.9.2.- IMPACTO**

El haber implementado el proyecto en la compañía AGRO-INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA le permite mantenerse competitivo con el mercado nacional y fomenta la exportación del producto nacional, debido que la competencia ya ha logrado implementar este tipo de tecnología.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1.- ANTECEDENTES**

Alrededor de los años 70 la tendencia de la automatización se radicaba en la necesidad de que cada fabricante desarrollara su propio sistema electrónico para resolver sus problemas. Pero se topaban con las limitaciones en el tamaño de las memorias, lo cual generaba una limitación con el número de entradas y salidas que podían asignarse en el sistema. (Rodríguez Penin, 2006)

En estos años han aparecido una nueva generación de autómatas con capacidades de un mayor nivel de control en la cantidad de entradas y salidas. A medida que la electrónica se fue desarrollando permitió tener elementos más robustos y de menor tamaño para cumplir con las necesidades en los ambientes hostiles que se encuentran en las industrias. (Rodríguez Penin, 2006)

En un inicio, cuando los sistemas automatizados para industrias fueron creciendo y se hicieron cada vez más complejos se fue teniendo una mayor necesidad de poder visualizar lo que sucedía en este. Para lo que se diseñaron paneles de control, en sus inicios estos paneles eran de cableado eléctrico. Con la aparición de la informática, se permitió realizar el control de los procesos de forma más sencilla. Con los que se desarrollaron software capaz de comunicarse con los sistemas de control existentes. (Rodríguez Penin, 2006)

Se da el nombre de SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition o Control con Supervisión y Adquisición de Datos) a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo. (Rodríguez Penin, 2006)

Atendiendo a la definición vemos que no se trata de un sistema de control, sino de una utilidad de software de monitorización o supervisión, que realiza la tarea de interface entre los niveles de control (PLC) y los de gestión a un nivel superior. (Rodríguez Penin, 2006)

Los sistemas SCADA se conciben principalmente como una herramienta de supervisión y mando. Entre sus objetivos podemos destacar:

- **Economía:** es más fácil ver que ocurre en la instalación desde la oficina que enviar a un operario a realizar la tarea. Ciertas revisiones se convertirán en innecesarias.
- **Accesibilidad:** permite tener acceso a la configuración, ver el estado en que se encuentra trabajando el proceso desde la mesa que está encima de la mesa de trabajo.
- **Mantenimiento:** la adquisición de datos materializa la posibilidad de obtener datos de un proceso, almacenarlos y presentarlos de manera inteligible para un usuario no especializado. La misma aplicación se puede programar de manera que nos avise cuando se aproximen las fechas de revisión o cuando una maquina tenga más fallos de los considerados normales.
- **Ergonomía:** es la ciencia que procura hacer que la relación entre el usuario y el proceso sea lo menos tirante posible. Los modernos ordenadores, con sus presentaciones gráficas, intentan sustituir a los grandes paneles repletos de cables, luces pilotos y demás elementos informativos.

## **2.2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1.- TECNOLOGÍA DE LLENADO ASÉPTICO**



Figura 2: Llenado aséptico. Es parte del proceso de llenado aséptico, se están esterilizando las botellas, previo al llenado. Recuperado de <http://www.geape.com.ar/nar/cmsdoc.nsf/webdoc/webb7p6qpc>

Se ha diseñado una tecnología de llenado aséptico para bebidas sensibles de bajo contenido de ácido de acuerdo a lo contemplado en las bases de diseño de FDA (U.S. Food and Drug Administration). Este concepto aséptico utiliza ácido per acético húmedo como medio para la aislación microbiológica y el control de contaminación e higiene del ambiente. El llenado volumétrico electrónico se hace a través del modelo ProcomacFx el cual incluye el manejo completo de cuellos de botella.

### **2.2.2.- BASES ESTERILIZACIÓN HÚMEDA CON ACIDO PER-ACÉTICO:**

- Esterilización de botellas mediante rociado de PAA (ácido per-acético) líquido con botellas invertidas; la solución de PAA es recuperada y reutilizada.
- Enjuague de botellas mediante rociado de agua estéril (botellas invertidas); el agua de enjuague es recuperada y reutilizada.
- Toberas penetrantes con alto caudal de solución estéril
- Control para cada parámetro de proceso: solución estéril y agua estéril, concentración, temperatura y presión.
- Reducción de hasta 6 log en microorganismos.

#### **2.2.2.1.- CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS QUE HAN SIDO IMPLEMENTADAS PARA CUMPLIR CON LOS REQUERIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN DE DROGAS Y ALIMENTOS:**

- Modificaciones mecánicas para adicionar y validar redundancias en el sistema
  - Filtros HEPA (High Efficiency Particle Arresting) redundantes en zonas estéril
  - Barrera líquida con solución estéril en los sellos rotativos
- Mejoras en las capacidades de esterilización
  - Diseño de toberas para Spray ball
  - Modificación de sujetadores de botellas
- Mejoras en el proceso de esterilización

- Desarrollo de esterilización basada en PAA (ácido per-acético)
- Identificación de patógenos
- Desarrollo de “Steribag”, cámara de esterilización de tapas mediante el uso de tapas pre esterilizadas con radiación gamma.
- Plan de validación FDA y mejoras en la documentación.
  - Protocolos GAMP / FPA 43-L
- Manejo de datos y registros electrónicos
  - Conformidad con 21CFR Parte 11

### 2.2.3.- NEUMÁTICA

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la los gases ideales. (Atlantic International University)

### 2.2.4.- SCADA

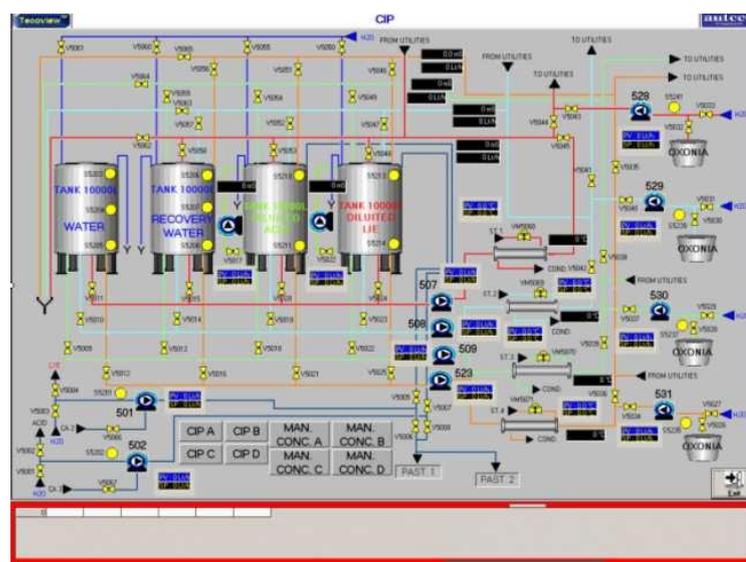


Figura 3: Sistema SCADA. La pantalla de un sistema SCADA de un sistema de control de llenado de tanque y bombas CIP. Por Auteco, <http://www.auteco.net/2012/07/test-prodotto/?lang=es>

### 2.2.4.1.- DEFINICIÓN SCADA

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. (Dpto. De Automatización y Control Industrial, 2007)

### 2.2.5.- PLC

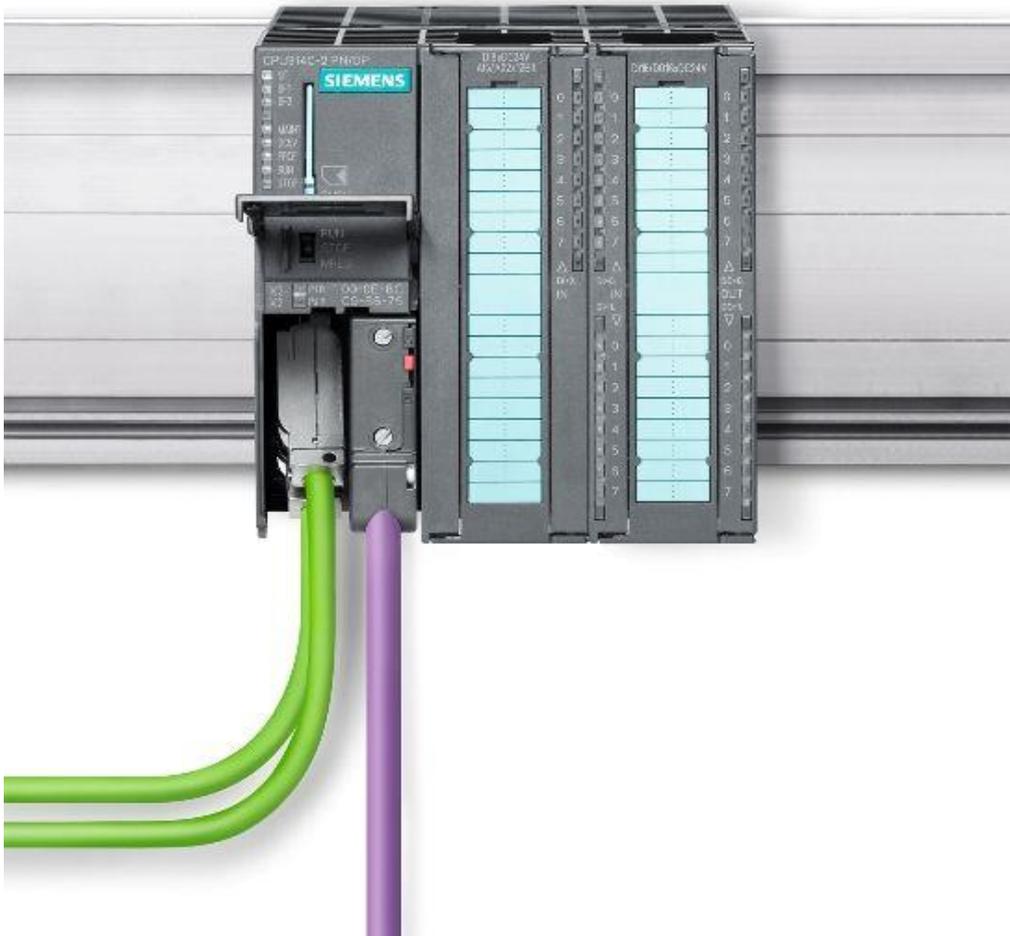


Figura 4: PLC. Un PLC instalado en el tablero y conectado a la red. Por SIEMENS, [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

### **2.2.5.1.- LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES O PLC**

Son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial.

Como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.

Los PLC sirven para realizar automatismos; son dispositivos electrónicos que reproducen programas informáticos, que permiten controlar procesos. (UTLA, 2012)

### **2.2.5.2.- FUNCIONES**

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar.

Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación. Es decir, a través de los dispositivos de entradas, formados por los sensores (transductores de entradas) se logran captar los estímulos del exterior que son procesados por la lógica digital programada para tal secuencia de proceso que a su vez envía respuestas a través de los dispositivos de salidas (transductores de salidas, llamados actuadores). (UTLA, 2012)

Un PLC es un equipo comúnmente utilizado en maquinarias industriales de fabricación de plástico, en máquinas de embalajes, en automóviles, entre otras; en fin, son posibles de encontrar en todas aquellas maquinarias que necesitan controlar procesos secuenciales, así como también, en aquellas que realizan maniobras de instalación, señalización y control.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los pre-accionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa. (González Mendoza, 2014)

## 2.2.6.- HMI



Figura 5: HMI. Es una pantalla, sistema de interface del ser humano con la máquina o el sistema de control, PLC. Por SIEMENS. Que se encuentra en la AGRO-INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

“H.M.I. (Interfaz hombre-máquina): Se ha vuelto uno de los factores más importantes en la gestión, el control y sistemas más complejos para el área de procesos de automatización industrial. (Dpto. De Automatización y Control Industrial, 2007)

Como su proveedor de fuente única, la tecnología de interfaz hombre-máquina de Siemens (SIMATIC HMI) está diseñado para satisfacer cada vez más complejos procesos de sus máquinas y sistemas. SIMATIC HMI está optimizado para satisfacer sus necesidades específicas de interfaz hombre-máquina mediante interfaces abiertas y estandarizadas en hardware y software, que permiten la integración eficiente en sus sistemas de automatización. (Siemens)

### 2.2.7.- PANEL DE OPERADOR



Figura 6: Panel de operador. Permite al operario interactuar, interferir en el proceso que se esté desarrollando.

Un Panel de Operador es un equipo basado en hardware industrial que permite la interacción entre el operador y el proceso o máquina. (Murten, 2009)

Cuenta con una pantalla y teclado o touch screen para llevar a cabo el diálogo entre operador y máquina, basándose en una comunicación de datos entre el propio Panel y el dispositivo que efectúa el control, normalmente un PLC.

Con el Panel de Operador se puede acceder a seteos de variables, comandos manuales, visualización de valores, gestión de alarmas, gráficos de tendencia, etc.

Disponemos de una amplia gama de Paneles de Operador para satisfacer las diversas necesidades de distintos usuarios y aplicaciones. (Murten, 2009)

## 2.2.8.- COMUNICACIONES INDUSTRIALES

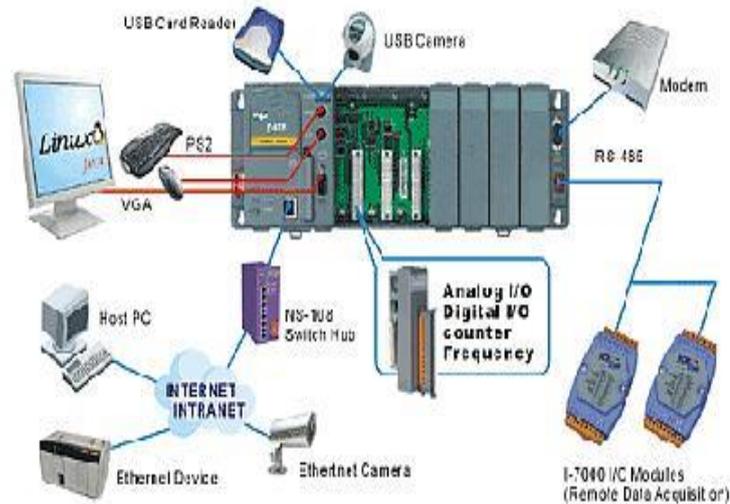


Figura 7: Red SCADA. Un sistema SCADA que utiliza un PLC para interactuar con los dispositivos que se encuentran en campo. Por REVISTA DIGITAL.

Recuperado de [http://revistadigital.inesem.es/energia-medioambiente-pr1/files/2012/11/Red\\_comunicacion\\_industrial.jpg?file=2012/11/Red\\_comunicacion\\_industrial.jpg](http://revistadigital.inesem.es/energia-medioambiente-pr1/files/2012/11/Red_comunicacion_industrial.jpg?file=2012/11/Red_comunicacion_industrial.jpg)

Los Sistemas de Comunicación brindan la estructura fundamental sobre la que se articulan las estrategias de automatización.

Los sistemas de comunicación industrial son mecanismos de intercambio de datos distribuidos en una organización industrial. El intercambio de datos on-line y, en los niveles inferiores de la pirámide (sensores, actuadores, máquinas, células de fabricación, etc.), se exige el requisito de tiempo real. Y un intercambio de datos de forma eficiente, de bajo coste temporal y económico. (García Villacís & Córdova Suárez, 2009)

### 2.2.8.1.- ETHERNET

El sistema Ethernet es para transmitir información entre dos o más dispositivos empleando un medio compartido. Se especifica el medio utilizado, la señal que se utiliza y la estructura que la información debe tener.

Desarrollada por Digital, Intel y Xerox en los 70's. Ethernet se convirtió en estándar del IEEE en 1985. La inmensa mayoría de las LAN se basan en Ethernet. (Sánchez Lobón )

#### **2.2.8.2.- PROFIBUS DP**

Profibus es un bus de campo abierto independiente del fabricante. Su área de aplicación abarca manufactura, procesos y automatización de edificios. La independencia del fabricante y el ser un sistema abierto, está garantizado por el estándar Profibus EN 50 170. Con Profibus los dispositivos de diferentes fabricantes pueden comunicarse sin necesidad de adaptaciones mediante interfaces especiales. Profibus puede ser empleado tanto para transmisiones de datos de alta velocidad y tiempos críticos, como para tareas intensivas de comunicación compleja. La familia Profibus consiste en tres versiones compatibles: PROFIBUS-DP: Optimizado para alta velocidad y enganche económico. Esta versión de Profibus está diseñada especialmente para comunicación entre sistemas automáticos de control y E/S distribuidos a nivel de campo. Puede ser empleado para reemplazar transmisiones paralelas de señales con 24V o 0 a 20mA. PROFIBUS-PA: Está especialmente diseñado para automatización de procesos. Permite que sensores y actuadores puedan ser conectados a un bus común en áreas intrínsecas de seguridad. Permite comunicación de datos y transporte de energía sobre el mismo bus empleando tecnología de dos cables, acorde con el estándar internacional IEC 1158-2. Este Profibus reemplaza los 4 -20 mA. PROFIBUS-FMS: (Fieldbus Message Specification) está diseñado para tareas de comunicación a nivel superior de dispositivos de campo. Es decir, tareas como el intercambio de información entre controladores y dispositivos de campo inteligentes, donde la funcionalidad es más importante que el tiempo de reacción del sistema. Habitualmente el intercambio de información es a cíclico, a petición del proceso. (Jurado González, 2010)

#### **2.2.9.- CELDA DE CARGA**

El principio de funcionamiento se basa que al aplicar una fuerza sobre un hilo conductor o un semiconductor se presenta una variación en su resistencia eléctrica. Este principio permite realizar mediciones de fuerza muy tenues que provoquen pequeñas deformaciones en el conductor. (Idrovo Urgiles & Luis Miguel , 2010)

## 2.2.10.- BALANZA



Figura 8: La balanza. Mide el peso de un elemento, al colocarle a este dispositivo un elemento sobre el sufre una deformación, en base a esa deformación se hace una relación con el peso de lo que se desea medir. Por PCE Ibérica S.L. Recuperado de Balanza para palés serie PCE-SD B SST (clase III), [https://www.pce-instruments.com/espanol/balanza/balanza/balanza-para-pales-pce-instruments-balanza-para-pal\\_s-pce-sd-6000b-sst-det\\_1899998.htm?\\_list=qr.art&\\_listpos=3](https://www.pce-instruments.com/espanol/balanza/balanza/balanza-para-pales-pce-instruments-balanza-para-pal_s-pce-sd-6000b-sst-det_1899998.htm?_list=qr.art&_listpos=3)

La balanza es un instrumento que mide la masa de un cuerpo o sustancia, utilizando como medio de comparación la fuerza de la gravedad que actúa sobre el cuerpo.

Se debe tener en cuenta que el peso es la fuerza que el campo gravitacional ejerce sobre la masa de un cuerpo, siendo tal fuerza el producto de la masa por la aceleración local de la gravedad. (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2005)

## **2.2.11.- PASTEURIZADOR**



Figura 9: Intercambiadores de temperatura. Son un conjunto de intercambiadores de temperatura. Sirve para elevar o disminuir la temperatura de alguna sustancia, material líquido que se desee. Se encuentra ubicado en la Agro Industrial Frutas de la Pasión C. LTDA.

### **2.2.11.1.- APLICACIÓN**

La unidad de pasteurización es un equipo diseñado para el tratamiento térmico de los alimentos y sus derivados u otros productos alimentarios, como refrescos y zumos, que permite eliminar los microorganismos patógenos, mediante la aplicación de alta temperatura durante un corto período de tiempo. (INOXPA)

### **2.2.11.2.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

El producto llega a un tanque de balance donde una bomba lo envía a un intercambiador de placas donde se calienta, hasta una temperatura de pasteurización la cual depende del producto y/o requerimientos del proceso. Posteriormente el producto pasa al tubo retenedor donde se mantiene esta temperatura durante un tiempo para asegurar una correcta pasteurización.

En el caso que el intercambiador tenga la etapa de recuperación, el producto pasteurizado intercambia energía con el producto a pasteurizar necesitando menos energía tanto para enfriar el producto pasteurizado como para calentar el producto a pasteurizar.

Finalmente, el producto suele pasar por una etapa de enfriamiento para bajar la temperatura del producto hasta 4°C y permitir su almacenamiento en depósitos isotérmicos o el envasado en frío.

Si debido a algún problema la temperatura de pasteurización es inferior a la deseada, una válvula de desvío automática retorna el producto al depósito de balance, evitando problemas de contaminación microbiológica en el producto fin. (INOXPA)

### **2.2.12.- FLUJÓMETRO**



Figura 10: Sensor de Flujo. Mide el flujo de un líquido que se encuentre circulando a lo largo de una tubería o un sistema de tuberías. Por Endress+Hauser, SF. Recuperado de <http://www.es.endress.com/es/productos/medicion-caudal/Product-Vortex-flowmeter-Prowirl-F-200-7F2B>.

Es un dispositivo que sirve para medir el caudal de un fluido.

#### **2.2.12.1.- FLUJOMETRO ELECTROMAGNÉTICO**

##### **2.2.12.1.1.- FUNCIONAMIENTO**

El medidor de flujo es un tubo de acero inoxidable revestido con un material no conductor. En el exterior del tubo hay dos bobinas electromagnéticas alimentadas con CC ubicadas de manera opuesta entre sí. Perpendiculares a estas bobinas, se insertan dos electrodos en el tubo de flujo. Las bobinas energizadas crean un campo magnético por todo el diámetro del tubo. (Badger Meter, 2012)

Mientras un fluido conductor fluye a través del campo magnético, se induce un voltaje por los electrodos. Este voltaje es proporcional a la velocidad de flujo promedio del fluido y es medido por los dos electrodos. Este voltaje inducido luego es amplificado y procesado digitalmente por el conversor para producir una señal analógica o digital exacta. Luego, la señal puede utilizarse para indicar el caudal, la totalización o para comunicarse con sensores controladores remotos. (Badger Meter, 2012)

### **2.2.13.- PT 100**



Figura 11: Pt-100. Sirve para medir la temperatura a la que se encuentra un cierto material. Por ANDREAN INSTRUMENTS. Recuperado de <http://www.ingecozs.com/pt100.pdf>

Un Pt100 es un sensor de temperatura. Consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohmios y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde. (ARIAN CONTROL&INSTRUMENTACIÓN)

### **2.2.14.- SENSOR DE NIVEL ULTRA SÓNICO**

Este sistema basa su funcionamiento en la emisión de pulsos ultrasónicos, se mide el tiempo empleado por el sonido en su trayecto de un emisor a un receptor. El instrumento envía breves pulsos ultrasónicos de al menos 20 kHz, estos pulsos son reflejados en la superficie del líquido. La velocidad del sonido es constante y al

conocer el tiempo que tarda el sonido de emisor a receptor se calcula la altura  $h$  del líquido en el tanque, al instrumento se le puede agregar un sensor de temperatura para compensar la variación de la velocidad del sonido en el medio. (Gonzalez Rivera, 2014)



Figura 12: Sensor de nivel ultrasónico. Mide la distancia que existe desde la membrana hasta el tope que tenga abajo (el tope depende del material a que se lo configurará). Por Endres+Hauser. Recuperado de <http://www.omnielectric.es/distribuidor/Endress-Hauser.html>.

### **2.2.15.- TRAZABILIDAD METROLÓGICA**

Es propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida. (Rosso, 2011)

### **2.2.16.- EXCEL**

Excel es un software que permite crear tablas, y calcular y analizar datos. Este tipo de software se denomina software de hoja de cálculo. Excel permite crear tablas que calculan de forma automática los totales de los valores numéricos que especifica, imprimir tablas con diseños cuidados, y crear gráficos simples. (Microsoft, 2015)

### **2.2.17.- BASE DE DATOS**

Una base de datos (cuya abreviatura es BD) es una entidad en la cual se pueden almacenar datos de manera estructurada, con la menor redundancia posible. Diferentes programas y diferentes usuarios deben poder utilizar estos datos. Por lo tanto, el concepto de base de datos generalmente está relacionado con el de red ya que se debe poder compartir esta información. De allí el término base. "Sistema de información" es el término general utilizado para la estructura global que incluye todos los mecanismos para compartir datos que se han instalado. (Microsoft, 2014)

### **2.2.18.- SINTONIZACIÓN DEL P&ID**

En esta sección presentaremos las formas de obtener los valores óptimos de las constantes [P], [I], [D], de un controlador en base a los parámetros encontrados por experimentos hechos en el sistema.

Existen fundamentalmente 2 tipos de experimentos para reconocer un sistema, estos son de lazo abierto o respuesta al escalón y los de respuesta en frecuencia o lazo cerrado. (ARIAN S.A., 2003)

Los experimentos deberán hacerse siempre midiendo el tiempo en segundos.

Para los 2 tipos de experimento se presentaran las fórmulas clásicas de Ziegler-Nichols y las más recientes (1994) desarrolladas por Astron y Hagglund. (ARIAN S.A., 2003)

Estas fórmulas entregan los valores óptimos K, i T, d T para la ecuación P&ID “de libro”

$$U(t) = K \left( E(t) + \frac{1}{T_i} \int E dt + T_d \frac{dE}{dt} \right)$$

Podrán usarse en cualquier controlador P&ID sin importar el fabricante, pero cuidando de convertirlas al formato de unidades apropiado.

Por ejemplo en el caso particular en un controlador Arian, para usar los 3 números obtenidos K, i T, d T, deben convertirse con las formulas:

$$[P] = \frac{100\%}{[SP]K}$$

$$[I] = \frac{10^4}{T_i}$$

$$[D] = T_d$$

Donde [SP] es el SetPoint y [P], [I], [D] son los valores a ser introducidos por el teclado.

Para otros fabricantes habrá que identificar la fórmula del control P&ID que usan e igualar coeficientes para encontrar la relación. (ARIAN S.A., 2003)

### **2.18.1 MÉTODO DE RESPUESTA EN FRECUENCIA (LAZO CERRADO)**

Muchas veces de este método resultan mejores estimaciones que del anterior, principalmente porque se realiza alrededor del punto de operación “SetPoint” del sistema. (ARIAN S.A., 2003)

Se deben determinar las 2 constantes propias del sistema:

U K ganancia última

U T periodo último

El experimento se realiza así:

- Conecte un controlador P&ID al sistema con las funciones integral y derivativa eliminadas de modo que solo sea un control proporcional.
- Comience con una ganancia K lo suficientemente baja (banda proporcional [P] alta) como para que el sistema no oscile.

- Aumente lentamente la ganancia del control (disminuya [P]) hasta que empiece el comportamiento oscilatorio.

La ganancia donde esto ocurre es  $U K$  y el periodo es  $U T$ .

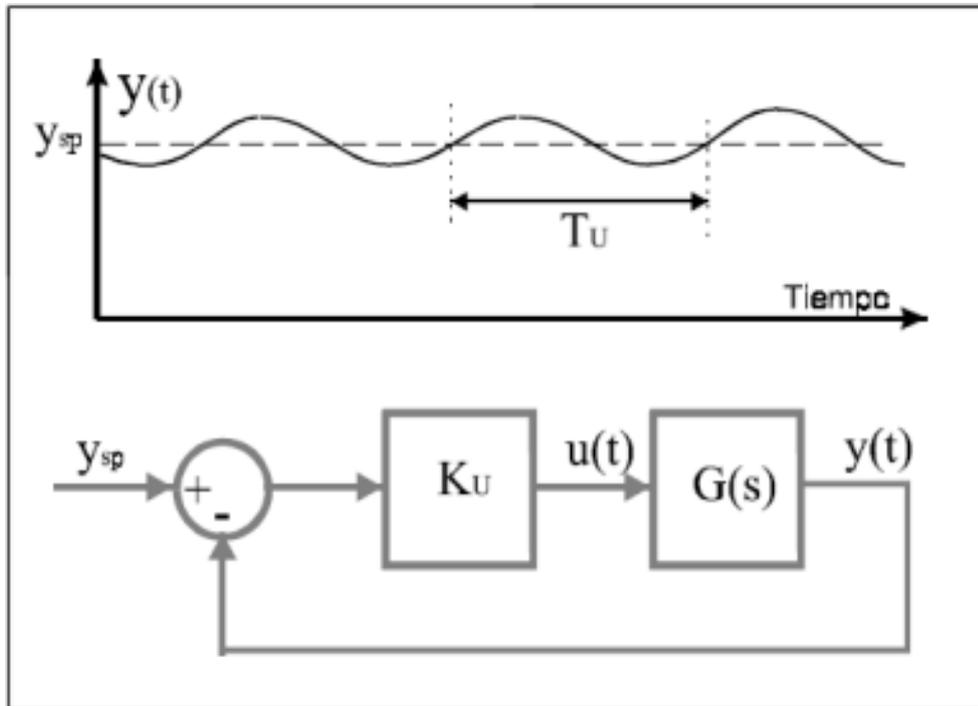


Figura 13: Respuesta en frecuencia (Lazo cerrado). Diagrama de lazo cerrado con la que se define la función de control. Por ARIAN S.A. Recuperado de “Como sintonizar un control P&ID, teoría y práctica”, Nota técnica 11, Octubre 2003. URL:<http://www.arian.cl/downloads/nt-011.pdf>

## CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DEL PROCESO

### 3.1.- ANTECEDENTES

La máquina fue comprada en una venta de equipos, dicha máquina llegó con un PLC OMRON, como se ve a continuación.



Figura 14: Panel de control del sistema de llenado aséptico antes de ser re-acondicionado. Ubicado en las AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Por ello se decidió repotenciar la máquina, migrando parte de su sistema de control a un PLC más moderno y cambiando el HMI. Este era muy simple y solo controlaba el quitar, colocar tapa y el cierre automático del llenado por peso, como se ve a continuación.



Figura 15: Sistema de llenado aséptico antes de ser re-acondicionado. Ubicado en las AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

La empresa requirió una repotenciación del sistema funcional a uno más completo, el cual permita realizar varios procesos de forma independiente sin requerir de máquinas de otras áreas, para la realización de pasterizado o la mezcla de sustancias para el lavado. Adicional colocar una selección independiente de lavado con recetas y la recolección de datos como flujo y temperaturas del sistema para poder pasar pruebas internacionales de calidad de su producto.

### **3.2.- REDISEÑO DEL PROCESO DE CONTROL**

Se rediseñó la arquitectura del PLC y se procedió con el recableado de tarjetas para lograr realizar el funcionamiento eléctrico requerido para soportar las nuevas funcionalidades requeridas. Se procedió con la instalación mecánica de 3 Pt100, un flujo-metro, una válvula porcentual y todo el sistema neumático requerido para el control de dicha válvula.

Se reprogramó una secuencia de lavado con recetas acondicionadas para el sistema aséptico y recetas para el proceso de llenado ya que ellos tienen distintos grados de viscosidad para sus productos.

Para lograr el control eficiente y autónomo del sistema aséptico se desarrolló nuevas pantalla con las cuales el operario es capaz de desarrollar un control más eficiente del sistema completo y también para que el supervisor de producción logre realizar distintos cambios de tiempos y productos. Adicional se crearon varias pantallas para la realización de mantenimiento y calibración de varios equipos como valores offset de temperaturas, calibración del sensor de temperatura y calibración de las celdas de cargas.

Para lograr el funcionamiento independiente del sistema de pasterizado se procedió a programar un P&ID para un nuevo pasteurizador, que fue colocado en esta implementación, dicho pasteurizador se encarga de calentar el agua en el proceso de lavado y de pasteurizar el producto a los niveles requeridos para lograr la calificación internacional.

#### **3.2.1.- REQUERIMIENTOS DE ELEMENTOS PARA EL PROCESO**

- PLC S7 - 300
- 2 Tarjeta de entradas analógicas

- 3 Tarjetas entradas digitales
- 1 tarjeta conexión Ethernet
- 3 Pt 100
- 1 Flujo-metro
- 22 Electro-válvulas

### 3.2.2.- PROCESO



Figura 16: Diagrama de flujo básico de todo el proceso. Se describe de forma gráfica el proceso.

#### 3.2.2.1.- LAVADO CON CIP (CLEAN IN PLACE)

##### 3.2.2.1.1.- PRE LAVADO

Antes de inicializar el lavado se debe activar ciertas válvulas para que queden en la listas para comenzar a lavar y dejar colocada la manguera de lavado.

##### 3.2.2.1.2.- ENJUAGADO 1 / ENJUAGADO GRUESO

El proceso inicia una vez terminada la producción o al inicio de la semana. Se llena el tanque con agua.

Se hace recircular el agua por todo el circuito, con las dos bombas, hasta alcanzar una temperatura de 85°C. Se ajusta el flujo manualmente con la válvula V106 entre 4000L/H a 6000L/H, dependiendo de la temperatura.

El proceso de accionamiento de los elementos es el siguiente:

- En los dos primeros 2,5 minutos se encenderá solamente:
  - B2
  - V105

Por ende todo lo demás estará apagado.

- A partir del minuto 2,5 hasta el minuto 5 y se encenderá lo siguiente:
  - B1
  - V101
  - C1
  - V104

La V103 seguirá apagada hasta llegar al minuto 4.

Todo el ciclo de enjuague del lavado terminará hasta el minuto 5.

### **3.2.2.1.3.- PURGADO DE LAS TUBERÍAS**

El siguiente proceso a realizar es enviar la solución de soda cáustica desde el sistema CIP (Clean In Place) hacia el tanque de 1000Lt por la línea de producto.

La soda cáustica se la hace recircular durante unos 20 minutos. Se accionan las válvulas de la llenadora (V101, V103) durante varios segundos para que se laven ciertos tramos de la tubería.

Los procesos de recirculación se realizan por las duchas de lavado, ubicadas en el tanque, accionando previamente las válvulas V104 y V103.

Al finalizar los 20 minutos de recirculación, se drena la soda caustica accionando la válvula manual. Al mismo tiempo se acciona la válvula V105 para hacer ingresar agua potable al tanque.

El proceso de accionamiento de los elementos es el siguiente:

- A partir del minuto 6 del proceso se apaga V105.
- En el minuto 11 se apaga C1 hasta el minuto 12,5.

- En el minuto 12,5 se enciende C1 y apaga V103.
- En el minuto 15 se apaga V101 y enciende V103.
- En el minuto 17,5 se enciende V101.
- En el minuto 24 se enciende V110 y V105.
- Minuto 25 se apaga V104.

Fin del proceso del lavado con soda caustica. Ningún elemento indicado en el proceso debe sufrir cambios.

#### **3.2.2.1.4.- ENJUAGADO**

Pasado ese tiempo, drenar la soda accionando la válvula manual e ingresar agua al tanque pulmón accionado manualmente la válvula V105.

Se llena el tanque con agua y se hace recircular el agua por todo el circuito, con las dos bombas, hasta alcanzar una temperatura de 85°C. Se ajusta el flujo manualmente con la válvula V106 entre 4000L/H a 6000L/H, dependiendo de la temperatura.

El proceso de accionamiento de los elementos es el siguiente:

- En el minuto 30 se apaga V101.
- En el minuto 32,5 se enciende V101, se apagan C1 y V103.
- En el minuto 34 se enciende V104.
- En el minuto 35 se enciende C1 y V103.

Solo los elementos mencionados son a los que se le efectúan cambios.

#### **3.2.2.1.5.- PURGADO CON ÁCIDO PERÓXIDO**

En esta parte el proceso envía solución ácido peróxido desde el sistema CIP a una temperatura de 70°C hacia el tanque de 1000Lt atreves de la línea de producto.

Él ácido se lo hace recircular durante 20 minutos. Se accionan las válvulas de la llenadora (V101, V103) durante varios segundos para que se laven con el ácido ciertos tramos de la tubería. Al finalizar los 20 minutos de recirculación, se drena el ácido accionado la válvula manual.

Al mismo tiempo se acciona la válvula V105 para hacer ingresar agua potable al tanque. Verificando que no quede algún residuo del ácido en ella.

El proceso de accionamiento de los elementos es el siguiente:

- Minuto 40 se enciende V102.
- Minuto 42,5 se apaga C1.
- Minuto 45 se apaga V101 y se enciende C1.
- Minuto 47,5 se apaga V103 y se enciende V101.
- Minuto 49 se enciende V110 y V105.
- Minuto 50 se apaga V104 y se enciende V103.

Solo los elementos mencionados son los que efectúan cambios.

#### **3.2.2.1.6.- ENJUAGADO**

Pasado ese tiempo, drenar la soda accionado la válvula manual e ingresar agua al tanque pulmón accionado manualmente la válvula V105.

Se llena el tanque con agua y se hace recircular el agua por todo el circuito, con las dos bombas, hasta alcanzar una temperatura de 85°C. Se ajusta el flujo manualmente con la válvula V106 entre 4000L/H a 6000L/H, dependiendo de la temperatura.

El proceso de accionamiento de los elementos es el siguiente:

- Minuto 54,5 se apaga V101.
- Minuto 57 se enciende V101 y apaga C1.

Final del proceso de lavado, limpieza del CIP

#### **3.2.2.2.- ESTERILIZACIÓN**

Al inicio del proceso de esterilización solo funciona la bomba de producto (positiva), la cual hace recircular agua a una temperatura de 95 o 120°C (temperatura de producción). Cuando se ha llegado a la temperatura que es acorde para la esterilización, se la mantiene por un periodo de 30 min (periodo de espera). En el caso de que la temperatura disminuya durante el periodo de espera, se deberá volver

a empezar con el proceso de periodo de espera una vez recuperada la temperatura necesaria.

Para esto hay que calibrar a 2000L/H con la válvula V106.

Una vez terminado el periodo de tiempo de espera (30 minutos), se debe dar una alarma y una luz piloto debe quedar prendida indicando que el equipo esta estéril, luego se procede a enfriar el resto del equipo para revivir el producto.

Nota: Al mismo tiempo que se desarrolla el proceso de esterilización del pasteurizador, la llenadora realiza el mismo proceso pero su esterilización es con vapor.

Una vez finalizado el proceso de esterilización de la llenadora y el pasteurizador, se puede proceder con el proceso de producción.

### **3.2.2.3.- PRODUCCIÓN**

El producto es bombeado desde los tanques de preparación o estandarización. Se debe drenar el agua a través de la válvula V102 y la válvula manual.

Cuando el producto ha llegado a la válvula V102, se procede a vaciar el agua del tanque.

Al momento que el nivel de agua en el tanque es mínimo, se activa la válvula V102 para que ingrese producto, esté empuja el agua restante.

El agua del sistema se drena por la válvula V103 y la válvula manual, cuando sale producto libre de agua, este se recircula al tanque.

Antes de poder proceder con el llenado de los tanques, el producto debe ser sometido a un proceso de esterilización.

Se pone a funcionar la bomba de producto, haciendo que el producto pase por diferentes intercambiadores de temperatura:

- Esterilización (105°C).
- Enfriamiento (80°C), con agua de torre.
- Enfriamiento (60°C), con agua de Schiller.

- Enfriamiento (35°C), con agua de Schiller.

Una vez finalizado este proceso de esterilización se procede a realizar el llenado de los tanques.

#### **3.2.2.4.- CONDICIONES**

- Si durante la producción se baja la temperatura por falta de vapor o corte de energía, la válvula V101 se activa retornando el producto al tanque pulmón, así garantizando que no se envase producto no estéril.
- Si esto pasa hay que sacar el producto del sistema empujando con agua y proceder a lavar con el sistema CIP, terminado esto volver a esterilizar y producir.
- La temperatura de guardia para la activación de la válvula V101 es determinada por el Cliente, es la temperatura mínima a la cual el producto es estéril.
- Siempre antes de arrancar hay que purgar el condensado de las líneas de vapor, verificar que exista agua potable, aire comprimido a 7 bares, agua de torre y agua helada.
- TT1 es el sensor de temperatura PT-100 que hace trabajar el P&ID de la válvula proporcional o moduladora de vapor, trabaja con la temperatura de seteo para producción y CIP.
- TT2 y TT3 son indicadores de temperatura del producto a la salida de cada intercambiador, TT3 sería la temperatura de llenado.
- NOTA:  
Durante la modificación de las líneas y proceso se realizan cambio, pero el principio es el mismo.

#### **3.2.3.- REDISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL**

Para realizar la readecuación del sistema de control se procedió a realizar cambios en la programación del PLC y las pantallas.

### 3.2.3.1.- PLC

#### 3.2.3.1.1.- DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS

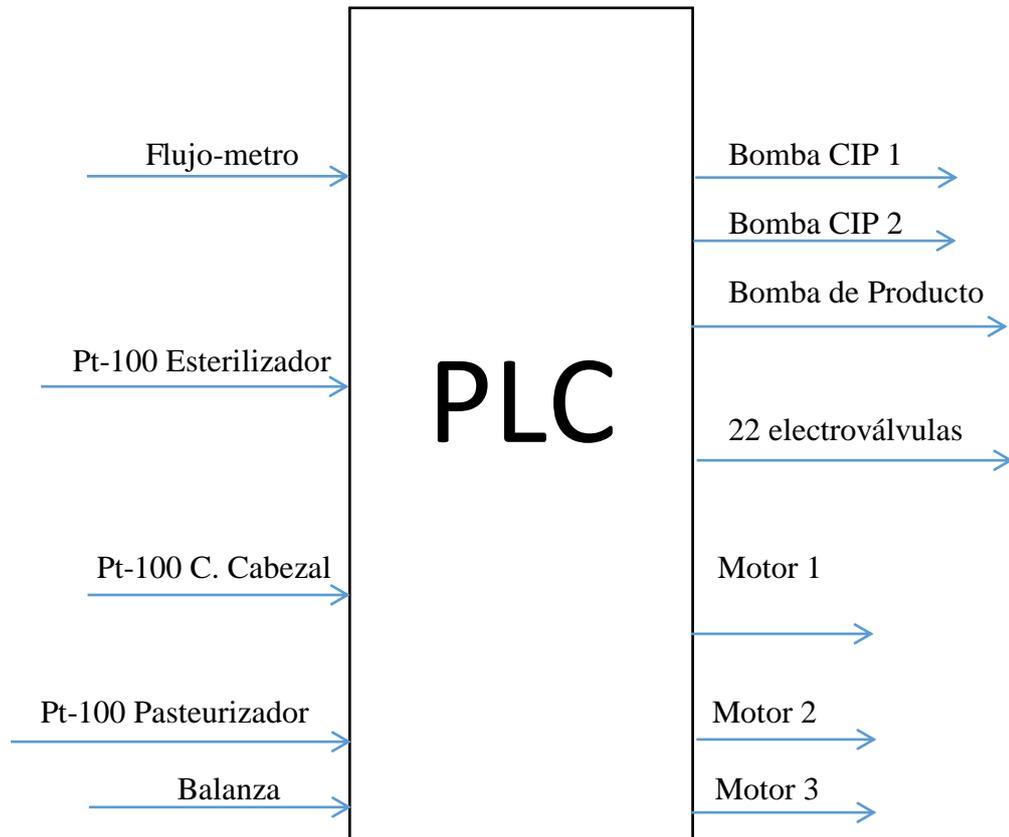


Figura 17: Entradas y Salidas PLC. Diagrama de bloques de entradas y salidas del PLC.

#### 3.2.3.1.2.- DISEÑO DEL P&ID PARA EL PROCESO

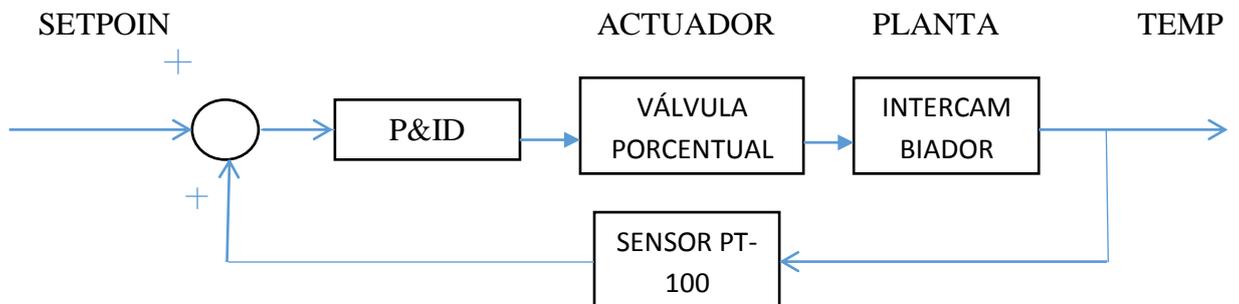


Figura 18: Diagrama de control del sistema de llenado aséptico. Se muestra el diagrama que se utiliza para controlar la temperatura de sistema de llenado aséptico.

### **3.2.3.1.2.1.- INTRODUCCIÓN**

Se requiere controlar la temperatura del agua en un paso del lavado y del producto al momento de ser llenado por dicho motivo se propuso la adición de una válvula proporcional ubicada a la entrada del vapor en un tubular, el cual está diseñado para la transferencia homogénea del calor al producto a través del vapor.

Dicha válvula proporcional está encargada de variar el ingreso de presión del vapor según la temperatura seteada por el operario. Para lograr el control se propuso un sistema P&ID, el cual es controlado desde el procesador principal, para ello fue necesario la adquisición de una tarjeta de salidas analógica (código) y, un controlador neumático para la variación de ingreso de aire a la válvula proporcional.

En el PLC se procedió a la configuración del hardware de la nueva tarjeta adquirida y el desarrollo de lógica de programación para el control P&ID para la temperatura, adicional se colocó un nuevo sensor a la salida del tanque el cual se utilizará como PV (Variable de Proceso), el bloque utilizado en el PLC es el FB58, el cual está dedicado para el control de temperatura. A continuación se detallan los pasos de configuración y programación realizados para dicho desarrollo.

El FB 58 "TCONT\_CP" sirve para regular procesos de temperatura con control continuo o en forma de impulso. Mediante parametrización se pueden activar o desactivar funciones parciales del regulador P&ID para adaptarlo al proceso de regulación. Para ello basta utilizar la herramienta de parametrización. La llamada se realiza desde el proyecto haciendo doble clic en el DB de instancia en el Administrador SIMATIC

### **3.2.3.1.2.2 APLICACIÓN**

El funcionamiento se basa en el algoritmo de regulación P&ID, que está dotado de funciones adicionales para procesos de temperatura. Suministra valores manipulados analógicos y señales manipuladas con modulación de ancho de pulso. A cada regulador le corresponde un solo actuador, es decir, con un solo regulador se puede calentar o enfriar.

### 3.2.3.1.2.3.- ALGORITMO P&ID (GAIN, TI, TD, D\_F)

El algoritmo P&ID trabaja en el algoritmo para posicionar la válvula en un punto donde se consigue estabilizar la temperatura o los valores de la temperatura. Las acciones proporcional, integral (INT) y derivativa (DIF) están conectadas en paralelo y pueden activarse y desactivarse por separado. De este modo se pueden parametrizar reguladores P, PI, PD y P&ID.

La optimización del regulador es compatible con los reguladores PI y P&ID. La inversión del regulador se efectúa mediante un parámetro GAIN negativo (regulador de refrigeración).

Si pone a 0.0 TI y TD, obtendrá un regulador P puro en el punto de trabajo.

La respuesta inicial en el margen de tiempo es:

Dónde:

LMN\_Sum(t) es la magnitud manipulada en modo Automático del regulador.

ER (0) es la amplitud del escalón del error de regulación normalizado.

GAIN es la ganancia del regulador.

TI es el tiempo de acción integral.

TD es el tiempo de acción derivativa.

D\_F es el factor de acción derivativa.

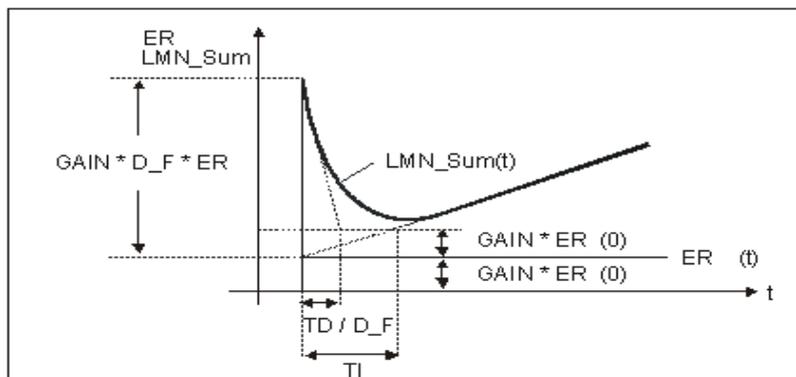


Figura 19: Curva de válvula porcentual. Curva que muestra el proceso para posicionar la válvula porcentual. Por SIEMENS, recuperado del programa Administrador Sematic.

### 3.2.3.1.2.4.- INICIO DE CONFIGURACIÓN BLOQUE P&ID.

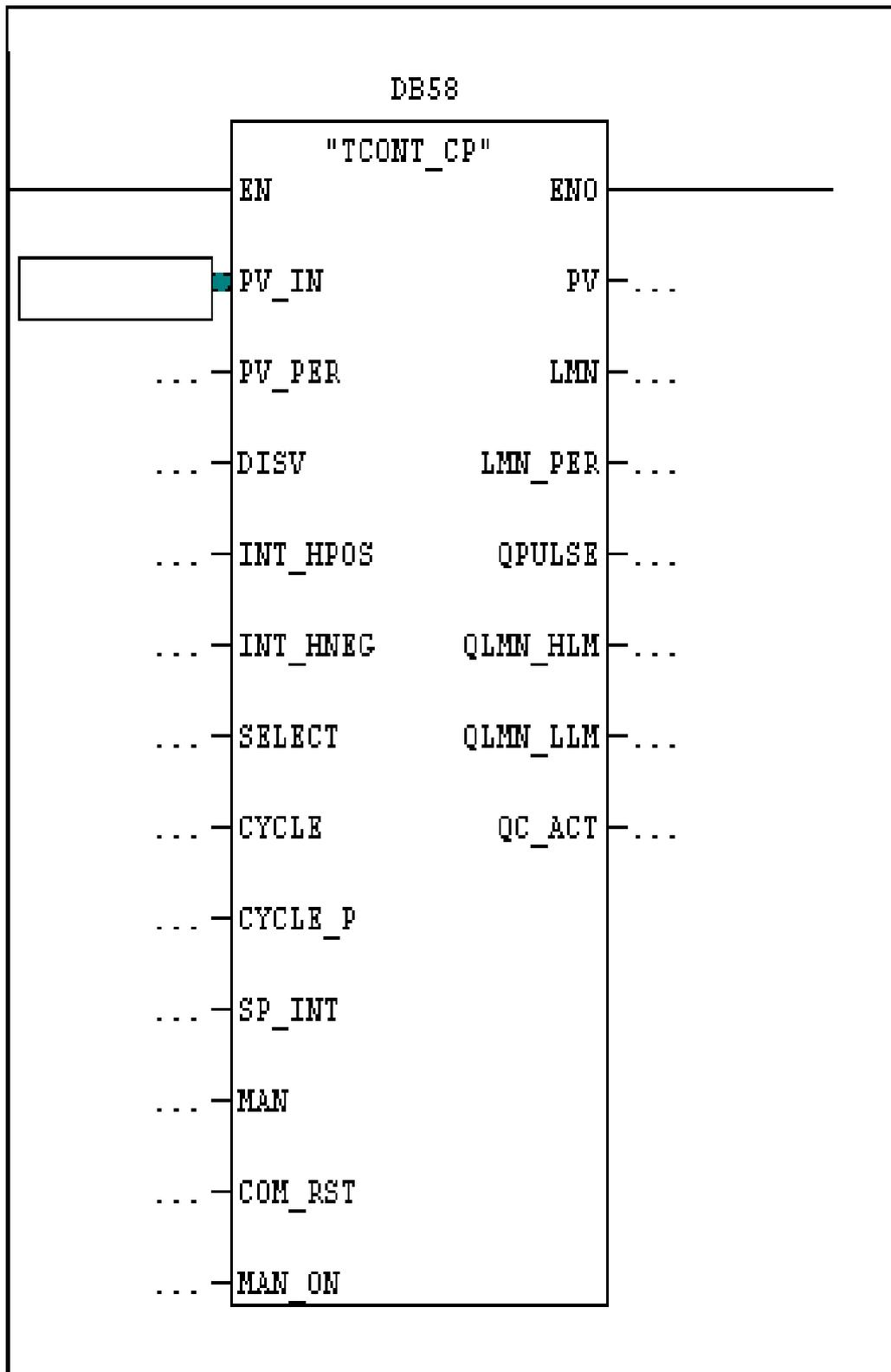


Figura 20: Bloque de P&ID. Bloque que sirve para realizar el control de la válvula porcentual. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

### 3.2.3.1.2.4.1.- SIGNIFICADO DE CADA PARÁMETRO:

Tabla 1

#### Significado de parámetros

Direct.	Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de Valores	Valor inicial	Descripción
0.0	PV_IN	INPUT	REAL	En función de los sensores utilizados .	0.0	PROCESS VARIABLE IN/ Entrada de valor real En la entrada "Entrada de valor real" se puede parametrizar un valor de puesta en servicio, o se puede conectar un valor real externo en coma flotante.
4.0	PV_PER	INPUT	INT		0	PROCESS VARIABLE PERIPHERY/ Valor real de periferia El valor real en formato de periferia se conecta al regulador a través de la entrada "Valor real de periferia".
6.0	DISV	INPUT	REAL		0.0	DISTURBANCE VARIABLE/ Magnitud perturbadora Para realizar un control anticipativo de la magnitud perturbadora, ésta se conecta a la entrada "Magnitud perturbadora".
10.0	INT_HPOS	INPUT	BOOL		FALSE	INTEGRAL ACTION HOLD IN POSITIVE DIRECTION/ Congelar acción I en sentido positivo La salida del integrador se puede bloquear en sentido positivo. Para ello, la entrada INT_HPOS debe estar ajustada a TRUE. En caso de regulación en cascada, se conecta INT_HPOS del regulador piloto a QLMN HLM del regulador secuencial.
10.1	INT_HNEG	INPUT	BOOL		FALSE	INTEGRAL ACTION HOLD IN NEGATIVE DIRECTION/ Congelar acción I en sentido negativo La salida del integrador se puede bloquear en sentido negativo. Para ello, la entrada INT_HNEG debe estar ajustada a TRUE. En caso de regulación en cascada, se interconecta INT_HNEG del regulador piloto con QLMN LLM del regulador secuencial.

Direct	Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Valor inicial	Descripción
12.0	SELECT	INPUT	INT	0 a 3	0	SELECTION OF CALL P&ID AND PULSE GENERATOR/ Selección del comportamiento de llamada de P&ID y el generador de impulsos Si el generador de impulsos está conectado, existen varias posibilidades de llamar el algoritmo P&ID y el generador de impulsos: <ul style="list-style-type: none"> <li>SELECT = 0: El regulador se llama en un nivel de alarmas cíclicas rápido y se procesan el algoritmo P&amp;ID y el generador de impulsos.</li> <li>SELECT = 1: El regulador se llama en el OB1 y sólo se procesa el algoritmo P&amp;ID.</li> <li>SELECT =2: El regulador se llama en un nivel de alarmas cíclicas rápido y sólo se procesa el generador de impulsos.</li> <li>SELECT =3: El regulador se llama en un nivel de alarmas cíclicas lento y sólo se procesa el algoritmo P&amp;ID.</li> </ul>
14.0	PV	OUTPUT	REAL	En función de los sensores utilizados	0.0	PROCESS VARIABLE/ Valor real En la salida "Valor real" se emite el valor real que actúa realmente.
18.0	LMN	OUTPUT	REAL		0.0	MANIPULATED VARIABLE/ Valor manipulado En la salida "Valor manipulado" se emite en formato de coma flotante el valor manipulado que actúa realmente.
22.0	LMN_PER	OUTPUT	INT		0	MANIPULATED VARIABLE PERIPHERY/ Valor manipulado de periferia El valor manipulado en formato de periferia se conecta al regulador en la salida "Valor manipulado de periferia".
24.0	QPULSE	OUTPUT	BOOL		FALSE	OUTPUT PULSE SIGNAL/ Salida de impulsos El valor manipulado se emite con modulación de ancho de pulso en la salida QPULSE.
24.1	QLMN_HLM	OUTPUT	BOOL		FALSE	HIGH LIMIT OF MANIPULATED VARIABLE REACHED/ Límite superior del valor manipulado alcanzado El valor manipulado está limitado siempre a un límite superior e inferior. La salida QLMN_HLM señala si se sobrepasa el límite superior.

Nota: En la tabla se indica el significado de las entradas y salidas del bloque de P&ID. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC.

### 3.2.3.1.2.4.2.- PROCESO DE CALIBRACIÓN.

Todos los datos del proceso que queremos regular, los tenemos en el bloque de datos DB58. Así pues, para poder ver la información de distintos modos, abriremos el bloque de datos en modo “online”. Para poder abrir este bloque en modo “online”, hay que seguir los siguientes pasos:

Cerramos el DB predefinido y abrimos el DB58 que nos corresponde.

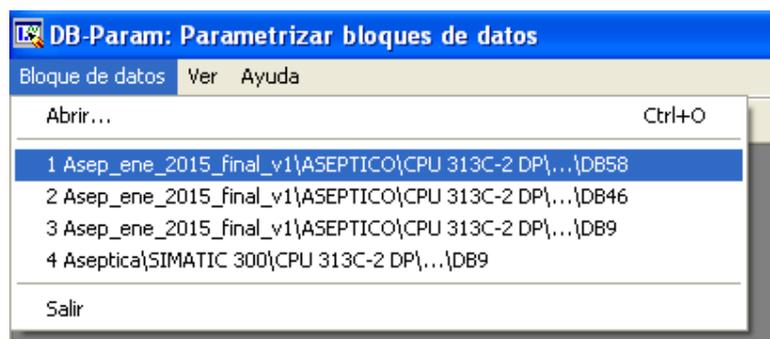


Figura 21: Selección de bloques. Se selecciona los bloques de datos. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

Quando se abra el DB online, visualizamos la siguiente pantalla:

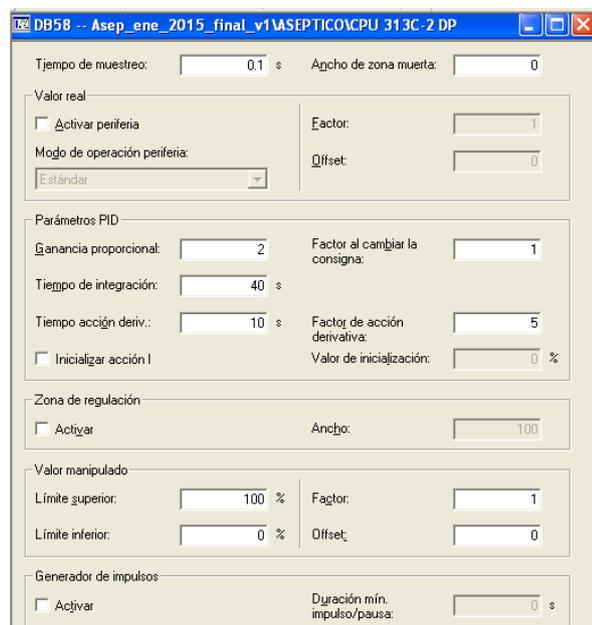


Figura 22: Parámetros de bloques. Se puede parametrizar el bloque de datos. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

Los parámetros más importantes a revisar en esta ventana de parametrización son los siguientes:

“Tiempo de muestreo”: Se trata del parámetro CYCLE.

“Modo de operación periferia”: En la función CRP\_IN, de las tres opciones para recibir el valor de la temperatura, se debe escoger la adecuada para la señal que recibamos del adaptador R-V (0V/0°C... 10V/100°C). En este caso escogeremos la opción “intensidad/tensión”.

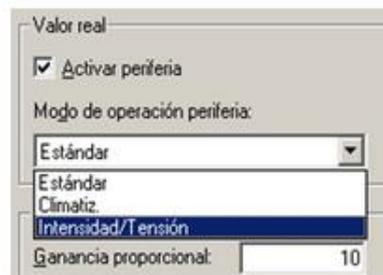


Figura 23: Parámetro de periférico. Se parametriza los periféricos. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

“Parámetros P&ID”: Se trata de los parámetros que el regulador tiene en el momento (GAIN; Ti; Td y PFAC\_SP).

“Zona de regulación”: Se trata de la activación de CONZ\_ON y los valores de CONZ\_ZONE.

“Generador de impulsos”: los parámetros de este rango son los siguientes:

- “Activar”: Activación en el OB35 de la parte PULSEGEN de la función FB58 (SELECT = 2).
- “Tiempo de muestreo”: se trata del parámetro CYCLE\_P y es el tiempo de ejecución de la parte PULSEGEN.
- “Duración mínima impulso/pausa”: se trata del parámetro P\_B\_TM, y es el valor del pulso o pausa mínima de salida.
- “Periodo”: se trata del parámetro PER\_TM y es el periodo de repetición de los pulsos.

Después de escribir los valores correspondientes a los parámetros, a fin de enviar al PLC sólo los que aparecen en pantalla, pulsaremos el siguiente icono:



Figura 24: Envío parámetros. Se envía a la CPU los parámetros seleccionados. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

Si pulsamos el siguiente icono, enviamos a la CPU todos los parámetros, y no sólo los que aparecen en pantalla.

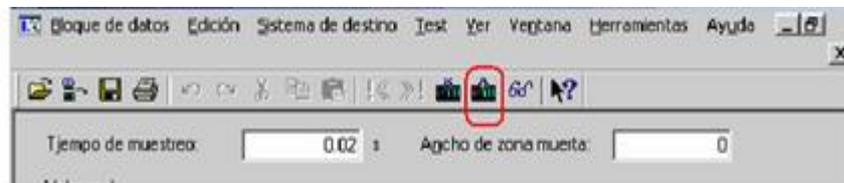


Figura 25: Envío parámetros1. Se envía a la CPU todos los parámetros. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

En esta ventana de parametrización de la DB, en el menú “Herramientas”, disponemos de tres asistentes interesantes: puesta en marcha, visualizar valores y optimizar el regulador para controlar el proceso.

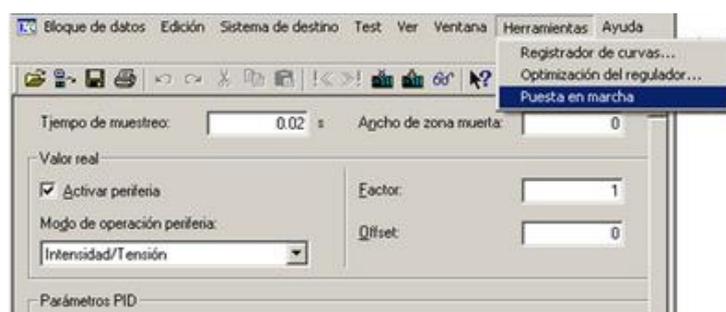


Figura 26: Opciones trabajo. Se indica varias opciones de trabajo. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

“Puesta en marcha”: se trata de la ventana para realizar cambios de consigna, cambiar al modo manual o automático, cambiar el tipo de regulador a P&ID o PI y memorizar o guardar todos esos parámetros.

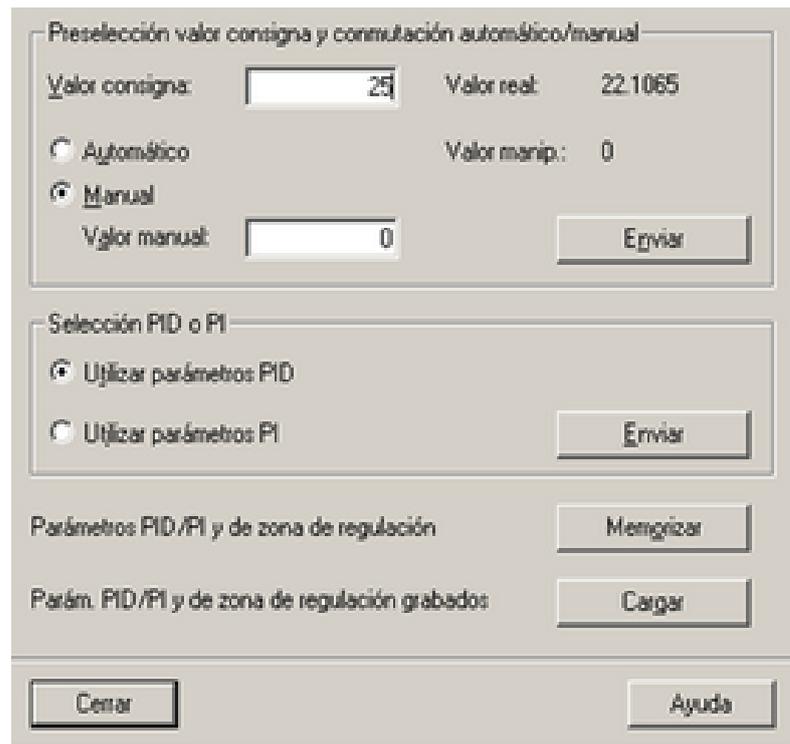


Figura 27: Parámetros consigna. Se modifican parámetros de consigna. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

“Registrador de curvas”: se trata de la herramienta para visualizar las magnitudes más importantes del proceso. Las magnitudes que se pueden visualizar son fijas (la consigna, el valor del proceso y el valor de salida del regulador). Para escoger los rangos adecuados para la visualización, pulsaremos el botón “Ajustes”.

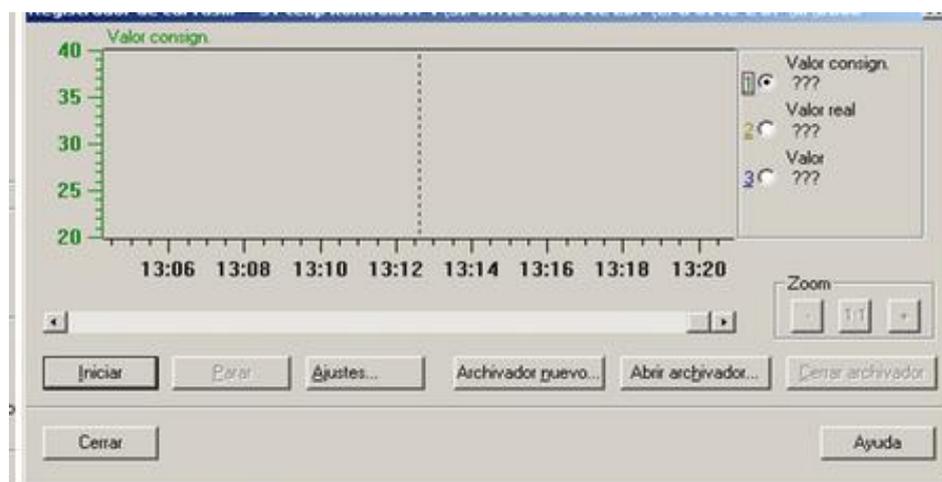


Figura 28: Registro del proceso. Sirve para registrar curvas de proceso. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

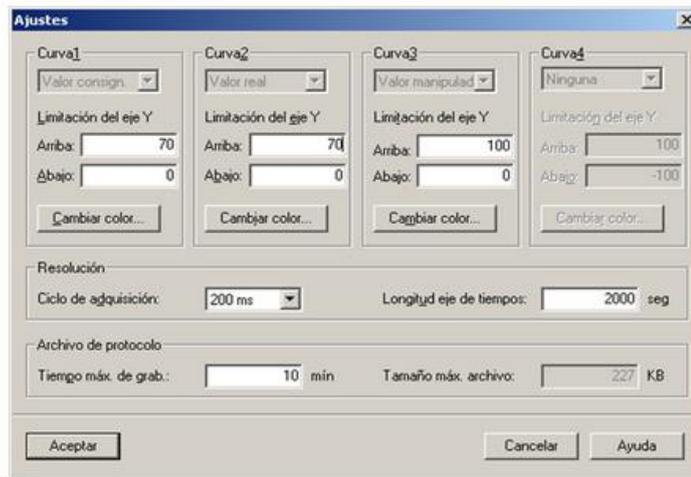


Figura 29: Configuración parámetros. Se configuran los parámetros de las curvas. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS.

“Optimización del regulador”: se trata del asistente que realiza el “autotuning” para la búsqueda de los parámetros P&ID correctos del regulador para el proceso dado.

Esto es muy conveniente en caso de la temperatura, ya que se trata de un proceso lento y la aplicación de métodos como la prueba del error llevaría mucho tiempo.

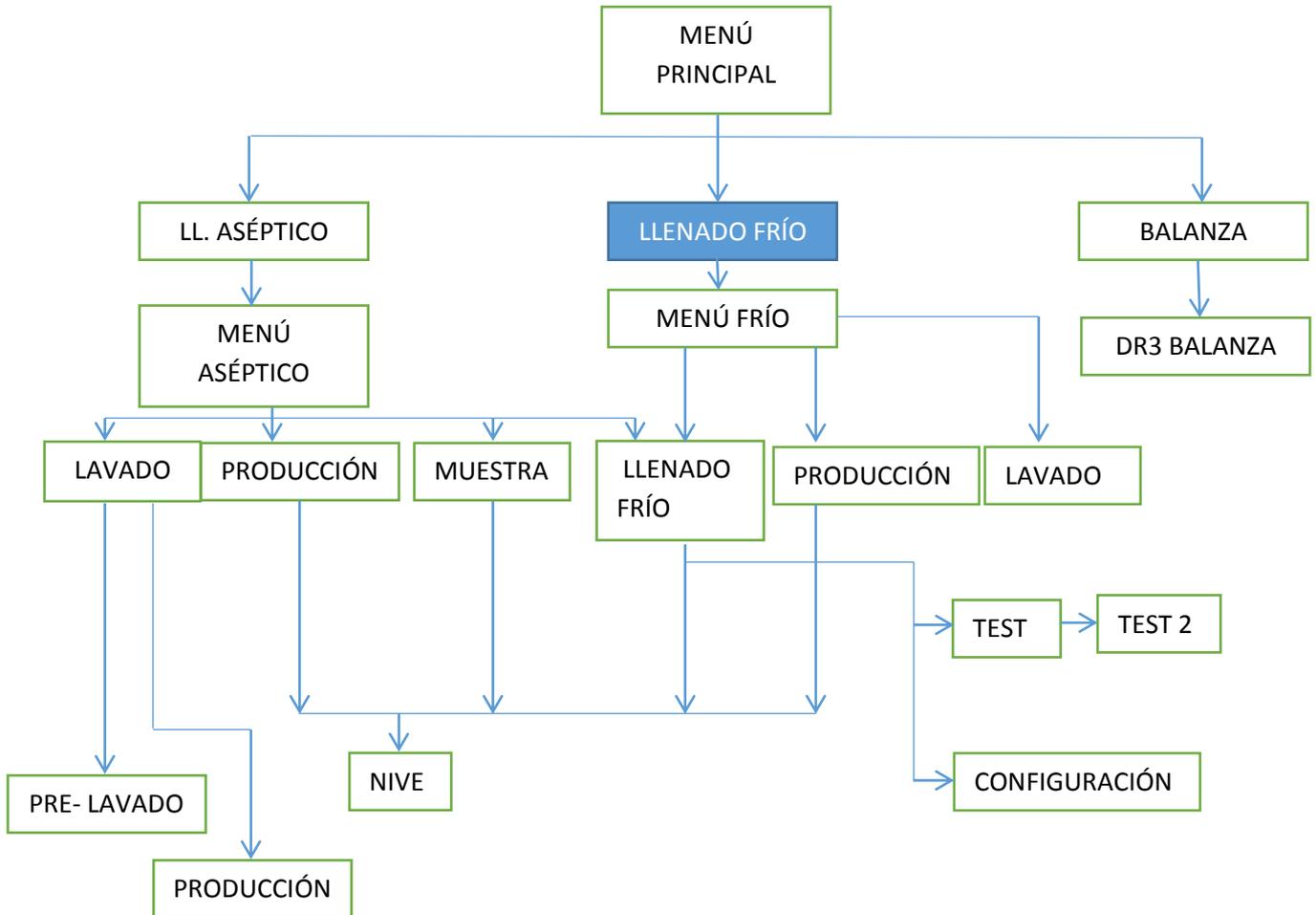
Al iniciar el asistente, se pregunta el tipo de regulador para el que se van a buscar los parámetros para controlar el proceso.



Figura 30: Configuración regulador. Se determina el tipo de regulador se va a utilizar. Por SIEMENS, recuperado del programa ADMINISTRADOR SEMATIC de SIEMENS

### 3.2.3.2.- HMI

#### 3.2.3.2.1.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MENÚ DE LAS PANTALLAS DEL HMI



### 3.2.3.2.2.- PANTALLA DE MENÚ PRINCIPAL



Figura 31: Diseño de la pantalla de menú principal. Diseñada en WinCC Flex, es la pantalla que se presenta al iniciar el equipo. De esta se parte hacia el resto de ventanas. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Esta es la pantalla de inicio, desde aquí el operario tiene las siguientes opciones:

Llenado Aséptico.- es donde el operario encuentra las opciones para poder proceder con el llenado de tanques de forma aséptica.

Llenado en Frio.- es donde el operario encontrara las opciones para poder proceder con el llenado de tanques sin necesidad del uso de vapor.

Configuración.- se encontrara pantallas para configurar datos globales del sistema

Alamas.- Se encontrara un histórico de todas las alarmas y adicional se puede proceder a borrar las alarmas

Balanza.- Este botón está protegido solo para uso de mantenimiento de programador, en él se puede configurar y calibrar el sumador de balanzas que tiene el PLC.

### 3.2.4.2.2.1.- PANTALLA DE LLENADO ASÉPTICO

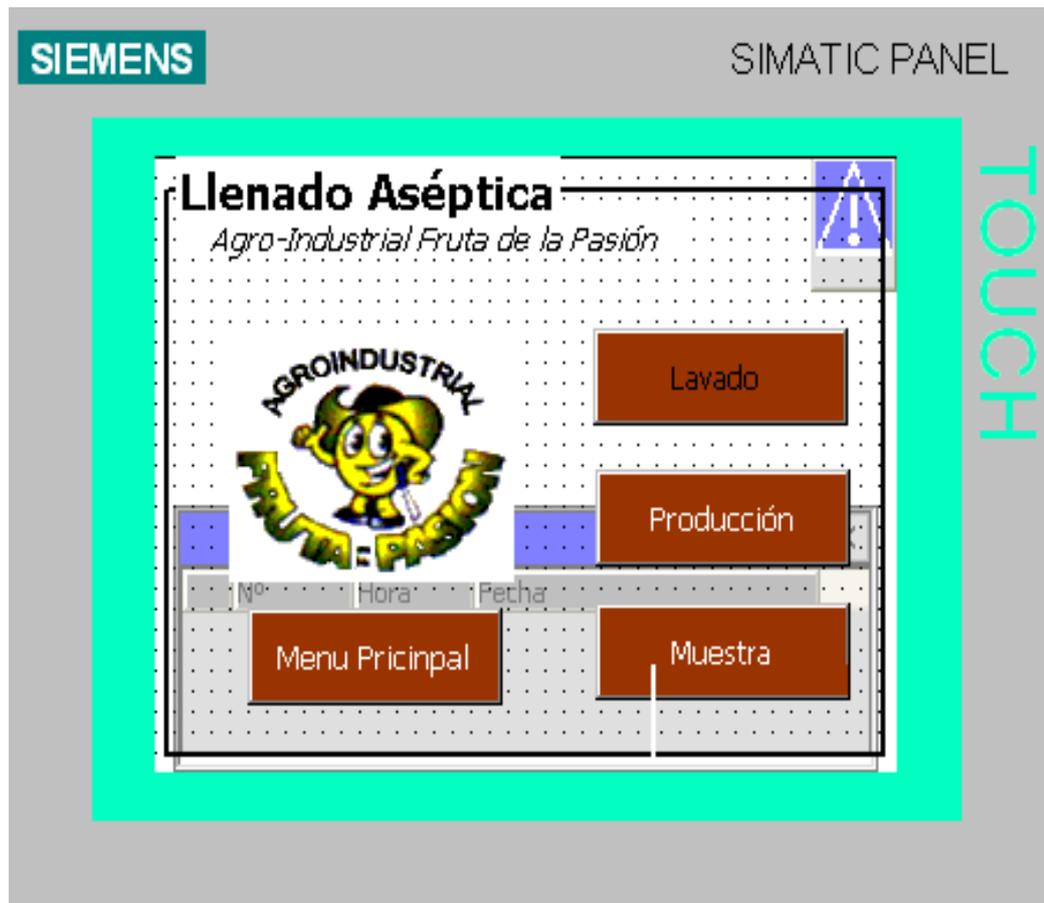


Figura 32: Es la pantalla que presenta y permite varias opciones de llenado, utilizando la máquina de llenado aséptico. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta página se encuentra la selección del llenado aséptico, la cual permite lo siguientes.

Lavado.- Este botón envía al operario a una pantalla donde puede iniciar el lavado de la máquina, el cual es necesario antes de comenzar el llenado.

Producción.- Este botón envía al operario a una pantalla donde puede iniciar el llenado para fundas de 20 kg a 200 kg.

Muestra.- Envía al operario a una página en la cual el operario puede inicializar un llenado para fundas de 2 kg a kg.

Menú Principal.- Envía al operario a la página principal del HMI,

### 3.2.3.2.2.1.1.- PANTALLA LLENADO ASÉPTICO LAVADO.

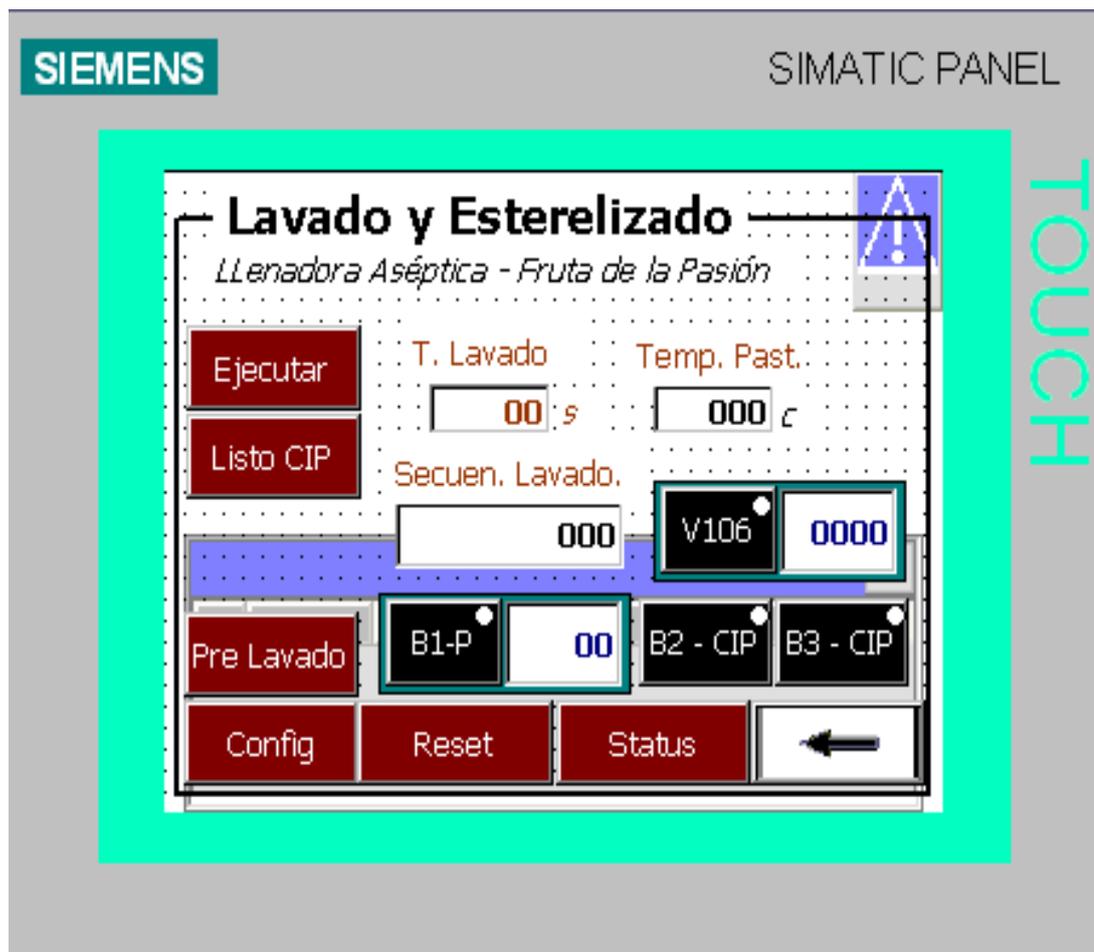


Figura 33: Lavado y esterilizado proceso. Es la pantalla que presenta y permite realizar el lavado y esterilizado del sistema de llenado aséptico. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta pantalla el operario puede ejecutar, controlar y verificar todo el proceso y variables del sistema de lavado para el llenado aséptico.

Para arrancar previamente el lavado, se debe colocar de forma manual una manguera de acero inoxidable utilizando el tablero de botones.

Ejecutar.- Este botón inicia el sistema de lavado, colocando todas las válvulas que intervienen en el proceso en una posición idónea para el arrancar, después de eso se prende las bombas que están en la máquina y se corre una secuencia de 23 paso automáticos en los cuales las válvulas cambian su posición las cuales se indican en el anexo.

Listo CIP.- Este botón es para confirmar que el lavado está listo para saltar del paso 5 al 6 y del 14 al 15 ya que para estos pasos se debe realizar ajustes mecánicos previamente.

Pre Lavado.- Este botón ejecuta un movimiento de válvulas las cuales dejan en posición la máquina para sacar cualquier residuo grueso de jugo o concentrado que se hallara en la tubería, después de terminar la producción.

Status.- Muestra el valor de todas las válvulas en la pantalla test, para verificar si existiera alguna falla en el sistema mecánico.

Reset.- Sirve para reiniciar el lavado desde cero.

Config.- Este botón lleva a la pantalla donde se puede ingresar los tiempos de duración de cada paso a ejecutar, como recetas de tiempos para el proceso de lavado.

Botones B1, B2, B3 y V106.- Funciona cuando el selector de M/A esta colocado en Manual, de esa forma se puede controlar la activación de las Bombas 1, 2 y 3 manual mente, adicional manipular el nivel de apertura de la válvula porcentual y dejar de realizar el control P&ID.

T. Lavado.- Indica el tiempo de lavado transcurrido.

Secuen Lavado.- Indica en que paso del lavo se está ejecutando.

Temp. Past.- Muestra la temperatura del pasteurizador, de esa forma podemos ingresar el seteadado que deseamos que controle el P&ID.

Atrás.- Este botón retrocede a la pantalla anterior.

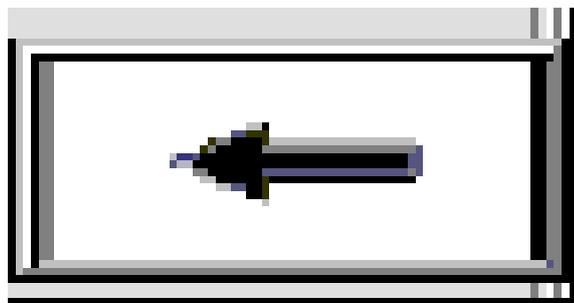


Figura 34: Atrás. Este botón retrocede a la pantalla anterior. Recuperada del programa Diseñada en WinCC Flex.

### 3.2.3.2.2.1.1.1.- PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE LLENADO ASÉPTICO LAVADO



Figura 35: Lavado y Esterilizado Registro. Es la pantalla donde se los tiempos que duran los procesos de lavado y esterilizado del sistema de llenado aséptico. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta pantalla se ingresan los tiempos de cada uno de los pasos y, permite guardar varios tiempos por paso, en distintos archivos. Logrando la configuración tipo “recetas” del proceso de lavado.

Nombre de la Receta.- Se encuentran las recetas de todo el sistema en este paso, toca seleccionar las recetas que se aplican para el lavado.

Nombre del Registro.- Se configura el nombre de los distintos archivos que pueden guardar distintas configuraciones de tiempos para la receta seleccionada.

Nombre de Entrada y Valor.- En esta parte se encuentran los nombres de los paso y, en valor se puede colocar los tiempos que deseamos que dure cada uno de los pasos del lavado.

### 3.2.3.2.2.1.1.2.- PANTALLA DE ALARMA DE LLENADO ASÉPTICO LAVADO

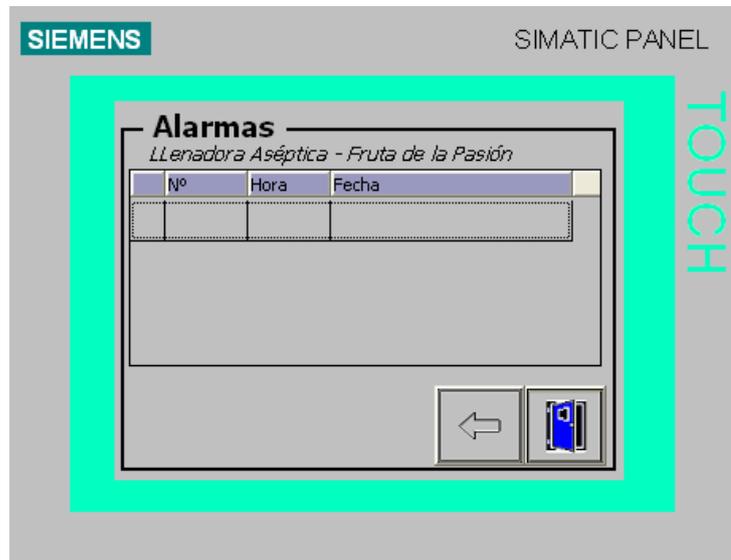


Figura 36: Alarmas. Se visualizan todas las alarmas presentadas en el sistema de llenado aséptico. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta pantalla se encuentra un registro de todas las alarmas del sistema.

### 3.2.3.2.2.1.2.- PANTALLA PRODUCCIÓN DE LLENADO ASÉPTICO

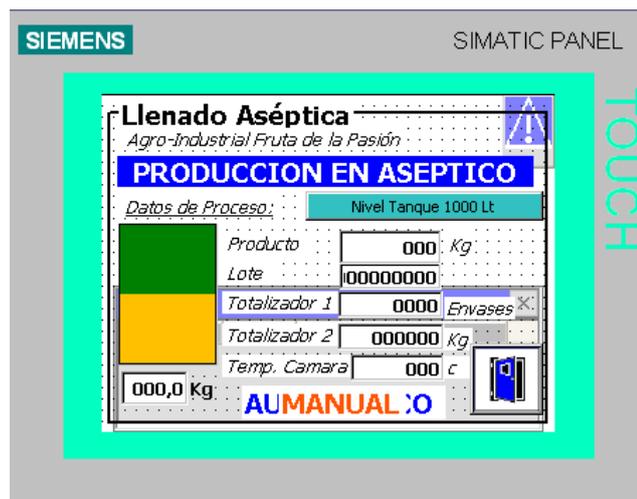


Figura 37: Llenadora Producción. Se visualiza en tiempo real el status del llenado de los tambores. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta página se habilita los botones del tablero para la ejecución de llenado, adicional se visualiza en tiempo real lo que ocurre en el llenado de cada tambor. Como se verá en la imagen, se puede visualizar el nivel que el tanque se está llenando, el peso del producto, lote, totalizadores y temperatura de la cámara interna del cabezal la cual es muy importante para cada llenado.

### 3.2.3.2.1.2.3.- PANTALLA DE NIVEL DE TANQUE

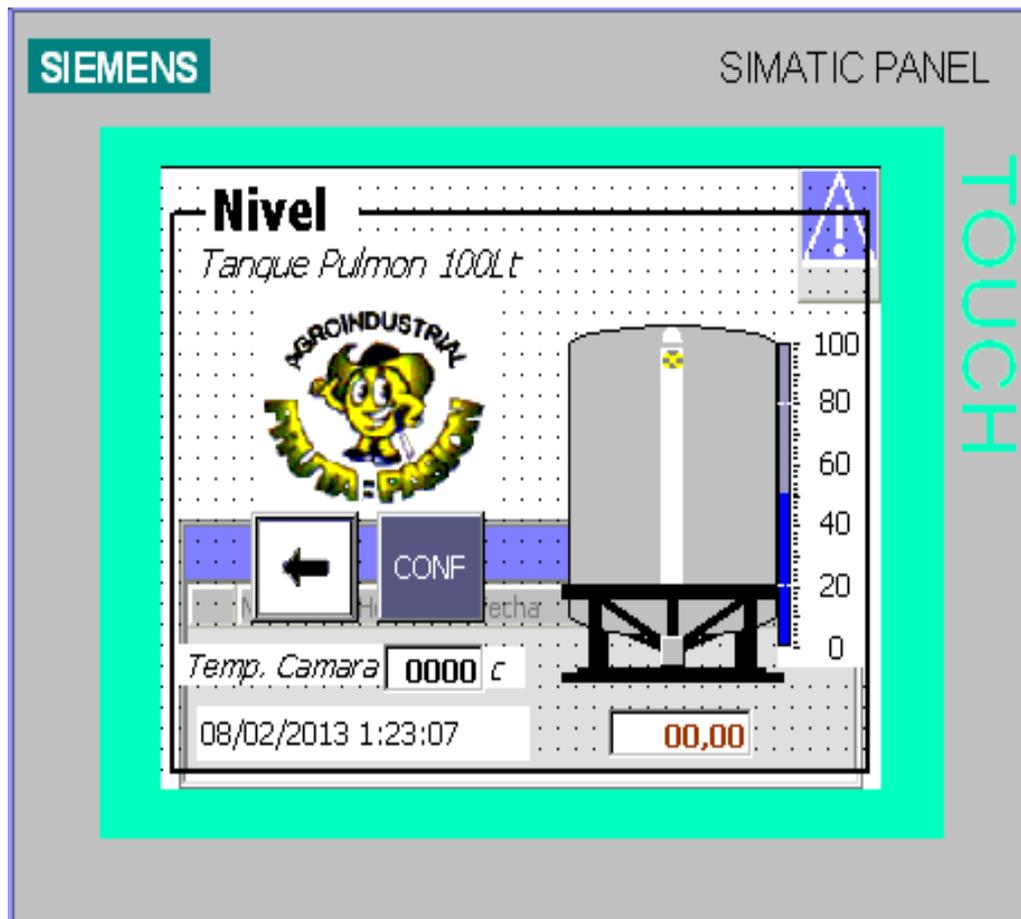


Figura 38: Nivel de Tanque. Se visualiza en tiempo real el status del tanque pulmón. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta pantalla se puede visualizar el nivel que se encuentra el tanque principal donde se acumula el producto, este tanque es muy importante para todo el proceso de lavado y llenado, por dicho motivo existe varios sitios donde se puede ir a visualizar el nivel del tanque por seguridad del operario. Sin embargo en la lógica de la programación existen varias seguridades dadas por el nivel.

### 3.2.3.2.2.1.- PANTALLA DE LA CONFIGURACIÓN DE PRODUCCIÓN DEL LLENADO ASÉPTICO

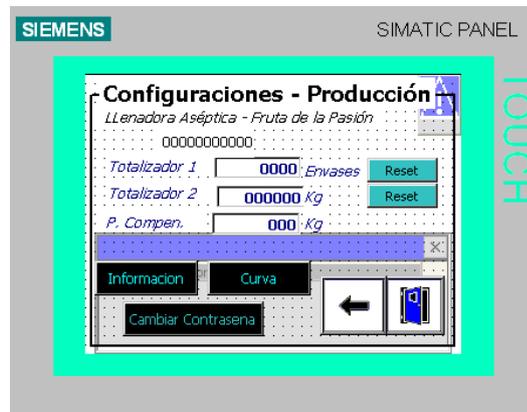


Figura 39: Configuración Producción. Se visualiza el total de producto y envases consumidos. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta pantalla se puede visualizar la cantidad de producto en kg y el total de envases utilizados en la llenadora, también se los puede resetear.

Podemos ingresar a las curvas de los sensores y a la información interna del HMI. También se puede cambiar la clave del sistema, para ingresar a esta pantalla se requiere clave.

### 3.2.3.2.3.- PANTALLA DEL MENÚ DE LLENADO EN FRÍO



Figura 40: Menú Llenadora Frio. En esta pantalla se encuentra las opciones del sistema de llenado en frio. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta pantalla se encuentra las opciones del sistema de llenado en frío, este submenú nos permite llenar tanques con jugo de maracuyá sin las seguridades que solicitan al momento de realizar el proceso de llenado aséptico, permitiendo que el operario pueda realizar pruebas independientes al producto antes de comenzar un llenado aséptico si desea. Este tipo de llenado también tiene un sistema de lavado independiente y producción, sin embargo, el botón de configuración envía a la misma página de configuración que tiene el llenado aséptico, porque en dicha página se puede configurar los dos tipos de llenado.

### 3.2.3.2.4.- PANTALLA PRINCIPAL DE LA BALANZA



Figura 41: Configuración Balanzas. En esta pantalla se encuentra las pantallas de configuración inicial de siwer ex para conectar las balanzas con el PLC. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta pantalla se encuentra la configuración inicial de siwer ex para conectar las balanzas con el PLC, en estas pantallas se puede navegar en configuraciones para calibraciones para las celdas de cargas, estas pantallas son para mantenimiento por eso esta con clave.

### 3.2.3.2.4.1.- PANTALLA DE CALIBRACIÓN DEL CANAL 1 DE LA BALANZA

#### 3.2.3.2.4.1.1.- PANTALLA DE CALIBRACIÓN 1 DEL CANAL 1 DE LA BALANZA

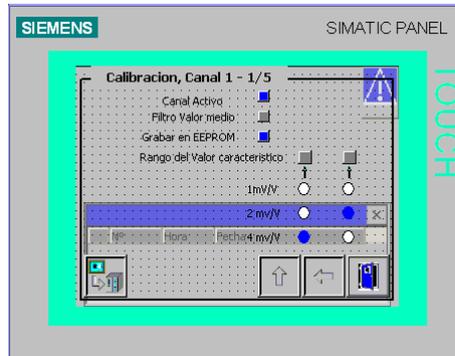


Figura 42: Configuración Canal 1. Se puede configurar el nivel del voltaje en el cual transmite las celdas de cargas. Diseñada en WinCC Flex. Por autores (2014-2015). Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Aquí se puede configurar el nivel del voltaje en el cual transmite las celdas de cargas, adicional se puede configurar si se usa filtro, si el canal está activo y donde queremos que se grabe los datos los datos.

#### 3.2.3.2.4.1.2.- PANTALLA DE CALIBRACIÓN 2 DEL CANAL 1 DE LA BALANZA

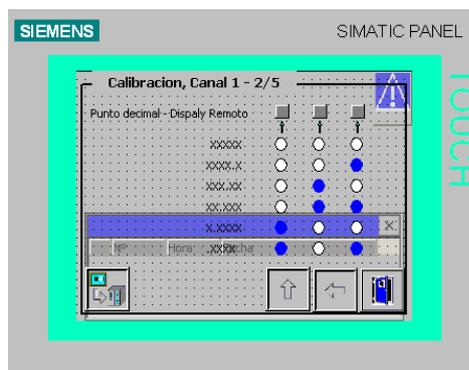


Figura 43: Configuración Canal 2. Se configura el punto decimal de visualización celda. Diseñada en WinCC Flex. Por autores (2014-2015). Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Se configura el punto decimal de visualización celda.

### 3.2.3.2.4.1.3.- PANTALLA DE CALIBRACIÓN 3 DEL CANAL 1 DE LA BALANZA

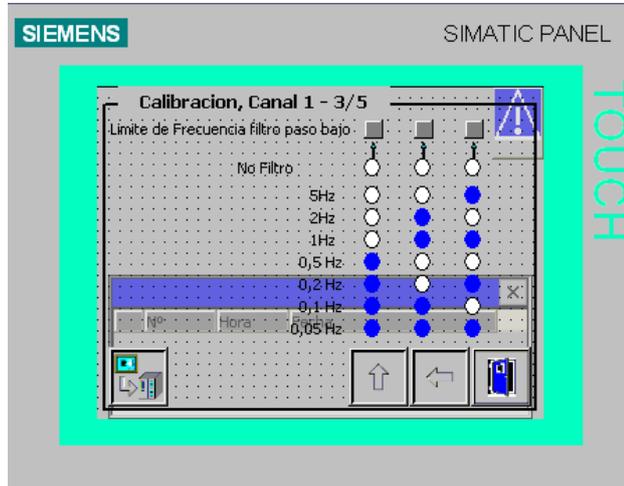


Figura 44: Configuración Canal 3. Se configura la frecuencia. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Se configura la frecuencia en la cual se realiza la adquisición de la señal

### 3.2.3.2.4.1.4.- PANTALLA DE CALIBRACIÓN 4 DEL CANAL 1 DE LA BALANZA

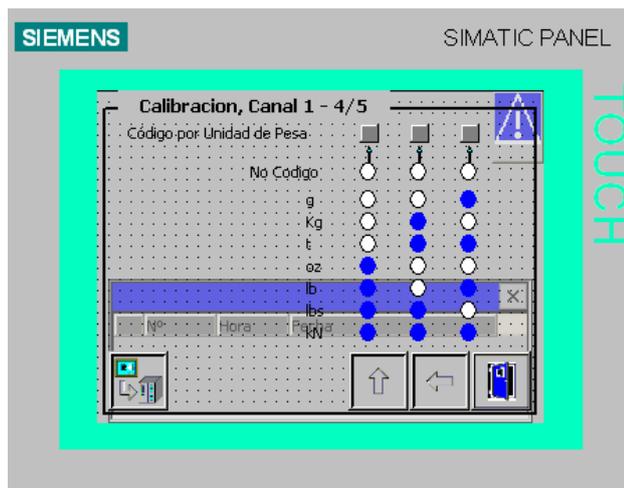


Figura 45: Configuración Canal 4. Se configura la unidad de medida a utilizar. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Se configura la unidad de medida a utilizar.

### 3.2.3.2.4.1.5.- PANTALLA DE CALIBRACIÓN 5 DEL CANAL 1 DE LA BALANZA

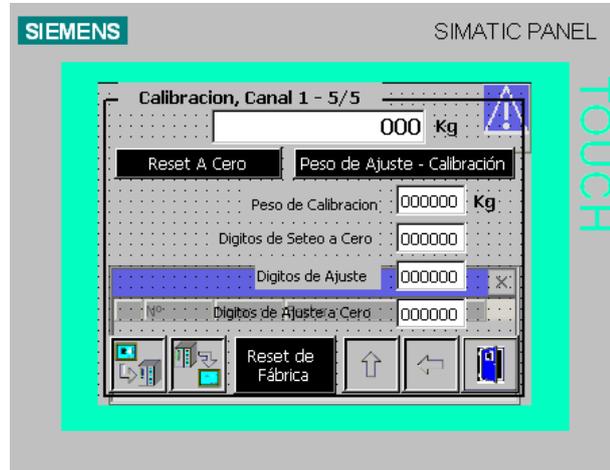


Figura 46: Configuración Canal 5. Se puede realizar un reset de fábrica y colocar valores offset para la configuración. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Se puede realizar un reset de fábrica y colocar valores offset para la configuración.

### 3.2.3.2.4.2.- PANTALLA DE LÍMITES DEL CANAL 1 DE LA BALANZA

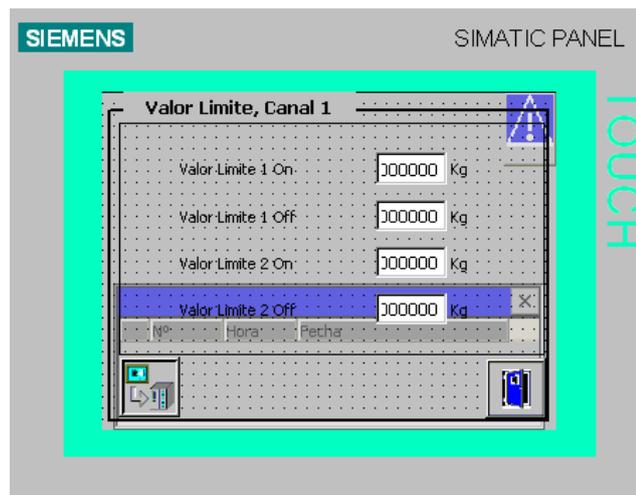


Figura 47: Límite Canal. Se configura los límites del valor a ingresar en la balanza. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Se configura los límites del valor a ingresar en la balanza.

### 3.2.3.2.2.3.- PANTALLA DE LLENADO DE MUESTRA

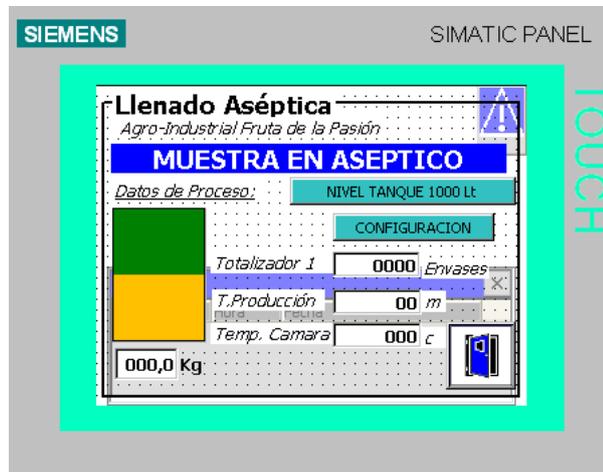


Figura 48: Llenadora Fío. En esta pantalla se ejecuta el llenado de fundad desde 2 a 5 kg para pruebas de producto. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

En esta pantalla se ejecuta el llenado de fundad desde 2 a 5 kg para pruebas de producto, estas muestras se las envía a los clientes para que revisen la calidad del producto.

### 3.2.3.2.2.4.- PANTALLA DE TEST DEL EQUIPO

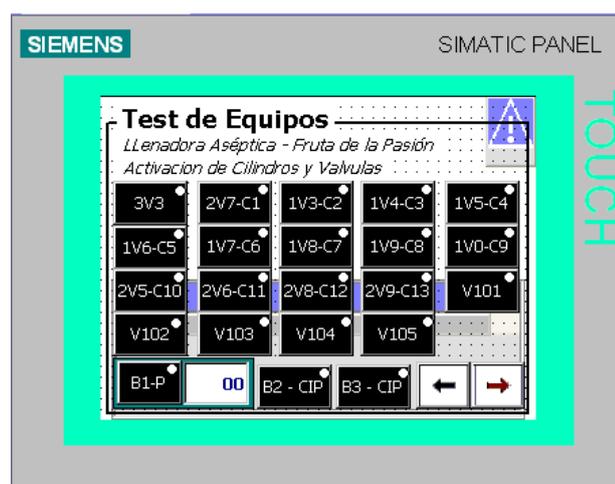


Figura 49: Test Equipos 1. En esta pantalla se pueden ejecutar todos los elementos de forma independiente para probar el sistema. Diseñada en WinCC Flex. Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

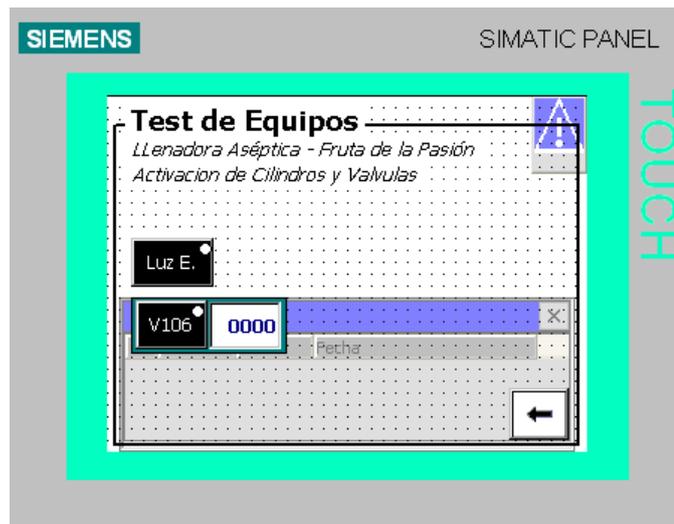


Figura 50: Test Equipos 2. En esta pantalla se ejecuta el llenado de fundad desde 2 a 5 kg para pruebas de producto. Diseñada en WinCC Flex. Por autores (2014-2015). Ubicado en la Agro Industria FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Las pantallas de test permiten al operador de manera amplia, hacer funcionar cada dispositivo o elemento que sea parte del sistema de llenado aséptico.

### 3.3.- SISTEMA SCADA

#### 3.3.1.- INTRODUCCIÓN

En el sistema SCADA se cumplió con todos los requerimientos necesarios (datos de trazabilidad del producto) solicitados por las normas internacionales para productos de importación con un proceso de llenado aséptico.

#### 3.3.2.- REQUERIMIENTOS DEL PROCESO

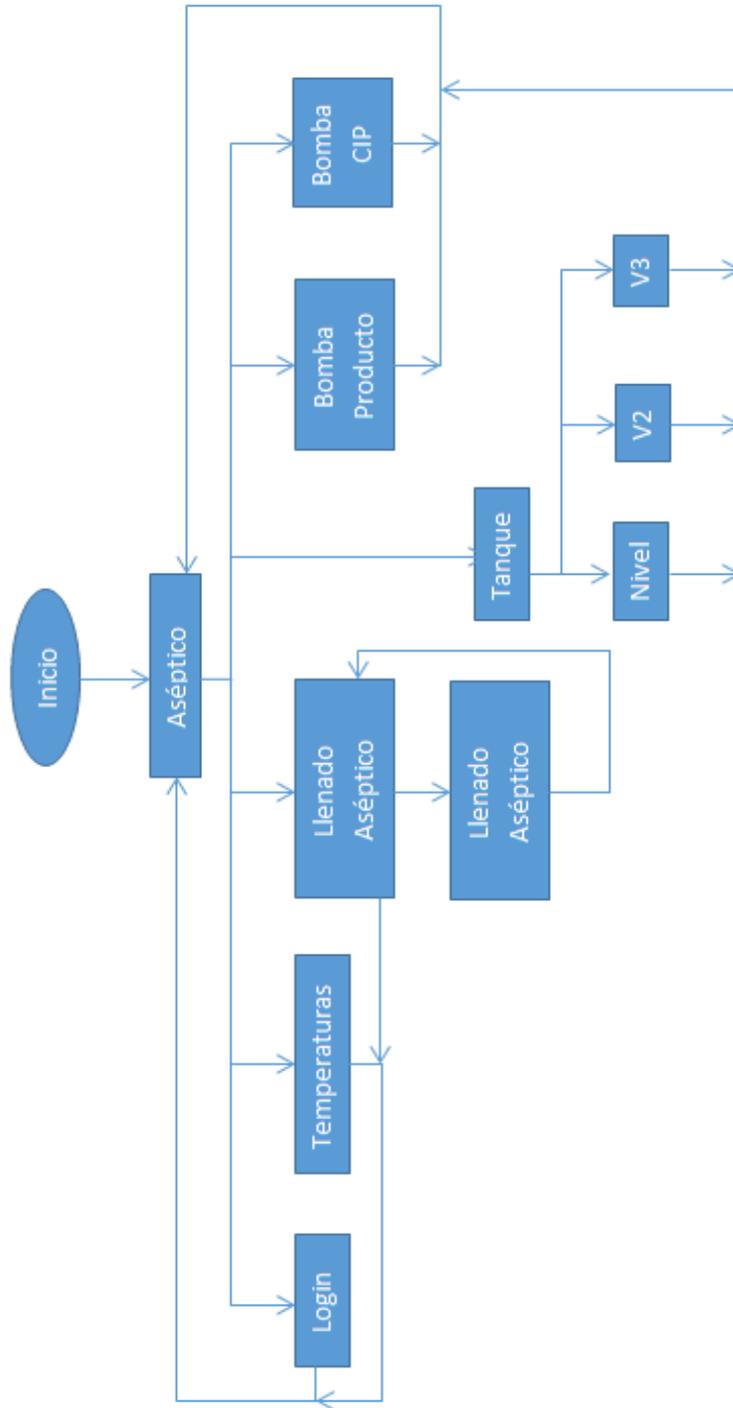
Para que la “AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN” pueda cumplir con las normas de exportación del concentrado de judo de maracuyá se deben llevar los registros de:

- Temperatura:

- Pasteurizador
- Cámara del cabezal de llenado
- Esterilizador (Intercambiador de temperatura)

-Tiempo.

### 3.3.3.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE LAS PANTALLAS DEL SCADA



### 3.3.4.- DESARROLLO DEL SCADA

Para el desarrollo del SCADA se utilizó el programa FACTORYTALK VIEW STUDIO ENTERPRISE, programa de ROCKWELL AUTOMATION.

#### 3.3.4.1.- CREACIÓN DEL PROYECTO

Para crear un proyecto se abre primero el programa FTV. Al abrirse el programa el presenta una pantalla donde se selecciona el tipo de aplicación que se va a desarrollar.

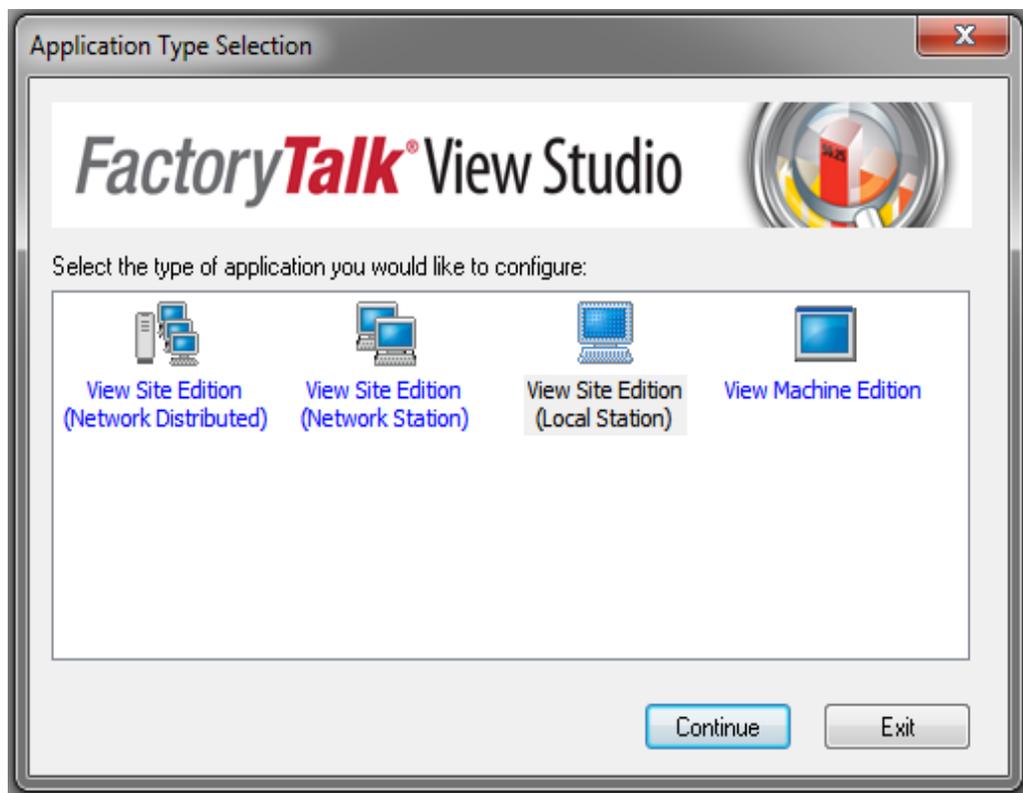


Figura 51: Como se crea un nuevo proyecto 1. Se escoge la aplicación a desarrollar. Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

En nuestro caso seleccionamos la aplicación “View Site Edition (Local Station)”. Y damos click al botón continuar.

A continuación el presenta la pantalla donde se va a empezar a desarrollar el SCADA, las distintas pantallas y las distintas herramientas que nos brinda para nuestro proyecto.

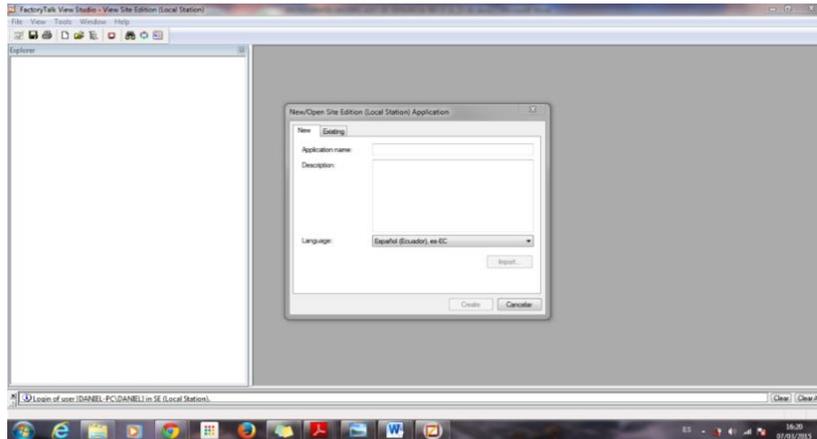


Figura 52: Como se crea un nuevo proyecto 2. Se designa un nombre a la aplicación Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

Presenta la ventana donde se definen ciertos datos de la aplicación.

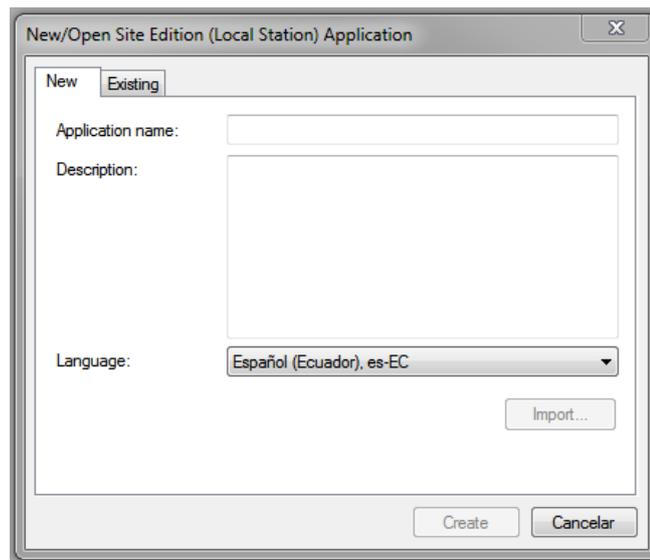


Figura 53: Como se crea un nuevo proyecto 3. Se define parámetros de la aplicación Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

Se indica el nombre que se seleccionó para la aplicación en el espacio indicado (nuestro caso “FRUTAS”) y, si se desea una descripción de la aplicación que se desarrolla.

Se da click en el botón de crear.

Presenta varias opciones en la ventana de adición de procesos con las cuales se puede trabajar. En el caso de nuestro proceso seleccionamos todas y dimos click en botón ok.

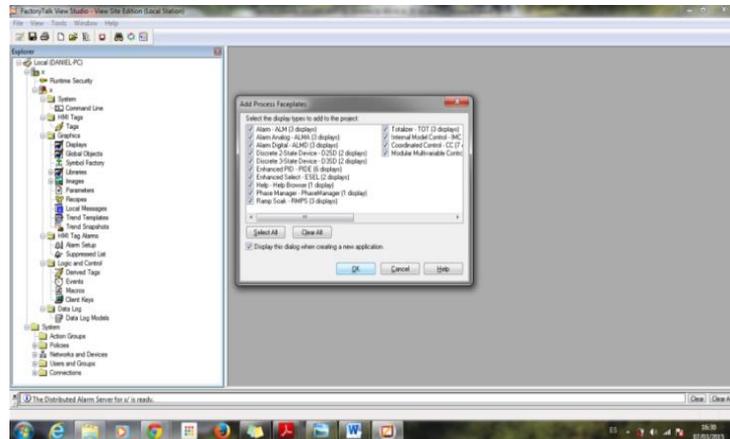


Figura 54: Adición de procesos 1. Como se crea un nuevo proyecto y, adicionan procesos. Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

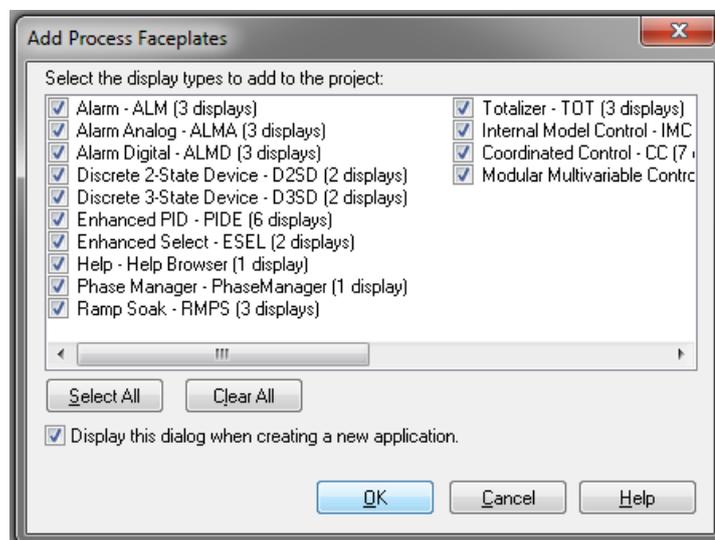


Figura 55: Adición de procesos 2. Como se crea un nuevo proyecto y, adicionan procesos. Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

Al dar click en el botón OK la aplicación esta creada y se presenta la ventana lista para poder trabajar en esté.

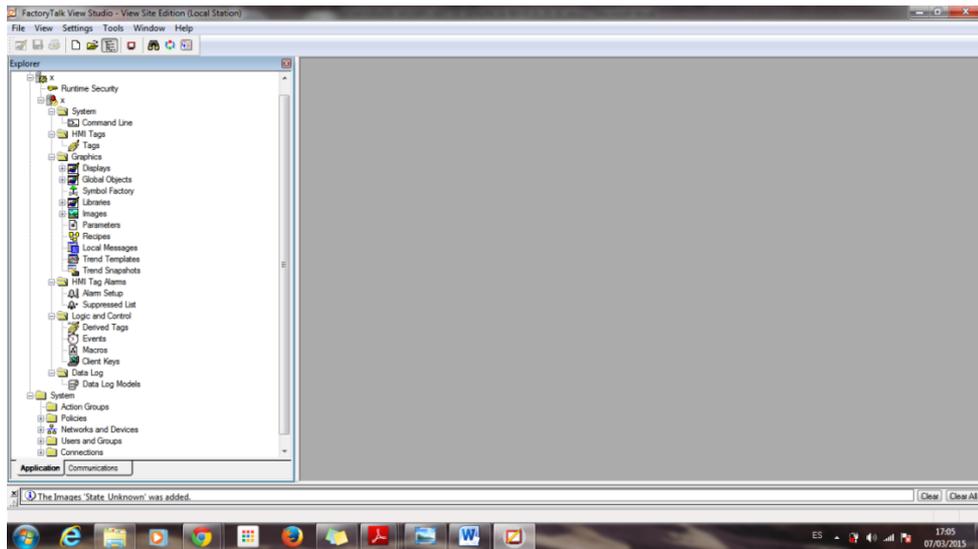


Figura 56: Como se crea una nueva pantalla 1. Proceso para crear pantallas Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

### 3.3.4.2.- CREACIÓN DE VENTANAS

Para crear ventana se debe ir a la ventana explorador y dar click derecho.

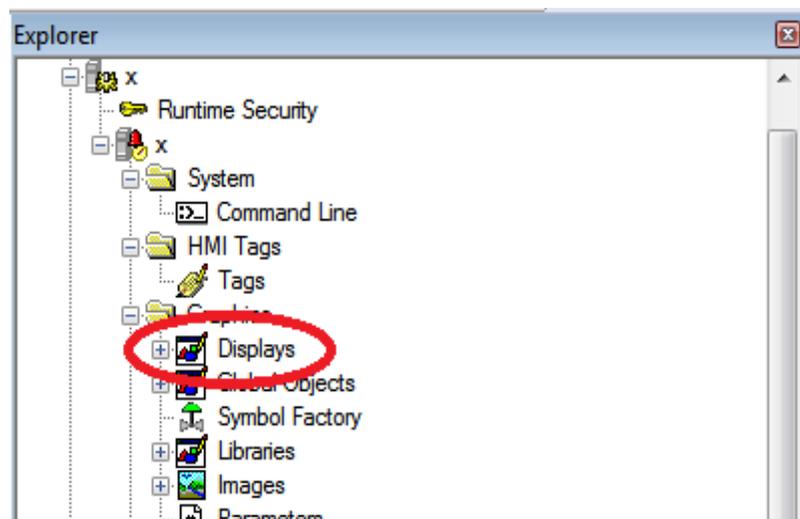


Figura 57: Como se crea una nueva pantalla 2. Proceso para crear pantallas Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

Aparecerá la opción “New”, ponemos el mouse en cima y le damos click izquierdo. Esto creará una venta

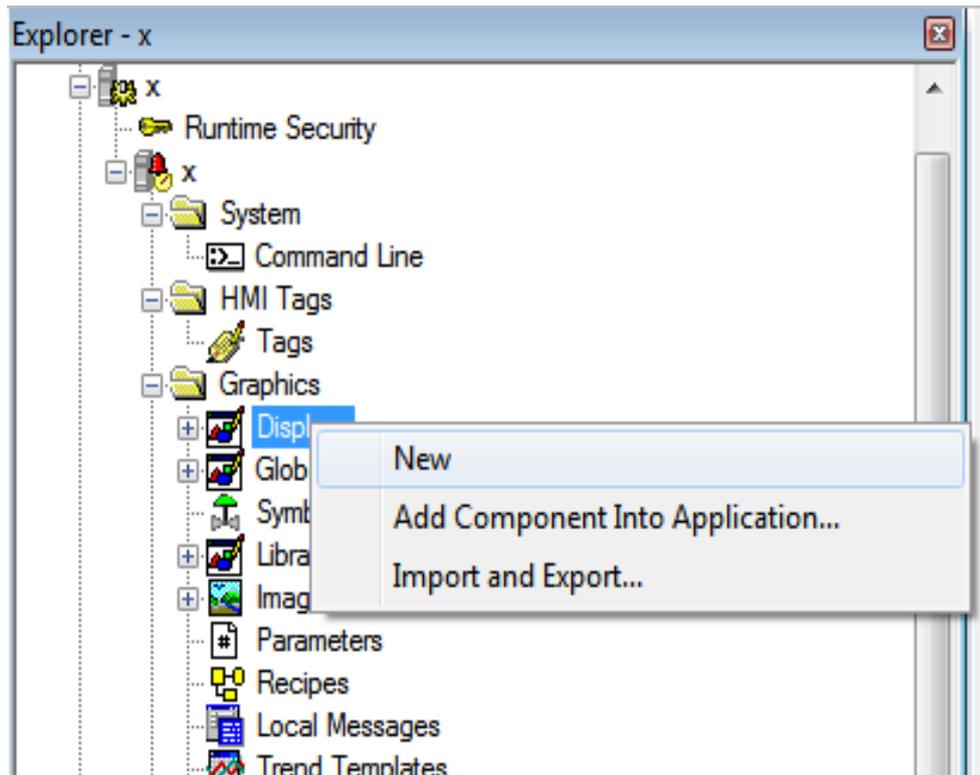


Figura 58: Como se crea una nueva pantalla. Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

Se abre una ventana en blanco donde se va a trabajar.

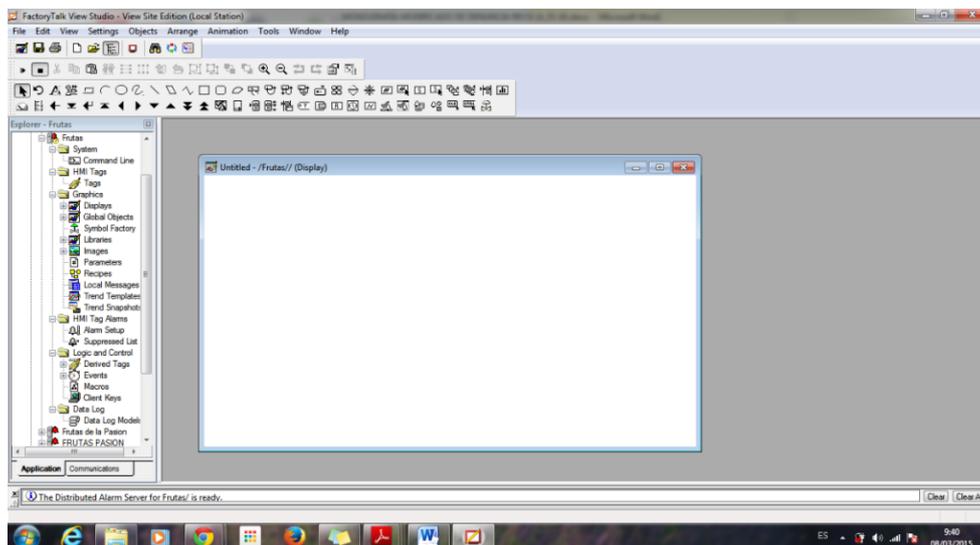


Figura 59: Como se crea una nueva pantalla 3. La pantalla ya abierta. Recuperado del programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

### 3.3.4.3.- DESARROLLO DE LAS PANTALLAS

Una vez teniendo nuestra pantalla en blanco, está lista para poder trabajar en ella, ahora se deben realizar las modificaciones en las propiedades de la ventana e ingresar los botones, imágenes y asignar variables necesarias para nuestro proyecto.

#### 3.3.4.3.1.- CONFIGURACIÓN DE LA VENTANA

Para poder realizar las modificaciones necesarias a la configuración de la ventana, una de las opciones es colocar el mouse encima de la ventana y se da click derecho, lo que hace que se despliegue un menú.

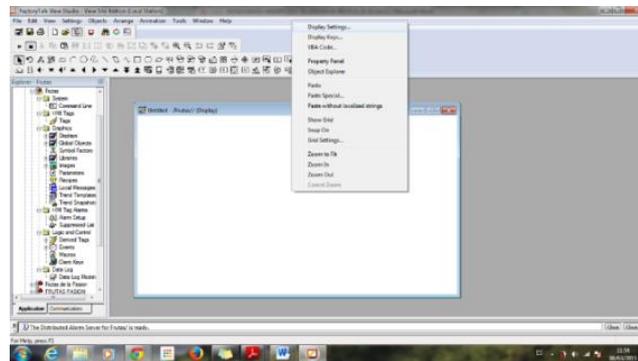


Figura 60: Configuración ventana. Proceso de configuración de una ventana en el programa FactoryTalk View Studio. Recuperado del Programa FactoryTalk View Studio de Rockwell Automation.

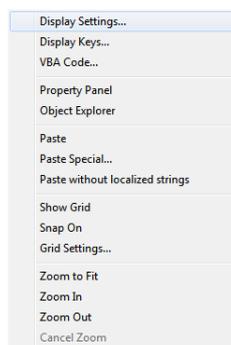


Figura 61: Configuración ventana. Proceso de configuración de una ventana en el programa FactoryTalk View Studio. Recuperado del Programa FactoryTalk View Studio de Rockwell Automation.

Al dar click en “Display Settings...” se despliega una ventana donde se encuentra toda la configuración de la pantalla donde estamos trabajando.

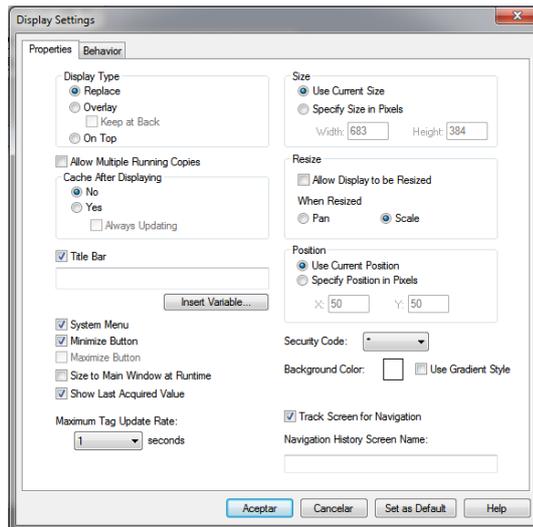


Figura 62: Proceso de configuración ventana. Proceso de configuración de una ventana en el programa FactoryTalk View Studio. Recuperado del Programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell.

### 3.3.4.3.2.- CREACIÓN DE BOTONES

Para ingresar botones en la pantalla nos dirigimos en a la barra de menú de objetos.



Figura. 63: Barra de menú de botones. Se puede seleccionar un tipo de botón según la necesidad. Recuperado del Programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

En la cual vamos a encontrar una gama amplia de opciones, el que se seleccionó en nuestro caso fue “Button”.



Figura 64: Barra de menú de botones 1. Se puede seleccionar un tipo de botón según la necesidad. Recuperado del Programa FACTORYTALK VIEW STUDIO de Rockwell Automation.

El cual brinda varias opciones que nos son muy útiles al momento de trabajar en nuestro SCADA.

### 3.3.4.3.- CREACIÓN DE TAGS

Cuando se van a crear tags, se va a la ventana explorador y das click derecho encima de la opción que dice tags. Y se selecciona nuevo.

Se abre una ventana donde nos permite crear las tags, estos pueden ser string, numérico y booleano.

Asignarle un nombre y colocarle una descripción.

### 3.3.4.4.1.- VENTANA DE INICIO



Figura 65: Logeo. Controla el ingreso de los usuarios en el SCADA. Diseñado con el programa FACTORYTALK VIEW STUDIO 7.0 de Rockwell Automation.

En la pantalla de inicio se realizó los siguientes procesos:

- Se colocó el logo de la empresa como fondo.
- Se estableció el primer parámetro de seguridad para el SCADA, utilizando un sistema de logeo, donde se establecieron parámetros (niveles de acceso) para los distintos usuarios.

### 3.3.4.2.- VENTANA GENERAL DEL PROCESO DE LLENADO ASÉPTICO

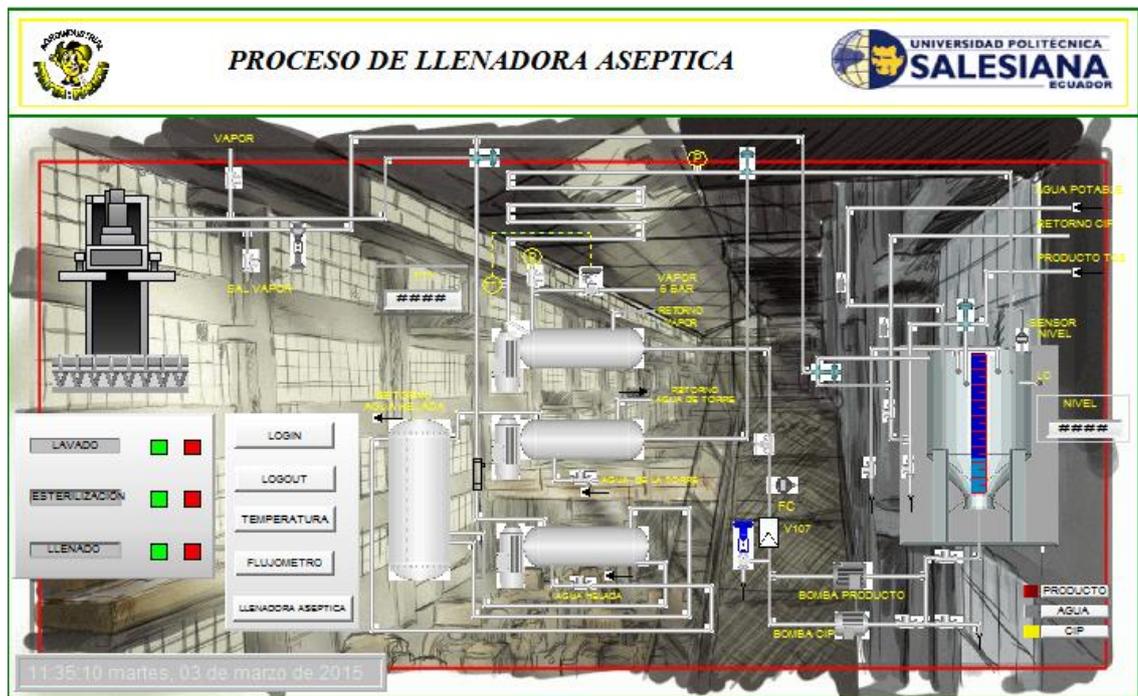


Figura 66: Ventana principal. Se muestra la gráfica que representa todo el proceso y, se visualizan los valores de los indicadores. Diseñado con el programa FactoryTalk View Studio 7.0 de RockWell Automation.

En la pantalla general encontramos gráfica del P&ID completo del proceso, en el cual se encuentran indicadores de los valores de temperatura, nivel, estado en el que se encuentra el proceso y botones con conexiones a otras pantallas donde se presentan más detalles del proceso.

Se permite el cierre del SCADA o el cambio de usuario con los botones de “LOGIN” y “LOGOUT”.

### 3.3.4.3.- VENTANA DE LA MÁQUINA DE LLENADO DEL PROCESO ASÉPTICO

En la pantalla de la máquina que realiza el llenado de las fundas estériles, el proceso de llenado aséptico, con el jugo de maracuyá en el que presentan varios datos requeridos para llevar un correcto control de calidad por parte de la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN. Tales como:

- Numero de tanques
- Lote del tanque
- Peso del tanque
- Volumen del tanque
- Nivel del tanque de 1000Lt
- Temperatura del intercambiador de temperatura

Adicional un botón con acceso a la pantalla de configuración del proceso.



Figura 67: Llenadora Aséptica. Se muestra la gráfica que representa el proceso de llenado y, se visualizan los valores de los indicadores. Diseñado con el programa FactoryTalk View Studio 7.0 de RockWell Automation.

#### **3.3.4.4.- VENTANA DEL CONTROL DE LA CONFIGURACIÓN DEL PROCESO DE LLENADO**

La pantalla de configuración del proceso de llenado aséptico que se tiene acceso a través de la pantalla de la llenadora aséptica. En dicha pantalla se tiene acceso a la activación de procesos que están establecidos en el PLC. Tales como tarar la celda de carga, realiza la medida del envase vacío, de donde se pesan los tanques al momento que se está realizando el llenado de estos, el seteo de las Pt-100 que se encuentran ubicadas en la cámara del cabezal de llenado y en el pasteurizador.

El botón TARAR sirve para poder activar una subrutina en el PLC que hace que las celdas de cargas se enceren, sean taradas.

El botón SET de temperatura de la cámara de cabezal sirve para poder activar una subrutina en el PLC que hace que ajuste la temperatura de la PT-100, que está ubicada en la cámara del cabezal.

El botón SET de temperatura del pasteurizador sirve para poder activar una subrutina en el PLC que hace que ajuste la temperatura de la PT-100, que está ubicado en el intercambiador de temperatura en el pasteurizador.

En el String InPut del BATCH es para poder ingresar la referencia independiente del tanque del producto donde se lo está envasando.

En el String InPut del LOTE sirve para ingresar los código de lote del tanque se está llenando o que se va a llenar.

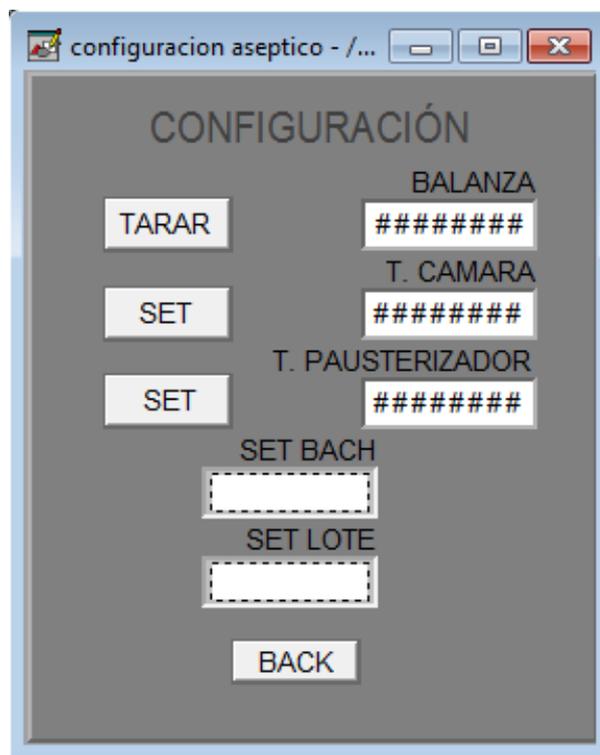


Figura 68: Config. Llenadora. Se activan sub rutinas establecidas en el PLC y, se visualizan los valores de los indicadores. Diseñado con el programa FactoryTalk View Studio 7.0 de RockWell Automation. 2014-2015.

### 3.3.4.4.5.- VENTANA DEL CONTROL DE LA BOMBA DE PRODUCTO

En esta pantalla se controla el funcionamiento de la bomba de producto, su encendido y apagado



Figura 69: Bomba Producto. Se controla en encendido y apagado de la bomba de producto de forma manual. Diseñado con el programa FactoryTalk View Studio 7.0 de RockWell Automation.

#### **3.3.4.4.6.- VENTA DEL CONTROL DEL CIP**

En esta pantalla se controla el funcionamiento del CIP, su encendido y apagado



Figura 70: Bomba CIP. Se controla en encendido y apagado del CIP de forma manual. Diseñado con el programa FactoryTalk View Studio 7.0 de RockWell Automation.

#### **3.3.4.4.7.- VENTANA DE TEMPERATURA**

En esta pantalla solo nos permite visualizar las temperaturas de las distintas Pt-100.



Figura 71: Ventana de temperaturas. Se puede visualizar con indicadores numéricos las diferentes temperaturas de las Pt-100. Diseñado con el programa FactoryTalk View Studio 7.0.

#### 3.3.4.4.8.- VENTANA DEL TANQUE

En la pantalla del tanque nos da acceso a una pantalla donde se visualiza un trend respecto del nivel del líquido en el tanque pulmón. También al control y estados de las válvulas V2 y V3.



Figura 72: Tanque, nos da opciones de controlar y visualizar objetos relacionados al nivel del tanque. Diseñado con el programa FactoryTalk View Studio 7.0.

#### 3.3.4.4.9.- VENTANA DEL CONTROL DE LA BOMBA DE PRODUCTO

Nos permite visualizar en tiempo real el nivel del líquido en el tanque.

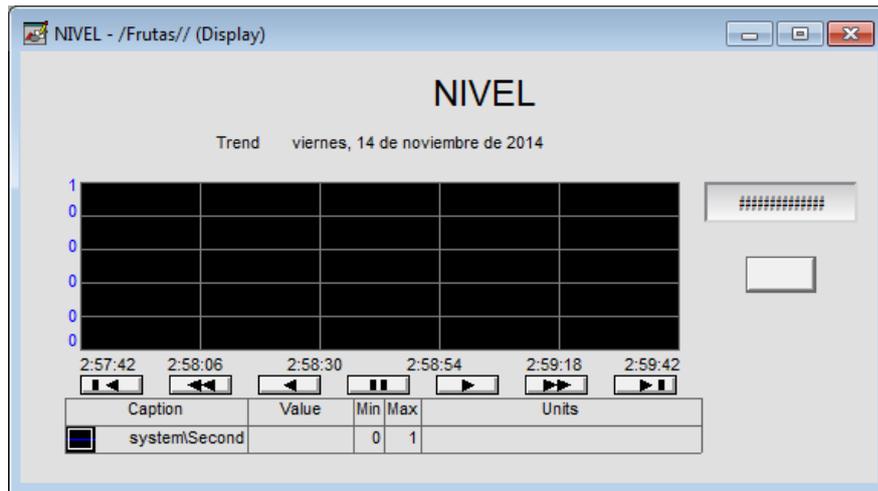


Figura 73: Trend Nivel. Se visualiza en tiempo real por medio de un indicador numérico y un gráfico el nivel de líquido que contiene el tanque. Diseñado con el programa FactoryTalk View Studio 7.0.

### 3.4.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

El sistema de llenado aséptico terminado queda de la siguiente forma:



Figura 74: Llenadora Aséptica. Se puede visualizar parte del sistema de llenado aséptico, el cabezal para realizar el llenado y el tablero del operador desde donde se controla los procesos que se realizan. Ubicado en la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.



Figura 75: Tanque Pulmón. Se puede visualizar parte del sistema de llenado aséptico, el tanque pulmón donde es llenado con el producto al iniciar el proceso de producción. Ubicado en la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.



Figura 76: Intercambiadores. Se puede visualizar parte del sistema de llenado aséptico, la válvula porcentual para regular cantidad de flujo de vapor y los intercambiadores de temperatura. Ubicado en la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Para comprobar que el sistema de llenado aséptico se encuentra funcionando correctamente se realizaron pruebas de manera manual, se probaron todos los

elementos de forma independiente. Luego se procedió iniciando los procesos de lavado y producción.

Utilizando el HMI, en la pantalla de test se comprobó el correcto funcionamiento de forma independiente de cada elemento del sistema (válvulas, pistones y sensores).



Figura 77: Prueba Funcionamiento 1. Se muestra las pruebas que se están realizando antes de poner en marcha el proceso. Ubicado en la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Se puso en marcha la llenadora, realizando el proceso de lavado del sistema de tuberías.

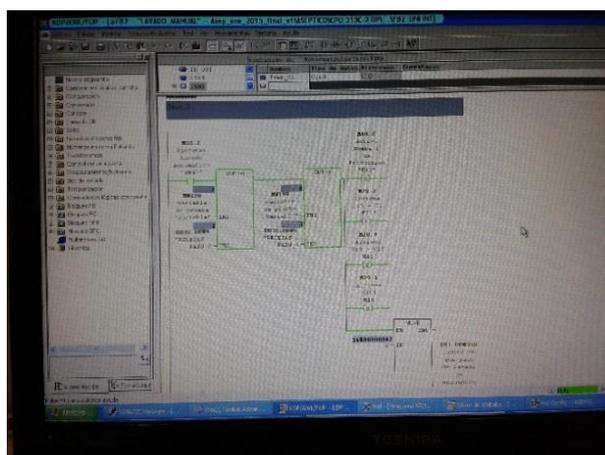


Figura 78: Prueba Funcionamiento 2. Se muestra las pruebas que se están realizando y el control al momento de tener en marcha el proceso de lavado. Ubicado en la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.



Figura 79: Proceso Lavado. Se muestra como se realizan las pruebas pertinentes al momento de tener en marcha el proceso de lavado. Ubicado en la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

Se puso en marcha el proceso de llenado de los tambores con el producto.



Figura 80: Puesta en marcha llenado. Se muestra como en el SCADA como se va desarrollando el proceso de llenado. Ubicado en la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.



Figura 81. Producto envasado. Se muestra como queda el producto después de haber llenado. Ubicado en la AGRO INDUSTRIAL FRUTAS DE LA PASIÓN C. LTDA.

## CONCLUSIONES

Se pudo comprobar la eficiencia del sistema SCADA mejorando los registros de control de calidad del llenado de tanques, mediante la visualización del proceso en tiempo real y el uso de herramientas para reportar datos.

Se pudo cerciorar que existe un ahorro efectivo de producto al momento de realizar el llenado de tanques, debido a que el control diseñado en el proyecto mediante la utilización de una celda de carga supera al método anteriormente empleado a través de tiempos pre-establecidos.

La utilización de la red ethernet para la interconexión de equipos de automatización facilita la implementación de sistemas de monitoreo y control como es el caso de nuestro proyecto.

La instrumentación utilizada en el proceso debe estar acorde a las normativas vigentes y al ambiente de trabajo de la planta. Cabe mencionar que las condiciones ambientales son un factor importante para la selección de los equipos.

La utilización del SCADA se pudo determinar mejoras en el protocolo de calibración vigente.

## RECOMENDACIONES

- Al momento que se está realizando el lavado de las tuberías del sistema de llenado aséptico, después del inicio se debe estar atento a la válvula 101 la cual tiene como objetivo ser el intercambio para el reproceso del agua cuando la temperatura es inferior a 90 °C .
- Cuando se está desarrollando el llenado de los tanques con el producto se debe prestar atención a la válvula 101, ya que si el producto no alcanza la temperatura seteada por el operario, esta tendrá que ser reprocesado y la válvula 101 es la de paso.
- Colocar un extractor de aire debido a que la temperatura del área donde se encuentra instalada la máquina llenadora supera la temperatura que puede soportar el operario.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 2

DESCRIPCIÓN	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
P&ID DEL PROCESO												
INSTALACIÓN DE SENSORES TEMP			X									
INSTALACIÓN DE SENSOR DE FLUJO			X									
CABLEADO DE SENSORES DE TEMP			X									
CABLEADO DE SENSORES DE TEMP			X									
INSTALACIÓN DE LOS SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN				X								
PLANILLAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS					x							
INSTALACION DE 3 VÍAS CON ACTUADORES NEUMÁTICOS						x						
CABLEADO DE ACTUADORES NEUMÁTICOS							x					
CALIBRACIÓN DEL SENSOR DE FLUJO								x	x			
CALIBRACIÓN DE CELDAS DE CARGA										x	x	
PLANOS ELECTICOS											x	x

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
TEST DE ENTRADAS Y SALIDAS	x											
PROGRAMACIÓN DEL PLC	x	x	x									
DISEÑO, CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL SCADA				x	x	x						
CONFIGURACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE LA RED PROFINET							x	x				
CONFIGURACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE LA RED PROFIBUS								x	x			
INTERCONEXIÓN DE VARIABLES ENTRE EQUIPOS DE LA RED									x	x		
PUESTA EN SERVICIO DEL PROCESO										x	x	x

Nota: Cronograma. Está definido con fechas los tiempos en que se deben realizar todos los procesos.

## PRESUPUESTO

Tabla 3

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable de Comunicación Ethernet Industrial Categoría 5 por metro	50	\$ 3,80	\$ 190,00
2	Módulo de comunicación ethernet CP343-1 Lean	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
3	Computadora de escritorio	1	\$ 800,00	\$ 800,00
4	Sensor de temperatura Pt100	2	\$ 150,00	\$ 300,00
5	Software 9711 FactoryTalk View – ROCKWELL AUTOMATION visualization run time 15 pantallas	1	\$ 1300,00	\$ 1300,00
SUB TOTAL				\$ 3.790,00
TOTAL DE LA OFERTA				\$ 3.790,00

Nota: El financiamiento fue cubierto en su totalidad por la empresa donde se realizó el proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arian Control&Instrumentacion. (s.f.). *ARIAN CONTROL&INSTRUMENTACIÓN*. Santiago de Chile: ARIAN CONTROL&INSTRUMENTACIÓN. Obtenido de <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>
- ARIAN S.A. (2003). Como sintonizar un control PID, teoría y práctica.
- Atlantic International University. (s.f.). *AUI*. Obtenido de ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY:  
<http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%202.pdf>
- Atlantic International University. (s.f.). *AUI*. Obtenido de ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY:  
<http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%202.pdf>
- Badger Meter. (SEPTIEMBRE de 2012). *INSTRUMART*. Obtenido de <http://www.instrumart.com/assets/Badger-M2000-Spanish-Datasheet.pdf>
- Badger Meter. (SEPTIEMBRE de 2012). *M-Series® M2000 Detector del medidor electromagnético de flujo*. Obtenido de <http://www.instrumart.com/assets/Badger-M2000-Spanish-Datasheet.pdf>
- Badger Meter. (SEPTIEMBRE de 2012). *M-Series® M2000 Detector del medidor electromagnético de flujo*. Obtenido de <http://www.instrumart.com/assets/Badger-M2000-Spanish-Datasheet.pdf>
- Dpto. De Automatización y Control Industrial. (DICIEMBRE de 2007). Interfases de Comunicación Industrial. En L. CORRALES, *Interfases de Comunicación Industrial*. Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10020/2/PARTE%202.pdf>
- Dpto. De Automatización y Control Industrial. (DICIEMBRE de 2007). PHD. En L. Corrales, *Interfases de comunicación industrial*. Escuela Politécnica

Nacional. Obtenido de

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10020/2/PARTE%202.pdf>

García Villacís, F. V., & Córdova Suárez, J. C. (OCTUBRE de 2009). *DISEÑO E Implementación de una red industrial Ethernet, Profibus y Profinet para la adquisición de datos de 18 máquinas de inyección en la planta de lona de la empresa PLASTICAUCHO S.A.* La Tacunga: Repositorio Digital ESPE. Obtenido de [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3214/1/T-ESPEL-0644.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3214/1/T-ESPEL-0644.pdf)

González Mendoza, D. A. (14 de DICIEMBRE de 2014). *CAMBIO DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Empresa: EIKA MÉXICO, S.A. DE C.V.* Universidad tecnológica de QUERÉTARO.. Obtenido de <http://www.uteq.edu.mx/tesis/IN/089.pdf>

Gonzalez Mendoza, D. A. (14 de DICIEMBRE de 2014). *Cambio de líneas de producción Empresa: EIKA MÉXICO, S.A. DE C.V.* Universidad tecnológica de QUERÉTARO. Obtenido de <http://www.uteq.edu.mx/tesis/IN/089.pdf>

Gonzalez Rivera, H. (2014). *Que para evaluar la experiencia educativa Experiencia Recepcional (MEIF), del Programa Educativo Ingenier'ia en Instrumentacion Electronica.* Xalapa: Universidad de VERACRUZ. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/34928/1/gonzalezriverahely1d2.pdf>

García Villacis, F. V., & Cordova Suarez, J. C. (OCTUBRE de 2009). *Diseño E Implementación De Una red industrial Ethernet, Profibus Y Profinet para la adquisición de datos de 18 máquinas de inyección en la planta de lona de la empresa PLASTICAUCHO S.A.* La Tacunga: Repositorio digital ESPE. Obtenido de [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3214/1/T-ESPEL-0644.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3214/1/T-ESPEL-0644.pdf)

Idrovo Urgiles, P. X., & Luis Miguel , Q. M. (JUNIO de 2010). *Univesidad Politecnica Salesiana Ecuador.* Obtenido de Repositorio digital: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4482/1/UPS-CT001920.pdf>

- INOXPA. (s.f.). *INOXPA*. Obtenido de  
<http://www.inoxpa.co/productos/producto/pasteurizador-htst>
- INOXPA. (s.f.). *INOXPA*. Obtenido de  
<http://www.inoxpa.co/productos/producto/pasteurizador-htst>
- Jurado González, F. (OCTUBRE de 2010). *Biblioteca de ingeniería universidad de Sevilla*. Obtenido de  
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11921/fichero/Dsv+tanques+de+fluido+s.pdf>
- Microsoft. (13 de Junio de 2014). *microsoft*. Obtenido de [www.google.com](http://www.google.com)
- Microsoft. (2015). Support Office. Obtenido de <https://support.office.com/es-MX/article/%C2%BFQu%C3%A9-es-Excel-8373c3d7-bd64-4b7f-bdbd-1fa4b2007b09?ui=es-ES&rs=es-MX&ad=MX>
- Molina, P. X. (JUNIO de 2010). *Universidad Politecnica Salesiana Ecuador*. Obtenido de Repositorio Digital:  
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4482/1/UPS-CT001920.pdf>
- Murten. (2009). *Murten Sistemas de control*. Obtenido de  
<http://www.murten.com.ar/catalogo.php?idcatalogo=2>
- Murten Sistemas De Control. (s.f.). *MURTEN*. Obtenido de  
<http://www.murten.com.ar/catalogo.php?idcatalogo=2>
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (2005). Tecnologías Esenciales de Salud . En O. P. SALUD, *MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO DE LABORATORIO* (pág. 45). Washington D. C.: Organización Mundial De La Salud.
- Rodriguez Penin, A. (11 de 10 de 2006). *SISTEMAS SCADA. SISTEMAS DE VISUALIZACION INDUSTRIAL*. MARCOMBO. Obtenido de  
<http://www.marcombo.com/Descargas/8426714188-SCADA/CAP%C3%8DTULO%20I.pdf>

Rosso, A. (25 de Octubre de 2011). INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL. Argentina. Obtenido de [https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/seminarioMetrologiaQuimica/MetrologiaTrazabilidad\\_AdrianaRosso.pdf](https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/seminarioMetrologiaQuimica/MetrologiaTrazabilidad_AdrianaRosso.pdf)

Sánchez Lobón , J. (s.f.). *ETHERNET INDUSTRIAL*. Obtenido de [http://www.isa-spain.org/images/biblioteca\\_virtual/rt%20isa%20ethernet%20industrial.pdf](http://www.isa-spain.org/images/biblioteca_virtual/rt%20isa%20ethernet%20industrial.pdf)

Siemens. (03 de 2011). S7-300 CPU 31xC y CPU 31x: Datos técnicos. En SIEMENS, *Manual de producto* (págs. 21-24).

Siemens. (s.f.). *SIEMENS*. Obtenido de <http://w3.siemens.com/mcms/automation/en/human-machine-interface/pages/default.aspx>

Siemens. (s.f.). *SIEMENS*. Obtenido de <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/pages/s7300.aspx>

The Apache Software Foundation. (s.f.). Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lim/tron\\_p\\_b/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/tron_p_b/capitulo3.pdf)

UTLA. (7 de Diciembre de 2012). *UTLA*. Obtenido de <http://www.utla.edu.sv/capacitaciones/curso-basico-de-plc/>

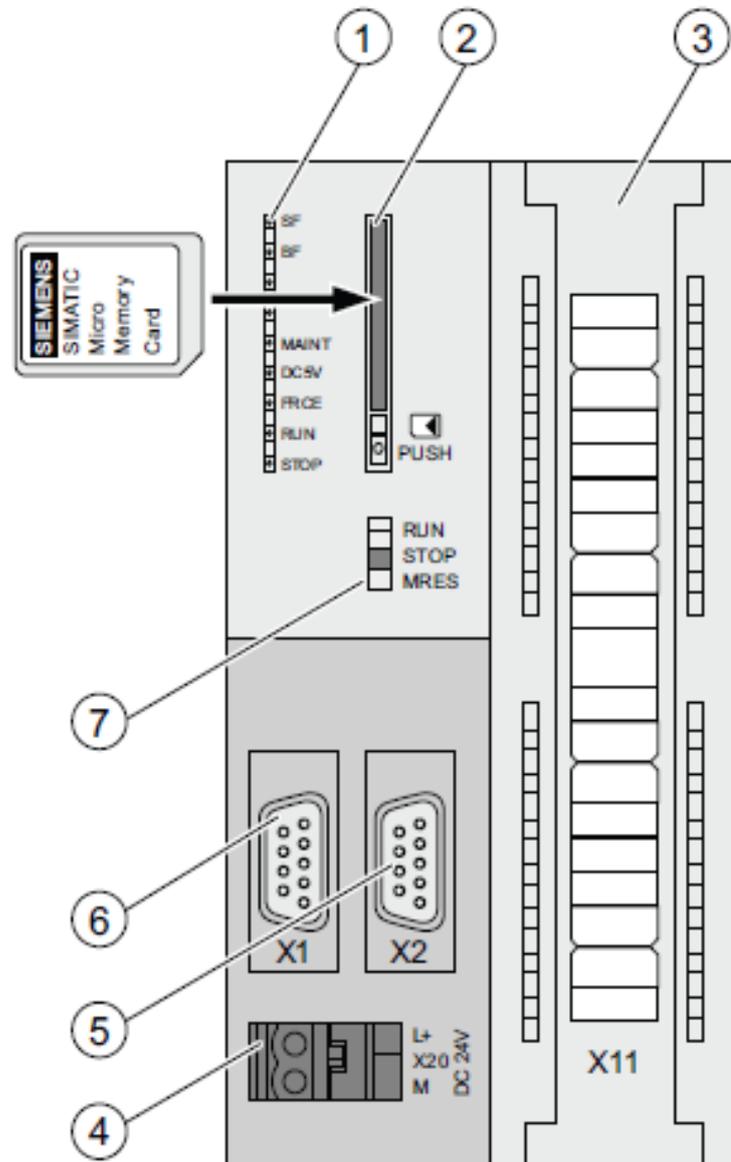
UTLA. (7 de Diciembre de 2012). *UTLA*. Obtenido de <http://www.utla.edu.sv/capacitaciones/curso-basico-de-plc/>

UTLA. (s.f.). *UTLA*. Obtenido de <http://www.utla.edu.sv/capacitaciones/curso-basico-de-plc/>

Anexo A  
CPU 313C-2 DP

## La CPU 313C-2 DP

Figura



Fuente: (SIEMENS, 2011)

### Cifra Denominación

- ① Indicadores de estado y error
- ② Ranura de la Micro Memory Card SIMATIC con expulsor
- ③ Conexiones de las entradas y salidas integradas
- ④ Conexión para la fuente de alimentación
- ⑤ 2. Interfaz X2 (DP)
- ⑥ 1. Interfaz X1 (MPI)
- ⑦ Selector de modo

## Indicadores de estado y error

Nombre del LED	Color	Significado
SF	rojo	Error de hardware o software
BF	rojo	Error de bus
MAINT	amarillo	Mantenimiento solicitado (sin función)
DC5V	verde	La alimentación de 5 V para la CPU y el bus del S7-300 funciona correctamente
FRCE	amarillo	LED encendido: la petición de forzado permanente está activada LED parpadea (2 Hz): función test de intermitencia de la estación
RUN	verde	CPU en RUN El LED parpadea a 2 Hz al arrancar y a 0,5 Hz en el modo de parada.
STOP	amarillo	CPU en STOP o bien en PARADA o arranque Al solicitar un borrado total, el LED parpadea a 0,5 Hz y durante el borrado total a 2 Hz.

### Ranura de la Micro Memory Card SIMATIC

El módulo de memoria empleado es una Micro Memory Card SIMATIC. Dicho módulo se puede utilizar como memoria de carga o como soporte de datos de bolsillo.

### Nota

Puesto que estas CPUs no disponen de memoria de carga integrada, para su funcionamiento es imprescindible insertar una Micro Memory Card SIMATIC.

### Selector de modo

El selector de modo sirve para ajustar el modo de operación de la CPU.

Tabla 2- 7 Posiciones del selector de modo

Posición	Significado	Explicaciones
RUN	Modo RUN	La CPU procesa el programa de usuario.
STOP	Modo de operación STOP	La CPU no procesa ningún programa de usuario.
MRES	Borrado total	Posición no enclavable del selector de modo para el borrado total de la CPU. El borrado total mediante el selector de modo requiere una secuencia especial de operación.

### Conexión para la fuente de alimentación

Cada CPU dispone de un conector hembra de 2 polos para la conexión a la fuente de alimentación. En estado de suministro, el conector ya está enchufado al conector hembra con conexiones de tornillo.

Características de la CPU relativas a interfaces, entradas y salidas integradas y funciones tecnológicas.

Tabla 2- 8 Características de las CPUs 313C-2 DP relativas a interfaces, entradas y salidas integradas y funciones tecnológicas.

Elemento	CPU 313C-2 DP
Interfaz MPI de 9 polos (X1)	Sí
Interfaz DP de 9 polos (X2)	Sí
Entradas digitales	16
Salidas digitales	16
Funciones tecnológicas	3 contadores (consulte el manual Funciones tecnológicas Asignación de terminales ( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/26090032">http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/26090032</a> ))

#### Referencia

- Estado operativo de la CPU: Ayuda en pantalla de STEP 7
- Información sobre el borrado total de la CPU: Instrucciones de servicio de la CPU

31xC y

CPU 31x, puesta en marcha, puesta en marcha de módulos, borrado total mediante el selector de modo de la CPU

- Evaluación de los LEDs en caso de fallo o diagnóstico: Instrucciones de servicio CPU

31xC y CPU 31x, funciones de test, diagnóstico y eliminación de fallos, diagnóstico mediante LED'S de estado y error.

Anexo B

MICROMASTER 440 Especificaciones

Características del MICROMASTER 440

## B.1 Parameters

### B.1.1 Setting / monitoring parameters and parameter attributes

The drive inverter is adapted to the particular application using the appropriate parameters. This means that each parameter is identified by a parameter number, parameter text and specific attributes (e.g. readable, can be written into, BICO attribute, group attribute etc.). Within any one particular drive system, the parameter number is unique. On the other hand, an attribute can be assigned a multiple number of times so that several parameters can have the same attribute.

For MICROMASTER, parameters can be accessed using the following operator units:

- BOP (option)
- AOP (option)
- PC-based commissioning (start-up) tool "Drive Monitor" or "STARTER". These PC-based tools are supplied on the CD-ROM.

The parameter types are the main differentiating feature of the parameters.

Parameter "normal"

Write-/Read parameters

Read (r....) Write/Read (P....) "normal" BICO output BICO input

Read parameters

Setting parameters

Parameters which can be written into and read – "P" parameters

These are activated/de-activated in the individual functions or parameters directly influence the behavior of a function. The value of this parameter is saved in a nonvolatile memory (EEPROM) as long as the appropriate option was selected (nonvolatile data save). Otherwise, these values are saved in the non-volatile memory

(RAM) of the processor, which are lost after power failure or power-off/power-on operations.

Notation:

P0927 setting parameter 927

P0748.1 setting parameter 748, bit 01

P0719[1] setting parameter 719 index 1

P0013[0...19] setting parameter 13 with 20 indices (indices 0 to 19)

Abbreviated notation

P0013[20] setting parameter 13 with 20 indices (indices 0 to 19)

### B.1.2 Interconnecting signals (BICO technology)

A state-of-the-art drive unit must be able to interconnect internal and external signals (setpoint / actual values and control / status signal). This interconnection functionality must have a high degree of flexibility in order to be able to adapt the drive to new applications. Further, a high degree of usability is required, which also fulfills standard applications. This is the reason that within the MICROMASTER series of drive units, BICO technology (→□flexibility) and fast parameterization using parameters P0700 / P1000 (→□usability) or P0719 (→□combination P0700/P1000) have been introduced to be able to fulfill both of these requirements.

#### B.1.2.1 Selecting the command source P0700 / selecting the setpoint source P1000

The following parameters can be used to quickly interconnect setpoint's and control signals:

- P0700 "Selection of command source"
- P1000 "Selection of setpoint source"

These parameters are used to define via which interface the drive inverter receives the setpoint or the power-on/power-off command. The interfaces, listed in Table

3-2 can be selected for the command source P0700.

Parameter values Significance / command source

0 Factory default

1 BOP (operator panel, refer to Section 3.2.1)

2 Terminal strip

4 USS on BOP link

5 USS on COM link

6 CB on COM link

The following internal or external sources / interfaces can be selected for the frequency setpoint source P1000. In addition to the main setpoint (1st position), a supplementary setpoint (2nd position) can be selected (refer to Table 3-3).

#### B.1.2.2 Selection of command/frequency setpoint P0719

Parameter P0719 represents a combination of the functionalities of the two parameters P0700 and P1000. Here, it is possible to changeover the CommandSource as well as also the frequency setpoint source via a parameter change.

Contrary to P0700 and P1000, for parameter P0719, the subordinate (lower-level) BICO parameters are not changed. This characteristic/feature is especially used by PC tools in order to briefly retrieve the control authority for the drive without having to change the existing BICO parameterization. Parameter P0719 "Selection of command/frequency setpoint" comprises the command source (Cmd) and the frequency setpoint (setpoint).

Significance

Parameter values

Command source Setpoint source (frequency source)

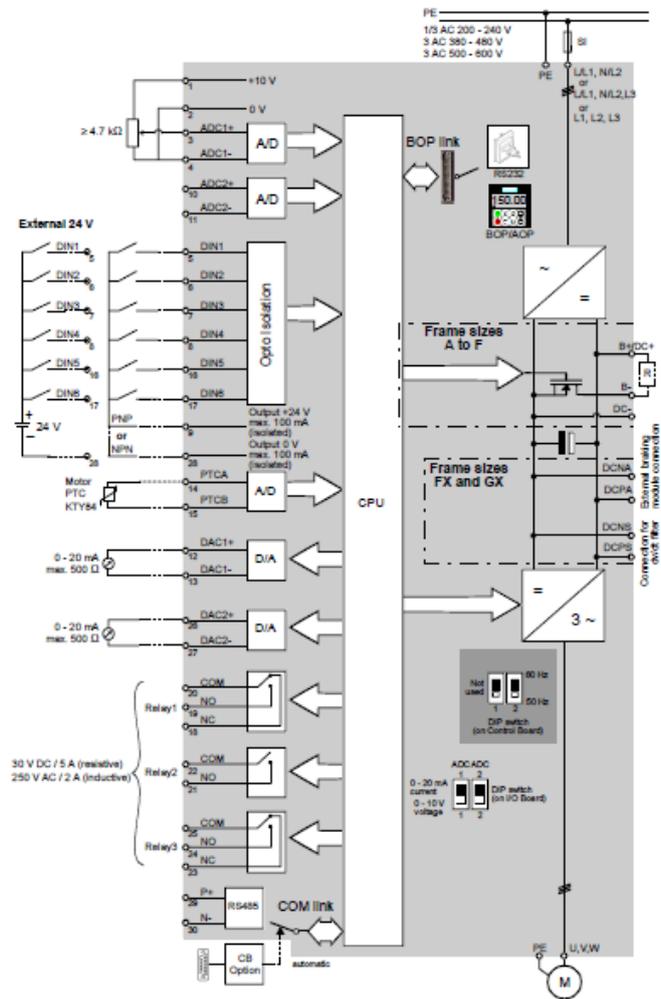
0 Cmd=BICO parameter Setpoint = BICO parameter

- 1 Cmd=BICO parameter Setpoint = MOP setpoint
- 2 Cmd=BICO parameter Setpoint = Analog
- 3 Cmd=BICO parameter Setpoint = Fixed frequency
- 4 Cmd=BICO parameter Setpoint = USS BOP link
- 5 Cmd=BICO parameter Setpoint = USS COM link
- 6 Cmd=BICO parameter Setpoint = CB COM link
- 10 Cmd=BOP Setpoint = BICO Param
- 11 Cmd=BOP Setpoint = MOP setpoint
- 12 Cmd=BOP Setpoint = Analog
- .. . . .
- .. . . .
- 64 Cmd=CB COM link Setpoint = USS BOP link
- 66 Cmd=CB COM link Setpoint = USS COM link

NOTE

- □ The complete list of all of the possible settings can be taken from the parameter list (refer to the parameter list, P0719).
- □ Contrary to parameter P0700 and P1000, subordinate BICO parameters are not changed for parameter P0719. This characteristic/feature can be used during service if the control authority must be briefly and quickly re-assigned (e.g. selecting and executing the motor data identification routine using a PC-based

### B.3 Block diagram



Anexo C

Normas de control de calidad

"El Proveedor" por este medio garantiza y da las garantías de que todos nuestros productos en cualquier envío actualmente en tránsito o en un futuro entregados:

- Son seguros para ser consumidos como alimentos y, no son adulterados o mal etiquetados en el sentido de que los Federales de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos o cualquiera, sea estatal, municipal o federal, es un artículo que no pueden, bajo la Sección 404 y 405 de dicho acto introducir en comercio interestatal.
- Cumple con todos los requisitos de la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, incluyendo, sin limitación, la Ley de Modernización de Seguridad Alimentaria y su normativa de desarrollo.
- Fue fabricado de acuerdo con las Buenas Prácticas de Manufactura, en cumplimiento con FDA 21 CFR, se envasan en condiciones sanitarias y no son una fuente de biológica, química y física de contaminación.
- Cumplir con las regulaciones gubernamentales del país usuario, normas de calidad (esquema de calidad). Incluyendo, sin limitación, cualquier especificación aplicable
- Cumplir con todos los requisitos como se indica en la hoja de especificaciones del cliente, cumplir con las normas de calidad de los clientes y cumplir con los estándares del cliente para confirmar su autenticidad.
- Son libres de aditivos, incluyendo pero no limitado a, artificial y / o natural colores, sabores y acidulantes, a menos que se indique específicamente.
- No contiene ningún tipo alérgenos no declarados.

- Libre de químicos, biológicos y otros contaminantes y cumplir con la FDA y de la FAO / OMS sobre Normas Alimentarias y / o reglamentos del país del el usuario, los que son más estrictos, por la traza metales y residuos de plaguicidas.
- Son libres de todos los microorganismos de importancia para la salud pública.
- Se han empaquetado debidamente para evitar y prevenir la adulteración y la contaminación, estando en conformidad con los reglamentos federales, estatales, y las leyes locales y las buenas prácticas comerciales aceptables para el país del usuario.
- Todas las etiquetas adheridas al paquete describen correctamente el contenido como lo requiere la ley y de acuerdo con la instrucción del comprador.

Anexo D

TABLA DE ENTRADAS, SALIDAS Y MARCAS DEL PLC

Descripción de las salidas:

1V3	A	0.0	BOOL	1V3 Sujetador de Funda
1V4	A	0.1	BOOL	1V4 Agarre de Boquilla
1V5	A	0.2	BOOL	1V5 Cap Remmover
1V6	A	0.3	BOOL	1V6 Cap Remover Rotation
1V7	A	0.4	BOOL	1V7 Cap Remover Up/down
1V8	A	0.5	BOOL	1V8 Cap Remover Extra Stroke
1V9	A	0.6	BOOL	1V9 Filling Valve Up/down
1V0	A	0.7	BOOL	1V0 Filling Valve
2V5	A	1.0	BOOL	2V5 Filling Valve Shaft Steam
2V6	A	1.1	BOOL	2V6 Filling Valve- Head Chamber
2V7	A	1.2	BOOL	2V7 Recycle Valves
2V8	A	1.3	BOOL	2V8 Sterelization Valves
2V9	A	1.4	BOOL	2V9 Washig Valves
3V3	A	1.5	BOOL	3V3 Shutler
6V0	A	1.6	BOOL	Válvula Principal
4V2	A	1.7	BOOL	Reserva
V101	A	2.0	BOOL	Válvula de Reproceso del Pasteurizador al Tanque o reproceso al CIP
V103	A	2.2	BOOL	Válvula para ingreso a Duchas / Desecho o ingreso al Tanque
V104	A	2.3	BOOL	Válvula para habilitar duchas
V105	A	2.4	BOOL	Válvula para ingreso de Agua
V106	A	2.5	BOOL	Electroválvula para Habilitar la válvula porcentual
B2-CIP	A	2.6	BOOL	Bomba 2 CIP Interno del Aséptico ON 1- OFF 0
5SK1	A	3.0	BOOL	Contactador Cabezal Arriba
5SK3	A	3.1	BOOL	Contactador Cabezal Abajo
B3-CIP	A	3.2	BOOL	Bomba 3 CIP Extractora ON 1- OFF 0

Descripción de las enntradas:

0S3	E	0.0	BOOL	1Y3 Sujetador de Funda - Pinzas Cerradas
0S4	E	0.1	BOOL	1Y4 Spout Clamps - Boquilla agarrada 1Y5 Cap Remmover - Vástago afuera
0S5	E	0.2	BOOL	(momentaneamente c8)

0S6	E	0.3	BOOL	1Y6 Cap Remover Rotation - Vástago Afuera
0S7	E	0.4	BOOL	1Y6 Cap Remover Rotation - Vástago Adentro
0S8	E	0.5	BOOL	1Y7 Vástago Adentro - Abierto (C9-1V0)
0S9	E	0.6	BOOL	1Y7 Vástago Afuera - Cerrado (C9-1V0) 1Y8 Cap Remover Extra Stroke - Vástago
0S10	E	0.7	BOOL	Afuera
1S2	E	1.0	BOOL	Cap Pressence Signal - Tapa removida
1S3	E	1.1	BOOL	1Y9 Filling Valve Up/down - Vástago Up
1S4	E	1.2	BOOL	1Y9 Filling Valve Up/down - Vástago Down
1S5	E	1.3	BOOL	1Y10 Filling Valve Closed (Abajo C8-1V9)
1S6	E	1.4	BOOL	1Y10 Filling Valve Open
2S3	E	1.5	BOOL	Condensation Level
2S4	E	1.6	BOOL	Air Pressure switch
2S5	E	1.7	BOOL	Washing Valve Open
2S6	E	2.0	BOOL	Washing Valve Closed
3S2	E	2.1	BOOL	Medio_Fin de carrera
3S3	E	2.2	BOOL	Bajo_Fin de carrera
3S4	E	2.3	BOOL	Alto_Fin de carrera
3S5	E	2.4	BOOL	Filling Head minimumSafety
3S6	E	2.5	BOOL	Filling Head maximum Safety
3S7	E	2.6	BOOL	Recycle valve in delivery / Ingreso al cabezal (2V9 / C1)
3S9	E	2.7	BOOL	Recycle valve in recycle / Ingreso al tanque (2V9 / C1)
4S0	E	3.0	BOOL	Reserva
4S1	E	3.1	BOOL	Reserva
4S2	E	3.2	BOOL	Reserva
4S3	E	3.3	BOOL	Reserva
4S4	E	3.4	BOOL	Reserva
4S5	E	3.5	BOOL	Reserva
B0	E	4.0	BOOL	
B1	E	4.1	BOOL	
B2	E	4.2	BOOL	
B3	E	4.3	BOOL	
B4	E	4.4	BOOL	
B5	E	4.5	BOOL	
B6	E	4.6	BOOL	
B7	E	4.7	BOOL	LISTAR EQUIPO
B8	E	5.0	BOOL	LLENAR PRODUCTO
B9	E	5.1	BOOL	
0B1	E	5.2	BOOL	
0B2	E	5.3	BOOL	Selector Manual () / Automático ()
0B3	E	5.4	BOOL	Botón Subir Cabezal / Elevador (1)
0B4	E	5.5	BOOL	Botón Bajar Cabezal / Elevador (1)
0B5	E	5.6	BOOL	Botón para TARAR la balanza
0B6	E	5.7	BOOL	
5S0	E	10.0	BOOL	Sensor de presión del sistema - NC - 1 no ahí aire 0 sistema ok

5S1	E	10.1	BOOL	AVERIGUAR
5S2	E	10.2	BOOL	Selector M/A Bomba 3 CIP - Extracción
5S3	E	10.3	BOOL	Reserva
5S4	E	10.4	BOOL	Reserva

#### VARIABLES TIPO MARCAS DE INTERACCIÓN PANEL

PN01	M	29.4	BOOL	Panel acciona 1v3
PN02	M	29.5	BOOL	Panel acciona 1v4
PN03	M	29.6	BOOL	Panel acciona 1v5
PN04	M	29.7	BOOL	Panel acciona 1v6
PN05	M	30.0	BOOL	Panel acciona 1v7
PN06	M	30.1	BOOL	Panel acciona 1v8
PN07	M	30.2	BOOL	Panel acciona 1v9
PN08	M	30.3	BOOL	Panel acciona 1v0
PN09	M	30.4	BOOL	Panel acciona 2v5
PN10	M	30.5	BOOL	Panel acciona 2v6
PN11	M	30.6	BOOL	Panel acciona 2v7
PN12	M	30.7	BOOL	Panel acciona 2v8
PN13	M	31.0	BOOL	Panel acciona 2v9
PN14	M	31.1	BOOL	Panel acciona 3v3
PN15	M	31.2	BOOL	Panel activa Bomba 2 CIP Interno Aséptico
PN16	M	31.3	BOOL	Acción manual por panel
PN17	M	31.4	BOOL	Llenar Concentrado
PN18	M	31.5	BOOL	Llenar Jugo
PN19	M	31.6	BOOL	HABILITAR_Lav_1
PN20	M	31.7	BOOL	Ejecuta el PASO 1 de LAVADO MANUAL
PN21	M	32.0	BOOL	Ejecuta el PASO 2 de LAVADO MANUAL
PN22	M	32.1	BOOL	Activación de Cambio de tiempos
PN23	M	32.2	BOOL	Ejecuta el PASO 3 de LAVADO MANUAL
PN24	M	32.3	BOOL	Sistema Aséptico
PN25	M	32.4	BOOL	Sistema Frio
PN26	M	32.5	BOOL	Ejecuta el PASO 4 de LAVADO MANUAL
PN27	M	32.6	BOOL	Ejecuta el PASO 5 de LAVADO MANUAL
PN28	M	32.7	BOOL	Ejecuta el ES. INT de LAVADO MANUAL
PN29	M	33.0	BOOL	HABILITAR_LLEANDO_FRIO
PN30	M	33.1	BOOL	ACT_LAVADOS_FRIO
PN31	M	33.2	BOOL	ACT_Esterilizacion_I
PN32	M	33.3	BOOL	ON/OFF_Esterilizacion_I
PN33	M	33.4	BOOL	HABILITAR_LAVADOS_ASEPTICOS
PN34	M	33.5	BOOL	HABILITAR_LLENADO_ASEPTICOS
PN35	M	33.6	BOOL	ACT_LAVADOS_ASEPTICOS
PN36	M	33.7	BOOL	LAVADO_PASO 1
PN37	M	34.0	BOOL	LAVADO_PASO 2
PN38	M	34.1	BOOL	LAVADO_PASO 3
PN39	M	34.2	BOOL	LAVADO_PASO 4

PN40	M	34.3	BOOL	LAVADO_PASO 5
PN41	M	34.4	BOOL	HAB_INGR_TIM_ESTERILIZADO_INT
PN42	M	34.5	BOOL	HAB_INGR_TIM_ESTERILIZADO_EXT
PN43	M	34.6	BOOL	HAB_INGR_TIM_LAVADO_1
PN44	M	34.7	BOOL	HAB_INGR_TIM_LAVADO_2
PN45	M	35.0	BOOL	HAB_INGR_TIM_LAVADO_3
PN46	M	35.1	BOOL	HAB_INGR_TIM_ESTERILIZADO_FUNDA
PN47	M	35.2	BOOL	Ejecutar Lavado Automático
PN48	M	35.3	BOOL	Reserva
PN49	M	35.4	BOOL	Activación manual de la bomba principal de llenado
PN50	M	35.5	BOOL	HAB_PRODUCION_MUESTRA_MANUAL
PN51	M	35.6	BOOL	Reserva
PN52	M	35.7	BOOL	Reserva
PN53	M	36.0	BOOL	HAB_CONFIGURACIONES_MANUALES_ PRODUCCION_MUESTRA
PN54	M	36.1	BOOL	HAB_INGR_TIM_MUESTRA
PN55	M	36.2	BOOL	Panel acciona V101
PN56	M	36.3	BOOL	Panel acciona V102 Reproceso CIP
PN57	M	36.4	BOOL	Panel acciona V103
PN58	M	36.5	BOOL	Panel acciona V104
PN59	M	36.6	BOOL	Panel acciona V105
PN60	M	36.7	BOOL	Panel acciona V106

#### VARIABLES DB PARA INTERACTUAR CON EL PANEL

DATOS_PROCESO	STRUCT		
PROCESO	INT		0 1:Lavado#1; 2:Lavado#2; 3:Lavado#3; 4:Llenado;
PESO_SET	REAL	0.000000e+000	Peso del Producto a Llenar
PESO_ACTUAL	REAL	0.000000e+000	Peso Actual del Tanque en Kg
PRODUCTO_LLENAR	INT		0 1:Ninguno, 2:Jugo/Concentrad 20 Kg, 4:Jugo/Concentrado 200/250 Kg, 8:Muestra
LOTE	STRING[254]	''	Lote Actual de Producción
TOTALIZADOR	INT		0 Conteo de Envases llenados en el Lote
	INT		0 Tiempo transcurrido

TIEMPO\_LLENADO

desde el inicio del Lote

ETAPA                      WORD                      W#16#0                      Etapa del Proceso Actual  
para Animación

HISTERESIS                REAL                      0.000000e+000              Histéresis para el llenado  
de  
Fundas en Gramos +/-

END\_STRUCT

DATOS\_LAVADO             STRUCT

T\_LAVADO\_SET\_1            WORD                      W#16#0                      Tiempo seteado para  
ciclo de lavado 1

T\_LAVADO\_SET\_2            WORD                      W#16#0                      Tiempo seteado para  
ciclo de lavado 2

T\_LAVADO\_SET\_3            WORD                      W#16#0                      Tiempo seteado para  
ciclo de lavado 3

T\_LAVADO\_ACTUAL          S5TIME                    S5T#0MS                    Tiempo transcurrido para  
ciclo de lavado

END\_STRUCT

DATOS\_ESTERILIZACION    STRUCT

T\_ESTERILIZACION\_EXT     WORD                      W#16#0                      Tiempo de  
Esterilización  
Externa

T\_ESTERILIZACION\_INT     WORD                      W#16#0                      Tiempo de  
Esterilización  
Interna

PT\_ESTERILIZACION\_SET    REAL                      0.000000e+000              Temperatura  
de  
Esterilización  
Seteada HMI

PT\_ESTERILIZACION\_ACTUAL REAL                      0.000000e+000              Temperatura  
de  
Esterilización  
Actual

END\_STRUCT



PANTALLA_LAVADO_ASEPTICO	STRUCT		Pantalla que aparecerá para identificar el lavado actual
PANTALLA_A_DESPLEGARSE	INT	0	
	END_STRUCT		
MUESTRE_DE_TEMPORIZADORE	STRUCT		
TIM_LAVADO_1	WORD	W#16#0	
	END_STRUCT		
TEMPERATURA_DE_FUNDA	STRUCT		
T_Esterilizacio_Funda	WORD	W#16#0	Tiempo del ingreso del vapor a la funda después del llenado
	END_STRUCT		
CONSIGNA_DE_LA_BOMBA	STRUCT		
CONSIG_BOMBA_LAVADO	INT	0	Consigna de la Bomba del aséptico para el lavado
CONSIG_BOMBA_PRODUCCION	INT	0	Consigna de la Bomba del aséptico para la producción
	END_STRUCT		
DATOS_LAVADO_2	STRUCT		
T_LAVADO_SET_4	WORD	W#16#0	Tiempo seteado para ciclo de lavado 4
	END_STRUCT		
TIEMPO_LLENADO_MUES_ASEP	STRUCT		
T_LLENADO_MUESTRA	WORD	W#16#0	Tiempo de las muestras del llenado aséptico
	END_STRUCT		
STAT51	STRUCT		
STAT52	REAL	0.000000e+000	
	END_STRUCT		

Anexo E

PLANOS ELÉCTRICOS

Anexo F

PROGRAMACIÓN DEL PLC

Anexo G

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

Anexo H

DIAGRAMA DE P&ID