

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

I.T.Industrial: Electrónica Industrial

Ampliación del sistema de control de una planta
láctea

AUTOR: Leonardo Nogales Yáñez

DIRECTOR: Departamento de Ingeniería Eléctrica

TUTOR: Esteban Patricio Dominguez Gonzalez-Seco

Leganés, 19 de diciembre de 2012

ÍNDICE	
GLOSARIO.	7
RESUMEN DEL PROYECTO.	8
SUMMARY.	9
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	10
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	11
1.1. MOTIVACIÓN	11
1.2. OBJETIVOS	11
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	12
1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	12
1.4.1. ENVÍO DE 2ª ESTANDARIZACIÓN A VTIS	13
1.4.2. VTIS A TANQUES DE RECUPERACIÓN	13
1.4.3. ENVÍO DESDE RECUPERACIÓN A 2ª ESTANDARIZACIÓN	13
1.4.4. ENVÍO DESDE RECUPERACIÓN A DESECHO	13
1.4.5. CONTROL DE LOS TANQUES DE RECUPERACIÓN.	14
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	15
2. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	16
2.1. INTOUCH DE WONDERWARE	16
2.2. TIBCONTROL	17
2.3. STEP 7 DE SIEMENS	17
2.3.1. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	18
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE	19
3. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE	20
3.1. ELEMENTOS MECÁNICOS	20
3.1.1. TANQUES	20
3.1.2. VÁLVULAS AUTOMÁTICAS	21
3.1.3. VTIS® DE TETRA PAK	24
3.2. ELEMENTOS ELÉCTRICOS	25
3.2.1. BOMBAS ELÉCTRICAS	25
3.2.2. NIVELES DIGITALES	26
3.2.3. TRANSMISORES DE TEMPERATURA	27
3.2.4. TRANSMISORES DE PRESIÓN	28
3.2.5. CAUDALÍMETROS VOLÚMETRICOS	29
3.2.6. CÉLULAS DE CARGA	30
3.2.7. DETECTORES DE PRESENCIA	30
3.2.8. DETECTORES DE FLUJO	31
3.2.9. VARIADORES DE FRECUENCIA	32
3.2.10. PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)	33

3.2.10.1.	<i>FUENTE DE ALIMENTACIÓN</i>	34
3.2.10.2.	<i>CPU</i>	34
3.2.10.3.	<i>MEMORIA DEL PLC</i>	35
3.2.10.4.	<i>ENTRADAS Y SALIDAS</i>	36
3.3.	<i>BUSES DE COMUNICACIÓN</i>	37
3.3.1.	<i>PROFIBUS</i>	37
3.3.2.	<i>AS INTERFACE</i>	38
CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN		40
4.	DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN	41
4.1.	<i>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL</i>	42
4.2.	<i>CONTENIDO DEL DOCUMENTO</i>	43
4.2.1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	43
4.2.2.	<i>VISIÓN GENERAL</i>	43
4.2.3.	<i>PROGRAMAS QUE INTERVIENEN</i>	45
4.3.	<i>PROGRAMAS DEL AREA 31 DE 2ª ESTANDARIZACIÓN</i>	46
4.3.1.	<i>TANQUES DE 2ª ESTANDARIZACIÓN A VTIS</i>	46
4.3.1.1.	<i>PASOS</i>	46
4.3.1.2.	<i>DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS.</i>	46
4.3.1.3.	<i>FLUJOGRAMA DEL PROGRAMA</i>	49
4.3.1.4.	<i>PARÁMETROS DE PROGRAMA</i>	50
4.3.1.5.	<i>INFORMACIONES DEL PROGRAMA</i>	51
4.3.1.6.	<i>SEÑALES DE COMUNICACIÓN</i>	52
4.3.2.	<i>VTIS A TANQUES DE RECUPERACIÓN</i>	54
4.3.2.1.	<i>PASOS.</i>	54
4.3.2.2.	<i>DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS.</i>	54
4.3.2.3.	<i>FLUJOGRAMA DEL PROGRAMA</i>	56
4.3.2.4.	<i>PARÁMETROS DE PROGRAMA</i>	56
4.3.3.	<i>TANQUES DE RECUPERACIÓN A 2ª ESTANDARIZACIÓN</i>	57
4.3.3.1.	<i>PASOS.</i>	57
4.3.3.2.	<i>DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS.</i>	57
4.3.3.3.	<i>FLUJOGRAMA DEL PROGRAMA</i>	59
4.3.3.4.	<i>PARÁMETROS DE PROGRAMA</i>	59
4.3.4.	<i>TQ. RECUPERACIÓN A DESECHO</i>	60
4.3.4.1.	<i>PASOS.</i>	60
4.3.4.2.	<i>DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS.</i>	60
4.3.4.3.	<i>FLUJOGRAMA DEL PROGRAMA.</i>	61
4.3.4.4.	<i>PARÁMETROS DE PROGRAMA</i>	61
4.3.4.5.	<i>SEÑALES DE COMUNICACIÓN CON TANQUES DE DESECHO</i>	61
4.3.5.	<i>LIMPIEZA DE LÍNEA ENVÍO A VTIS Y ZONA DE RECUPERACIÓN</i>	62
4.3.6.	<i>LIMPIEZA TANQUES DE RECUPERACIÓN Y NUEVOS DE 2ª ESTANDARIZACIÓN</i>	62

<i>CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DEL SCADA</i>	63
5. DESCRIPCIÓN DEL SCADA	64
5.1. <i>SOFTWARE DE CONTROL</i>	64
5.1.1. <i>DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SCADA</i>	65
5.1.1.1. <i>TANQUES</i>	65
5.1.1.2. <i>VÁLVULAS Y MOTORES</i>	70
5.2. <i>DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS</i>	73
5.2.1. <i>TANQUES DE 1ª ESTANDARIZACIÓN</i>	73
5.2.2. <i>TANQUES DE 2ª ESTANDARIZACIÓN</i>	74
5.2.3. <i>TANQUES DE 2ª ESTANDARIZACIÓN B</i>	75
5.2.4. <i>TANQUES DE RECUPERACIÓN Y DE DESECHO</i>	76
<i>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</i>	77
PASO 6. CONCLUSIONES	78
6.1. <i>CONCLUSIONES</i>	78
<i>CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS</i>	79
PASO 7. BIBLIOGRAFÍA	80
7.1. <i>DOCUMENTACIÓN STEP 7</i>	80
7.2. <i>DOCUMENTACIÓN EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN</i>	80
7.3. <i>REFERENCIAS A EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN</i>	81

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Sinóptico de la instalación	12
Imagen 2. Pantalla de TIBCONTROL	17
Imagen 3. Administrador SIMATIC Step 7	18
Imagen 4. Tanques de la instalación.....	20
Imagen 5. Partes de una válvula automática.....	21
Imagen 6. Cabezal de válvula automática Tuchenhagen.....	22
Imagen 7. Diferentes tipos de housings.....	23
Imagen 8. Tipos de válvulas automáticas Tuchenhagen	23
Imagen 9. Tetra Therm Aseptic VTIS 10.	24
Imagen 10. Bomba Centrífuga Tuchenhagen VARIFLOW	25
Imagen 11. Detector de nivel LIQUIPHANT M de Endress+Hauser	26
Imagen 12. Transmisores de Temperatura Endress+Hauser	27
Imagen 13. Transmisor de Presión Endress+Hauser	28
Imagen 14. Caudalímetro volumétrico Promag 50 de Endress+Hauser.....	29
Imagen 15. Esquema de célula de carga NOBEL	30
Imagen 16. Detector de presencia en boca de hombre	30
Imagen 17. Detector de flujo IFM	31
Imagen 18. Variador de frecuencia MICROMASTER 420 de Siemens.....	32
Imagen 19. PLC S7 400 de Siemens	33
Imagen 20. Esquema de la estructura de un PLC	33
Imagen 21. Elementos y composición del tiempo de ciclo	34
Imagen 22. Áreas de memoria de las CPUs S7-400.....	35
Imagen 23. Módulo ET200S de Siemens S7	36
Imagen 24. Ejemplo de red Profibus.	37
Imagen 25. Ejemplo de red AS interface.....	39
Imagen 26. Niveles del sistema de control	44
Imagen 27. Representación de un tanque en el SCADA.....	65
Imagen 28. Resumen de los estados de un tanque.....	69
Imagen 29. Representación de una válvula en el SCADA	70
Imagen 30. Pantalla de los tanques de 1ª Estandarización	73
Imagen 31. Pantalla de los tanques de 2ª Estandarización	74
Imagen 32. Pantalla de los tanques de 2ª Estandarización B.....	75
Imagen 33. Pantalla de los tanques de Recuperación y Desecho	76

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Flujograma 1. Envío de 2ª Estandarización a VTIS	49
Flujograma 2. VTIS a tanques de Recuperación	56
Flujograma 3. Envío de tanques de Recuperación a 2ª Estandarización	59
Flujograma 4. Envío de tanques de Recuperación a Desecho	61

Glosario.

A continuación se muestran todas las definiciones y siglas que pudieran resultar no conocidas para el lector del proyecto:

Término	Definición
SCADA	Supervisory Control And Data Adquisition
PLC	Programmable Logic Controller
HMI	Human – Machine Interface
CIP	Cleaning In Place
Profibus	Bus de comunicaciones de aplicación en la industria
AS-inteface	Bus eléctrico de comunicaciones
VTIS	Envasadora de Tetra Pak
SQL	Lenguaje para Base de datos (Structured Query Language)

Resumen del proyecto.

El proyecto trata sobre la ampliación de una planta de procesos lácteos desde el punto de vista automático, tanto a nivel de software como de hardware.

Esta ampliación consiste en la creación de nuevas áreas, así como la modificación de algunas áreas existentes, intentando afectar lo menos posible al funcionamiento normal de la fábrica.

Para ello, se debe tener en cuenta la programación y funcionalidades existentes en la planta y aplicar los mismos estándares para la parte nueva. Todo el sistema que se incluya deberá integrarse en el sistema de control existente, tanto a nivel PLC, mediante la programación, como a nivel operador, mediante la modificación de las pantallas de los SCADAs. Todo esto será para controlar en tiempo real todos los procesos que resulten afectados por la ampliación, mediante la automatización de los distintos elementos que compondrán las nuevas áreas, tales como válvulas automáticas, sensores analógicos, niveles digitales,...

Summary.

The project is about the development of the one dairy factory from of the point of view of the automation, in the software and hardware levels.

This enlargement consists in the creation of new areas and the modification of some existing areas, trying to disturb as less as possible to the normal function of the factory.

For this, it must take into account the existing code and functions in the plant and to apply them the same standards for the new part. All the devices that are include, they have to be added in the system control, PLC level, trough the programming code, so operator level through the modify of the HMI screens. Those changes will be for to control in real time all processes that are affected by enlargement through the automation of the different devices that make up the new areas, such as automatic valves, pumps, analog devices, digital devices...

CAPÍTULO 1:
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Motivación

Debido a la creciente demanda de los diversos productos fabricados en la planta, y ante la imposibilidad de un aumento de producción con la actual instalación, la única vía para incrementar esta producción es ampliando parte de las distintas Áreas en la que se divide la planta e incorporando nuevas áreas dentro de la instalación.

Todas las ampliaciones o incorporaciones de las distintas áreas deben ser realizadas con las mínimas interferencias en la producción, así como su correspondiente automatización y control, para evitar la parada de la planta con el consiguiente perjuicio económico que conllevaría.

Asimismo, toda ampliación que se realice debe ser totalmente compatible y con un funcionamiento análogo a la instalación existente, por lo que debe basarse en los mismos principios y prioridades.

También hay que tener en cuenta que al ser una fábrica de productos alimentarios debe primar por encima del resto de valores la higiene y la calidad, asegurando siempre que el producto elaborado cumpla con los requisitos exigidos por el cliente.

1.2. Objetivos

Tomando como punto de partida el sistema de control existente, el objetivo del presente proyecto es la ampliación de una fábrica de productos alimenticios ubicada en España, por lo que cualquier nuevo proceso ó cambio en alguno de los antiguos deberá regirse por los mismos estándares existentes.

Esta ampliación se debe, en parte, al aumento de las instalaciones en algunos procesos de la fábrica, como puede ser la ampliación en el Área de 2ª Estandarización con tres tanques nuevos, la incorporación de una nueva línea de envío a la ultrafiltración del producto y de una nueva Área de Recuperación.

Para la realización de esta ampliación se empleará el sistema existente en la planta, que trata de un control sobre la fábrica basado principalmente en un PLC de la serie 400 de Siemens, un Servidor maestro con la base de datos de toda la planta y controlado mediante varios PCs, servidores y clientes, repartidos por la instalación y provistos del SCADA Intouch de Wonderware.

Con este sistema de control deberemos ser capaces de generar todos los datos necesarios para el correcto funcionamiento de la planta, como puede ser la generación de alarmas, el cálculo del producto producido, los tiempos de producción,... Todo esto teniendo en cuenta que el control final sobre la producción será llevado a cabo por operarios y personal de mantenimiento, por lo que debe tener una funcionalidad clara, sin ambigüedades y sencilla.

1.3. Descripción de la instalación.

La instalación afectada se divide en tres zonas claramente diferenciadas que son la zona de almacenamiento o descarga, la zona de VTIS y la zona de recuperación.

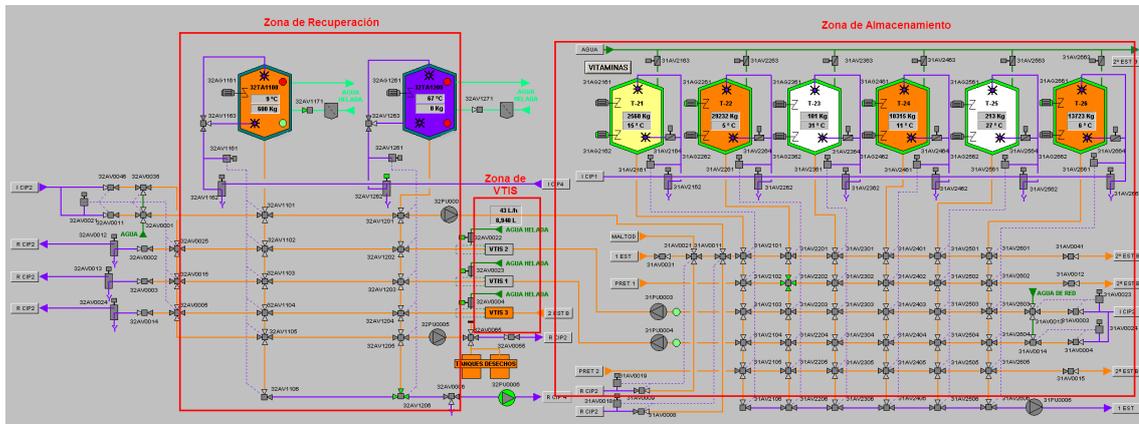


Imagen 1. Sinóptico de la instalación

En la Imagen 1 podemos ver esquemáticamente la disposición de las zonas y los diferentes elementos que las componen.

- *La zona de almacenamiento ó descarga del sistema.*

Esta es la primera zona de nuestro proceso y está formada por un total de 9 tanques, llenados regularmente con producto desde otros tanques o procesos. Está compuesta por dos subáreas, denominadas Área de 2ª Estandarización, compuesta por 6 tanques, y Área de 2ª Estandarización B, compuesta por 3 tanques.

- *La zona de VTIS*

Esta zona está formada por tres VTIS de Tetra Pak, que se encargarán de la pasteurización y envasado del producto. Esta área estará controlada por Tetra Pak, por lo que con esta zona sólo tendremos una comunicación bidireccional para realizar los envíos y recepciones de producto de forma satisfactoria.

- *La zona de recuperación.*

Formada por dos tanques de recuperación y otros dos tanques de desecho y un conjunto de válvulas que permitan el almacenamiento del producto sobrante del proceso realizado en las VTIS de Tetra Pak. El conjunto de válvulas también debe permitir el envío de producto recuperado a otras zonas de la planta para su posterior reutilización.

1.4. Descripción del proceso.

Las necesidades del cliente es la de maximizar el rendimiento de la planta, con lo que el hecho de automatizarla y de dotar al sistema de elementos flexibles de control permita adaptar la producción al proceso reduciendo costes y facilitando el trabajo de los operarios de la planta.

Los requerimientos básicos los debe establecer el cliente mediante el jefe de producción, ya que será él o algún operario suficientemente cualificado el que llevará a cabo la producción de forma manual o automática una vez esté finalizada la puesta en marcha.

En función de la instalación diseñada y de lo requerido por el cliente, se establecerán los siguientes procesos:

1.4.1. Envío de 2ª Estandarización a VTIS

Es el proceso principal, encargado del envío del producto almacenado en los tanques de 2ª Estandarización y de 2ª Estandarización B hasta alguna de las tres VTIS.

Hay un programa de envío por cada VTIS, ya que el envío a cada una de las VTIS se realiza por distintas líneas y así poder trabajar de manera simultánea con varias VTIS. En cada programa habrá que seleccionar el tanque desde el cual se va a realizar el envío, y si bien no se puede enviar desde dos tanques a la vez a una misma VTIS, lo que si se podrá hacer es dejar la descarga de uno de los tanques en espera, para cuando termine el primer tanque de enviar producto, empiece el tanque en espera a trasvasar de forma automática.

Dado que las VTIS están controladas por Tetra Pak, se deberá establecer una comunicación para asegurar el correcto funcionamiento del proceso, y poder reaccionar de manera adecuada antes posibles fallos en cualquiera de las dos partes.

1.4.2. VTIS a Tanques de Recuperación

Se trata del proceso por el cual se recuperará parte del producto no envasado por las VTIS. En este proceso también deberá establecerse una comunicación con Tetra Pak, para saber que cantidad de producto enviado desde las VTIS es para su recuperación y cual es para enviar a drenaje.

1.4.3. Envío desde Recuperación a 2ª Estandarización

Mediante este proceso se podrá enviar el producto recuperado de las VTIS hasta los tanques de 2ª Estandarización para producciones posteriores, bien hacia las VTIS otra vez o hacia otros procesos de la planta.

1.4.4. Envío desde Recuperación a Desecho

Se trata del proceso por el cual se envía el producto almacenado en alguno de los tanques de Recuperación, y que no sirve para la producción, hasta los tanques de Desecho.

1.4.5. Control de los Tanques de Recuperación.

Es un proceso que estará permanentemente activado y por el cual se controlarán diversos parámetros de los tanques de Recuperación, como puede ser la temperatura del producto y la agitación del mismo. Hay un programa por cada tanque de Recuperación.

CAPÍTULO 2:
DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

2. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

Para la realización de este proyecto se han empleado diversas aplicaciones, tanto para la programación de los equipos como para la visualización en tiempo real de la fábrica, así como para el almacenamiento de alarmas.

2.1. Intouch de Wonderware

Wonderware® InTouch®; es un generador de aplicaciones HMI destinadas a la automatización industrial, control de procesos y supervisión. **Wonderware®**, compañía pionera en el uso del entorno Windows; ha evolucionado y actualizado su producto paralelamente a las nuevas tendencias y necesidades de los usuarios y del mercado, consiguiendo el liderazgo dentro de este sector.

Wonderware® nos ofrece mediante **InTouch®** la posibilidad de generar aplicaciones SCADA al más alto nivel, utilizando las herramientas de programación orientadas a objetos, para usuarios no informáticos.

Millares de aplicaciones creadas con **InTouch®** se encuentran en estos momentos en pleno uso y produciendo unos resultados inmejorables. Sus usuarios informan de una mejora muy significativa en su calidad y cantidad de producción y en una reducción de costes de proyecto y mantenimiento. Los módulos QI Analyst, Recetas o SQL, satisfacen las necesidades de información y control de las industrias. En otro aspecto, los usuarios de InTouch sienten una gran seguridad en el producto debido a la compatibilidad total entre sus diferentes versiones y módulos, asegurando plenamente sus inversiones de energía, tiempo y dinero.

Un paquete SCADA debe estar en disposición de ofrecer las siguientes prestaciones:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal en planta, que puedan ser volcados para su proceso en hojas de cálculo.
- Ejecución de programas que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómeta, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permita realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Con todas estas prestaciones, se pueden desarrollar aplicaciones para ordenadores (tipo PC, por ejemplo), con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a discos e impresoras,...

Además, todas estas acciones se llevan a cabo mediante un paquete de funciones que incluyen zonas de programación en un lenguaje de uso general (como C Pascal o Basic), lo cual confiere una potencia muy elevada y una gran versatilidad. Algunos SCADA ofrecen librerías de funciones para lenguajes de uso general, que permiten personalizar de manera muy amplia la aplicación que desee realizarse con dicho SCADA.

2.2. TIBCONTROL

Aplicación propia que se emplea para establecer la comunicación entre el PLC y la base de datos SQL. Esta aplicación almacena los datos necesarios para la correcta visualización del SCADA.

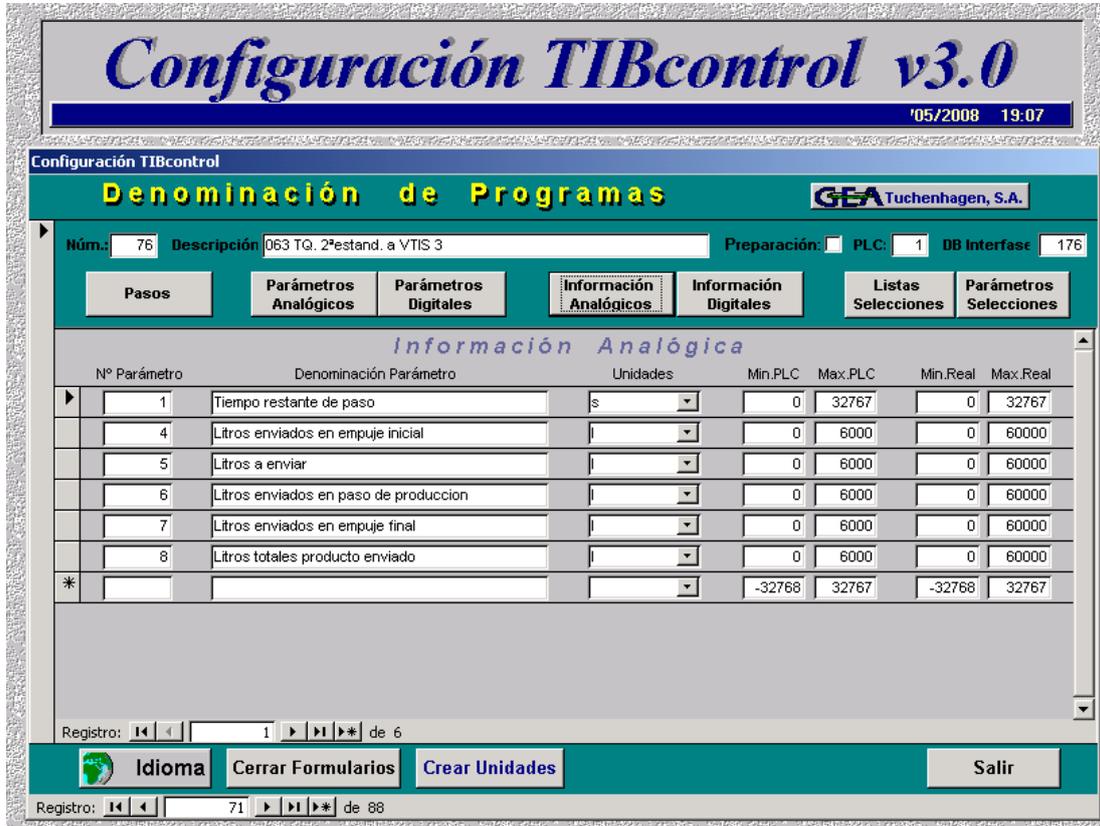


Imagen 2. Pantalla de TIBCONTROL

2.3. Step 7 de Siemens

Es el software estándar para configurar y programar los sistemas de automatización SIMATIC de Siemens. Permite la programación con diferentes lenguajes (AWL, KOP, SCL y FUP) que cumplen con la norma DIN EN 6.1131-3, y está adaptado a su funcionamiento gráfico y orientado a los objetos.

El software permite crear y gestionar proyectos y programas, así como la carga de los programas en sistemas de destino S7. También permite configurar y parametrizar el hardware y las comunicaciones, y comprobar el sistema automatizado y el diagnóstico de posibles fallos de programación y/o hardware.

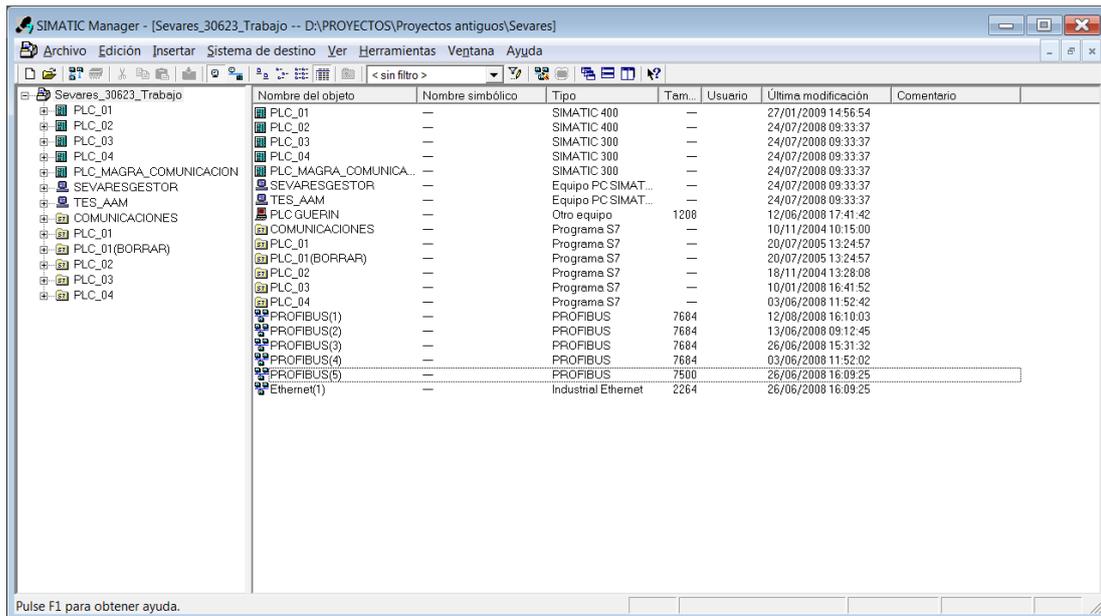


Imagen 3. Administrador SIMATIC Step 7

2.3.1. Lenguajes de Programación

Para los sistemas de automatización S7-300/400, los lenguajes de programación integrantes del software estándar son:

- KOP (contactos). Lenguaje gráfico
- AWL (instrucciones de bajo nivel). Lenguaje textual orientado a máquina, donde las instrucciones equivalen en gran medida al lenguaje de la CPU, aunque también contiene estructuras de lenguaje de alto nivel.
- FUP (diagramas). Lenguaje gráfico que emplea cuadros de algebra booleana para representar la lógica.
- SCL (instrucciones de alto nivel). Lenguaje textual orientado al programador.

CAPÍTULO 3:
DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

3. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

En este capítulo se describirán algunos de los elementos mecánicos y eléctricos que componen la instalación. Se trata de una descripción general.

3.1. Elementos Mecánicos

3.1.1. Tanques

En la instalación se puede encontrar tanques de distintas capacidades, que van desde los 8.000 l hasta los 60.000 l. Estos tanques están preparados específicamente para contener en su interior productos alimentarios, y soportar la limpieza a base de sosa y ácido. Todos los tanques tienen una forma parecida a los de la *Imagen 4*



Imagen 4. Tanques de la instalación

Cada tanque está provisto de una instrumentación para conocer en cada momento el estado del tanque y del producto que contiene, y de unos elementos específicos.

Esta instrumentación puede ser analógica (sensores de temperatura, presión, nivel...) o digital (niveles, detectores de presencia,...).

En cuanto a los elementos referidos anteriormente, puede ser puramente mecánicos (válvulas de anti vacío, bocas de hombre,...), o estar automatizados (agitadores).

3.1.2. Válvulas automáticas

En la instalación se emplean diversos tipos de válvulas, por lo que se explicará de manera general algunas de las válvulas presentes en la fábrica.

Una válvula automática está compuesta principalmente por el cabezal ó módulo de control, los housings y el asiento de la válvula.

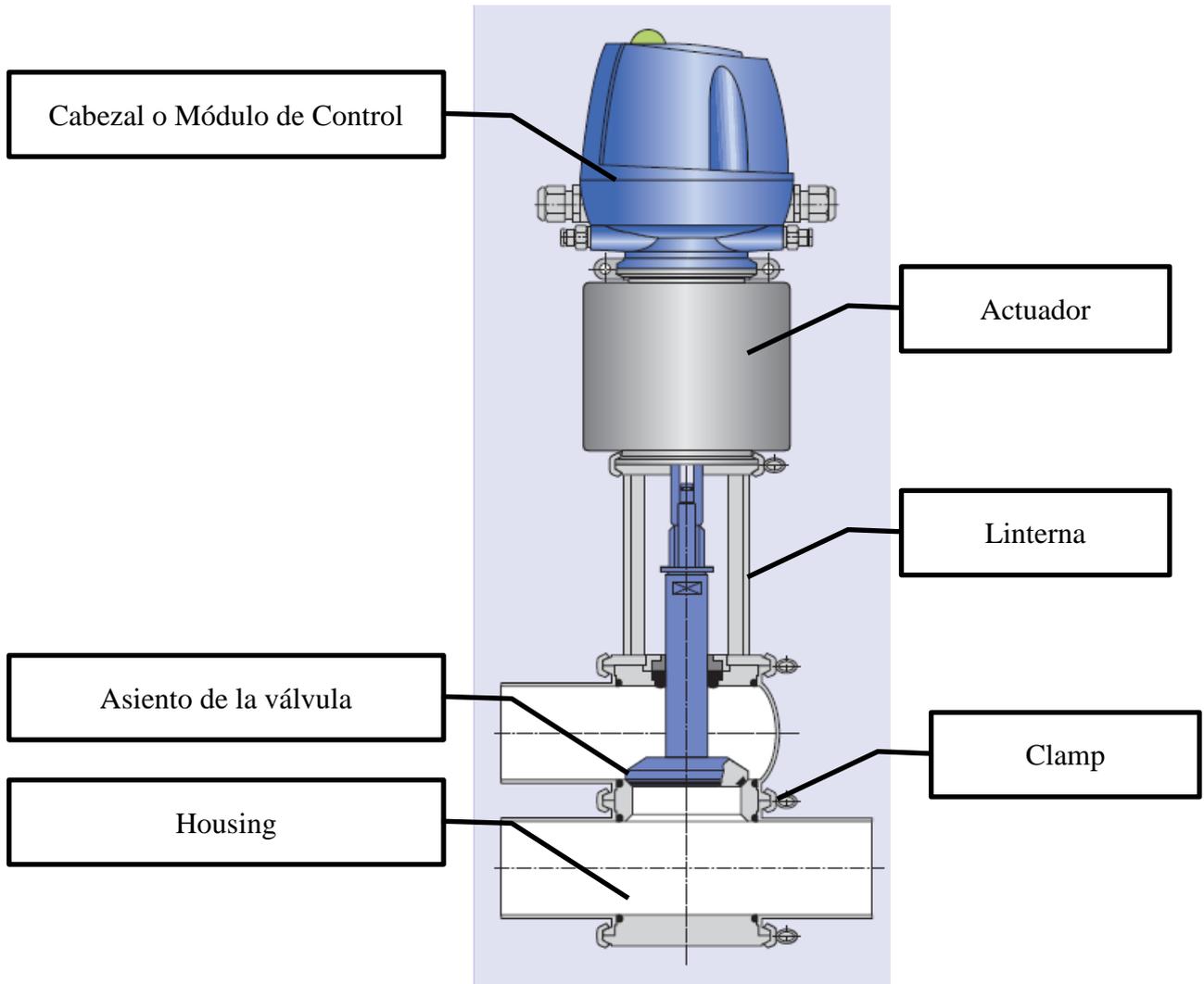


Imagen 5. Partes de una válvula automática

El cabezal contiene los elementos eléctricos para controlar la apertura y el cierre de la válvula, que son las electroválvulas, detectores de proximidad y un módulo de comunicación, generalmente ASi.



Imagen 6. Cabezal de válvula automática Tuchenhagen

Las electroválvulas permiten que el aire comprimido accione el vástago. Una válvula puede tener una o varias electroválvulas, dependiendo del tipo de válvula que se trate, si es de simple o de doble asiento, si tiene liftings,....

Los detectores de proximidad sirven para detectar el correcto posicionamiento del vástago y así saber si la válvula ha actuado correctamente.

Un módulo de comunicación, que puede ser a través de señales eléctricas directa ó mediante un bus industrial, como puede ser el bus AS-i. En el caso del bus AS-i, cada válvula tiene una tarjeta esclavo AS-i que se conecta a la red del PLC.

El actuador contiene el muelle mecánico que asegura que la válvula se mantenga cerrada resistiendo las presiones de la instalación. Suelen aguantar entre 5 y 8 bares absolutos. Además es el encargado de accionar la válvula en un sentido u otro, dependiendo de las activaciones en las electroválvulas.

La linterna es la carcasa que recubre el vástago parcialmente, para poder visualizar el estado y movimiento de la válvula desde el exterior de forma visual.

El asiento de la válvula esta compuesto por unos discos metálicos y unas juntas de goma que aseguran el cierre sin fugas del vástago contra el housing.

El housing sería la carcasa de la válvula, encargada de conectar la válvula con la tubería para la distribución del producto, asegurando el cierre sin fugas mediante unos clamps. Hay varios tipos de housings para un mismo tipo de válvula dependiendo de su función.

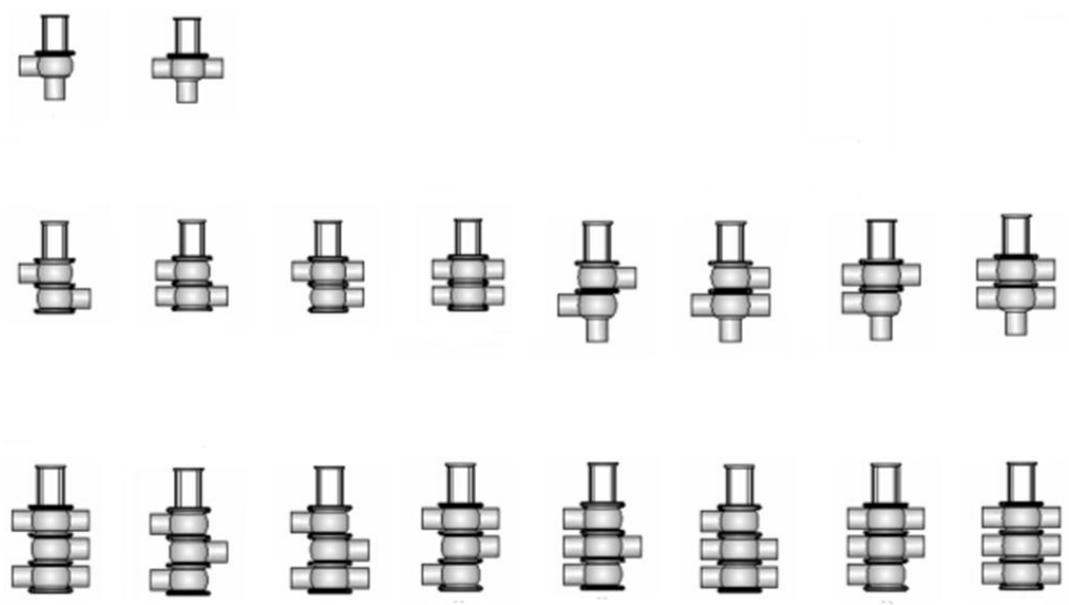


Imagen 7. Diferentes tipos de housings

Los diferentes tipos de válvulas, en función del tipo de movimiento del vástago, del tipo y número de asientos y del cabezal de la válvula, se muestran en la siguiente imagen.

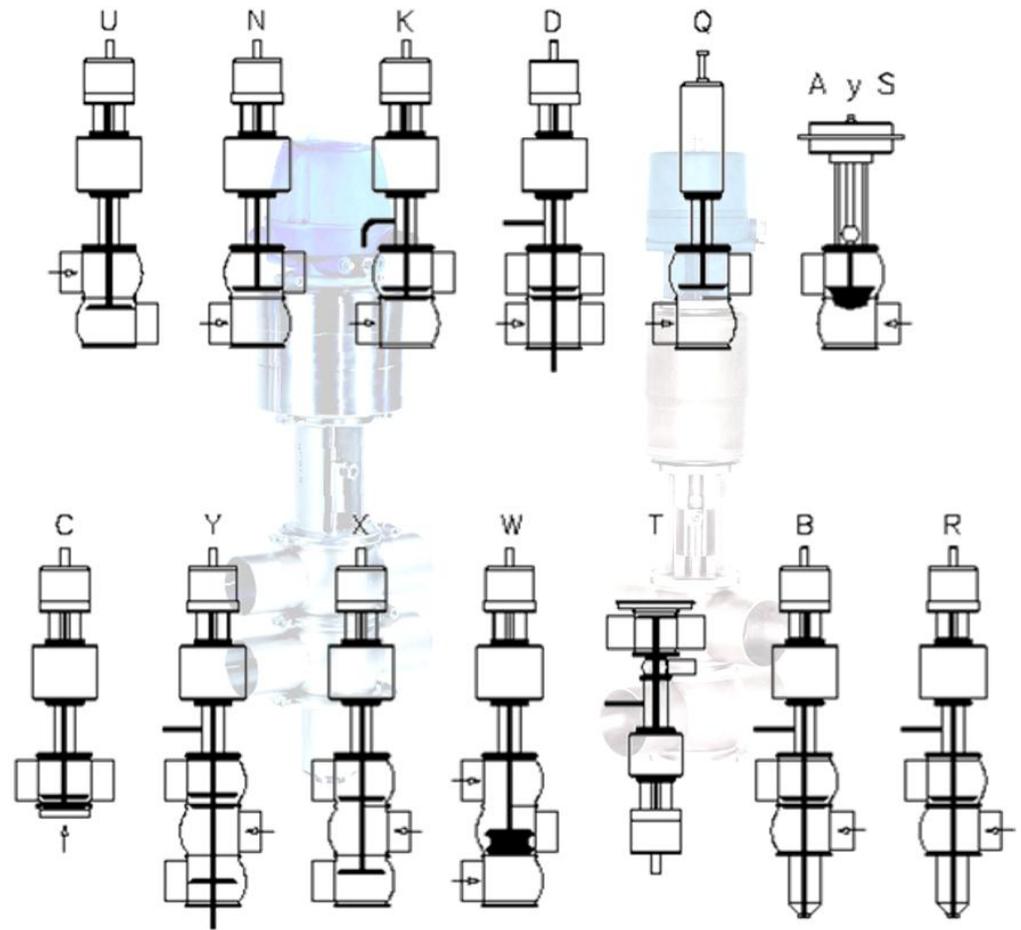


Imagen 8. Tipos de válvulas automáticas Tuchenhagen

3.1.3. VTIS® de Tetra Pak

Tetra Therm Aseptic VTIS ofrece el estado de la técnica de transformación continua, procedimientos asépticos para productos sensibles al calor tales como leche, leche enriquecida, crema, leche de soja, mezcla de helado, postres...

Tetra Therm Aseptic VTIS 10 combina la calidad superior del producto, bajos costos de operación y mantenimiento y tiempo de actividad largo para proporcionar una solución flexible y altamente competitiva que satisfaga la gran mayoría de las necesidades del cliente en un mercado en expansión.



Imagen 9. Tetra Therm Aseptic VTIS 10.

La unidad ofrece los siguientes beneficios:

- Calidad superior, al limitar el impacto del tratamiento de calor.
- La estabilidad del producto para la vida útil prolongada.
- La uniformidad a través de la operación continua bajo supervisión controlada.
- Rápida amortización a través de bajos costos de operación y tiempo de actividad de largo.
- Amplia gama de productos con diferentes viscosidades.

3.2. Elementos Eléctricos

3.2.1. Bombas eléctricas

Para el trasvase de producto entre tanques ó de un tanque a las VTIS es necesaria la presencia de bombas eléctricas, capaces de mover el producto a un caudal fijo ó a una presión determinada, dependiendo del uso que necesitemos.

Hay diversos tipos de bombas, dependiendo de su funcionamiento, pueden ser rotodinámicas ó volumétricas. En nuestro caso, se emplean bombas rotodinámicas, que deben su nombre al hecho que elevan el fluido por la acción de la fuerza centrífuga, impresa por un rotor accionado por un motor eléctrico. Las bombas rotodinámicas se clasifican en bombas centrífugas y autoaspirantes.

En el caso de las bombas autoaspirantes, al ponerlas en marcha por primera vez, es necesario llenarlas de fluido para quitarles el aire de su interior, lo que se denomina el cebado de la bomba.



Imagen 10. Bomba Centrífuga Tuchenhagen VARIFLOW

3.2.2. Niveles Digitales

Hay varios tipos distintos de niveles digitales, puede tratarse de detectores vibratorios, conductivos... En el caso que nos ocupa, se emplearán detectores vibratorios, cuyo funcionamiento se basa en una horquilla que vibra en su frecuencia de resonancia. Cuando el sensor se sumerge en el líquido, la frecuencia de resonancia varía, lo que activa un conmutador.

Este tipo de niveles se emplean normalmente como niveles máximos y mínimos de tanques y contenedores, aunque también se pueden emplear como detectores de presencia del producto en el interior de las tuberías.

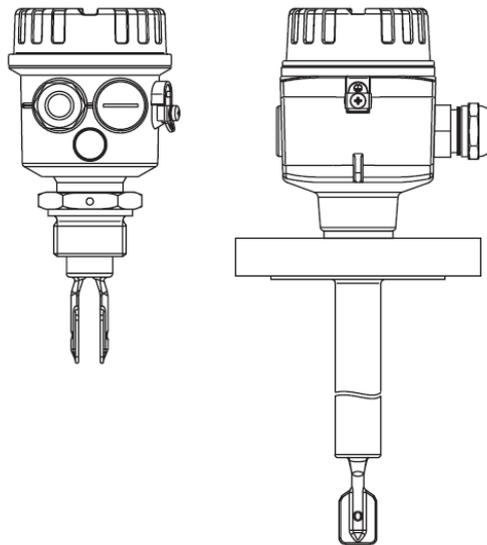


Imagen 11. Detector de nivel LIQUIPHANT M de Endress+Hauser

3.2.3. Transmisores de Temperatura

Debido a que se trabaja con producto destinado al consumo humano es muy importante conocer la T^a del producto cuando este almacenado en algún tanque o realizando algún proceso.

El funcionamiento de las sondas de temperatura se basa en que todos los materiales varían su resistencia eléctrica en función de su temperatura (a mayor T^a , mayor resistencia eléctrica). Las sondas más empleadas son las Pt-100, que constan de varias resistencias de platino, con la que se mide la temperatura (a 0 °C la resistencia del platino son 100 ohmios y a 100 °C son 138,5 ohmios).



Imagen 12. Transmisores de Temperatura Endress+Hauser

3.2.4. Transmisores de Presión

En la instalación se emplean los transmisores de presión tanto para conocer la presión en algún punto en concreto para controlar posibles sobrepresiones y/o fugas en las tuberías y también para conocer el nivel de carga de alguno de los tanques.

Pueden distinguirse sondas de presión en un punto y sondas diferenciales de presión. En ambos casos la presión, el fluido actúa sobre una membrana cerámica deformándola, lo que provoca un cambio proporcional en la capacidad del condensador. Unos electrodos miden esta ΔC , que se traduce en la presión de la línea.

Las aplicaciones más comunes para las sondas de presión son la medida de la presión en algún punto de una tubería ó la medida de su caudal, ó la medida del nivel de un tanque.



Imagen 13. Transmisor de Presión Endress+Hauser

3.2.5. Caudalímetros volumétricos

El caudalímetro volumétrico está basado en la ley de Faraday, el módulo primario (instalado en la línea) posee dos bobinas capaces de inducir una corriente en sentido transversal a la tubería. Dado que el fluido es conductivo y posee una determinada velocidad, la FEM inducida entre los dos electrodos dispuestos perpendicularmente a las bobinas será proporcional a la velocidad del mismo (diámetro y corriente inductora son constantes).

Se emplean para la medición del caudal, y el cálculo de litros que han pasado a través de la línea.

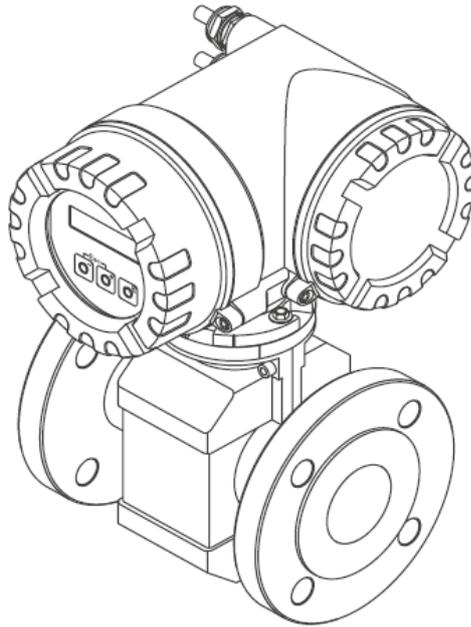


Imagen 14. Caudalímetro volumétrico Promag 50 de Endress+Hauser

3.2.6. Células de carga

Su principio de funcionamiento se basa en que el valor de la resistencia eléctrica de un conductor es función de sus características geométricas. Al aumentar la longitud, le corresponderá una disminución de sección. La variación de resistividad es proporcional a la variación de volumen. Para medir estos cambios se suele emplear el puente de Wheastone.

Se emplean para conocer en todo momento y con mayor exactitud que los transmisores de presión, el estado real del nivel de llenado de los tanques.

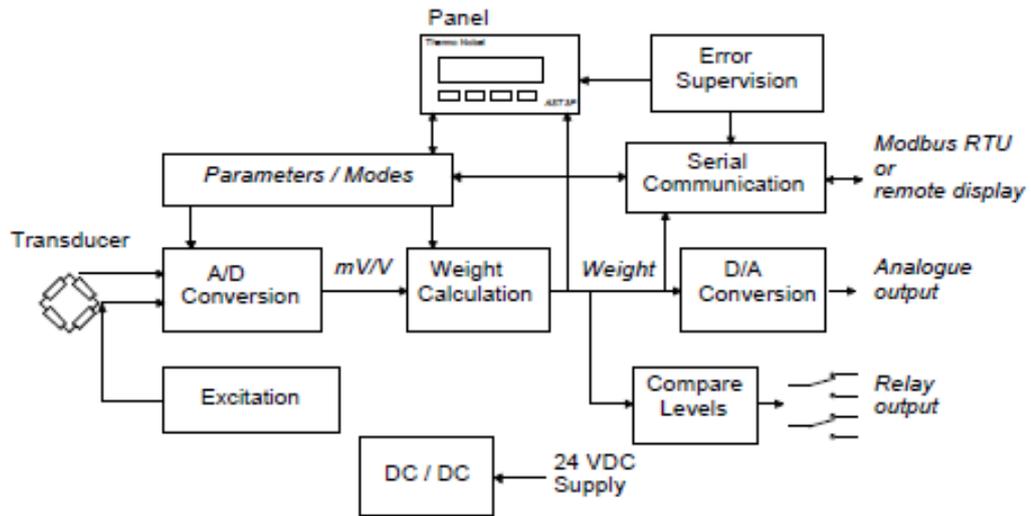


Imagen 15. Esquema de célula de carga NOBEL

3.2.7. Detectores de presencia

Se trata de detectores inductivos para la detección sin contacto de objetos metálicos.

Su principal uso es para conocer el estado de las bocas de hombre de los tanques, para confirmar el estado de las válvulas multivías o la correcta conexión de mangueras. Se emplean por tanto como medida de seguridad.



Imagen 16. Detector de presencia en boca de hombre

3.2.8. Detectores de flujo

El detector consta de dos sondas de temperatura y una resistencia calefactora. La sonda de temperatura t_1 mide la temperatura del fluido y la sonda de temperatura t_2 mide la temperatura de la resistencia calefactora. El sistema eléctrico del detector se encarga de que la temperatura de la resistencia calefactora sea ligeramente superior a la temperatura del fluido.

El calor de la resistencia calefactora se disipa mientras haya fluido. Si el flujo cesa, la temperatura de la resistencia calefactora sube, detectándose la no presencia de flujo.

Su principal uso es para la detección del paso de fluido por líneas de la instalación (como protección de bombas o como protección contra congelación o sobrecalentamiento en intercambiadores de calor).



Imagen 17. Detector de flujo IFM

3.2.9. Variadores de frecuencia

El motor de corriente alterna, a pesar de ser un motor robusto y de poco mantenimiento, tiene el inconveniente de ser un motor rígido en cuanto a su velocidad. La velocidad del motor asíncrono depende de su forma constructiva y de la frecuencia de alimentación.

El variador de frecuencia regula la frecuencia del voltaje aplicado al motor, logrando modificar su velocidad. Simultáneamente con el cambio de frecuencia, debe variarse el voltaje aplicado al motor para evitar la saturación del flujo magnético con una elevación de la corriente que dañaría el motor.

Se emplea principalmente en la regulación de los agitadores de los tanques y en las bombas de suministro de producto.



Imagen 18. Variador de frecuencia MICROMASTER 420 de Siemens

3.2.10. PLC (Programmable Logic Controller)

Un PLC o autómeta es un dispositivo electrónico programable por el usuario que se utiliza para controlar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales. Es el núcleo principal de nuestro sistema de control.



Imagen 19. PLC S7 400 de Siemens

Sus principales beneficios son:

- Menor cableado, reduce los costos y los tiempos de parada de planta.
- Reducción del espacio en los tableros.
- Mayor facilidad para el mantenimiento y puesta en servicio
- Flexibilidad de configuración y programación.

Un controlador lógico programable o PLC está compuesto por dos elementos básicos: la CPU, Central Processing Unit o Unidad Central de Procesamiento, y la interface de Entradas y Salidas, con la que se comunica con el entorno.

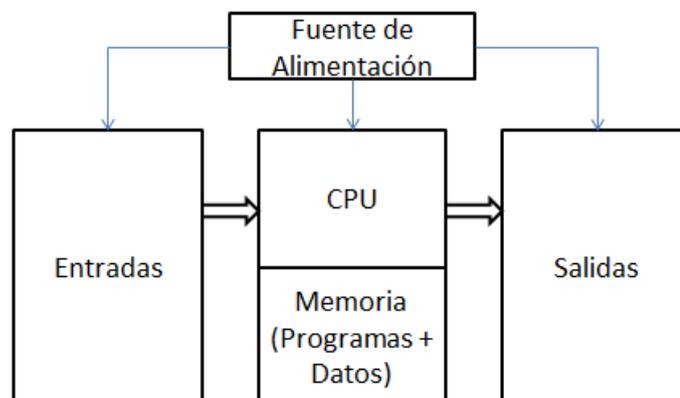


Imagen 20. Esquema de la estructura de un PLC

3.2.10.1. Fuente de alimentación

El módulo de la fuente de alimentación, en el caso del S7-400, consta con un compartimento con capacidad para 1 o 2 pilas tampón. Si falla la tensión de alimentación recibida a través de la red eléctrica, esta pila respalda el contenido de la memoria RAM en la CPU y los módulos parametrizables, de modo que permite rearrancar la CPU tras un fallo de alimentación con los parámetros almacenados.

3.2.10.2. CPU

La CPU es la encargada de leer la información en las entradas provenientes de diferentes dispositivos de medida (pulsadores, finales de carrera, sensores inductivos, medidores de presión, etc.), ejecutar los programas almacenados en la memoria y enviar los comandos a las salidas para los dispositivos de control (pilotos luminosos, contactores, válvulas, solenoides, etc.) de manera cíclica.

La ejecución cíclica de los programas sería de la siguiente manera:

- 1.- El sistema operativo inicia el tiempo de vigilancia del ciclo.
- 2.- La CPU emite los valores de la imagen del proceso de las salidas a los módulos de salida.
- 3.- La CPU lee el estado de las entradas en los módulos de entrada y actualiza la imagen de proceso de las entradas.
- 4.- La CPU procesa el programa de usuario en segmentos de tiempo y ejecuta las operaciones incluidas en el programa.
- 5.- Al final del ciclo, el sistema operativo realiza las tareas pendientes, como la carga y borrado de bloques.

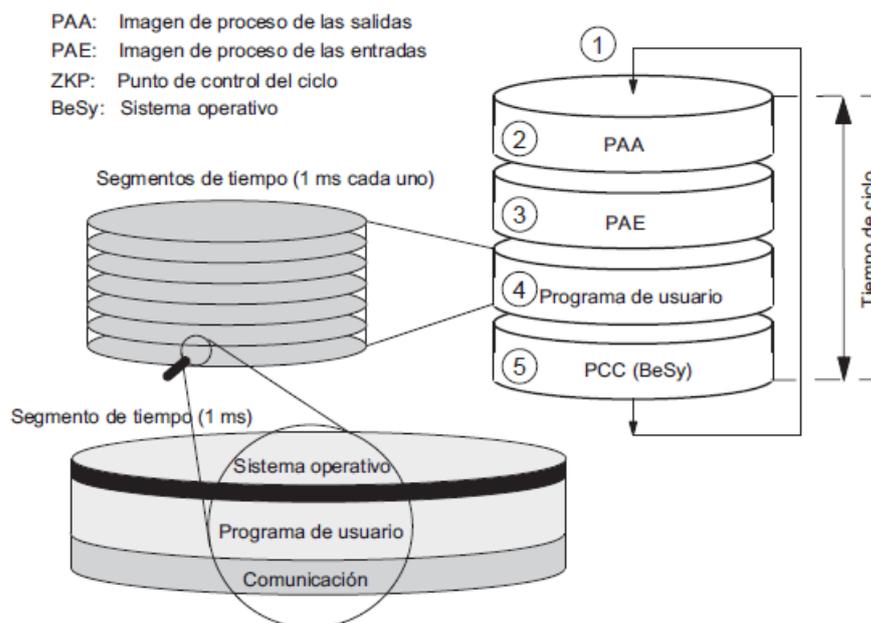


Imagen 21. Elementos y composición del tiempo de ciclo

Todas las CPU del S7-400 almacenan el programa y los datos por separado. Esta división de la memoria de trabajo proporciona en determinadas configuraciones un aumento del rendimiento del 100 %. Mientras que un procesador estándar accede a su memoria RAM dos veces como mínimo, el procesador especial del S7-400 accede simultáneamente a la memoria de código y a la memoria de datos en un solo ciclo. Para ello hay disponibles un bus de código y un bus de datos independientes. En consecuencia, esto se traduce en unas prestaciones que el usuario puede aprovechar inmediatamente.

3.2.10.3. Memoria del PLC

La memoria de las CPUs S7 puede distribuirse en las siguientes áreas:

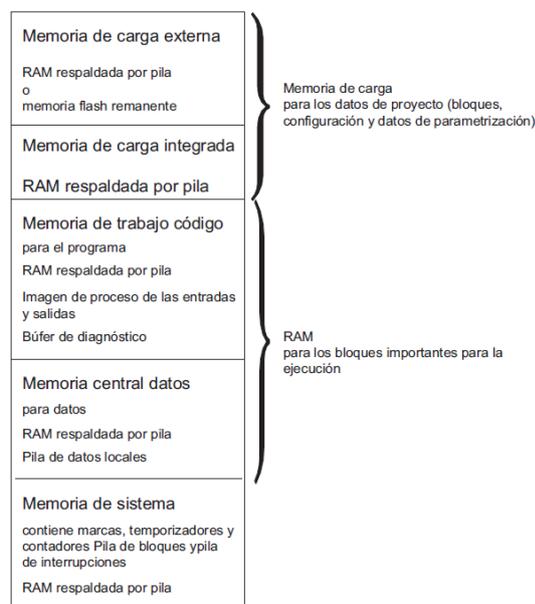


Imagen 22. Áreas de memoria de las CPUs S7-400

3.2.10.4. Entradas y salidas

El sistema de control utilizado es el llamado descentralizado, que consiste en trasladar las señales de entradas y salidas desde los armarios de campo a los armarios de control, donde está el PLC, mediante buses de campo Profibus DP para comunicar el estado de cada señal digital o analógica en todo momento.

La comunicación con la periferia descentralizada se hace mediante los módulos SIMATIC ET200S, que mediante diferentes tarjetas de entradas y salidas digitales y analógicas permiten integrar toda la instrumentación de campo en el sistema.



Imagen 23. Módulo ET200S de Siemens S7

3.3. Buses de comunicación

Dentro de la fábrica se emplearán distintos tipos de buses de comunicación. Estos son:

- Profibus
- AS-interface
-

3.3.1. Profibus

PROFIBUS es el estándar internacional abierto de comunicaciones para todas las áreas de aplicación en la industria y procesos de automatización. Esta tecnología fue introducida a principio de la década de los 90 y sigue desarrollándose en la actualidad.

Las tecnologías del Profibus DP y Profibus PA están estandarizadas internacionalmente EN 50170 y IEC 61158 y son adecuadas para la sustitución de señales digitales y analógicas en sistemas de control.

Profibus presenta unas características fundamentales:

- La velocidad de transmisión va desde los 9,6 Kbit/s hasta los 12Mbit/s.
- Tecnología de transmisión. Basada en RS-485, fibra óptica, MBP (Manchester Coding/Bus Powered) o MBP-IS.
- Dependiendo de la tecnología y velocidad de transmisión se puede alcanzar hasta 1200 metros de longitud del cable por segmento, ampliable hasta 10 km con repetidores, en el caso de RS-485 o hasta 150 kms en el caso de la fibra óptica.
- Se pueden conectar hasta 127 estaciones, que pueden ser maestros o esclavos.
- Puede soportar comunicación cíclica ó acíclica.
- La estructura más típica sería lineal, pero se puede conectar también en árbol, estrella o anillo.

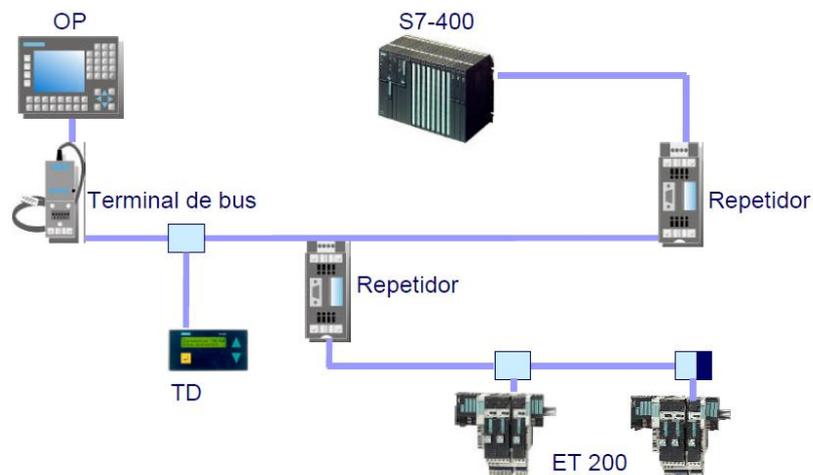


Imagen 24. Ejemplo de red Profibus.

3.3.2. AS interface

AS-Interface, denominado en forma abreviada AS-i, es el estándar internacional abierto EN 50 295. La mayoría de los fabricantes en el campo de actuadores y sensores soportan este tipo de comunicación. Las especificaciones eléctricas y mecánicas de este estándar se ofrecen de manera gratuita a las empresas fabricantes interesadas.

El AS-i es un sistema de enlace para el nivel más bajo de procesos en instalaciones de automatización. Este sistema sustituye a la desfasada “manguera de cables” por un único cable eléctrico, el cable AS-i. Por medio de este cable y de un maestro AS-i se acoplan actuadores y sensores a las unidades de control a través de módulos esclavos AS-i en el nivel de campo.

AS-i presenta unas características fundamentales:

- Es idóneo para la conexión de actuadores y sensores binarios. Mediante el cable AS-i que une los esclavos (sensores y actuadores) con el maestro, tienen lugar el intercambio de información como la alimentación eléctrica de los esclavos.
- Cableado sencillo, montaje fácil y gran flexibilidad gracias a su tipología árbol.
- Alta velocidad de comunicación, máximo 5 ms para el intercambio de datos cíclico entre maestro y hasta 31 esclavos conectados.
- Se pueden conectar hasta 124 actuadores y 124 sensores al cable AS-i. Ampliable hasta 186 actuadores y 248 sensores con un maestro extendido.

3.3.2.1. Componentes del sistema AS-interface

Los componentes necesarios para el correcto funcionamiento del sistema AS-interface son:

- Maestro AS-i. Al maestro estándar se le pueden conectar hasta 31 esclavos.
- Esclavo AS-i, hay que distinguir entre módulos AS-i y sensores/actuadores con conexión AS-i integrada.
- Cable AS-i. Cable bifilar no apantallado, transmite señales y alimentación.
- Fuente de alimentación AS-i. Suministra energía a las estaciones conectadas al cable AS-i.
- Direccionador. Necesario para programar las direcciones de los esclavos.

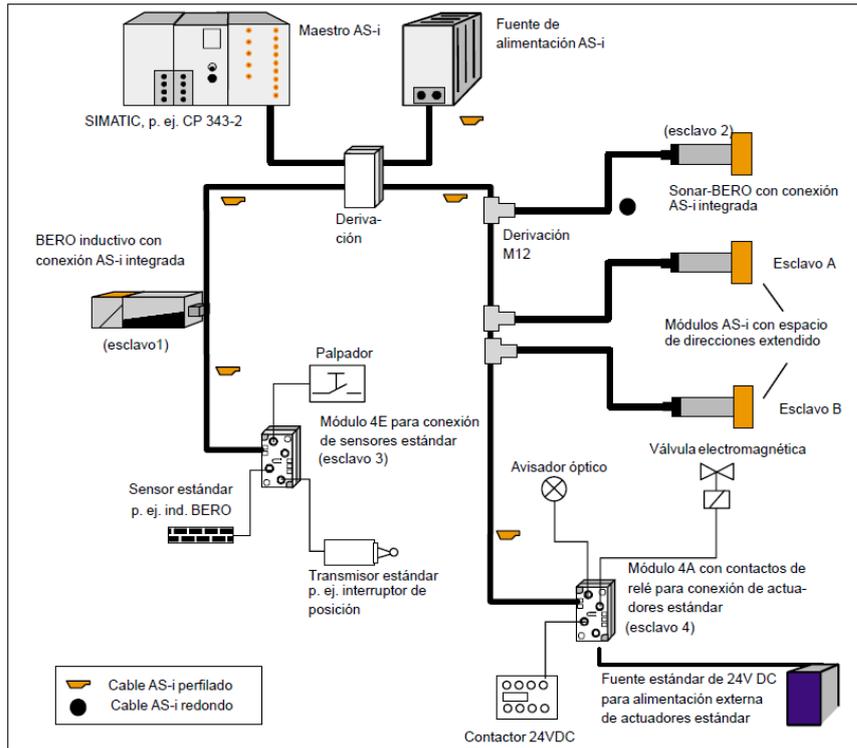


Imagen 25. Ejemplo de red AS interface

*CAPÍTULO 4:
DESCRIPCIÓN DE LA
PROGRAMACIÓN*

4. DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN

El propósito del presente capítulo es definir el funcionamiento del sistema de control y las funciones y utilidades del mismo. Este funcionamiento ha sido descrito en forma de objetivos de diseño para el sistema.

El objetivo de este documento es determinar las especificaciones de control que serán implementadas durante la puesta en marcha de la planta.

Como norma es conveniente aclarar que criterios se han mantenido durante la ejecución de este documento:

- Todas las limitaciones se han definido explícitamente.
- Se han evitado ambigüedades, definiendo los objetivos sin duplicidades ni contradicciones.

4.1.Descripción del Sistema de Control

El sistema de control está formado:

- Ampliación a existente; del SQL Server, encargado de gestionar los datos generados por la planta.
- Ampliación al Nivel Operador existente; del TIBcontrol, encargado del control y estado de la planta.
- Ampliación del Nivel Control existente; con un nuevo PLC Siemens S7, encargado de ejecutar las órdenes del nivel Operador.

El nuevo nivel control está formado por un PLC SIMATIC S7 416-DP de Siemens existente en planta, con su periferia (+SC12) correspondiente, programados con el código de control de la planta, que controla el área de VTIS y Recuperación.

4.2. Contenido del Documento

En esta sección se define qué estará incluido en las especificaciones funcionales. Todas las secciones deben ser presentadas, si no se requiere alguna aparecerá el estado “No Aplicable”.

4.2.1. Introducción

Este documento ha sido realizado con el objetivo de definir el sistema de control de acuerdo a los requerimientos y anteproyecto presentado con anterioridad.

4.2.2. Visión General

4.2.2.1. Introducción

El proyecto se integra dentro de la fábrica de productos alimentarios constando de un cuadro periférico para la recolección de señales con las VTIS's y los elementos del Área de los Tanques de Recuperación.

4.2.2.2. Objetivos y beneficios

La instalación debe ser higiénica y segura. Los dos objetivos fundamentales del proyecto son garantizar la operación segura de la planta, con la máxima productividad global y el tratamiento adecuado al producto.

4.2.2.3. Suposiciones o limitaciones

El presente documento supone el adecuado diseño y funcionamiento de los equipos e instalaciones fuera del suministro del proveedor y con características y comportamiento de acuerdo a la información entregada.

La arquitectura del sistema de control suministrada esta basada en la oferta y anteproyecto aprobados por la fábrica y por tanto con sus características y limitaciones.

4.2.2.4. Arquitectura

El sistema de control se divide en tres niveles:

- **Nivel de dispositivo:** Incluye las entradas/salidas digitales (válvulas, motores y detectores), entradas/salidas analógicas (válvulas modulantes, variadores de velocidad, instrumentación analógica). Todos los dispositivos se conectan a redes Profibus bien de forma directa bien a través de otros niveles: interfaz AS-i para las válvulas, ET200 para el resto de señales.

- **Nivel de control:** Incluye un PLC Siemens, que es el encargado de trasladar las ordenes de control en operaciones básicas, tales como abrir

válvulas, arrancar bombas de acuerdo a las secuencias de control y a las señales de proceso.

- **Nivel de operación:** Incluye las estaciones de operación, actuando como Interfaz entre el operador y el proceso y el servidor de aplicación, integrado todo ello en el sistema InTouch de Wonderware.

La relación entre los niveles queda representada en el siguiente diagrama:

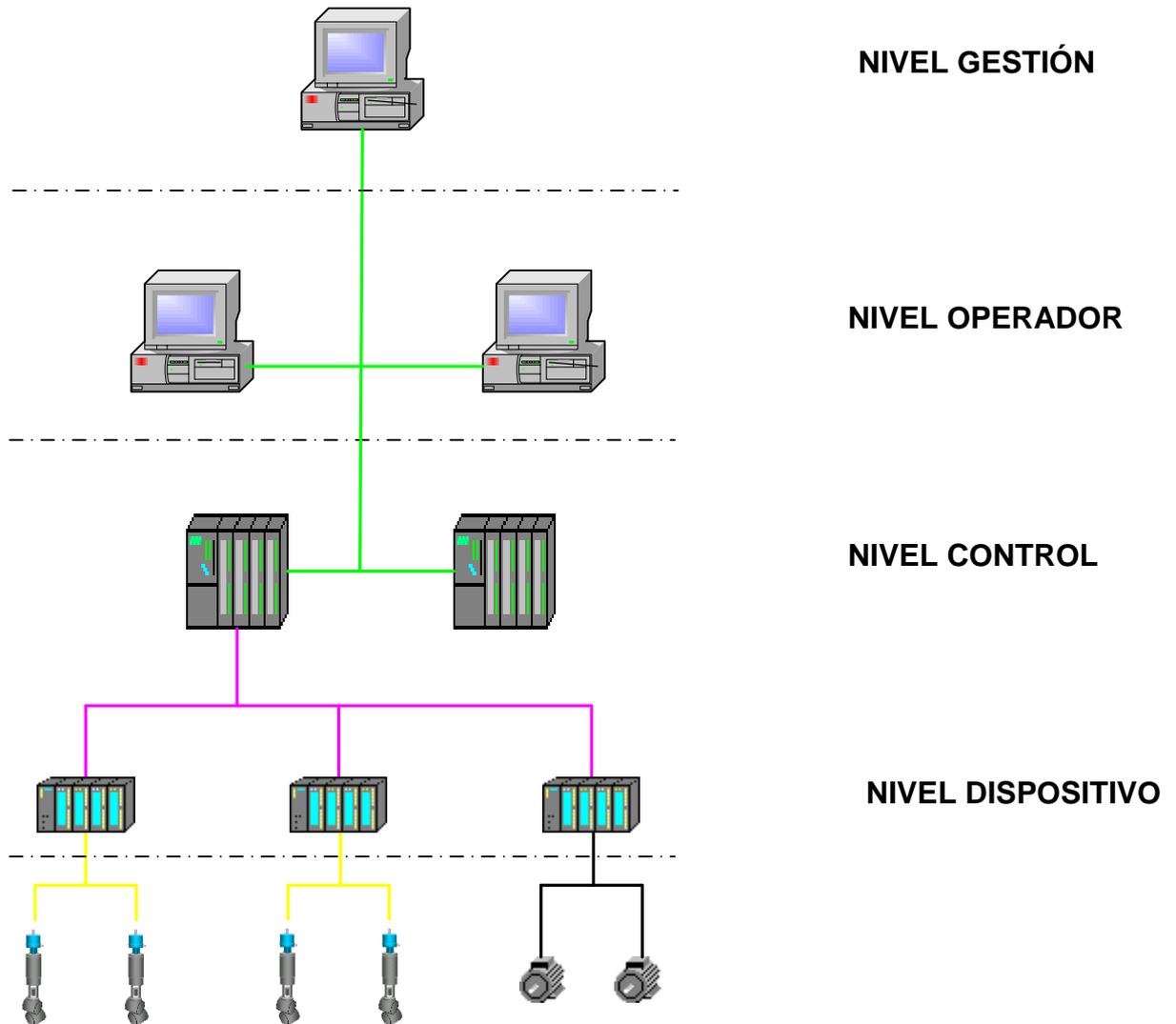


Imagen 26. Niveles del sistema de control

4.2.3. Programas que intervienen

4.2.3.1. Tanques de 2ª estandarización a VTIS

Estos programas (uno por VTIS) se encargan de enviar el producto contenido en los tanques de 2ª Estandarización a las VTIS de Tetra Pak. Los programas terminan cuando se hayan cumplido los litros de envío seleccionados o cuando se vacíe el tanque origen.

4.2.3.2. VTIS a Tanques de Recuperación.

Estos programas (uno por VTIS) se encargan recuperar los rechazos de las VTIS a los tanques de Recuperación o a los tanques de Desecho.

4.2.3.3. Tanques de Recuperación a Tanques de 2ª Estandarización

Este programa se encarga del trasvase del producto de los tanques de Recuperación a los tanques de 2ª Estandarización.

4.2.3.4. Tanques de Recuperación a Tanques de Desecho

Este programa se encarga del trasvase del producto de los tanques de Recuperación a los tanques de Desecho.

4.2.3.5. Limpieza de línea de envío a VTIS y zona de recuperación

Será igual y con la misma filosofías que las otras CIP de líneas existentes en la instalación, realizando los mismos pasos y teniendo los mismos parámetros que no los mismos valores que se guardaran en distintas recetas.

4.2.3.6. Limpieza Tanques de Recuperación y nuevos Tanques de 2ª Estandarización

Será igual y con la misma filosofías que las otras CIP de Tanques existentes en la instalación, realizando los mismos pasos y teniendo los mismos parámetros que no los mismos valores que se guardaran en distintas recetas.

4.3.PROGRAMAS DEL AREA 31 DE 2ª ESTANDARIZACIÓN

4.3.1. Tanques de 2ª estandarización a VTIS

Las VTIS 1 y 2 reciben producto desde los tanques 21 al 26 de 2ª Estandarización, mientras que la VTIS 3 lo recibe sólo desde los tanques 27, 28 y 29 de 2ª Estandarización B.

Para que se pueda arrancar este programa tiene que estar arrancado el programa de VTIS a los Tanques de Recuperación.

4.3.1.1. Pasos

- 1.- Válvulas manuales
- 2.- Empuje inicial
- 3.- Envío a VTIS
- 4.- Empuje final

4.3.1.2. Descripción de los Pasos.

PASO 1. VÁLVULAS MANUALES

Este es un paso de espera para la realización de las acciones manuales (apertura de válvulas manuales, conexión de mangueras, etc.) propias del programa.

Elementos a activar: En este paso, no se activa de manera automática ningún elemento.

Cambio de paso: por comando paso+1.

PASO 2. EMPUJE INICIAL

Realiza el empuje del agua existente en la línea con producto desde el tanque origen de 2º Estandarización hasta la VTIS por la válvula V15, controlada por Tetra Pak.

Para realizar este paso no es necesario que Tetra Pak solicite producto, se puede comenzar en cualquier momento. Sin embargo si es preciso que confirme si la válvula para enviar a drenaje o a recuperación esta OK.

El agua existente en la línea se tira a drenaje. Para ello se envía a Tetra Pak la señal de “V15 A DRENAJE”. Si no responden inicialmente con la señal de “OK ACTIVAR V15” se para la bomba de envío, y el programa y GEA dará un error por pantalla.

Tiene un tiempo máximo de seguridad para realizar el empuje, si terminado este tiempo no se ha realizado el empuje, da error y para el programa.

Una vez terminado este empuje inicial el producto estará en la boca de la VTIS en condiciones de producción, con lo que se envía la señal de “PRODUCTO DISPONIBLE”.

Elementos a activar: Abre la válvula de salida del tanque correspondiente de 2ª Estandarización y activa la bomba correspondiente a la línea de envío a la VTIS seleccionada.

Cambio de paso: En caso de la VTIS 1 y 2, por tiempo. En la VTIS 3 cuando termine el volumen del empuje inicial a drenaje.

PASO 3. ENVIO A VTIS

En este paso se realiza el trasvase del producto desde el tanque de 2ª Estandarización seleccionado a la VTIS.

El producto estará en la boca de la VTIS en condiciones de producción, con lo que se envía la señal de “PRODUCTO DISPONIBLE” en todo momento.

El sistema manda arrancar la bomba para el envío de producto a la máquina siempre que se esté recibiendo la señal de “SOLICITUD PRODUCTO” desde la VTIS. En caso contrario se para la bomba.

Es posible que VTIS envíe la señal de “SOLICITUD RECHAZOS”. En este caso si tiene activa la señal de “RECHAZOS OK” se enviará al tanque de Recuperación seleccionado. En caso de que la señal de “RECHAZOS OK” no este a ‘1’ (esta señal se puede estar enviando en todo momento, no es preciso esperar que soliciten rechazo para activarla) la VTIS enviará a drenaje el producto por medio de la válvula V15.

Elementos a activar: Abre válvula de salida del tanque correspondiente de 2ª Estandarización y activa la bomba correspondiente a la línea de la VTIS seleccionada.

Cambio de paso: En las VTIS 1 y 2, cuando el tanque de 2ª Estandarización se vacíe o por comando paso+1, y en la VTIS 3 también si se alcanzan los litros de envío parametrizados.

PASO 4. EMPUJE FINAL

Realiza el empuje del producto existente en la línea con agua desde los tanques de 2º Estandarización a VTIS, con el fin de aprovechar todo el producto.

El producto estará en la boca de la VTIS en condiciones de producción hasta que se cumpla el volumen de empuje o el tiempo establecido, con lo que se envía la señal de “PRODUCTO DISPONIBLE” en todo momento hasta que se cumpla ese volumen o tiempo.

Se arranca la bomba para el envío de producto a la maquina siempre que este recibiendo la señal de “SOLICITUD PRODUCTO” de la VTIS. En caso contrario se para la bomba.

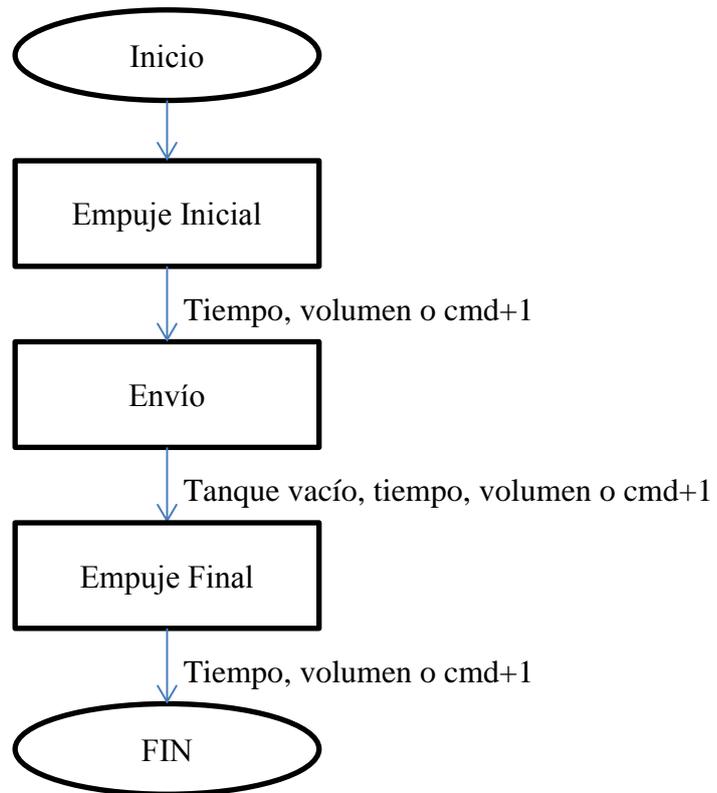
Tiene un tiempo máximo de seguridad para realizar el empuje, si terminado este tiempo no se ha realizado el empuje, da error y para el programa.

Elementos a activar: Abre la válvula de agua correspondiente a la línea de la VTIS seleccionada. Se supone que con la presión del agua bastará para realizar el empuje del producto. En caso contrario se activará la bomba de la línea correspondiente durante todo este paso.

Cambio de paso: En caso de la VTIS 1 y 2, por tiempo o por comando paso+1. En la VTIS 3 cuando termine el volumen del empuje final de producto, o por comando paso+1.

Nota: La VTIS no debería terminar antes que el programa de Alimentación a VTIS, si el operador quiere finalizar el envío a las VTIS debería finalizarlo mediante el programa de Alimentación a VTIS.

4.3.1.3. Flujograma del programa



Flujograma 1. Envío de 2ª Estandarización a VTIS

4.3.1.4. Parámetros de programa

VTIS 1 y VTIS 2

Parámetros Digitales

No tiene

Parámetros Analógicos

- Nivel de preaviso de vaciado de tanque (l)
- Tiempo de empuje inicial (s)
- Tiempo de empuje final (s)

VTIS 3

Parámetros Digitales

No tiene

Parámetros Analógicos

- Litros arrastre inicial (l)
- Litros a enviar (l)
- Litros de empuje final a producción (l)
- Nivel de preaviso de vaciado de tanque (l)
- Tiempo de seguridad en empuje inicial (s)
- Tiempo de seguridad en empuje final (s)

4.3.1.5. Informaciones del programa

VTIS 1 y VTIS 2

Informaciones Digitales

- Permiso Envío producto a VTIS
- Válvula V15 OK
- Solicitud de rechazo
- Permiso envío CIP
- Rechazos a Tanque

Informaciones Analógicas

- Tiempo restante de paso (s)

VTIS 3

Informaciones Digitales

- Permiso Envío producto a VTIS
- Válvula V15 OK
- Solicitud de rechazo
- Permiso envío CIP
- Rechazos a Tanque

Informaciones Analógicas

- Tiempo restante de paso (s)
- Litros enviados en empuje inicial (l)
- Litros a enviar (l)
- Litros enviados en empuje final (l)
- Litros totales de producto enviados (l)

4.3.1.6. Señales de comunicación

Las señales de comunicación con Tetra Pak se utilizarán en varios programas:

- Envío de 2ª Estandarización a VTIS
- VTIS a tanques de Recuperación

Dichas comunicaciones se van a realizar por señales digitales:

Tetra Pak => GEA:

- "**SOLICITUD_PRODUCTO**". Petición de producto por parte de Tetra Pak a GEA, esta señal no la tendremos en cuenta si no le hemos mandado previamente nuestra señal de "**PRODUCTO DISPONIBLE**" (producto en la línea).
- "**OK CIP**". Señal de Tetra Pak a GEA indicándonos que Línea en VTIS está disponible para realizar la Limpieza de la línea de alimentación. Sin esta señal GEA no puede Limpiar, una vez arrancada la limpieza con la señal a uno, la pérdida de ella provocaría un error en el programa de GEA. Al arrancar nuestra limpieza nosotros lo comunicamos con la señal "**CIP EN MARCHA**".
- "**SOLICITUD RECHAZOS**". Señal de Tetra Pak a GEA pidiendo la disponibilidad de la línea de Rechazos, GEA contesta con confirmación de que la línea está disponible y correcta para su utilización, con la señal de; "**RECHAZOS OK**". Solo esta señal, sin "**RECHAZOS A TANQUE**" abriría la válvula de Drenaje en los tanques de Rechazos.
- "**OK ACTIVAR V15**". Señal de Tetra Pak a GEA indicándonos la disponibilidad del comando de la válvula V15 de la VTIS por parte de GEA.
Según TETRA con esta señal a uno GEA podría comandar la V15, y una vez comandada la V15 por GEA, Tetra Pak NO podría comandar dicha válvula (V15).
GEA detectará la falta de esta señal para dar error en el momento de quererla actuar, una vez actuada por la filosofía de Tetra Pak no vigilarémos esta señal.
- "**RECHAZOS A TANQUE**". Señal de Tetra Pak a GEA pidiendo la apertura de la válvula de los Tanques de Rechazos, para realizar esta petición tendría que tener TETRA las señales "**SOLICITUD RECHAZO**" de Tetra Pak y "**RECHAZOS OK**" de GEA.

GEA => Tetra Pak:

- "**PRODUCTO DISPONIBLE**". Señal de GEA a Tetra Pak. El producto se encuentra disponible a boca de VTIS.

- "**CIP EN MARCHA**". Señal de GEA a Tetra Pak. El programa de limpieza de la línea de alimentación a VTIS se encuentra arrancado.
- "**RECHAZOS OK**". Señal de GEA a Tetra Pak. La línea a TQ de Rechazos (Recuperación) se encuentra disponible y sin error.
- "**V15 DRENAJE**". Señal de GEA a Tetra Pak pidiendo la apertura de la V15 a Drenajes.
- "**V15 RECHAZOS**". Señal de GEA a Tetra Pak pidiendo la apertura de la V15 a Rechazos.

NOTA: Para evitar problemas de contrapresión al Homogeneizador, de la falta de esta señal tiene que indicar a Tetra Pak que el circuito a Rechazos no esta disponible por lo que no podrá colocar la V15 a Rechazos.

Todas las válvulas de rechazos de las VTIS, tiene unos segundos de retardo al cierre para evitar problemas de contrapresiones.

4.3.2. VTIS a Tanques de Recuperación

Existen tres programas para el envío desde las VTIS hasta los tanques de recuperación, uno por cada VTIS. El funcionamiento es idéntico para los tres programas, con lo que se describirá de manera genérica.

Las señales de comunicación con las VTIS son las mismas que las mencionadas en el punto 4.3.1.6 Señales de comunicación.

4.3.2.1. Pasos.

- 1.- En Espera
- 2.- Drenaje o Llenado de TQ de Recuperación
- 3.- Arrastre Final

4.3.2.2. Descripción de los Pasos.

PASO 1. EN ESPERA

El programa se queda en estado de espera de las señales VTIS o acciones de operador.

Elementos a activar: En este paso no se activa de manera automática ningún elemento.

Cambio de paso:

a.- Al Paso “*Drenaje o Llenado de TQ de Recuperación*” si las señales de TETRA se encuentran a uno: “*Rechazo a Tanque*” o “*Solicitud de Rechazos*” a uno.

b.- Al paso “*Arrastre final*” si el programa de alimentación de VTIS terminó y el operador dio “*Paso +1*” en el programa.

PASO 2. DRENAJE O LLENADO DE TQ DE RECUPERACIÓN

El circuito se encuentra a disposición de las señales de Tetra Pak con el fin de poder recuperar o drenar el contenido de la VTIS. Si las señales “*Solicitud de rechazos*” y “*Rechazo a Tanque*” están a ‘1’, el circuito enviará el producto al tanque, y si la señal “*Rechazo a Tanque*” está a ‘0’, el circuito enviará el producto a drenaje.

Las VTIS 1 y 3 podrán recuperar en el tanque 32TA1200 o en los tanques de Desecho y la VTIS 2 podrá recuperar en el tanque 32TA1100 o en los tanques de Desecho.

Nota: La contabilidad de los arrastres hacia Rechazos será cuestión de Tetra Pak ya que es el único que puede diferenciar estos Rechazos.

Elementos a activar: Abre la válvula de entrada correspondiente al tanque seleccionado en caso de Circuito al Tanque ó la válvula de corte anterior a la

válvula de drenaje correspondiente a la línea de la VTIS seleccionada, en caso de Circuito a Drenaje.

Cambio de paso: Finaliza al no estar ninguna de las dos señales “Drenaje a Rechazo” o “Solicitud de Rechazos” pasando al paso de “*En Espera*”.

PASO 3. ARRASTRE FINAL

El circuito realiza un arrastre de todo el circuito, desde el bloque de Tanques de 2ª Estandarización a los tanques de Recuperación.

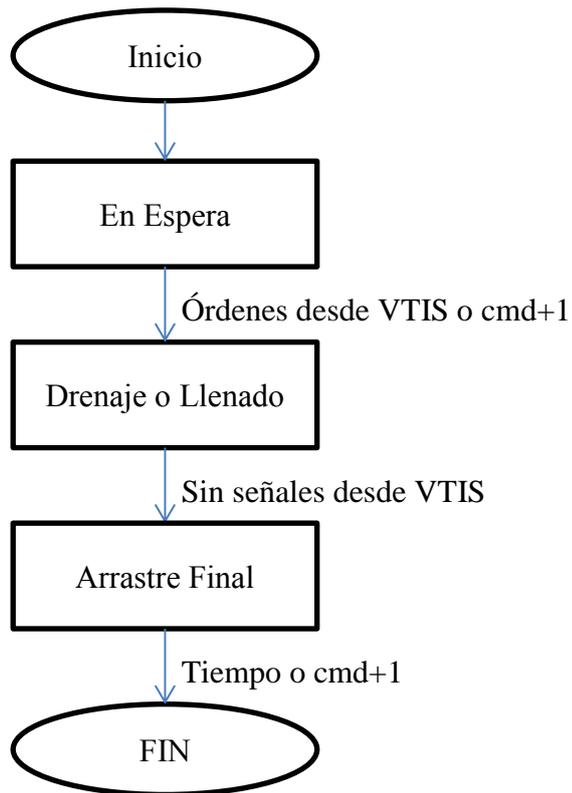
Elementos a activar: En caso de enviar a los Tanques de Recuperación abre la válvula de agua correspondiente a la línea de la VTIS seleccionada y la de corte anterior a la válvula de drenaje.

En caso de haber estado enviado producto a los Tanques de Desecho, se realiza otro empuje abriendo la 32AV0035 y la 32AV0065.

Cambio de paso: Finaliza por tiempo de arrastre.

Nota: Este programa no debería terminar antes que el programa de Alimentación a VTIS.

4.3.2.3. Flujograma del programa



Flujograma 2. VTIS a tanques de Recuperación

4.3.2.4. Parámetros de programa

Parámetros Digitales

No tiene

Parámetros Analógicos

- Tiempo de arrastre a Desecho (s)
- Tiempo de arrastre a Recuperación (s)

4.3.3. Tanques de Recuperación a 2ª Estandarización

4.3.3.1. Pasos.

- 1.- Arrastre Inicial
- 2.- Traslase
- 3.- Empuje Final
- 4.- Arrastre Final

4.3.3.2. Descripción de los Pasos.

PASO 1. ARRASTRE INICIAL

El producto del tanque de origen realiza el arrastre de toda el agua que contiene la tubería, tirándola a drenaje al final de la línea del Área de los tanques de 2ª Estandarización B.

Tiene un tiempo máximo de seguridad para realizar el empuje, si terminado este tiempo no se ha realizado el empuje, da error y para el programa.

Elementos a activar: La válvula 32AV1101 si se envía desde 32TA1100 o la 32AV1201 si es desde el 32TA1200. Además, se activará la bomba de envío 32PU0001, así como el camino hasta la válvula de drenaje de 2ª Estandarización B (31AV0011, 31AV0041 y 31AV0051).

Cambio de paso: Por volumen o por la orden de paso + 1.

PASO 2. TRASVASE

Comienza el trasiego de producto del tanque elegido de recuperación a tanque seleccionado de segunda estandarización.

Elementos a activar: 32AV1101 si enviamos desde 32TA1100 o la 32AV1201 si es desde el 32TA1200. Además, se activará la bomba de envío 32PU0001, la válvula 31AV0011 y la válvula de entrada al tanque destino seleccionado. Si enviamos a los tanques de 2ª Estand. B además se abre la 31AV0041.

Cambio de paso: Por volumen seleccionado o por la orden de paso +1.

PASO 3. EMPUJE FINAL

El circuito realiza un empuje con agua del producto que contiene la tubería hasta el tanque de segunda seleccionado.

Tiene un tiempo máximo de seguridad para realizar el empuje, si terminado este tiempo no se ha realizado el empuje, da error y para el programa.

Elementos a activar: La entrada de agua a la línea, 32AV0001, la válvula 31AV0011 y la válvula de entrada al tanque destino seleccionado. Si enviamos a los tanques de 2ª Estand. B además se abre la 31AV0041.

Cambio de paso: Por volumen o por la orden de paso +1.

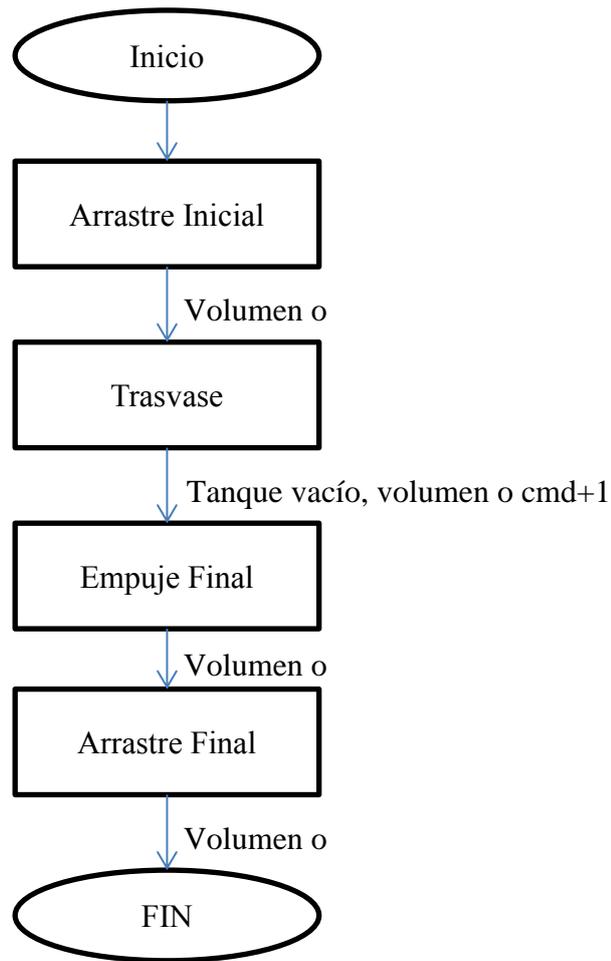
PASO 4. ARRASTRE FINAL

El circuito realiza un arrastre para aclarar toda la tubería.

Elementos a activar: La entrada de agua a la línea, 32AV0001, así como el camino hasta la válvula de drenaje de 2ª Estandarización B (31AV0011, 31AV0041 y 31AV0051).

Cambio de paso: Finaliza por tiempo de aclarado.

4.3.3.3. Flujograma del programa



Flujograma 3. Envío de tanques de Recuperación a 2ª Estandarización

4.3.3.4. Parámetros de programa

Parámetros Digitales

No tiene

Parámetros Analógicos

- Tiempo de seguridad en arrastre inicial (s)
- Litros en arrastre final (s)
- Tiempo de seguridad en arrastre final (s)
- Tiempo de empuje final (s)

4.3.4. TQ. Recuperación a Desecho

4.3.4.1. Pasos.

- 1.- Válvulas manuales
- 2.- Empuje inicial
- 3.- Envío a TQ Desecho
- 4.- Empuje final

4.3.4.2. Descripción de los Pasos.

PASO 1. VALVULAS MANUALES

Este es un paso de espera para la realización de las acciones manuales (apertura de válvulas manuales, conexión de mangueras, etc.) propias del programa.

Elementos a activar: En este paso no se activa de manera automática ningún elemento.

Cambio de paso: por comando paso+1.

PASO 2. EMPUJE INICIAL

Realiza el empuje del agua existente en la línea con producto desde el tanque origen hasta el tanque de Desecho.

Elementos a activar: Las válvulas 32AV0035 y 32AV0065.

Cambio de paso: Termina por tiempo.

PASO 3. ENVÍO A TQ DE DESECHO

Se realiza el envío del producto al tanque de Desecho.

Elementos a activar: Las válvulas 32AV0065 y 32AV1105, si se envía desde el 32TA1100 y 32AV1205 si se envía desde el 32TA1200.

Cambio de paso: Finaliza cuando se alcanzan el nivel máximo del tanque de Desecho, si se vacía el tanque origen o por comando paso+1.

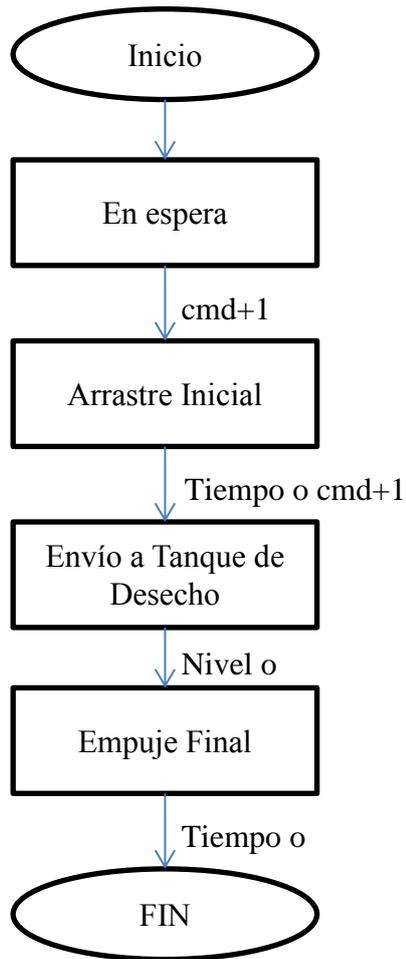
PASO 4. EMPUJE FINAL

Realiza el empuje del producto existente en la línea con agua desde el principio de la línea de los tanques de Recuperación al TQ de Desecho.

Elementos a activar: 32AV0035 y 32AV0065.

Cambio de paso: Termina por tiempo o por comando paso+1.

4.3.4.3. Flujograma del programa.



Flujograma 4. Envío de tanques de Recuperación a Desecho

4.3.4.4. Parámetros de programa

Parámetros Digitales

No tiene

Parámetros Analógicos

- Tiempo de empuje inicial (s)
- Tiempo de empuje final (s)

4.3.4.5. Señales de comunicación con Tanques de Desecho

Dichas comunicaciones se van a realizar por señales digitales:

Tanques de Desecho => GEA:

- "**TANQUE LLENO**" El tanque seleccionado se encuentra lleno.
- "**DESECHO OK**" La instalación y el tanque seleccionado están preparando para recibir el producto.

4.3.5. Limpieza de línea envío a VTIS y zona de recuperación

Será igual y con la misma filosofías que las otras CIP de líneas existentes en la instalación, realizando los mismos pasos y teniendo los mismos parámetros que no los mismos valores que se guardarán en distintas recetas.

4.3.6. Limpieza Tanques de Recuperación y nuevos de 2ª Estandarización

Será igual y con la misma filosofías que las otras CIP de Tanques de existentes en la instalación, realizando los mismos pasos y teniendo los mismos parámetros que no los mismos valores que se guardarán en distintas recetas.

CAPÍTULO 5:
DESCRIPCIÓN DEL SCADA

5. DESCRIPCIÓN DEL SCADA

La palabra SCADA viene del acrónimo inglés de “Supervisory Control And Data Acquisition”, es decir el control supervisado y la adquisición de datos. Se trata de un software orientado al control sobre la producción, proporcionando la comunicación entre el operario y los distintos dispositivos de campo y controlando de forma automática y en tiempo real el proceso en todo momento.

Además se encarga de almacenar y proveer de toda la información generada durante el proceso productivo para realizar de manera más sencilla y efectiva tareas como pueden ser el control de calidad, mantenimiento, supervisión del proceso,..

El sistema de control estará compuesto básicamente por un PLC de Siemens, un servidor con una base de datos, varios PCs clientes y dos redes Ethernet (una para la red de PCs y otra para la red de autómatas) que interconecten todos estos elementos entre sí.

En nuestro caso, el PLC escogido para el control de la planta se trata de un Siemens de la familia S7-400 debido a su gran capacidad de proceso, robustez y fiabilidad-

El sistema de control tiene que poder realizar todo el proceso automáticamente (accionar válvulas, activar motores, leer los transmisores,...). Tiene que realizar todas las operaciones requeridas, siempre bajo la supervisión de los operarios, que deberán tener el control en manual en cualquier momento.

Las pantallas gráficas deben ser claras, de fácil comprensión y manejo.

Para el control de la planta nos bastará con un PLC, que junto a un programa SCADA se conseguirá la flexibilidad de programación, la visualización en tiempo real y el proceso y almacenamiento de datos.

El control de la planta se realizará mediante varios PCs repartidos por la planta junto a una impresora conectada a la red para poder imprimir pantallas, gráficos y datos recuperados.

La alimentación de los PLCs y de los PCs debería estar conectada a una SAI, que garantice el suministro eléctrico a estos equipos durante un tiempo limitado pero suficiente para controlar la planta hasta recuperar el suministro eléctrico y/o salvaguardar la producción en marcha en el momento de la caída de tensión.

5.1.SOFTWARE DE CONTROL

El Scada seleccionado para el control de la planta es el software Intouch de Wonderware, por su intuitivo sistema de programación, por la posibilidad de guardar históricos, el intercambio con la base de datos, la edición de alarmas y la seguridad.

La planta se ha dividido en varias zonas para tener un mayor detalle de cada área en los sinópticos creados en el SCADA.

Las áreas que afectan a nuestra ampliación serán las siguientes:

- Tanques de 1ª Estandarización
- Tanques de 2ª Estandarización
- Tanques de 2ª Estandarización B
- Tanques de Recuperación y de Desecho

5.1.1. Descripción de los Elementos del SCADA

En las pantallas del SCADA hay varios elementos, que pasaremos a detallar a continuación:

5.1.1.1. *Tanques*

La representación más común de los tanques en las pantallas es como la que se muestra en la siguiente imagen:

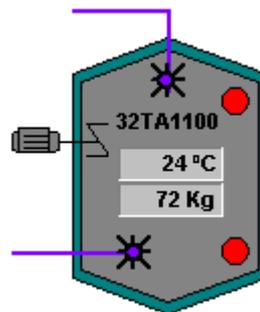


Imagen 27. Representación de un tanque en el SCADA

En este caso, el tanque está formado por un transmisor de temperatura, una célula de carga, dos niveles digitales para detectar el estado de vacío y lleno, un agitador y dos “sprayballs” o rociadores de bola.

Los tanques pueden presentar varios estados, cada uno representado por un color, para que resulte más sencilla la interpretación del mismo.

Estos estados en los que se pueden encontrar los tanques serían los siguientes:

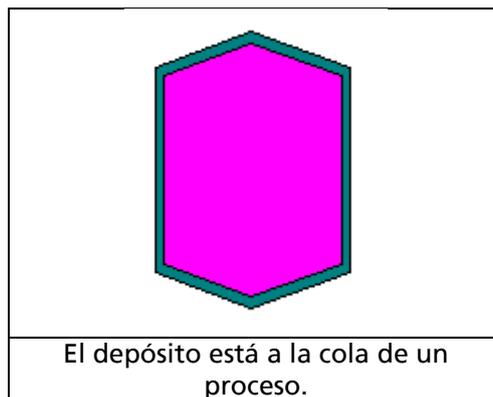
EN PRODUCCIÓN:



ESTERILIZANDO:



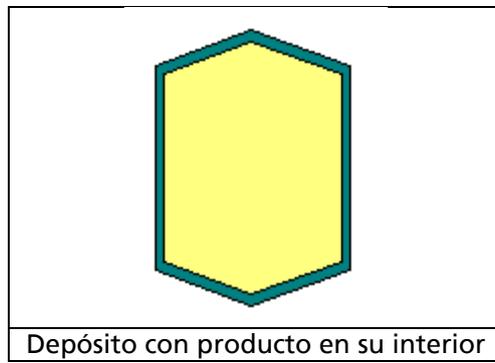
EN ESPERA:



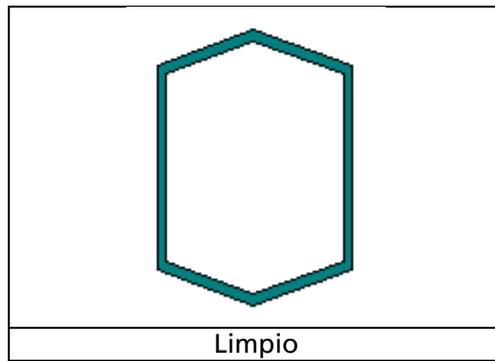
EN CIP:



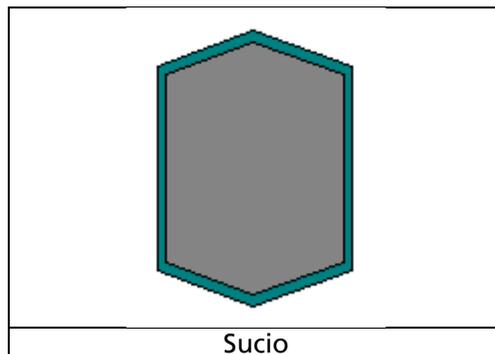
CON PRODUCTO:



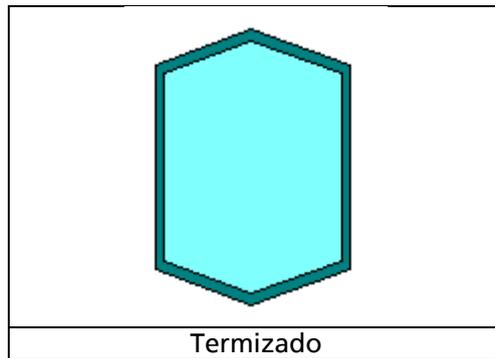
LIMPIO:



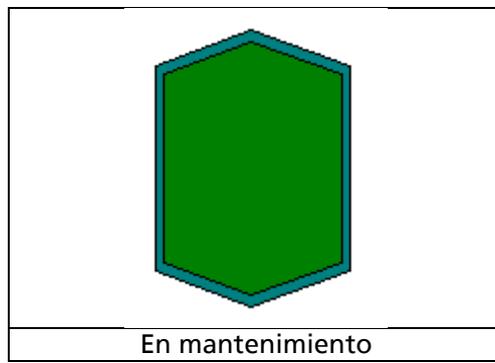
SUCIO:



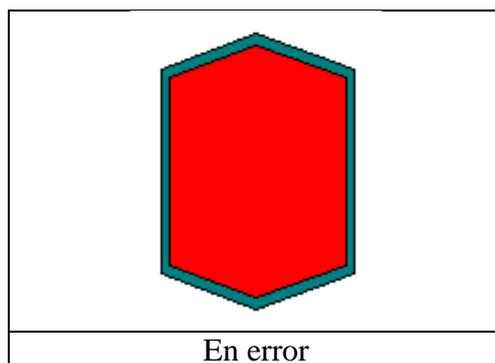
TERMIZADO:



EN MANTENIMIENTO:



EN ERROR: Cuando un depósito entra en error, el cuerpo de dicho depósito parpadea entre el color del estado en el que se encuentre (Visto anteriormente) y, rojo que es el que indica el Error.



Toda esta información viene resumida en un cuadro que aparece al pinchar sobre la entidad, tal y como se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 28. Resumen de los estados de un tanque

5.1.1.2. Válvulas y Motores

La representación más común para las válvulas es la que se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 29. Representación de una válvula en el SCADA

Los posibles estados que puede tomar el elemento VM son los siguientes:

- AUTOMÁTICO DESACTIVO

Normalmente Cerrada (NC)
Los housings superiores se comunican entre ellos, y los inferiores entre ellos, es decir, los superiores están aislados de los inferiores. Está gestionado por los programas al estar en Automático.

Normalmente Abierta (NA)
Todos los housings se comunican entre si, ya que todos tienen el mismo color. Está gestionado por los programas al estar en Automático.

- AUTOMÁTICO ACTIVO:

Normalmente Cerrada (NC)
Todos los housings se comunican entre si, ya que todos tienen el mismo color. Está gestionado por los programas al estar en Automático.

Normalmente Abierta (NA)
Los housings superiores se comunican entre ellos, y los inferiores entre ellos, es decir, los superiores están aislados de los inferiores. Está gestionado por los programas al estar en Automático.

- MANUAL ACTIVO:

Normalmente Cerrada (NC)
Todos los housings se comunican entre si, ya que todos tienen el mismo color. Está gestionado por el operario al estar en Manual.

Normalmente Abierta (NA)
Los housings superiores se comunican entre ellos, y los inferiores entre ellos, es decir, los superiores están aislados de los inferiores. Está gestionado por el operario al estar en Manual.

- MANUAL DESACTIVO:

Normalmente Cerrada (NC)

Los housings superiores se comunican entre ellos, y los inferiores entre ellos, es decir, los superiores están aislados de los inferiores. Está gestionado por el operario al estar en Manual.

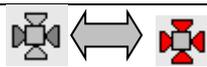
Normalmente Abierta (NA)

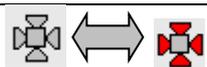
Todos los housings se comunican entre si, ya que todos tienen el mismo color. Está gestionado por el operario al estar en Manual.

⇒ **ERROR:** Cuando un elemento VM, que está Activo o Desactivo, entra en error sus housings parpadean entre verde (si estaba activo) o gris (si estaba desactivo) y rojo que es el que indica el Error.

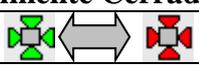
Teniendo en cuenta esto, aparecen otros nuevos estados.

- AUTOMÁTICO DESACTIVO EN ERROR:

Normalmente Cerrada (NC)

Los housings superiores se comunican entre ellos, y los inferiores entre ellos, es decir, los superiores están aislados de los inferiores. Está gestionado por los programas al estar en Automático.

Normalmente Abierta (NA)

Todos los housings se comunican entre si, ya que todos tienen el mismo color. Está gestionado por los programas al estar en Automático.

- AUTOMÁTICO ACTIVO EN ERROR:

Normalmente Cerrada (NC)

Todos los housings se comunican entre si, ya que todos tienen el mismo color. Está gestionado por los programas al estar en Automático.

Normalmente Abierta (NA)

Los housings superiores se comunican entre ellos, y los inferiores entre ellos, es decir, los superiores están aislados de los inferiores. Está gestionado por los programas al estar en Automático.

- MANUAL ACTIVO EN ERROR:

Normalmente Cerrada (NC)

<p>Todos los housings se comunican entre si, ya que todos tienen el mismo color. Está gestionado por el operario al estar en Manual.</p>

Normalmente Abierta (NA)

<p>Los housings superiores se comunican entre ellos, y los inferiores entre ellos, es decir, los superiores están aislados de los inferiores. Está gestionado por el operario al estar en Manual.</p>

- MANUAL DESACTIVO EN ERROR:

Normalmente Cerrada (NC)

<p>Los housings superiores se comunican entre ellos, y los inferiores entre ellos, es decir, los superiores están aislados de los inferiores. Está gestionado por el operario al estar en Manual.</p>

Normalmente Abierta (NA)

<p>Todos los housings se comunican entre si, ya que todos tienen el mismo color. Está gestionado por el operario al estar en Manual.</p>

5.2.2. Tanques de 2ª Estandarización

Esta área está compuesta por seis tanques con una capacidad de 45.000 litros y de 60.000 litros y por su conjunto de válvulas para la distribución del producto.

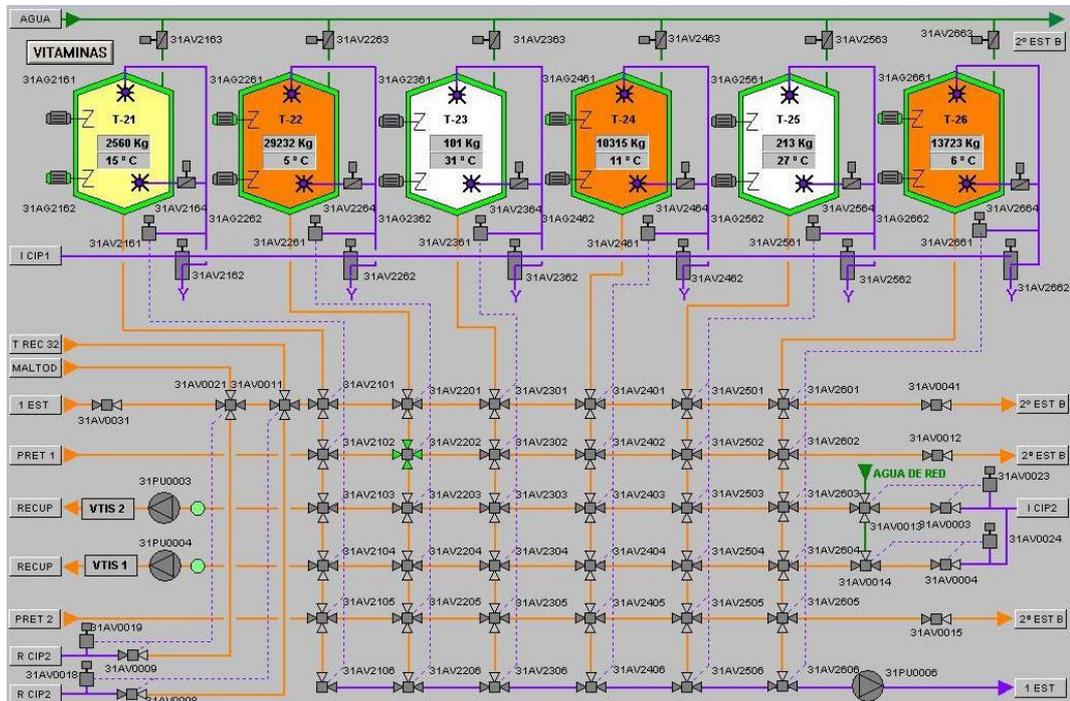


Imagen 31. Pantalla de los tanques de 2ª Estandarización

Tanto en estos tanques como en los tanques de 2ª Estandarización B hay una válvula de entrada adicional para la adición de microelementos.

5.2.3. Tanques de 2ª Estandarización B

Es la ampliación del área anterior, formada por tres tanques nuevos de 60.000 litros y por su conjunto de válvulas para la distribución del producto.

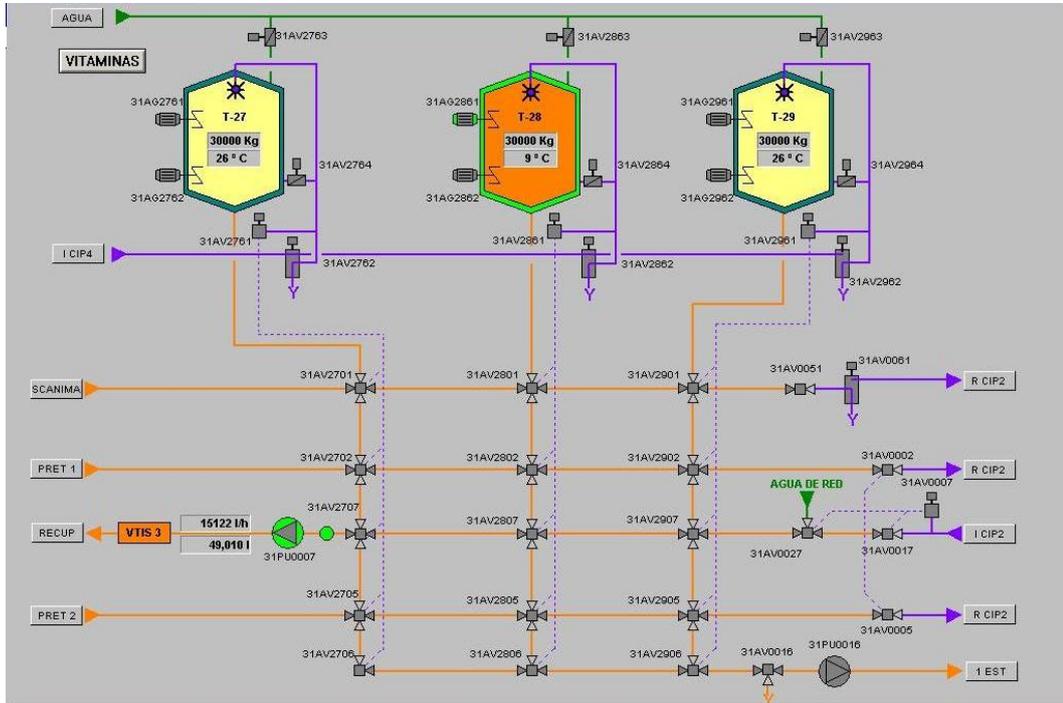


Imagen 32. Pantalla de los tanques de 2ª Estandarización B

5.2.4. Tanques de Recuperación y de Desecho

Formada por dos tanques de Recuperación destinados al almacenaje del producto sobrante de las tres VTIS de Tetra Pak. En esta área también se encuentran dos tanques de Desecho.

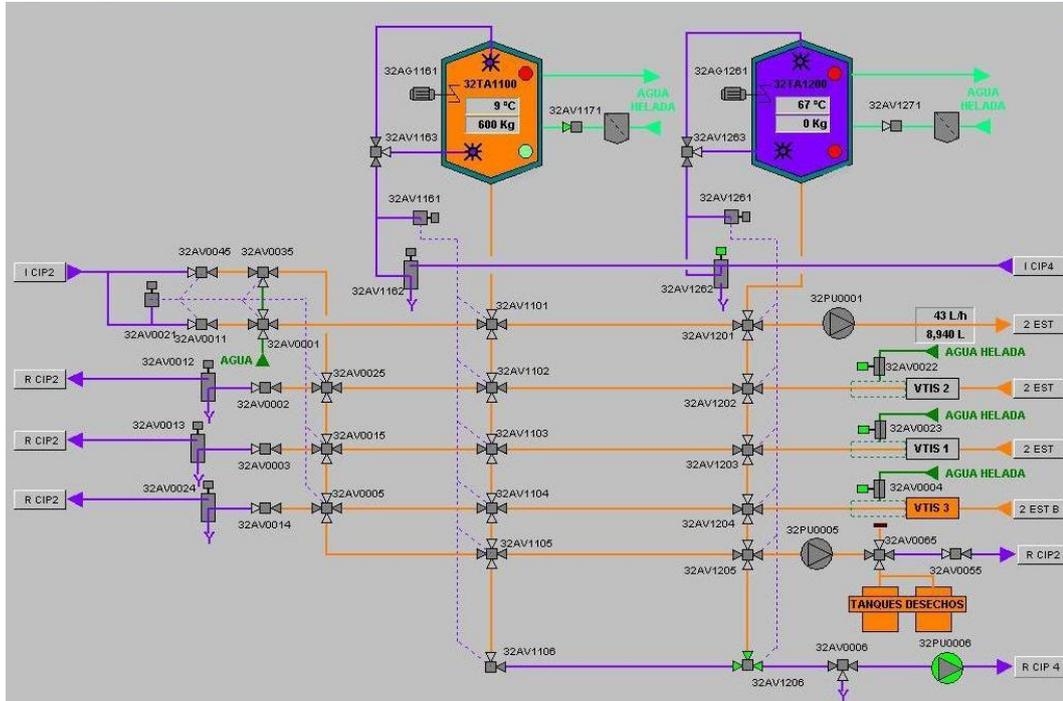


Imagen 33. Pantalla de los tanques de Recuperación y Desecho

CAPÍTULO 6:
CONCLUSIONES

PASO 6. CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

La evolución del sector industrial es tender hacia una mayor automatización de los procesos para poder desarrollar esfuerzos y trabajos en el menor tiempo posible. La automatización se vuelve necesaria para ser competitivos en el mercado, como en este caso.

Además, la automatización debe permitir realizar ampliaciones del sistema y de la instalación siguiendo los mismos patrones, de una manera rápida y sencilla, tal y como se ha desarrollado en este proyecto, también abierta a futuras mejoras, cambios o ampliaciones de la planta.

Teniendo en cuenta esto, se ha empleado instrumentación con estándares universales, y equipos con cierta sobredimensión (como es el caso del PLC y de las tarjetas de la periferia descentralizada) para facilitar posibles ampliaciones.

El sistema instalado queda preparado para poder realizar estas ampliaciones, dependiendo de la necesidad de la planta en un futuro, podrían ser:

- Nuevos tanque en las áreas de estandarización.
- Nuevos tanques de Recuperación o de desecho.
- Nuevos VTIS, con las líneas de envío desde Estandarización y de recepción desde Recuperación.

CAPÍTULO 7:
BIBLIOGRAFIA Y
REFERENCIAS

PASO 7. BIBLIOGRAFÍA

A continuación se muestra un listado con la documentación empleada para la realización de este proyecto. La mayoría se encuentra en formato electrónico, disponible en Internet.

7.1.Documentación STEP 7

- Manual de Programación. Software de Sistema para S7 300/400. Diseño de programas.
- Configurar el Hardware y la Comunicación con Step 7 v5.0
- Programar con Step 7 v5.0
- Manual de referencia. Lista de Instrucciones AWL para S7-300/400

Toda esta documentación se encuentra disponible en la página de Siemens, <http://www.support.automation.siemens.com/>

7.2.Documentación Equipos e Instrumentación

- Los manuales de las bombas se encuentran disponibles en <http://www.fristam.com/es>
<http://www.tuchenhagen.com/components/pumps.html>
- Los manuales de los niveles digitales se encuentran disponibles en <http://www.es.endress.com/#products/~level-measurement-vibronic>
- Los manuales de los caudalímetros se encuentran disponibles en <http://www.es.endress.com/#products/~flow-measurement-flowmeter-electromagnetic>
- Los manuales de los detectores de presencia se encuentran disponibles en <http://www.ifm.com/ifmes/web/pmain/010.html>
- Los manuales de los detectores de flujo se encuentran disponibles en http://www.ifm.com/ifmes/web/pmain/040_030_030.html
- Los manuales de los transmisores de presión se encuentran disponibles en <http://www.es.endress.com/#products/~instruments-pressure-measurement-absolute-gauge>
- Los manuales de los transmisores de temperatura se encuentran disponibles en <http://www.es.endress.com/#products/~temperature-measurement-instrument-transmitter>
- Los manuales de las células de carga se encuentran disponibles en <http://www.vishaypg.com/load-cells/load-cells/compression/>
- Los manuales de las válvulas automáticas se encuentran disponibles en <http://www.tuchenhagen.com/components/valves.html>

- Los manuales de los variadores de frecuencia se encuentran disponibles en http://cache.automation.siemens.com/dnl/TU/TUxNDcxAAAA_6515704_HB/opspsa.PDF

7.3.Referencias a Equipos e Instrumentación

- La referencia a las VTIS de Tetra Pak se encuentran disponibles en http://www.tetrapak.com/products_and_services/processing_equipment/dairy_equipment/uht_treatment/tetra_therm_aseptic_vtis/Pages/default.aspx