



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES ELÉCTRICOS,
ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL
ÁREA DE FRIJOL**

Mayra Lorena de la Cruz Recinos
Asesorado por el Ing. Gustavo A. Villeda Vásquez

Guatemala, marzo de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES ELÉCTRICOS,
ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL
ÁREA DE FRIJOL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

MAYRA LORENA DE LA CRUZ RECIÑOS

ASESORADO POR EL ING. GUSTAVO ADOLFO VILLEDA VÁSQUEZ

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA ELECTRICISTA**

GUATEMALA, MARZO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda García Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

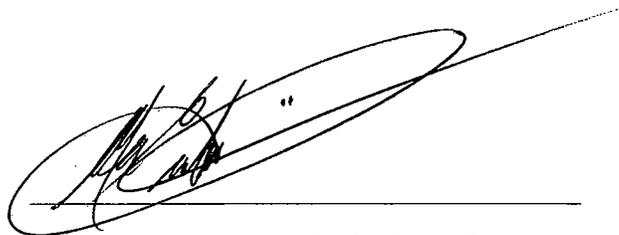
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo
EXAMINADOR	Ing. Gustavo Adolfo Villeda Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES ELÉCTRICOS,
ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL
ÁREA DE FRIJOL,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 25 de agosto de 2005, Ref. EIME 102.2004.



Mayra Lorena De la Cruz Recinos

Guatemala, 19 de febrero de 2010

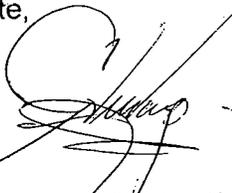
Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora de UNIDAD DE EPS
Facultad de Ingeniería, USAC

Por medio de la presente informo a usted, como asesor del trabajo de graduación del estudiante **MAYRA LORENA DE LA CRUZ RECINOS**, procedí a revisar el informe final cuyo título es, "**MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE FRIJOL**", el cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,



Ing. Gustavo A. Villada Vásquez

Gustavo Adolfo Villada Vásquez

Ingeniero Electrónico
Colegiado No. 3654



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 25 de febrero de 2010.
Ref.EPS.DOC.402.02.10.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

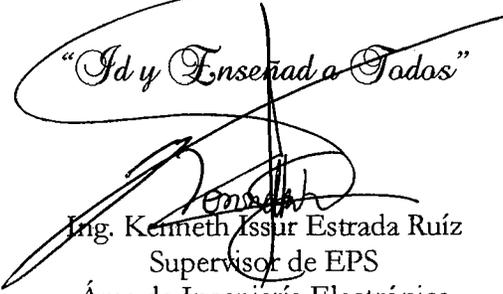
Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Mayra Lorena de la Cruz Recinos** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, con carné No. **199910609**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE FRIJOL”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Kenneth Issur Estrada Ruíz
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Electrónica

c.c. Archivo
KIER/ra





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 25 de febrero de 2010.
Ref.EPS.D.160.02.10.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Puente Romero.

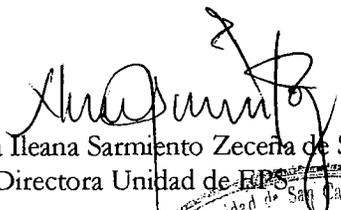
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE FRIJOL"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Mayra Lorena de la Cruz Recinos**, quien fue debidamente asesorada por el Ing. Gustavo Adolfo Villeda V. y supervisada por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruíz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

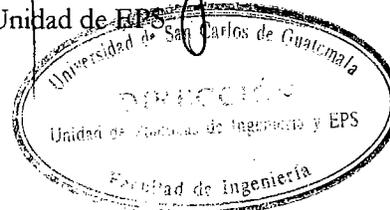
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





FACULTAD DE INGENIERIA

Ref. EIME 15. 2010
Guatemala, 25 de FEBRERO 2010.

Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

**Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
“MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES
ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL
PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE FRIJOL”,
del estudiante, Mayra Lorena de la Cruz Recinos, que cumple con
los requisitos establecidos para tal fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Guillermo Bedoya Barrios
Coordinador del Área de Potencia

JGBB/sro





REF. EIME 14. 2010.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Mayra Lorena de la Cruz Recinos titulado: “MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE FRIJOL”, procede a la autorización del mismo.


Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



GUATEMALA, 26 DE FEBRERO 2,010.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTROLES ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y NEUMÁTICOS DEL PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE FRIJOL**, presentado por la estudiante universitaria **Mayra Lorena de la Cruz Recinos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of a large oval shape and a vertical line extending downwards.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, marzo de 2010



/gdech

DEDICATORIA

Dios

Por ser mi apoyo, mi consuelo y gracias por estar siempre a mi lado, gracias papito porque antes de honrar a mis padres a ti debo este logro.

Padres

Por estar siempre apoyándome y por confiar en mí, porque este título se los debo de gran manera a ustedes, los amo con toda mi alma.

Hermanas Janeth y Jenniffer

Las quiero mucho, porque este título es parte de su apoyo.

Abuelos

Por darme su apoyo cuando más yo lo necesite en especial a mi abuelita Olga.

Tías y a mis tías abuelas

Que además de ser mis tías fueron como mis abuelas, las quiero mucho. Gracias tía Mimi por tús consejos y apoyo que me has proporcionado, a mí tía Olguita, por ser tan especial. Y a sus esposos por su cariño.

Primos

Por los buenos momentos vividos.

Y a mi familia en general.

AGRADECIMIENTOS A:

El Ing. Gustavo Villeda, Ing. Bedoya e Ing. Enrique Ruíz, porque además de haberme asesorado los considero muy buenos maestros y amigos.

Mi amiga del Colegio: Amaria Hernández, porque además de ser una buena amiga, este triunfo es parte de nuestros sueños.

Mis amigos universitarios: Jenny Moscoso, Roberto Alejandro Hernández, Oscar Castillo, Marvin Estrada, Elisa Vides, Alex Sánchez, por todos los recuerdos, las experiencias y buenos momentos vividos.

Mi amiga Janeth de Lou (Nekita) y familia Morán: Por haberme apoyado en todo momento y por ser parte de mi familia. Gracias.

Mi amiga Jeniffer Hernández de la Cruz: Por compartir momentos especiales en Cristo. Eres especial prima.

**Bendice, alma mía, a Jehová,
y bendiga todo mi ser su santo nombre.
Bendice, alma mía, a Jehová,
y no olvides ninguno de sus beneficios.
Salmos 103:1-2**

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN	01
1.1 Introducción	01
1.2 Objetivos	04
1.3 Antecedentes	05
1.4 Procesamiento de Frijol	06
1.4.1 Descripción del proceso para la fabricación de frijoles molidos	07
1.4.1.1 Almacenamiento	07
1.4.1.2 Limpieza y remoción de material extraño	08
1.4.1.3 Re hidratación o remojo	08
1.4.1.4 Drenaje y enjuague	09
1.4.1.5 Cocimiento/ agregar condimento	09
1.4.1.6 Molido	10
1.4.2 Formulación	13
1.4.2.1 El pH de los frijoles varía entre 5.4 y 6.0	13
1.4.3 Estándares de calidad del grano para el proceso	14
1.4.4 Cocimiento proceso de temperatura	14

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FRIJOL	21
2.1 Proceso industrial de frijol enlatado	21
2.2 Ventajas de la automatización	25
2.3 Controles de laboratorio e históricos	27
3. ELEMENTOS DE CONTROL DEL PROCESO	29
3.1 Consideraciones preliminares de diseño	29
3.1.1 Descripción del PLC	31
3.1.2 Bloques de programación	32
3.1.3 Capacidad de memoria	32
3.1.4 Capacidad de entradas y salidas	37
3.1.5 Resumen y detalle de elementos en toda la automatización de la retorta horizontal	44
3.1.5.1 Elementos de campo	44
3.1.5.2 Elementos de control	45
3.1.5.3 Elementos de operación	45
3.2 Elementos de detección utilizados	48
3.2.1 Sensores de Temperatura	48
3.2.2 Transmisor electrónico de presión manométrica	50
3.2.3 Sensores de Nivel	52
3.2.3.1 Sensor inductivo tipo boya	52
3.2.3.1.1 Objetivo	52
3.2.3.1.2 Descripción	53
3.2.4 Registrador-controlador	54
3.2.4.1 Pantallas y control	56
4 PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE FRIJOL	59
4.1 Introducción	59
4.2 La automática	59

4.2.1	El automatismo secuencial	62
4.2.2	Modelo estructural de un sistema automatizado	64
4.3	Parte operativa: Sistemas de fabricación	68
4.3.1	Modelo de entrada y salida	69
4.3.2	Las decisiones en el mundo de la fabricación	71
4.4	Automatización del proceso de frijol enlatado	73
4.4.1	Operación en automático	75
4.4.2	Operación en manual	76
4.4.3	Algoritmo de operación y enumeración de los componentes	81
4.4.3.1	Paso 0. A cargo del operador e inicia el proceso	84
4.4.3.2	Paso 1. Inicia el ciclo	86
4.4.3.3	Paso 2. Fija el set point de temperatura	87
4.4.3.4	Paso 3. Inicia la esterilización del producto	88
4.4.3.5	Paso 4. Termina el proceso de esterilización	89
4.4.3.6	Paso 5. Termina la presurización	90
4.4.3.7	Paso 6. Termina el tiempo de enfriado	91
4.4.3.8	Paso 7. Fin de proceso	92
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA	99
	APÉNDICE A	101
	APÉNDICE B	113
	APÉNDICE C	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Molino coloidal	11
2. Flujograma para la elaboración de frijoles molidos	12
3. Detalle térmico de proceso requerido para cocimiento del frijol en lata	15
4. Tablero antiguo con Commander 1900	17
5. Tablero modernización con Commander y TP27 Touch panel	18
6. Tablero antes de la automatización de la retorta horizontal	28
7. Tablero moderno con la automatización	28
8. Diagrama de bloques del control	30
9. Distribución de memoria	34
10. Distribución de memoria típica PLC Siemens serie 300	35
11. Cotización del proceso del procedimiento de frijol	41
12. Tablero de montaje de PLC	42
13. Relés de maniobra	42
14. Montaje de botonería	43
15. Elementos de maniobra	43
16. Tablero de indicación y maniobra de electroválvulas	46
17. Detalle de alimentación neumática de tablero de electroválvulas	47
18. Detalle de conexiones eléctricas de tablero de electroválvulas	47
19. Sensor de temperatura PT100	48
20. Ejemplo de sensor de temperatura PT100	49
21. Transductores de presión marca GEMS	51
22. Principio de funcionamiento Transductores de presión GEMS	52
23. Diagrama de proceso de los sensores de nivel	53

24. Commander ABB 1900	55
25. Programación de Commander 1900 ABB	57
26. Modelo estructural de un sistema automatizado	65
27. Parte operativa y parte de control	66
28. Desglose de parte operativa y control	67
29. Sistema de Fabricación: Modelo de entradas y salidas	70
30. Diagrama de fuerza de bomba de agua	78
31. Diagrama de control de módulos de entradas y salidas	79
32. Diagrama de flujo del algoritmo del proceso	83
33. Paso 0. a cargo del operador e inicia el proceso	84
34. Paso 0. Selección de producto	85
35. Paso 1. Inicia el ciclo	86
36. Paso 2. Fija el set point de temperatura	87
37. Paso 3. Inicia la esterilización del producto	88
38. Paso 4. Termina el proceso de esterilización	89
39. Paso 5. Termina la presurización	90
40. Paso 6. Termina el tiempo de enfriado	91
41. Paso 7. Fin de proceso	92
42. Paso 7. Fin de proceso	93

TABLAS

I. Detalle de borneras de entradas y salidas de Retorta horizontal	19
II. Tiempos de venteo	24
III. Tiempos de enfriamiento	24
IV. Tiempos de proceso térmico	25
V. Capacidad de memoria y elementos de programa	36
VI. Materiales requeridos en el proceso de automatización	39
VII. Algoritmo paso a paso del proceso de frijol	81

LISTA DE SÍMBOLOS

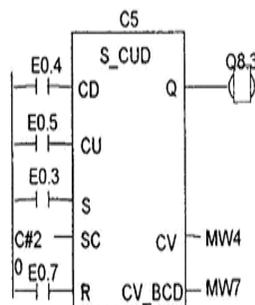
Bomba de recirculación



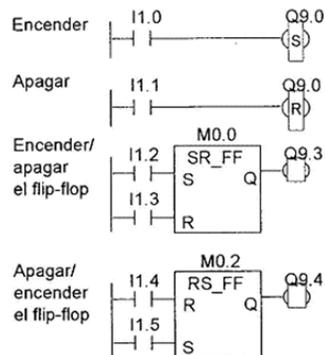
Bomba P2



Contadores



Instrucciones para encender,
salvar y apagar



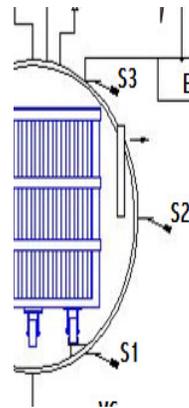
Psi (del inglés *Pounds per Square Inch*) a una unidad de presión cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada

PSI

Rutinas

OBn...η

Sensores de nivel tipo boya para detección de bajo nivel, nivel medio y nivel alto de agua



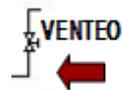
Subrutinas

FCn...η

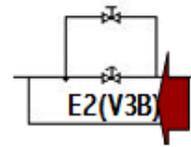
Temperatura

Tº

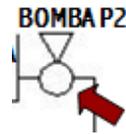
Válvula de venteo



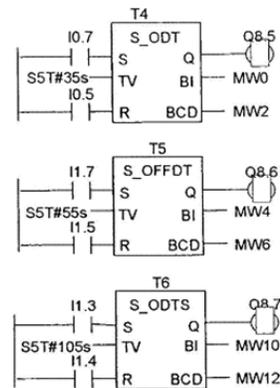
Válvula de agua



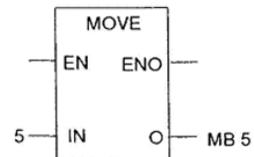
Válvula de vapor



Temporizadores



Transferencia de datos y carga



EN - Activar entrada
ENO - Activar salida
IN - Valor de entrada
(Todos los tipos de datos con longitudes de 8, 16, 32 bit)
O - Dirección de destino
(Todos los tipos de datos con longitudes de 8, 16, 32 bit)

GLOSARIO

- AC:** Corriente Alterna.
- Algoritmo:** Palabra que viene del nombre del matemático árabe *Al-Khwarizmi* (780 - 850 aprox.). Define el conjunto de instrucciones que sirven para ejecutar una tarea o resolver un problema.
- Analógico:** Dispositivo, circuito o sistema electrónico que procesa señales eléctricas que toman infinitos valores dentro de un intervalo, y que reciben el nombre de señales analógicas.
- Bit:** Del Inglés *binary digit*. Unidad elemental de información representada por un Símbolo con dos valores, generalmente denotados por 0 y 1, asociados a los dos estados posibles de un dispositivo.
- Bus:** Dispositivo no cíclico cuyo fin es asegurar las transferencias de información simultáneas entre diferentes subconjuntos de un sistema informático según sus especificaciones físicas y lógicas comunes. Se aplica también a toda línea de conexión que une varios componentes, subconjuntos o hardware para permitir la aportación de energía y la circulación de informaciones entre ellos.

Bus de Datos:	Bus que transmite los datos entre los diversos elementos de un microprocesador.
Calibración:	El proceso para ajustar un instrumento de medida mediante patrones estándares.
Commander:	Instrumento electrónico con capacidad de graficado de gráficas. Posee electrónica que programada es capaz de realizar y operar sistemas de control industriales en base a algoritmos matemáticos desarrollados intrínsecamente. Este equipo posee también capacidad de comunicación vía señales digitales o bien vía protocolo de comunicación serial.
Digital:	Área de la electrónica que estudia los sistemas electrónicos que procesa señales eléctricas que toman sólo dos valores asignados a los dígitos 0 y 1, y reciben el nombre de señales digitales.
DRAM (RAM dinámica):	En informática, tipo de memoria de acceso aleatorio (RAM). Las RAM dinámicas almacenan la información en circuitos integrados que contienen condensadores. Como éstos pierden su carga en el transcurso del tiempo, se debe incluir los circuitos necesarios para 'refrescar' los chips de RAM.

Mientras la RAM dinámica se refresca, el procesador no puede leerla. Si intenta hacerlo en ese momento, se verá forzado a esperar. Como son relativamente sencillas, las RAM dinámicas suelen utilizarse más que las RAM estáticas, a pesar de ser más lentas. Una RAM dinámica puede contener aproximadamente cuatro veces más datos que un chip de RAM estática.

Electrónica:

Campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción y almacenamiento de información. Esta información puede consistir en voz o música (señales de voz) en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un ordenador o computadora.

Electro válvulas:

Válvulas neumáticas que actúan dejando pasar el aire hacia otro actuador dependiendo de los valores digitales de una señal eléctrica. Para la aplicación en fábrica son manejadas por señales de 110 VAC y regulan una línea de presión neumática de 50 a 120 PSI.

Esterilización:	Proceso mediante el cual se asegura que cualquier producto no está contaminado por bacterias y es inocuo a la salud de los humanos.
Marmita:	Se denomina así a una olla a presión tipo industrial, con capacidad de cocer a presión frijol en lata. Equipo cilíndrico que permite el ingreso de vapor y agua a su interior.
Microcontrolador:	Microprocesador que comprende elementos fijos, como la unidad central y sus memorias, y elementos personalizados en función de la aplicación.
Normas Hazard:	Normas establecidas en base a los riesgos que existen de daños a la salud en caso de no seguirse y que rigen la calidad de las fábricas de alimentos del continente.
PLC (Controlador Lógico Programable):	Siglas en inglés de Controlador lógico Programable. Denominación corta que se le da a un computador dedicado al control de procesos industriales. Unidad lógica programada para el control de elementos industriales mediante el ingreso y salida de datos tanto análogos como digitales. Dispositivo electrónico de propósito especial utilizado en la industria como elemento de control y monitoreo de máquinas, motores, válvulas, sensores, medidores, etc.

Este dispositivo tiene características de elemento programable y la capacidad de poder conectarse a una red.

PT100: Termistor industrial más común en el mercado. Consiste en una resistencia que varía sus valores de acuerdo a la temperatura en forma proporcional y con pendiente positiva.

Relé: Interruptor o inversor gobernado por un electroimán.

Resistencia: Propiedad de un objeto o sustancia que hace que se resista u oponga al paso de una corriente eléctrica. La resistencia de un circuito eléctrico determina, según la llamada ley de Ohm, cuánta corriente fluye en el circuito cuando se le aplica un voltaje determinado. La unidad de resistencia es el ohmio, que es la resistencia de un conductor si es recorrido por una corriente de un amperio cuando se le aplica una tensión de 1 voltio.

Retorta: Término adoptado en la fábrica para una marmita. Marmita instalada dentro de la fábrica.

Termistor: Dispositivo cuya resistencia sufre grandes cambios con la temperatura.

Transductor: Dispositivo al que se aplica una energía de entrada y devuelve una energía de salida; esta energía de salida suele ser diferente al tipo de energía de entrada. Por ejemplo, en un medidor de temperatura una espiral metálica convierte la energía térmica aplicada, en el movimiento mecánico de la aguja del marcador. Debido a la facilidad con la que se transmite y amplifica la energía eléctrica, los transductores más utilizados son los que convierten otras formas de energía, como calor, luz o sonido, en energía eléctrica.

UPS: Siglas en ingles de *Uninterruptible Power Supply*, es un aparato que incluye una batería que en caso que se vaya la electricidad, puede, por ejemplo, mantener una computadora o equipo electrónico funcionando lo suficiente para que el usuario pueda apagarla y guardar datos importantes. El poder de cada UPS depende del voltaje, mientras más voltaje más caro es el equipo, pero así mismo puede soportar más tiempo.

Válvula: Actuador, elemento que operado generalmente en forma mecánica, permite el paso de un fluido al interior de un equipo.

Venteo: Proceso mediante el cual se extrae el aire a la marmita inyectando vapor y sustituyendo éste por el aire que queda en su interior.

RESUMEN

La constante evolución de los sistemas electrónicos actuales permite ir mejorando los procesos industriales de forma más confiable y eficiente en nuestros días. Así como tenemos un computador nuevo y a los pocos meses aparece uno más rápido y con mayor capacidad, los sistemas industriales también evolucionan y se actualizan. Los cambios son más lentos que en el campo de la informática, pero igual se dan.

Se presenta la modernización del proceso de cocimiento de frijol en lata en una industria de alimentos y señalando como los avances eléctricos y electrónicos se hacen presentes para facilitar, asegurar y facilitar dicho proceso. Iniciamos detallando como es el proceso de producción del frijol, luego señalando las etapas que lleva en su cocimiento en lata, y como deben irse desarrollando para lograr la esterilización apropiada que asegura la inocuidad de este alimento enlatado.

Luego se detalla los componentes empleados en el control del proceso para finalmente exponer como a través del algoritmo proyectado tenemos una secuencia que traducimos en un programa instalado en un PLC que permite modernizar y desarrollar el proceso automáticamente.

La modernización del proceso exige realizar paralelamente la operación de equipos antiguos y nuevos a modo de no detener el proceso de producción. Esto se logra mediante un montaje coordinado de los nuevos componentes y su prueba y verificación sobre la marcha del proyecto.

Se documenta en este trabajo de EPS el proceso de modernización en la industria de producción del frijol enlatado. Coordinando la operación de un instrumento electrónico capaz de controlar de temperatura y manteniendo una comunicación digital con un PLC se ejecuta un proceso de secuencia de los pasos para obtener la esterilización de las latas de frijol que son introducidas en canastas a las marmitas de cocimiento luego de su llenado y sellado de producto previamente preparado y molido en los molinos.

OBJETIVOS

- **GENERAL:**

Modernizar y actualizar procesos industriales en la siempre incesante tarea de la búsqueda de la competitividad en un entorno cambiante y agresivo.

- **ESPECÍFICOS:**

1. Mantener alta calidad en el proceso de producción y en sus productos.
2. Procurar la reducción de costos de fabricación, una calidad constante en los medios de producción, y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas e insalubres.
3. Brindar menor costo en el proceso de producción fabricando un sistema automatizado para la presurización de frijol que satisfaga las necesidades propias de la planta de producción con maquinaria y equipo confiable y seguro.

4. Ser capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y también que, frente a imponderable, tenga como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable.

INTRODUCCIÓN

La industria alimenticia tiene como estándar primordial mantener alta calidad en el proceso de producción y en sus productos, este control lo consigue teniendo un debido proceso de producción con puntos críticos de control en la elaboración de éstos, su almacenado para ser transportado, se mantienen las medidas preventivas como correctivas para mantener un producto confiable para el consumidor final; para esto la planta productora debe estar sujeta a normas y mantiene su enfoque en las Buenas Prácticas de Manufactura para su producción en masa, toda industria tiene que considerar calidad y precio en sus productos, por esta razón se debe optimizar su producción para conseguir un mayor margen de ganancia reduciendo pérdidas.

Todo el planteamiento desarrollado en este proyecto se basa en una fabricación y automatización, con el objeto de establecer las acciones necesarios a ejecutar para la corrección de una problemática que se tiene en la planta de alimentos, por tal motivo con su desarrollo, se podrá realizar un enfoque más objetivo, real y profesional del mismo para alcanzar mejores y óptimos resultados. Así como poder hacer un programa de fácil entendimiento basado en la normativa internacional para el programador de la empresa al efectuar futuros cambios, sin tener que esperar la llegada de un técnico extranjero del proveedor de un equipo genérico y no personalizado como el nuestro, ahorrando así un valioso tiempo de espera que representa costos a cualquier empresa y elevados costos de servicios prestados.

Solucionar el problema que tiene la planta de alimentos por la necesidad de mantener la producción constante en su máxima capacidad, así como reducir el índice de pérdidas, estas debidas a la pérdida de tiempo para efectuar las acciones de corrección necesarias que se hacen manualmente y por errores operativos que son de mayor frecuencia, fabricando un sistema automatizado.

Brindar menor costo en el proceso de producción fabricando un sistema automatizado que satisfaga las necesidades propias de la planta de alimentos con maquinaria y equipo confiable y seguro, también ahorro en tiempo para la implementación del sistema al efectuar la adquisición del material necesario en nuestro mercado, teniendo así mayor disponibilidad de repuestos y mantenimiento para el futuro.

1. MODERNIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN

1.1 Introducción

La industria alimenticia tiene como estándar primordial mantener alta calidad en el proceso de producción y en sus productos, este control lo consigue teniendo un debido proceso de producción con puntos críticos de control en la elaboración de éstos, hasta su almacenado para ser transportado, se mantienen las medidas preventivas como correctivas para mantener un producto confiable para el consumidor final, para esto la planta productora debe estar sujeta a normas y mantiene su enfoque en las Buenas Prácticas de Manufactura para su producción en masa, toda industria tiene que considerar calidad y precio en sus productos, por esta razón se debe optimizar su producción para conseguir un mayor margen de ganancia reduciendo pérdidas.

Todo el planteamiento desarrollado en este proyecto se basa en una fabricación y automatización, con el objeto de establecer las acciones necesarios a ejecutar para la corrección de una problemática que se tiene en la planta de alimentos, con su desarrollo, se podrá realizar un enfoque más objetivo, real y profesional del mismo para alcanzar mejores y óptimos resultados. Así como poder hacer un programa de fácil entendimiento basado en la normativa internacional para el programador de la empresa al efectuar futuros cambios, sin tener que esperar la llegada de un técnico extranjero del proveedor de un equipo genérico y no personalizado como el nuestro, ahorrando así un valioso tiempo de espera que representa costos a cualquier empresa y elevados costos de servicios prestados.

Solucionar el problema que tiene la planta de alimentos por la necesidad de mantener la producción constante en su máxima capacidad, así como reducir el índice de pérdidas, estas debidas a la pérdida de tiempo para poder efectuar las acciones de corrección necesarias que se hacen manualmente y por errores operativos que son de mayor frecuencia, fabricando un sistema automatizado.

Brindar menor costo en el proceso de producción, fabricando un sistema automatizado para el proceso de frijol en lata, que satisfaga las necesidades propias de la planta de producción con maquinaria y equipo confiable y seguro, también ahorro en tiempo para la implementación del sistema al efectuar la adquisición del material necesario en nuestro mercado, teniendo así mayor disponibilidad de repuestos y mantenimiento para el futuro.

La modernización y actualización de los procesos industriales alimenticios constituye uno de los objetivos más importantes de las empresas en la siempre incesante tarea de la búsqueda de la competitividad en un entorno cambiante y agresivo. La automatización de un proceso industrial (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo, de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento tales como:

- Dispositivos eléctricos
- Dispositivos electrónicos
- Dispositivos neumáticos

Dicho automatismo, en general ha de ser capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y además frente a imponderables situaciones, tener como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable.

Históricamente, los objetivos de la automatización han sido el procurar la reducción de costes de fabricación, una calidad constante en los medios de producción, y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas e insalubres.

Desde los años 60 debido a la alta competitividad empresarial y a la internacionalización creciente de los mercados, estos objetivos han sido ampliamente incrementados. Téngase en cuenta que como resultado del entorno competitivo, cualquier empresa se ve sometida a grandes y rápidos procesos de cambio en búsqueda de adecuación a las demandas del mercado, neutralización de los avances de su competencia, o simplemente como maniobra de cambio de estrategia al verse acortado el ciclo de vida de alguno de sus productos. Ello obliga a mantener, medios de producción adecuados que posean una gran flexibilidad y puedan modificar oportunamente la estrategia de producción.

La aparición de la microelectrónica y el computador, ha tenido como consecuencia que sea posible un mayor nivel de integración entre el sistema productivo y los centros de decisión de política empresarial.

La tecnología de la automatización se centra en el conocimiento de los dispositivos tecnológicos utilizados en la implementación de los automatismos, tales como transductores, preaccionadores, dispositivos funcionales de la aplicación específica (temporizadores, contadores, módulos secuenciales etc.) y los dispositivos lógicos de control (autómatas programables industriales).

1.2 Objetivos

- **GENERALES:**

1. Modernizar y actualizar procesos industriales en la siempre incesante tarea de la búsqueda de la competitividad en un entorno cambiante y agresivo.
2. Conseguir un sistema basado en PLC capaz de esterilizar controlando las marmitas de frijol con el menor error humano posible haciendo uniforme y estándares los procesos industriales. Además de tener un equipo de fácil manejo para toda clase de usuarios, desde el operario de planta hasta el encargado de mantenimiento.

- **ESPECÍFICOS:**

1. Modernizar y actualizar procesos industriales en la búsqueda de la competitividad en un entorno cambiante.
2. Mantener alta calidad en el proceso de producción y en sus productos.
3. Procurar la reducción de costes de fabricación, una calidad constante en los medios de producción, y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas e insalubres.

4. Brindar menor costo en el proceso de producción fabricando un sistema automatizado para la presurización de frijol que satisfaga las necesidades propias de la planta de producción con maquinaria y equipo confiable y seguro
5. Ser capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano frente a lo imponderable, tenga como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable.

1.3 Antecedentes.

Desde la aparición de la lógica cableada hasta hoy los más avanzados controladores lógicos programables (PLC's), ha habido una gran revolución en la industria buscando soluciones para lograr la mejora de la calidad y la rapidez de producción a través de la optimización de procesos. Hoy en día la mayoría de los procesos se diseñan y mejoran por lo que es imprescindible poder realizar modificaciones rápidas en la forma de realizarlos.

Esta flexibilidad la permiten los actuales controladores lógicos programables (PLC's); y existen en el mercado en un sin número de marcas y opciones. Los PLC's más utilizados son SIEMENS, ALLEN-BRADLEY, TELEMECANIQUE, OMRON Y MITSUBISHI entre otras marcas.

La fábrica donde se aplicó el proyecto, durante muchos años ha ido instalando sistemas SIEMENS, por lo que existe preferencia en cuanto a repuestos y recursos de programación.

En esencia se han venido instalando la nueva serie de controladores Siemens serie 300, programados a través del SOFTWARE STEP 7, ya en ambiente WINDOWS y aprovechando las prestaciones y ventajas que ofrece.

Desde el año 1998, la planta ha iniciado sus pasos a la modernización, retirando de servicio controladores SIEMENS de la generación antigua e instalando los de nueva generación, y sustituyendo paneles de relevadores serie Nema por elementos con norma DIN 22 actuales controlados por esta nueva generación de controladores. Además durante principios de la década, ha enviado a capacitación al centro de entrenamiento en México a sus supervisores del área eléctrica y ha venido comprando maquinaria que opera en forma manual ó semi-manual para automatizarla aprovechando todos éstos recursos.

Las encajadoras de botes de frijol sufrieron esta migración verificándose aumentos en la producción y rendimiento, por lo que se ha seguido esta línea para la modernización del resto de maquinaria del proceso. Es así como se ha hecho indispensable iniciar el mismo proceso con la parte medular de la producción de frijol, es decir, el área de cocimiento.

En este trabajo de graduación se centra el documentar la modernización del área de cocimiento, que fue quizá el proyecto más ambicioso y de más beneficio para la planta, en el área de producción de frijol.

1.4 Procesamiento de Frijol

El frijol es un componente básico de la dieta del guatemalteco. Además de ser una excelente fuente de proteínas y fibra, el frijol es considerado un alimento funcional que su consumo ayuda a prevenir el riesgo de contraer algunas enfermedades crónicas y promueve un excelente estado de salud.

Está científicamente comprobado que el consumo de frijol reduce el colesterol, el riesgo de cáncer de colon, próstata y mama; es un excelente alimento para diabéticos ya que es una fuente de carbohidratos complejos de lenta digestión y bajo índice glicérico. También es una excelente fuente de fibra y hierro siendo un elemento clave en la lucha contra la anemia y aporta cantidades significativas de zinc, calcio y cobre.

El frijol molido congelado es un producto de conveniencia listo para servir que facilita la vida y por eso tiene mucha aceptación.

1.4.1 Descripción del proceso para la fabricación de frijoles molidos

1.4.1.1 Almacenamiento

El control de la humedad en el grano, la temperatura en el almacén y la humedad relativa del ambiente influyen en la calidad del grano y el producto final. Condiciones de temperatura inadecuadas puede provocar granos duros que no se ablanden en el cocimiento y oscurecimiento del grano. La temperatura en el almacén no debe sobrepasar los 30°C y debe ser un lugar fresco, seco, limpio y bien ventilado. La humedad del grano después de la cosecha debe uniformizarse en un rango de 13 al 14%. Si fuera necesario el grano puede tratarse con fosfato de aluminio (fosfinas) para controlar el gorgojo aplicando 3 pastillas por cada 15 sacos, y dejando el producto bajo toldo impermeable por un mínimo de 5 días.

El operario que manipule los sacos deberá utilizar guantes y mascarilla después del tratamiento. El grano puede utilizarse inmediatamente en el proceso ya que el insecticida no deja residuo. Los sacos no deben estar en contacto con el piso.

El límite máximo de tiempo de cocimiento para aceptar frijoles que han sido almacenados es el doble del tiempo del cocimiento inicial del grano recién cosechado. Los tiempos iniciales de cocimiento varían según las variedades. **El tiempo de cocción máximo de un frijol rojo calidad exportación debe ser de 45 minutos a 1 hora.**

1.4.1.2. Limpieza y remoción de material extraño

El principal objetivo es remover las piedras y granos dañados por insectos o cualquier otro material extraño. Es frecuente tener pérdidas por impurezas y granos dañados de hasta un 2%. A nivel artesanal este proceso se hace a mano.

1.4.1.3. Re-hidratación o remojo

Consiste en introducir los frijoles en **agua potable** previo al proceso del grano con el objetivo de reducir el tiempo de cocimiento y ablandar el producto. En la medida que aumenta la humedad en el grano se reduce el tiempo de cocimiento. Con esta práctica el tiempo de cocimiento puede reducirse a menos de la mitad con la consecuente reducción en el consumo de energía. Mencionamos lo anterior ya que es muy frecuente entre los procesadores artesanales obviar este paso del proceso. La capacidad de absorción de agua varía según las variedades. La relación grano: agua recomendada para el remojo es de 1:4 (1 parte de grano: 4 partes de agua). La mayor parte de las variedades se rehidratan y aumentan tres veces su tamaño seco por lo que hay que prever esto para calcular el volumen del recipiente que se va a usar. Hay varias maneras de hacerlo.

1.4.1.4. Drenaje y enjuague

Drenar el agua de remojo y enjuagar los frijoles con agua fresca.

1.4.1.5. Cocimiento / agregar condimentos

El cocimiento a presión reduce el tiempo de cocimiento y permiten obtener una mejor calidad del producto ya que los frijoles tienen una mejor retención de nutrientes. El periodo de cocción varía según la variedad, el manejo que se le haya dado (condiciones y tiempo de almacenamiento) y el tipo de equipo que se utilice.

Los tiempos de cocimiento varían en un rango de 60 minutos hasta 2 horas. El tiempo de cocimiento podrá variar en el rango de 30-60 minutos; se cubren los frijoles con agua 2" arriba del nivel de los granos, y se utiliza aceite para disminuir la formación de espuma. Durante el cocimiento se pueden ir agregando las especias e ingredientes como el ajo, cebolla, orégano, etc. En caso de usar ingredientes ácidos como tomate, vinagre, etc., deben agregarse al final cuando ya los frijoles están suaves. Igualmente la sal solo debe agregarse al final del cocimiento cuando los frijoles están suaves. Si se agrega antes, la sal puede ocasionar que la cáscara del frijol se vuelva impermeable dificultando el proceso de ablandamiento y cocimiento del grano. Dichos tiempos se describen en las tablas I, II, III, que se encuentran en el capítulo 2 (Descripción del proceso de frijol).

El agua es uno de los principales ingredientes en este proceso por lo que deberán asegurarse que sea potable la cual proviene de una planta de purificación. El rendimiento final de los frijoles molidos depende de la cantidad de agua que utilice, parte de esta agua es la que se utiliza en la cocción y otra parte se puede agregar durante el molido.

1.4.1.6. Molido

El próximo paso es moler los frijoles agregando agua de la olla de cocción o agua fresca hasta ajustar la cantidad en la fórmula la cual depende de los criterios del laboratorio. La cantidad de agua se regula según la textura deseada en el producto. Para lograr una textura uniforme en el producto molido es fundamental mantener siempre la misma relación agua: grano. Para esta etapa del proceso se pueden usar varios equipos como:

- Licuadora industrial o procesador de alimentos: funcionan bien con volúmenes pequeños. (Menores de 50 Kg. /hora) y son de inversión baja US\$1,000 aproximadamente).

- Molino pulverizador: funcionan bien para volúmenes más grandes (50 a 150 Kg. /hora), son de acero inoxidable y su inversión inicial es alta alrededor de USD\$ 15,000.

- “*Bowl Cutter*”: usado en la industria cárnica, solo se recomiendan para volúmenes superiores a los 50 Kg. /hora.

- Agitador/mezclador portátil: es una opción versátil y barata con la desventaja que la consistencia del producto puede variar si no se regula el tiempo de agitación. Tienen la ventaja que pueden instalarse en la misma olla de cocimiento.

- Pulpero de paletas: separa las cáscaras del grano lo que afecta el rendimiento. Hay modelos de diferentes capacidades, el molido es la mejor opción implementada y que se utiliza, la figura a continuación muestra el equipo utilizado.

Figura 1. Molino coloidal

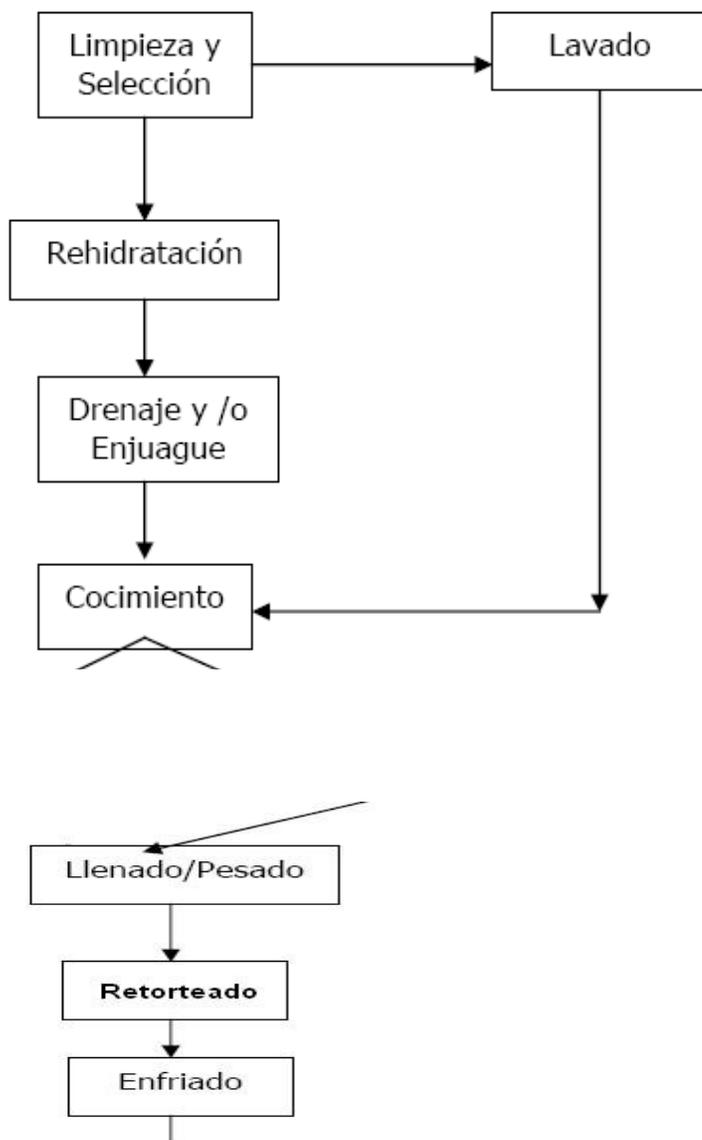


Fuente: Fotografía de industria de frijol

- Molino Coloidal: funciona por medio de piedras de corindón rotor/estator. Uno de acero inoxidable con capacidad de 150 a 300 litros/hora cuesta USD \$30,000 aproximadamente el cual se presenta en la figura 1.

La maquinaria antes descrita se utiliza en el proceso de frijol la cual hemos mencionado el proceso general del frijol el cual se da una pequeña explicación en el diagrama de flujo de la figura 2.

Figura 2. Flujograma para la elaboración de frijoles molidos



Fuente: Diseño personal

1.4.2 Formulación

Cada procesador debe desarrollar su propia fórmula. Sin embargo normalmente los dos ingredientes principales en orden decreciente según el volumen son: agua, frijol y otros ingredientes menores como cebolla, ajo, sal, culantro, etc., los cuales pueden ser usados frescos o deshidratados (en polvo) y las cantidades varían según el gusto de cada quien.

Es frecuente en el mercado encontrar formulaciones con 70% de agua, 25% frijol y 5% otros ingredientes. Cabe destacar que muchas de las fórmulas en el mercado nacional son de pésima calidad en cuanto a sabor y textura y esto está directamente relacionado con la formulación del producto. El procesador debe saber balancear su fórmula (agua vs. frijoles) de manera tal que no anteponga sus intereses económicos a la calidad del producto.

1.4.2.1 El pH de los frijoles varía entre 5.4 y 6.0.

El benzoato de sodio funciona bien en alimentos ácidos con pH menor a 4.0 para prevenir el crecimiento de hongos y levaduras por lo que su uso en frijol no es recomendado. En el caso del frijol podría usarse el sorbato de potasio para inhibir el crecimiento de hongos, levaduras y algunas bacterias. Normalmente las dosis recomendadas varían en el rango de 200 ppm (200 mg/Kg.) a 1000 ppm que es el máximo permitido por ley. Hay que estar conscientes que el uso de sorbato aumentará el pH en aproximadamente 0.1 a 0.5 unidades por lo que puede ser necesario considerar regular el pH.

Si se utiliza manteca o aceite vegetal en la formula se puede usar el BHA o BHT hasta un máximo de 0.02% del contenido total de grasa del producto con el objetivo de retardar el desarrollo de alteraciones en el sabor, olor y color por la oxidación de las grasas. El pH si es una variable pero depende de la preparación y el muestreo.

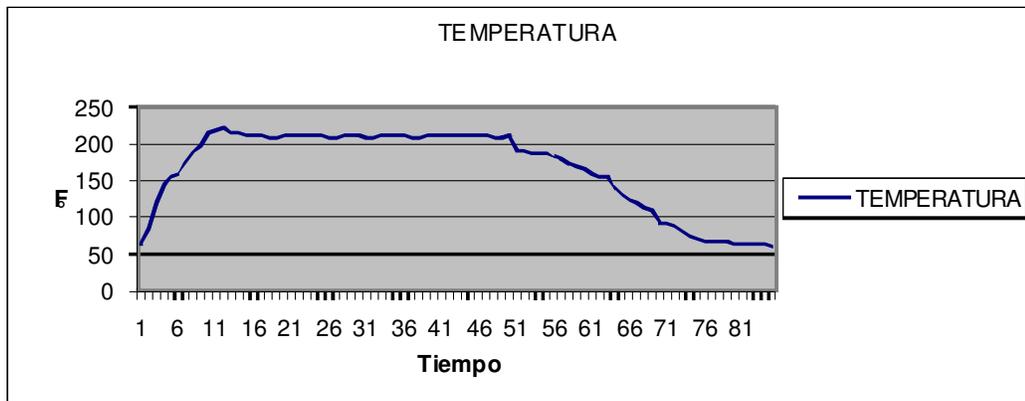
1.4.3. Estándares de calidad del grano para el proceso

El mercado internacional exige un fríjol con 98% de pureza; 13 a 14% de humedad; máximo 1% picado, partido o podrido; tamaño uniforme en el rango de 9 a 12 mm; tiempo de hidratación de 8 a 10 horas; tiempo de cocción máximo de 45 minutos a 1 hora con 90% de fríjol cocido en buen estado.

1.4.4. Cocimiento proceso de Temperatura

Es posible tener una idea visual de cómo es el proceso térmico del producto. Es decir, podemos en una gráfica que nos exponga las variaciones de la temperatura a lo largo del tiempo de proceso. Como se observa en la gráfica 1, existe un ascenso rápido de la temperatura para luego sostenerla durante un período que varía desde 33 minutos hasta 4 horas dependiendo del tamaño de la presentación y la lata de frijol que este en cocimiento. Para posteriormente tener un descenso de temperatura provocado por el enfriamiento del sistema. Este descenso luego de mantener la temperatura estable es lo que nos da el efecto de esterilización deseado.

Figura 3. Detalle térmico del proceso requerido para el cocimiento de frijol en lata.



Fuente: Diseño personal

La etapa inicial de aumento súbito de temperatura en poco tiempo que se ve en la curva anterior corresponde al proceso que denominamos VENTEO, en esta etapa se inunda la marmita con vapor y se desaloja el aire que se encuentra dentro sustituyéndolo con vapor. Se ingresa el vapor a través de una válvula reguladora y se mantiene una válvula en parte superior de 2 pulgadas, que se denomina precisamente válvula de venteo, luego cuando la temperatura ha alcanzado los 210°F se cierra esta válvula y entramos a la etapa que denominamos CALENTAMIENTO, y es en este período que se busca estabilizar la temperatura entre 220°F y 250°F cociendo el frijol dentro de la lata.

De acuerdo a la ley de los gases de Boyle, a esta temperatura y por la altura a la que nos encontramos en Guatemala, la presión se mantendrá alrededor de los 20psi estable, por lo que al final se realiza un cambio de presión en la lata previo a su enfriamiento para el inicio de la esterilización.

Esto se logra abriendo una válvula de agua de 1/2"; ingresando ésta agua a la retorta, la presión sufre un cambio que inicia la esterilización. El tamaño de la válvula es determinante pues mucha agua de golpe, haría que el cambio repentino de presión hiciera colapsar la lata de frijol, provocando lo que denominamos un abombamiento. Dicho proceso es incluido dentro el programa de la automatización de acuerdo de condiciones y tiempos de proceso.

A los dos minutos de terminado el cocimiento, se abre esta válvula de 1/2" y a los 7 minutos se abre otra válvula más grande de 2" para ir controladamente aumentando el enfriamiento inundando con agua a temperatura ambiente la retorta que se encuentra dentro a más de 230 °F.

Se monitorea el descenso de presión de 20 PSI a 12 PSI rango en el cual se evita el abombamiento del bote.

Es importante también monitorear el nivel de agua de la marmita, como ésta tiene forma cilíndrica, se coloca en la parte trasera 3 sensores de nivel tipo boya ver en el capítulo 3 de modo que el nivel de agua active la boya y el sensor de una señal de accionamiento al controlador de modo que este sepa en que nivel se encuentra el agua que esta ingresando.

Con estos sensores de nivel tipo boya se tienen señales de 3 puntos importantes: bajo nivel, nivel medio y nivel alto de agua. Estos elementos permiten llevar un control preciso del enfriamiento y cuando el nivel de agua ha llegado a la parte superior cierran las válvulas de entrada de agua de 1/2" y 2" de modo que no ingrese más agua la retorta.

Luego de esto ya con el descenso de la presión, la temperatura también empezará a descender, realizamos otra etapa del proceso que denominaremos ENFRIAMIENTO, en esta etapa se recirculará el agua un tiempo que varia de acuerdo al tamaño del bote pero oscilan entre 20 y 33 minutos.

Finalmente cuando la temperatura ya es estable y hay un descenso en la presión dentro de la marmita, dicha característica es gobernada por el commander, luego se procede al DRENAJE que es prácticamente el desalojo del agua dentro de la retorta, para esta operación se tiene una bomba que luego de recircular el agua, con el un sistema de válvulas instaladas, deja de recircular y procede a descargar el agua caliente de la retorta hacia una torre para su enfriado y reutilizado posterior.

El proceso descrito se llevaba a cabo en forma manual monitoreando un instrumento Commander 1900 para visualizar la temperatura, pero toda la operación de abertura y cierre de válvulas se realizaba manualmente. En la figura 3 adjunta se puede visualizar el antiguo tablero de operación donde se visualiza el instrumento descrito.

Figura 4. Tablero antiguo con Commander 1900



Fuente: Fotografía del departamento de frijol

Como parte de la modernización se tomó como base siempre Commander como el instrumento para el control y visualización de la temperatura, pero la operación de los actuadores y toda la secuencia de cocimiento se delegó a un PLC SIEMENS capaz de realizar todo esto en forma precisa y exacta con los tiempos requeridos. En la figura 4 se detalla el nuevo tablero después de la modernización.

Figura 5. Tablero Modernizado con Comander y TP27 Touch Panel



Fuente: Fotografía del departamento de frijol

Como se observa se han incorporado elementos de control y visualización como la pantalla táctil que permite ir observando el desarrollo de la secuencia de operación. Esto es un adelanto en la modernización del proceso industrial de cocimiento de frijol. Dichos componentes se describirán en el capítulo 3 a continuación se describirán las variables de entrada y de salida.

Tabla I. Detalle de borneras de entradas y salidas de Retorta horizontal

Módulo entradas 24 VDC	Bornera X 1.1	DETALLE
313	neuro	AC 110 VAC- 24VDC.
PLC E 12.0	X00	BORNE DE TIERRA.
SIMATIC E 12.1	1	Pulsador 5.5 onz
E 12.2	2	Pulsador 10.5 onz
E 12.3	3	Pulsador 16.0 onz
E 12.4	4	Pulsador 29.0 onz
E 12.5	5	Pulsador Galon
E 12.6	6	Pulsador Pasta
E 12.7	7	Pulsador Opcional 1
E 13.0	8	Pulsador Opcional 2
E 13.1	9	Manija operación Taylor Commander 1900
E 13.2	10	Pulsador Reset
	11	Pulsador Start
	12	Libre
	13	Libre
	14	Libre

Módulo Entradas 110 VAC	Bornera X 1.2	DETALLE
	X0	
	X00	
E 20.0	1	Manija Venteo
E 20.1	2	Manija Manual/Auto
E 20.2	3	Manija Agua
E 20.3	4	Manija Drenado
E 20.4	5	Nivel 1/2 Retorta
E 20.5	6	Nivel Full Retorta
E 20.6	7	Relay 1.1 T=210F Commander
E 20.7	8	Relay 2.1 T=250F Commander
E 21.0	9	Hongo Paro Emergencia

Continuación de Tabla I.

Módulo Salidas 110 VAC	Bornera X 1.3	DETALLE
	X0	
	X00	
Q 24.0	1	Indicador 5.5 onz
Q 24.1	2	Indicador 10.5 onz
Q 24.2	3	Indicador 16.0 onz
Q 24.3	4	Indicador 29.0 onz
Q 24.4	5	Indicador Galón
Q 24.5	6	Indicador Pasta
Q 24.6	7	Indicador Opciona 1
Q 24.7	8	Indicador Opciona 2
Q 25.0	9	Indicador Opciona 3
Q 25.1	10	Indicador Reset
Q 25.2	11	Indicador Arranque
Q 25.3	12	Electrov No.7 Válvula Venteo
Q 25.4	13	Electrov No.3 Válvula Agua 1
Q 25.5	14	Electrov No.4 Válvula Agua 2
Q 25.6	15	Electrov No.6 Válvula Drenado
Q 25.7	16	Contactador Bomba Retorta 1

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FRIJOL

2.1 Proceso industrial del frijol enlatado

El proyecto que a continuación se describirá forma parte de un estudio general cuyo objetivo es optimizar un proceso de esterilización lavado, secado y empaquetado de frijol en lata. Se pretende, para ello, automatizar completamente el proceso industrial. La instalación consta de varias etapas u operaciones independientes y diferentes.

A saber:

- CARGA del producto en lata en canastas dentro de marmita de cocimiento.
- COCIMIENTO del producto dentro de la lata de frijol, el cual lleva consigo los procedimientos de VENTEO, VAPOR Y ENFRIAMIENTO.
- DESCARGA de canastas de la marmita.
- ENCAJADO de latas.
- ENTARIMADO de cajas para envío a bodega para almacenaje y distribución.

Nos enfocaremos en la parte en las primeras 3 etapas dando una descripción de los procesos de automatización de la marmita ó retorta horizontal. Elemento clave del proceso industrial del frijol enlatado, ya que es monitoreando la operación de este equipo como se da la esterilización, cocimiento y ventajas que ofrece el producto; proceso que además debe proyectarse Industrialmente pues es complicado realizarlo en forma artesanal por los procesos que conlleva.

El sistema de control para retorta horizontal basa su funcionamiento en una secuencia que incluye control de temperatura durante la esterilización del producto y control de presión dentro de la retorta al finalizar la esterilización.

El proceso inicia realizando un venteo, para lo cual existe una válvula de venteo que debe estar abierta, en este momento la válvula de alimentación de vapor abre para elevar la temperatura y a la vez iniciar el venteo.

Cuando la temperatura alcanza el valor de 210° F, aproximadamente en 6 ó 7 minutos, la válvula de venteo se cierra y el control espera a que la temperatura llegue a 252° F para iniciar el proceso. Dependiendo del tamaño del bote, el controlador maneja 4 opciones de programas diferentes, uno de los cuales es escogido en el panel de operador; y el cual le dará un tiempo determinado al proceso, se tiene también el panel una manija de dos posiciones para inicial el proceso de retortado. Uno de los objetivos del controlador es el de no permitir que la temperatura baje de 252° F durante este tiempo, para lo cual regula la abertura de la válvula neumática de control. Al terminar este tiempo se cerrará la válvula de vapor y se inicia el tiempo de enfriamiento, pero tratando de mantener la presión interna durante un tiempo aproximado de 7 minutos. Para lograr esto, el segundo control del Commander 1900 entra a funcionar regulando la válvula de control de presión de aire de tal manera que la presión interna de la retorta se mantenga estable al valor de Set Point.

Poco antes que termine el tiempo de presión de aire, se abre una de las dos válvulas de alimentación de agua, para iniciar el descenso acelerado de la temperatura; ésta electroválvula es de ½" de diámetro, por lo que la cantidad de agua no es muy grande, esto para que no descienda la presión interna con la condensación del vapor al entrar el agua fría.

Un minuto después la válvula principal de alimentación de agua (2") abre para iniciar el llenado de la retorta con agua fría y así continuar con el tiempo de enfriamiento.

La temperatura interna debe descender rápidamente y al llegar el nivel de agua a la mitad, abrirá la válvula de venteo para liberar toda la presión interna que ya ha descendido un poco luego de haber terminado el tiempo de presión de aire y cerrar la válvula.

El tiempo de enfriamiento depende del tamaño del bote, el cual es necesario ajustar al inicio del proceso. Es necesario controlar el nivel de agua, ya que constantemente el agua entra; esto se hace accionando la válvula de drenado, a fin de mantener el nivel constante. Esta función la realiza empleando un sistema de control de nivel del agua dentro de la retorta. Estos valores varían para cada tamaño del bote y constituye una receta que el controlador permite hacer de acuerdo a un ajuste al inicio del proceso.

Al terminar el tiempo de enfriamiento, la válvula de agua se cierra y la de drenado queda abierta para vaciar la retorta, y cuando ésta queda vacía, el proceso ha terminado.

Entonces se procede a abrir la marmita ó retorta ya despresurizada y se retira el producto ya esterilizado, se procede a la DESCARGA., ENCAJADO y ENTARIMADO.

Las capacidades de los diferentes equipos de cocimiento varían según su tamaño, en la fábrica se dispone de 5 equipos de retortado. Los tiempos de venteo varían según la capacidad volumétrica de estos equipos.

Tabla II. Tiempos de venteo (con vapor)

No. De retorta	Tiempo de venteo (min.)
1	10
2	10
3	5
4	6
5	6

Otro factor a considerar lo constituye los tiempos de enfriamiento que varían de acuerdo al tamaño de bote que introducimos para su cocimiento. Las medidas varían entre bote de 5.5 onzas hasta botes de 1 galón de capacidad.

Tabla III. Tiempos de enfriamiento

<i>No. de retorta</i>	Tiempos enfriamiento (min)				
	5.5 oz.	10.5 oz.	16 oz.	29 oz.	Galón
1	35	35	40	40	110
2	35	35	40	40	110
3	30	30	35	35	110
4	30	30	35	35	110
5	30	30	35	35	110

Los tiempos del proceso de cocimiento en sí también son función de la capacidad de la lata que estamos cocinando. Estas variaciones en el cocimiento hacen que sea importante la apropiada programación de la producción pues la capacidad se ve afectada por estos tiempos.

Existe un departamento de logística de producción que visualiza y toma en cuenta todas estas variables y mantiene un programa mensual de producción que se distribuye en 3 turnos de 8 horas al día.

Tabla IV. Tiempos de proceso térmico

<i>Medida del bote (onzas)</i>	Producto	Proceso térmico (min)
5.5	Frijol: negro y rojo	55
6	Pasta de tomate	10
10.5	Frijol: negro y rojo	64
16	Frijol: negro y rojo	74
16	Frijol negro con queso	79
16	Frijol negro con chorizo	78
29	Frijol: negro y rojo	87
Galón	Frijol: negro y rojo	240

Como se detalla para que el sistema realice toda la secuencia de operación apropiadamente y tomando en cuenta todos estos cambios para cada medida de lata a cocinarse, es necesario realizar una programación de recetas en el PLC de modo que tome en cuenta todo esto y sepa como es cada proceso a realizarse de acuerdo al número de retorta y la medida de lata a cocinarse.

2.2 Ventajas de la Automatización del Proceso

Todo el proceso descrito, se realizaba en la fábrica manualmente, llevando el control de proceso con un timer marcador y dos controladores graficadores antiguos de la Serie Taylor semineumáticos.

Todas las válvulas abrían y cerraban en forma manual empleando llaves Klinger de rotación. Los procesos eran monitoreados por dos operarios quienes durante su ejecución estaban atentos y no dejaban sin monitoreo el proceso.

El problema era que el conocimiento de los tiempos, la maniobra y la operación radicaba en 6 personas que se rotaban en turnos, por lo que era un proceso totalmente dependiente de la mano humana; esto se traducía en que no todos los procesos eran iguales, fueron parecidos, pero no había uniformidad en la esterilización y cocimiento, dando como resultado que el producto no se cocinara en forma estándar.

El personal de laboratorio realizaba pruebas más extensivas y en caso de alguna falla en tiempos durante los procesos, se debía estudiar y determinar si el producto podría salir al mercado adecuadamente.

Los registros también eran rústicos debido a la antigüedad de los aparatos graficadores semi-neumáticos. Y una vez iniciado un proceso no podría detenerse ni ajustarse de ninguna forma.

La automatización del proceso tendría la principal de uniformizar los procesos para cada medida de lata y producto cocinado. Siendo preciso en la abertura y cierre de las válvulas en forma correcta y exacta. Además permitiría un ajuste de tiempos de cocimiento incluso sobre la marcha del proceso. Todo esto sin el error humano y haciéndolo estándar para cada proceso.

Es importante mencionar que también reduce los costos pues de tres operadores por turno, se redujo a uno, lo cual tuvo ventajas significativas para la empresa. También cabe mencionar que la inversión fue recuperada en 6 meses aproximadamente lo cual fue todo un éxito.

2.3 Controles de Laboratorio e históricos.

También habría ventaja en la modernización de los graficadores que ya no serían semineumáticos sino electrónicos, lo cual daría más precisión y capacidad de ajuste y mejoraría los históricos de los procesos requeridos por el personal de laboratorio.

Estos graficadores podrían trazar la gráfica tanto de la presión como de la temperatura simultáneamente y además poseen capacidad de comunicación con elementos de automatización más complejos.

Por normas de la industria de alimentos es preciso tener un histórico y un record gráfico de los procesos de esterilización como garantía de calidad del producto. Con la institución en la fábrica de las normas Hazard esto tomó más auge, y las gráficas del proceso se convirtieron en obligatorias para la empresa.

En forma visual se puede observar en la figura 6 la retorta horizontal antes y después, figura 7, de la modernización y automatización.

Figura 6. Tablero antes de la automatización de la retorta horizontal



Fuente: Fotografía de industria de frijol

Figura 7. Tablero moderno con la automatización



Fuente: Fotografía de industria de frijol

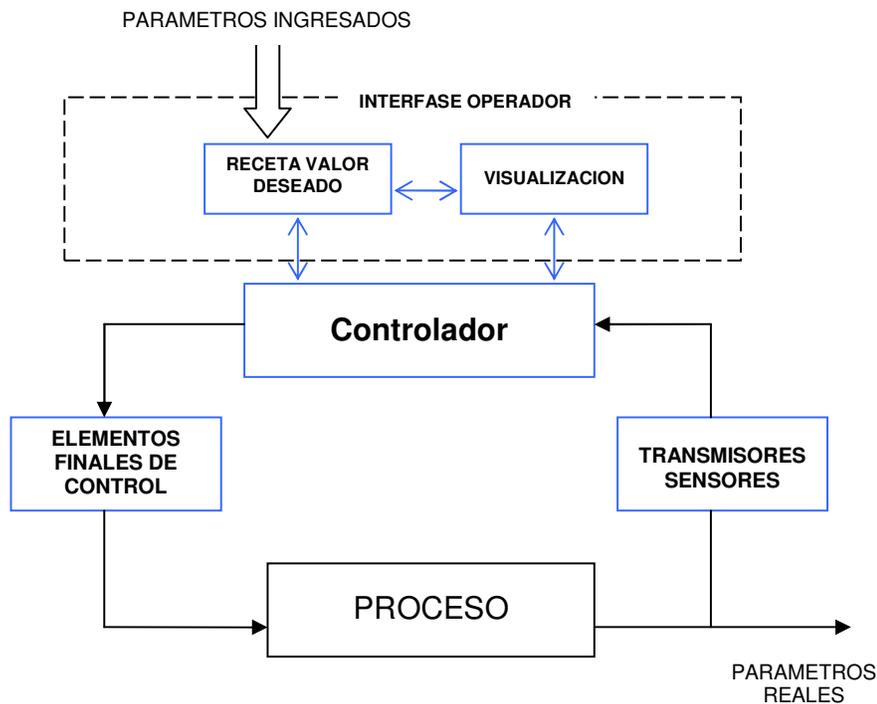
3. ELEMENTOS DE CONTROL DEL PROCESO

3.1 Consideraciones preliminares de diseño

El estudio de este capítulo se enfoca en el diseño, dimensionamiento y selección de los equipos de control necesarios para un sistema completamente automático.

En la primera parte de este capítulo se estudiarán las principales condiciones a tomar en cuenta en la selección de equipos (compatibilidad, funcionamiento, cantidad de variables de proceso, etc.). Una vez definidas las condiciones de trabajo, el estudio se enfocará en la selección de todos los equipos de control requeridos para la implementación (instrumentos, controlador, software, otros). En la figura 8 se muestra un diagrama en bloques del proceso en la que se resaltan los equipos y materiales de estudio de este capítulo.

Figura 8. Diagrama en bloques del control



Fuente: Diseño personal

En la época actual se desarrollan los controles de los procesos empleando los PLCs ó controladores lógicos programables. Existen en diferentes versiones, capacidades y marcas, pero la fábrica de alimentos en donde se desarrolla el proyecto tiene preferencia y experiencia en la programación y montaje de los controladores Siemens de la serie Simatic 300. Estos controladores emplean el software Step 7 y desarrollan la visualización de las interfases de operador en pantallas táctiles que se programan con software de aplicación desarrollado por Siemens denominado Protocol Pro.

3.1.1 Descripción del PLC

El PLC seleccionado para la gestión de control de la marmita de cocimiento es un equipo Siemens Simatic S7 CPU 315 2DP (referencia 6ES7 315-2AF02-0AB0).

La versión del software STEP 7 que se debe utilizar para programar la CPU tiene que ser la versión 5.0 junto con el “*Service Pack 3*” o superior. Con la CPU 315 2DP, se dispone de 96 Kbytes de memoria de carga para el almacenamiento del programa y de datos ampliable a 4 Mbytes a través de EPROM.

La información será respaldada a través de una batería tampón la cual no viene incluida con la CPU y se debe adquirir por a parte. Con esta opción nos aseguramos contra la pérdida de datos en caso de micro cortes, caídas de tensión, etc.

Se dispone de 64 contadores de 0 a 999 y de 128 temporizadores con un margen de tiempo de entre 10 milisegundos a 9.990 segundos.

En caso de que surja alguna anomalía y la CPU pase de estado RUN a STOP o se corte la tensión por un tiempo prolongado, puede ser interesante guardar una serie de datos en memoria para que cuando el programa se restablezca continúe en el paso donde se quedó (muy útil, para evitar problemas que puedan truncar el proceso de cocimiento). Para este fin el PLC se dispone de un área de remanencia de 4,736 bytes que se puede repartir entre marcas, contadores y temporizadores y bloques de datos según interese. La remanencia es un aspecto muy importante a tener en cuenta puesto que hay secuencias de programa en las que es imprescindible que empiecen en un punto y acaben en otro ante cualquier contratiempo que se pueda presentar.

Por ejemplo, si en medio de una secuencia de cocimiento se produce una parada de la CPU y no se tuviera en cuenta la remanencia, la secuencia no acabaría y se tendría que desechar.

3.1.2 Bloques de Programación

El PLC Siemens utiliza un bloque de operación principal OB de programa que puede ocupar hasta 16 Kbytes. Los bloques de función y de control FB y FC pueden ocupar también un máximo de 16 Kbytes. Para todos los bloques se pueden anidar operaciones lógicas hasta una profundidad de 8 paréntesis excepto en los OB's de error con los cuales se dispone de hasta 12.

3.1.3 Capacidad de memoria

Todos los datos que el PLC maneja, su sistema operativo, el programa de aplicación, la tabla de estado de las E/S, etc., se almacenan en la memoria. En realidad deberíamos decir las memorias, porque son varias.

Según el tipo de PLC, este puede manejar mayor o menor cantidad de datos, y a su vez datos con formato más o menos extenso. La memoria total de un equipo tiene distintas zonas en las que se almacenan datos:

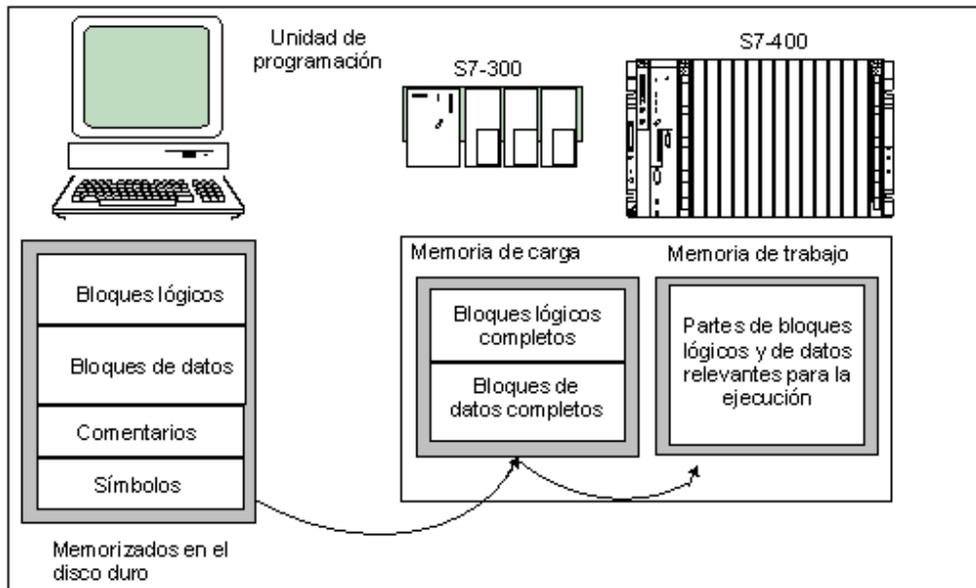
- Área de programa de aplicación (memoria de carga).
- Registro de E/S discretas.
- Registro de E/S análogas.

- Registro de temporizadores y contadores.
- Registro de variables.
- Área auxiliar.
- Sistema operativo.

El sistema operativo es una parte fija integrante del PLC. Debe permanecer inalterable a través del tiempo y ante la falla de alimentación del equipo; además debe ser inmune a cambios accidentales generados por el operador o programador, por lo tanto necesita una memoria con capacidad de almacenamiento permanente, como son las memorias ROM, EPROM, EEPROM o RAM (respaldada por pila).

En cambio el programa de aplicación debe permanecer estable durante el funcionamiento del equipo, pero también debe poder ser modificado fácilmente para la eliminación de errores de un programa o para programar el controlador en una nueva aplicación. Se utilizan memorias RAM.

Figura 9. Distribución de Memoria

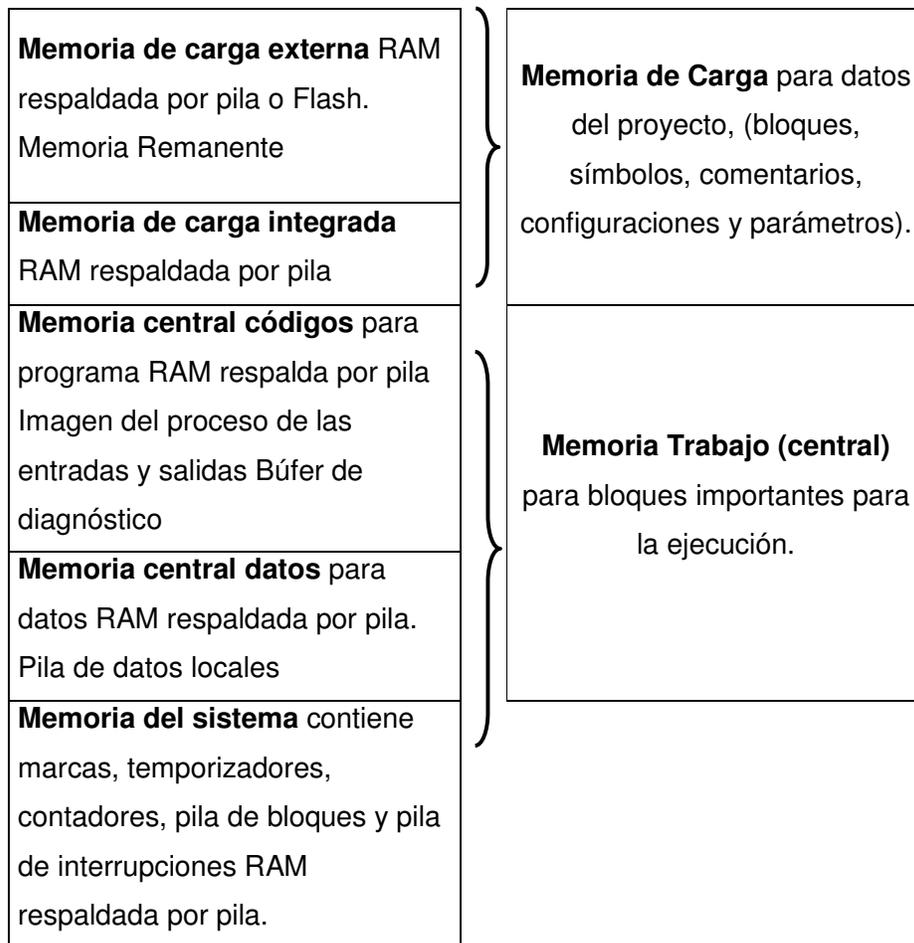


Fuente: Manual S-7 300

Para las áreas de datos se requiere otra condición: las memorias deben permitir una lectura y escritura rápida. La velocidad de estas operaciones de ingreso y consulta de datos juega un papel fundamental en la velocidad de operación del PLC. Por otra parte, no se requiere permanencia de los datos luego de una caída en la alimentación, por ello se utilizan memorias RAM.

A continuación se muestra en la figura 10 la distribución de memoria clásica para un PLC S7-300 (Siemens):

Figura 10. Distribución de memoria típica PLC Siemens serie 300



Con el fin de no sobrepasar el tamaño de la memoria central o trabajo disponible en la CPU, al dimensionar se debe tener en cuenta los siguientes requerimientos de memoria:

- Imagen de proceso (entradas/salidas)

- Recursos de comunicación
- Temporizadores
- Contadores
- Memorias
- Área de direccionamiento de memoria
- Tamaño de datos locales y código

Tabla V. Capacidad de memoria y elementos de programa

Requerimientos de memoria	K (bytes)
Tamaño de la imagen del proceso (entradas/salidas)	8
Recursos de comunicación (peticiones de comunicación)	8
Temporizadores 256	8
Contadores 256	8
Marcas 65536	8
Área direccionamiento periferia	8
Tamaño de datos locales y código.	200
Memoria teórica de trabajo	248
Memoria real de trabajo	256
Memoria teórica de carga	446
Memoria real de carga	512

3.1.4 Capacidad de entradas / salidas

A continuación se muestran las principales recomendaciones para la selección de tarjetas para entradas / salidas aplicables a PLC de control.

- Ingresar las señales que de alguna manera se encuentran vinculadas por proceso en distintas tarjetas de entrada / salida (por ejemplo caudal de vapor a un intercambiador y temperatura de salida del producto de dicho intercambiador, si se pierde una de las señales se podrá observar como se comporta la otra).
- Tener una reserva instalada del 20% en entradas / salidas y/o reserva en espacio para instalar nuevas tarjetas de entrada / salida o procesadores del 30% total para futuras expansiones. Si no se toma esta prevención agregar una tarjeta mas puede implicar agregar otro gabinete con su correspondiente fuente, redundancias de comunicación, etc.

Entre las señales de campo y las tarjetas de entradas / salidas hemos considerado la utilización de módulos periféricos, obteniendo las siguientes ventajas:

- Aislamiento para señales de campo.
- Activación de dispositivos a través de relés de interfase.
- Ahorro de cableado, evita la utilización de bornes intermedios, conexión directa a las señales de campo.
- Fácil identificación y orden en paneles.
- Ahorro de tiempo en montaje de paneles.

El PLC se alimenta a 24 voltios de tensión continua mientras que el consumo en vacío es de 0.9 Amperios. La intensidad típica al conectar es de aproximadamente 8 Amperios. En cuanto a la potencia típica disipada es de 10W.

El tiempo de ciclo típico de una CPU 315 2DP oscila entre 50 y 103 milisegundos, tiempo suficiente para el tipo de proyecto realizado.

Otro aspecto importante en una CPU es el tiempo de reacción a eventos de alarma de proceso. La CPU 315 2DP tiene un tiempo de reacción mínimo de 0.4 milisegundo siendo el máximo de 1.1 milisegundos.

Luego de establecer el alcance de la automatización se decide la utilización de equipo descrito en la tabla 5, el programa el cual ha sido ejecutado para dicho proceso es adjuntado en el apéndice c.

Tabla VI. Materiales requeridos en el proceso de automatización

Materiales requerido en la presurización de frijol

Materiales eléctricos

Cantidad	Descripción
1	CPU 315 2DP SIMATIC
1	Fuente S7300 5A SIMATIC
1	Riel simatic S7-300 L=480 mm (mejor si hay más largo)
6	Módulo 16 entradas 110VAC SIMATIC
5	Módulo 16 salidas a relé 110VAC SIMATIC
1	Pantalla TP27 Touch panel de operador SIMATIC
4	Pulsador luminoso tipo NEMA verde 110 VAC
4	Pulsador luminoso tipo NEMA rojo 110 VAC
8	Manija 2 posiciones tipo NEMA 1 NO
4	Pulsador Hongo tipo NEMA 1 NC
20	Relé de mando 110V 2A
12	Interruptor automático 1 polo 4A
4	Caja SV1
1	Transformador de mando 110V
600	Borne de caballete 2.5 mm
80	Borne de caballete 4 mm
25	Borne de tierra 6mm
60	Separadores de borne
25	Soporte final borne 2.5mm
25	Soporte final borne 4mm
800	Terminal para entallar 2.5 mm
8 pieza	Riel 35 mm
8 pieza	Canaleta 25x40 mm
8 pieza	Canaleta 40 x 40 mm
100 mt	Cable protoflex 4x1.5mm blindado
400 mt	Cable protoflex 3x0.75mm
75 mt	Cable protoflex 12x1.5mm
400 mt	Cable TFF 16 AWG azul
400 mt	Cable TFF 16 AWG rojo
400 mt	Cable TFF 16 AWG negro

100	mt	Cable TFF 16 AWG verde
8		Tubo aluminio 2"
50		Tubo aluminio 3/4"
12		Tubo aluminio 1"
12		Tubo aluminio 1/2"
4		Accesorio tubo aluminio 2" ele
40		Accesorio tubo aluminio 3/4" ele
12		Accesorio tubo aluminio 1" ele
12		Accesorio tubo aluminio 1/2" ele
12		Accesorio tubo aluminio 3/4" te
6		Abrazadera Hanger 2"
80		Abrazadera Hanger 3/4"
20		Abrazadera Hanger 1"
20		Abrazadera Hanger 1/2"
50		Tubo flexible LT 3/4"
20		Tubo flexible LT 1"
20		Tubo flexible LT 1/2"

NEUMÁTICO

CANTIDAD		DESCRIPCIÓN
8		Unidades de mantenimiento neumático (4 sin filtro)
400	mt	Manguera PCL 6
2		Block 4 Electroválvulas doble efecto
7		Electroválvula doble efecto bobina 110V

Tabla V: Materiales requeridos en el proceso de automatización

Todos estos materiales se montaron en una celda o tablero industrial de modo que permitiera la interrelación y protección de los equipos. Como se verá incluye materiales electrónicos de control, materiales eléctricos y materiales neumáticos. A continuación se adjunta la cotización del proyecto.

Figura 11. Cotización de proyecto de retorta horizontal

PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DE RETORTA HORIZONTAL O MARMITA

Costos de proyecto de retorta horizontal

Descripción	Materiales & Equipo Cuantificado	Units	Amount	Monto	Contratistas	Total
Paneles Eléctricos	2	\$ 912.50	\$ 1,825.00	Q 14,837.25	ENERCO	\$ 1,577.49 Q 12,825.00
ABB Commanders Model C-1913	4	\$ 2,975.00	\$ 11,900.00	Q 96,747.00	FISHER Costa Rica	\$ 6,291.00 Q 51,145.83
Materiales y mano de obra	1	\$ 76,200.00	\$ 76,200.00	Q 619,506.00	SEYC	\$ 76,260.76 Q 620,000.00
Elementos de control	1	\$ 12,775.00	\$ 12,775.00	Q 103,860.75	UNIASEL	\$ 3,180.07 Q 25,854.00
Sensores de presión y válvulas	1	\$ 27,200.00	\$ 27,200.00	Q 221,136.00	ENERCO	\$ 15,334.26 Q 124,667.55
						\$ 3,521.31 Q 28,628.25
					FISHER Costa Rica	\$ 10,792.08 Q 87,739.61
					COMPRES	\$ 3,629.01 Q 29,503.84
					ENERSYS	\$ 1,879.46 Q 15,280.00
					ENERCO	\$ 4,592.25 Q 37,335.00
Total			\$129,900.00	Q1,056,087.00		\$127,057.70 Q 1,032,979.08

Se muestra en las figuras 12 Y 13 el detalle de la instalación correcta y montaje de todos los componentes:

Figura 12. Montaje de PLC

Figura 13. Relés de maniobra



Fuente: Fotografías de industria de frijol

Figura 14. Montaje de botinería

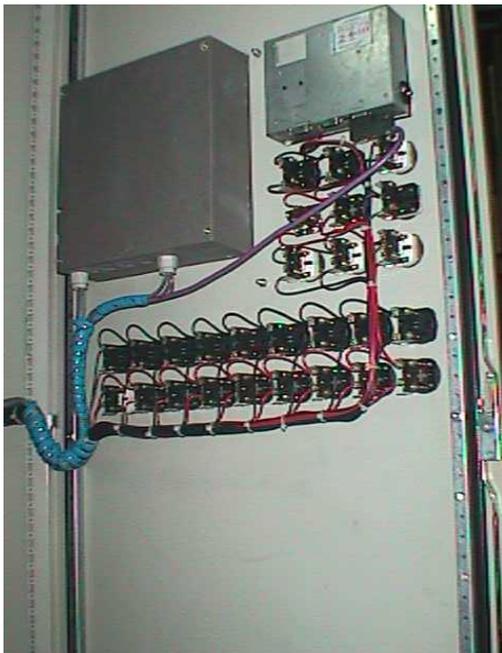


Figura 15. Elementos de maniobra



Fuente: Fotografía de industria de frijol

Todos los elementos y actuadores son neumáticos pues se prefieren a los eléctricos por su durabilidad y capacidad de fuerza en la operación.

Habiendo válvulas que van desde media pulgada hasta 3 pulgadas, constituye la mejor opción de accionamiento.

Así la interfase de la electrónica con estos elementos se realiza empleando el conjunto descrito en la parte final del listado; se emplean electroválvulas que son accionadas con bobinas de 110VAC, las cuales se montan en otro tablero SV1 aparte del de control. Estas electroválvulas manejan y operan aire a presión de 70 PSI para el accionamiento de las válvulas instaladas en las tuberías de alimentación de aire, vapor y agua a la marmita.

PLC Siemens serie 300 S7-315 2DP controlador electrónico cuyo software de programación lo poseemos y es de fácil implementación. Se requiere de CPU y dos módulos, uno de 32 entradas y otro de 32 salidas.

3.1.5 Resumen y detalle de elementos requeridos en toda la automatización de la Retorta Horizontal

El equipo utilizado para lograr el control de la retorta horizontal se divide en tres partes, que son las siguientes:

3.1.5.1 Elementos de campo

- Sensor de temperatura tipo RTD (*Resistance Thermometer Detector*), elemento de platino PT100 para sensar la temperatura dentro de la retorta. Puede sensar hasta 900° F.
- Transmisor electrónico de presión manométrica, calibrado en el rango de 0-20 PSI, para sensar la presión en el interior de la retorta.
- Sensores de Nivel, para control de nivel de agua de la retorta (pendiente definir tipo y forma).

3.1.5.2 Elementos de control

- Registrador-Controlador Electrónico de gráfica circular COMMANDER 1900R, con dos plumas para graficar y dos unidades de control (una para control de temperatura y otra para control de presión). Se encarga también de generar señales de acuerdo a los valores de temperatura y presión hacia el PLC de modo que se pueda controlar la secuencia de proceso.
- PLC Siemens serie 300 S7-315 2DP controlador electrónico cuyo software de programación lo poseemos y es de fácil implementación. Se requiere de CPU y dos módulos, uno de 32 entradas y otro de 32 salidas.

3.1.5.3 Elementos de Operación

- Válvulas neumáticas de control, con actuador neumático que recibe señal de 3-15 PSI (para control de temperatura y presión de aire).
- Válvulas neumáticas ON-OFF, para el control del venteo, agua de alimentación y drenado.
- Electroválvula de 1/2", para control de alimentación de agua.

- Transductores de corriente a presión, para manejar las válvulas neumáticas de control, calibrados con entrada de 4-20 mA y salida 3-15 PSI.
- Electroválvulas de 5 vías, para manejar a las válvulas neumáticas ON-OFF.

A continuación un detalle del montaje de tablero de electroválvulas que gobierna los actuadores neumáticos, se muestra también la colocación de manijas para poder realizar un accionamiento manual de las válvulas instaladas, esta innovación constituyo una enorme ventaja para los operadores:

Figura 16. Tablero de indicación y maniobra de electroválvulas



Fuente: Fotografía de industria de frijol

Figura 17. Detalle de alimentación de tablero de electroválvulas neumática



Fuente: Fotografía de industria de frijol

Figura 18. Detalle de conexiones eléctricas de tablero de electroválvulas



Fuente: Fotografía de industria de frijol

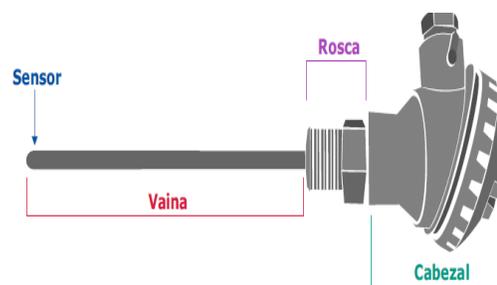
3.2 Elementos de detección utilizados

El equipo utilizado para lograr el control de la presurización se divide en tres partes, que son las siguientes:

3.2.1 Sensor de temperatura

Sensor de temperatura tipo RTD (*Resistance Thermometer Detector*), elemento de platino PT100 para sensar la temperatura dentro de la retorta. Puede sensar hasta 900° F.

Figura 19. Sensor de Temperatura PT100

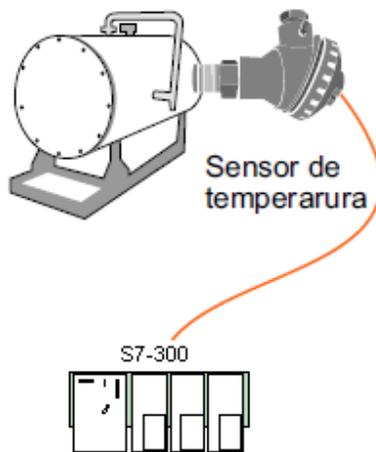


Fuente: <http://exemys.com.ar/beta/espanol/productos/adquisidores/sensores/ficha.pdf>,
septiembre 2009

La PT100 la cual fue utilizada es de tipo industrial de tipo robusto, está preparada para trabajar en ambiente industrial y de uso continuo. Los materiales utilizados son de acero inoxidable.

El sensor de temperatura descrito consiste en una termo resistencia que varía sus características en forma proporcional a los cambios de temperatura. Este valor de resistencia se introduce a la electrónica de un equipo electrónico capaz de desplegar un valor de la temperatura de acuerdo a los valores de resistencia. La instalación de la PT100 se puede observar en la figura 20.

Figura 20. Ejemplo de sensor de temperatura PT100



Fuente: <http://exemys.com.ar/beta/espanol/productos/adquisidores/sensores/ficha.pdf>,
septiembre 2009

3.2.2 Transmisor electrónico de presión manométrica

Los transductores de presión suelen estar basados en la deformación de un elemento elástico (membrana, tubo de bourdon, etc.) cuyo movimiento bajo la acción del fluido es detectado por transductor de pequeños desplazamientos (galgas, transformador diferencial, elemento piezoeléctrico, etc.) del que se obtiene una señal eléctrica proporcional a la presión.

Los transductores de presión más frecuentes son los de diafragma o membrana.

El diafragma o membrana. El diafragma consiste en una pared delgada que se deforma bajo el efecto de presión. Si se mide dicha deformación mediante un puente de galgas extensiométricas, o un transformador diferencial, se obtiene una medida indirecta de la presión.

Los transductores de presión pueden efectuar dos tipos de medidas:

- Presión absoluta, o medida respecto al vacío.
- Presión diferencial, o relativa, midiendo la diferencia de presión entre dos puntos.
- El transmisor electrónico de presión manométrica utilizado, calibrado en el rango de 0-20 psi, censará la presión en el interior de la máquina.

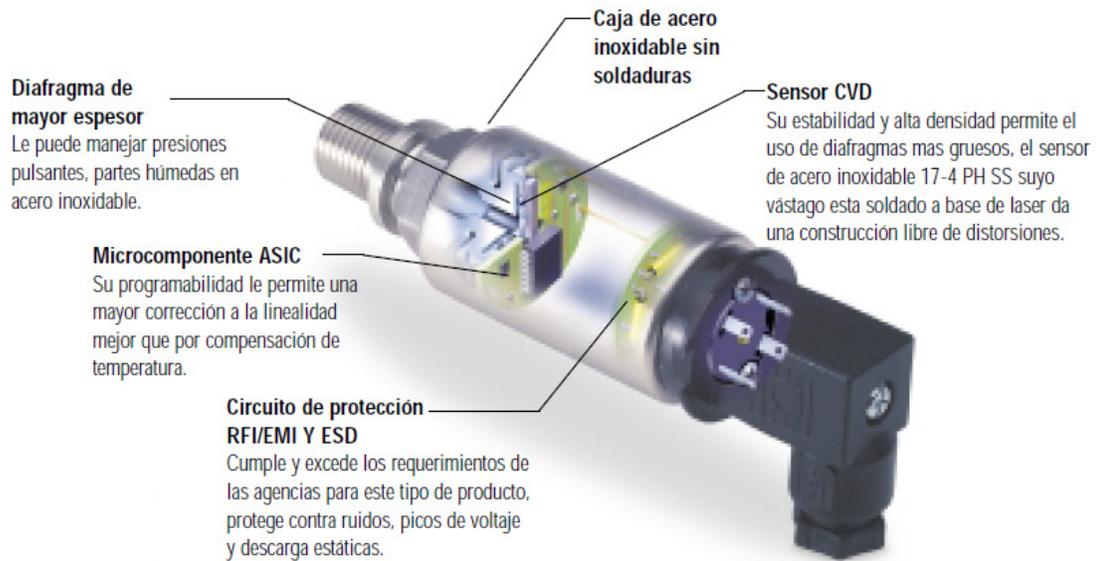
El sensor de presión descrito proporciona una señal analógica que varía de 4 a 20 mA. Señal que al igual que el resistor térmico es interpretada por un equipo electrónico, teniéndose una lectura en display de la presión a la cual está sometido el dispositivo.

Figura 21. Transductores de presión marca Gems



Fuente: **Figura proporcionada por Enersys**

Figura 22. Principio de funcionamiento del transductor de presión marca Gems



Fuente: *Figura proporcionada por Enersys*

3.2.3 Sensores de nivel

Los sensores de Nivel, para control de nivel de agua de la máquina son del tipo inductivos tipo boya.

3.2.3.1 El sensor de nivel inductivo tipo boya

3.2.3.1.1 Objetivo

Determinar y los parámetros características del sensor de nivel por boya, tales como sensibilidad, linealidad, histéresis, repetibilidad y precisión.

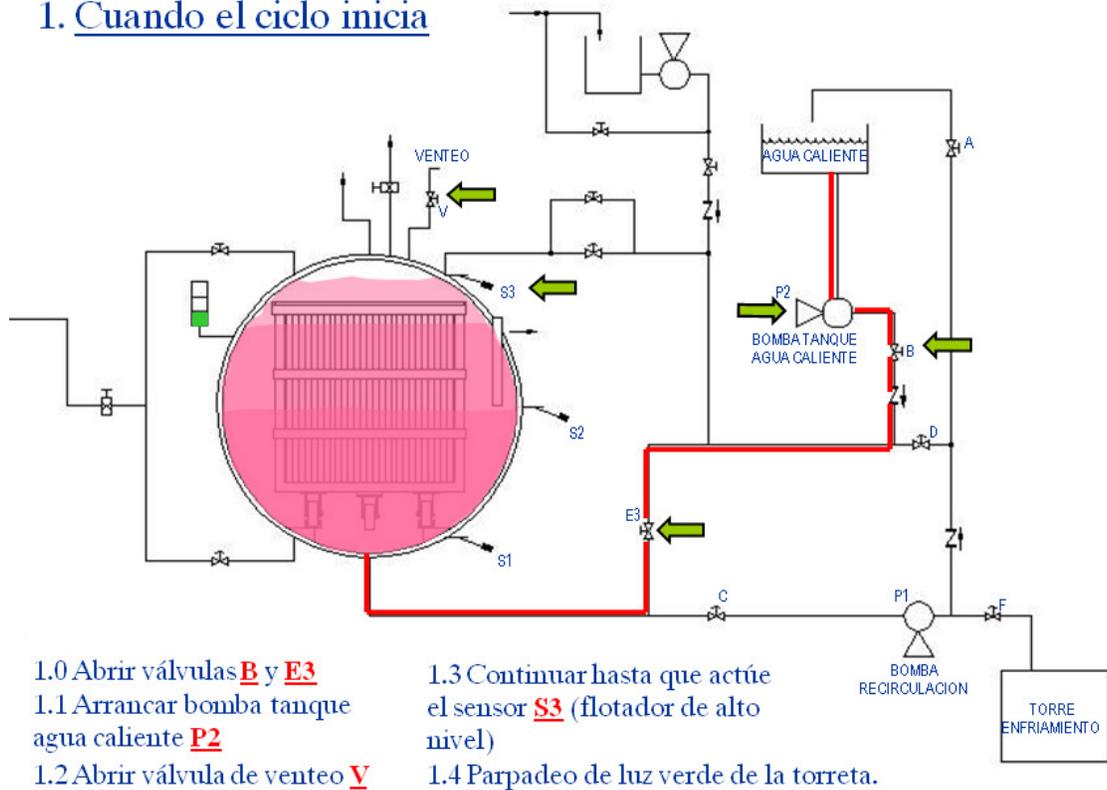
3.2.3.1.2 Descripción

Los sensores de nivel son útiles en sistemas de control y de medida de procesos, cuando necesitamos controlar el proceso de llenado y vaciado de un tanque, estos sensores pueden funcionar como en este caso con un potenciómetro que variará dependiendo del nivel del líquido. El líquido se encuentra en contacto con el potenciómetro mediante un brazo que tiene en su extremo un flotador que es quien percibe los cambios en el nivel.

Un simple divisor de tensión es el sensor, que entregará una salida de voltaje limitada por los rangos de polarización del sensor y que estará dependiendo de los niveles de tensión que se requiera.

Figura 23. Diagrama de proceso de los sensores de nivel

1. Cuando el ciclo inicia



3.2.4 Registrador- Controlador

Registrador-Controlador Electrónico de gráfica circular COMMANDER 1900R, con dos plumas para graficar y dos unidades de control (una para control de temperatura y otra para control de presión).

Se encarga también de generar señales de acuerdo a los valores de temperatura y presión hacia el PLC de modo que se pueda controlar la secuencia de proceso figura 5.

Este aparato juega un papel bien importante, porque es un instrumento que permite monitorear una variable en este caso Temperatura y presión, es decir se utilizan dos aparatos registradores.

El equipo recibe una señal y posee una electrónica que permite realizar un algoritmo de sistemas de control. En este caso un control PID que se emplea para gobernar la entrada de vapor a la marmita. Este control podría realizarlo también el controlador Simatic, pero sería más compleja su programación y en fábrica se ha probado la eficiencia de los controladores Comander, por lo que prefirieron para el manejo del vapor que es determinante en el proceso de cocimiento.

El controlador Comander permite también programarle puntos de activación de relés (salidas digitales para operar actuadores) de acuerdo a los valores de las variables y posee también entradas digitales que permiten colocar el aparato en modo manual o automático, ó de modo que el equipo reaccione y opere de cierta forma.

Figura 24. Commander ABB 1900



Fuente: Fotografía de industria de frijol

El controlador Commander aprovechando estas ventajas que se mencionan, puede mantener comunicación con el PLC Siemens y coordinarse para que el controlador opere y manibre ciertos elementos de acuerdo a los valores de temperatura que el instrumento Commander recibe. Se convierte prácticamente en los ojos térmicos del PLC.

Otro parámetro importante que se debe monitorear es la presión que alcanza la marmita, este valor no se regula, pero si se monitorea para que en caso de que la presión sea excesiva, active las válvulas de seguridad y se despresurice la marmita, lográndose una seguridad.

Se aprovecha entonces un aparato Commander con dos plumillas de modo que monitorea dos señales tanto de temperatura como de presión, pero controla solamente una de las dos variables, en este caso la temperatura.

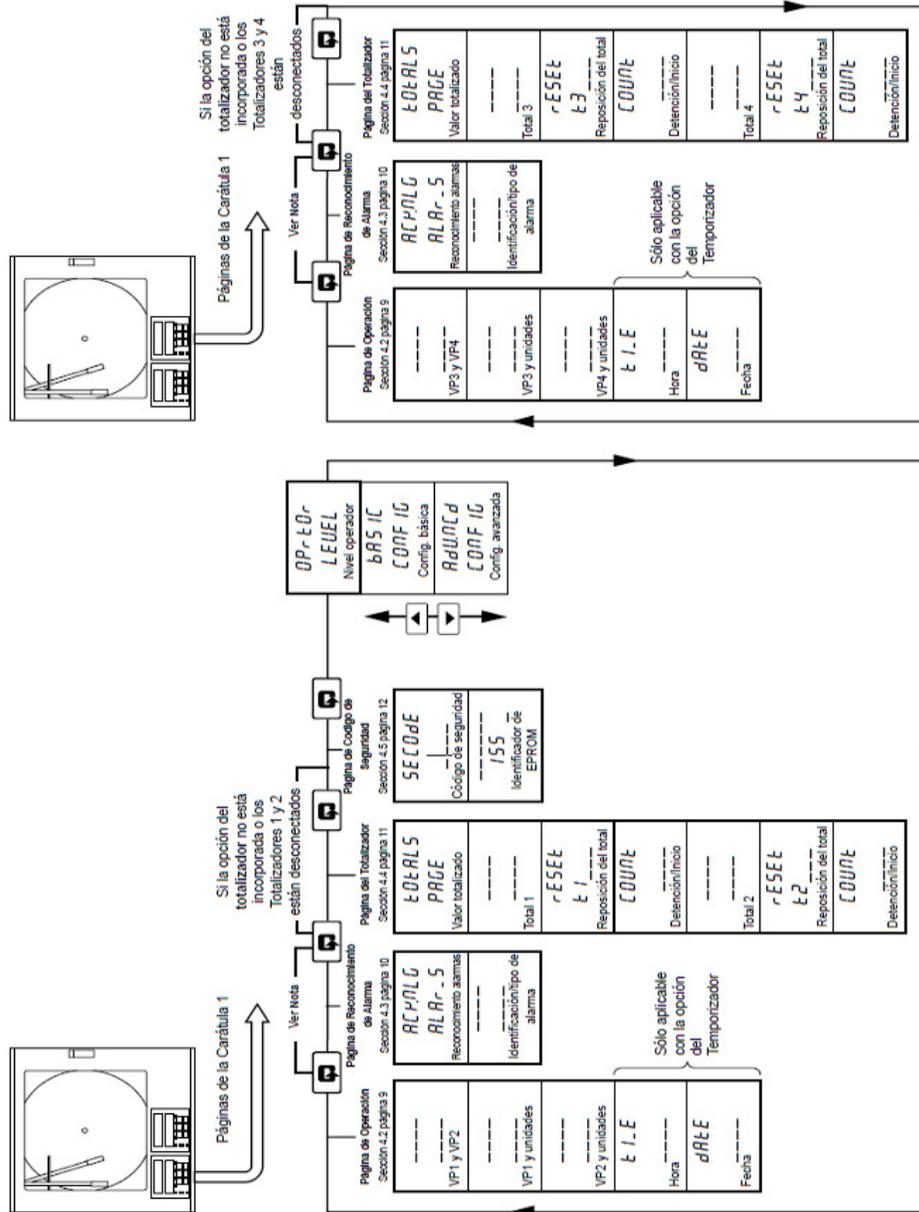
3.2.4.1 Pantallas y control

Las pantallas, indicadores l.e.d. y los controles de operación/programación, están situados en las carátulas del panel frontal del instrumento – véase la Figura. 23. Las pantallas comprenden 2 filas de 6 caracteres. En la parte superior de cada página de programación (encabezador de página) se utilizan ambas pantallas para describir la página seleccionada.

Cuando se visualizan los parámetros dentro de la página seleccionada, la pantalla superior muestra el parámetro y la pantalla inferior muestra el valor o ajuste para dicho parámetro.

Los estados de Alarma y de Canal se indican por LEDs separados situados en la carátula del panel frontal del instrumento.

Figura 25. Programación del commander ABB 1900



Fuente: Manual de commander

4. PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE FRIJOL

4.1 Introducción

La modernización y actualización de los procesos industrial alimenticio constituye uno de los objetivos más importantes de las empresas en la siempre incesante tarea de la búsqueda de la competitividad en un entorno cambiante y agresivo. La automatización de un proceso industrial, (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo, de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento. Dicho automatismo, en general ha de ser capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y además frente a imponderables situaciones, tener como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable.

4.2 La Automática

En el contexto actual, la AUTOMÁTICA se define como la ciencia y técnica de la automatización, que agrupa el conjunto de las disciplinas teóricas y tecnologías que intervienen en la concepción, la construcción y el empleo de los sistemas automáticos. La automática constituye el aspecto teórico de la cibernética. Está estrechamente vinculada con las matemáticas, la estadística, la teoría de la información, la informática y técnicas de la ingeniería.

Podría realizarse una distinción entre: la automática teórica, conjunto de los métodos matemáticos de análisis y de síntesis de los sistemas automáticos y de sus elementos; y la automática aplicada, que trata más específicamente de los problemas prácticos de automatización, que concierne a la teoría y a la tecnología de los captadores, los accionadores y a los ordenadores.

El funcionamiento de todo sistema automático se asienta en la confrontación de una **información de mando**, que describe el programa deseado, con una **información de estado**, confrontación de la que se derivan las órdenes de mando que han de darse a los *accionadores* que actúan sobre el sistema, modificando así su estado. Esta sucesión de operaciones se suceden en una estructura de bucle cerrado, donde un centro de operaciones de *mando* y de *control*, asegura el buen comportamiento de la instalación.

Basados en el concepto matemático de autómeta, es decir, el ente constituido por un conjunto de reglas que define estados y condiciones de cambio de estado, en los *automatismo secuenciales*, de los que el ascensor constituye uno de los ejemplos clásicos, la información de estado viene proporcionada generalmente por captadores binarios, y el tratamiento de la información es de naturaleza lógica. El programa está constituido por sucesión, o secuencia, de fases operatorias enlazadas unas con otras según un conjunto de reglas lógicas.

Esos sistemas constituyen la inmensa mayoría de los automatismos industriales, especialmente los dedicados a la automatización de la fabricación. Los ordenadores, constituyen sin duda una de las formas más sofisticadas de los automatismos secuenciales.

En los servosistemas, la información de estado adopta la forma de una o varias magnitudes que caracterizan el estado del sistema. La energía comunicada a los accionadores se dosifica según las diferencias entre esas magnitudes y los valores deseados, y el bucle de control actúa en tanto que un sistema de cero automático, tiende constantemente anular la diferencia entre el valor actual y el estado deseado. Este principio de estado de dependencia tiende a reducir la influencia de las perturbaciones exteriores. En los reguladores de sostenimiento, una magnitud regulada está obligada a conservar lo mejor posible un valor asignado a pesar de las perturbaciones, en tanto que en los servomecanismos o reguladores de correspondencia, una magnitud de salida debe amoldarse lo mejor posible a las evoluciones de una magnitud de entrada.

Los sistemas adaptativos poseen, además de la facultad de la autocorrección de las variaciones de una serie de parámetros, una facultad de autorregulación que les permite funcionar correctamente en condiciones exteriores muy diversas. La resistencia a las perturbaciones y a las fluctuaciones del entorno se ve así incrementada.

Otros son los denominados sistemas autodidácticos, en los que el programa de tratamiento de la información se elabora y se perfecciona en curso de funcionamiento por autoaprendizaje bajo la dirección de un superprograma. Este principio se aplica entre otros a la identificación automática de formas de los sonidos.

4.2.1 El automatismo secuencial

En el contexto de la presente informe de EPS, se realizará el proceso por de Automatismo Secuencial. Un automatismo secuencial, es un sistema cuyo funcionamiento emplea una secuencia de fases claramente diferenciada, según un conjunto de reglas preestablecidas. En el caso más sencillo, el final de cada fase detectado por un captador apropiado, da paso al inicio de la fase siguiente. Las condiciones lógicas más o menos complejas provocando cambios de estado del sistema controlado. Los automatismos secuenciales pueden funcionar ya sea sobre la base de la lógica cableada de forma específica mediante los denominados armarios de relés, que ha sido en el período histórico anterior más reciente la implementación más usual de un gran número de instalaciones industriales, ya sea sobre base de un programa registrado mediante ordenadores, autómatas programables.

El concepto de automatización lleva implícita la supresión total o parcial de la intervención humana en la ejecución de diversas tareas, industriales, agrícolas, domésticas, administrativas o científicas. Se aplica la automatización tanto a las tareas más sencillas, tales como la regulación de la temperatura, como a las más complejas, tales como la dirección mediante ordenador de una unidad química como en el caso del área de fríjol o la gestión automatizada de un establecimiento bancario.

Al confiar a órganos tecnológicos todas o parte de las funciones intelectuales que intervienen en la conducción de un proceso. En la actualidad los problemas de automatización industrial administrativa se confían respectivamente a los especialistas en automática e informática, a los que se unen los especialistas del proceso por automatizar que constituye así un equipo pluridisciplinar. La automatización de un proceso se sitúa en un marco técnico-económico del que no constituye más que uno de sus aspectos.

La automatización en el contexto histórico más reciente, no solamente está relacionada con el proceso mismo, sino también con la distribución de los productos fabricados o con la prestación de servicios. Forma parte integrante de la concepción y de la gestión de los grandes complejos industriales, administrativos y comerciales. La automatización constituye particularmente, uno de los factores de aumento de la productividad y de mejora de la calidad.

Los principales componentes de automatización son los transductores y los captadores de información, los preaccionadores (relés, contactores etc.) y accionadores (motores, órganos desplazamiento lineal etc.), así como los órganos de tratamiento de la información, en particular los ordenadores y en general los sistemas basados en el microprocesador. Su naturaleza depende de la del sistema contemplado, **automatismo secuencial o servosistema.**

En un número creciente de instalaciones industriales un ordenador se encarga de cálculos de balances de energía o de materias, de la vigilancia de las magnitudes que pueden llegar a adquirir valores peligrosos, del comportamiento secuencial del arranque y de la detención, de cálculos sobre las medidas, etc. El ordenador puede, asimismo, llevar a cabo cálculos de autoadaptación y de autooptimización, las condiciones de funcionamiento óptimo viene impuestas al proceso, bien indirectamente por intermedio de reguladores clásicos controlados por el ordenador, o bien directamente en el caso de gobierno y control directo.

En los sistemas de control jerarquizado, un ordenador central determina las consignas generales comunicadas a controladores especializados que controlan los diversos elementos de la instalación.

Semejante estructura descentralizada aprovecha plenamente las inmensas posibilidades brindadas por los microprocesadores. Incluso en el campo de fabricaciones mecánicas, en el que la mayoría de los automatismos son de tipo secuencial, el ordenador ha hecho su aparición bajo la forma de los controladores numéricos de máquinas herramienta que permiten ordenar la elección, el cambio y el recorrido de las herramientas merced a un programa registrado en la memoria del ordenador.

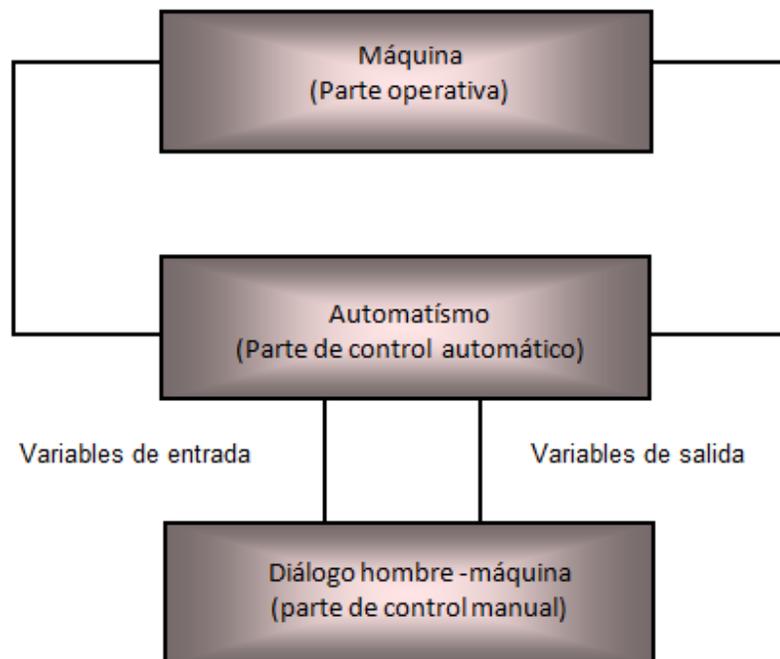
4.2.2 Modelo estructural de un sistema automatizado

La estructura de un Sistema Automatizado puede clasificarse en dos partes claramente diferenciada: por un lado lo denominaremos **Parte Operativa**, formada por un conjunto de dispositivos, máquinas o subproceso, diseñado para la realización de determinadas funciones de fabricación; de forma específica pueden tratarse de máquinas herramientas para la realización de operaciones de mecanizado más o menos sofisticadas o bien de subprocesos dedicados a tareas el proceso de fríjol, presurización, neumática e hidráulica etc., es el dispositivo encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la Parte Operativa bajo control.

El sometimiento de la Parte Operativa se logra mediante el mantenimiento continuo de un intercambio de información entre la primera y la Parte de Control o mando descrita en los anteriores capítulos. Dicho intercambio se establece a través de los captadores binarios, transductores analógicos y digitales y los dispositivos de preaccionamiento. A partir de los dos primeros se recoge información de los valores de las magnitudes físicas a controlar, así como de sus cambios de estado, enviando dicha información a la parte de control para su tratamiento, tras el tratamiento de la información a la Parte de Control para su tratamiento. Tras el tratamiento de la información se envían acciones de mando a través de los preaccionadores.

Los preaccionadores son dispositivos que permiten el control de grandes potencias mediante las señales de que pequeña potencia que son emitidas por la Parte de control.

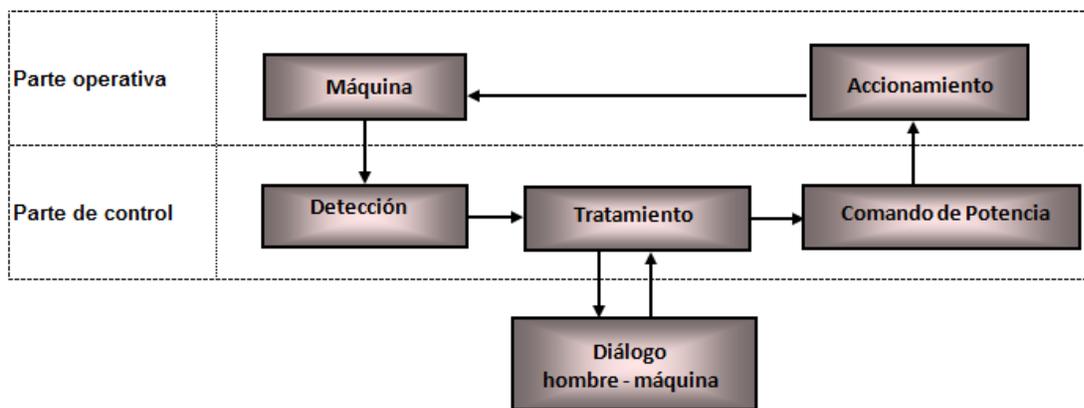
Figura 26. Modelo estructural de un sistema automatizado



Fuente: www.Entretenimiento.scheider-electric.com/Automatismos, septiembre 2008

La estructura de un automatismo de manera general está formada de una parte operativa y una parte de control.

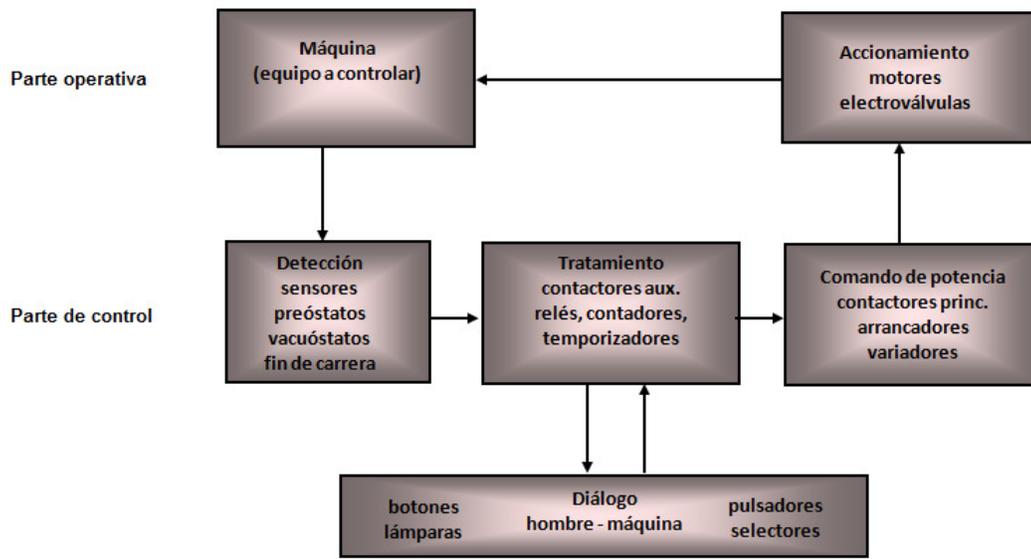
Figura 27. Parte operativa y parte de control



Fuente: www.Entretenimiento.schneider-electric.com/Automatismo, septiembre 2008

La automatización puede hacerse por distintos medios. En este caso se considera el tema de automatismos eléctricos.

Figura 28. Desglose de parte operativa y control



Fuente: www.Entretenimiento.scheider-electric.com/Automatismos, septiembre 2008

En suma, la automatización de un proceso industrial, (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elemento y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento.

Uno de los objetivos deseable es que el automatismo sea capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y también que tenga como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable.

En el período histórico más reciente los objetivos de la automatización han sido el procurar reducción de costes de fabricación y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas o insalubres.

Sin embargo, desde los años 60, debido a la alta competitividad empresarial y a la internacionalización creciente de los mercados, estos objetivos han sido ampliamente incrementados.

Como consecuencia de un entorno competitivo, cualquier empresa se ve sometida a la necesidad de acometer grandes y rápidos procesos de cambio en búsqueda de su adecuación a las demandas de mercado, neutralización de los avances de su competencia o simplemente como maniobra de cambio de estrategia al verse acortado el ciclo de vida de alguno de sus productos.

Ello obliga a mantener medios de producción adecuados que posean una gran flexibilidad y puedan modificar oportunamente la estrategia de producción.

La aparición de la microelectrónica y el computador ha tenido como consecuencia el que sean posibles mayores niveles de integración entre el sistema productivo y los centros de decisión y política empresarial, permitiendo que la producción pueda ser contemplada como un flujo de material a través del Sistema Productivo que interacciona con todas las áreas de la empresa.

4.3 Parte operativa: Sistemas de fabricación

En esta sección discutimos algunos conceptos asociados con la fabricación, es decir, con la Parte Operativa. Estos son aplicables a los sistemas de fabricación discreta y continua.

La **fabricación** es un proceso de transformación mediante el cual el material en bruto, el trabajo, la energía, y el equipamiento se reúnen para producir mercaderías de alta calidad.

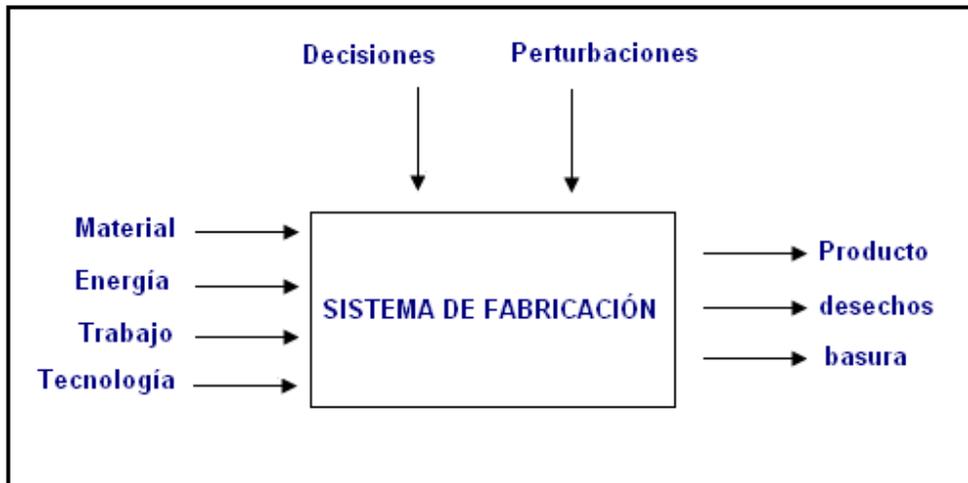
Obviamente, las mercaderías producidas deben tener un valor económico mayor que el de los componentes utilizados y deben ser vendibles en un entorno competitivo. El proceso de transformación generalmente conlleva una sucesión de pasos llamados **operaciones de producción**. Cada operación de producción es un proceso de cambio de entradas en salidas mediante la aportación de un valor añadido.

Esparcidas entre las operaciones que añaden valor están las que no añaden ningún valor, tales como el transporte, el almacenamiento e inspección. En general es necesario minimizar, si no eliminar, las operaciones que no añaden valor.

4.3.1 Modelo de entrada y salida

Un sistema de fabricación puede ser representado por el **modelo de entrada-salida** mostrado en la figura 28. En éste, las entradas están constituidas por material, trabajo, energía y tecnología. El material en bruto se convierte en el producto final de calidad. Son diversas las operaciones de trabajo desarrolladas por los denominados trabajadores de cuello-azul y de cuello-blanco necesarias para el diseño de producto, para operar sobre el equipo, para la carga y descarga de las piezas, la inspección etc. La tendencia reciente es automatizar la mayoría de estas funciones y elevar el papel del operador humano al de monitor y supervisor.

Figura 29. Sistema de Fabricación: Modelo de entradas y salidas



**Fuente: Emilo García. *Automatización de procesos industriales*
Pág. 13**

La tecnología de la fabricación representa la sofisticación y flexibilidad del equipamiento, y el objetivo de la integración del flujo del material y la información en el sistema. Un sistema de fabricación puede ser manual o totalmente automatizado, altamente dedicado o totalmente flexible, un conjunto de máquinas-herramienta aisladas o un sistema de producción totalmente integrado. Es el nivel de tecnología lo que determina si un sistema es un sistema de fabricación en serie, un taller de trabajo *Job Shop*, un sistema de producción por lotes, o un sistema totalmente flexible de fabricación. La tecnología también de la fabricación representa la sofisticación y flexibilidad del equipamiento, y el objetivo de la integración del flujo de material y la información en el sistema. Un sistema de fabricación puede ser manual o totalmente automatizada, altamente dedicado o totalmente flexible, un conjunto de máquinas-herramienta aisladas o un sistema de producción totalmente integrado. Es el nivel de tecnología lo que determina si un sistema es un sistema de fabricación en serie, un taller de trabajo *Job Shop*, un sistema de producción por lotes, o un sistema totalmente flexible de fabricación.

La tecnología también determina si las economías son del tipo de escala o del tipo de alcance. La fabricación en serie de una estrecha gama de productos conduce a economías de escala mientras que un bajo volumen de producción de una variedad amplia de productos se asocia a economías de alcance.

El proceso de fabricación produce tres rendimientos: la pieza completa con una calidad de producto que debe satisfacer las especificaciones de ingeniería requeridas.

Hay dos aportaciones más al sistema de fabricación que son importantes para su funcionamiento. El primero es el conjunto de decisiones que se realizan en los diversos niveles de la jerarquía (de largo alcance, medio alcance, y corto alcance) con respecto a productos fabricados, equipos comprados, esquemas y disposiciones de planta, secuenciación y programación de piezas, carga de piezas, etc. Estas decisiones son muy importantes y la meta principal del planteamiento es presentar herramientas actuales para evaluar por medio analíticos las diversas decisiones. El segundo tipo de entradas son las perturbaciones; en éstas se incluyen las acciones de los gobiernos, fluctuaciones de mercado, la competitividad, las averías del equipamiento y los problemas laborales.

4.3.2 Las decisiones en el mundo de la fabricación

La toma de decisiones en un ambiente de fabricación puede ser muy compleja a causa de las alternativas disponibles y la naturaleza sería e incierta del resultado de las decisiones. Hay tres niveles de decisión en un sistema de fabricación: estratégico, táctico y operacional. Las decisiones estratégicas son a largo plazo (típicamente años) y determinadas por la competitividad y supervivencia de la firma.

En éstas se incluyen la introducción de nueva tecnología, mezclas y cambios de piezas (destinando un nuevo tipo de pieza para la producción), la expansión y modificación de sistema (agregando un nuevo centro de máquinas o cambiando el esquema del sistema de manipulación de material), etc.

Las de segundo nivel, o las decisiones técnicas, tiene un horizonte de semanas/ días. En estas se incluyen la división del objetivo total de producción de lotes, tomar en cuenta la disponibilidad de los materiales en bruto, herramientas, y fechas vencidas. Aquí las cuestiones que se plantean son: (i) cuántos lotes y (ii) cuántas piezas en cada lote.

El objetivo es aumentar al máximo la utilización de las máquinas, al tiempo que se obtiene un balance de la carga de trabajo sobre el sistema, para que todas las máquinas terminen su trabajo para cada lote casi simultáneamente. El nivel operacional o tercer nivel de las decisiones se ocupa del control cotidiano de las operaciones de fabricación. En éstas se incluyen:

1. Qué tipo de piezas introducir en el sistema.
2. Cuántas piezas deben coexistir en el sistema simultáneamente.
3. Qué pieza debería cargarse en la máquina a continuación.
4. Cuántas herramientas de cada tipo.
5. Cómo reaccionar a la rotura de la herramienta.
6. Reprogramación en el caso de fallos de las máquinas o del sistema de manejo de material.

La gestión efectiva de la fabricación conlleva la dirección simultánea de los tres niveles de decisión. Los fallos en su realización reducirán la eficiencia de gestión, conduciendo a costos más altos y reduciendo la competitividad.

El propósito definitivo de la fabricación es centrar los recursos de la organización, capacidades, y energías hacia la consecución de ventajas sostenidas sobre sus competidores. Tal ventaja puede derivarse de costos inferiores, de una mayor calidad de producto, de productos más innovadores, o de un servicio superior.

4.4 Automatización del proceso de frijol enlatado

El control de la marmita de frijol lo realiza por completo el Commander 1900R en complemento con un sistema de relevadores que se encarga del swicheo y manejo de las electroválvulas; El equipo está compuesto convencionalmente de dos controles uno para temperatura y otro para presión, con la ayuda de una tarjeta adicional de relés, realiza una interface hacia la caja de relevadores puesta en la parte inferior del panel para maniobrar los sistemas actuadores.

Para el caso del manejo de la marmita de frijol se propone colocar un PLC para sustituir el sistema de relevación y además aprovechar las bondades del autómatas para controlar en mejor forma el sistema señalizando con detalle los pasos del proceso y dando un estatus correcto de la secuencia de operación y permitiendo diagnosticar rápidamente cualquier falla en el proceso.

Se montará un panel en el cual irá colocado en la parte frontal el Commander 1900R, adicionalmente, mostrará una serie de luces de visualización que se encenderán en secuencia conforme avance el proceso; un sistema de manijas se ajusta para poder escoger entre los tiempos de proceso, estos serán automáticamente ajustados a través de manijas de modo que el operador elija la medida de frijol a procesar (se tendrán 5 opciones de frijol, una de pasta y 3 opciones libres para productos futuros).

Se colocarán manijas que permitan operar la Retorta en forma manual si así se desea, esto es sin utilizar el microcontrolador PLC, dando el control al operador a través de manijas y el Comander 1900 como apoyo para la regulación de presión y vapor.

En la operación automática los tiempos de proceso y de enfriamiento se mostrarán en la pantalla TP27 en el frente del panel. Adicionalmente se colocarán pulsadores que permitan modificar los tiempos de proceso y enfriamiento (aumentar o disminuir) si el operador así lo requiere. El detalle se muestra en un gráfico adjunto, siendo un esquema inicial para visualizar como se verá el panel.

Si fuera necesaria la operación manual, los tiempos se controlarán con un reloj eléctrico como actualmente se están operando las retortas horizontales, conociendo bien el proceso los operadores.

4.4.1 Operación en Automático

Se selecciona entre varios pulsadores la receta, o medida de frijol a procesar (se colocarán las 5 medidas de tamaño de bote de frijol, se adicionará una para la pasta y se dejarán 3 libras pensando en productos nuevos futuros).

Se visualizará la confirmación de la medida. (Solo podrá procesarse una a la vez, mostrará en forma visual la selección hecha y una vez arranque el proceso no podrá cambiarse de tipo de medida hasta que el proceso se complete o se resetee el programa). El botón de reset se activará hasta un tiempo luego de activado de modo que se eviten falsos reset, que éstos sean meramente de operación.

Luego el operador activará la manija de arranque, mostrándose de nuevo la confirmación. Iniciará el proceso dando señal al Commander de modo que ajuste su Set Point de temperatura a 210 F, abriendo la válvula de vapor y subiendo la temperatura rápidamente; al llegar a 210 F el Comander indicará al PLC que ya se ha alcanzado la temperatura, éste cerrará la válvula de venteo y mandará de nuevo a cambiar el set point del Commander a 252 F dejando que este regula la válvula hasta alcanzar ésta temperatura, mientras tanto se da señal para mantener cerrada la válvula de presión y mantener esta constante. Se inicia al proceso al llegar a la temperatura, luego de una indicación del Comander de nuevo de haber alcanzado la temperatura requerida, el PLC inicia su cuenta de proceso la cual mostrará en la pantalla líquida TP27 al frente del panel, asimismo encenderá el indicador de calentamiento, este tiempo variará de acuerdo a la medida seleccionada y podrá modificarse por el operador presionando pulsadores que permitan subir o bajar el tiempo según su requerimiento esto una vez teclee la secuencia de seguridad en la pantalla touch-instalada.

Una vez terminado el proceso, el PLC cerrará la válvula de vapor colocando al Commander en posición manual, y liberando el control de presión de aire para regularlo, iniciando la segunda parte del proceso que dura alrededor de 6 a 7 minutos (indicador luminoso de presión de aire), luego de los cuales se inicia el proceso de enfriamiento haciéndolo en dos etapas, accionando primero una válvula de agua de 0.5 pulgadas durante un tiempo de modo que alcance cierto nivel de agua la retorta y luego abriendo la otra de 2 pulgadas para concluir el enfriamiento; el PLC mostrará en la pantalla TP27 visible al operador el tiempo de enfriamiento faltante para concluir esta parte del proceso. Durante esta parte del proceso es lógico que la temperatura descenderá rápidamente, por lo que al llegar al nivel en el cual se opera la válvula de agua de 2 pulgadas, se libera también por control del PLC la válvula de venteo para liberar la presión en la retorta.

El PLC verifica la operación de estos pasos del proceso y al concluir, inicia el paso de drenado, para lo cual abre la válvula de drenado y arranca la bomba que envía el agua dentro de la retorta hacia un tanque externo de recirculación. Concluido esto indicará que el proceso ha terminado satisfactoriamente y esperando de nuevo instrucciones de operación.

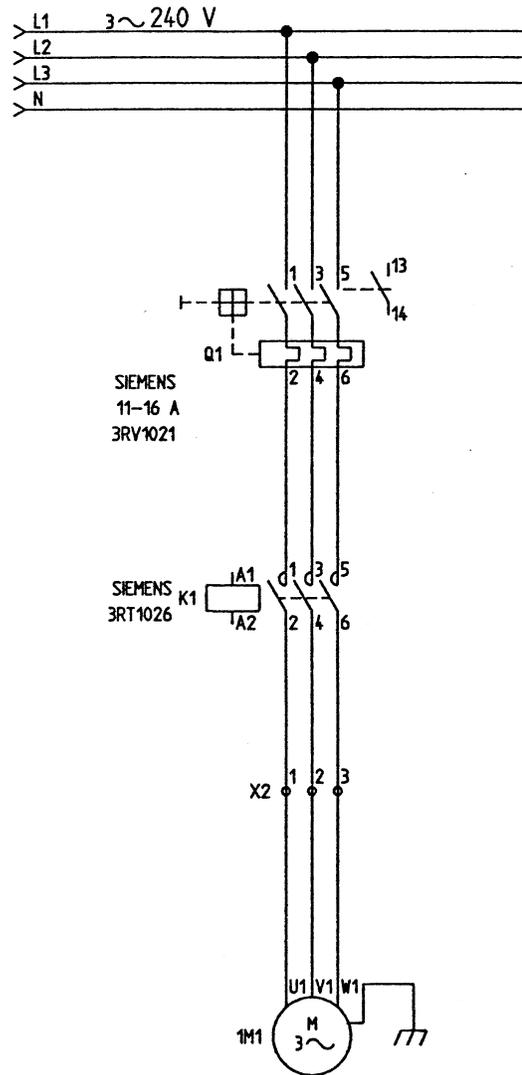
4.4.2 Operación en Manual

Se tiene contemplado también la operación manual de la retorta, en esta opción se deja al operador el control a través de manijas, de la válvula de venteo, de agua, y de drenaje, junto a un reloj externo de modo que el operador pueda controlar totalmente manual la operación de toda la retorta (como se realiza en las otras retortas actualmente) sin pasar por el PLC, y dejando al Commander 1900R como un mero graficador, utilizándose un reloj para controlar los tiempos de maniobra y realizar la secuencia del proceso como es el caso actual.

Este es un previo al diseño que debe realizarse, quisiera que discutiéramos en detalle si es necesario agregar otro control u otra ventaja, lo cual es factible con un sistema flexible como el del PLC. En operación manual, simplemente dejamos la libertad al operador de poder abrir o cerrar todas las válvulas, haciéndose un despliegue de tiempos en la pantalla Touch para ir siguiendo la secuencia de tiempos. En su momento cualquier actuador (válvula, motor, etc.) puede pasarse a manual y maniobrarse por el operario.

Otro concepto también de manual es que se realiza la corrida de tiempos, si faltase tiempo de cocimiento por alguna razón y si fuera para un producto nuevo, el sistema permite iniciar la secuencia desde un punto a través de la pantalla, ajustándose el tiempo de cocimiento que se alargará el proceso. Esto se ha dejado en manos más del personal de laboratorio y control de calidad que de los operadores de las marmitas, para que sea mejor controlado y realizado.

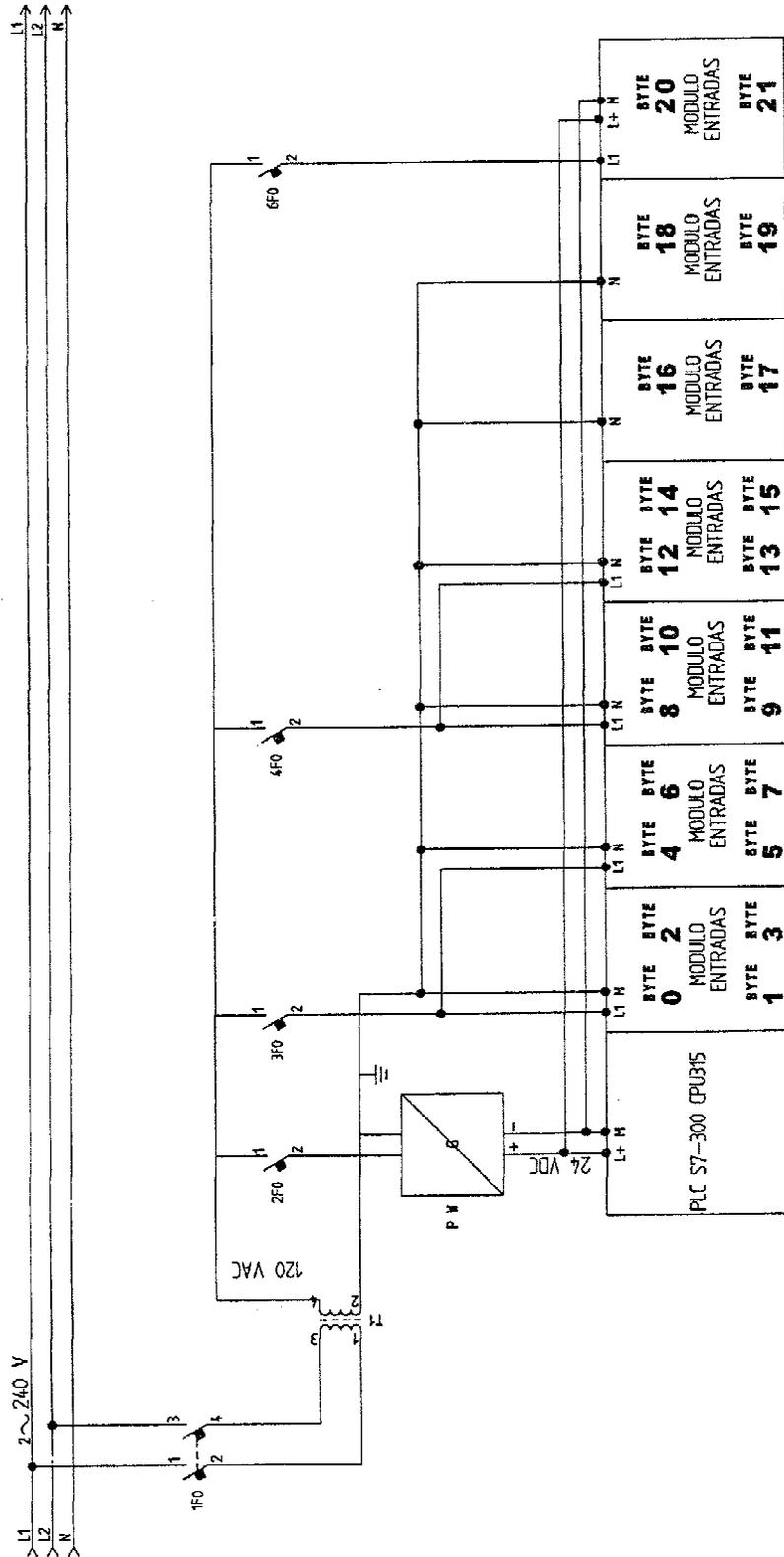
Figura 30. Diagrama de fuerza de bomba de agua



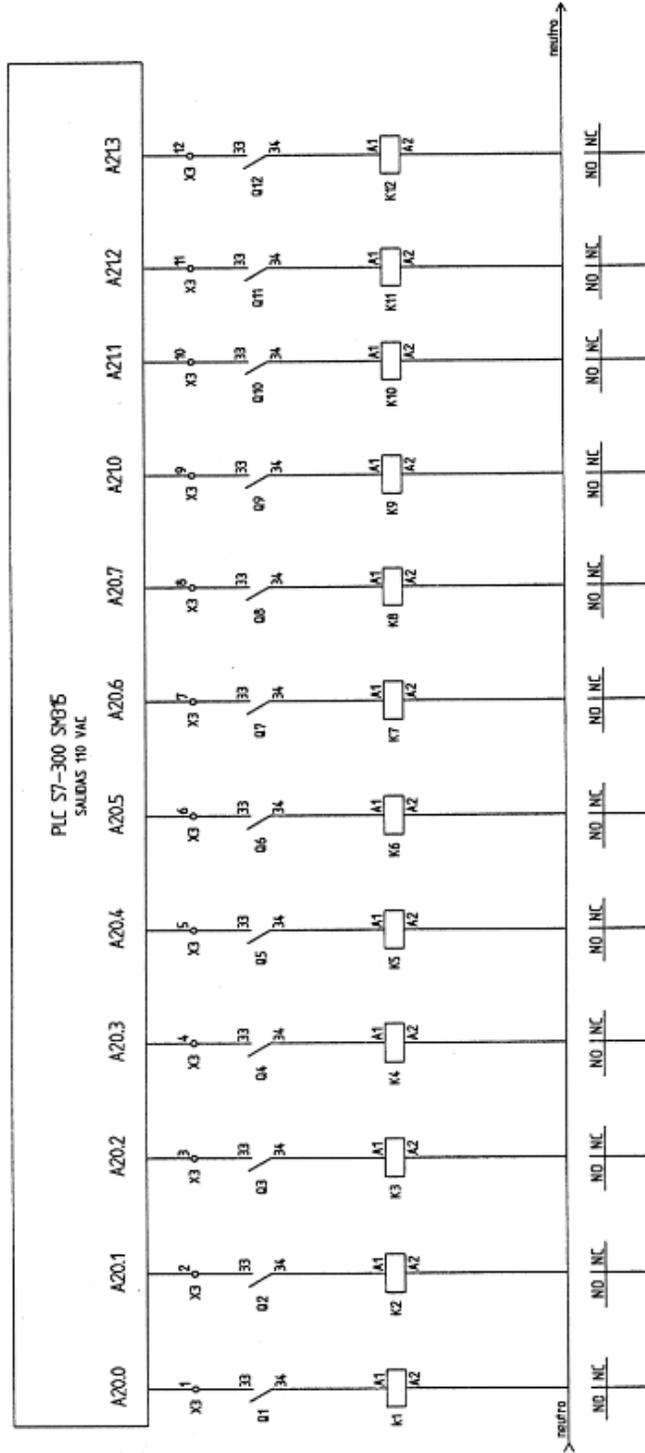
5HP

Fuente: Diseño propio

Figura 31. Diagrama de control de módulos de entradas y salidas



Continuación de figura 30.



Fuente: Diseño Propio

4.4.3 Algoritmo de la operación y enumeración de los componentes

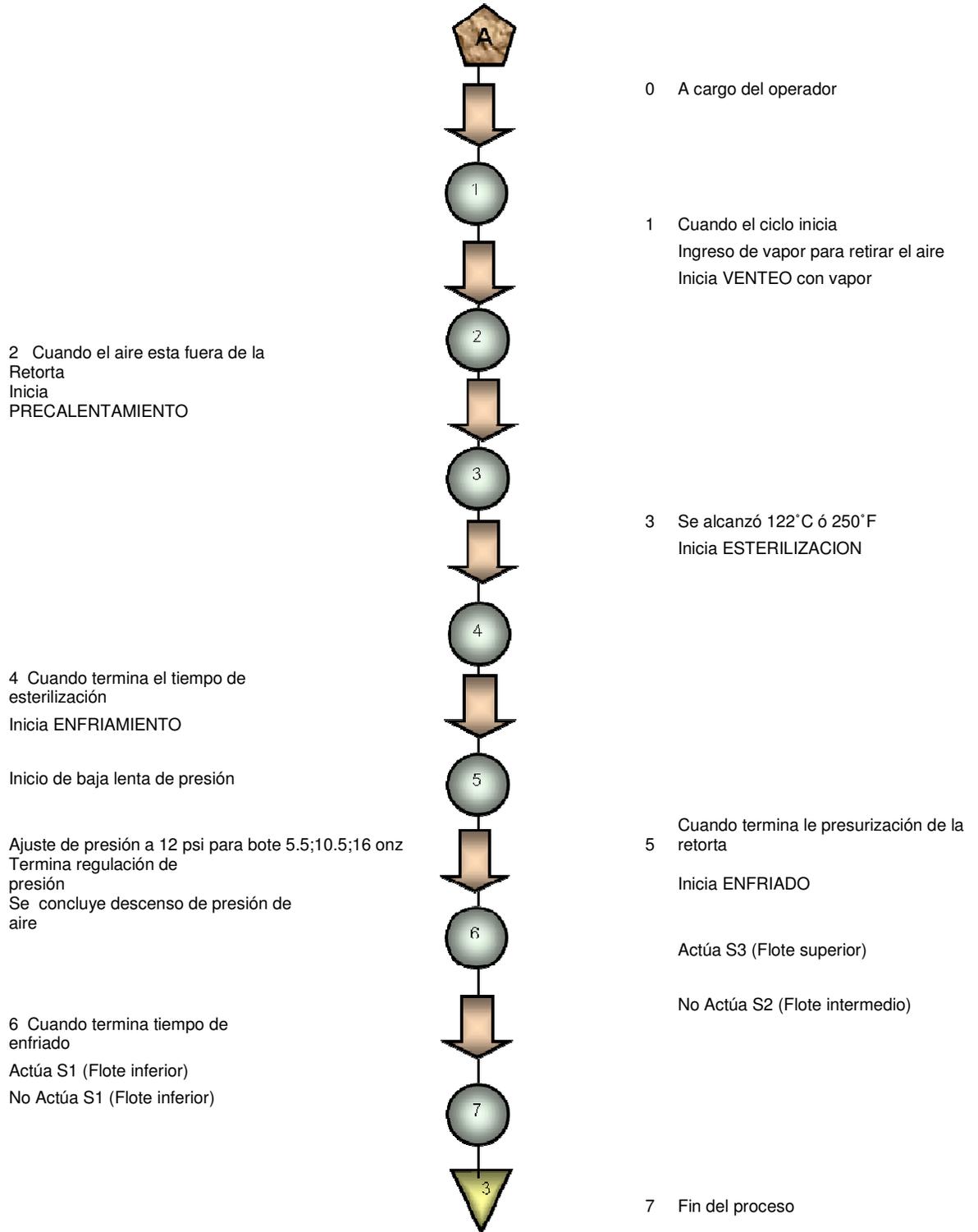
En la siguiente tabla se detalla paso a paso la secuencia que el controlador va ejecutando. Los componentes actuadores se han enumerado para su descripción.

Tabla VII. Algoritmo paso a paso del proceso de la retorta o marmita

		RETORTA HORIZONTAL
<i>CONDICION</i>		<i>ACCION</i>
0	A cargo del operador	0,0 Cargar la Retorta con producto 0,1 Abrir Vapor y verificar presión 125 psi: Abrir Aire y verificar presión 45 psi. 0,2 Seleccionar el producto (Pulsadores) 0,3 Confirmar el inicio del proceso, pulsar START
1	Quando el ciclo inicia Ingreso de vapor para retirar el aire Inicia VENTEO con vapor	1,0 Abrir válvula de vapor V2 1,1 Abrir válvula de Venteo V7 1,2 Fijar set point de Temperatura a 99 grados centígrados (210 farenheih) 1,3 Continuar hasta alcanzar la temperatura de set point y garantizar el desalojo del aire o bien hasta alcanzar 12 minutos luego de iniciado el proceso (finaliza venteo)
2	Quando el aire esta fuera de la Retorta Inicia PRECALENTAMIENTO	2,0 Cerrar válvula de venteo V7 2,1 Fijar set point de Temperatura a 122 grados centígrados (250 farenheih)
3	Se alcanzó 122°C ó 250°F Inicia ESTERILIZACION	3,0 Inicia tiempo de esterilización de acuerdo a la selección del producto 3,1 Se mantiene regulada la temperatura a 122°C (250°F)
4	Quando termina el tiempo de esterilización Inicia ENFRIAMIENTO Inicio de baja lenta de presión Ajuste de presión a 12 psi para bote 5.5;10.5;16 onz Termina regulación de presión Se concluye desenso de presión de aire	3,1 Cerrar válvula de vapor V2 3,2 Abrir válvula de aire. 3,3 Fijar set point de Presión de Aire a 20 psi 3,4 Dos minutos luego de iniciado el enfriamiento Abrir válvula de agua 1/2" E1 (V3A) 3,5 Arranca bomba P2 3,6 Cinco minutos luego de iniciado enfriamiento Abrir válvula de agua 2" E2 (V3B) 3,7 Siete minutos luego de iniciado el enfriamiento Cerrar válvula de aire. 3,8 Abrir válvula de venteo V7
5	Quando termina le presurización de la retorta Inicia ENFRIADO Actua S3 (Flote superior) No Actua S2 (Flote intermedio)	5,0 Inicia tiempo de Enfriado según el producto 5,1 Abrir válvula V4 y V6 5,2 Arrancar Bomba Recirculación P1 5,3 Cerrar Válvulas de agua E1(V3A) y E2(V3B). Abrir válvula V5 (envío torre enfriado) Cerrar válvula V4 5,4 Abrir válvula de agua E2 (V3B) 5,5 Continuar hasta terminar el tiempo de enfriamiento de acuerdo a la medida de bote.
6	Quando termina tiempo de enfriado Actua S1 (Flote inferior) No Actua S1 (Flote inferior)	6,0 Cerrar válvula de agua E2 (V3B) 6,1 Continuar con retiro de agua de la retorta 6,2 Parar Bomba Recirculación P1. Cerrar válvulas V5 y V6
7	Fin del proceso	7,0 Iniciar la descarga de la retorta 7,1 Abrir compuerta y descargar producto

Repasando, detallamos cada paso automatizado en forma visual y siguiendo el algoritmo descrito, mencionando como opera cada uno de los actuadores los cuales son descritos y enumerados, elementos como válvulas, bombas e instrumentos. Para ir siguiendo el desarrollo del algoritmo se ha numerado cada paso haciendo alusión a cada paso descrito en la tabla anteriormente descrita el cual se verá más simplificado en el diagrama de bloques.

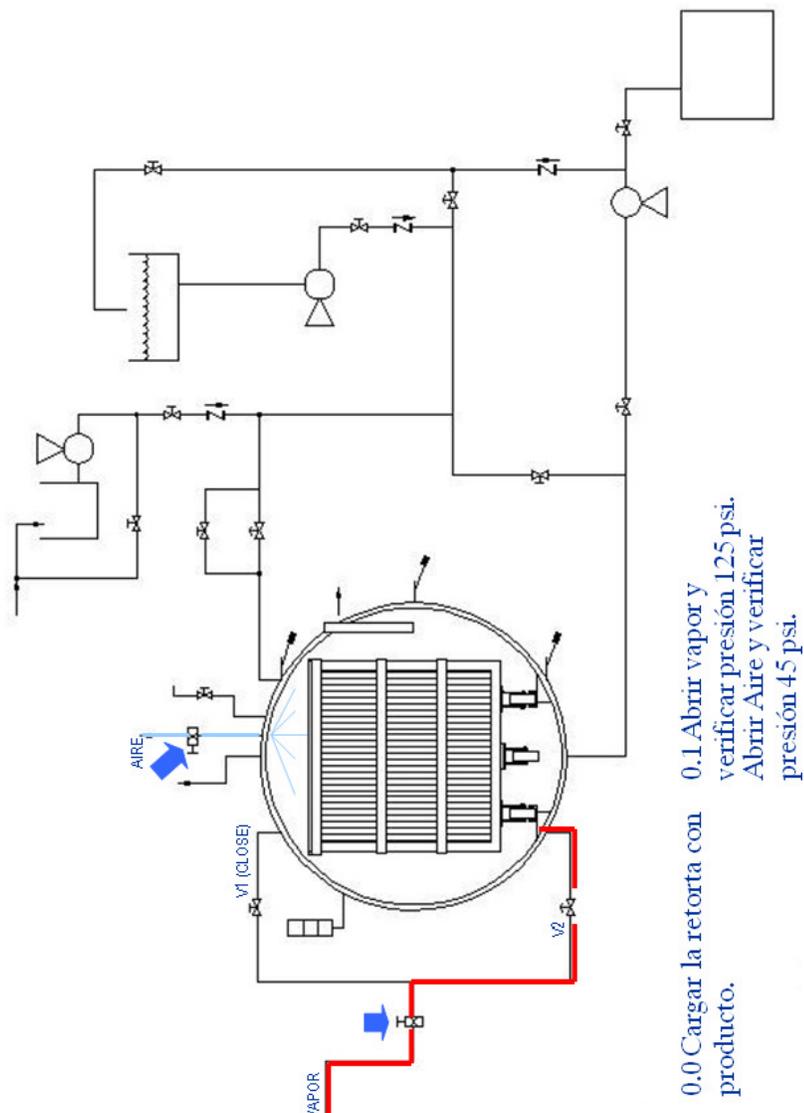
Figura 32. Diagrama de flujo del algoritmo del proceso



4.4.3.1 Paso 0. A cargo del operador

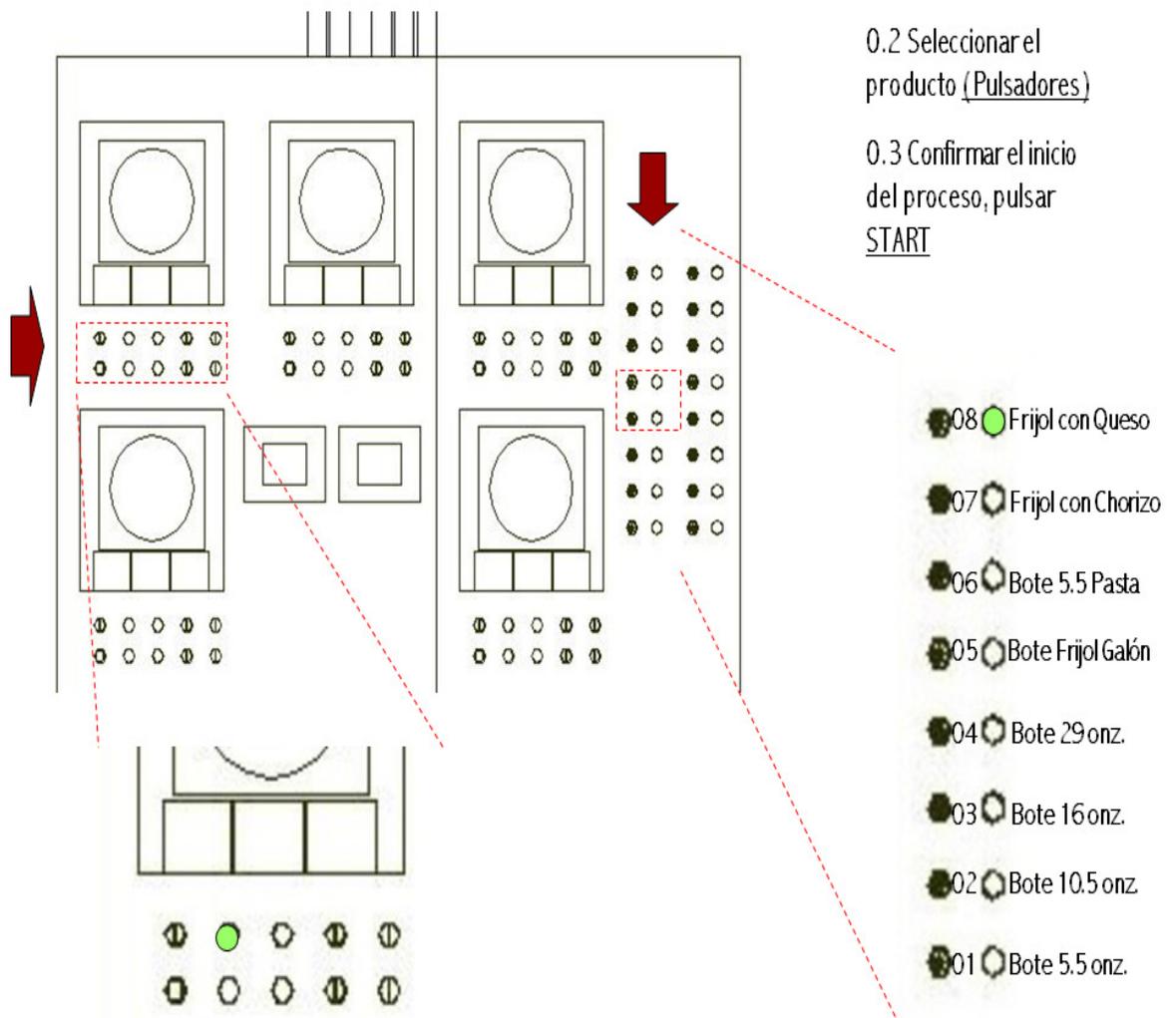
- 0.0 Cargar la retorta con producto
Abrir vapor y verificar presión 125 psi:
- 0.1 Abrir aire y verificar presión 45 psi.
- 0.2 Seleccionar el producto (Pulsadores)
- 0.3 Confirmar el inicio del proceso, pulsar START

Figura 32. Paso 0.0 y 0.1. A cargo del operador



Fuente: *Departamento de industria del área de frijol*

Figura 34. Paso 0. Selección de producto

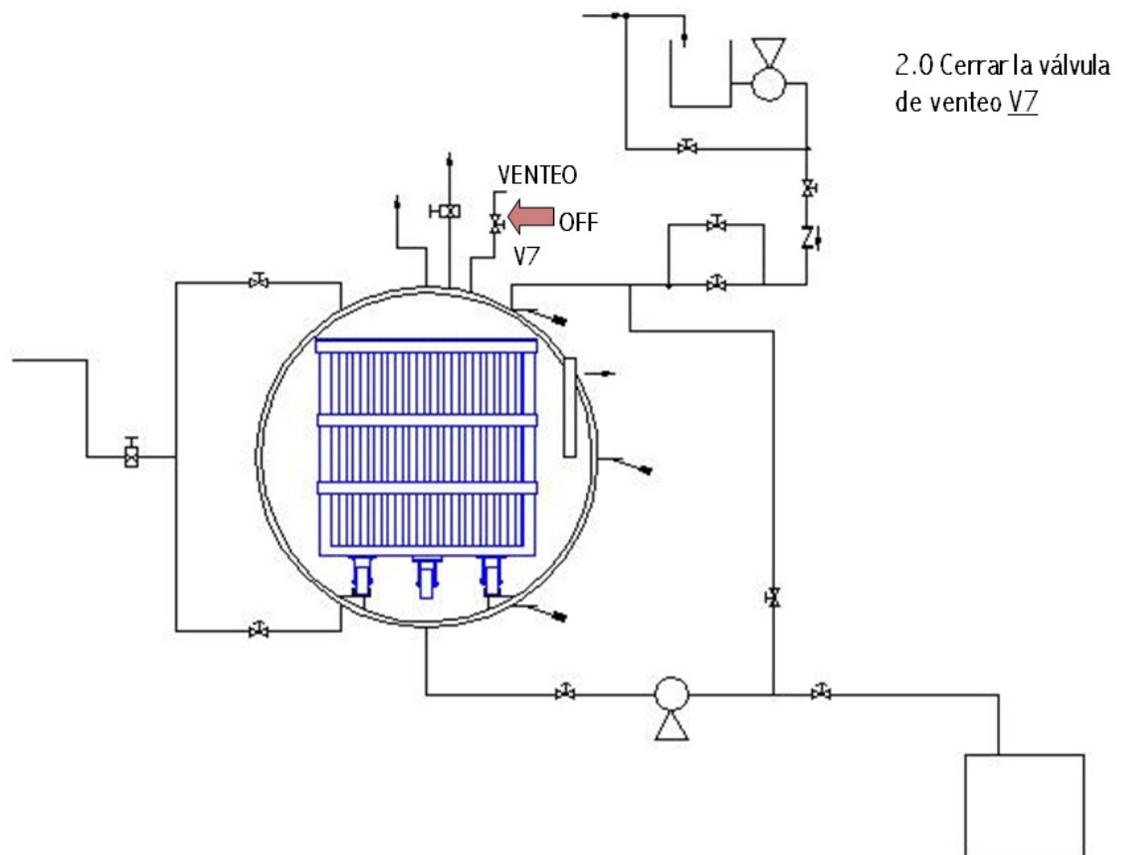


Fuente: *Departamento de industria del área de frijol*

4.4.3.3 Paso 2. Fija el set point de temperatura

- 2.0 Cerrar válvula de venteo V7
- 2.1 Fijar set point de temperatura a 122 grados centígrados (250 Fahrenheit)

Figura 36. Paso 2. Fija el Set Point de temperatura

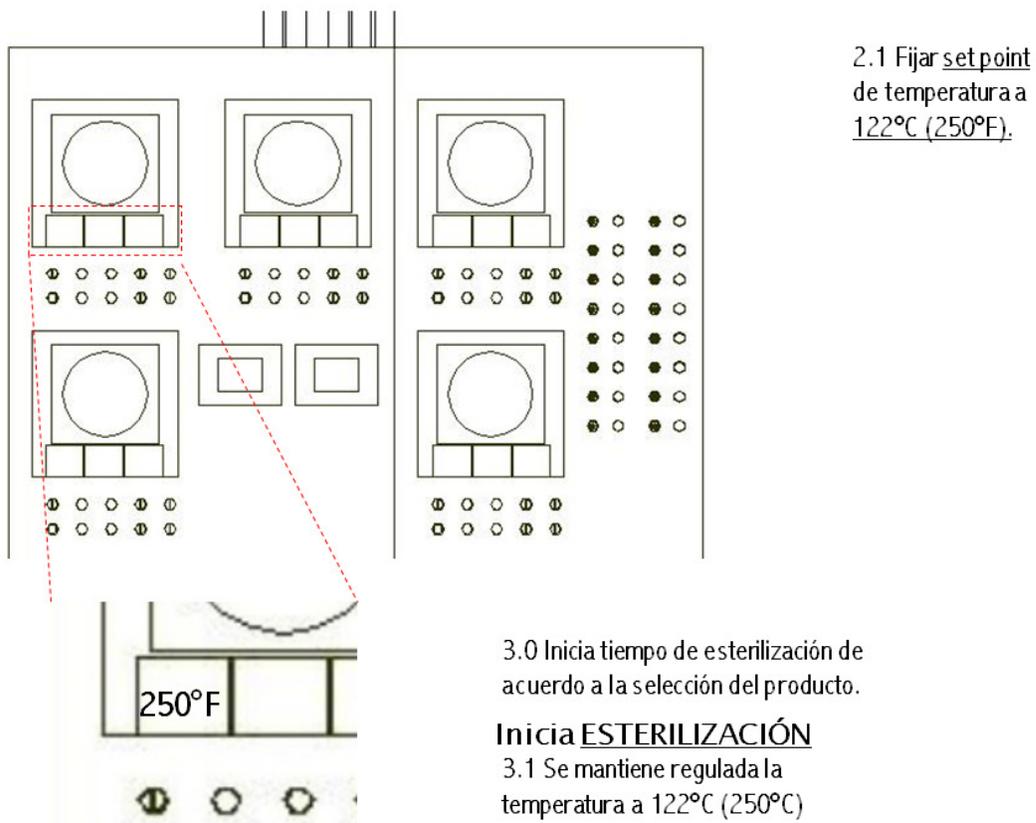


Fuente: *Departamento de industria del área de frijol*

4.4.3.4 Paso 3. Inicia la esterilización del producto

- 3.0 Inicia tiempo de esterilización de acuerdo a la selección del producto
- 3.1 Se mantiene regulada la temperatura a 122°C (250°F)

Figura 37. Paso 3. Inicia la esterilización del producto

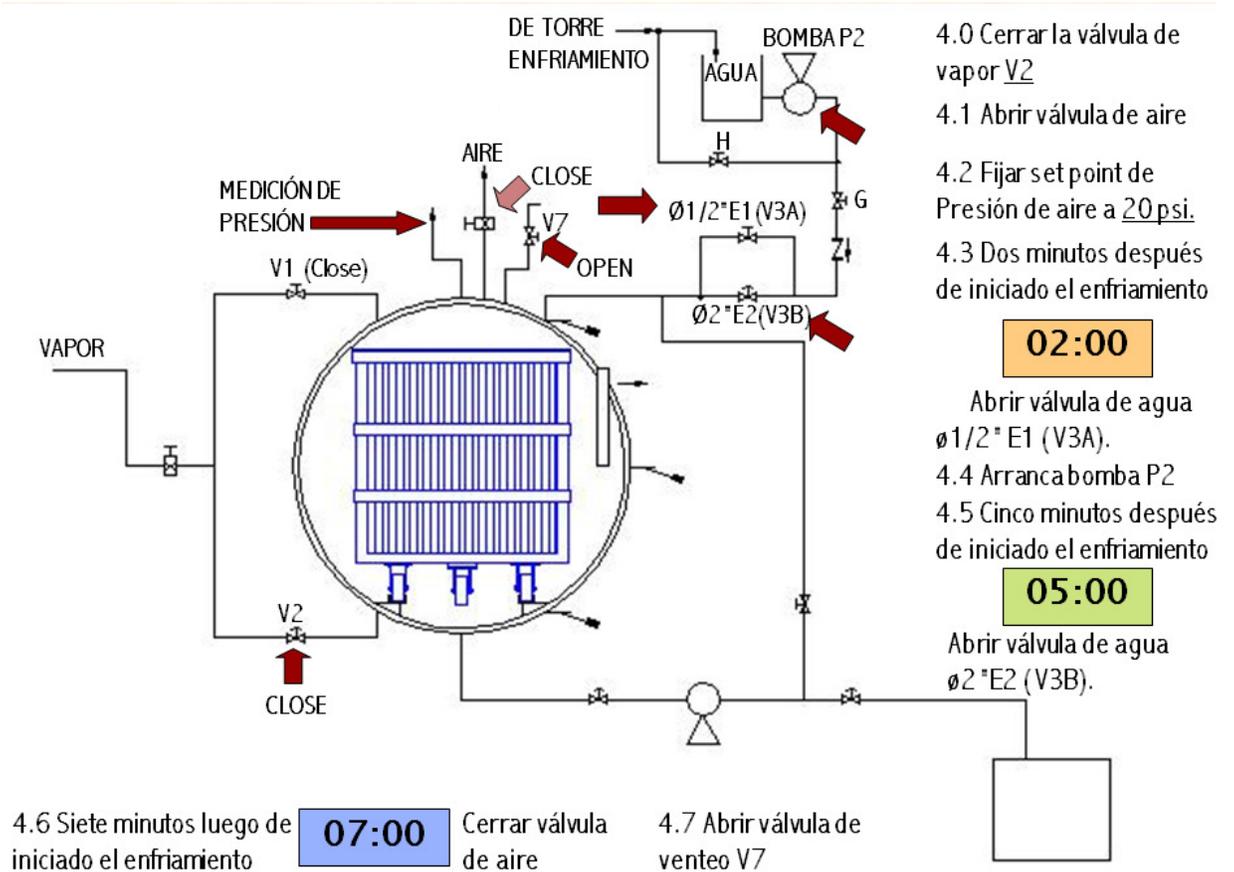


Fuente: *Departamento de industria del área de frijol*

4.4.3.5 Paso 4. Termina tiempo de esterilización

- 4.1 Cerrar válvula de vapor V2
- 4.2 Abrir válvula de aire.
- 4.3 Fijar set point de presión de aire a 20 psi
- 4.4 Dos minutos luego de iniciado el enfriamiento abrir válvula de agua 1/2" E1 (V3A)
- 4.5 Arranca bomba P2
- 4.6 Cinco minutos luego de iniciado enfriamiento abrir válvula de agua 2" E2 (V3B)
- 4.7 Siete minutos luego de iniciado el enfriamiento cerrar válvula de aire.
- 4.8 Abrir válvula de venteo V7

Figura 38. Paso 4. Termina el tiempo de esterilización

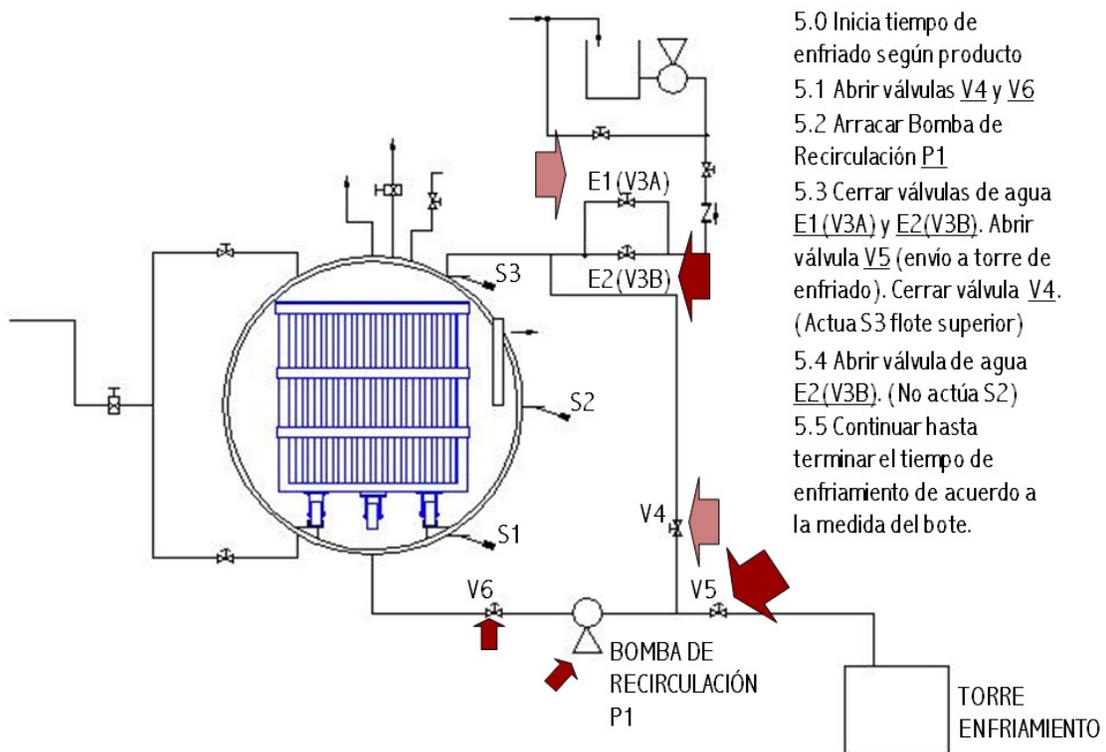


Fuente: Departamento de industria del área de frijol

4.4.3.6 Paso 5. Termina tiempo de presurización

- 5.0 Inicia tiempo de Enfriado según el producto
- 5.1 Abrir válvula V4 y V6
- 5.2 Arrancar Bomba Recirculación P1
- 5.3 Cerrar Válvulas de agua E1(V3A) y E2(V3B). Abrir válvula V5 (envío torre enfriado) cerrar válvula V4
- 5.4 Abrir válvula de agua E2 (V3B)
- 5.5 Continuar hasta terminar el tiempo de enfriamiento de acuerdo a la medida de bote.

Figura 39. Paso 5. Termina la presurización de la retorta

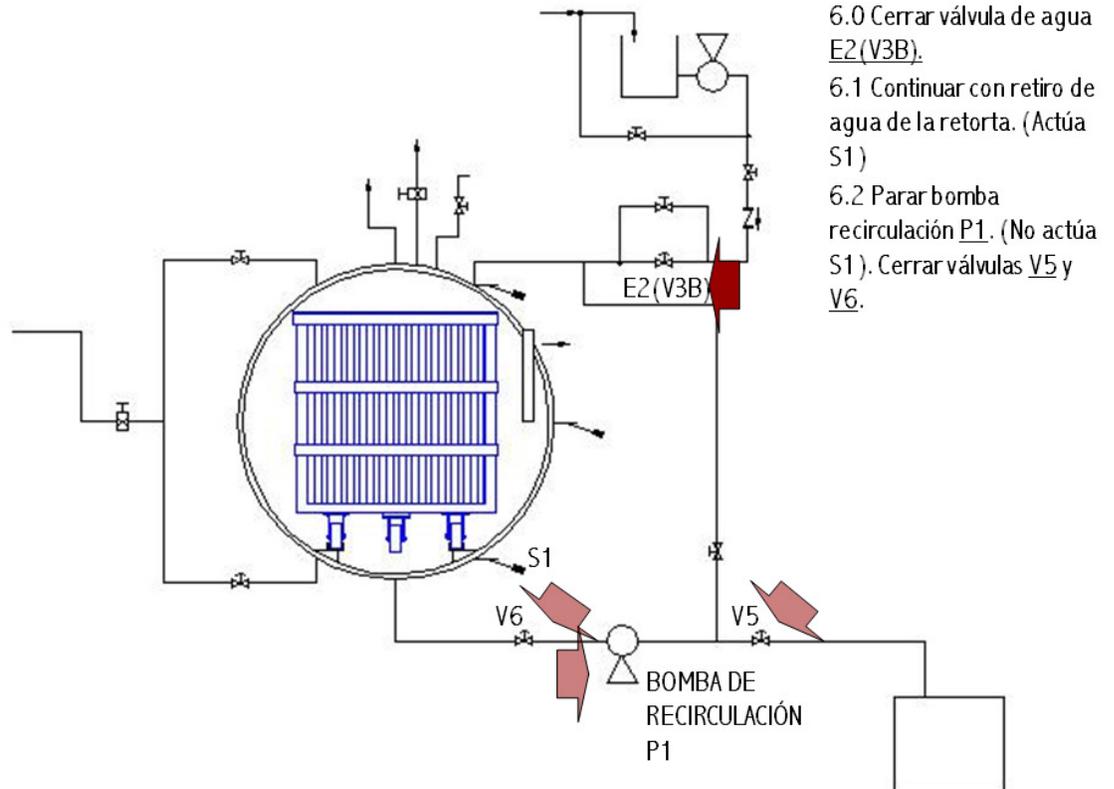


Fuente: Departamento de industria del área de frijol

4.4.3.7 Paso 6. Termina tiempo de enfriado

- 6.0 Cerrar válvula de agua E2 (V3B)
- 6.1 Continuar con retiro de agua de la retorta
- 6.2 Parar Bomba Recirculación P1. Cerrar válvulas V5 y V6

Figura 40. Paso 6. Termina el tiempo de enfriado

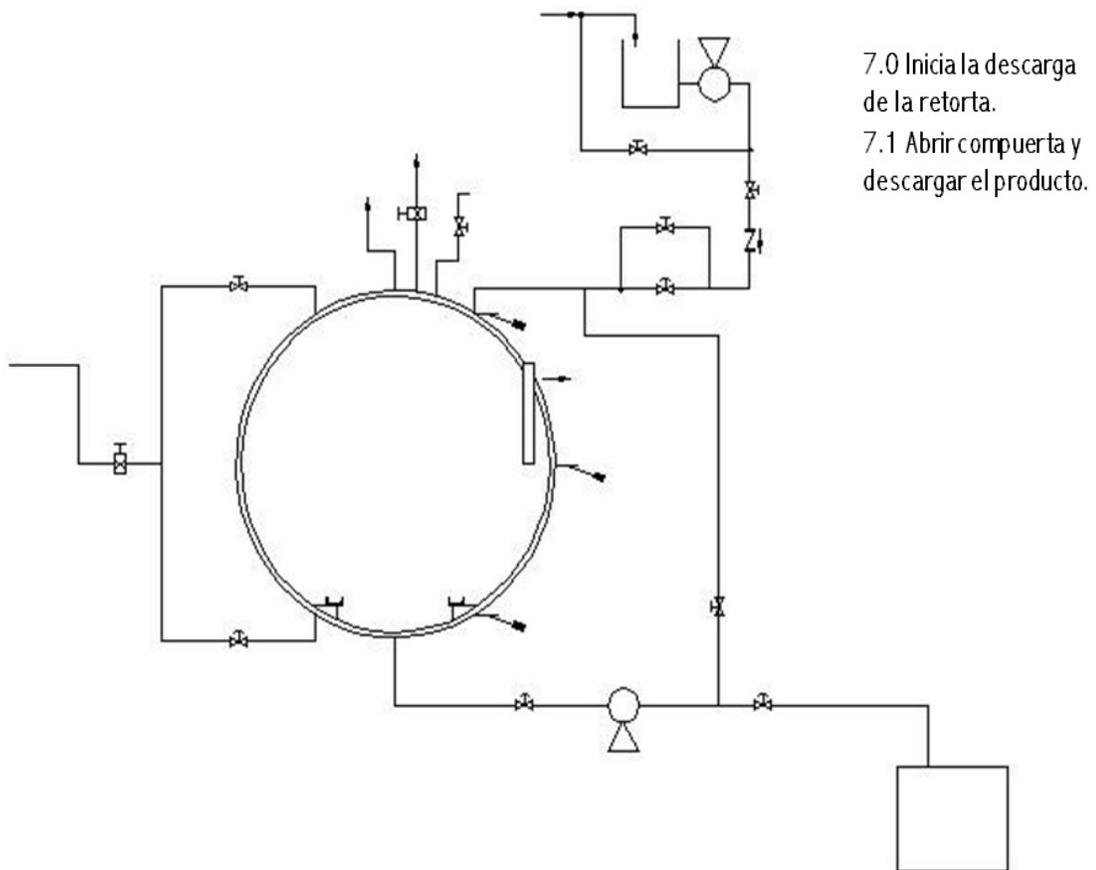


Fuente: *Departamento de industria del área de frijol*

4.4.3.8 Paso 7. Fin de proceso

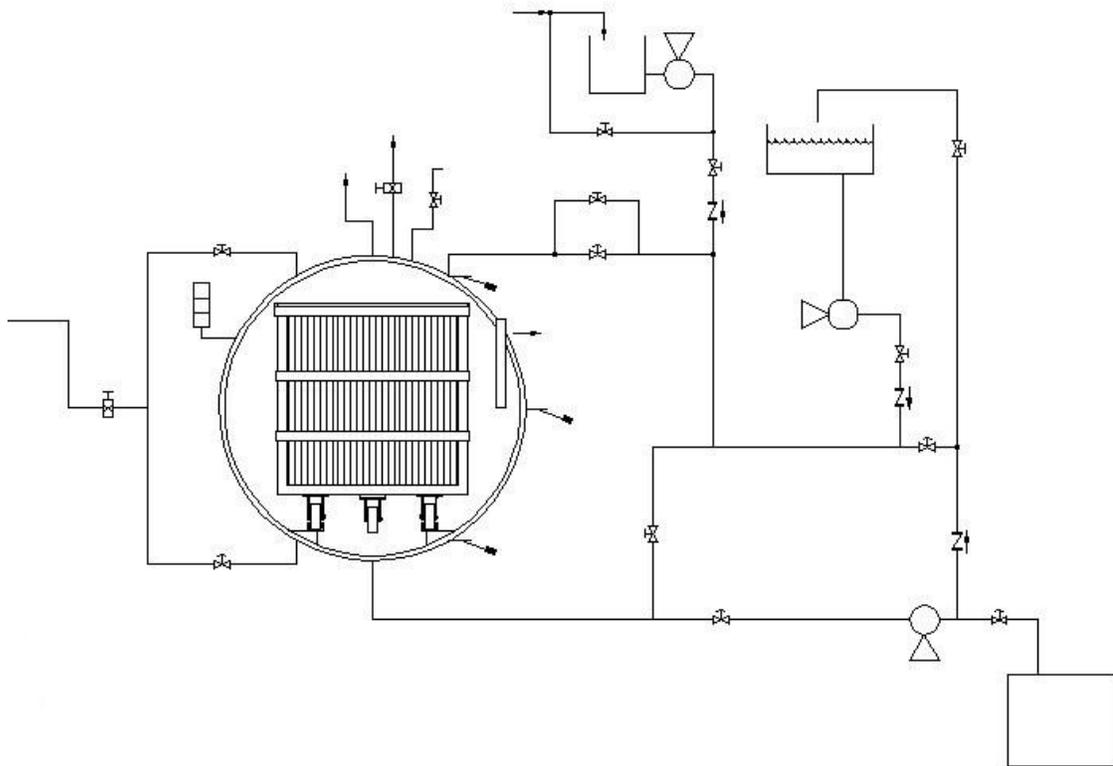
- 7.0 Iniciar la descarga de la retorta
- 7.1 Abrir compuerta y descargar producto

Figura 41. Paso 7. Fin de proceso



Fuente: *Departamento de industria del área de frijol*

Figura 43. Paso 7. Fin de proceso



Fuente: Departamento de industria del área de frijol

CONCLUSIONES

1. Es factible realizar una modernización de los industriales que requieran una secuencia controlada de operación.
2. Realizando un montaje tanto mecánico como eléctrico paralelo y coordinado se logra la actualización de los sistemas sin afectar significativamente la producción de la fábrica.
3. La introducción de los elementos controladores PLC permite realizar diferentes valores de los tiempos y procesos, gracias a su versatilidad y al empleo de la herramienta de memoria provista en un computador tipo industrial.
4. Consideraciones diferentes para cada presentación de lata a cocinarse pueden tomarse en cuenta sin problema y sin riesgos del error humano durante su ejecución.
5. Mediante elementos transductores que conviertan la señal mecánica a eléctrica se puede proporcionar información a un controlador electrónico para que tome acciones y proyecte inteligencia y automatismo a un proceso no importa lo complejo éste sea.

RECOMENDACIONES

1. Es aconsejable mantenerse al día tecnológicamente y proseguir con la modernización de los equipos instalados. Existen ya tecnologías de instrumentos controladores graficadores con pantalla de cristal líquido que son un paso adelante a los graficadores de plumillas que están instalados.
2. Actualmente se monitorean los procesos en la pantalla Touch del TP27 Siemens, tales sistemas de visualización están evolucionando a un sistema de multimedia distribuido, por lo que el siguiente paso será instalar un cuarto de mando y en monitores planos de computadores personales, tener con animaciones el detalle de la operación de cada retorta y de todo el conjunto.
3. Se debe dar una capacitación a todos los operarios y personas involucradas del área de producción para la correcta operación del equipo a fin de aprovechar todas sus capacidades y virtudes actuales.
4. El PLC instalado tiene capacidad de crecimiento y comunicación que permitirá futuras ampliaciones y capacidad suficiente para crecimiento y futuros desarrollos.
5. Se recomienda etiquetar todos los instrumentos a manera de señalización de todos los elementos, de modo que sean de fácil identificación.

6. También se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos, especialmente equipos críticos como las válvulas de vapor, válvulas de seguridad de presión y equipos neumáticos instalados.
7. El actual armario donde se encuentra instalado el PLC se debe mantener a una temperatura estable para asegurar su correcta operación, por lo que se sugiere instalar ventiladores o idealmente un pequeño sistema de aire acondicionado interno.
8. Por lo crítico de la operación una vez se está realizando un proyecto de cocimiento, se recomienda instalar una unidad de UPS para que en caso de fallo de la energía eléctrica, el PLC y las pantalla de control sigan su operación alertando al operador pero no dejando de controlar los actuadores, permitiendo un tiempo de apoyo para poder tomar decisiones sobre la falla que se presente por falta de la energía eléctrica.
9. También se sugiere montar un sistema de torretas de luces que muestren cual equipo está en proceso y muestre de acuerdo a las luces encendidas en que etapa del proceso se encuentran.

BIBLIOGRAFÍA

1. García Moreno, Emilio. **Automatización de procesos industriales: robótica y automática**. 2 ed. España: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicac, 1999.
2. Harper, Enriquez y Gilberto Enríquez Harper. **Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión**. España: Editorial Limusa, 2000.
3. Harper, Gilberto E. **El ABC de las máquina eléctricas**. España: Editorial Limusa, 2006
4. Kosow, Irving L. y Juan José Bolet Quer. **Control de máquinas eléctricas**. 1 ed. España: Editorial Reverté, 1991. 429 pp.
5. <http://www.scribd.com/doc/14054883/Transductores-Sensores>, marzo 2009
6. <http://exemys.com.ar/beta/espanol/productos/adquisidores/sensores/ficha.pdf>, septiembre 2009
7. <http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-automation-systems-simatic/en/manual-overview/Pages/Default.aspx>, enero 2010
8. <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=39334623&Datakey=29105015&caller=nl>, enero 2010

APÉNDICE A

1. Simbología Nema

National Electrical Manufacturers Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) es una asociación industrial norteamericana, creada el 1 de septiembre de 1926 tras la fusión de la *Associated Manufacturers of Electrical Supplies* (Fabricantes de Suministros Eléctricos Asociados) y la *Electric Power Club* (Club de Potencia Eléctrica). Su sede principal está en el vecindario de Rosslyn, en Arlington (Virginia), y cuenta con más de 400 miembros asociados. Este organismo es el responsable de numerosos estándares industriales comunes usados en el campo de la electricidad.

2. Objetivos Nema

El objetivo fundamental de NEMA es promover la competitividad de sus compañías socias, proporcionando servicios de calidad que impactarán positivamente en las normas, regulaciones gubernamentales, y economía de mercado, siendo posible todo esto a través de:

- Liderazgo en el desarrollo de las normas y protección de posiciones técnicas que favorezcan los intereses de la industria y de los usuarios de los productos.

- Trabajo continuo para asegurar que la legislación y regulaciones del gobierno relacionados con los productos y operaciones sean competentes con las necesidades de la industria.
- Estudio del mercado y de la industria, a través de la recopilación, análisis y difusión de datos.
- Promoción de la seguridad de los productos eléctricos, en su diseño, fabricación y utilización.
- Información sobre los mercados y la industria a los medios de comunicación y a otros interesados.
- Apoyo a los intereses de la industria en tecnologías nuevas y a su desarrollo.

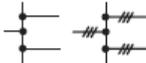
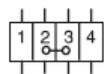
Una norma de la NEMA define un producto, proceso o procedimiento con referencia a las siguientes características:

- Nomenclatura
- Composición
- Construcción
- Dimensiones
- Tolerancias
- Seguridad
- Características operacionales
- Performance
- Alcances
- Prueba
- Servicio para el cual es diseñado

Figura A.1 Símbolos eléctricos empleados en diagramas eléctricos

Símbolos Eléctricos empleados en Diagramas Eléctricos				
Tabla comparativa				
1. Tensión, corriente, frecuencia.				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Corriente directa		=	=	=
Corriente alterna		=	=	=
Corriente directa o alterna		=	=	=
Impulso rectangular positivo, negativo		=	=	=
Corriente monofásica alterna	1-16 2/3 Hz	=	1 Fase-2 hilos** 16 2/3 Hz.	= o bien 1-16 2/3 c/s
Corriente trifásica alterna	3-60 Hz 440 V	=	3 Fase-3 hilos** 60 Hz. 440 V	=
Corriente trifásica con conductor neutro	3/N-60Hz 440V	=	3 Fase-4 hilos** 60 Hz. 440 V	3N-60 Hz 440 V o bien 3N-60 c/s 440 V
Corriente trifásica con conductor neutro con función protectora	3/PEN-60 Hz 440 V	=	3 Fases-4 hilos** 50 HZ. 440 V (Con neutro)	3 PEN-60 Hz 440 V
Corriente trifásica con conductor neutro y conductor de protección	3/N/PE-60 Hz 440V	=	3 Fases-5 hilos** 50 HZ. 440 V (Con neutro y protección a tierra)	3NPE-60 Hz 440 V
Corriente directa, 2 conductores	2-220 V	=	2 hilos,220 VCD**	=
Corriente directa, con conductor neutro	2/M -220V*	=	3 hilos,220 VCD**	2M - 220 V*
*Segun DIN 40108, 40705, 42400, IEC 445 **Símbolo no definido				

Continuación de figura A.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
2. Símbolos gráficos para tipos de circuitos de devanados				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Un devanado		=	—	=
Tres devanados separados		= o bién =	—	= o bién =
Devanado trifásico conexión en delta				
Corriente directa, con conductor neutro		= =	= =	= =
Devanado trifásico conexión en estrella		=	=	=
3. Conductores, uniones				
Conductor general	—	=	=	=
Cable con denominación del número de conductores	—//—	=	=	=
Conductor de protección (PE) o conductor neutro con función de protección (PEN)	- - - - -	=	—	—
Unión conductiva de conductores		=		
Regleta de terminales de conexión en fila		=	=	=

Continuación de figura A.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
4. Elementos generales de circuitos.				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Resistencia		=	= o bien	= o bien
con derivaciones		=	=	=
Bobinado, inductividad		=		o bien
con derivaciones		=		= o bien
Condensador, capacidad		=		= o bien
con derivaciones		=	-	=
Condensador, polarizado		=	=	=
Condensador de electrolito, polarizado		=		= o bien
Acumulador, batería (línea larga = polo positivo)		=	=	=
Tierra		=	=	=
5. Aparatos de maniobra				
Botón de contacto momentáneo				=
manual				=
de pie				=

Continuación de figura A.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Contacto de cierre				
Contacto de apertura				
Contacto de conmutación				
Contacto de conmutación sin interrupción				
Elemento de conmutación de retardo Contacto de cierre, retardado al cierre				
Contacto de apertura, retardado				
Contacto de cierre, abre retardado				
Contacto de apertura, cierre retardado				

Continuación de figura A.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Accionamiento por levas				
Interruptor de flujo para apertura				
Interruptor de presión y vacío para apertura				=
Interruptor termostático para cierre				=
Interruptor de flotador para cierre				=
Elevado/baja velocidad de flujo	$v > / v <$	=	$v \uparrow / v \downarrow$	=
Elevada/baja presión	$P > / P <$	=	$P \uparrow / P \downarrow$	=
Elevada baja/temperatura	$\mathfrak{S} > / \mathfrak{S} <$	=	$T \uparrow / T \downarrow$	=
Elevado/bajo nivel líquido	$q > / q <$	=	$L \uparrow / L \downarrow$	=
Elevada/baja velocidad	$n > / n <$	=	$SP \uparrow / SP \downarrow$	=
Ejemplo: Interruptor de apertura instantánea por sobrevelocidad				=
interruptor de cierre instantáneo por baja temperatura				=
Accionamiento por embolo				=
Accionamiento por fuerza				=
Accionamiento por motor		=		=

Continuación de figura A.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Sistema de accionamiento. Bobina en general. Se regresa al reposo al cesar la fuerza de accionamiento.		=	= o bien o bien	=
Relevadores con 2 bobinados de igual sentido.	 representación elegible o bien 	= = o = =		= o bien
Midiendo, con indicación de magnitud a medir, por ejemplo, tensión mínima.		=	o bien o bien	=
Retardo por accionamientos electromecánicos. Apertura retardado magnético.		=	= o bien SR o bien	= o bien (muy retardado)
Relevadores de cierre retardado.		=	o bien o bien	= o bien
Apertura y cierre retardado.		=	o bien o bien	=
Relevadores polarizado.			o bien o bien P	P o bien =
Relevadores de remanencia.			—	o bien =

Continuación de figura A.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
6. Transformadores, reactancia, transformadores de medición				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Transformador con 2 devanados separados.		=	= 	= o bien =
Transformador con 3 devanados separados.		=	= 	= o bien =
Autotransformador.		=	= 	= o bien =
Bobina de reactancia.		=	= 	= o bien =
Transformador de corriente.		=	= 	= o bien =
Transformador de tensión (... de potencial).		=	= 	= o bien =

Continuación de figura A.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
7. Máquinas.				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Motor trifásico con rotor de anillos rozantes.				
Motor trifásico con rotor de jaula de ardilla.				
Motor trifásico con rotor de jaula con seis terminales de bobinas.				
			M o MOT G o GEN	
8. Aparatos de Señalización				
Bocina				
Timbre				=
Sirena				=
Zumbador		=		
Lampara avisadora		=		=
Indicador de señal		=	—	=

Continuación de figura A.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
9. Aparatos de Medición.				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Ampérmetro		=	=	=
Voltmetro		=	=	=
Voltmetro doble			—	
Contador de corriente alterna, monofásica, modelo 1.				

APÉNDICE B

Se presenta a manera de enriquecer más la información los precios del mercado de los elementos descritos.

Figura B.1. Cotización de transductor de Temperatura

ENERSYS Co.	COTIZACION No.:	100		
	Fecha:	DIC 05 2005		
EMPRESA: ENERCO ATENCION: MAYRA DE LA CRUZ	Tenemos: - Contadores - Indicadores - Tacómetros de procesos - Fococeldas - Sensores ¿Cuál es su aplicación?			
Item	Cant.	Descripción	Precio / u	Monto
1	1	PT100 1/4X3"X1/2NPT Sensor PT100 con cabeza industrial Entrega: Inmediata	800.00	800.00
2	1	T4810101 Controlador de procesos Red Lion Entrada PT100 y salida de 4-20mA Entrega: Inmediata	2,300.00	2,300.00
3	1	IP 500X Transductor I / P Entrada de 4-20mA, salida de 3-15 psi. Entrega: Inmediata	3,450.00	3,450.00
4	2	2200BGF6002A3UA Transductor de presion Entrada de 0-50psi, salida de 4-20mA Entrega: 2 - 3 semanas	3,670.00	7,340.00
5	2	PAXP / CDL10 Indicador de procesos programable Red Lion Entrada analógicas y retransmisión 4-20mA Entrega: Inmediata	2,950.00	5,900.00
Nota: El controlador de la línea 2 (T4810101) solo trae la opción de 4-20mA para gobernar la válvula. No tiene otra salida análoga para retransmisión. Si desea esta opción podemos cotizarla para entrega en 2 - 3 semanas.				
Responsable: Francisco Estrada			Total Q.:	19,790.00
Entrega: INDICADA		Validez: 1 semana	Pago: 15 días crédito	

Figura B.2. Cotización de transductor de presión GEMS 0-30PSI

ENERSYS Co

COTIZACION No.: 101

Fecha: DIC 06 2005

EMPRESA:
ENERCO
ATENCION:
MAYRA DE LA CRUZ

Tenemos:
- Contadores - Indicadores
- Tacómetros de procesos
- Fococeldas - Sensores
¿Cuál es su aplicación?

Item	Cant.	Descripción	Precio / u	Monto
1	4	2200 BGF3002A3UA TRANSDUCTOR DE PRESION GEMS 0-30 PSI, 4-20mA salida, 2 alambres 1/4 NPT, material de acero inoxidable con conector tipo DIN. Temperatura de operación: -40°C - 125°C 0.25% de exactitud sobre plena escala.	3,950.00	15,800.00
REQUISICION No.: Responsable:			Total Q.:	15,800.00

Fuente: Enersys

Figura B.3. Cotización de Commander ABB 1900 (Taylor) de la Planta



COTIZACION

www.fisher-ca.com

<p>ENERCO Guatemala</p> <p>Atencion: Mayra de la Cruz</p>

Fecha	Numero de Cotización
30 Octubre - 2005	MS103-459AB-G
Req. email	Favor de citar número en su periodo de validez

Plazo de entrega: 2-3 semanas

Item	QTY	DESCRIPCION	Precio Unit.	PRECIO
1	3	<p>GRAFICADOR COMMANDER 1900</p> <p>Graficador de señal de presión ABB modelo Commander para instalación de Panel. Carcaza de aluminio NEMA 4X con 2 display de indicación de las variables de proceso en sus unidades de ingeniería. Numero de indicación en color rojo visible en la oscuridad. Con dos plumillas de graficación en dos colores diferentes para distinguir el lazo de control deseado. Con dos lazos de control PID para modulación de válvula e indicación local de la posición de la misma. Entrada: 4 univ/RTD Salida de control: 4-20 mA a la válvula, dos salidas, una a cada lazo. 2 Señales de Relay y 2 entradas discretas Alimentación: 115 V AC 60 Hz. Incluye paquete de plumillas 3 azules, 3 rojas y 100 cart Servicio: indicación y control de 2 lazos</p>	\$2,250.00	\$6,750.00
	-	Paquetes de plumillas	\$30.00	
	-	Paquete de cartillas	\$20.00	
	-	Opción completo con programación de rampa y totalizacion	\$2,700.00	
		TOTAL FOB WARMISTER, PA		\$6,750.00
		Gastos aprox. De envío y seguros		\$240.00
		TOTAL CIF GUATEMALA		\$6,990.00

Precios en US Dollars. Oferta Válida por 60 días a partir de la fecha

Fuente: ABB Guatemala

APÉNDICE C

OB1 - <offline>

Nombre: Familia:
 Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
 Hora y fecha Código: 01/03/2006 11:46:38
 Interface: 15/02/1996 16:51:12
 Longitud (bloque / código / datos): 00556 00386 00022

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentarios
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Bloque: OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Segm.: 1

FC1
 "Proceso
 R3"
 EN ENO

Segm.: 2

FC2
 "Resetas
 de
 retortea
 do R3"
 EN ENO

Segm.: 3

FC3
 "TORRETA
 base
 tiempos
 R3"
 EN ENO

Segm.: 4

FC4 "Cont interfac es zs R3" EN ENO

Segm.: 5

FC5 "Reseteo de marcas R3" EN ENO

Segm.: 6

FC6 "Valvula s y actuador es R3" EN ENO

Segm.: 7

FC7 "Proceso R4" EN ENO

FC1 - <offline>

"Proceso R3"

Nombre:

Familia:

Autor:

Versión: 0.1

Versión del bloque: 2

Hora y fecha Código:

01/09/2005 14:50:14

Interface:

13/12/2002 11:42:40

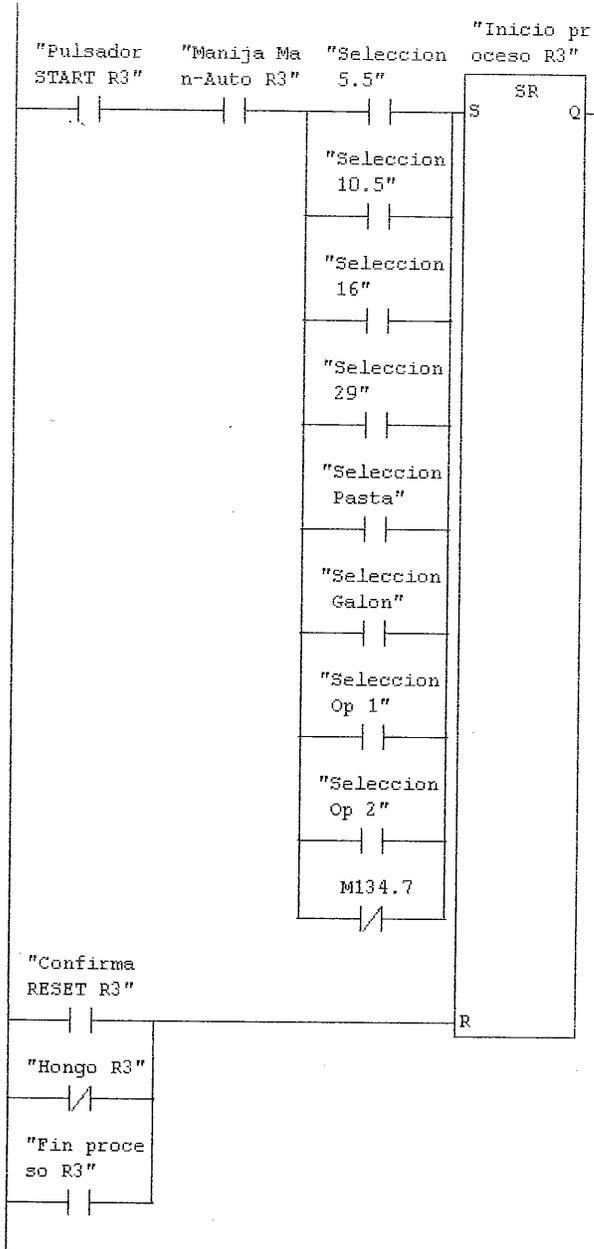
Longitud (bloque / código / datos): 00846 00704 00002

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

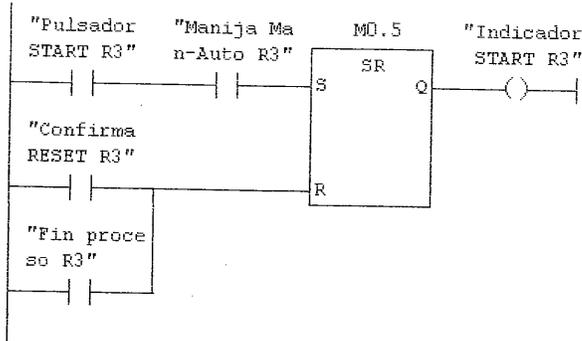
Bloque: FC1 PROCESO RETORTEADO MARMITA 3

ING. GUSTAVO VILLEDA

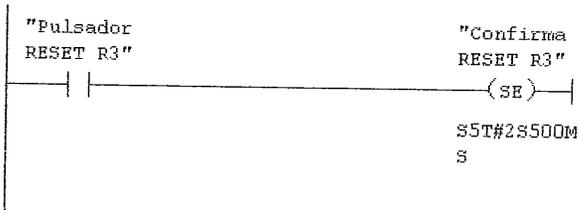
Segm.: 1 INICIO DE LA SECUENCIA DE PROCESO
 AJUSTE DE LA MARCA DE INICIO



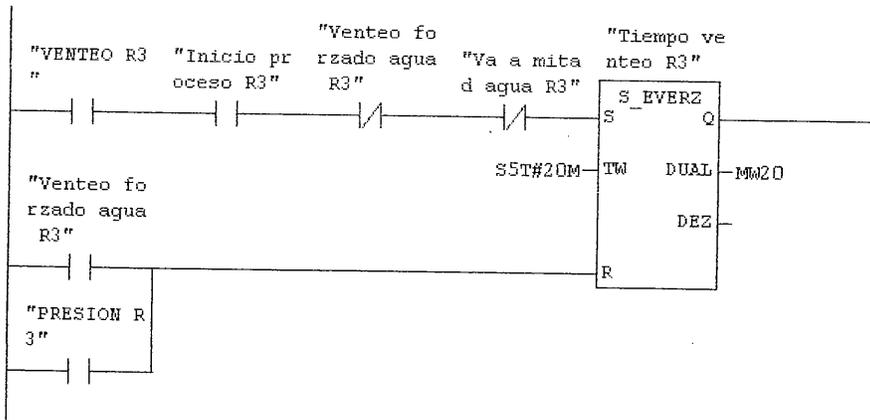
Segm.: 2



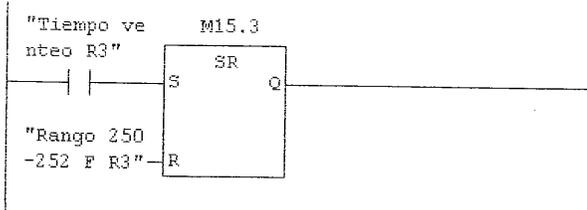
Segm.: 3
Aseguramiento de paro de la secuencia de inicio



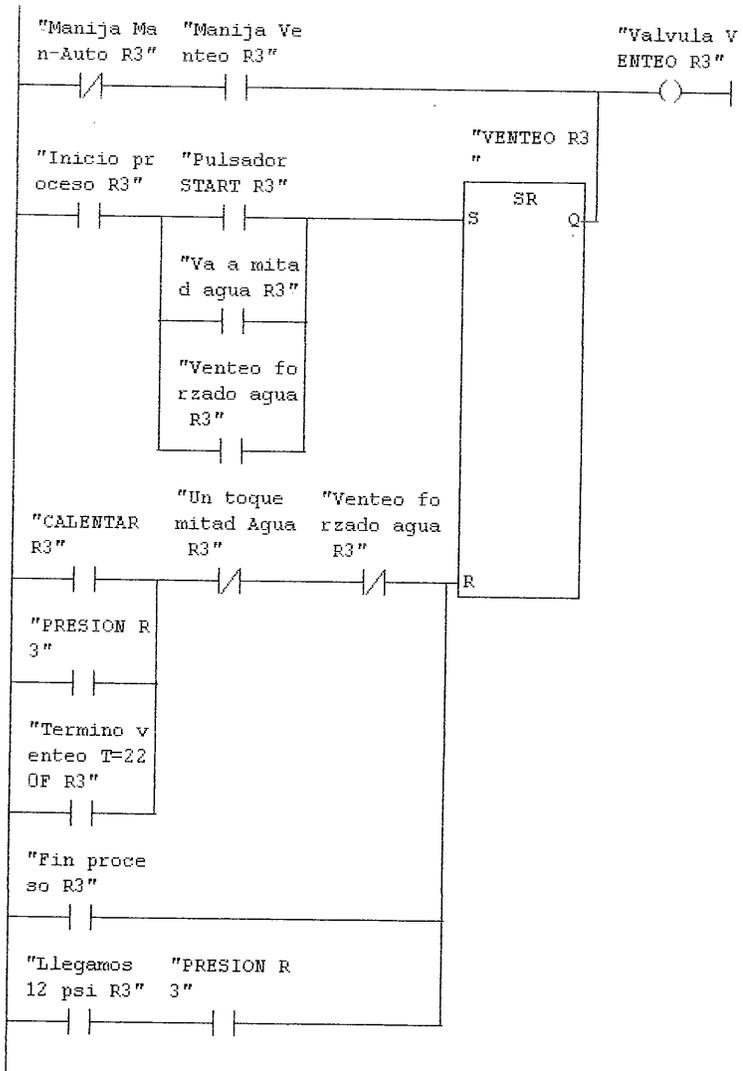
Segm.: 4
Aseguramiento de Temperatura a 210F COMANDER 1900



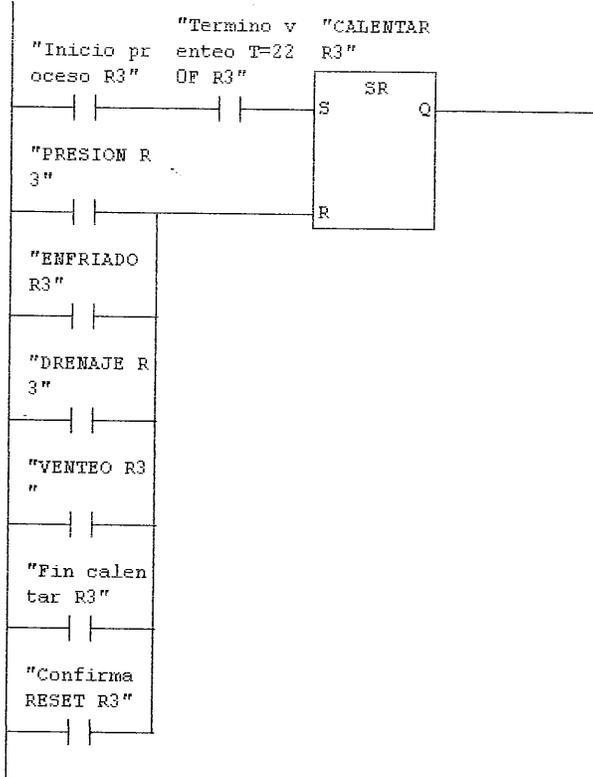
Segm.: 5



Segm.: 6 PROCESO DE RETORTEADO
 INICIO VENTEO

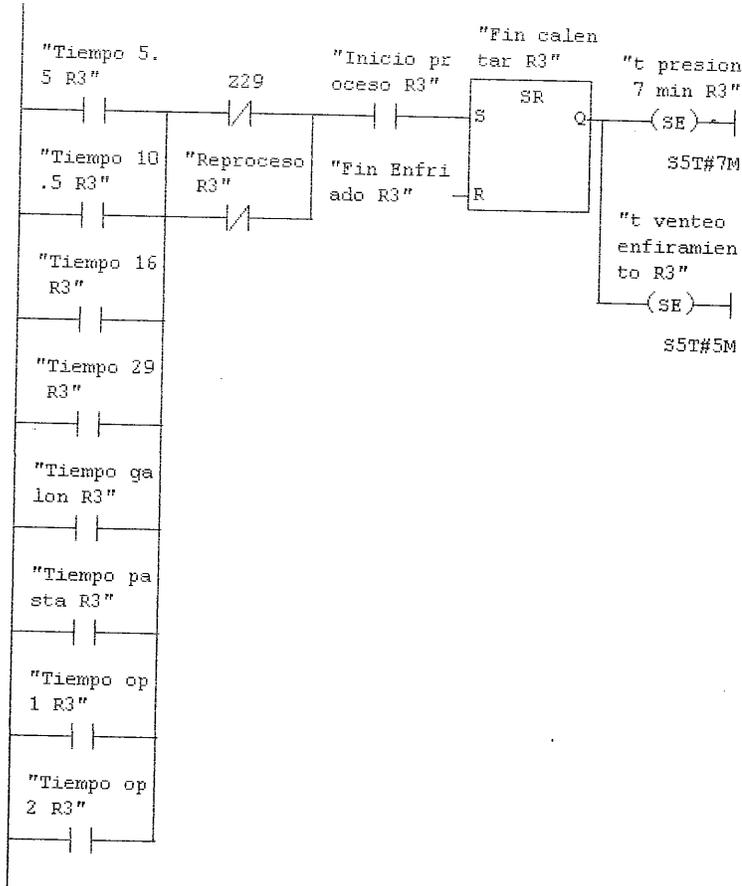


Segm.: 7
PROCESO DE CALENTAMIENTO



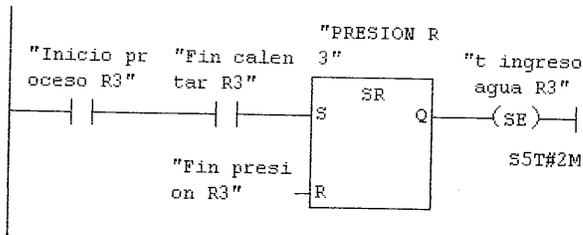
Segm.: 8

DETIENE EL CICLO DE CALENTAMIENTO DE ACUERDO A LA RESETA

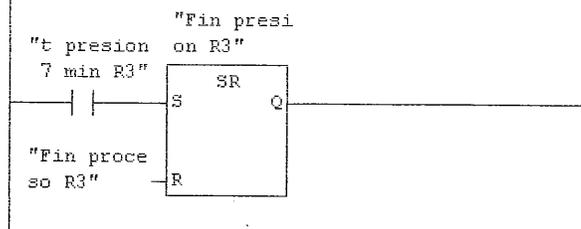


Segm.: 9

PROCESO DE PRESION

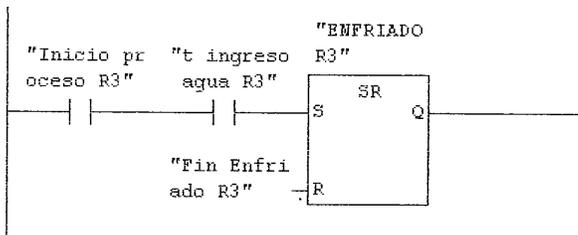


Segm.: 10



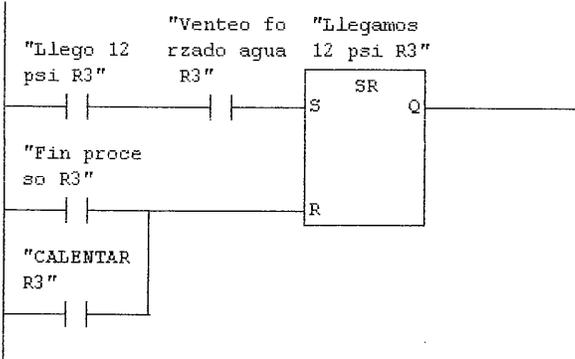
Segm.: 11

LUEGO DE 2 MINUTOS DE INGRESAR AIRE COMPRIMIDO A LA RETORTA,
SE INGRESA AGUA Y SE RECIRCULA PARA EL ENFRIAMIENTO



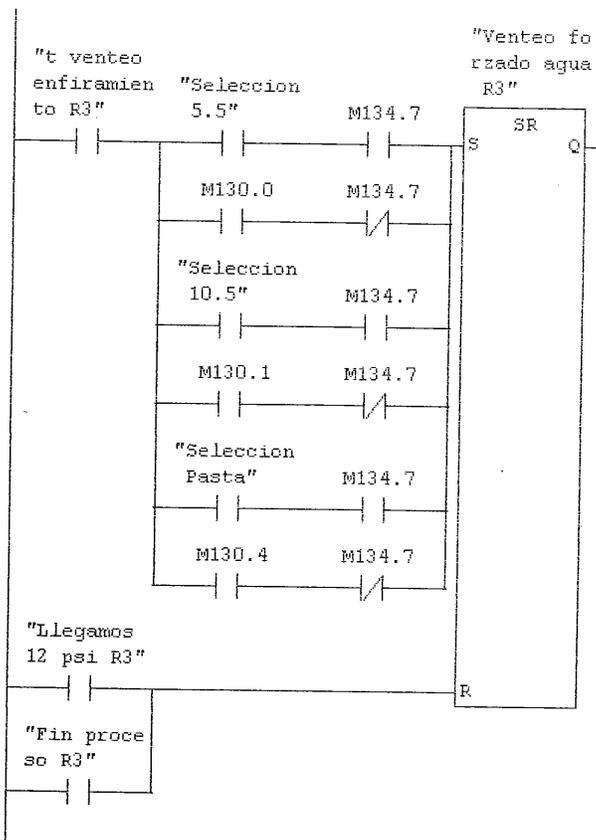
Segm.: 12

MEMORIZACION DEL INSTANTE CUANDO LA PRESION BAJA A 12 PSI
ENTRADA 0.6

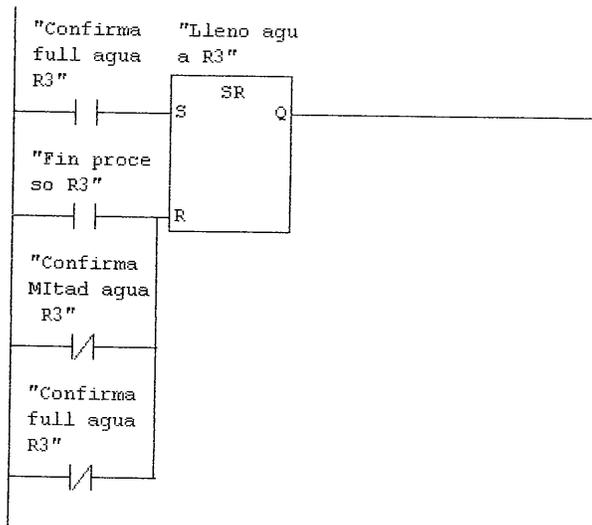


Segm.: 13

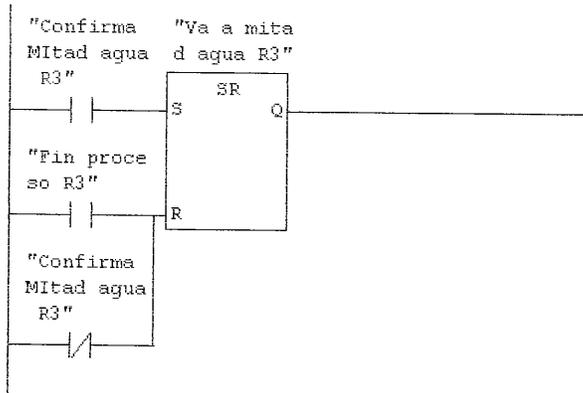
ESTABLECE CONDICION PARA VENTEO EN EL PROCESO DE ENFRIAMIENTO PARA LA CAIDA DE PRESION HASTA 12 PSI



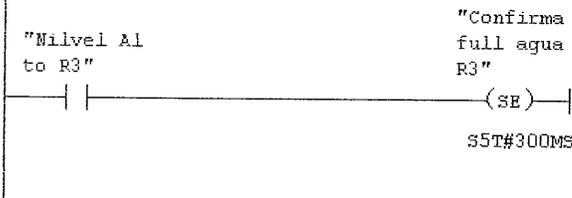
Segm.: 14



Segm.: 15



Segm.: 16

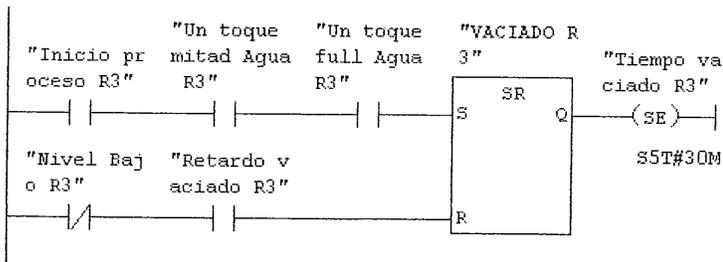


Segm.: 17



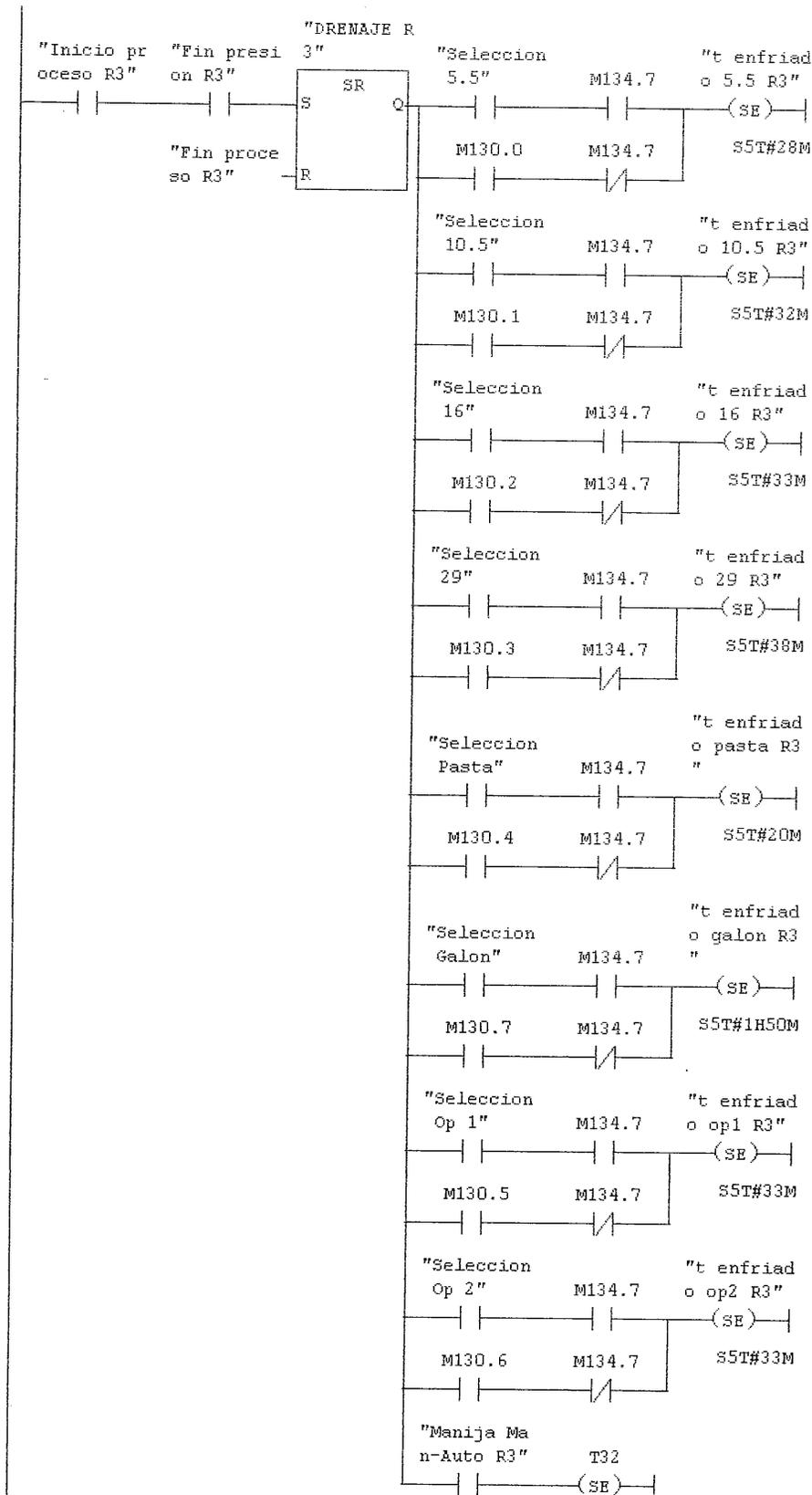
Segm.: 18

INICIALIZA EL PROCESO DE VACIADO DE AGUA DE LA RETORTA



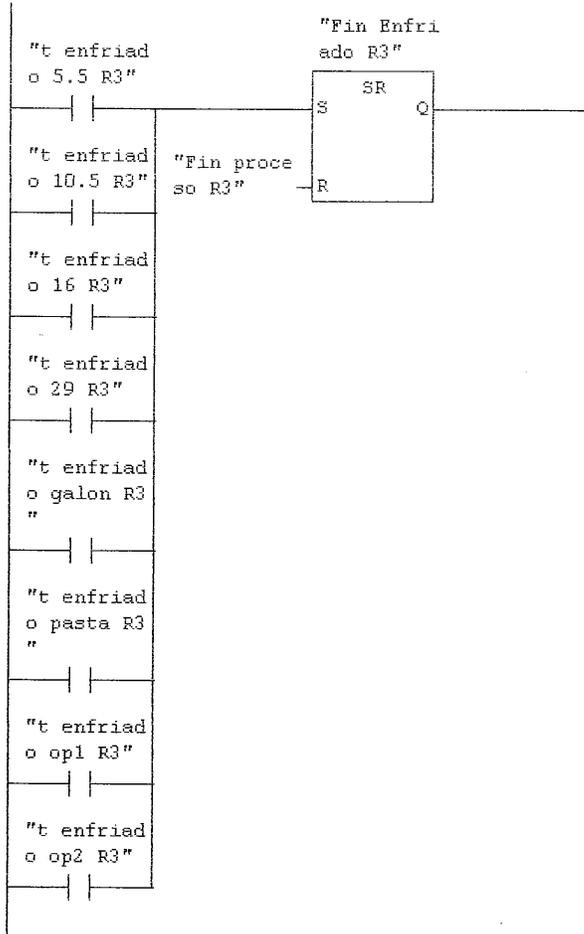
Segm.: 19

ACCIONAMIENTO DE VALVULA DE DRENADO E INICIO DE TIEMPOS DE ENFRIAMIENTO



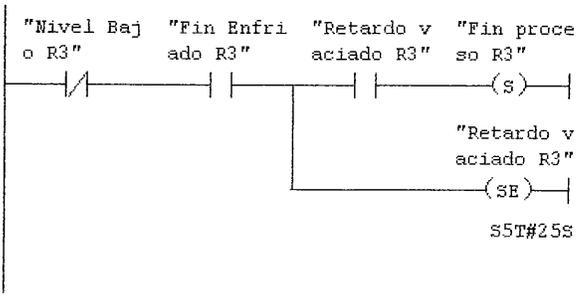
S5T#40M

Segm.: 20



Segm.: 21

RETARDO PARA COMPLETAR EL VACIADO UNA VEZ SE HA DETECTADO VACIA LA RETORTA
 ESTO SIRVE PARA SACAR EL POCO DE AGUA QUE QUEDA EN LA RETORTA Y ESTA DEBAJO DEL
 ULTIMO FLOTADOR



FC2 - <offline>

"Resetas de retorteado R3"

Nombre: Familia:
Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
Hora y fecha Código: 14/02/2006 12:23:20
Interface: 16/12/2002 14:20:45
Longitud (bloque / código / datos): 01148 00994 00000

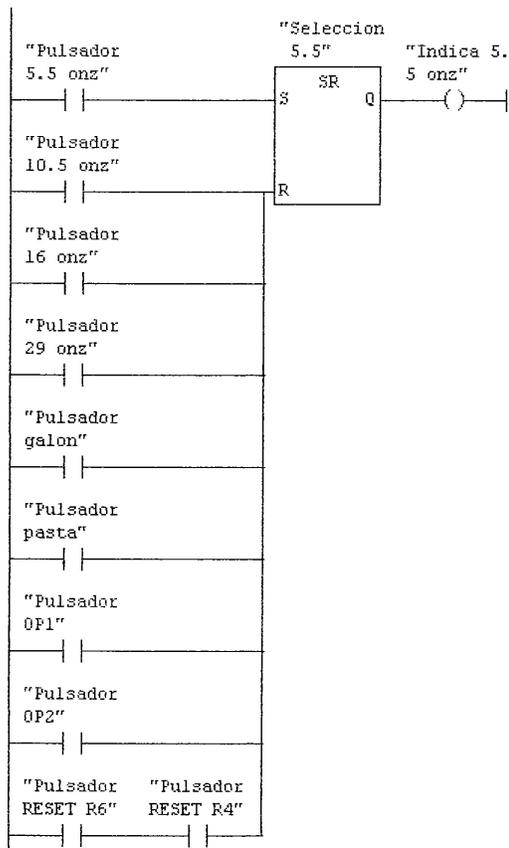
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloque: FC2 SELECCION DE RECETA PARA COSINADO

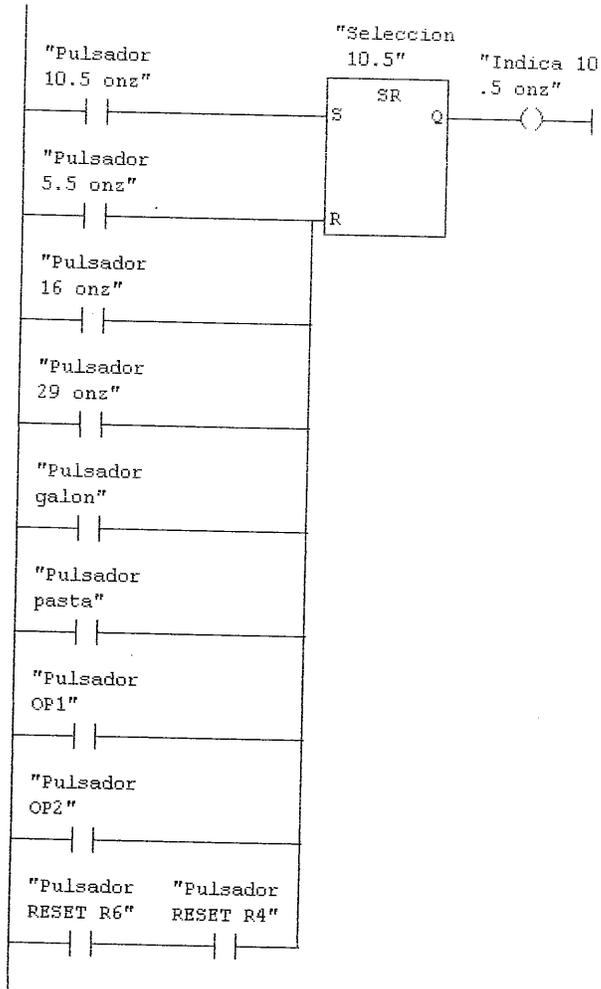
AJUSTA LAS MARCAS PARA DETERMINAR QUE MEDIDA SE RETORTEARA

Segm.: 1 MEDIDA 5.5 ONZAS

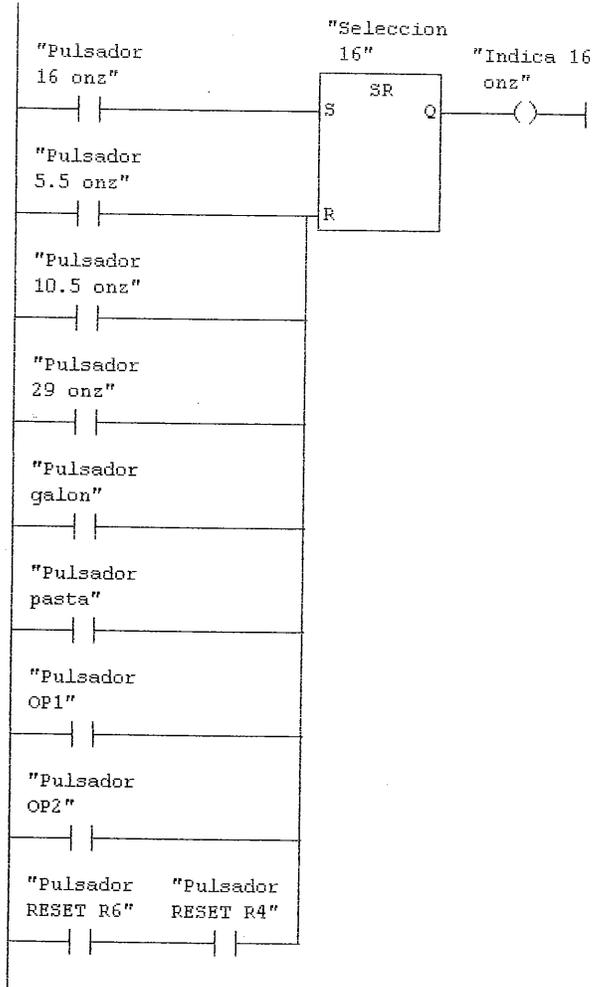
MEDIDA 5.5 onzas seleccion



Segm.: 2	MEDIDA 10.5 ONZAS
MEDIDA 10.5 onzas seleccion	

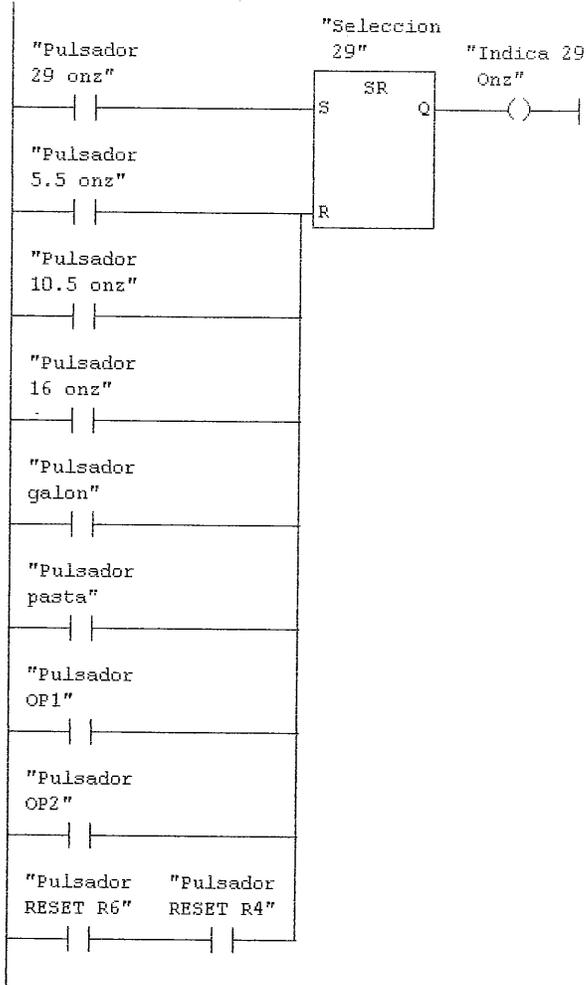


Segm.: 3	MEDIDA 16.0 ONZAS
MEDIDA 16 onzas seleccion	

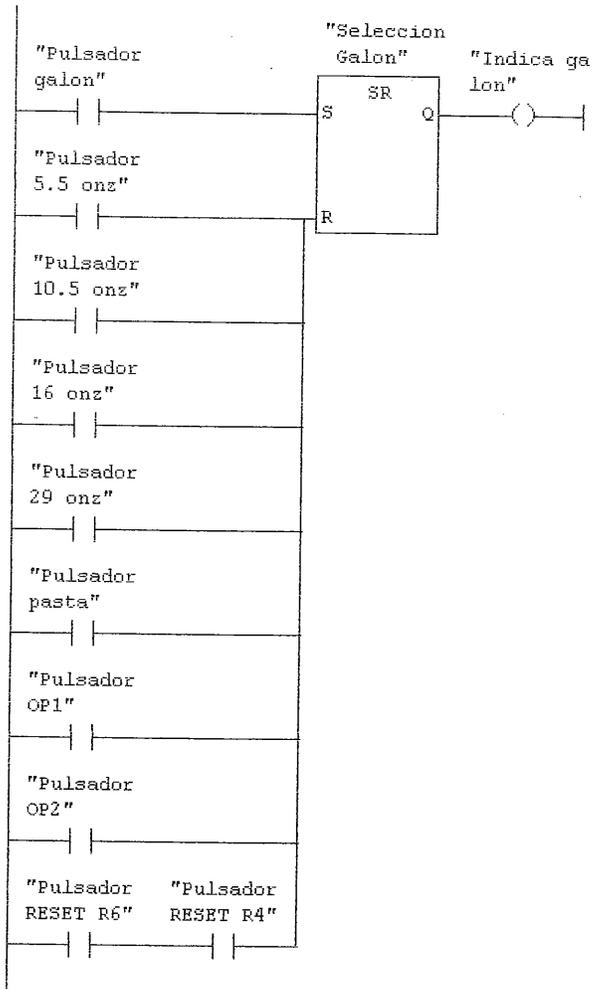


Segm.: 4 MEDIDA 29.0 ONZAS

MEDIDA 29 onzas seleccion

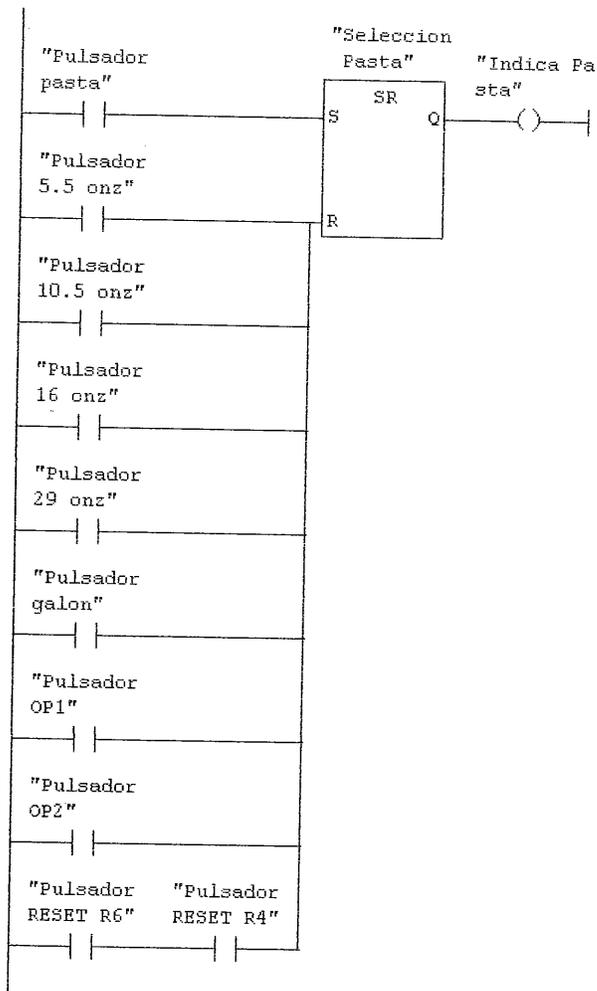


Segm.: 5	MEDIDA GALON
MEDIDA GALON seleccion	



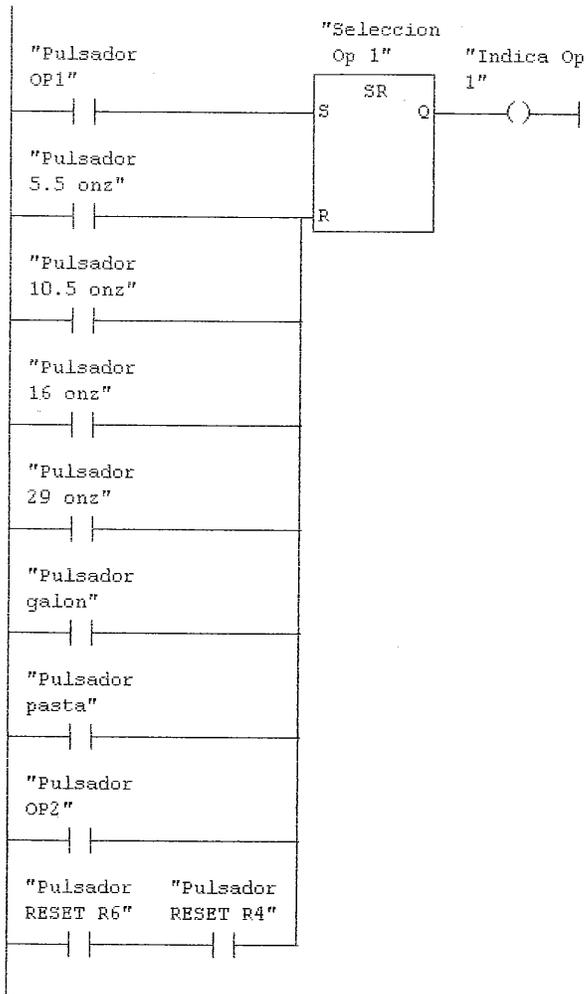
Segm.: 6 MEDIDA PASTA

MEDIDA PASTA seleccion

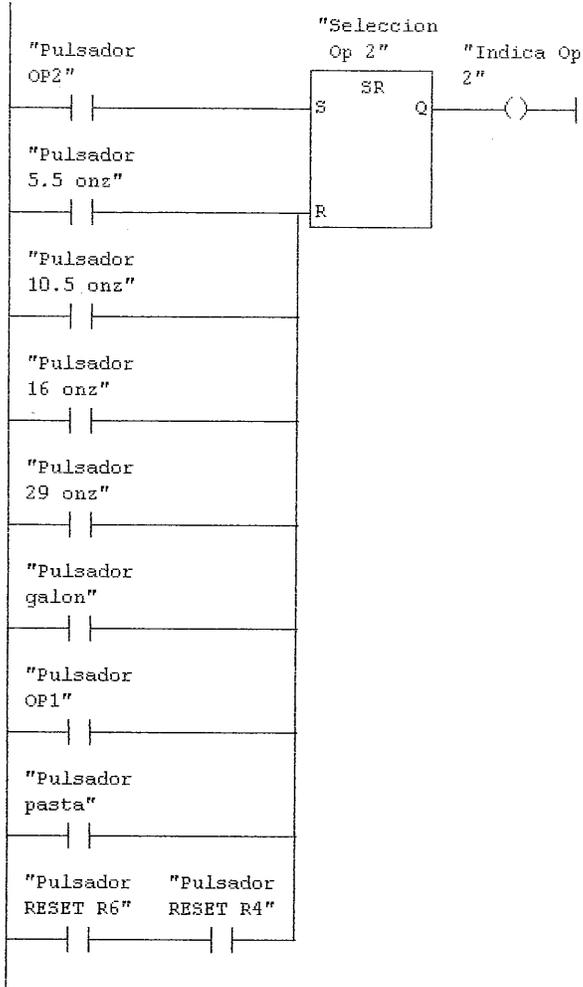


Segm.: 7 MEDIDA OPCION 1

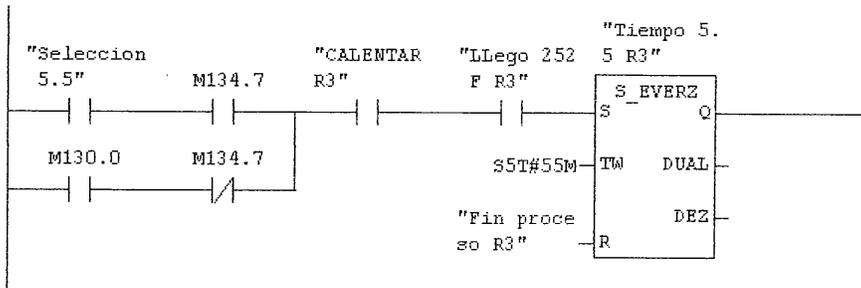
MEDIDA OPCION 1 seleccion



Segm.: 8 MEDIDA OPCION 2
 MEDIDA OPCION 1 seleccion



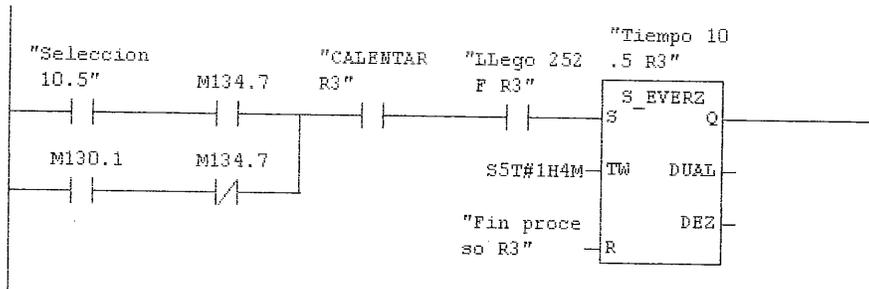
Segm.: 9 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA
 MEDIDA DE 5.5 ONZ
 PROCESO DE COCIMIENTO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO



Segm.: 10 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA

MEDIDA DE 10 ONZ

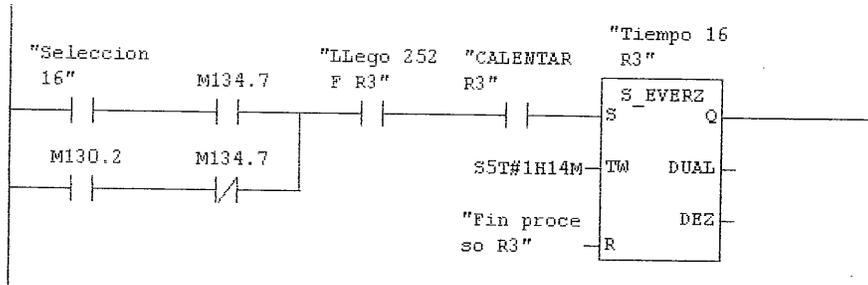
PROCESO DE COCIMIENTO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO



Segm.: 11 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA

MEDIDA DE 16 ONZ

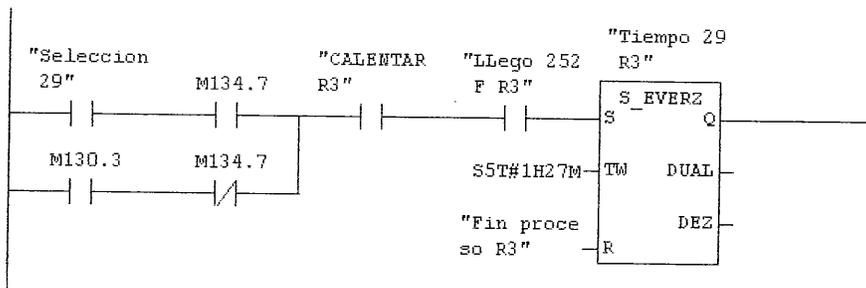
PROCESO DE COCIMIENTO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO



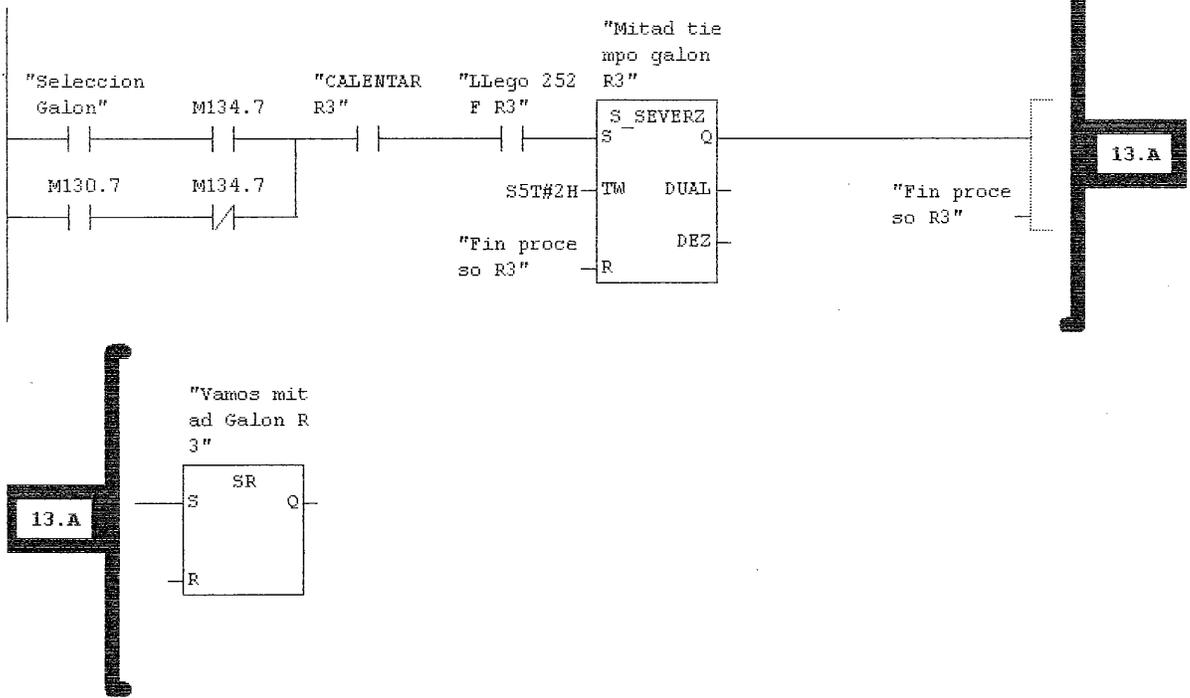
Segm.: 12 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA

MEDIDA DE 29 ONZ

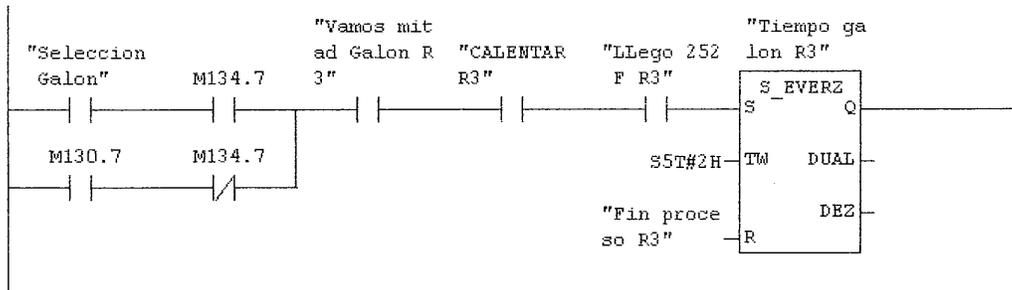
PROCESO DE COCIMIENTO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO



Segm.: 13 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA
 MEDIDA DE GALON
 PROCESO DE COCIMIENTO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO

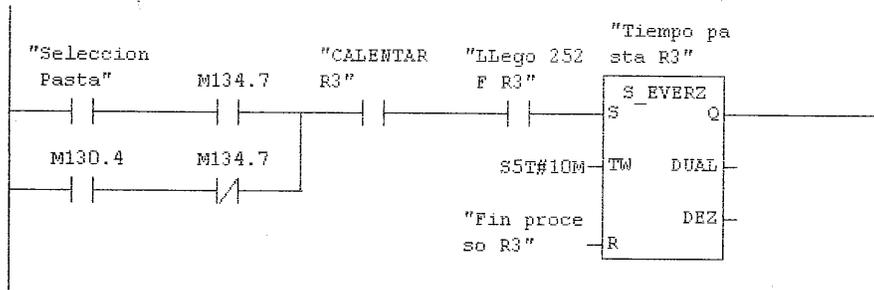


Segm.: 14 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA
 MEDIDA DE GALON
 PROCESO DE COCIMIENTO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO



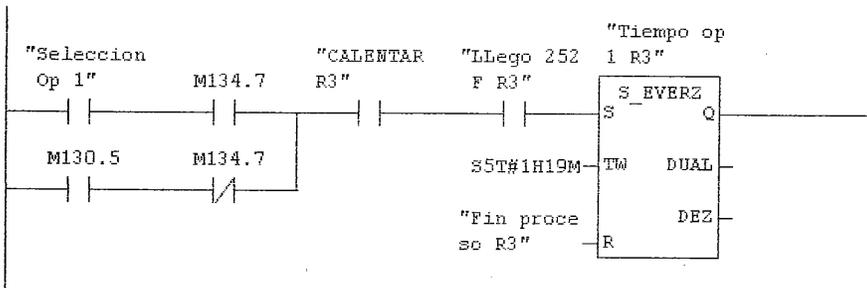
Segm.: 15 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA

MEDIDA DE PASTAS
 PROCESO DE COCIMIEN TO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO



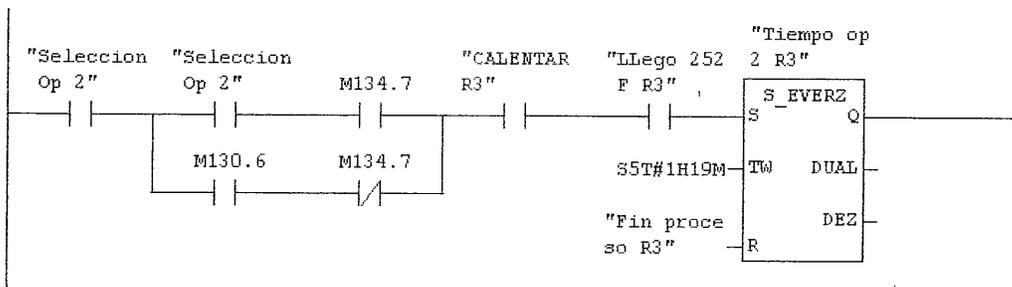
Segm.: 16 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA

MEDIDA OPCION 1
 PROCESO DE COCIMIEN TO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO



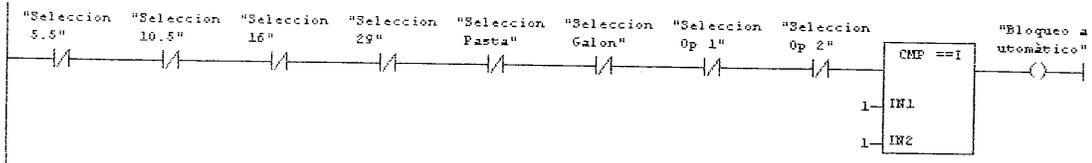
Segm.: 17 RESETA DE TIEMPOS DE ACUERDO A MEDIDA SELECCIONADA

MEDIDA OPCION 2
 PROCESO DE COCIMIEN TO DADO POR EL TEMPORALIZADOR DE IMPULSO



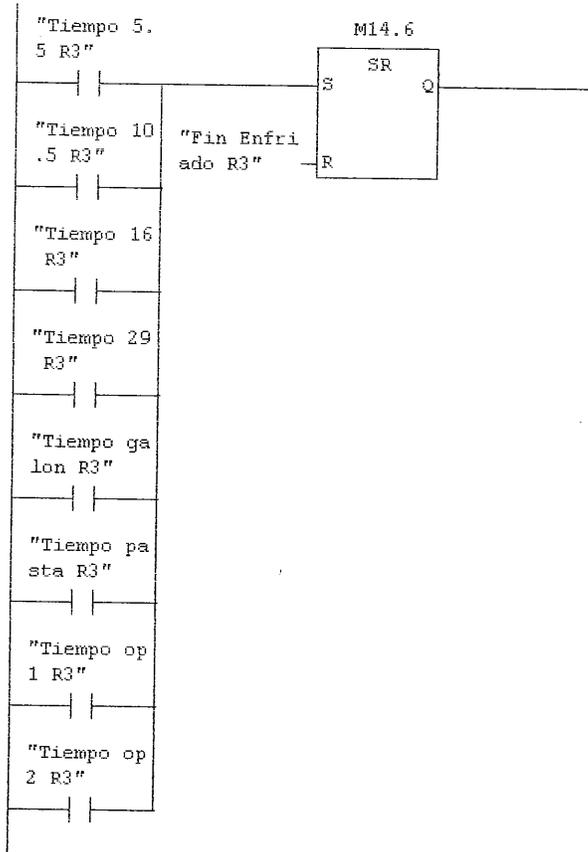
Segm.: 18

REVISION DE SI AL MENOS UN PROCESO ESTA EN OPERACION
SE USA PARA BLOQUEO DEL SISTEMA MANUAL EN PROCESO AUTOMATICO



Segm.: 19

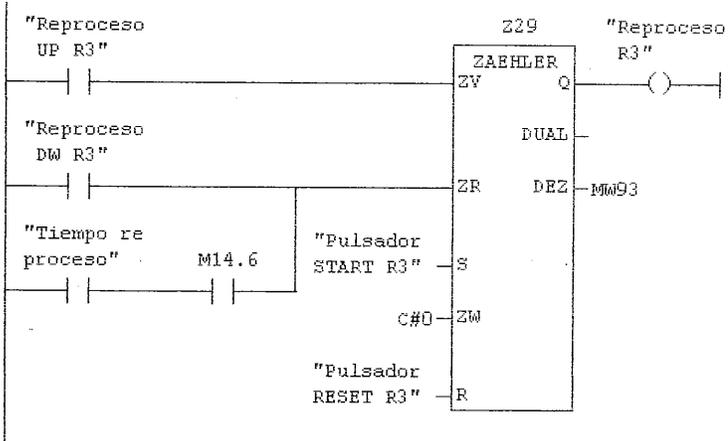
DETIENE EL CICLO DE CALENTAMIENTO DE ACUERDO A LA RESETA



Segm.: 20 REPROCESO RETORTA 3

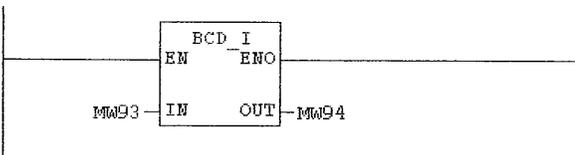
AJUSTE DEL TIEMPO DE REPROCESO

SE AJUSTA EL INICIO DE CUENTA Y EL CONTADOR DISMINUYE HASTA CUMPLIR EL TIEMPO DE REPROCESO



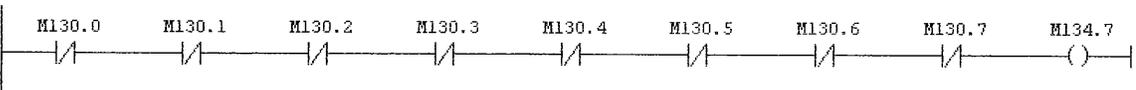
Segm.: 21

CONVERSION DE BCD A DECIMAL PARA DESPLIEGUE EN PANTALLA TP27



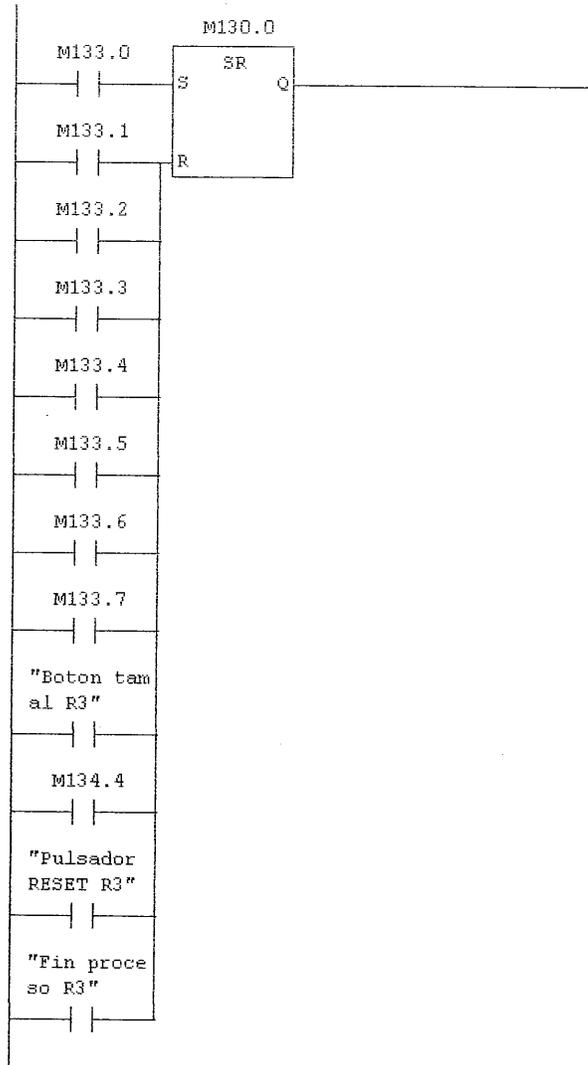
Segm.: 22 MARCA PARA BLOQUEO DE LA SELECCION DESDE LA PANTALLA TP'27

MEDIDA DE 5.5 ONZ



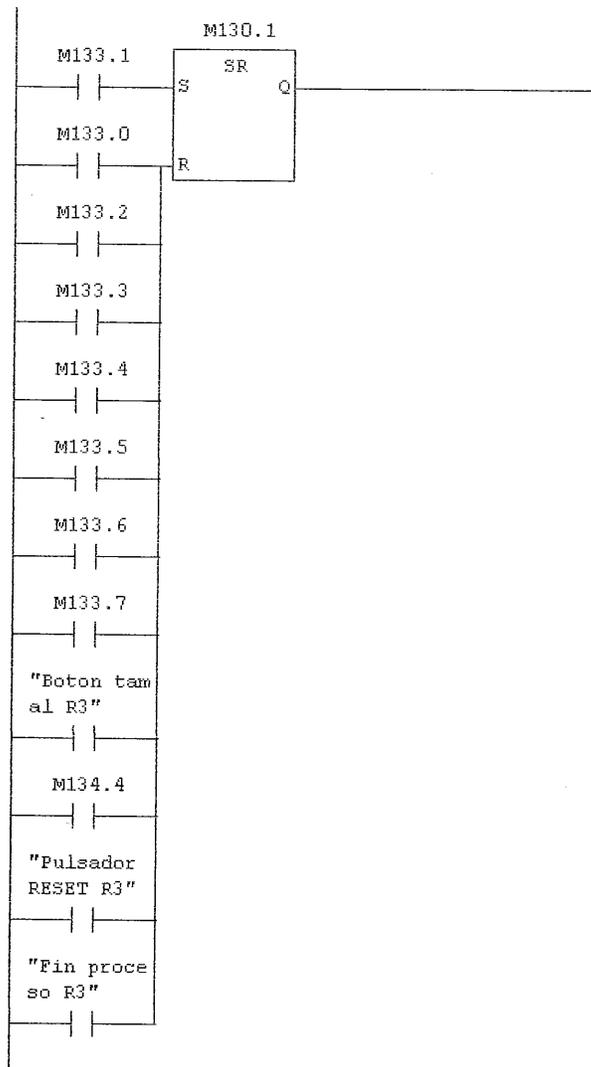
Segm.: 23 MEDIDA 5.5 ONZAS

MEDIDA 5.5 onzas seleccion DESDE TP27



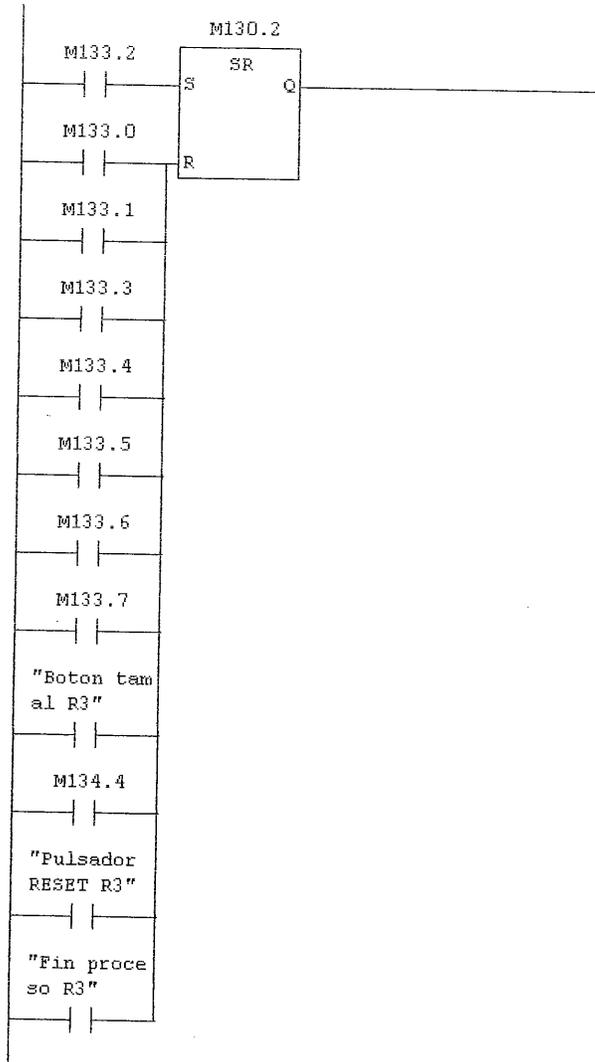
Segm.: 24 MEDIDA 10.5 ONZAS

MEDIDA 10.5 onzas seleccion DESDE TP27



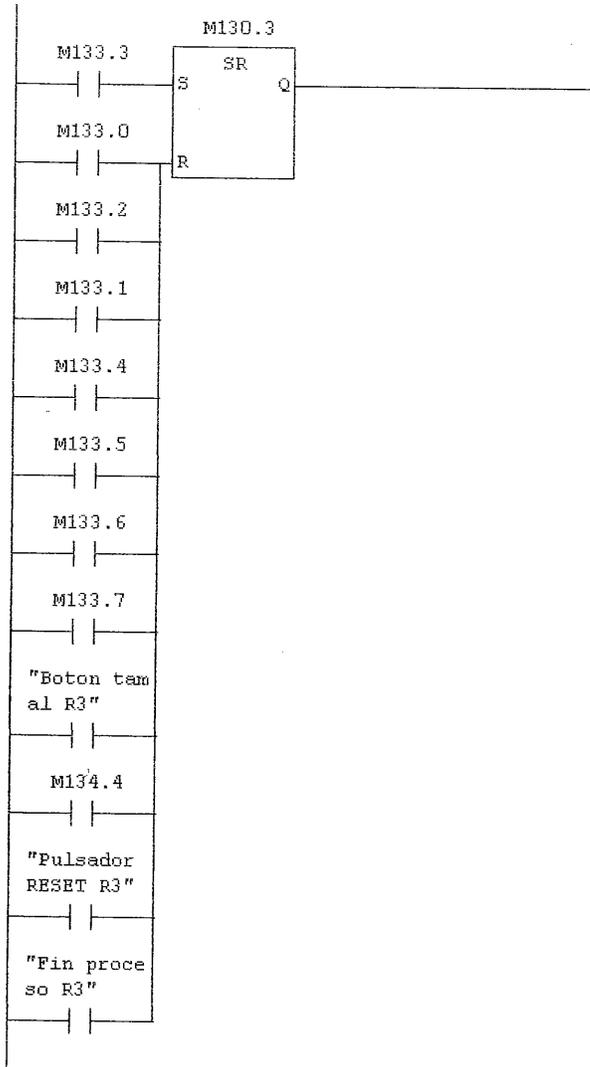
Segm.: 25 MEDIDA 16.0 ONZAS

MEDIDA 16 onzas seleccion DESDE TP77

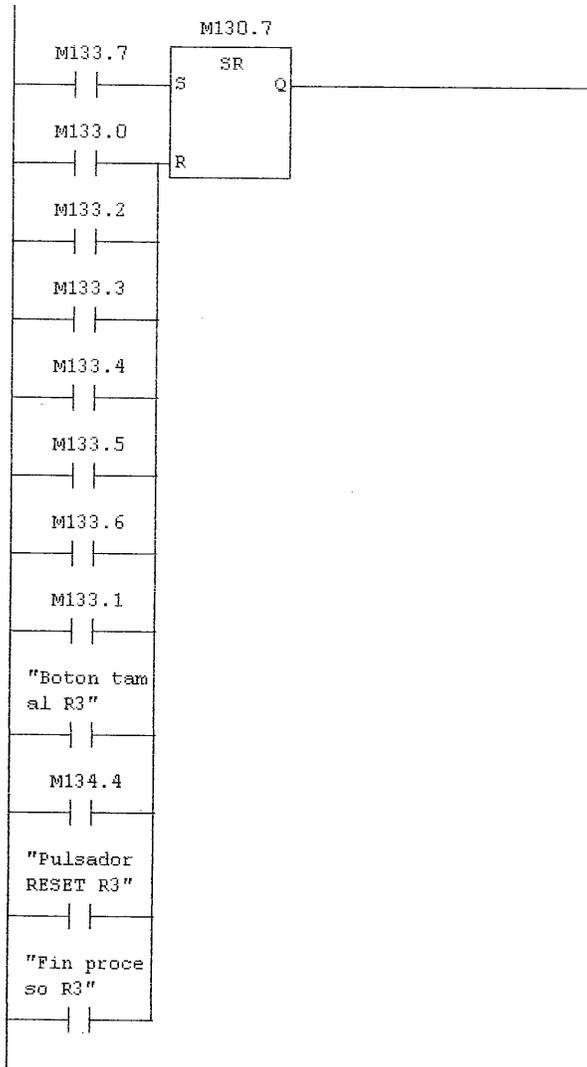


Segm.: 26 MEDIDA 29.0 ONZAS

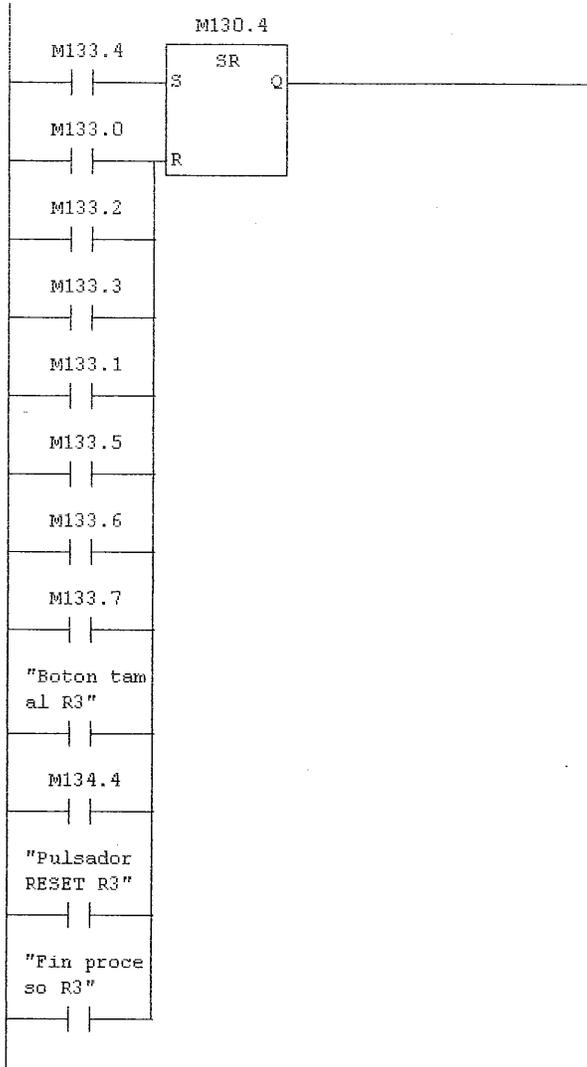
MEDIDA 29 onzas seleccion DESDE TP27



Segm.: 27 MEDIDA GALON
MEDIDA GALON seleccion DESDE TP27

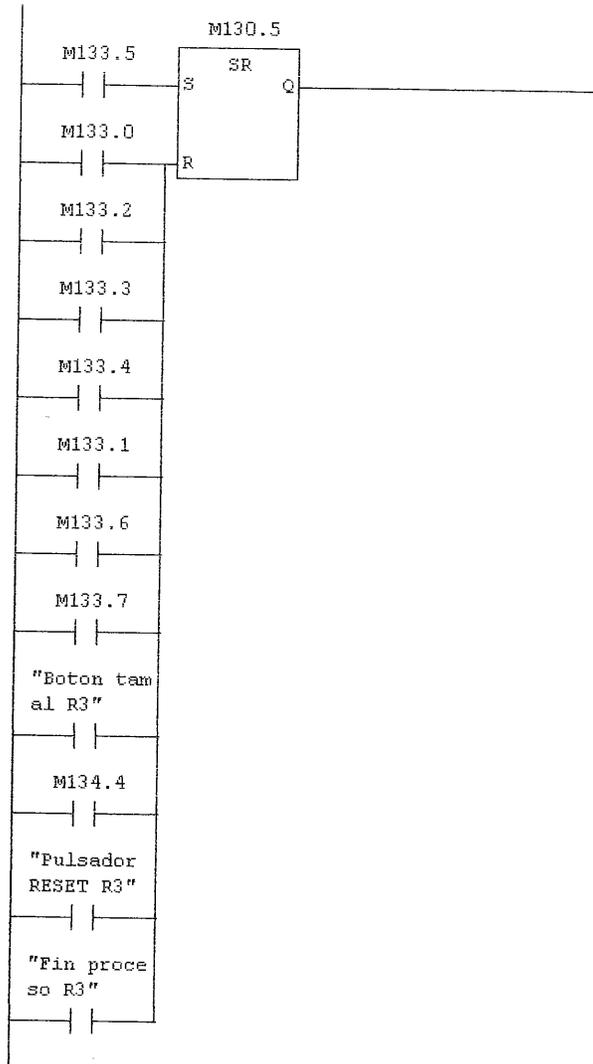


Segm.: 28 MEDIDA PASTA
MEDIDA PASTA seleccion DESDE TP27



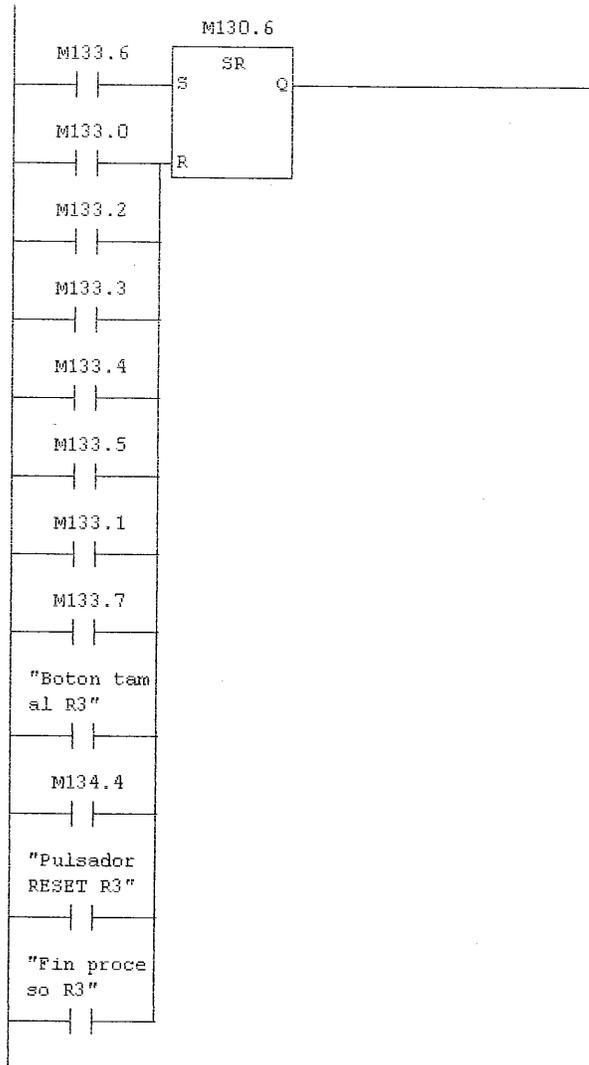
Segm.: 29 MEDIDA OPCION 1

MEDIDA OPCION 1 seleccion DESDE TP27



Segm.: 30 MEDIDA OPCION 2

MEDIDA OPCION 2 seleccion DESDE TP27



FC4 - <offline>

"Cont interfaces zs R3"

Nombre:

Familia:

Autor:

Versión: 0.1

Versión del bloque: 2

Hora y fecha Código:

14/10/2004 11:04:33

Interface:

14/01/2003 12:19:41

Longitud (bloque / código / datos): 01218 01028 00000

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloque: FC4 CONTROLES E INTERFACES

BLOQUE PARA MONITOREO DE SEÑALES DEL COMANDER 1900 QUE MANEJA VAPOR Y PRESION DE AIRE EN LA OPERACION DE LA RETORTA

Segm.: 1

Aseguramiento accionamiento rele 3 COMANDER 1900

"Rele 3 Co
mmander 12
psi"

"Confirma
Rele 3 R3"



(SE)

S5T#500MS

Segm.: 2

Aseguramiento de accionamiento rele 2 COMANDER 1900

"Rele 2 Co
mmander 25
OF R3"

"Confirma
Rele 2 R3"

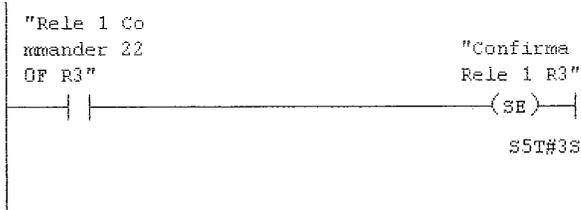


(SE)

S5T#30S

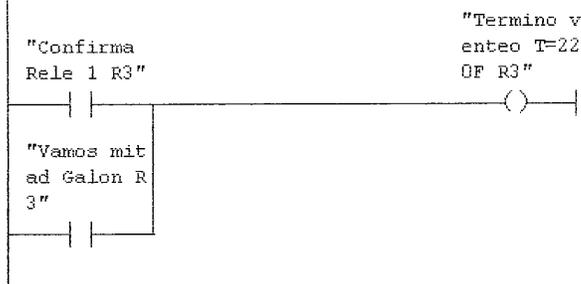
Segm.: 3

Aseguramiento de accionamiento rele 2 COMANDER 1900



Segm.: 4

decodifica señal de comander de reles para indicar que se ha alcanzado 220F



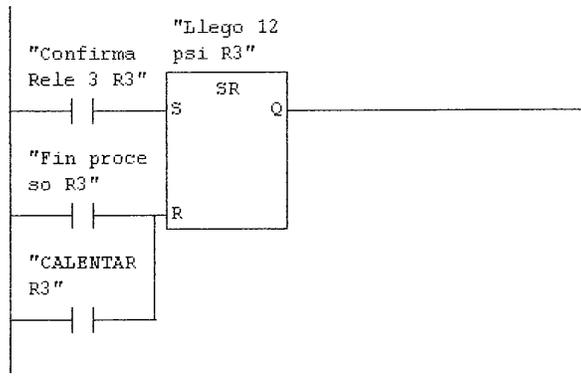
Segm.: 5

Decodifica señal de comander de reles para indicar que se ha bajado



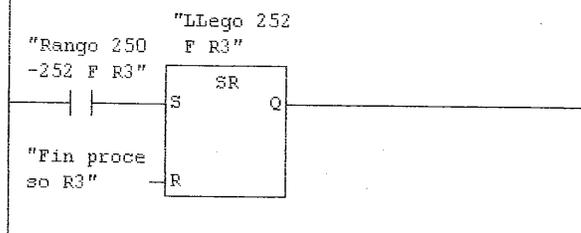
Segm.: 6

decodifica señal de comander de reles para indicar que se ha bajado a 12 psi
EN ESTE CASO LLEGO A MENOS DE 12 PSI POR LA ENTRADA DE AGUA



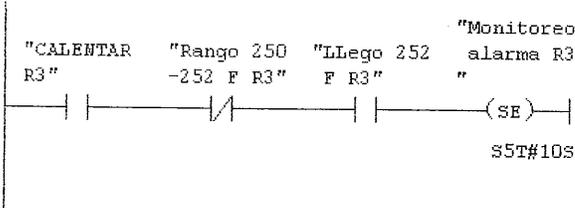
Segm.: 7

MARCA VERIFICACION DE QUE YA ESTAMOS EN RANGO PARA EL PROCESO DE CALENTAMIENTO



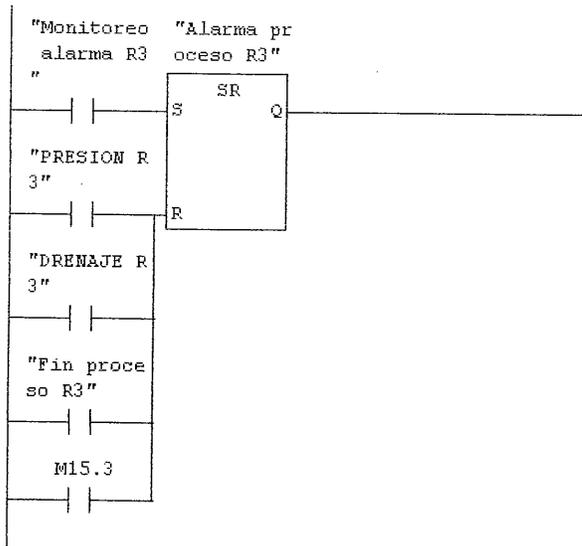
Segm.: 8

MARCA QUE ESTABLECE ALARMA CUANDO FALLA EL PROCESO DE CALENTAMIENTO



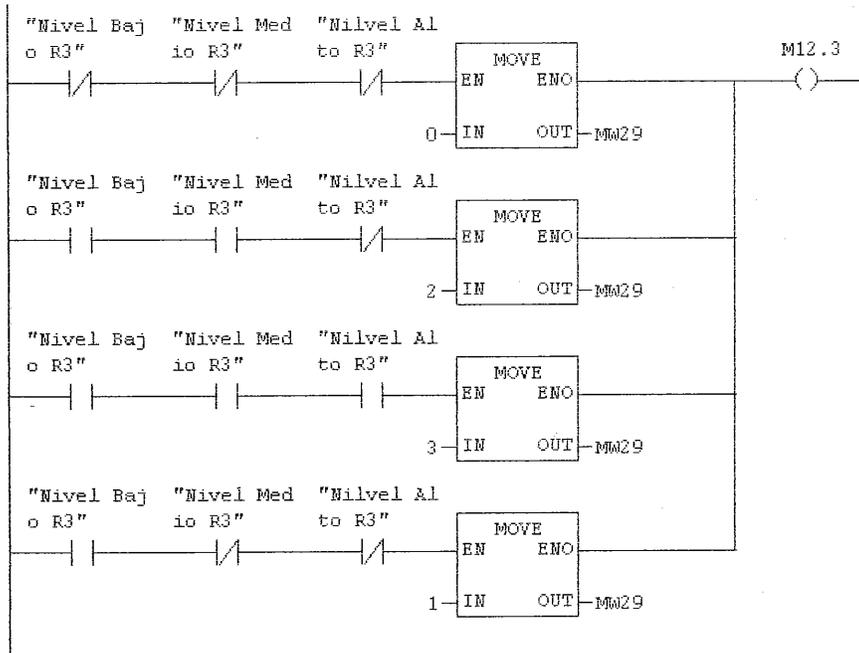
Segm.: 9

SETEA MARCA PARA SEÑALAR QUE HA EXISTIDO ALARMA DE PROCESO



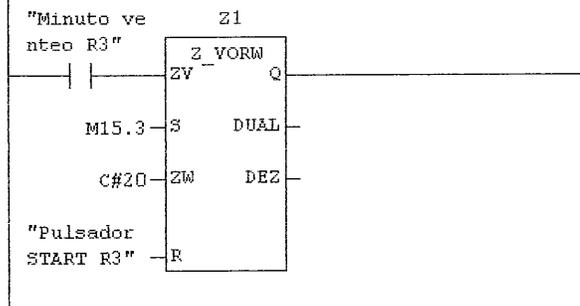
Segm.: 10

AJUSTA EL VALOR DE LA VARIABLE PARA DESPLIEGUE DE NIVEL DE AGUA DE LA RETORTA EN LA PANTALLA DEL OP 27



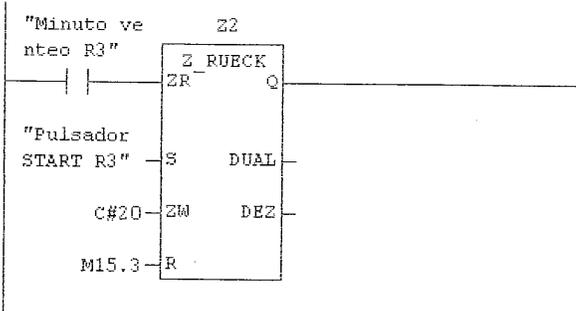
Segm.: 11

contaje de minutos de VENTEO ascendente



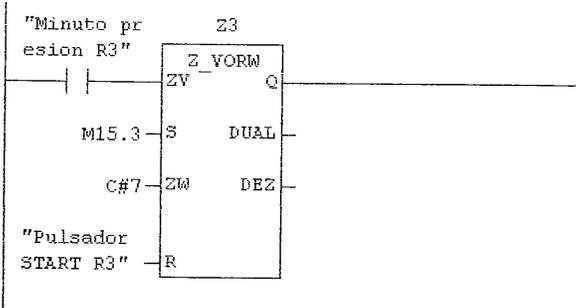
Segm.: 12

contaje de minutos de venteo descendente



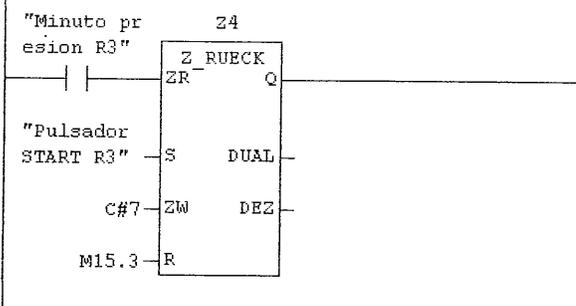
Segm.: 13

contaje de minutos de PRESION ascendente



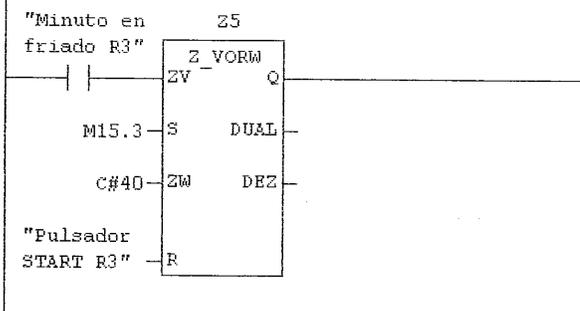
Segm.: 14

contaje de minutos de presion DESCENDENTE



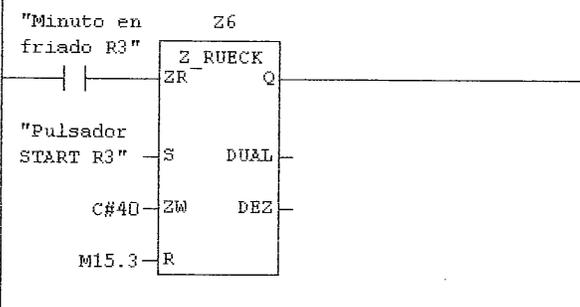
Segm.: 15

contaje de minutos de ENFRIAMIENTO ascendente



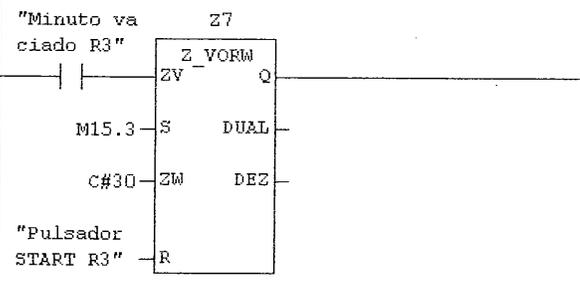
Segm.: 16

contaje de minutos de ENFRIAMIENTO DESCENDENTE



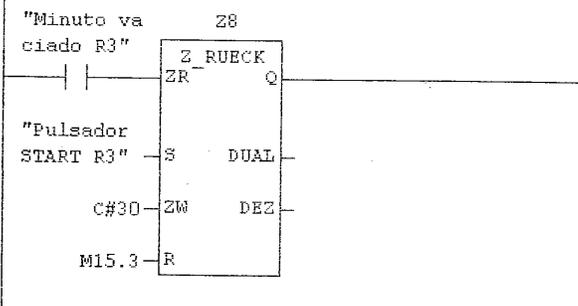
Segm.: 17

contaje de minutos de vaciado ascendente

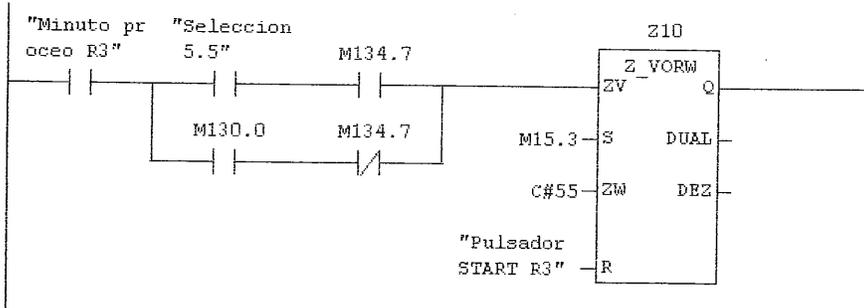


Segm.: 18

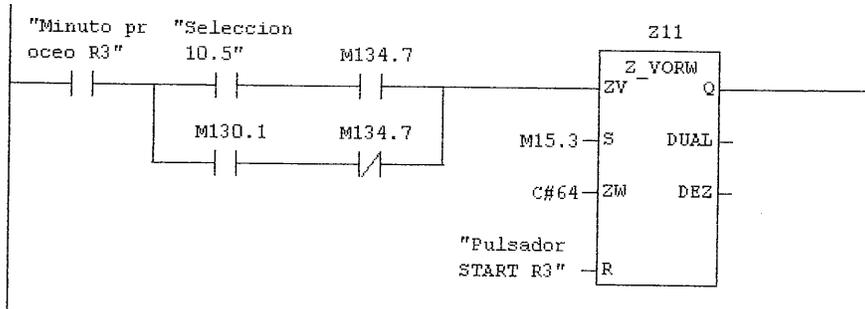
contaje de minutos de vaciado dESCENDENTE



Segm.: 19

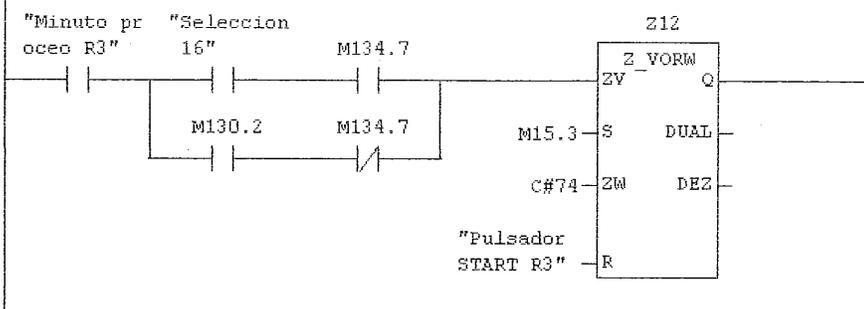
contaje de minutos de proceso ascendente
para seleccion 5.5

Segm.: 20

contaje de minutos de proceso ascendente
para seleccion 10.5

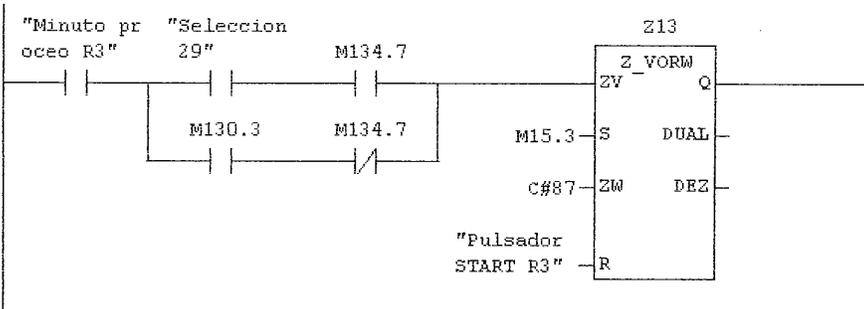
Segm.: 21

contaje de minutos de proceso ascendente
para seleccion 16 onz



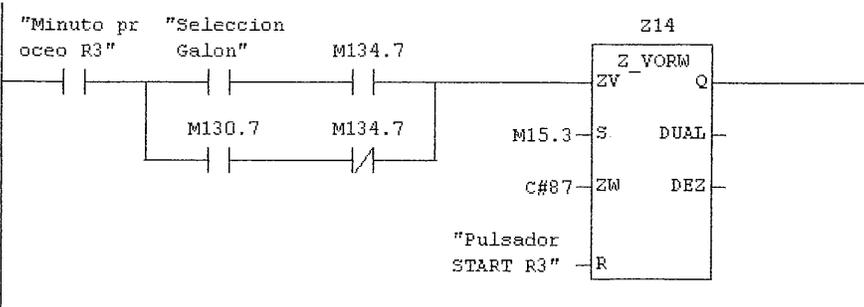
Segm.: 22

contaje de minutos de proceso ascendente
para seleccion 29 onz

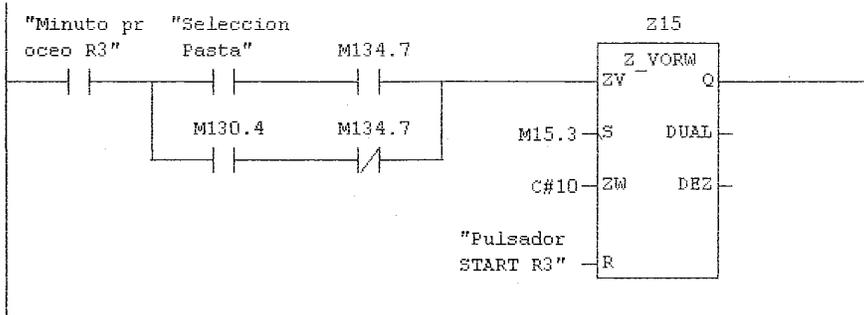


Segm.: 23

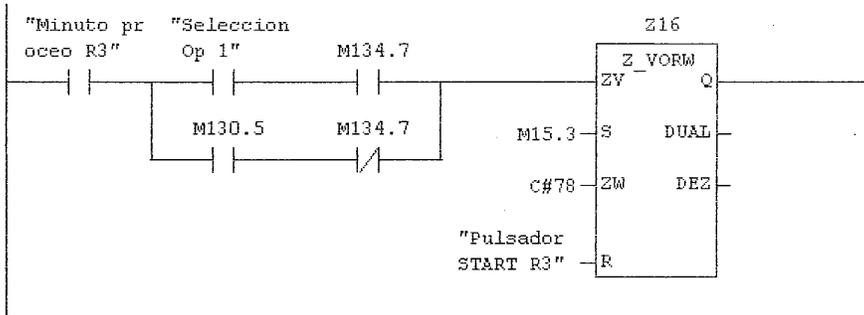
contaje de minutos de proceso ascendente
para seleccion galon



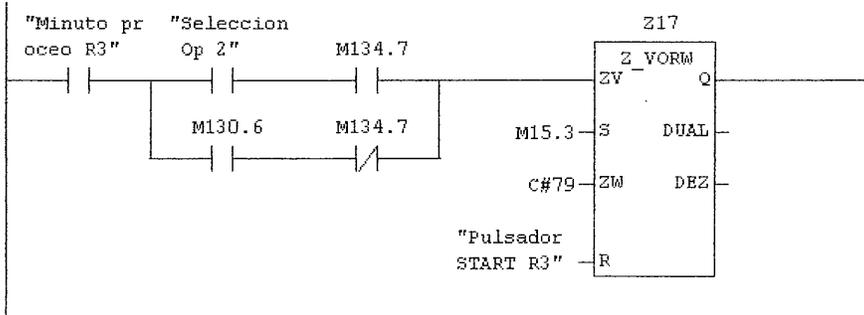
Segm.: 24
contaje de minutos de proceso ascendente
para seleccion pasta



Segm.: 25
contaje de minutos de proceso ascendente
para seleccion chorizo

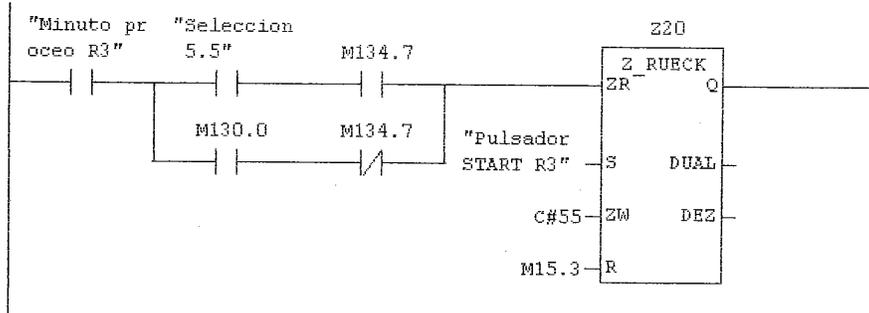


Segm.: 26
contaje de minutos de proceso ascendente
para seleccion chorizo



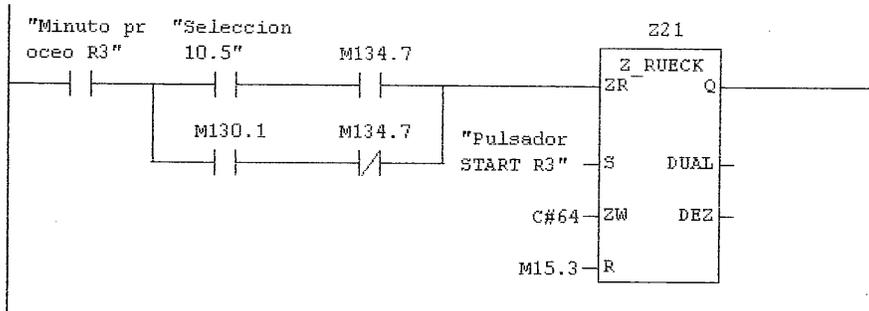
Segm.: 27

contaje de minutos de PROCESO DESCENDENTE
PARA MEDIDA 5.5 ONZ



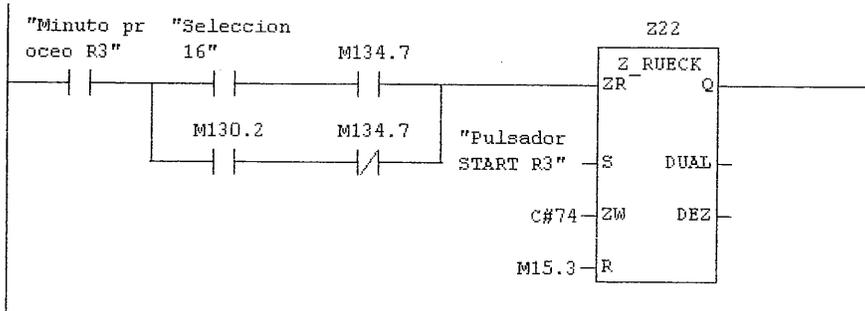
Segm.: 28

contaje de minutos de PROCESO DESCENDENTE
PARA MEDIDA 10.5 ONZ



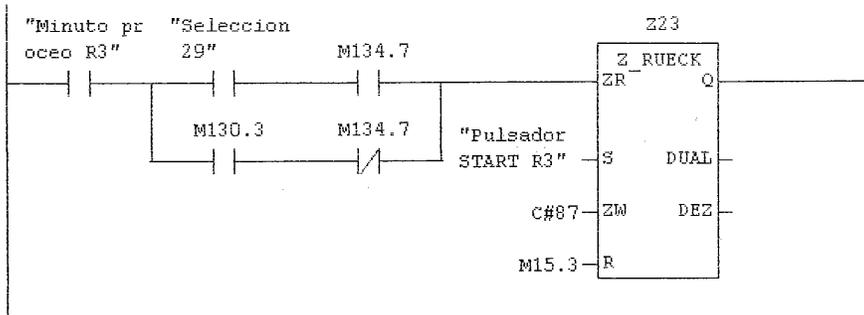
Segm.: 29

contaje de minutos de PROCESO DESCENDENTE
PARA MEDIDA 16 ONZ



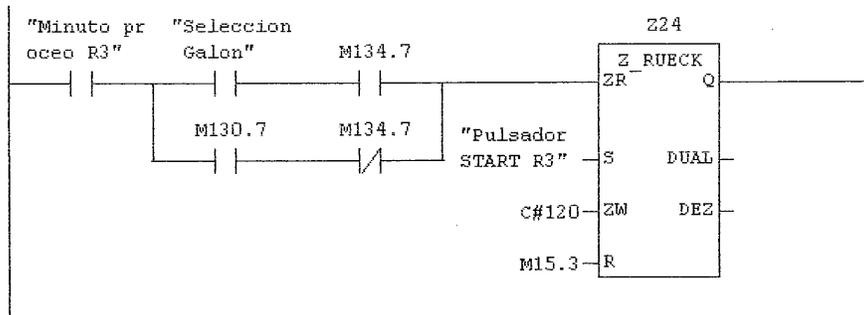
Segm.: 30

contaje de minutos de PROCESO DESCENDENTE
PARA MEDIDA 29 ONZ



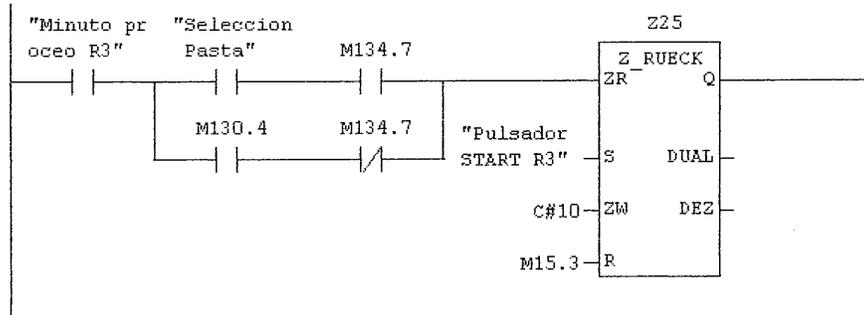
Segm.: 31

contaje de minutos de PROCESO DESCENDENTE
PARA MEDIDA GALON

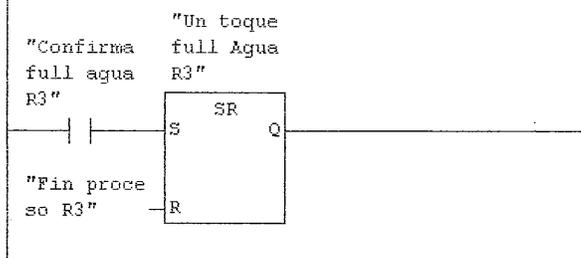


Segm.: 32

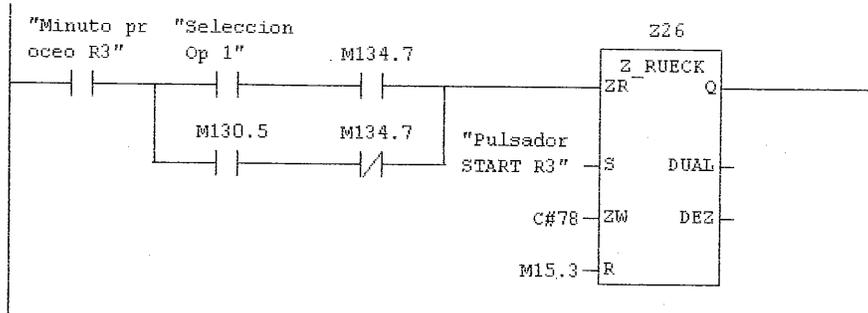
contaje de minutos de PROCESO DESCENDENTE
PARA MEDIDA PASTA



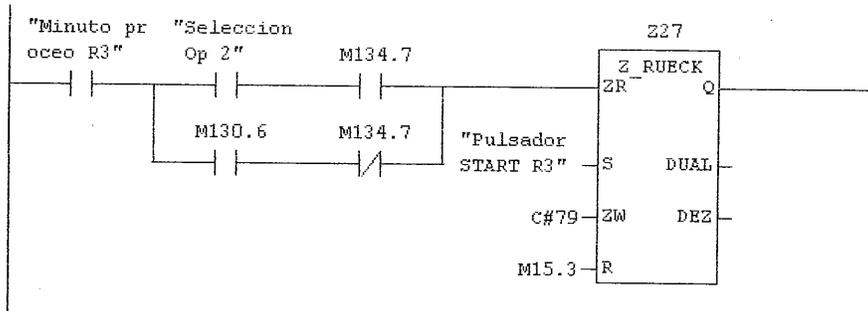
Segm.: 36

MARCA PARA DETECTAR LA SUBIDA DEL NIVEL DE AGUA EN LA RETORTA
NIVEL ALTO

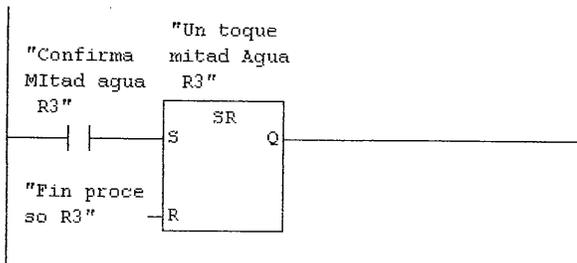
Segm.: 33
 conteaje de minutos de PROCESO DESCENDENTE
 PARA MEDIDA CHORIZO 16 ONZ



Segm.: 34
 conteaje de minutos de PROCESO DESCENDENTE
 PARA MEDIDA QUESO 16 ONZ



Segm.: 35
 MARCA PARA DETECTAR LA SUBIDA DEL NIVEL DE AGUA EN LA RETORTA
 NIVEL MEDIO



FC5 - <offline>

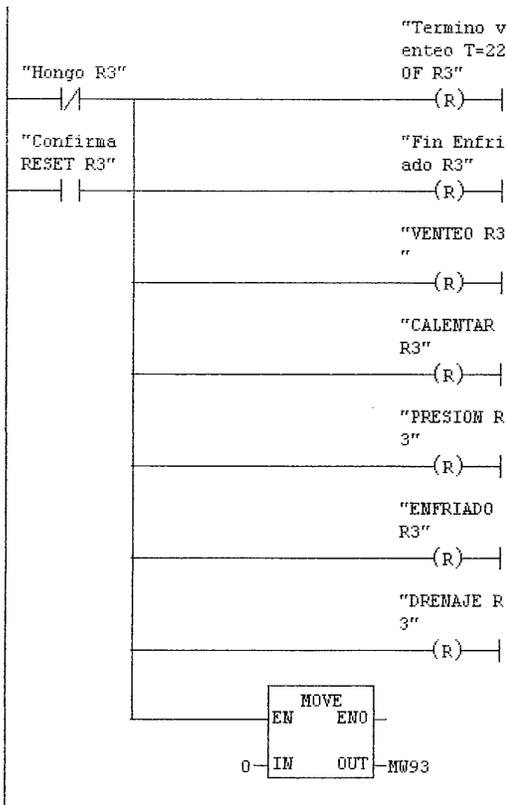
"Reseteo de marcas R3"

Nombre: Familia:
 Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
 Hora y fecha Código: 26/10/2004 8:22:04
 Interface: 19/01/2003 18:01:31
 Longitud (bloque / código / datos): 00486 00378 00002

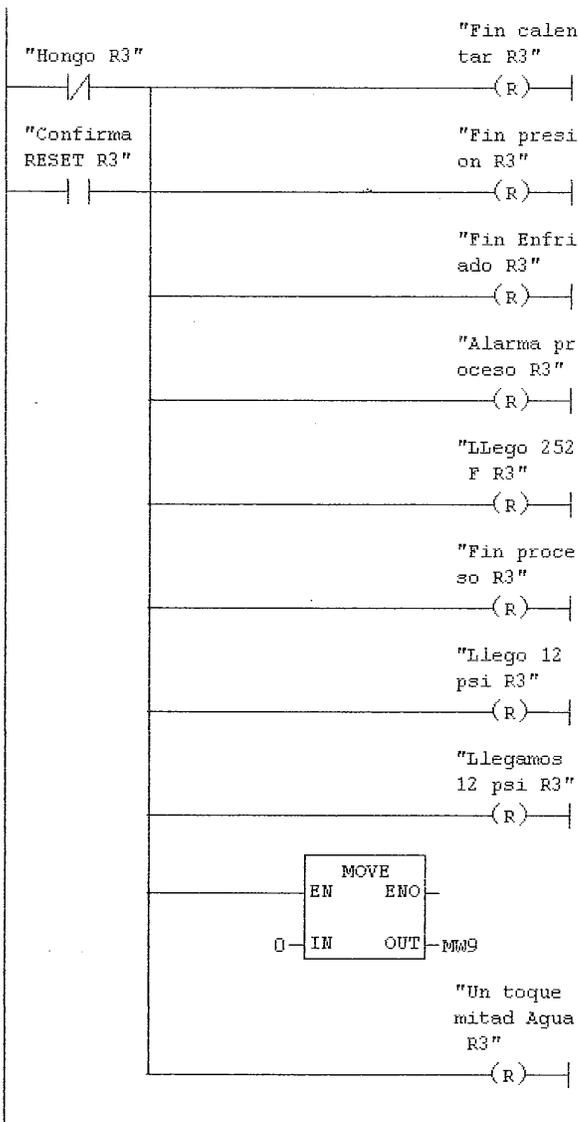
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloque: FC5 RESETEO DE MARCAS
 COLOCA A VALOR INICIAL LAS MARCAS DE CONTROL DEL PROCESO

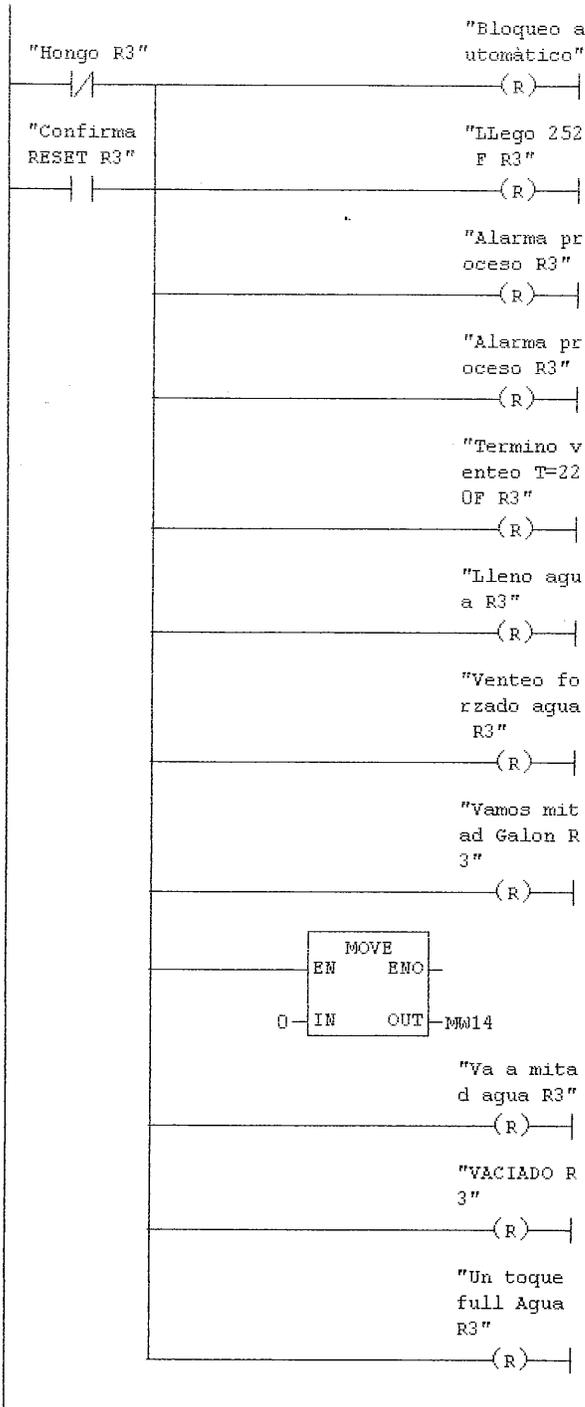
Segm.: 1 INICIO
 RESETEO DE SELECCION DE RESETA



Segm.: 2 INICIO
RESETEO DE MARCAS DE PROCESO PARA PREPARAR SECUENCIA AUTOMATICA

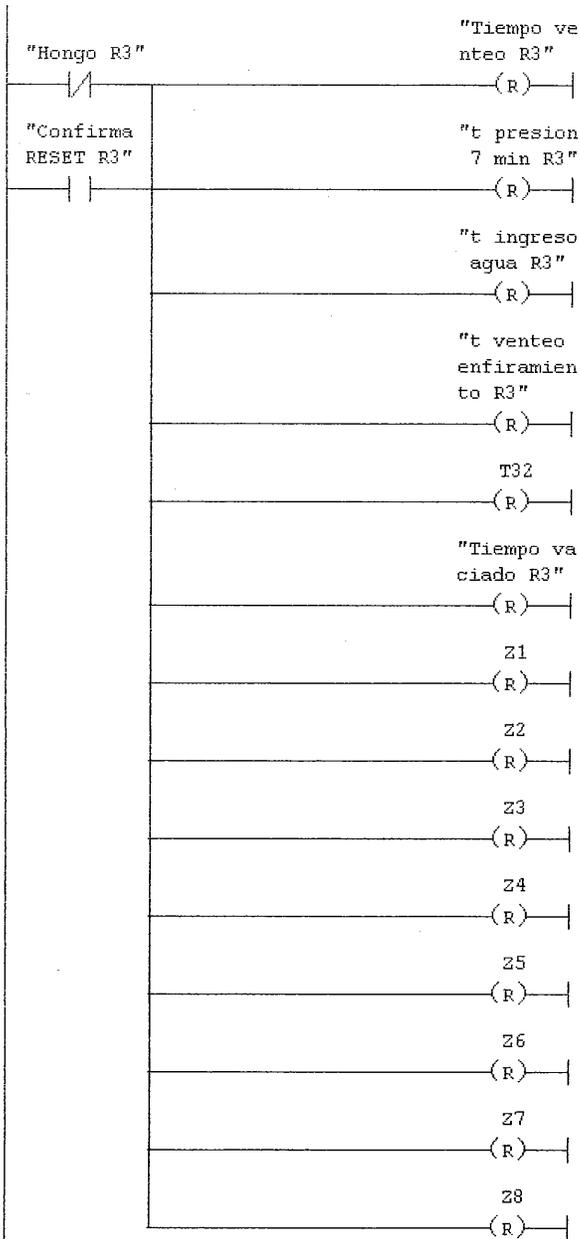


Segm.: 3 INICIO
RESETEO DE MARCAS PARA PREPARAR SECUENCIA AUTOMÁTICA



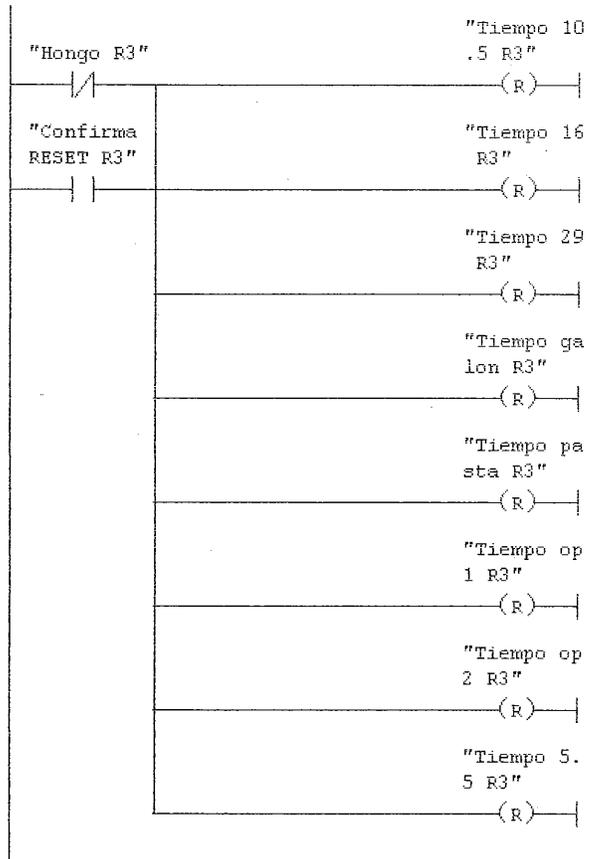
Segm.: 4 INICIO

RESETEO DE MARCAS PARA PREPARAR SECUENCIA AUTOMATICA



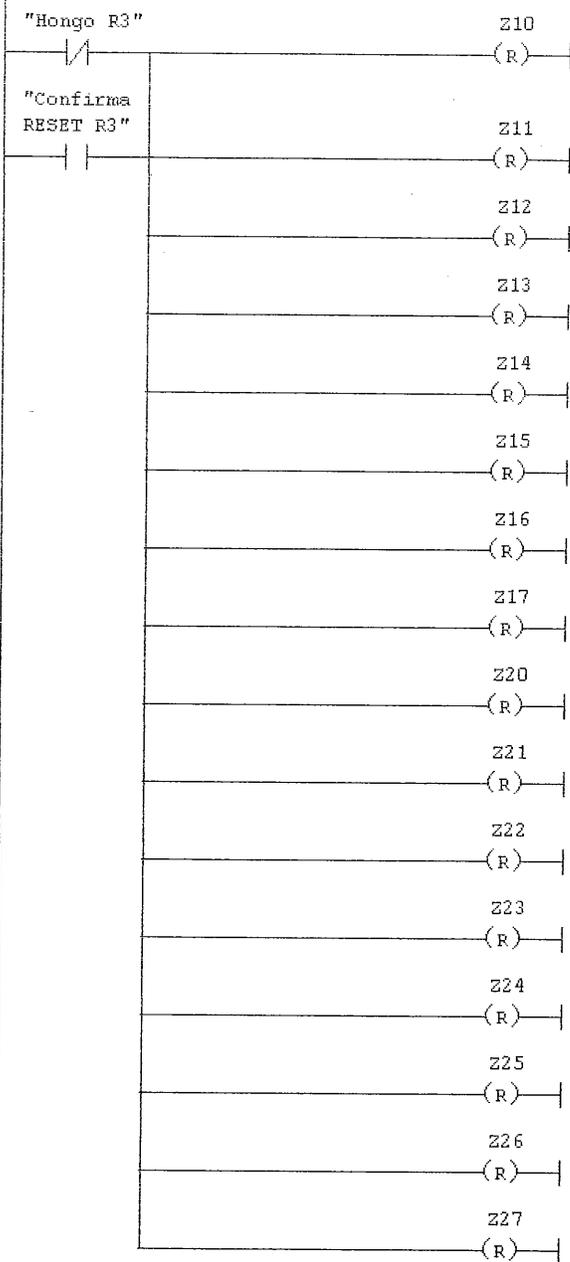
Segm.: 6 INICIO

RESETEO DE TIEMPOS DE PROCESO



Segm.: 5 INICIO

RESETEO DE MARCAS PARA PREPARAR SECUENCIA AUTOMATICA



FC6 - <offline>

"Valvulas y actuadores R3"

Nombre:

Familia:

Autor:

Versión: 0.1

Versión del bloque: 2

Hora y fecha Código: 28/06/2004 15:04:29

Interface: 20/01/2003 0:16:04

Longitud (bloque / código / datos): 00460 00340 00002

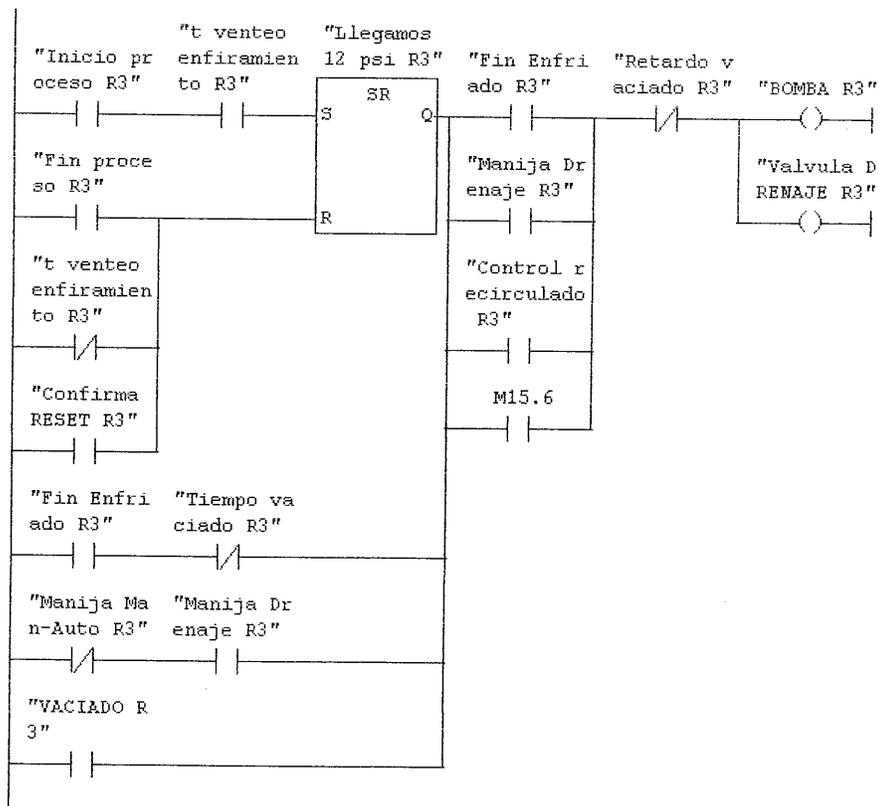
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloque: FC6

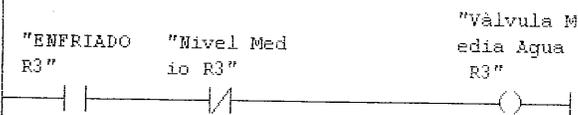
MANEJO DE VALVULAS Y ACTUADORES

Segm.: 1

MANEJO BOMBA DE AGUA PARA EL ENFRIAMIENTO

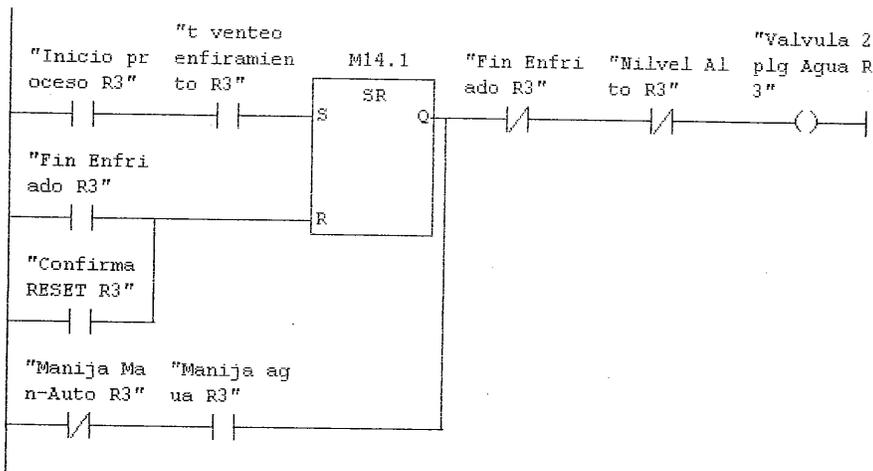


Segm.: 2



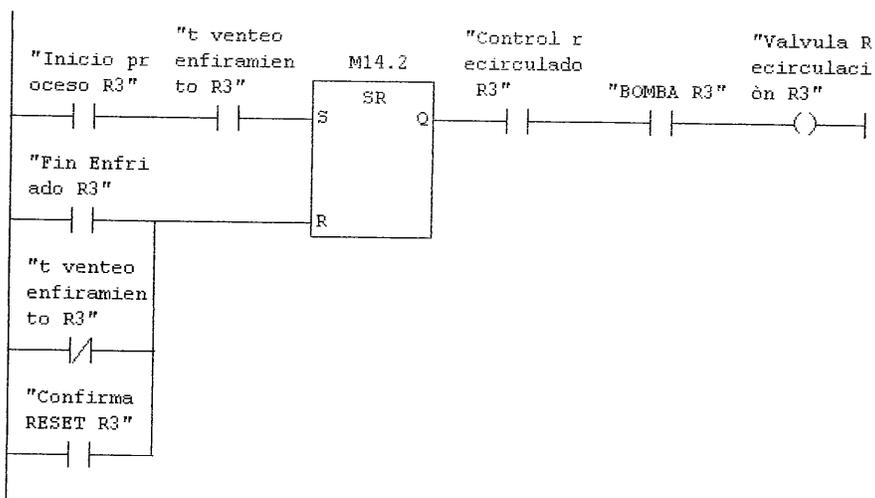
Segm.: 3

MANEJO VALVULA 1 AGUA DESDE DEPOSITO AEREO TANQUE RETORTAS

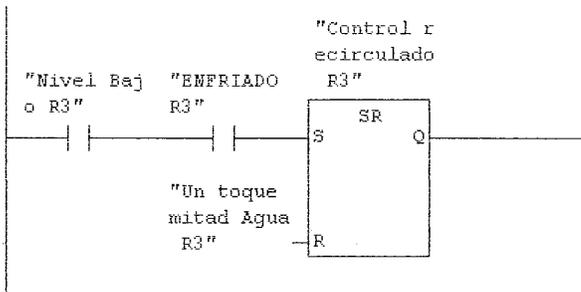


Segm.: 4

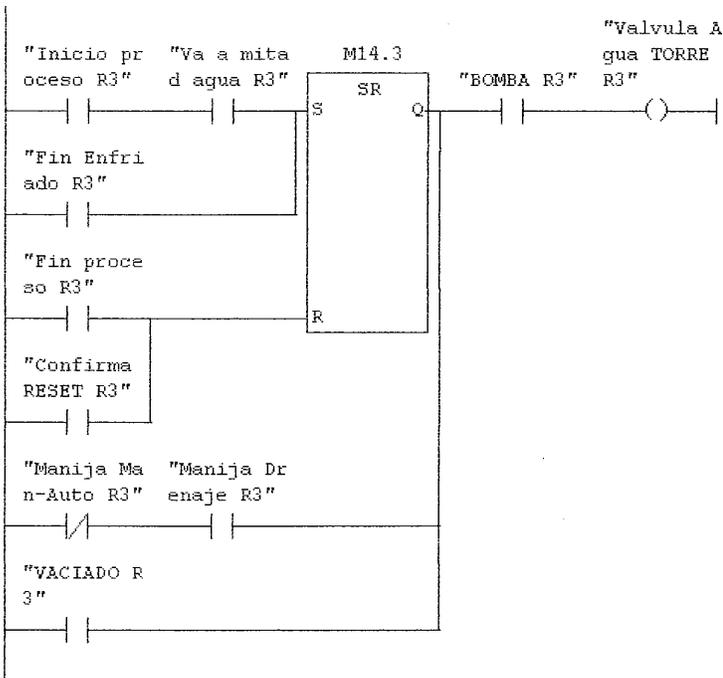
MANEJO VALVULA 2 AGUA PASO RECIRCULACION



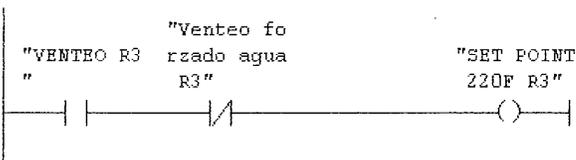
Segm.: 5
 control de la valvula de recirculacion



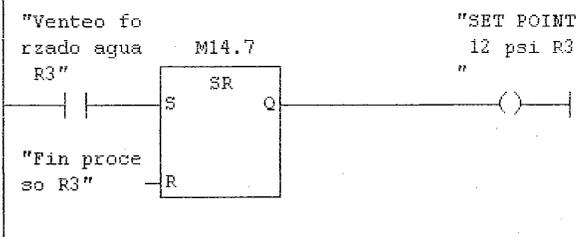
Segm.: 6
 MANEJO VALVULA 3 AGUA HACIA TORRE



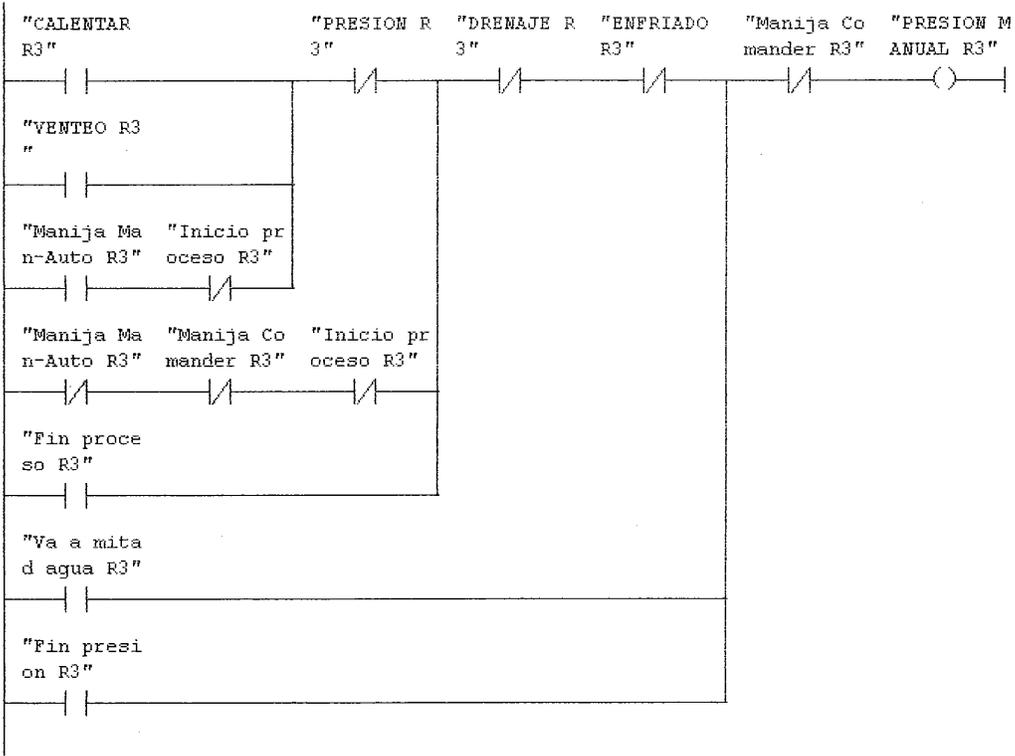
Segm.: 7
 AJUSTE SET POINT A 220F



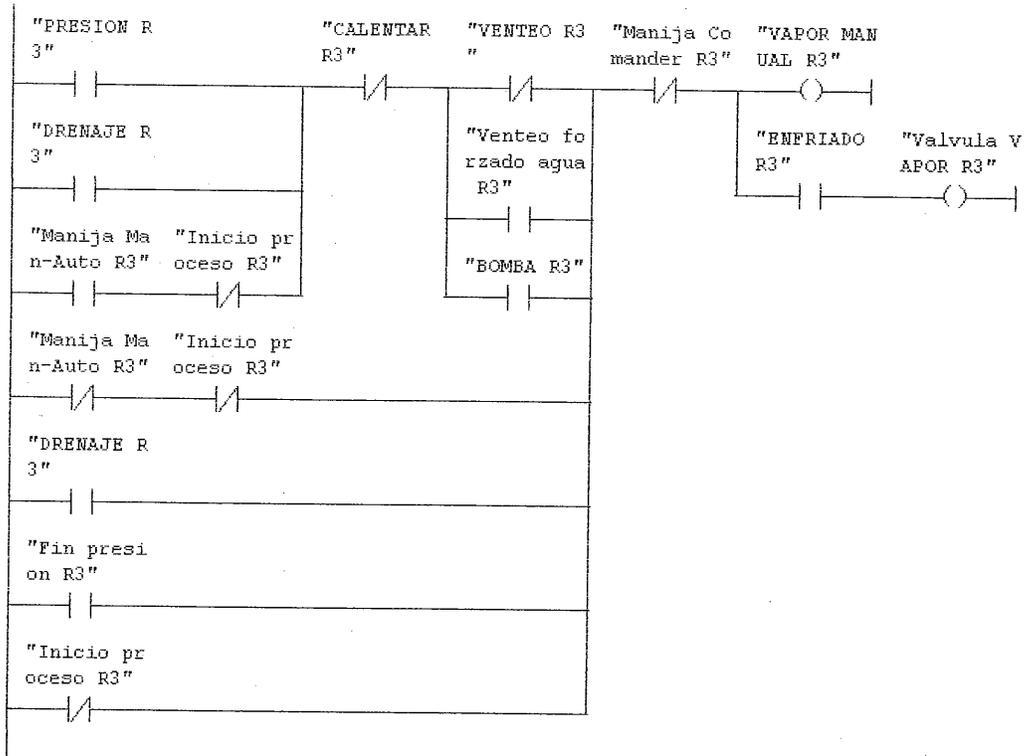
Segm.: 8
 AJUSTE PRESION A 12PSI



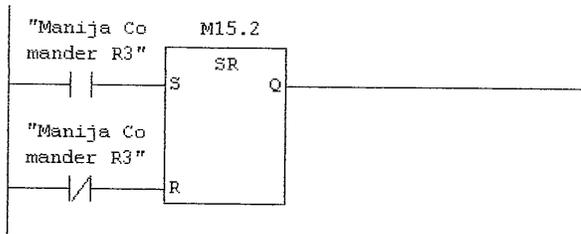
Segm.: 9
 PUESTA EN MANUAL DEL CONTROL DE LA PRESION DEL COMANDER



Segm.: 10
 PUESTA EN MANUAL DEL CONTROL DEL VAPOR DEL COMANDER 1900



Segm.: 11



Segm.: 12

