

AUTOMATIZACION DE UN EQUIPO INYECTOR DE ENZIMAS EN LINEA EN  
LA PLANTA DE ALPINA CORPORATIVO EN SOPO

JESUS OSVALDO MARIN  
RICARDO SAAVEDRA  
LEONARDO SANCHEZ

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TECNOLOGIA EN ELECTRONICA  
BOGOTA, D.C.  
2007

AUTOMATIZACION DE UN EQUIPO INYECTOR DE ENZIMAS EN LINEA EN  
LA PLANTA DE ALPINA CORPORATIVO EN SOPO

JESUS OSVALDO MARIN  
RICARDO SAAVEDRA  
LEONARDO SANCHEZ

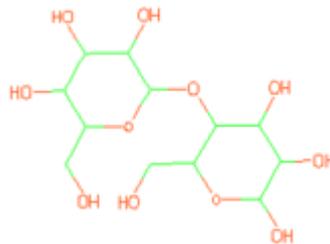
Proyecto de grado

Ingeniero  
NESTOR PENAGOS

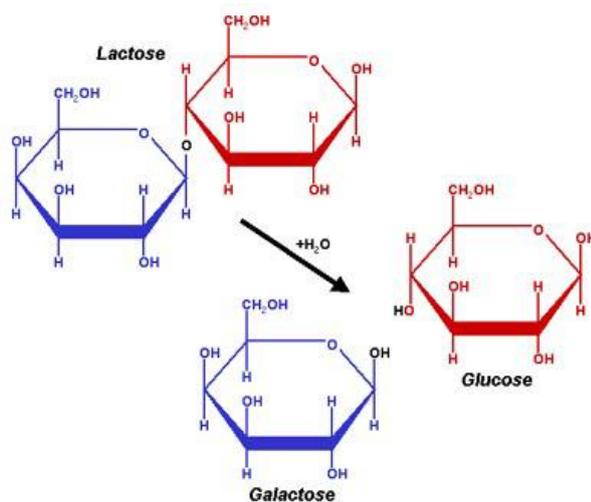
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TECNOLOGIA EN ELECTRONICA  
BOGOTA, D.C.  
2007

## INTRODUCCION

En la industria en general la innovación debe ser permanente tanto para ser competitivos como para garantizar altos estándares de calidad, especialmente en la industria alimenticia donde un producto puede ser consumido por infantes o personas con algún grado de sensibilidad al consumo normal de cierto tipo de alimentos. Dentro de este grupo de personas se encuentran las personas intolerantes a la leche y sus derivados como queso, yogurt o kumis, esto debido a que su organismo no produce o lo hace en poca cantidad, una enzima necesaria para procesar el azúcar propio de la leche, llamado lactosa (alfa-D-galactopiranosil-beta-D-glucopiranososa). Esta enzima se llama lactasa. Síntomas como gases, diarrea, cólicos o vomito son propios de esta intolerancia.



La técnica para hacer asimilable este azúcar (Lactosa) es por medio del desdoblamiento químico de la Lactosa en Glucosa y Galactosa, dos azúcares menores que permiten ser mas fácilmente asimilables por el organismo.



En la industria láctea básicamente hay dos formas de hacer esta adición de enzima, una es en un silo donde se almacena cierta cantidad de leche y se le adiciona una cantidad adecuada de enzima para lograr por lo menos el 90 % de desdoblamiento de la lactosa. Esto implica que se tenga que esperar un tiempo relativamente largo para empezar a empacar la leche deslactosada, generando tiempos muertos de producción y programaciones mas tempranas. La otra forma de lograr este desdoblamiento es por medio de la inyección directa en línea en el producto, lo cual consiste en que a medida que se va empacando el producto es adicionada una cantidad proporcional dentro del mismo. Esto permite que la enzima actúe mientras se encuentra el lote en la bodega esperando la liberación o vía libre por parte del equipo de aseguramiento de calidad.

El propósito del presente trabajo consiste en automatizar un equipo dosificador de enzima en línea, en la planta de Alpina corporativo en sopo. Esto debido a que el equipo que se quiere automatizar es el mas antiguo y por ende su control se hace con intervención continua del operario, además de poseer lógica cableada lo cual genera dosificación variable, inestabilidad en la presión de dosificación , daños en la bomba positiva. Además requiere de una supervisión constante por parte del operario durante la producción.

La automatización de este equipo se hace necesaria debido a los constantes rechazos que se generan en los lotes de producción, y a las consiguientes perdidas para la compañía. Esta actualización del equipo se hará con un PLC que reemplazara los relevos, generando alta confiabilidad, además contara con una pantalla de operador táctil que remplazara los pulsadores, pilotos e instrumentos con que cuenta en la actualidad. Es necesario aclarar que se seguirán ciertos lineamientos en cuanto a hardware se refiere, debido a la estandarización de equipos que se persigue en la compañía, Tales estándares nos exigen usar PLC Allen Bradley y pantalla Panel View 600, lo cual nos limita en cuanto al tipo de software a usar: RS Logix para la programación del PLC y Panel Builder 32 para la programación de la pantalla.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 ANTECEDENTES**

Debido a la intolerancia de un gran número de personas a la leche y específicamente al azúcar que está presente en ella, surge como idea innovadora la producción de leche y derivados lácteos que puedan ser más fácilmente asimilables lo cual se logra desdoblado la Lactosa en sus dos azúcares menores: Glucosa y Galactosa. Esto facilita la absorción de la leche por parte del organismo sin los efectos adversos de la Lactosa. Tetrapak empresa líder en el mercado en la fabricación de equipos para la industria láctea, cuenta desde hace una década con equipos que permiten la adición de micro ingredientes dentro del proceso, agilizando la producción con altos estándares de calidad. Dentro de estos equipos cuenta con uno llamado ALDOSE el cual permite la inyección directa de enzimas en la leche, una de las cuales es la Lactasa que se encarga de desdoblar la Lactosa.

### **1.2 DESCRIPCION Y FORMULACION DEL PROBLEMA**

Alpina Corporativo, empresa líder en el negocio de los lácteos y derivados cuenta con varios equipos ALDOSE, uno de los cuales por ser el primero en ser adquirido, cerca de una década, cuenta con relevos para hacer el control, además de pulsadores y pilotos lo cual genera alto número de componentes propensos a fallo. El deterioro normal del equipo causa que los fallos se vayan incrementando y que la confiabilidad del equipo se disminuya, lo cual genera incertidumbre y muestreo continuo para evitar lotes fuera de estándar. Pensando en ello se ha decidido actualizar el equipo de lógica cableada a lógica micro procesada por medio de un PLC y cambiar los instrumentos digitales con que cuenta en la actualidad (temporizador, indicador de flujo, indicador de temperatura, indicador de presión). Además, los pulsadores y pilotos serán remplazados por una pantalla de tipo táctil donde se muestren todos estos instrumentos y desde donde se pueda controlar y ver el proceso y sus variables relacionadas como temperatura, flujo y presión, se puedan cambiar sus límites, se indiquen las alarmas o advertencias del proceso y se indique en que paso del proceso está, logrando de esta manera un equipo con una alta confiabilidad fácil operación, y autonomía sin la supervisión del operador, es decir, un equipo automático.

## JUSTIFICACION

La automatización del ALDOSE es necesaria, en la medida que se requiere una alta confiabilidad de la operación, disminuir la intervención del operador, aumentar la eficiencia operativa de los procesos y disminuir los costos asociados a equipos obsoletos. Alpina Corporativo preocupado por estar a la vanguardia en la industria de alimentos incentiva a sus empleados para que apliquen sus conocimientos en la búsqueda y solución de los problemas que ayuden a mejorar los índices de eficiencia de maquinas, y por ende redunde en beneficios generales. Concientes de la necesidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera en un entorno real, hemos asumido el reto de automatizar este equipo ya que nos implica conocer a fondo el proceso, el manejo de las variables, temperatura, presión y flujo, la programación del PLC y de pantallas de operador, así como el manejo adecuado de la información para lograr una programación eficiente y flexible pero a la vez lo suficientemente robusta para permitir que el equipo se adapte fácilmente a futuros procesos. El equipo normalmente hubiera sido automatizado por técnicos de TetraPak pero a un costo alto en cambio al hacer la petición por parte nuestra a la compañía, no solo se ahorran costos en actualización de equipos sino que nos permite aplicar los conocimientos de la carrera y aprender de este nuevo reto, el desarrollo en un entorno real, lo cual nos enriquece como profesionales.

En cuanto a factibilidad se hizo la petición tanto a los jefes de producción como a los jefes de sección, gerencia de mantenimiento y gerencia de planta, obteniendo de ellos respuesta favorable y vía libre para el desarrollo del proyecto y llevar a feliz término la actualización del equipo, teniendo en cuenta los tiempos de producción y parada del equipo. El factor económico no es inconveniente ya que la Gerencia de mantenimiento cuenta con una partida para actualización de equipos lo cual cubre los costos.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### Objetivo General

Automatizar el equipo inyector de enzimas ALDOSE1 en Alpina Sopo por medio de un PLC y pantalla táctil

### Objetivos Específicos

Mejorar la confiabilidad del equipo ALDOSE1

Mejorar la operación del equipo por parte del operador

Controlar de forma automática las variables involucradas en el proceso como, temperatura, presión, flujo

Actualizar el hardware y software del equipo

Estandarizar el hardware del equipo

Mejorar la eficiencia de producción del área

## **ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO**

### **ALCANCE**

El alcance del proyecto va hasta la automatización del ALDOSE1 en Alpina en la planta de Sopo, por medio de un PLC Allen Bradley y Pantalla táctil Panel View 600. El impacto económico que genera el proyecto es grande, ya que dejará de ser un cuello de botella en la producción y permitirá hacer mas eficiente el proceso y el funcionamiento de la planta en general.

### **LIMITACIONES**

Una limitante que se tiene es la llegada de los materiales luego de hacer la solicitud respectiva, ya que el proceso es bastante lento. Otra limitante que se puede tener es la disponibilidad del equipo ya que tiene una alta programación de producción.

### **MARCO DE REFERENCIA**

Principio operativo

El liquido que ha de filtrarse se almacena en un tanque, desde allí se bombea por medio de una bomba positiva con control de velocidad, a través de un filtro con tamaño máximo de poro de 0.2 micras (para recoger todas las bacterias y esporas).

El líquido ya esterilizado se añade al caudal del líquido principal mediante una válvula de dosificación especial y se mezcla en el mezclador en línea estático.

La dosificación puede efectuarse inmediatamente antes de una máquina de llenado aséptico, antes de un deposito aséptico o en la planta estéril, aunque con frecuencia se lleva a cabo antes de un homogenizador aséptico, debido a que la lactasa pierde algunas de sus propiedades cuando se pasa por un esterilizador.

Tanto el filtro como las tuberías y la válvula de dosificación se preesterilizan con vapor a 121°C durante 30 minutos antes que pueda efectuarse la producción. El flujo se puede regular desde 0 hasta 35 litros/hora

Dependiendo de los requerimientos del sistema se puede variar el flujo por medio del variador de frecuencia que controla el motor de la bomba positiva, logrando de esta manera una adecuada dosificación de enzima para garantizar que por lo menos el 84 % de la lactosa se desdoble en el proceso antes de llegar al consumidor.

## REFERENCIAS FIGURA 2

BTD	Depósito de producto, 85 litros
M1	Bomba positiva con control de velocidad
FT1	Transmisor de caudal
PI	Indicador de presión - presión del producto, vapor, aire
PT2	Transmisor de presión, 0 - 8 bar
TT3	Transmisor de temperatura
LL	Interruptor de nivel - nivel bajo en el depósito de producto
LLL	Interruptor de nivel - nivel más bajo en el depósito de producto
CV1	Válvula de retención
CV2	Válvula de retención
CV3	Válvula de retención
V1	Válvula, controlada desde OP
V2	Válvula de ventilación - utilizada para ventilar el filtro durante el llenado del sistema
V3	Válvula de drenaje
V4	Válvula, aire comprimido
V5	Válvula, vapor
V6	Válvula de regulación de presión, aire comprimido
V7	Válvula de regulación de presión, vapor
V8	Válvula de drenaje, depósito de producto
V10	Válvula de dosificación
3	Filtro estéril
5	Mezclador en línea estático
6	Trampa de vapor
7	Trampa de vapor
8	Filtro, vapor
9	Filtro, aire comprimido

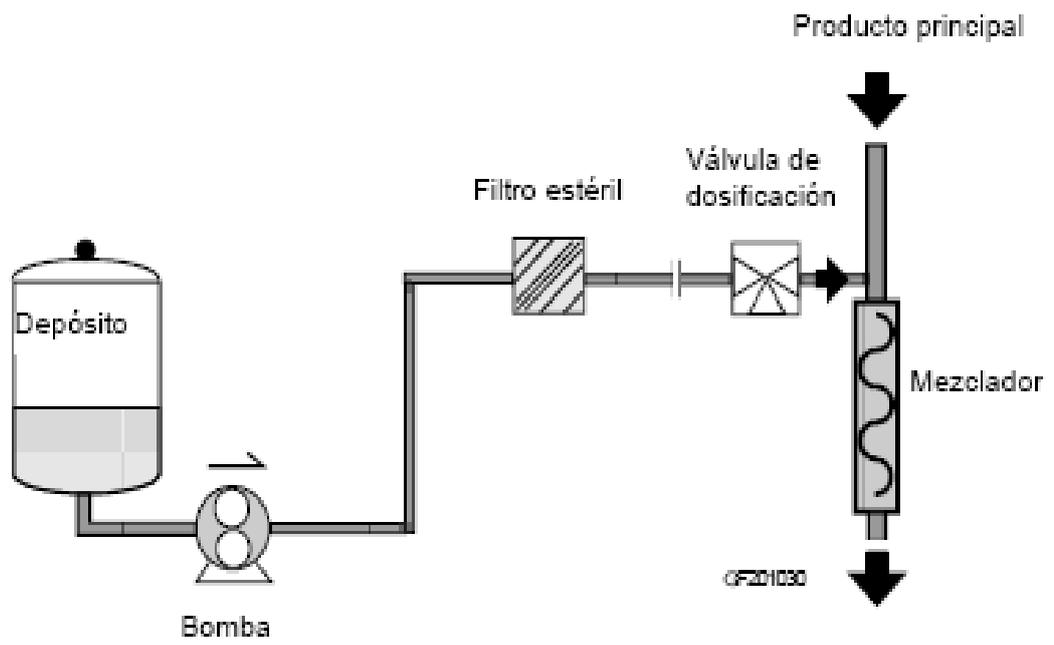


FIGURA 1.

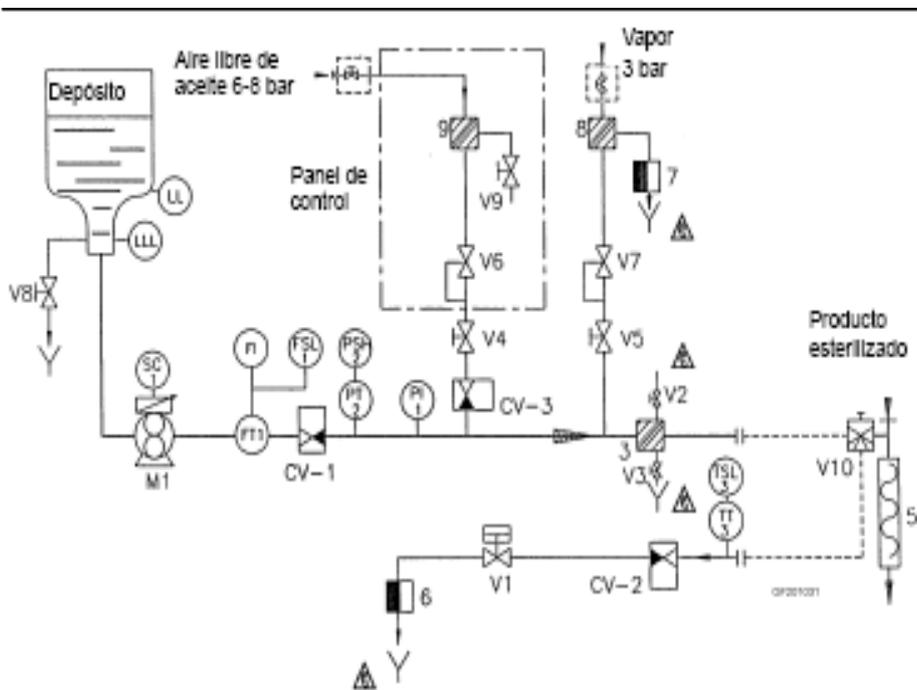


FIGURA 2.

## PASOS PARA PUESTA EN PRODUCCION DEL EQUIPO

### ESTERILIZACION

#### Preesterilización

La preesterilización debe efectuarse de manera simultánea, o previamente, a la esterilización de la línea de producto.

Montar el soporte de filtro con el cartucho de filtro insertado. Comprobar el estado de la junta tórica antes de instalarla.

Instalar la válvula de dosificación.

Comprobar que el ajuste de la temperatura de TSL3 sea correcto, mínimo 121°C.

Abrir la válvula V3 (Figura 3.)

Abrir lentamente la válvula de vapor V5

Comprobar que la válvula de ajuste de la presión de vapor V7 esté regulada a 1,6-1,7 bar (máximo 1,7 bar). (Si no pudiera conseguirse la presión correcta es necesario limpiar el filtro de vapor)

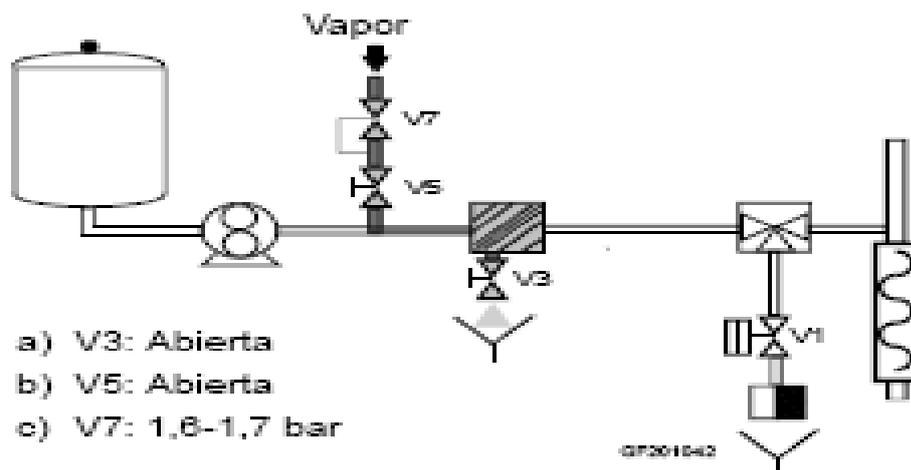


Figura 3.

Cuando pase vapor seco a través de la válvula V3, estrangular la válvula V3 a la mínima apertura (figura 4). Comprobar que salga condensado por la trampa de vapor.

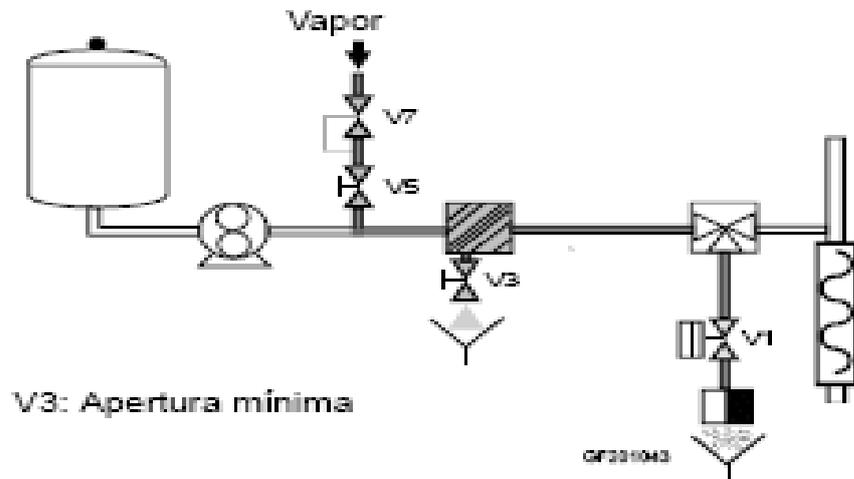


Figura 4.

Una vez se ha alcanzado la temperatura de esterilización (121° C), seleccionar Esterilización. En pantalla se muestra el texto ESTERILIZACIÓN y el tiempo de esterilización.

La planta se esterilizará durante 30 minutos(figura 5). Si se produce un fallo de temperatura en TSL3, el tiempo de esterilización se pone a cero. Una vez ha transcurrido el tiempo de esterilización, el texto ESTERILIZACIÓN de la pantalla pasa a ser ESTÉRIL.

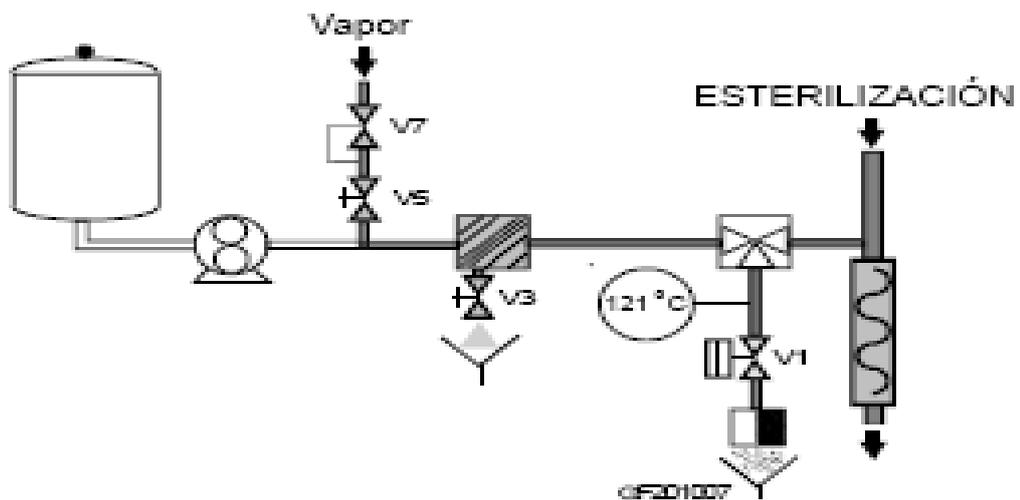


Figura 5.

Cerrar la válvula de vapor V5 lentamente y abrir simultáneamente, y también lentamente, la válvula de aire comprimido V4. Ajustar la válvula de aire comprimido V6 a 0,8 bar. Cerrar la válvula V4 tras algunos minutos una vez el aire comprimido haya enfriado la unidad (figura 6).

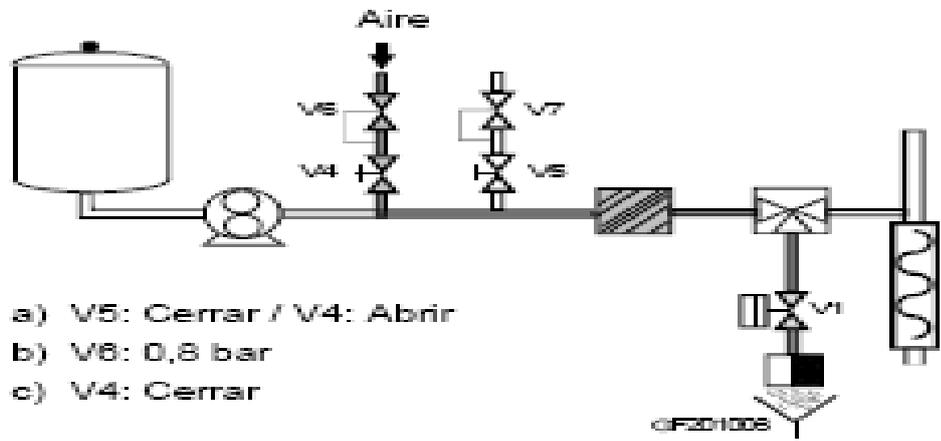


Figura 6.

Filtro estéril – comprobación

Es necesario comprobar el filtro estéril antes de cada producción.

Llenar el depósito de producto con 5-6 litros de agua destilada o de agua blanda prefiltrada (figura 7).

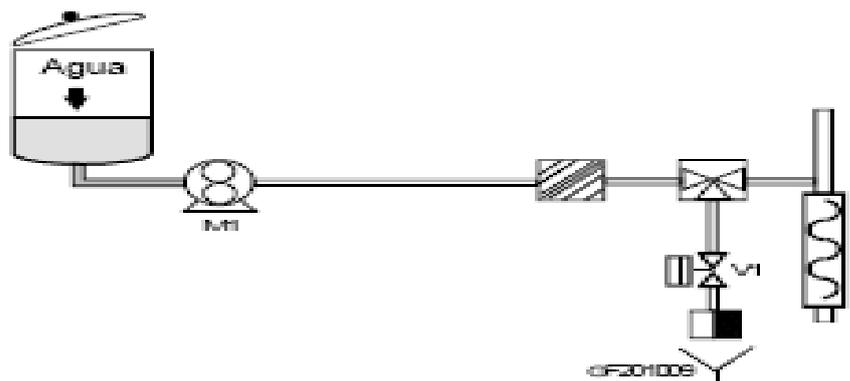


Figura 7.

Arrancar la bomba (M1) y abrir la válvula de drenaje (V3). Aumentar la capacidad de la bomba con el fin de acelerar el llenado del sistema (figura 8).

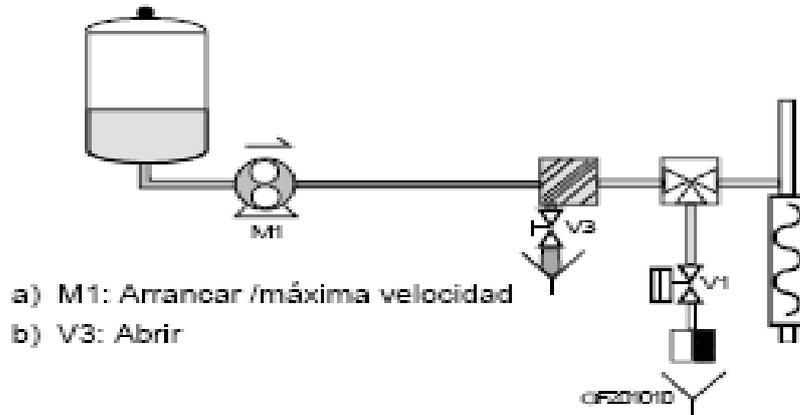


Figura 8.

Cerrar la válvula de drenaje (V3) cuando el agua pase a través de ella. Cuando el agua salga por la trampa de vapor, comprobar que el alojamiento del filtro se llene de agua abriendo la válvula de ventilación V2. Cerrar V2 cuando el agua esté libre de aire. Continuar bombeando durante al menos 5 minutos (figura 9).

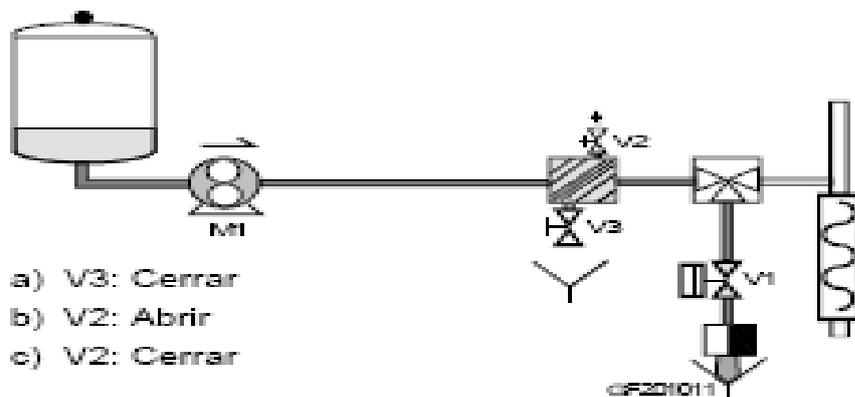


Figura 9.

Parar la bomba M1, abrir lentamente la válvula de aire comprimido V4 y vaciar el alojamiento del filtro abriendo la válvula V3. Tras el drenaje, cerrar V3 y V4. Drenar el depósito abriendo la válvula 8 (figura 10).

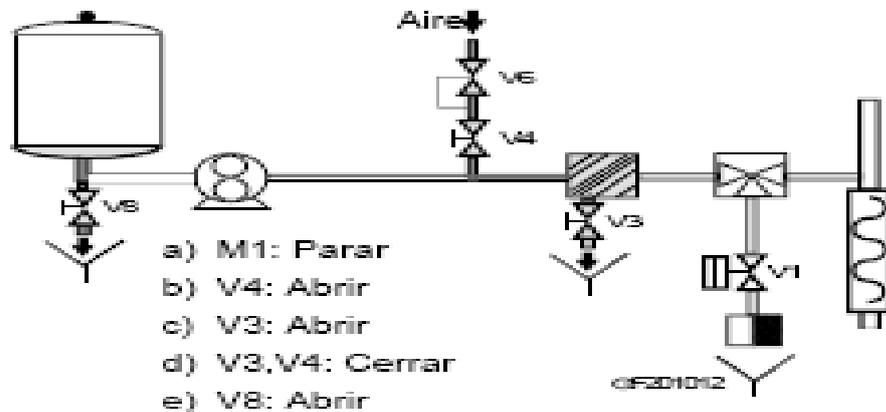


Figura 10.

Abrir lentamente la válvula de aire comprimido (V4) y ajustar la presión a 2,7 bar. Cerrar V4 tras un minuto (figura 11).

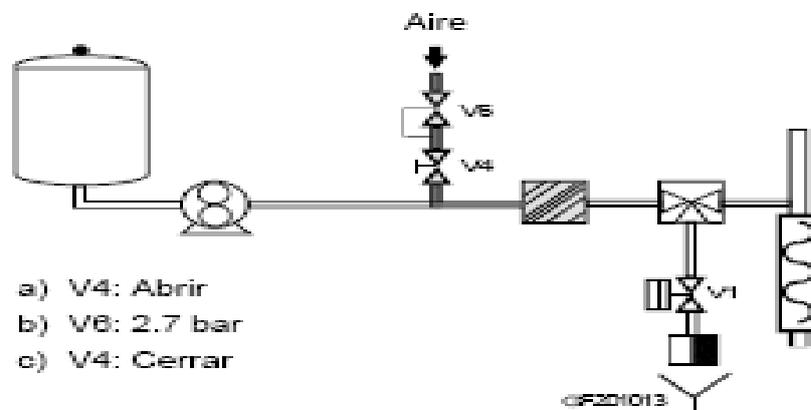


Figura 11.

Si la caída de presión después de 5 minutos:

- es superior a 0,115 bar es necesario cambiar el cartucho de filtro y reesterilizar la unidad. Inspeccionar las conexiones entre V4 y el alojamiento del filtro en busca de fugas antes de reemplazar el filtro.
- es inferior a 0,115 bar, la unidad está lista para producción.

Producción

Cerrar la válvula de drenaje V8.

Llenar el depósito de producto con el líquido que ha de dosificarse (figura 12).

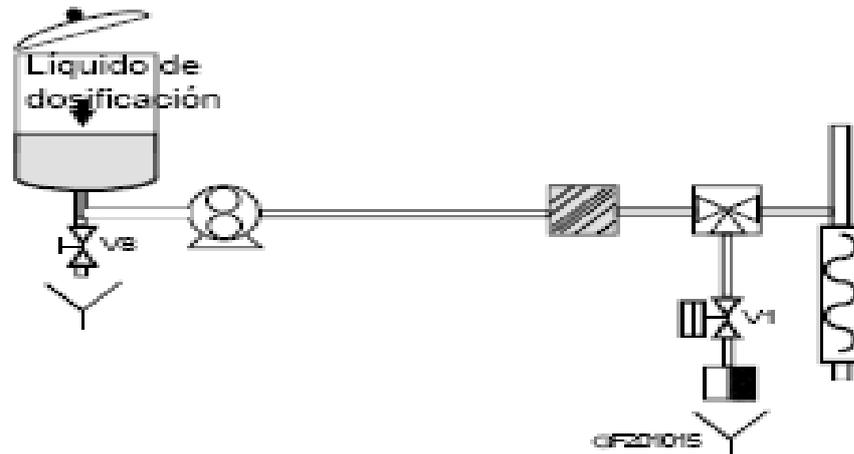
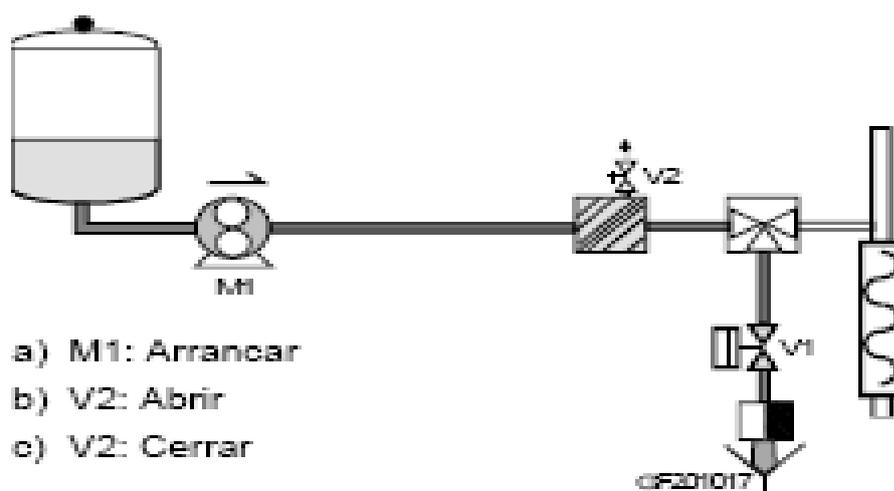


Figura 12.

Arrancar la bomba M1.

Cuando salga líquido por la trampa de vapor, comprobar que el soporte de filtro se llena abriendo la válvula V2. Cerrar la válvula V2 cuando el líquido esté libre de aire (figura 13).



- a) M1: Arrancar
- b) V2: Abrir
- c) V2: Cerrar

Figura 13.

Ajustar la capacidad de la bomba para obtener la cantidad correcta con relación a la capacidad del caudal de producto principal, por ejemplo una máquina de llenado. Parar la bomba M1 y esperar a que la planta principal, por ejemplo una máquina de llenado, se ponga en marcha.

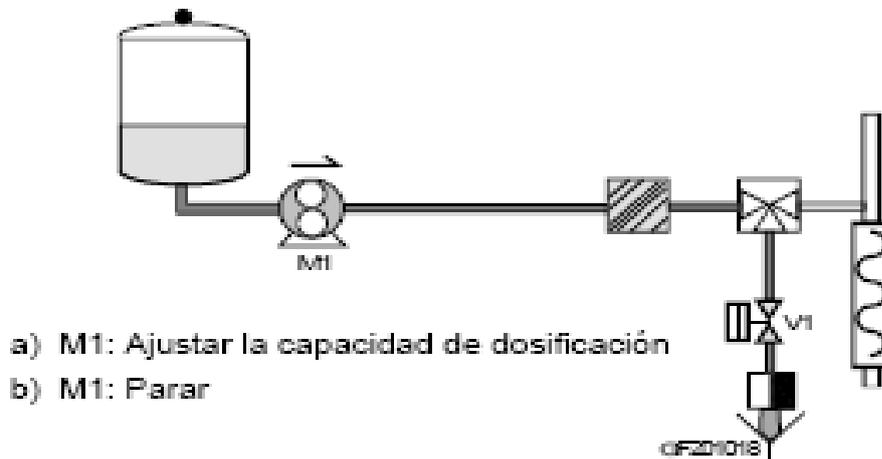


Figura 14.

Cuando la válvula de producto de la planta principal se abra, arrancar la bomba M1 y cerrar (activar) la válvula V1 (figura 15).

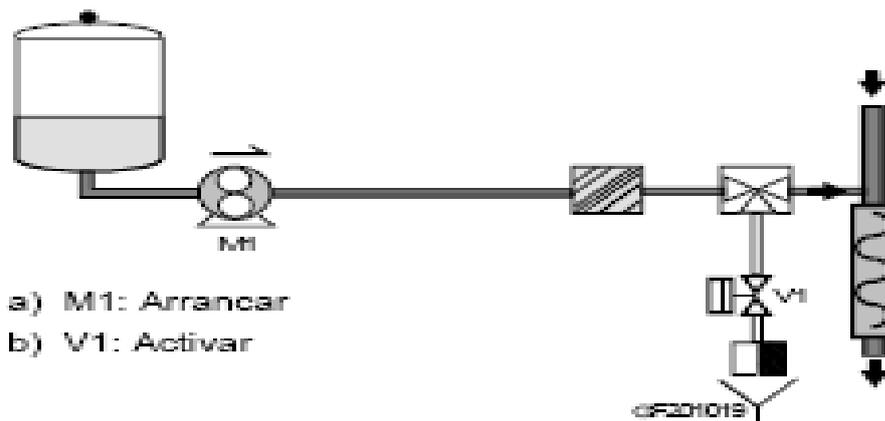
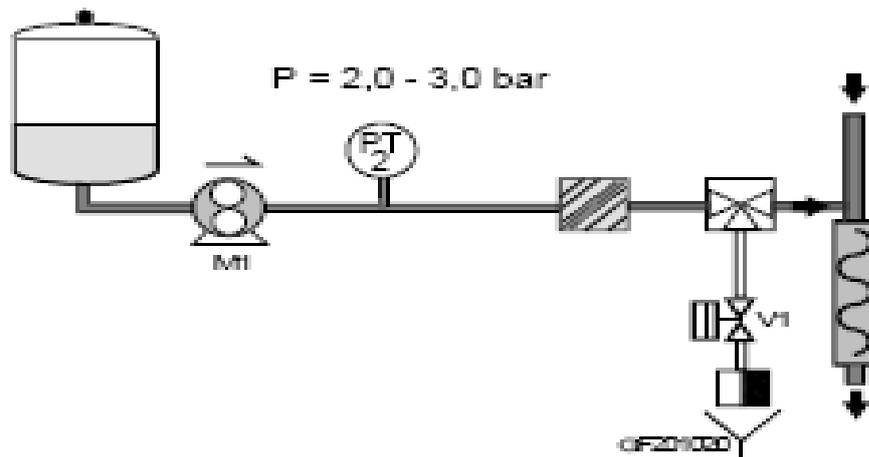


Figura 15.

Una vez la presión se ha estabilizado en 2,0 – 3,0 bar, la unidad de dosificación está en producción.

- El líquido filtrado estéril se añade a través de la válvula V10 a la línea de producto.



## MARCO CONCEPTUAL

El desdoblamiento del azúcar de la leche (Lactosa) por medio de una enzima llamada Lactasa ocasiona que esta se divida en dos azúcares menores, Glucosa y Galactosa las cuales son mas fácilmente asimilables por el organismo. El control de la bomba positiva es efectuado por medio de un variador de velocidad electrónico y hace que la dosificación de enzima en todo momento sea precisa. La pantalla táctil es mas comúnmente llamada interfaz de operador HMI o IHM. Al hablar de táctil se refiere a la facilidad que tiene el operador de tocar directamente en la pantalla señalando un botón, menú, opción o paso específico y esta responder, directamente a la acción efectuando la tarea solicitada; por lo tanto nos evitamos muchos pulsadores, indicadores, teclados y dispositivos señaladores (Mouse o ratón) y controlamos todo desde la pantalla con el solo toque de la punta del dedo o un lápiz especial que no raya ni daña la pantalla. El PLC es el dispositivo encargado del procesamiento de las señales de entrada para obtener una señal de respuesta de acuerdo con un programa previamente almacenado en su memoria el cual se puede modificar en cualquier momento según se requiera. El Rack es el modulo base o chasis donde se montan tanto la fuente como la CPU y las tarjetas compatibles con la CPU.

## **LINEA DE INVESTIGACION USB**

Tecnologías actuales y sociedad

El Autómata industrial mas conocido como PLC juega un papel primordial en la automatización de procesos a todo orden remplazando muchas tarjetas electrónicas sueltas por bloques modulares de fácil instalación, programación y puesta en operación, es por lo tanto de actualidad irrefutable la automatización de procesos por medio de PLC

## **SUB-LINEA DE FACULTAD**

Procesamiento de señales Digitales o Análogas

Dentro del acondicionamiento de señales para poder automatizar un proceso se encuentran, tanto tarjetas conversoras análogas como digitales, así mismo, tanto de salida como de entrada, por lo tanto se requiere primero un acondicionamiento de señales antes que el PLC pueda procesarlas y generar la correspondiente señal de salida.

## **CAMPO TEMATICO DEL PROGRAMA**

Control

La función primordial del PLC dentro de una máquina es controlar unas salidas de acuerdo con unas entradas y con un programa almacenado en su memoria, por lo tanto, es evidente que el campo temático que define esta aplicación es control

## DESARROLLO DEL PROYECTO

El primer paso es hacer un levantamiento del plano eléctrico del sistema actual para saber con absoluta certeza qué señales entran al sistema, que señales salen y que tratamiento se les da y cuantas son en total para poder dimensionar el PLC de acuerdo con los requerimientos.

Como segundo paso, debemos conocer las características eléctricas de cada dispositivo, de cada sensor y de cada actuador para saber como vamos a acondicionar las señales para que se ajusten a los requerimientos de entradas de las tarjetas y para que el PLC pueda controlar las salidas de forma segura.

Las variables que se van a controlar son:

**Temperatura:** solo en el paso de esterilización, ya que en producción permanece a temperatura ambiente el sistema. Se debe garantizar que en el paso de esterilización se mantenga a 120°C durante 30 minutos, si no se logra mantener el sistema, debe volver a alcanzar la temperatura de esterilización e iniciar la cuenta de los 30 minutos de nuevo.

**Presión:** se debe garantizar que supere los dos bares para que pueda vencer la presión de la línea principal y que se pueda inyectar la enzima. Esto se logra por medio de la variación de la velocidad de la bomba positiva. Esta variable juega un papel relevante en el paso de verificación de integridad del filtro, ya que cuando se realiza esta integridad, la presión no debe bajar de 115 mb en 5 minutos, esto nos garantiza que el filtro esta en buenas condiciones para producción y que el sistema esta hermético, si falla la prueba de integridad se debe cambiar el filtro y realizar de nuevo el proceso de inicio de aseptización de la instalación.

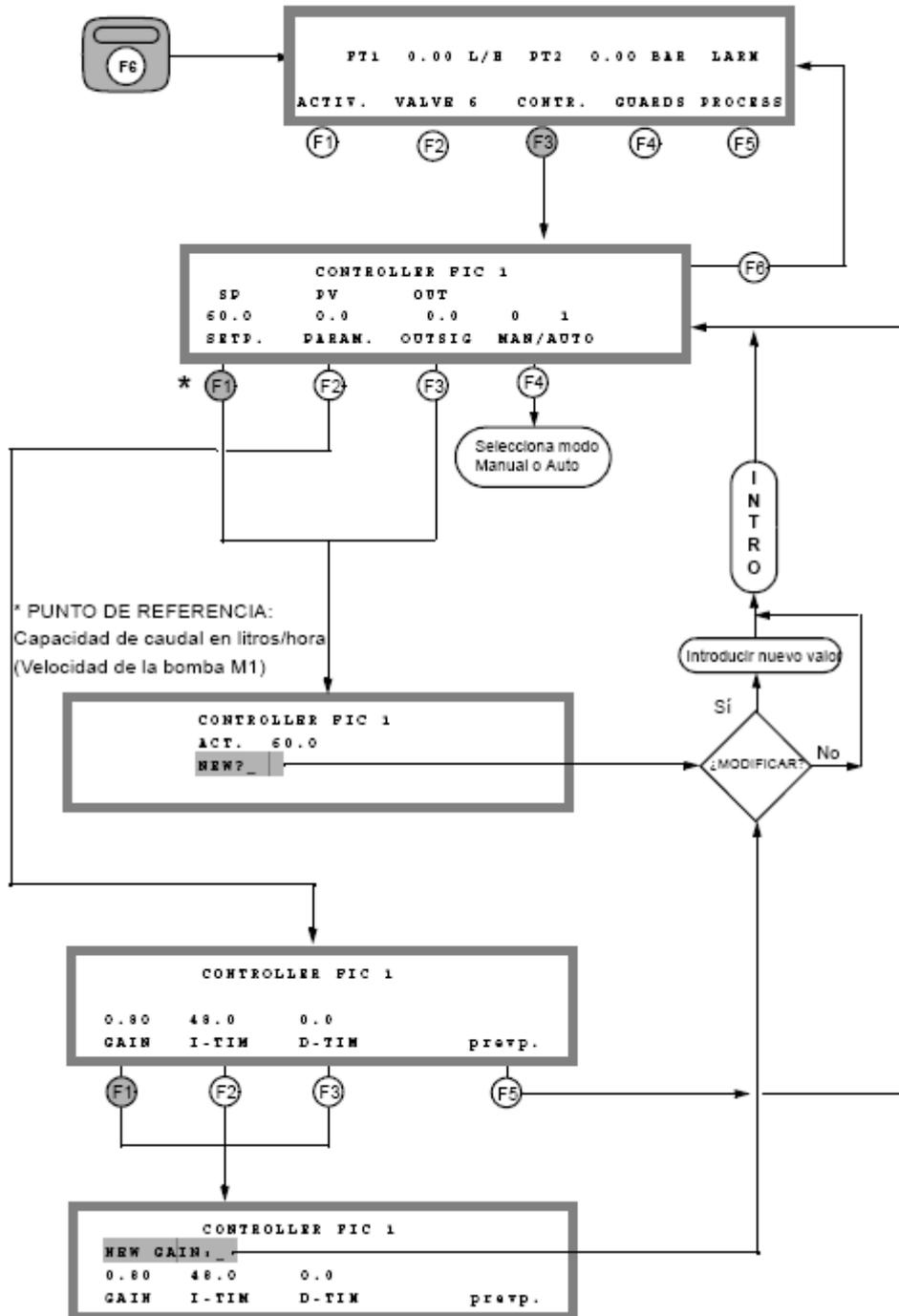
**Flujo:** Una vez sea vencida la presión de apertura de válvula para dosificado, se debe garantizar que el flujo se mantenga constante para que cada mililitro de leche tenga la cantidad adecuada de enzima. Esto se logra por medio de un transductor de presión y un flujometro, cuyas señales en formato 4-20 mA, son llevadas directamente a una tarjeta conversora análoga digital (1746 NIO4I) para que el PLC haga el ajuste necesario.

Los pulsadores necesarios como la parada de emergencia, el control de vapor y el botón de marcha-paro están debidamente cableados a la tarjeta respectiva (1746 IB16)

La programación del PLC se hará con el software RS Logix y la programación de la pantalla con Panel Builder 32, Alpina cuenta con las licencias respectivas para uso de este software, ya que existen varios equipos que manejan este mismo tipo de PLC y pantallas.

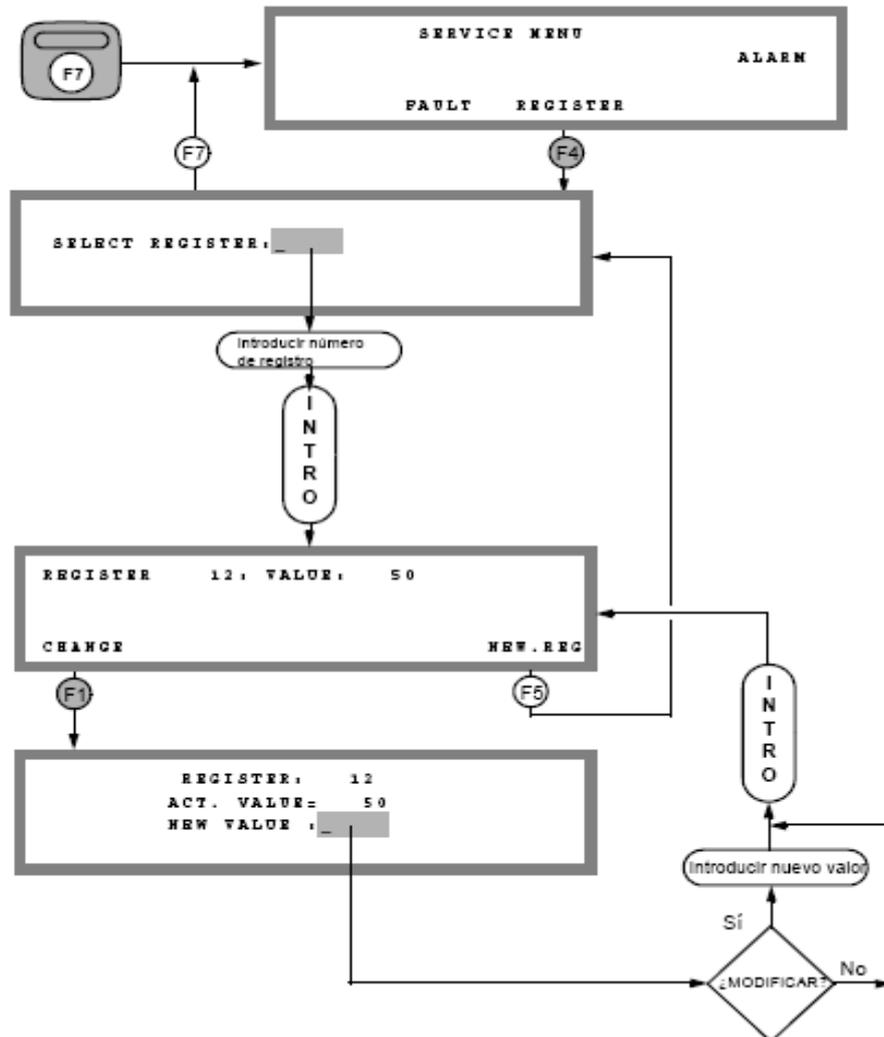
# CONTROLADOR

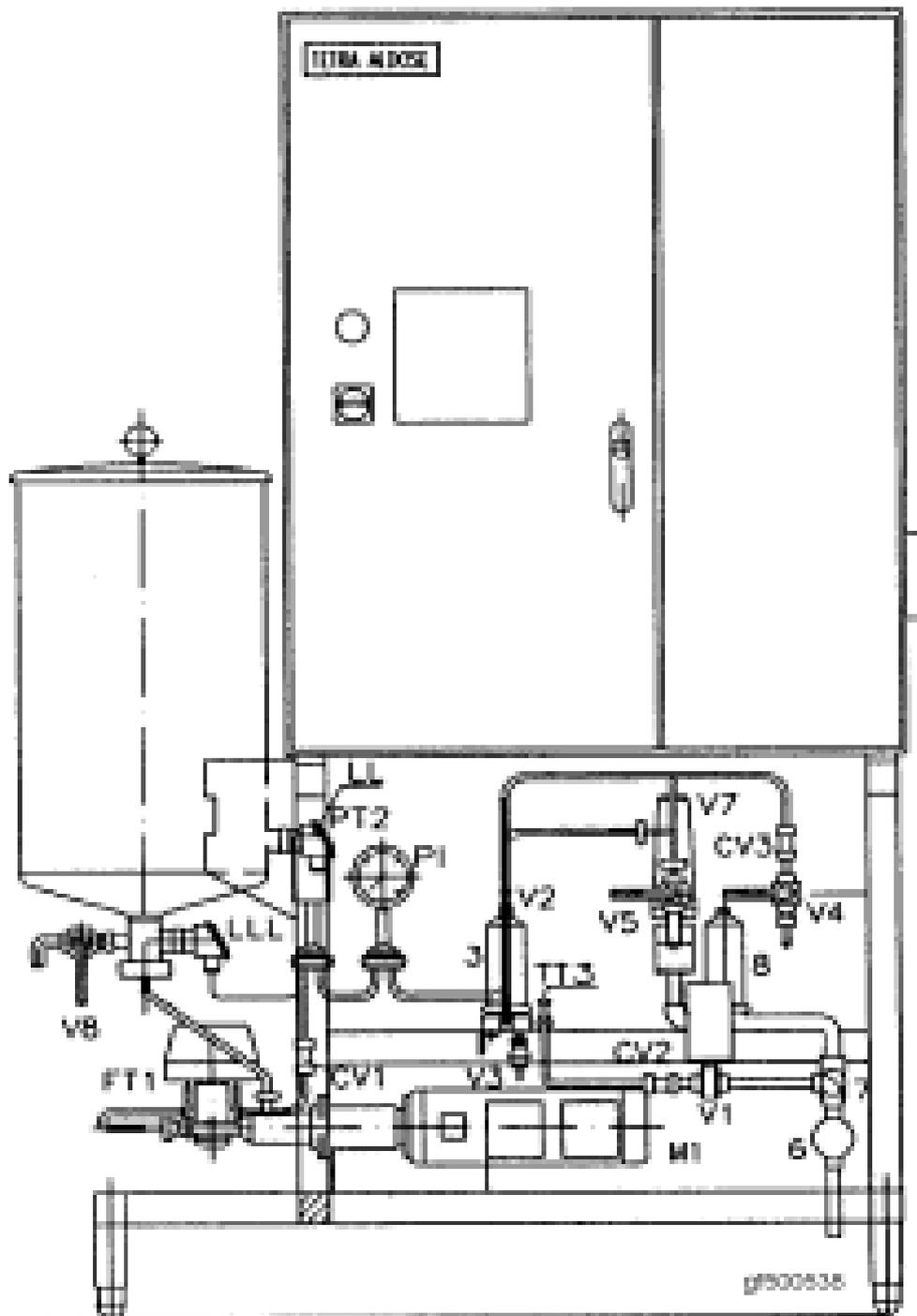
Inspección/modificación de valores y modo de funcionamiento



# REGISTRO

Inspección/modificación de valor de registro





## CONCLUSIONES

El mayor inconveniente que se ve en el proyecto es la disponibilidad del equipo debido a la alta demanda por parte de producción, además de la demora en los elementos solicitados necesarios para ejecutar la automatización, ya que habiéndolos pedido en octubre del 2006 recién el día 13 de abril del 2007 llegaron los primeros elementos. La automatización aun no se ha podido empezar debido a la falta del rack y la pantalla táctil, solo han llegado elementos menores como borneras, contactores, portafusibles, una fuente. Esperamos que a finales del mes lleguen el resto de componentes para empezar con la programación y el montaje, ya que es necesario distribuir el espacio en el gabinete, además de tener la CPU y las tarjetas análogas y digitales tanto de entrada como de salida.

La programación puede tomar alrededor de dos semanas teniendo en cuenta que ya estén todos los componentes montados, además de disponer solo con parte del tiempo fuera del turno normal de trabajo.

Como fortalezas se tienen la accesoria por parte de los jefes de sección, uno de los cuales ha trabajado en el área de automatización por más de 15 años en diferentes empresas, además de su experiencia en equipos de Tetrapak. se tiene también la experiencia en el área electrónica, eléctrica, neumática y mecánica lo cual nos da una visión global del proceso, teniendo criterio para abordar la automatización del equipo con criterio amplio y suficiente con miras a hacer un trabajo de alta calidad, flexible, robusto y con total compatibilidad con los otros equipos de proceso de la compañía, teniendo en mente la conexión al sistema supervisorio de la planta en un futuro próximo.

Otra fortaleza que se tiene es el apoyo incondicional por parte del gerente de mantenimiento, tanto para la parte del software, hardware, o asesoría de terceros en caso de necesitarse, así como de auxiliares SENA que nos pueden colaborar a hacer los oficios menos exigentes como el cableado, montaje de contactores, reles, portafusibles etc. Pudiéndonos dedicar de tiempo completo a la programación del PLC y de la pantalla lo cual es la parte de más cuidado de todo el sistema.

## RECOMENDACIONES

Como punto de partida para iniciarse en la automatización de equipos en la industria, un proyecto de esta magnitud bien puede ser un buen inicio, ya que encontramos señales análogas como la temperatura, presión, flujo, tanto en el estándar industrial de corriente de 4-20 mA, como en el estándar de 0-10 Vdc. Efectuando el control tanto en corriente como en tensión, algo muy común en la industria. Además del adecuado procesamiento de las entradas digitales y sus correspondientes salidas por medio de interfaces que nos permiten adaptar un dispositivo de control a cualquier carga.

El software RS Logix de Allen Bradley es de última tecnología lo cual nos permite que una vez lo manejemos y conozcamos su entorno y modo de operación, estaremos capacitados en una herramienta poderosa para desarrollar proyectos de alta calidad técnica, robustos y flexibles en un ambiente industrial. Esto redundará en grandes oportunidades de trabajo ya que el conocimiento de este software es apetecido en el mercado industrial en empresas grandes que manejan sistemas de control de tecnología de punta.

La utilización de pantallas táctiles nos permite llevar nuestra aplicación a la cima de la industria, donde la tendencia es usar cada vez más este tipo de pantallas que simplifican la operación, los controles que ejecute el operador, reduce el índice de fallos, aumentando la eficiencia tanto de las máquinas como de los procesos.

Recomendamos por lo tanto a los que quieran seguir en esta línea de trabajo, que se esmeren por investigar las novedades del mercado y aprendan a manejar herramientas de alta tecnología, lo cual los hará altamente competitivos en un mercado cada vez más exigente, como lo es el industrial.

## BIBLIOGRAFIA

BRAZIL.MANUAL DE EQUIPO ALDOSE. Guia de usuario, TetraPak ,1996

GIRALDO Edwin.Tecnicas de automatización usando RS Logix, 2001

UMBARILA. Jairo Alfonso, Como interpretar diagramas en GRAFCET

COSTOS

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR
1	Keypad Touch Screen color 6" Display	5.983.680
1	SLC 5/05 controller, 32K	6.786.702
1	(4) Analog input for programmable controller	1.216.332
1	(2) Analog input, (2) Analog current output	1.883.700
1	DC input module	470.000
1	DC output Module	581.256
1	Program storage device SLC 5/30 Thru 5/05	952.614
1	Power Supply – Rack Mount	952.614
1	7-Slot Chassis modular hardware	681.720
5	Reles dos contactos 700-HK36A2	111.228
5	Bases para rele 700-HN	45.268
10	Bornera Portafusible	88.170
80	Bornera 16 AWG	75.440
5	Borneras azul	4.950
10	Bornera de tierra 16 AWG	9.901
6	Bornera de tierra 12 AWG	8.147
15	Frenos para bornera	19.095
3	Tramo canaleta ranurada	81.583
1	Tramo canaleta ranurada	30.728
1	Tramo canaleta ranurada	33.028
2	Tramo riel omega	30.682
3	Guardamotor 1.6-2.5 A	574.356
2	Breaker monopolar 1 A	46.000
1	Breaker monopolar 2 A	23.000
1	Breaker monopolar 10 A	23.000
1	Contactador 10 A 220 VAC	143.497
1	Interruptor llave	88.035
1	Parada de Emergencia	64.163
1	Baliza 24 VDC 3 Colores	611.248
1	Ventilador 6" 24 VDC	32.000
3	Fuente 24 VDC 4A	1.047.000
1	Transformador 440 V / 220 V	300.000
1	Interruptor PPAL para tablero	169.533
1	Interruptor de presion	380.000
2	Interfases para PT 100	1.680.000
1	Puerta acero inoxidable	345.000
1	Fondo acero inoxidable	235.000

TOTAL 25.708.670