

**DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA
DE CONTROL PARA FILTRO PRENSA DE LEVADURA, BAVARIA S.A.
CERVECERÍA DE BOYACÁ, CON AUTÓMATA PROGRAMABLE**

CLAUDIA LILIANA ROJAS SÁNCHEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2004**

**DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA
DE CONTROL PARA FILTRO PRENSA DE LEVADURA BAVARIA S.A.
CERVECERÍA DE BOYACÁ, CON AUTÓMATA PROGRAMABLE**

CLAUDIA LILIANA ROJAS SÁNCHEZ

Este proyecto es presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Electrónico

Director

DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Ingeniero Electricista, Electrónico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2004

A mi familia, con el más sincero amor,
por ser quienes con esfuerzo y
dedicación, hicieron de este
sueño una realidad

Claudia.

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos a:

Daniel Alfonso Sierra Bueno, ingeniero electricista y electrónico, director del proyecto, amigo y guía, por su respaldo y entrega incondicional.

La Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, por la educación brindada, y por hacer posible el hecho de viajar y concretar el proyecto.

Francisco Javier Castro Dávila Ingeniero electricista de Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá, a la empresa misma y a todos los trabajadores que prestaron oportunamente su colaboración para hacer posible la realización del proyecto.

Dios a quien debo la vida de mi familia que lo ha dado todo; la vida de mis amigos que estuvieron en los buenos y malos momentos; la vida de todas las demás personas que acompañaron este caminar y la vida propia que he sabido llevar para alcanzar todo lo que tengo y todo lo que soy.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE FILTRO PRENSADO.	4
a. INTRODUCCIÓN.	4
b. PREPARACIÓN DE LAS ÁREAS DE COLECTORES, FILTRO PRENSA Y AUTÓLISIS.	5
c. PROCESO DE FILTRO PRENSADO.	10
2. IDENTIFICACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS EN EL ÁREA DEL FILTRO PRENSA DE LEVADURA.	12
a. INTRODUCCIÓN.	12
2.2 ENTRADAS DEL EQUIPO DE FILTRO PRENSA DE LEVADURA.	13
2.2.1 Interruptor de paro.	13
2.2.2 Presóstatos.	13
2.2.2.1 Presóstato de aire de membrana.	14
2.2.2.2 Presóstato tubería entrada de levadura.	14
2.2.2.3 Presóstato de presión baja de Unidad Motriz Hidráulica.	15
2.2.2.4 Presóstato de presión diferencial de unidad motriz hidráulica.	16
2.2.3 Detectores de proximidad tipo inductivos.	17
2.2.4 Elementos de mando.	18
2.2.5 Elementos de protección.	20
2.2.6 Confirmación de encendido de los motores.	21

2.3	SALIDAS DEL EQUIPO DE FILTRO PRENSA DE LEVADURA.	23
2.3.1	Válvulas de Unidad Motriz Hidráulica.	23
2.3.1.1	Válvula de alta y baja presión.	23
2.3.1.2	Válvula de apertura y cierre de prensa.	25
2.3.1.3	Válvula de avance y retroceso de cilindros.	25
2.3.2	Electroválvulas neumáticas.	26
2.3.3	Motores eléctricos.	27
2.3.4	Elementos de señalización.	28
2.3.5	Válvulas solenoides.	29
3.	ANÁLISIS DE SITUACIÓN EN EL SISTEMA DE CONTROL, ANTES DE ACTUALIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS REQUERIDOS.	31
3.1	INTRODUCCIÓN.	31
3.2	LÓGICA CABLEADA DE TABLERO PRINCIPAL.	31
3.3	LÓGICA CABLEADA DE TABLERO SECUNDARIO.	34
3.4	ELEMENTOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN.	35
3.5	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LÓGICA PROGRAMADA RESPECTO LA LÓGICA CABLEADA.	36
3.6	ELEMENTOS REQUERIDOS PARA REALIZAR LA IMPLEMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE CONTROL DEL FILTRO PRENSA DE LEVADURA.	39
3.6.1	BREAKER, BARRAJE Y TRANSFORMADOR E INTERRUPTORES MONOPOLARES.	39
3.6.2	GUARDAMOTORES Y CONTACTORES.	40
3.6.3	BORNAS.	41
3.6.4	MULTIPAR.	42
3.6.5	AUTÓMATA PROGRAMABLE TSX MICRO 3721 001.	42

3.6.6	MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS.	43
3.6.7	FUENTE REGULADA 110V -24V 5A.	44
3.6.8	INTERRUPTORES MONOPOLARES.	44
3.6.9	PULSADORES Y PILOTOS DE SEÑALIZACIÓN.	44
3.6.10	TERMINAL DE DIÁLOGO, MAGELIS XBTP022010.	45
4.	PROGRAMACIÓN EN PL7 PRO V 3.4 Y PROGRAMACIÓN EN XBTL1000 V 4.20.	47
4.1	PROGRAMA EN PL7 PRO V 3.4.	47
4.1.1	INICIO DEL PROGRAMA.	47
4.1.2	CONFIGURACIÓN.	49
4.1.3	CREACIÓN DE UNA SECCIÓN.	50
4.1.4	VARIABLES.	55
4.1.5	TABLAS DE ANIMACIÓN.	56
4.2	PROGRAMA EN LENGUAJE LADDER.	58
4.2.1	PRENSA ABRIÉNDOSE, PRENSA ABIERTA, MANDO COLGANTE, SENSORES Y SEPARACIÓN DE PLACAS.	60
4.2.2	PRENSA CERRÁNDOSE.	66
4.2.3	ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN DE BOMBA DE LEVADURA Y CONEXIÓN/DESCONEXIÓN DE AIRE DE MEMBRANA.	69
4.2.4	ARRANQUE/PARADA MOTORES DE: CIP, SINFÍN, AGITADOR Y BOMBA DE CERVEZA.	72
4.2.5	ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN BOMBA DE RELECHADA Y PARADA DE EMERGENCIA.	75
4.3	PROGRAMA EN XBTL1000 V 4.20.	77
5.	RESULTADOS, PRUEBAS Y POSIBLES MEJORAS.	84
5.1	INTRODUCCIÓN.	84
5.2	LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN.	84

5.3	TABLERO DE FUERZA.	85
5.4	TABLERO DE CONTROL.	87
5.4.1	Pruebas.	88
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	95
6.1	CONCLUSIONES.	95
6.2	RECOMENDACIONES.	97
	BIBLIOGRAFIA.	98
	GLOSARIO.	
	100	
	ANEXOS.	102

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Diagrama general que describe el principio y fin del proceso de filtro prensado.	4
2. Filtro prensa cerrado y tanques de recuperación de cerveza cerrados.	6
3. Dos de las 37placas que conforman el Filtro Prensa.	7
4. Orificios centrales de placas entrante y membrana.	8
5. Orificios superiores e inferiores de placas de membrana y entrantes.	8
6. Filtro Prensa abierto, limpieza de placas, tolva y tornillo sinfín.	9
7. Diagrama de flujo donde se describe un proceso de filtro prensado.	10
8. Equipo de Filtro Prensa de Levadura abierto.	12
9. Interruptor de paro.	13
10. Presóstato instalado en tubería de entrada de levadura.	14
11. Presóstato baja presión Unidad Motriz Hidráulica.	15
12. Presóstato de presión diferencial Unidad Motriz Hidráulica.	16
13. Detectores de proximidad tipo inductivos.	17
14. Selector, pulsadores salientes y pulsador de seta.	18
15. Guardamotor con contactos auxiliares laterales.	20
16. Contactador con bloques de contactos auxiliares.	21
17. Válvulas de alta y baja presión.	23
18. Válvula distribuidora 2/2.	24
19. Válvula distribuidora 4/2.	24
20. Válvula distribuidora 4/3 (apertura/cierre).	25
21. Válvula distribuidora 4/3.	25

22. Válvula distribuidora 4/3, empalmes cerrados en su posición de reposo.	26
23. Electroválvulas de unidad neumática.	26
24. Válvula distribuidora 3/2 (entrada de aire).	27
25. Válvula distribuidora 3/2 (salida de aire).	27
26. Motores eléctricos que conforman el filtro prensa de levadura.	27
27. Pilotos de señalización.	28
28. Parte interior del Tablero Principal.	32
29. Parte interior del Tablero Secundario.	34
30. Puertas de tableros principal y secundario.	35
31. PLC MICRO TSX 3721 001.	43
32. Puerta de tablero de control.	45
33. Navegador de aplicación.	48
34. Ventana para acceder a la configuración.	50
35. Ventana desplegada para crear una sección.	51
36. Primer escalón del programa para el PLC del filtro prensa.	54
37. Ventana en la cual se tiene acceso a crear o modificar nombres de variables.	56
38. Una de las tablas de animación de la aplicación para el filtro prensa.	57
39. Etiquetas %L7, %L8 y %L9 del programa para filtro prensa de levadura.	60
40. Etiquetas %L2 y %L3 del programa para filtro prensa de levadura.	61
41. Etiquetas %L0 y %L1 del programa para filtro prensa de levadura.	63
42. Etiquetas %L10 y %L11 del programa para filtro prensa de levadura.	64
43. Etiquetas %L4, %L5 y %L6 del programa para filtro prensa de	

levadura.	67
44. Etiquetas %L12 y %L13 del programa para filtro prensa de levadura.	70
45. Etiquetas %L14 y %L15 del programa para filtro prensa de levadura.	71
46. Etiquetas %L16 y %L17 del programa para filtro prensa de levadura.	73
47. Etiqueta %L18 del programa para filtro prensa de levadura.	75
48. Etiquetas %L19 y %L20, del programa para filtro prensa de levadura.	76
49. Terminal de diálogo MAGELIS.	77
50. Ventana que permite la configuración del tipo de terminal.	78
51. Ejemplo en el que se asocia una variable a un campo de una página de aplicación.	80
52. Creación de páginas de alarma.	81
53. Ventana para la Configuración de la Tabla de Diálogo.	82
54. Secciones que hacen parte del tablero de fuerza, incluyendo su puerta y una toma en donde se observa completo.	86
55. Exterior e interior del nuevo tablero de control.	88
56. Escalón de parada de emergencia.	90
57. Etiqueta %L21 denominada Temperatura soluciones CIP.	93
58. Parada de emergencia para el accionamiento del motor del tornillo sinfín.	94

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Lista de entradas del sistema de control para el filtro prensa de levadura	22
2. Características de los motores	28
3. Lista de salidas del sistema de control para el filtro prensa de levadura	29
4. Relación de contactores y guardamotores escogidos según características de motores	41
5. Referencias de guardamotores y contactores, consultados en catálogos de Moeller	41
6. Objetos del lenguaje, para elementos gráficos de Ladder	52
7. Lenguaje Ladder - Elementos gráficos	53
8. Comentarios y etiquetas para los escalones de la sección Filtrop	55
9. Objetos de memoria de la sección Filtrop	58
10. Variables asociadas a los objetos de entrada salida de la sección Filtrop.	59
11. Partes del terminal MAGELIS	78
12. Indicadores del estado del autómeta	89

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Programa en PL7 Pro V 3.4.	102
Anexo B. Planos eléctricos en Autocad.	110
Anexo C. Posibles mejoras.	111

TITULO: **DISEÑO IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA FILTRO PRENSA DE LEVADURA BAVARIA S.A. CERVECERÍA DE BOYACÁ CON AUTOMATA PROGRAMABLE*.**

AUTORES: Claudia Liliana Rojas Sánchez**

PALABRAS CLAVES: Filtro prensa, PLC (Controlador lógico Programable), terminal de diálogo, lógica cableada, lógica programada, electroválvulas, instrumentación, unidad hidráulica.

DESCRIPCIÓN

La levadura que fermenta la cerveza en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá es recolectada y filtrada con el fin de recuperar cerveza y aprovechar levadura. El filtro prensa de levadura es el equipo utilizado para esta labor. El sistema cuenta con una unidad hidráulica, placas, y elementos de instrumentación como: electroválvulas hidráulicas y neumáticas, sensores, presostatos. Se estudió el proceso de filtro prensado como base del conocimiento, además del plano hidráulico y características de la instrumentación. La actualización del sistema de control del Filtro Prensa de Levadura, consistió en cambiar la lógica cableada por lógica programada mediante la utilización de un PLC marca Telemecanique serie Micro, programado con software PL7-Pro V3.4; minimizando el tiempo de resolución de fallas y dando lugar a una mayor eficiencia en las labores de mantenimiento. La lógica implementada, permite la comunicación con sistemas informáticos, como lo son consolas de programación o terminales de diálogo; para el caso se instaló un terminal de diálogo de la gama Magelis el cual se programó con software XBTL 1000 V4.20. Este tipo de lógica tiene la propiedad de extender la aplicación de manera práctica, ya sea añadiendo hardware o modificando la programación, lo cual amplía enormemente las prestaciones del sistema. El tipo de PLC se seleccionó y programó de acuerdo a las reglas de control, diseño establecido y necesidades de la parte operativa, teniendo en cuenta una correcta elección de los módulos de entrada/salida, tipos de señal y necesidades de explotación. Por último se instalaron en campo los elementos constituyentes del sistema, se interconectaron con el PLC, se realizaron pruebas a los mismos y se verificó que su funcionamiento fuera el correcto.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Ingeniería Electrónica. Director Ing. Daniel Alfonso Sierra Bueno.

TITLE: **DESIGN IMPLEMENTATION AND PUT INTO OPERATION OF A CONTROL SYSTEM FOR YEAST-PRESS-FILTER BAVARIA S.A. CERVECERIA OF BOYACA WITH PRLOGRAMMER LOGIC CONTOLLER*.**

AUTHORS: Claudia Liliana Rojas Sánchez**

KEY WORDS: Press filter, PLC (Programmer Logic Controller), dialogue terminal, wiring logic, programming logic, electro valves, instrumentation, hydraulic unit.

DESCRIPTION

The yeast to ferment the beer in Bavaria S.A. Cervecería of Boyacá is collect y filtered to recover beer and to make use yeast. The yeast press filter is the equipment used to this job. The system have a hydraulic unit, plates and instrumentation elements like: hydraulic and pneumatic valves, sensors, press switch. The pressing filter process was studied like knowledge base, also the hydraulic plan and instrumentation characteristics. The control system actualization of the yeast press filter, consisted to change the wiring logic by programming logic by means of a PLC Telemecanique Micro, programmed with software PL7-Pro V3.4; reducing the faults resolution time to provide a better efficiency to the maintenance works. The implemented logic, permits the communications with computing systems, like programming consoles or dialogue terminal; in this case installed a Magelis this one was programmed with software XBTL 1000 V4.20. This type of the logic has the property of extend the application of a practical manner, add hardware o modified the program, this extend enormously the system performance. The PLC was selected and programmed according to control rules, design and requirements of the operative part, taking into account the correct election of input/output modules, signal types and exploitation requirements. Finally all the system elements were installed and interconnected with the PLC, made proof and verified that the operation was correct.

*Thesis

** Physical-Mechanic Engineering Faculty. Electric, Electronic and Telecommunications Engineering School. Conductor: Ing. Daniel Alfonso Sierra Bueno

INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta el trabajo de grado que gracias a la Universidad Industrial de Santander, a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, al grupo de Investigación CEMOS (Control, Electrónica Modelado y Simulación) y a la empresa Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá pudo llevarse a cabo de la mejor manera, logrando diseñar, implementar y poner en marcha la actualización para el sistema de control del Filtro Prensa de Levadura de Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá.

La lógica de control en el que se encuentra implementado es del tipo cableada y el objetivo principal es hacer que el Filtro Prensa tenga el mismo principio de funcionamiento, contando con el tipo de lógica programada mediante un Controlador Lógico Programable (PLC) o Autómata Programable.

En los dos primeros capítulos se da una descripción breve de cómo se prepara el equipo y a su vez cómo éste procesa la levadura, así se tendrán las pautas a seguir, para hacer fácil la interpretación y comprensión del diseño implementado en el equipo. Luego de esto, se hace mención de la clase y número de Entradas y Salidas del equipo de Filtro Prensa de Levadura, además de sus características técnicas de operación, complementándose de esta manera el capítulo anterior, ya que con el conocimiento general del sistema no basta, si se quiere dar a entender en lo que consistió el trabajo realizado y cumplir con el objetivo de mostrar de forma clara y sencilla la operación del sistema.

Teniendo una breve documentación del proceso y especificaciones funcionales del equipo, en el tercer capítulo se muestra, cuáles eran las condiciones en las que se encontraba los tableros de control del filtro prensa, complementando además con una descripción de los cambios propuestos de automatización con lógica cableada por lógica programada exponiendo ventajas y desventajas de cada una de las opciones tecnológicas y además de porqué se decidió realizar el cambio.

El capítulo siguiente presenta el software de programación utilizado tanto para el PLC como para el terminal de diálogo, el capítulo expone cómo a través del conocimiento previo del equipo y su funcionamiento se logra tener la capacidad de elegir adecuadamente los comandos a utilizar para que el equipo tenga un buen desempeño.

El capítulo cinco contiene las pruebas que se hicieron necesarias en el momento de la implementación para el equipo. Se menciona los parámetros que se siguieron para escoger los elementos que se instalaron, incluyendo especificaciones técnicas y la función que desempeñan en el montaje. Además se incluye la forma como se redistribuyen los elementos en los tableros. También se dan a conocer las dificultades que se presentaron, los resultados que se obtuvieron y las posibles mejoras que se podrían hacer con el fin de que el equipo operara de la mejor forma posible.

En la parte final del trabajo se encuentran las conclusiones y observaciones del proyecto, las cuales se tienen de acuerdo a lo que se planteó en un principio y se logró según lo que se propuso en los objetivos, para la actualización de la lógica de control con la que operaba el Filtro Prensa de Levadura. Como complemento del trabajo se tienen los anexos, en los que se cuenta con los planos eléctricos que se elaboraron para dar a conocer la

nueva distribución de los tableros y cómo se interconectaron los elementos de campo, también se encuentra el programa que se tiene en el PLC, con el cual el equipo cuenta en este momento y está funcionando correctamente.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE FILTROPRESADO

1.1 INTRODUCCIÓN

El equipo del Filtro Prensa de Levadura, con el cual cuenta Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá, desempeña un papel importante en el aprovechamiento de un recurso natural, como lo es la Levadura.

Como es sabido la cerveza alcanza su nivel de alcohol gracias al proceso de fermentación al cual es sometido el mosto. La fermentación se logra mediante la dosificación de levadura a los unitanques a los que llegan los cocimientos previamente enfriados. Después del tiempo justo que debe permanecer la levadura en los unitanques se traslada a los colectores, allí es precisamente donde la levadura está lista para filtro prensar.

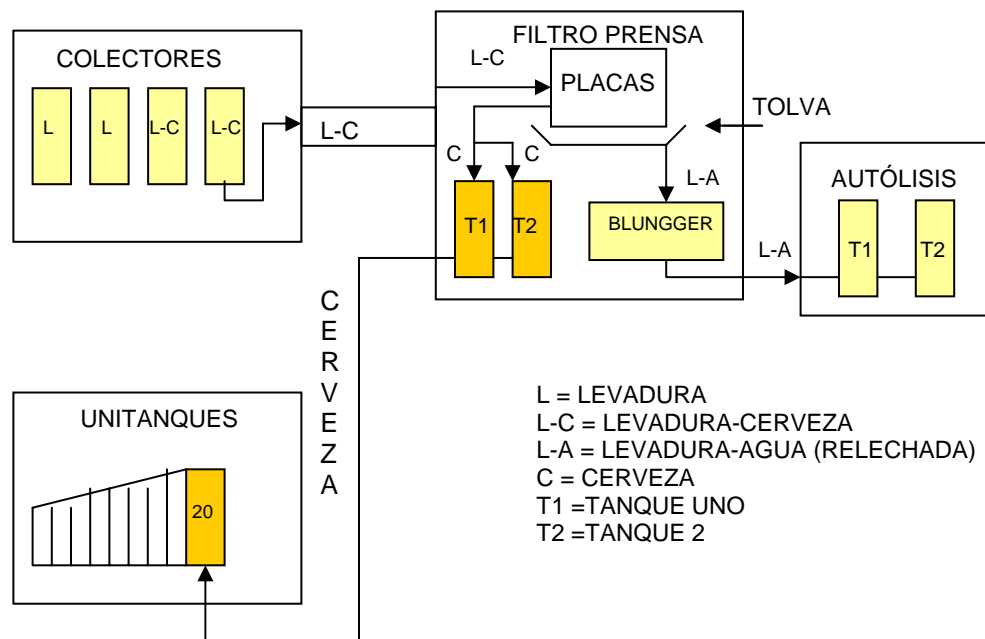


Figura 1. Diagrama general que describe el principio y fin del proceso de filtro prensado

En la figura 1 se muestra claramente de donde proviene la levadura que se transporta hacia el filtro prensa. En el filtro prensa se cuenta con una bomba neumática que impulsa la levadura para que pueda entrar a la prensa. La prensa está dotada de 37 placas, las cuales se unen al cerrarse la prensa y en medio de ellas se va quedando la levadura y va saliendo la cerveza para ser almacenada en T1 y T2 (C); de ellos luego será conducida al unitanque 20, que es un tanque con capacidad de 5000 hectolitros y es el lugar destinado para la cerveza que viene del filtro. Por otra parte una vez la levadura se haya retirado de las placas caerá a una tolva donde por medio de la acción de un tornillo sinfín se deposita en un tanque denominado **blungger**, en el cual la levadura que cae de la tolva se mezcla con agua y el agitador con el cual está provisto ayuda para hacer una mezcla más consistente y poder ser trasladada a T1 o a T2 del área de autólisis, es allí donde terminan de morir las pocas células vivas que queden de la levadura.

Gracias a la información que día a día se iba recolectando, con las entrevistas a los diferentes operarios e ingenieros se logra describir todas las características del proceso de fermentación de la cerveza y de filtro prensado, esa es entonces la fuente de información.

1.2 PREPARACIÓN DE LAS ÁREAS DE COLECTORES, FILTRO PRENSA Y AUTOLISIS

Se iniciará con la descripción de la primer área que consta de cuatro tanques denominados **colectores**, cuya capacidad alcanza los 150 hectolitros. Los colectores son utilizados únicamente para el almacenamiento de levadura. Los tanques están numerados de uno a cuatro. La levadura que llega al área del filtro-prensa se obtiene de cualquier colector, siempre y cuando sea levadura que no sirva para fermentar; es con la que se trabaja

para recuperar cerveza. Se define inicialmente de cuál colector (1, 2, 3 ó 4) se transfiere levadura para filtro-prensa. Una vez determinado el colector del cual se extraerá levadura, se conectan los codos necesarios para que la comunicación entre tuberías sea la correcta. Luego, se procede a abrir una válvula manual que da paso de aire hacia la parte superior del colector de donde se va a extraer levadura, la válvula se deja abierta hasta alcanzar un valor de presión de **3 Libras por pulgada cuadrada** (*Pound Square Inch*) (PSI) y en ese momento la levadura empieza su ascenso hacia el Filtro Prensa.

En el Filtro Prensa deben hacerse previamente los arreglos necesarios entre tuberías y válvulas manuales para poder dar inicio al paso de levadura, el Filtro debe estar cerrado, es decir sus 37 placas deben estar totalmente unidas, lo cual se logra a través de un pistón hidráulico que hace presión sobre las placas; los tanques que se encuentran en el área del Filtro Prensa también deben estar herméticamente cerrados.



Figura 2. Filtro prensa cerrado y tanques de recuperación de cerveza cerrados
(Fotografía tomada en Bavaria S.A Cervecería de Boyacá)

Las placas que conforman el Filtro Prensa de levadura se muestran en la figura 3 en donde se logra ver el agujero central el cual permite el paso de la

levadura para que se quede en medio de las placas y los cuatro orificios en las esquinas que son para conducir la cerveza recuperada a las tuberías que comunican con los tanques que la almacenan.



Figura 3. Dos de las 37placas que conforman el Filtro Prensa
(Fotografía tomada en Bavaria S.A Cervecería de Boyacá)

La figura 3 contiene los dos tipos de placas, de membrana y entrante, así es cómo se ven cuando no están cubiertas por las telas que van sujetas a las placas por medio de varillas y amarres plásticos. Gracias al tipo de material de las telas es que se logra que la levadura se queda en medio de las placas mientras que la cerveza sale. Existen algunas diferencias entre las placas de membrana y las placas entrantes como son: las placas de membrana son huecas, las placas entrantes son macizas; por tal razón, las placas de membrana poseen un agujero central diferente al agujero central de la placa entrante; la superficie de las placas de membrana es diferente de la superficie de la placa entrante; en la figura 4 se logran observar estas diferencias. En la prensa las placas deben ir intercaladas, es decir, una placa de membrana, seguida por una placa entrante, con el fin de permitir que fluya eficientemente el material por la prensa, hacia las tuberías que conducen la cerveza recuperada. Los dos tipos de placas tienen las mismas dimensiones y están construidas del mismo material.

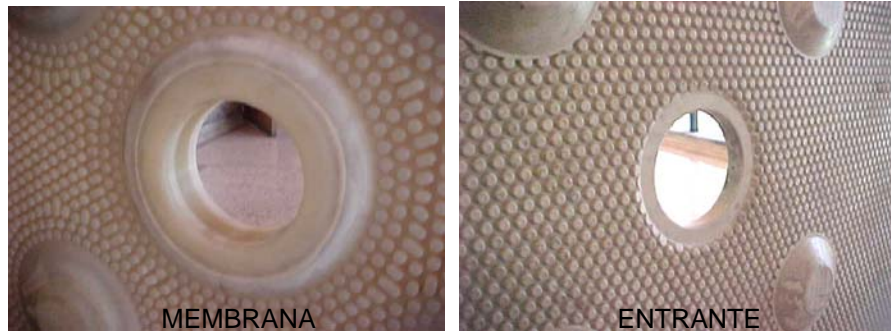


Figura 4. Orificios centrales de placas entrante y membrana
(Fotografía tomada en Bavaria S.A Cervecería de Boyacá)

Las placas se comunican entre sí, por medio de unos agujeros muy pequeños, con el fin de pasar cerveza de una placa a la otra. Los orificios de las placas de membrana son seis y están ubicados de forma que la cerveza pueda salir fácilmente; en cambio, las placas entrantes tienen situados sus tres agujeros en la parte frontal de cada una.



Figura 5. Orificios superiores e inferiores de placas de membrana y entrantes
(Fotografía tomada en Bavaria S.A Cervecería de Boyacá)

En el área de autólisis se encuentran dos tanques; el tanque que se encuentre disponible para recibir la levadura ya procesada que viene del filtro prensa debe estar cerrado y el arreglo de tuberías debe ser el correcto para no perder el producto cuando se inicie su traslado al área en mención.

Teniendo en cuenta el conocimiento del origen y destino de la levadura se describirá a continuación el proceso al cual se somete en el filtro-prensa. La levadura satura el filtro después de un periodo de dos a tres horas. En medio de las placas se ha formado una capa de aproximadamente 2 cm de espesor de levadura, para limpiarlas fácilmente se inyecta aire de tal modo que después de una hora la levadura pasa a un estado casi sólido. El filtro puede abrirse y se utiliza el mecanismo separador para poder limpiar una a una las placas, con una espátula de mango metálico y paleta plástica.



Figura 6. Filtro Prensa abierto, limpieza de placas, tolva y tornillo sinfín
(Fotografía tomada en Bavaria S.A Cervecería de Boyacá)

La levadura seca cae a una tolva que dispone de un tornillo sinfín al cual se añade un poco de agua con el fin de que la levadura pase al **Blunger** el cual está provisto de un agitador para hacer más consistente la mezcla y pueda ser llevada a los tanques de autólisis de una forma más fácil.

1.3 PROCESO DE FILTROPRESADO

Se mostrará a continuación un diagrama de flujo en el cual se especifica paso a paso en qué consiste el proceso de filtroprensado. Se debe hacer claridad en el hecho de que se escogieron ciertas condiciones con las que se pretende dar un inicio al proceso y así hacerlo cíclico.

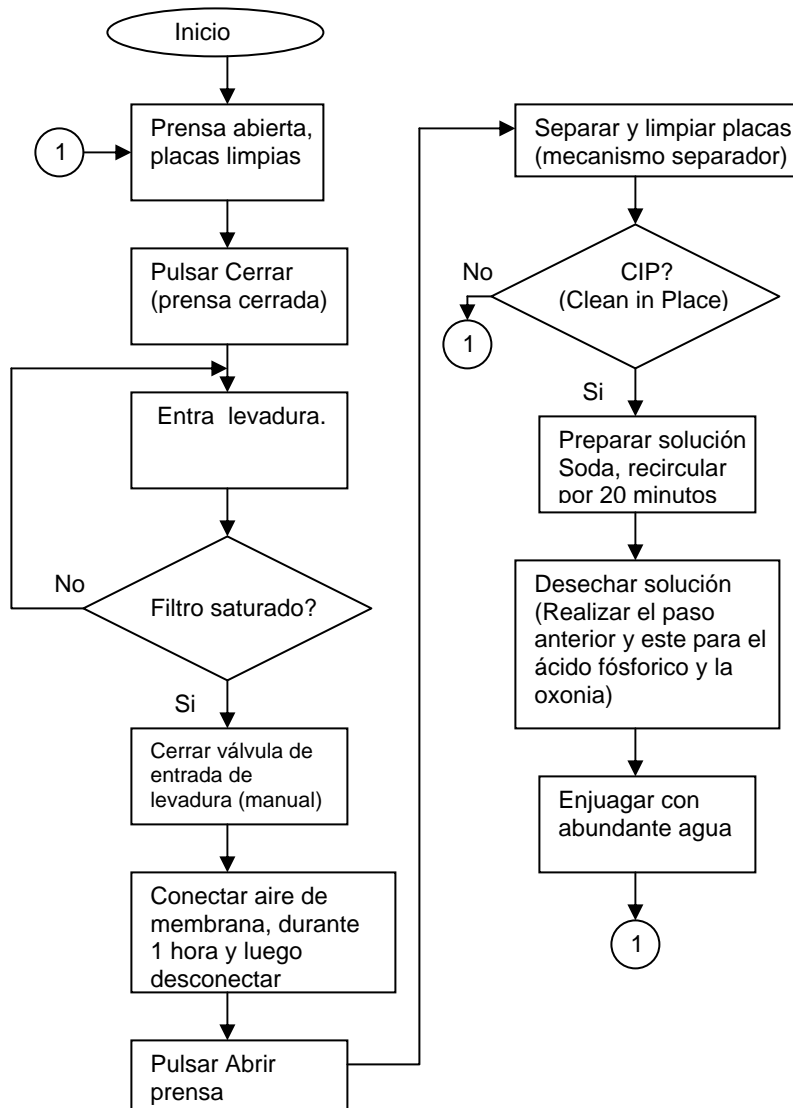


Figura 7. Diagrama de flujo donde se describe un proceso de filtroprensado

Este diagrama de flujo muestra lo que normalmente hace un operario con la levadura que se utiliza para filtro prensar. En base a la información recolectada, se logran establecer algunas de las condiciones necesarias para la operación del equipo. Sin embargo no basta con saber sólo lo que se hace con el equipo, sino además se requiere saber cómo lo hace, es por esa razón que en el capítulo siguiente se mencionarán uno a uno los elementos de instrumentación con los que cuenta el equipo para su operación.

2. IDENTIFICACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS EN EL ÁREA DEL FILTRO PRENSA DE LEVADURA

2.1 INTRODUCCIÓN



Figura 8. Equipo de Filtro Prensa de Levadura abierto
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

Después de haber conocido la documentación del proceso y lograr interpretarlo, se puede abordar otro de los puntos que hacen parte del desarrollo de un proceso con Autómata Programable y se trata de la Identificación de Entradas y Salidas, actividad que se realiza teniendo en cuenta el objetivo de un sistema de control el cual busca que las salidas (variables controladas) puedan ser controladas de alguna forma mediante las entradas (señales actuantes) a través de los elementos que conforman el sistema de control, que para el caso es un **Controlador Lógico Programable** (*Programmable Logic Controller*), **PLC**.

2.4 ENTRADAS DEL EQUIPO DE FILTRO PRENSA DE LEVADURA

2.2.7 Interruptor de paro

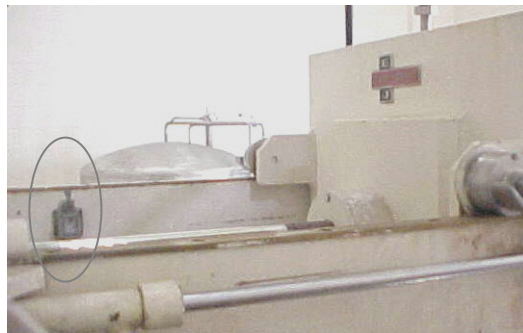


Figura 9. Interruptor de paro
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

El interruptor de paro o final de carrera tiene un contacto Normalmente Abierto (NA) y su accionamiento es frontal, es decir tiene una cabeza cilíndrica o vástago de acero, en forma vertical, el cual al entrar en contacto con los rodamientos de la placa fija de la prensa es accionado por ella, es decir, se cierra. Gracias a su accionamiento se determina si la prensa está totalmente abierta.

2.2.8 Presóstatos

Los presóstatos son los elementos que al detectar cambios de presión abren o cierran un circuito. El equipo dispone de cuatro presóstatos los cuales se describen detalladamente a continuación, con el fin de comprender la función que cumplen en el sistema.

2.2.8.1 Presóstato de aire de membrana

Se denomina presóstato de aire de membrana porque es el que se utiliza para controlar las presiones en la entrada y salida de aire de membrana y es denominado aire de membrana puesto que es precisamente por las placas de membrana por las que entra el aire a la prensa, por medio de electroválvulas neumáticas, para secar la levadura. Tiene un contacto normalmente abierto (NA) y un contacto normalmente cerrado (NC), el contacto NA no está conectado pues la aplicación en particular no lo requiere. A presión mínima (0 PSI) el presóstato tiene asociado el contacto NC el cual se abre al percibir el valor de presión máxima. Este accionamiento por presión, presóstato o interruptor de presión se calibra por medio de un tornillo que hace que un resorte se acerque o se aleje de una platina que acciona los contactos eléctricos, así es que a mayor presión se requiera, más lejano debe estar el resorte y viceversa.

2.2.8.2 Presóstato tubería entrada de levadura



Figura 10. Presóstato instalado en tubería de entrada de levadura
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

El presóstato ubicado en la tubería de entrada de levadura, tiene un contacto NA (no se encuentra conectado) y uno NC al cual está asociado la mínima presión; el presóstato es de tipo on-off con presión 0 PSI el contacto está cerrado, y con un valor diferente de 0 PSI se abre.

2.2.8.3 Presóstato de presión baja de Unidad Motriz Hidráulica



Figura 11. Presóstato baja presión Unidad Motriz Hidráulica
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

El presóstato de baja presión hace parte de la Unidad Motriz Hidráulica, también tiene dos contactos uno NC (no se encuentra conectado) y uno NA el cual está asociado a la presión mínima (0 PSI) cuando la Unidad alcanza una presión de 900 PSI el contacto se cierra. El valor de presión máxima se puede calibrar gracias a una perilla de la cual dispone este dispositivo. Cuando se requiere cerrar la prensa, el motor de la unidad hidráulica se enciende y la presión sube progresivamente de 0 a 900 PSI y ese valor de presión es la condición que se necesita como base para lograr valores de presión tan altos como 4000 o 4300 PSI presiones que son controladas por otro presóstato que también hace parte de la Unidad Hidráulica y que se describe a continuación.

2.2.8.4 Presóstato de presión diferencial de unidad motriz hidráulica



Figura 12. Presóstato de presión diferencial Unidad Motriz Hidráulica
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

El presóstato de presión diferencial de la Unidad Hidráulica es de Sistema tubular, pues funciona con un muelle tubular que acciona los contactos eléctricos de acuerdo con la variación de presión. Tiene dos contactos NA asociados a la mínima presión (4000 PSI), cuando se alcanza la máxima presión (4300 PSI) se cierran a la vez. Se denomina de presión diferencial pues él está encargado de controlar un valor mínimo que no es 0 PSI y uno máximo que sí corresponde al valor más alto que puede lograrse con el sistema hidráulico. Los valores de presión son calibrados con dos tornillos, se pueden visualizar al lado izquierdo de la figura 12, con el tornillo delantero se calibra el valor alto de presión diferencial y con el tornillo trasero se calibra el valor bajo de presión diferencial.

Si se retoma el caso de cuando se ordena cerrar la prensa, después de que se haya alcanzado el valor de 900 PSI, el motor sigue encendido hasta lograr el valor de presión diferencial máximo (4300) el motor debe parar y se dice que la prensa se encuentra cerrada; en ese momento puede iniciar el paso

de levadura. A medida que la levadura entra al filtro, la unidad hidráulica va perdiendo presión. El valor mínimo de presión diferencial al cual debe llegar, deberá ser el que está calibrado en el presóstato y corresponde a 4000 PSI, en ese momento el motor vuelve a encenderse con el fin de que la presión vuelva a subir al valor máximo de presión diferencial el cual es 4300 PSI, así se mantiene operando la unidad hasta que el filtro prensa se sature y se decida colocar el aire para secar la levadura y luego abrir la prensa.

2.2.9 Detectores de proximidad tipo inductivos



Figura 13. Detectores de proximidad tipo inductivos
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

Los detectores de proximidad inductivos son dispositivos empleados para el control de presencia, ausencia o final de recorrido de una pieza metálica sin necesidad de tener contacto con ella. Al percibir la cercanía de un objeto metálico, el campo magnético creado por el bobinado del oscilador que lo compone, varía a causa de las corrientes inducidas, constituyendo una carga que ocasiona la interrupción de las oscilaciones y un circuito de conmutación equivalente a un contacto abierto o cerrado genera una señal de salida. En el caso de este tipo de sensor se debe trabajar necesariamente en serie con la bobina de un relé, para lograr la señal de tensión baja o alta. La señal de

salida del sensor activará la bobina del relé que a su vez activará un contacto NA o NC que tiene asociado. El filtro Prensa tiene cuatro detectores de tipo inductivo, dos a la izquierda y dos a la derecha, cada uno con un contacto abierto y un led indicador de señal que se enciende al acercarse la pieza metálica. Los detectores tienen la función de controlar la posición de los dientes que se desplazan a lo largo de la prensa cuando se está utilizando el mecanismo de separación de las placas.

2.2.10 Elementos de mando



Figura 14. Selector, pulsadores salientes y pulsador de seta
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

Se mencionarán las características de los pulsadores, de las estaciones de mando y de los selectores, los cuales son los elementos que constituyen otra parte de las entradas al sistema.

Los pulsadores son elementos accionados por el operario con el fin de establecer la activación y desactivación de algún actuador. De acuerdo a la función que deben realizar se tienen: pulsadores con contactos NC para abrir un circuito ó NA para cerrar un circuito. De acuerdo a su forma exterior, se

tienen: pulsadores rasantes y salientes generalmente usados en el arranque o parada, conexión, desconexión; pulsadores de seta, para detener momentáneamente la máquina en situaciones de emergencia que por su forma y tamaño, facilitan al operario su maniobra.

Los selectores son otro tipo de elemento de mando y se emplean cuando se debe elegir cierto tipo de actividad. Para el caso se utiliza un selector de tres posiciones, con posición mantenida o enclavamiento para determinar si se va a realizar un proceso de filtro prensado o un CIP.

El filtro prensa, además cuenta con un mando colgante, el cual tiene dos pulsadores con contactos NA que se cierran al oprimir los pulsadores. Se utiliza este mando para dar arranque al motor de la unidad hidráulica y hacer posible la separación de las placas. El hecho de tener que oprimir los dos pulsadores al tiempo se hace por seguridad, ya que en un momento dado cualquier operario puede estar oprimiendo un pulsador del mando con una mano y la otra probablemente dejarla en medio de las placas que se están separando y provocar un accidente.

En el área del Filtro Prensa hay dos niveles, en el primer nivel los operarios pasan la mayor parte del tiempo y las estaciones de mando se utilizan en este caso para evitar que el accionamiento de ciertas bombas deba hacerse desde el segundo nivel, que es donde se encuentran los tableros de control. Las estaciones de mando están dotadas de un contacto NA para cerrar el circuito (utilizado para el arranque) y un contacto NC para abrir el circuito (utilizado para la parada).

Las estaciones de mando facilitan en muchas ocasiones un accionamiento. Se podría pensar que es innecesario tener acceso al control de encendido y

apagado de una máquina en dos partes (tablero y estación), pero así como un operario se puede encontrar en un lugar la mayor parte del tiempo, también puede que en alguna oportunidad el accione un motor o una bomba desde el lugar donde se encuentra. Es necesario aclarar que no siempre se utilizan las estaciones de mando, pues producirían un gasto adicional alto si se pensara en implementar para todos los elementos, es solo para lo estrictamente necesario.

2.2.11 Elementos de protección



Figura 15. Guardamotor con contactos auxiliares laterales
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

El guardamotor es un elemento de protección, para una carga, elementos de maniobra o la instalación en sí. Con él se previenen daños producidos por intensidades generadas por algún daño mecánico o eléctrico. Su accionamiento es manual y consiste en girar en sentido horario la perilla de color negro que se muestra en la figura 15; la desconexión se produce cuando la perilla gira en sentido contrario de las manecillas del reloj ya sea: voluntariamente para desenergizar momentáneamente el circuito; o automáticamente, provocada por un sobrepaso del valor de corriente

ajustado o un corto circuito. El ajuste del valor de corriente se hace con la rueda amarilla que aparece de lado derecho de la perilla negra. El rango de valores que debe tenerse en cuenta para adquirir el guardamotor depende de la corriente nominal del motor. En la figura 15 además se muestra un bloque de contactos auxiliares laterales, que manejan un contacto NA y un contacto NC, con los cuales se controla el estado del guardamotor. Para el caso del filtro prensa se tienen cinco motores por lo tanto se tienen cinco contactos NA que serán entradas al sistema.

2.2.12 Confirmación de encendido de los motores

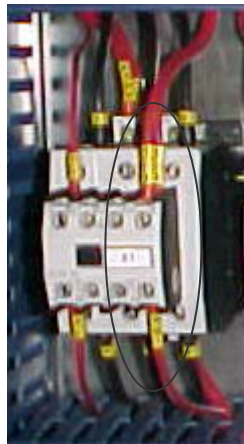


Figura 16. Contactor con bloques de contactos auxiliares
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

El contactor es un elemento muy común en el campo de los automatismos. La energía eléctrica que le es suministrada, ocasiona un campo magnético que da origen a un movimiento mecánico. En la figura 16, también se muestra un bloque de contactos auxiliares, colocados en la parte frontal del contactor, de ese bloque de contactos auxiliares, se están usando dos contactos NA, uno, con el fin de hacer un enclavamiento, es decir, que cuando se oprima el pulsador de arranque del motor, se accione el contactor

y una vez accionado no haya necesidad de mantenerlo presionado (el pulsador), y otro contacto NA está siendo usado para la confirmación del encendido de un motor y son precisamente esos contactos los que se tienen en cuenta como las entradas al sistema.

A continuación se muestra una tabla que relaciona todas las entradas anteriormente descritas.

ENTRADAS	ENTRADAS
Interruptor de paro	Selector filtración/lavado
Presóstato aire de membrana	Selector CIP/lavado
Sensor de proximidad marcha adelante (derecha)	Parada de emergencia
Sensor de proximidad marcha adelante (izquierda)	Pulsador mando colgante uno
Sensor de proximidad marcha atrás (derecha)	Pulsador bomba cerveza parada (estación de mando)
Sensor de proximidad marcha atrás (izquierda)	Pulsador abrir prensa
Contacto uno presóstato presión diferencial (alta presión)	Pulsador cerrar prensa
Contacto dos presóstato presión diferencial (baja presión)	Pulsador bomba de levadura (arranque)
Presóstato baja presión	Pulsador bomba de levadura (parada)
Presóstato entrada de levadura	Pulsador bomba de cerveza (arranque)
Parada de emergencia de sin fin	Pulsador bomba de cerveza (parada)
Térmico motor CIP	Pulsador conectar aire
Térmico motor Sin fin	Pulsador desconectar aire
Térmico motor Agitador	Pulsador bomba de relechada (arranque)
Térmico motor Hidráulico	Pulsador bomba de relechada (parada)
Térmico motor Cerveza	Pulsador de agitador (arranque)
Confirmación motor CIP	Pulsador de agitador (arranque)
Confirmación motor Hidráulico	Pulsador de tornillo sin fin (arranque)
Confirmación motor Sin fin	Pulsador de tornillo sin fin (parada)
Confirmación motor Agitador	Pulsador bomba de CIP (arranque)
Confirmación motor Cerveza	Pulsador bomba de CIP (parada)

Tabla 1. Lista de Entradas del sistema de control para el filtro prensa de levadura

2.5 SALIDAS DEL EQUIPO DE FILTRO PRENSA DE LEVADURA

2.5.1 Válvulas de Unidad Motriz Hidráulica

La unidad hidráulica cuenta con cuatro electroválvulas las cuales serán descritas a continuación con el fin de dar a conocer la forma en que actúan para hacer posible el correcto funcionamiento de la unidad hidráulica y a su vez el proceso de filtro prensado.

2.5.1.1 Válvula de alta y baja presión

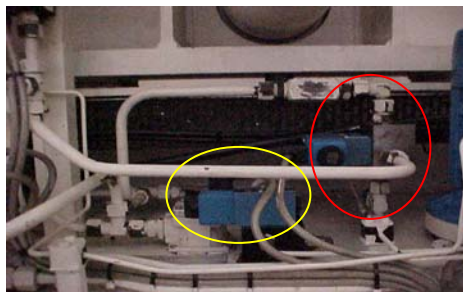


Figura 17. Válvulas de alta y baja presión
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

Las válvulas de alta y baja presión se muestran en la figura 17 y están diferenciadas, en color amarillo la válvula de alta y en color rojo la válvula de baja. Como ya se había explicado, se manejan presiones de 900, 4000 y 4300 PSI, entonces la válvula de baja actúa cuando se requiere presión de 0 a 900 PSI y la válvula de alta actúa de 900 PSI hasta llegar a el valor de 4300 PSI.

Las válvulas tienen piezas móviles que pueden ocupar diferentes posiciones de conmutación, por ejemplo, abierta para que deje pasar el fluido y cerrada

para que no pase, se tienen entonces dos posiciones. Cada posición se representa por medio de un cuadrado, como se muestra en la figura 18. Las válvulas se nombran de acuerdo al número de empalmes o conductos (primer número) y al número de posiciones (segundo número) La válvula de baja es una válvula distribuidora 2/2.

Al energizar la bobina de la electroválvula, se atrae un émbolo que se encuentra en su interior, así es cómo se cambia de posición. La figura 18 muestra dos posiciones: una de reposo, la bobina está desenergizada (primer cuadro) y otra indicada por una flecha (segundo cuadro), en donde la línea es un conducto y la punta de flecha indica la dirección de flujo. La línea en zigzag, indica que la válvula, vuelve a su estado de reposo, por acción de un muelle de compresión.

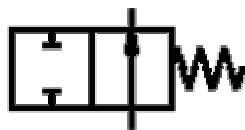


Figura 18. Válvula distribuidora 2/2

(Tomada de revista REEA, Revista de Electricidad, Electrónica y Automática)

La válvula de alta es una válvula distribuidora 4/2, es decir tiene cuatro empalmes y dos posiciones, en este caso la válvula también retorna a su posición inicial con un muelle de compresión.

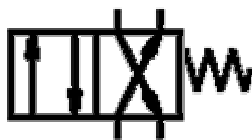


Figura 19. Válvula distribuidora 4/2

(Tomada de revista REEA, Revista de Electricidad, Electrónica y Automática)

2.5.1.2 Válvula de apertura y cierre de prensa



Figura 20. Válvula distribuidora (apertura/cierre)
 (Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

La válvula de apertura y cierre de prensa tiene dos bobinas, como se puede apreciar en la figura 20, es decir que al estar desenergizadas las dos bobinas la válvula se encuentra en su posición de reposo, al energizarse una conmuta a una posición y al energizarse la otra conmuta a la otra posición, es decir no hay un muelle de compresión en este caso para que vuelva a su estado inicial o de reposo, por ser así se cuentan entonces dos salidas más. Cuando se pulsa cerrar prensa la válvula conmuta a la posición 2 de la figura 21 y cuando se pulsa abrir la válvula conmuta a la posición 1 de la misma figura .

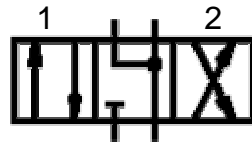


Figura 21. Válvula distribuidora 4/3
 (Tomada de revista REEA, Revista de Electricidad, Electrónica y Automática)

2.5.1.3 Válvula de avance y retroceso de cilindros

La válvula de avance y retroceso de cilindros, tampoco tiene un muelle de compresión para volver a su estado de reposo, consta de dos bobinas, al estar desenergizadas las bobinas la válvula está en la posición central de la figura 22 y al energizarse alguna, la válvula conmuta a cualquiera de sus dos posiciones. Cuando los cilindros laterales están haciendo el avance la válvula

conmuta a la posición 1 de la figura 22 y cuando los cilindros laterales están haciendo su retroceso la válvula conmuta a la posición 2 de la misma figura.

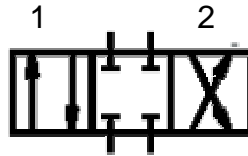


Figura 22. Válvula distribuidora 4/3, empalmes cerrados en su posición de reposo
(Tomada de revista REEA, Revista de Electricidad, Electrónica y Automática)

2.5.2 Electroválvulas neumáticas



Figura 23. Electroválvulas de unidad neumática
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

Las electroválvulas de la parte neumática de la cual consta el filtro prensa se muestran en la figura 23 la válvula superior es la de salida de aire y la inferior es la de entrada de aire; actúan muy parecido a las electroválvulas hidráulicas, a continuación se mostrará el esquema de cada una de ellas. El esquema de la electroválvula neumática de entrada de aire de membrana se muestra en la figura 24, tiene una bobina y un muelle de compresión para

retornar a su estado de reposo, es una válvula 3/2 por tener 3 empalmes dos posiciones.



Figura 24. Válvula distribuidora 3/2, (entrada de aire)
(Tomada de revista REEA, Revista de Electricidad, Electrónica y Automática)

El esquema de la electroválvula neumática de salida de aire de membrana se muestra en la figura 25, también tiene una bobina que al energizarse hace que la válvula conmute, y al desenergizarse el muelle de compresión actúa para que la válvula retorne a su estado de reposo.

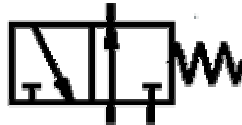


Figura 25. Válvula distribuidora 3/2, (salida de aire)
(Tomada de revista REEA, Revista de Electricidad, Electrónica y Automática)

2.5.3 Motores eléctricos



Figura 26. Motores eléctricos que conforman el Filtro prensa de levadura
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

El filtro prensa de levadura consta de cinco motores trifásicos con rotor de jaula de ardilla que se encuentran conectados con arranque directo; es decir sólo un contactor para el arranque, lo que supone que solo una bobina (del contactor) se debe energizar, luego se tendrían en total cinco salidas más. En la figura 26 se logra ver el motor de sinfín, el motor de la bomba de cerveza y el motor de la unidad hidráulica. Las características de trabajo se relacionan en la siguiente tabla. La tensión de trabajo de los motores es 440V, luego la conexión de las bobinas del motor es en delta.

MOTOR	Potencia (HP)	Corriente nominal (A)	Voltaje (V)	R.P.M.
Motor de bombeo de cerveza recuperada	10	24,2-27,5 / 12,1-13,8	230/460	3520
Motor del agitador	15	37,8 / 18,9	220/440	1760
Motor de C.I.P.	15	40 / 20	220/440	3470
Motor de la U.M.H.	5	13,8 / 6,9	220/440	1770
Motor del tornillo sin fin	4	7,8 / 3,9	220/440	1695

Tabla 2. Características de los motores

2.5.4 Elementos de señalización



Figura 27. Pilotos de señalización

(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

Los elementos de señalización son dispositivos que tienen como función indicar sobre el correcto o incorrecto funcionamiento de las máquinas, facilitando el mantenimiento de las mismas. Los elementos de señalización utilizados en los tableros del filtro prensa son de tipo ópticos luminosos llamados pilotos.

2.5.5 Válvulas solenoides

Se tiene en el filtro prensa de levadura dos bombas neumáticas, a las cuales se les quería controlar el paso de aire. El control sería on-off y para eso se requería de dos válvulas solenoides, las cuales consta de una bobina, que al energizarse abre el paso de aire y al desenergizarse cierra el paso de aire; es decir las bombas se activarían y desactivarían. Como son dos bombas se tienen dos salidas más.

A continuación se muestra una tabla que relaciona todas las salidas anteriormente descritas.

SALIDAS	SALIDAS
Válvula distribuidora CERRAR	Motor eléctrico de unidad motriz hidráulica
Válvula distribuidora ABRIR	Motor eléctrico de tornillo sin fin
Válvula distribuidora AVANCE	Lámpara de señalización prensa abierta
Válvula distribuidora RETROCESO	Lámpara de señalización prensa cerrada
Válvula distribuidora BAJA presión	Lámpara de señalización prensa cerrándose
Válvula distribuidora ALTA presión	Lámpara de señalización prensa abriéndose
Válvula neumática ENTRADA aire de membrana	Lámpara de señalización bomba de levadura en marcha
Válvula neumática SALIDA aire de membrana	Lámpara de señalización bomba de cerveza en marcha
Válvula solenoide apertura/cierre entrada de aire bomba de levadura	Lámpara de señalización aire conectado
Válvula solenoide apertura/cierre entrada de aire bomba relechada	Lámpara de señalización bomba relechada en marcha
Motor eléctrico de CIP	Lámpara de señalización agitador en marcha
Motor eléctrico de agitador	Lámpara de señalización sin fin en marcha
Motor eléctrico de cerveza	Lámpara de señalización bomba CIP en marcha

Tabla 3. Lista de salidas del sistema de control para el filtro prensa de levadura

A lo largo del capítulo se dieron los detalles más importantes de los elementos que conforman el sistema de control con el fin de facilitar la comprensión de su funcionamiento.

A continuación se muestra cómo se encontraron los tableros eléctricos de control del equipo del filtro prensa y se darán las razones por las cuales es necesario realizar los cambios.

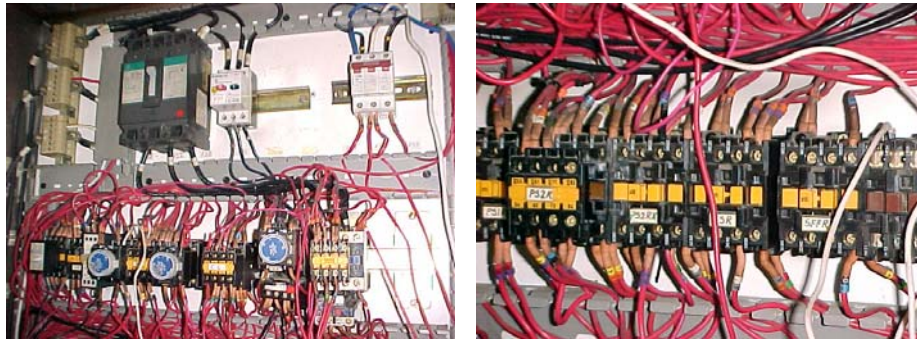
3. ANÁLISIS DE SITUACIÓN EN EL SISTEMA DE CONTROL, ANTES DE ACTUALIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS REQUERIDOS

3.7 INTRODUCCIÓN

Ahora que se tiene un mejor concepto del equipo del cual se está tratando, se quiere, en esta parte del trabajo, dar una explicación de cómo operaba los tableros de control a través de la lógica cableada con la cual se contaba antes de realizar el cambio. Se va a analizar el estado de los tableros eléctricos, conexiones de motores y así determinar qué elementos serían requeridos.

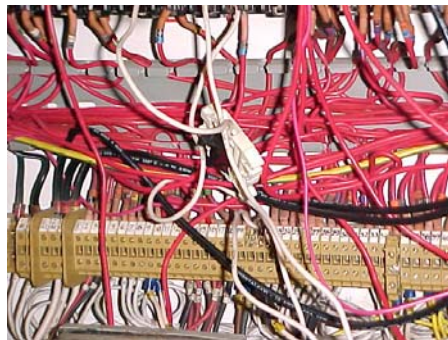
3.8 LÓGICA CABLEADA DE TABLERO PRINCIPAL

La figura 28 muestra tres tomas diferentes de lo que era el tablero de control principal del filtro prensa. La figura 28 (a) contiene la parte superior del tablero, en donde se encuentra el **breaker** general, al cual llega la alimentación de la subestación, dos interruptores tripolares, como protección electromagnética para el accionamiento de los motores: de la unidad hidráulica y el motor de la bomba centrífuga del CIP, dos contactores principales con su bloque auxiliar de temporizado para el arranque, al igual que el bloque del relé térmico. Además de tener el accionamiento de motores, con su protección magnética y térmica se observan en esta figura algunos de los relés auxiliares que hacen parte de la lógica cableada de control para el equipo. En la figura 28 (b) se muestra otra parte de los 16 relés auxiliares que hacían parte de la lógica cableada, con bloques de contactos auxiliares asociados a ellos.



(a)

(b)



(c)

Figura 28. Parte interior del Tablero Principal
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

La figura 28 (c) muestra las bornas a las que llegan las entradas, las cuales dan la pauta para que, al instante de cumplirse una o mas condiciones representadas en los contactos NA o NC de los relés auxiliares se activen o desactiven las salidas.

Los motores tienen tensión de alimentación de 440V. Los contactores principales y relés auxiliares tenían su bobina alimentada con 220V, para ello se tenía un transformador en la base del tablero, no estaba instalado en el fondo del tablero, como todos los elementos, esto representaba un peligro en el momento de tener que seguir cualquier entrada o salida cableada a las

bornas que se encontraban en la parte inferior del tablero, por el calentamiento del transformador.

En las fotografías mostradas en la figura 28 se puede observar una gran desorganización debido al número de cables y a la falta de etiquetas en los mismos. Las canaletas del tablero ya no contaban con su tapa, era “práctico” para los electricistas dejar el tablero en esas condiciones, puesto que “facilitaba” seguir cuidadosamente los cables, para ubicar una entrada, salida o contacto auxiliar, en caso de presentarse una falla.

Al momento de querer reemplazar un contacto o contactos dañados era indispensable conseguir un contactor principal o un relé y añadirlo al tablero pues los planos eléctricos que se tenían no eran muy confiables y era riesgoso cambiar algo del cableado, pues estaban hechos a mano desde hacía mucho tiempo y no era muy seguro que todo el tipo de arreglos que se habían hecho en los tableros estuviera registrado en ellos. Todo esto sin contar con que cada contactor nuevo que colocaban tenía su bobina alimentada con 110V que es lo más comercial y con lo que se cuenta en casi todos los tableros de control del área y de la Empresa, luego no se tenía certeza de qué voltaje había ni en qué líneas.

En la figura 28 (c) se observa una borna con cinta negra, es un ejemplo de un puente que quizás se tuvo que hacer en alguna ocasión para evitar que el equipo no parara por mucho tiempo. Esto muestra que se tiene que pensar en una solución definitiva al problema de la lógica cableada, sobre todo por las condiciones tan inseguras bajo las cuales operan estos tableros. A continuación se describirá cómo estaba el tablero de control secundario del equipo del filtro prensa de levadura, en él también se encontrará una mala distribución de algunos elementos y mal funcionamiento de otros.

3.9 LÓGICA CABLEADA DE TABLERO SECUNDARIO

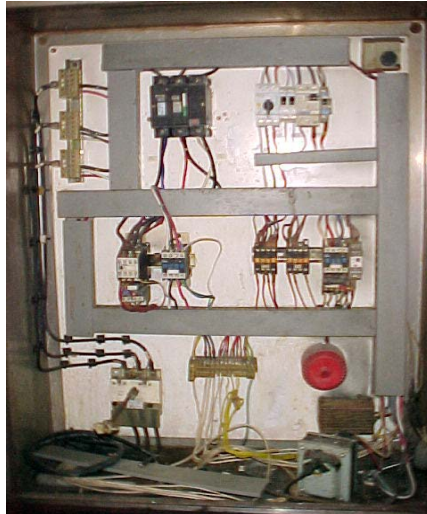
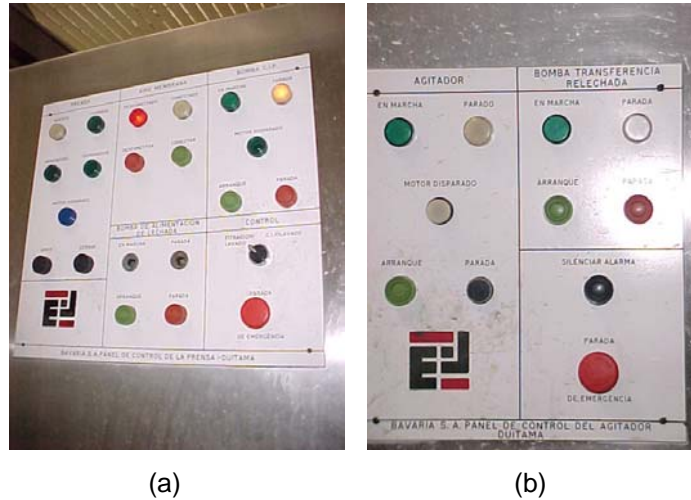


Figura 29. Parte interior del Tablero Secundario
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

La alimentación para este tablero viene del tablero de control principal. Se dispone de un **breaker** general, dos interruptores tripolares, como protección electromagnética para los motores del tornillo sinfín y del agitador, un guardamotor para la protección del motor de la bomba centrífuga de cerveza, tres contactores principales para el accionamiento de los motores, dos de ellos con el bloque auxiliar del relé térmico.

Se tienen tres contactores auxiliares, cuya lógica cableada no estaba funcionando, además de presentar un corto circuito, en el momento de accionar ciertos pulsadores, de lo cual no eran conocedores los operarios del filtro prensa. El transformador al igual que en el otro tablero no estaba empotrado, acarreando un mayor riesgo, para las personas que tenían acceso a los tableros en su interior.

3.10 ELEMENTOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN



(a) (b)
Figura 30. Puertas de Tableros principal y secundario
(Fotografía tomada en Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá)

En la figura 30 (a) se muestra la puerta del tablero de control principal, desde aquí se tiene mando sobre:

- La apertura/cierre de la prensa.
- La conexión/desconexión del aire de membrana.
- La activación/desactivación de la bomba centrífuga del CIP.
- La activación/desactivación de la bomba de levadura.
- El selector de CIP/Filtración.
- Parada de emergencia, sólo para los motores que se accionaban desde allí.

En cuanto las lámparas de señalización en el tablero se pueden visualizar:

- Lámparas para prensa abriéndose, cerrándose, abierta, cerrada y una más para determinar si el térmico del motor se encontraba en su estado normal.

- Lámparas para aire conectado, desconectado y para bomba de CIP en marcha y parada, junto con la que indicaba que el térmico de ese motor se encontraba en la posición correcta.
- Para la indicación de en marcha, parada para la bomba de levadura no existía lámparas.

En la figura 30 (b) se tiene el tablero de control secundario desde el cual se tiene mando sobre:

- La activación/desactivación motor del agitador.
- La activación/desactivación motor de sinfín.
- La activación/desactivación de bomba de relechada, estos pulsadores no podían accionarse pues esto ocasionaba corto circuito, cómo se había mencionado antes.
- Un pulsador para silenciar la alarma, mecanismo que no funcionaba.
- Parada de emergencia para los motores que se accionaban allí.
- Los pulsadores para la activación/desactivación para la bomba centrífuga de cerveza, no están en el tablero puesto que se dispone de una estación de mando para ello.

En cuanto a las lámparas se tenía señalización sólo para, indicar la parada, marcha y térmico en correcto estado del motor de agitador y para indicar la marcha y la parada de la bomba de relechada, las cuales no funcionaban.

3.11 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LÓGICA PROGRAMADA RESPECTO LA LÓGICA CABLEADA

A lo largo de la descripción de los tableros con los cuales se contaba antes, se han mencionado algunas de las desventajas que presenta la lógica

cableada, respecto a la lógica programada, sin embargo a continuación se tratará de enmarcar las ventajas y desventajas más notorias de la lógica que se desea implementar con el fin de llevar a cabo el proyecto. En la lógica cableada es claro, que al querer o necesitar realizar un cambio se requiere añadir elementos (como contactores) para lograr solucionar o arreglar lo que se avería. El contar con lógica programada aumenta la fiabilidad del sistema, al eliminar los contactos móviles de los contactores auxiliares que involucra la lógica cableada. El mismo autómatas puede detectar e indicar averías ya sea a través de la visualización en el programa del estado de las entradas y salidas o el programador puede incluir en el programa algún tipo de alarma visual o sonora que indique en dónde está la falla. Si el equipo para el cual fue destinado el autómatas sale de servicio, el autómatas quedará para cualquier otra aplicación, es cuestión solo de que se coloque otro programa; en lógica cableada puede que se necesite un mayor o menor número de contactores y la desinstalación e instalación nuevamente para otra aplicación es mucho más demorada que lo que puede llevar la desinstalación e instalación de un autómatas. En el momento de la elaboración de un proyecto el espacio que ocupa un autómatas es reducido, en comparación con el espacio que ocuparía toda la instalación del número necesario de contactores auxiliares. Dentro de las desventajas que trae, realizar un automatismo con un PLC, podría nombrarse el hecho de que se requiere de un programador para elaborar la aplicación y además para adiestrar a los operarios y técnicos que estén a cargo de la máquina. En caso de que ocurriera una eventualidad como lo es, la de que el autómatas en un momento dado quede totalmente fuera de servicio, sería indispensable tener repuesto no sólo del PLC sino de sus módulos, claro está que dentro de las posibilidades de que todo se averíe es muy poco probable de que suceda al mismo tiempo, sin embargo no hay razón para no contemplarla, en tal caso es mucho más costoso reponer un PLC y módulos que reponer un contactor.

Existen otras razones, además de sus desventajas por las cuales la lógica cableada de los tableros del filtro prensa de levadura en particular necesita cambios como son:

Primero, no se puede hablar de dos tableros de control, uno principal y otro secundario, se debe hablar de tablero de potencia y tablero de control, es decir la alimentación, elementos de protección y accionamiento de motores se tendrá en un tablero y los elementos que van a hacer parte de todo el control deben estar en otro. Se escogió que el tablero de control secundario fuera el tablero de fuerza y el tablero de control principal fuera el tablero de control. Para eso se tendrá en cuenta que las acometidas de los motores del hidráulico y de la bomba de CIP deberán ser trasladadas.

Se unificará la clase de elementos de protección, es decir todos los motores estarán provistos de guardamotores, no de relé electromagnético aparte y relé térmico aparte.

Se utilizan lámparas de señalización para decir que un motor estaba parado. Se va a suprimir, pues es innecesario tener una luz encendida durante todo el tiempo que el motor esté parado sólo para indicarlo. Además se utiliza otra lámpara de señalización para indicar que el térmico de algún motor se salta. Se suprimirá también. En cambio de ello se tendrá un solo piloto de señalización, para cada motor y se pondrá a titilar con el fin de que indique que algún térmico se saltó.

La acometida del motor del tornillo sinfín no posee coraza ni tubería por la cual deben llevarse los cables hasta el lugar de accionamiento, es por esto que también se incluirá dentro de las mejoras.

3.12 ELEMENTOS REQUERIDOS PARA REALIZAR LA IMPLEMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE CONTROL DEL FILTRO PRENSA DE LEVADURA

Una vez concluido el análisis del estado del filtro prensa antes de la actualización, se quiere dar a conocer el tipo y la cantidad de elementos para hacer posible la realización del proyecto. Se iniciará la descripción con los elementos requeridos para el tablero de fuerza y luego se describirán los del tablero de control.

3.12.1 BREAKER, BARRAJE Y TRANSFORMADOR E INTERRUPTORES MONOPOLARES

El **breaker** general que se va a colocar en el tablero de fuerza, será tomado del tablero de control secundario del montaje que se tiene. El breaker tiene capacidad para 63 A, considerando que todos los motores no se encienden al mismo tiempo sirve para el tablero. El barraje es necesario adquirirlo, puesto que en los tableros actuales no se cuenta con uno; en ninguno de los dos tableros. El transformador es de 1000 VA, a su devanado primario llegan 440V y el devanado secundario está conectado en serie para entregar 220V. Los interruptores monopolares que se utilizan serán para protección de la tensión de entrada al transformador y para la tensión de salida del transformador. Para determinar el valor máximo que debe tolerar la protección o el interruptor se tiene:

$$S_{3\phi} = \sqrt{3} * V_L * I_L;$$

$$1000VA = \sqrt{3} * 440 * I_L; \quad \frac{1000}{440 * \sqrt{3}} = I_L; \quad I_L = 1.3121A \approx 2A \quad (1)$$

$$1000VA = \sqrt{3} * 220 * I_L; \quad \frac{1000}{220 * \sqrt{3}} = I_L; \quad I_L = 2.6243A \approx 3A \quad (2)$$

Dentro de las normas para elementos de protección contra sobrecargas se tiene que la corriente límite de disparo es 1.15 veces la corriente nominal, es decir: $I_L = 1.3121A * 1.15 = 1.5089A$. Ahora, las normas para los elementos de protección contra sobreintensidades (cortocircuitos), la intensidad de las corrientes de reacción se encuentra, por lo general, entre 5 y 10 veces la corriente nominal, es decir: $I_L = 1.3121A * 5 = 6.5607A$ y $I_L = 1.3121A * 10 = 13.121A$. No se realiza ajuste por temperatura para el conductor ya que el área no sobrepasa los 35°C y el ajuste se realiza para más de 40°C.

3.12.2 GUARDAMOTORES Y CONTACTORES

Para la adquisición de los guardamotores se tuvo en cuenta que el rango del relé térmico tuviera el valor correspondiente al 15% más del valor de la corriente nominal. Para los contactores se tuvo en cuenta casi el 50% más del valor de la corriente nominal y además la categoría de empleo. Existen categorías de empleo para contactores, tanto para corriente directa como para corriente alterna. En corriente alterna se tiene: AC-1, AC-2, AC-2', AC-3, AC-4. En este caso se utiliza la categoría AC-3, pues en corriente alterna es la categoría empleada para los motores de jaula cuyo corte se efectúa a motor lanzado ($I_{Nominal}$ y velocidad nominal).

Para los guardamotores marca Moeller se debe colocar un bloque lateral de contactos auxiliares el cual cuenta con un contacto NA y un contacto NC, de donde se tendrá la señal de control sobre el estado del térmico. Los contactores de la marca Moeller, no tienen contactos auxiliares, luego se

requiere de un bloque frontal de contactos auxiliares con el fin de tener un enclavamiento en el momento de arranque y parada del motor y otro contacto para tomar la señal de control de confirmación de que el motor está en marcha o parado.

MOTOR	POTENCIA (HP)	CORRIENTE NOMINAL (A)	VOLTAJE (V)	GUARDAMOTOR Rango relé térmico	CONTACTOR Corriente en AC3
Motor de bombeo de cerveza recuperada	10	13,8	440	16 - 20 A	23A.
Motor del agitador	15	18,9	440	20 - 25 A	23A.
Motor de C.I.P.	15	20	440	20 - 25 A	30A.
Motor de la U.M.H.	5	6,9	440	6 - 10 A	9A.
Motor de tornillo sinfín	4	3,9	440	4 - 6.3 A	9A.

Tabla 4. Relación de contactores y guardamotores escogidos según características de motores.

El cableado de los guardamotores y contactores se realiza con cable monopolar aislado calibre 10AWG. En la tabla 5 se muestra la relación de referencias de guardamotores y contactores que se instalarán en el tablero de fuerza.

GUARDAMOTOR	CONTACTOR	MOTOR
PKZM0-6	DIL00M	SIN FIN
PKZM0-10	DIL00M	HIDRÁULICO
PKZM0-20	DIL1M	CERVEZA
PKZM0-25	DIL0AM	AGITADOR-CIP

Tabla 5. Referencias de guardamotores y contactores, consultadas en catálogos de Moeller.

3.12.3 BORNAS

Para este tablero se requerían bornas de fuerza y de control. Las bornas de fuerza son de mayor tamaño y resistencia, comparadas con las bornas de control, por el calibre de cable que tienen que soportar, para el caso manejan calibre de cable 10 AWG. Las bornas de fuerza son empleadas para cablear hasta ellas las acometidas de todos los cinco motores que se encuentran en el filtro prensa de levadura y las bornas de control son utilizadas para cablear hasta ellas las señales de control, como lo son las señales de los térmicos y de las confirmaciones y el calibre del cable que soportan es 18AWG.

3.12.4 MULTIPAR

El multipar se requiere para la comunicación de las señales necesarias entre los dos tableros, como lo son los térmicos y las confirmaciones. El multipar necesario es 25x18 AWG en donde 25 es el número de hilos y 18 es el calibre de todos los hilos que componen el multipar. Se utiliza este tipo de comunicación entre tableros, puesto que la distancia entre ellos es corta (5 metros) y no se hace necesario ningún concentrador de señales, para lograr tener las señales del tablero de fuerza disponibles para el PLC.

Para el tablero de control se hacen necesarios los siguientes elementos para el correcto funcionamiento de la implementación.

3.12.5 AUTÓMATA PROGRAMABLE TSX MICRO 3721 001

En el capítulo anterior, se tenía el número total de entradas y salidas, para el sistema de control del filtro prensa de levadura. Las entradas en total son 42 y las salidas en total son 26. De acuerdo a ello se decide que se puede

utilizar un autómata programable en la marca Telemecanique TSX Micro TSX 3721 001, 110 VAC, 20 Kwords RAM, 15 Kwords FEPR0M. El cual dispone de tres racks, para tres módulos de entradas/salidas como se muestra en la figura 30. Sin embargo tiene la propiedad de poder añadir un módulo de expansión de dos racks, para dos módulos más, que sería útil si se tuviera que aumentar el número de entradas o salidas en el equipo.

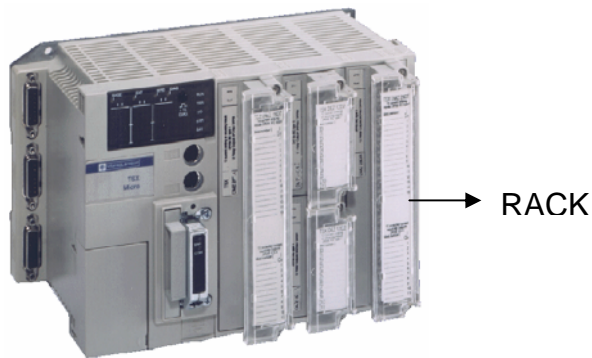


Figura 31. PLC MICRO TSX 3721 001

3.12.6 MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS

Los módulos de entrada/salida (E/S) se escogen de acuerdo a:

- El número de entradas y salidas que maneje el sistema.
- Tipo de entradas y salidas que se tengan, si digitales o análogas o las dos clases. Para el sistema, todas las entradas y salidas son digitales, por lo tanto se necesitan módulos de entrada salida digital.
- La tensión que manejan las entradas y salidas. Las entradas del sistema sin excepción manejan 24 VDC; para las salidas hay diferentes tensiones, para las electroválvulas de la unidad hidráulica la tensión es de 220 VAC, para las electroválvulas neumáticas, la tensión es de 110 VAC, lo mismo que para las bobinas de los contactores del accionamiento de los motores y por último los pilotos de señalización manejan tensión de 24 VDC.

Se colocarán módulos E/S, en el PLC de la referencia, TSX DMZ 28DR 28 E/S discretas 16E, 24 VDC 12S a relé por bornero. Como en la aplicación no se pueden unificar tensiones puesto que eso implica un costo muy alto, se colocarán relés, con el fin de acoplar las tensiones que se manejan en las salidas.

3.12.7 FUENTE REGULADA 110V -24V 5A

La fuente de tensión regulada, se hace necesaria, para la alimentación de los módulos y de los relés de acople para las salidas que tengan tensión diferente a 24 VDC. La fuente también es de la marca Telemecanique, de referencia TSX SUP 1051.

3.12.8 INTERRUPTORES MONOPOLARES

Para el tablero de control también se requieren interruptores monopolares para la protección de: la tensión de entrada que viene del tablero de fuerza; el regulador; el regulador para el PLC y la fuente; la tensión que entrega la fuente; los módulos de E/S.

El tipo de bornas que se utilizan en este tablero, son de control, por ser el calibre del cable 18 AWG.

3.12.9 PULSADORES Y PILOTOS DE SEÑALIZACIÓN

Se colocarán pulsadores y pilotos de señalización, sólo en el tablero de control. En el tablero de fuerza no deberá ir ningún tipo de pulsador ni piloto de señalización.

A continuación se muestra el diseño del tablero de control, con su distribución.

El acondicionamiento del tablero se realiza en función de las condiciones más prácticas para los operarios ya que en él se encuentran todos los elementos de mando y control, con lo que cada una de las personas que operan el equipo tendrán la facilidad de manipular pulsadores, visualizar pilotos de señalización y terminal de diálogo.

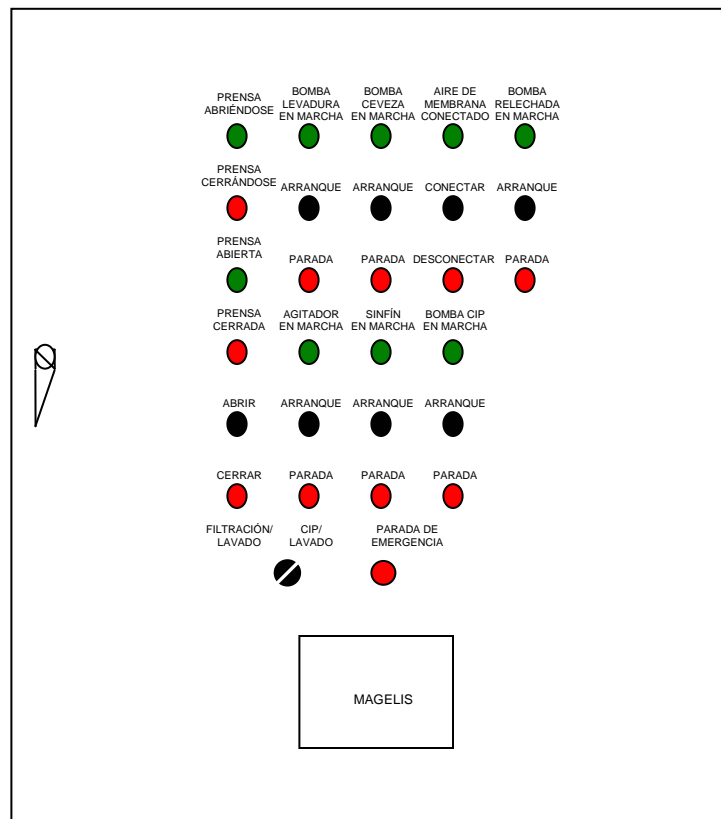


Figura 32. Puerta de tablero de control

3.12.10 TERMINAL DE DIÁLOGO, MAGELIS XBTP022010

El terminal de diálogo se debe adquirir e instalar con el fin de visualizar fallas, de tal modo que en el momento de que en el circuito de fuerza se produzca un disparo en algún térmico, el PLC reciba la señal y lo comunique al terminal, visualizando en la pantalla un mensaje de: disparo de térmico y el motor al cual está asociado. El hecho de poder tener de forma visual, de que tipo de falla y en donde se presentó, permite al técnico electricista o al ingeniero ir directamente al lugar de la falla y corregirla. Para que el PLC pueda comunicarse con el terminal se requiere un cable para conectar el punto AUX, con el puerto serie RS232 de 25 pines del terminal, el cual es de referencia **XBTZ968**. En el capítulo 5 se describirá y explicará la forma de interconexión del PLC, del terminal y los diferentes elementos que hacen parte de la implementación.

En el siguiente capítulo, se mostrará, cómo se utilizaron los software, para programar tanto el PLC como el terminal de diálogo y así poder hacer posible el correcto funcionamiento de todas y cada una de las entradas y salidas que componen el sistema del filtro prensa de levadura.

4. PROGRAMACIÓN EN PL7 PRO V 3.4 Y PROGRAMACIÓN EN XBTL1000 V 4.20

Se presentará a continuación la forma cómo se elaboraron los programas para el autómata y el terminal de diálogo en el equipo de filtro prensa de levadura. Con el diseño de los programas y la transferencia de los mismos a los dos dispositivos se logra el control de las señales actuantes y las variables controladas. Primero se dará lugar a la descripción de la configuración y elaboración del programa para el PLC y luego para el programa del terminal de diálogo.

4.4 PROGRAMA EN PL7 PRO V 3.4

En el momento de hacer la elección de trabajar con un autómata se necesita un software para su funcionamiento. El software a utilizar se elegirá en función del hardware instalado y del nivel de las aplicaciones a realizar. El TSX37 Micro en cualquier configuración, permite utilizar el software PL7 Pro, en el cual está hecho el programa que se implementó en el PLC destinado para la aplicación del filtro prensa.

4.4.1 INICIO DEL PROGRAMA

En el menú INICIO, Programas, se busca una carpeta con el nombre Modicon Telemecanique, PL7 Pro V 3.4, después de abierto el programa, si se desea abrir una aplicación ya creada se busca en la carpeta PL7USER asociada al programa, la aplicación que se desee abrir.

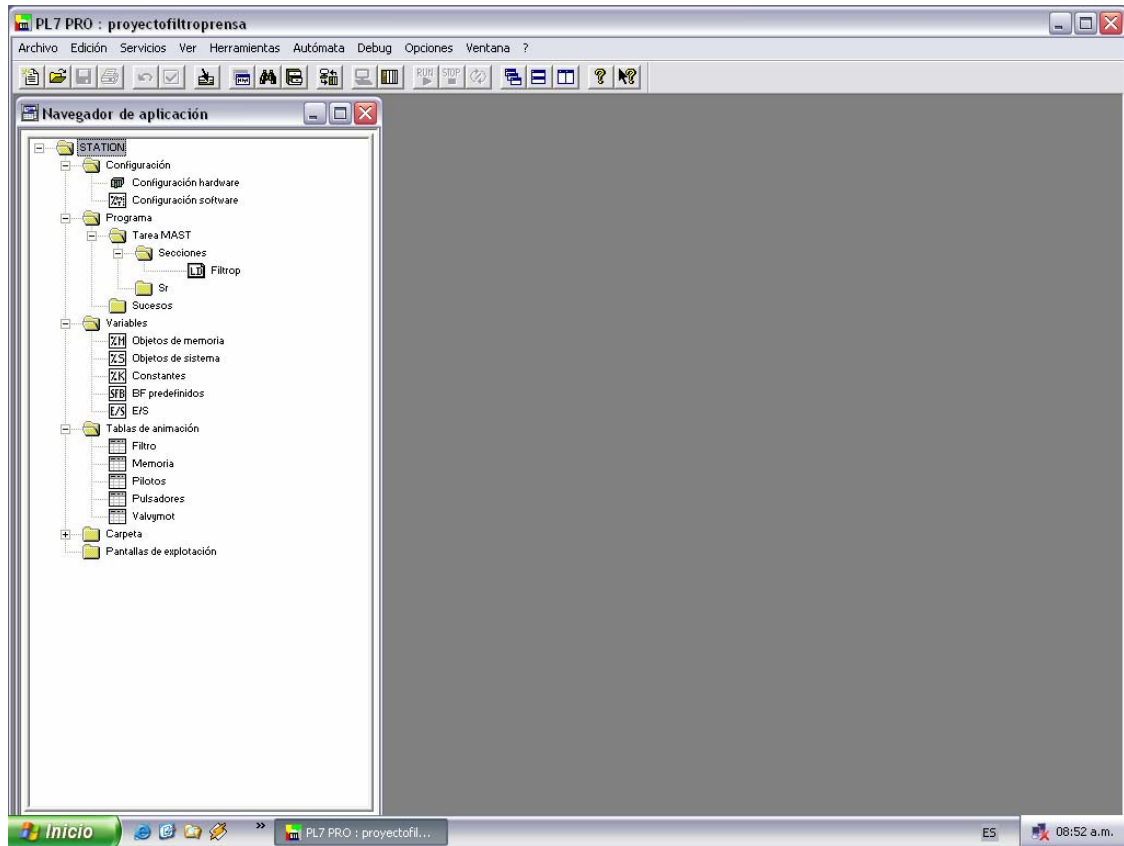


Figura 33. Navegador de aplicación
(Tomado de programa PL7 Pro)

Si se quiere crear una nueva aplicación, se da *archivo, nuevo*, aparece una ventana en la que se escoge el tipo de procesador, si se va a incluir GRAFCET (Gráfico Funcional de Control de Etapas y Transiciones) o no y por último aceptar; aparecerá una ventana denominada Navegador de Aplicación, como la que se muestra en la figura 33, en donde se puede acceder a la configuración del dispositivo, al programa, a las variables, tablas de animación y de explotación; según lo que se desee almacenar, crear o modificar. Es importante, explorar más a fondo las opciones o carpetas a las cuales se tiene acceso por medio del Navegador, pues el buen manejo del mismo será favorable para el correcto diseño y elaboración del programa que

se requiere transferir al autómata. Por esta razón es necesario proporcionar características específicas de las opciones de las cuales se hizo uso en la realización del programa correspondiente a la aplicación para el filtro prensa de levadura.

4.4.2 CONFIGURACIÓN

En la carpeta configuración se tiene tanto la configuración hardware, como la configuración software. Al dar clic sobre la configuración hardware aparece una ventana como lo muestra la figura 34, en la cual está el tipo de autómata que se había escogido, un TSX 3721 V 3.3; TSX 3721 puesto que es el PLC que se tiene disponible para instalar y V 3.3 pues se debe escoger la versión más cercana a la que se tiene en el software de programación. También aparece una serie de cuadros enumerados. El número 0 representa el espacio del procesador, en el cual se visualiza la referencia de PLC que se va a utilizar y los números del 1 al 10 representan los módulos de entrada/salida, al dar doble clic sobre cualquiera de ellos se puede escoger el tipo de tarjeta que se utilizará, si es análoga, digital (Todo o Nada), para cualquiera de las opciones que se elija, al dar clic, se muestra una lista con las referencias de las tarjetas que se necesiten, se da clic sobre la que corresponda y aceptar.

En la configuración software se tiene acceso al número de bloques de función predefinidos, como lo son los temporizadores, los registros, los contadores, los monoestables etc. Es posible reducir el número de algún tipo de bloque para aumentar en número otro tipo, según lo requiera la aplicación.

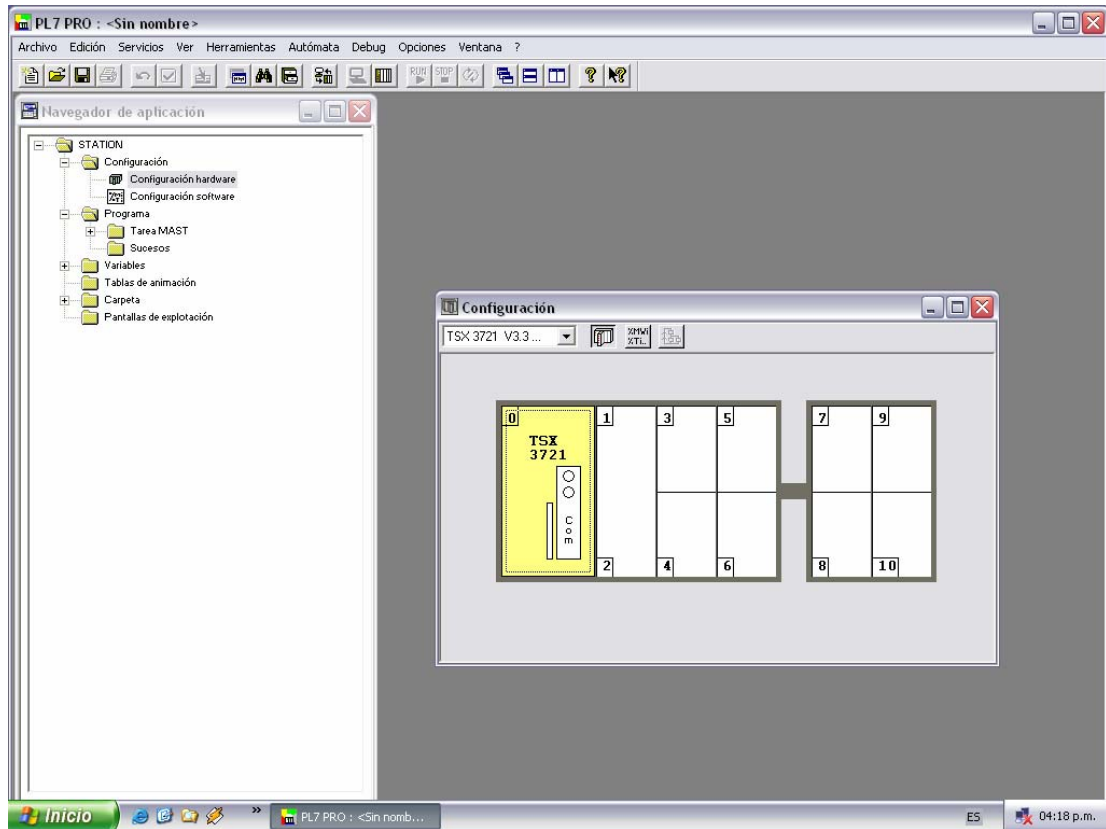


Figura 34. Ventana para acceder a la configuración
(Tomado de programa PL7 Pro)

4.4.3 CREACIÓN DE UNA SECCIÓN

Luego de tener configurados el procesador y módulos de entrada/salida, se puede dar inicio a la programación, al dar clic derecho sobre la carpeta secciones y clic en la opción crear, se abre una ventana en la cual se coloca el nombre de la sección y el lenguaje en el cual se programará, como lo muestra la figura 35. Después de creada se accede a ella dando clic sobre el nombre al cual ya se ha asociado el icono del lenguaje que se haya escogido. Para el caso de la aplicación que se está tratando en este texto se tiene una sección denominada Filtrop y el lenguaje de programación es el lenguaje Ladder. En la figura 35 se muestra esta sección con el icono de LD.

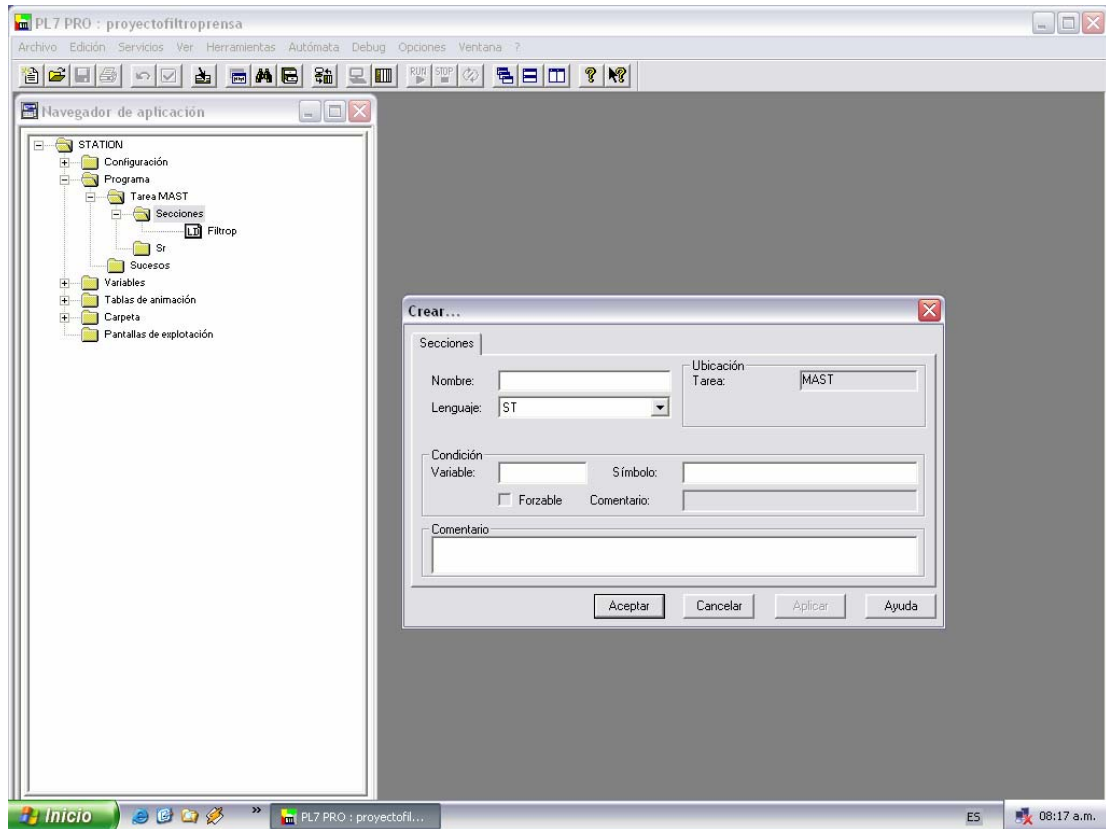


Figura 35. Ventana desplegada para crear una sección
(Tomado de programa PL7 Pro)

Un programa escrito en LD (Ladder) se compone de una serie de *escalones* (más adelante se mostrará un ejemplo de escalón) los cuales se encuentran entre dos barras de potencial y constan de un conjunto de elementos gráficos que están vinculados entre sí, por conexiones horizontales y verticales. A los elementos gráficos se les asocian los objetos de lenguaje con los que cuenta el programa PL7 Pro, los cuales se diferencian por zonas, en la tabla 6 se relacionarán los objetos de cada zona, su representación y el tipo de objetos que tiene cada zona, junto con algunos ejemplos. Para el direccionamiento de los objetos de lenguaje se tiene por norma (IEC 1131 – 31Ec) que la dirección irá precedida por un signo de porcentaje (%).

ZONA	OBJETOS DE ZONA	EJEMPLOS
Memoria	Bits, bytes, palabras, palabras dobles y palabras en formato coma flotante	%M1, %MB2, %MW51, %MD510, %MF487
Entradas Digitales	Bits	%I1.0, %I3.1, %I5.4 En los módulos impares se tienen las entradas.
Salidas Digitales	Bits	%Q2.5, %Q4.8, %Q6.2 En los módulos pares se tienen las salidas
Constantes	Bytes, palabras, palabras dobles, palabras en coma flotante	%KB4, %KW74, %KD2 %KF124
Sistema	Bits, palabras, palabras dobles	%S6, %SW114 %SD7

Tabla 6. Objetos del lenguaje, para elementos gráficos de Ladder
(Tabla realizada, tomando como base información de programa PL7Pro)

Para los objetos de la zona de entradas/salidas en el que se ve que para entradas se utiliza I y para salidas Q, el primer número es el número del módulo y separado por un punto, el segundo número que es el número de vía. El número de vías variará dependiendo del tipo de tarjetas que se tengan.

%I3.0 → Quiere decir que es la entrada digital del módulo tres por la vía (vía o simplemente número de la entrada) cero.

%Q2.4 → Quiere decir que es la salida digital del módulo dos, por la vía cuatro.

Los elementos gráficos que se emplearon en el programa de la aplicación del filtro prensa, se relacionan en la tabla 7, junto con una descripción breve de sus características principales.



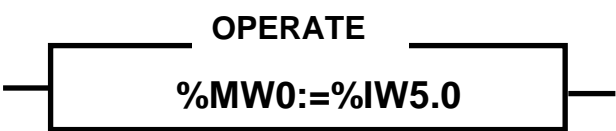
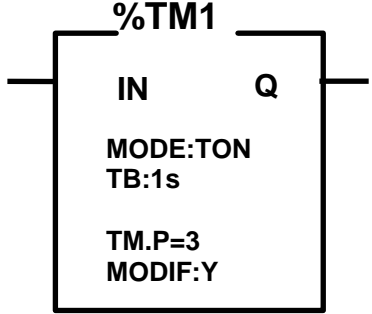
ELEMENTO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
	<p>Contacto abierto y cerrado. Operandos autorizados %I, %Q, %M, %S</p>
	<p>Bobina directa. Operandos autorizados %I, %Q, %M, %S</p>
	<p>Boque usado para incluir operaciones aritméticas o lógicas. Se debe tener conocimiento de la forma correcta de hacer la ecuación o asignación.</p>
	<p>Para su correcta programación se requiere colocar según se necesite: Modo de funcionamiento, base de tiempo, duración y si se desea su modificación en modo de ajuste o no.</p>

Tabla 7. Lenguaje Ladder – Elementos gráficos
(Dibujos elaborados según modelo de programa PL7 Pro)

El *escalón* además de contener elementos gráficos, consta de: un cuadro de texto (la etiqueta), el cual aparece como %L0 para el ejemplo de la figura 36; un cuadro de texto del comentario (a la derecha de la etiqueta); siete líneas y

once columnas, el cual es el tamaño máximo para un escalón y texto para los elementos gráficos.

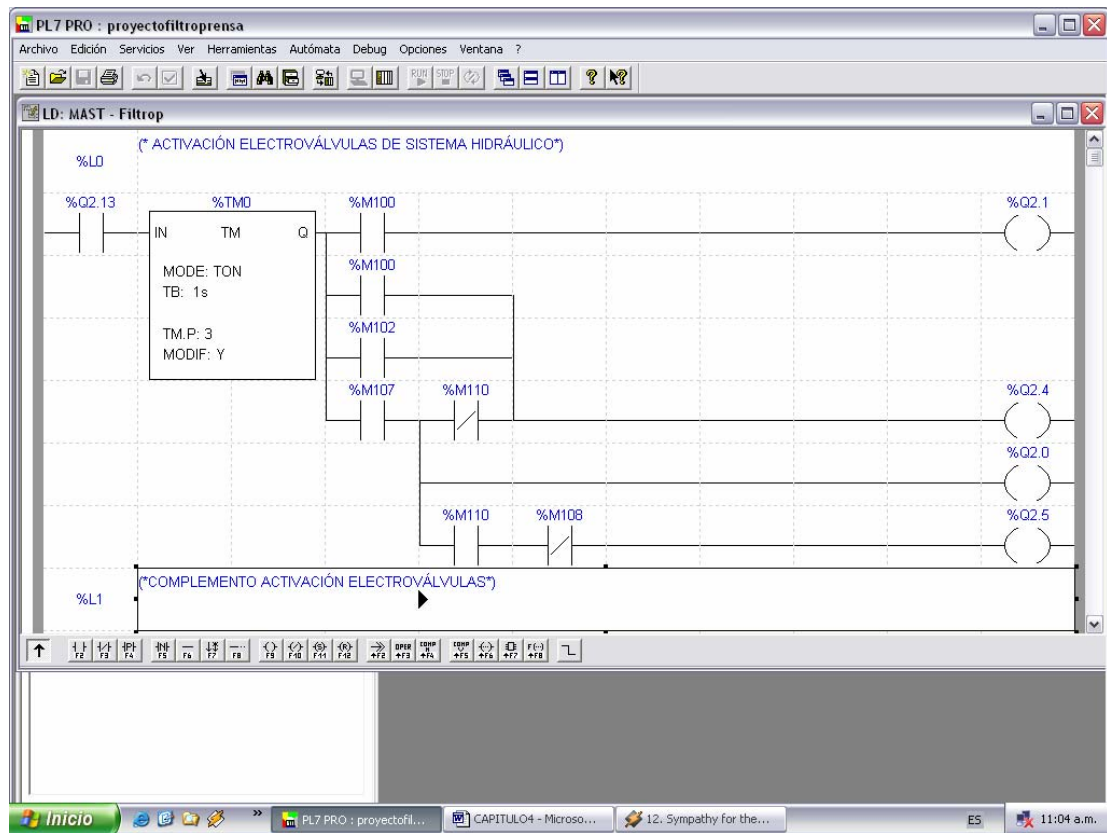


Figura 36. Primer escalón del programa para el PLC del filtro prensa
(Tomado de programa PL7 Pro)

En la tabla 8 se muestran los comentarios y las etiquetas de todos los escalones del programa del filtro prensa. Los comentarios son útiles ya que con ellos, quien elabora el programa, facilita a quien desee acceder a él, la búsqueda de algún elemento en caso de presentarse una falla.

COMENTARIO	ETIQUETA
Activación electroválvulas de sistema hidráulico	%L0
Complemento activación electroválvulas	%L1
Accionamiento motor hidráulico	%L2
Prensa cerrándose	%L3
Prensa cerrada	%L4
Presóstato presión diferencial	%L5
Presóstato de baja presión	%L6
Prensa abriéndose	%L7
Prensa abierta	%L8
Mando colgante	%L9
Sensores separación de placas	%L10
Movimiento cilindros laterales	%L11
Activación bomba neumática de levadura	%L12
Conexión aire de membrana	%L13
Desconexión aire de membrana	%L14
Arranque/parada motor de CIP	%L15
Arranque/parada motor de sinfin	%L16
Arranque/parada motor de agitador	%L17
Arranque/parada Bomba de cerveza	%L18
Bomba de relechada	%L19
Parada de emergencia	%L20
Temperatura soluciones CIP	%L21
Fecha y hora	%L22

Tabla 8. Comentarios y etiquetas para los escalones de la sección Filtrop

Ahora se continuará con la descripción de otras de las carpetas que hacen parte del navegador de aplicación.

4.4.4 VARIABLES

En la carpeta variables se tienen acceso a los objetos de memoria, sistema, constantes, boques de función predefinidos y E/S. Haciendo clic sobre cualquiera de las opciones, es posible elegir de que objeto se trata, si es bit, byte, palabra, etc., colocar un símbolo y además un comentario. En la figura 37, por ejemplo, se muestra la ventana de E/S, en la cual se debe elegir el módulo al cual se desee acceder para colocar el comentario o el símbolo, a través del submenú que se despliega en el campo DIR.

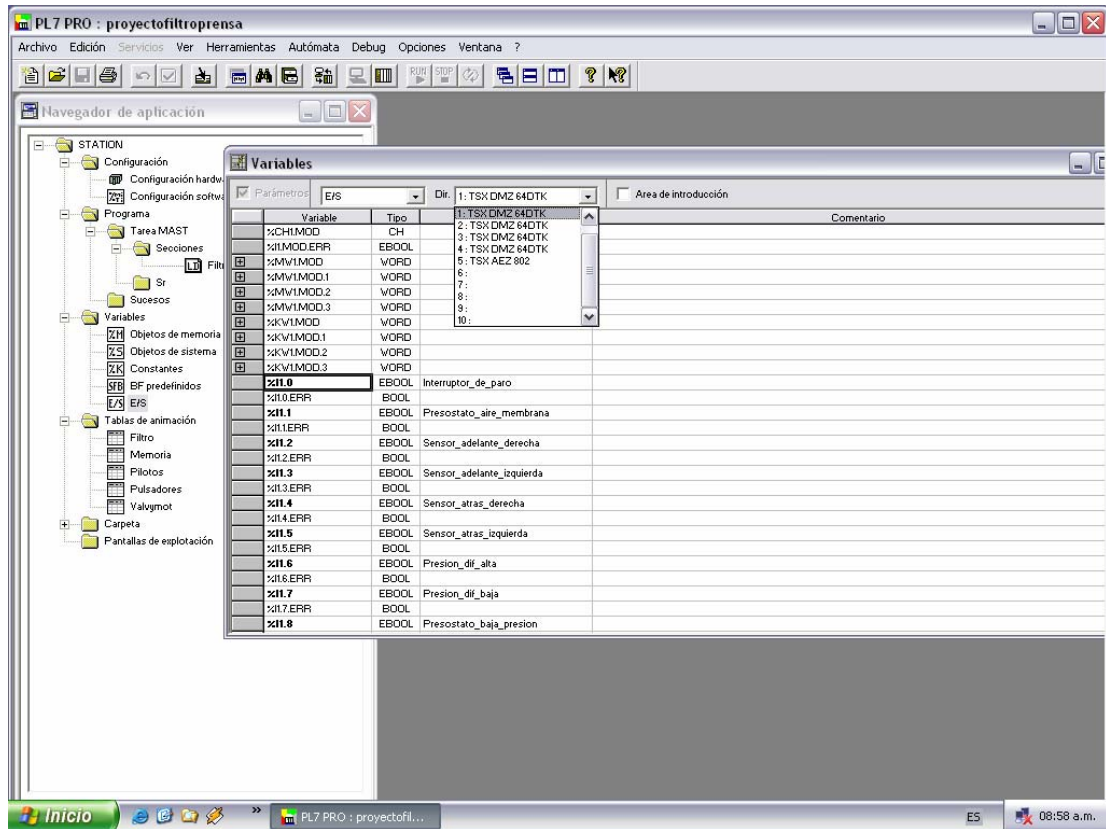


Figura 37. Ventana en la cual se tiene acceso a crear o modificar nombres de variables (Tomado de programa PL7 Pro)

4.4.5 TABLAS DE ANIMACIÓN

En el menú principal, opción Autómata, conectar, se da paso para que teniendo un PLC conectado al computador, se logre realizar simulaciones o comprobaciones de que el programa funciona cómo se espera que lo haga. Antes de realizar el montaje del nuevo sistema con la tecnología de lógica programada, se hicieron varias simulaciones y son precisamente las tablas de animación el medio por el cual el programador, puede revisar su programa. Las tablas de animación se deben crear. Al dar clic derecho sobre la carpeta de Tablas de animación, crear, aparecerá una ventana, en donde se empiezan a colocar los objetos del lenguaje sobre los cuales se quiere

tener información. En la ventana de tablas se encuentran unas opciones de forzado, forzar a cero o a uno; el hecho de forzar a un valor u otro, permite cambiar de estado una entrada, una salida o cualquier otro objeto del lenguaje, logrando visualizar cómo se comportan ante este cambio los demás elementos.

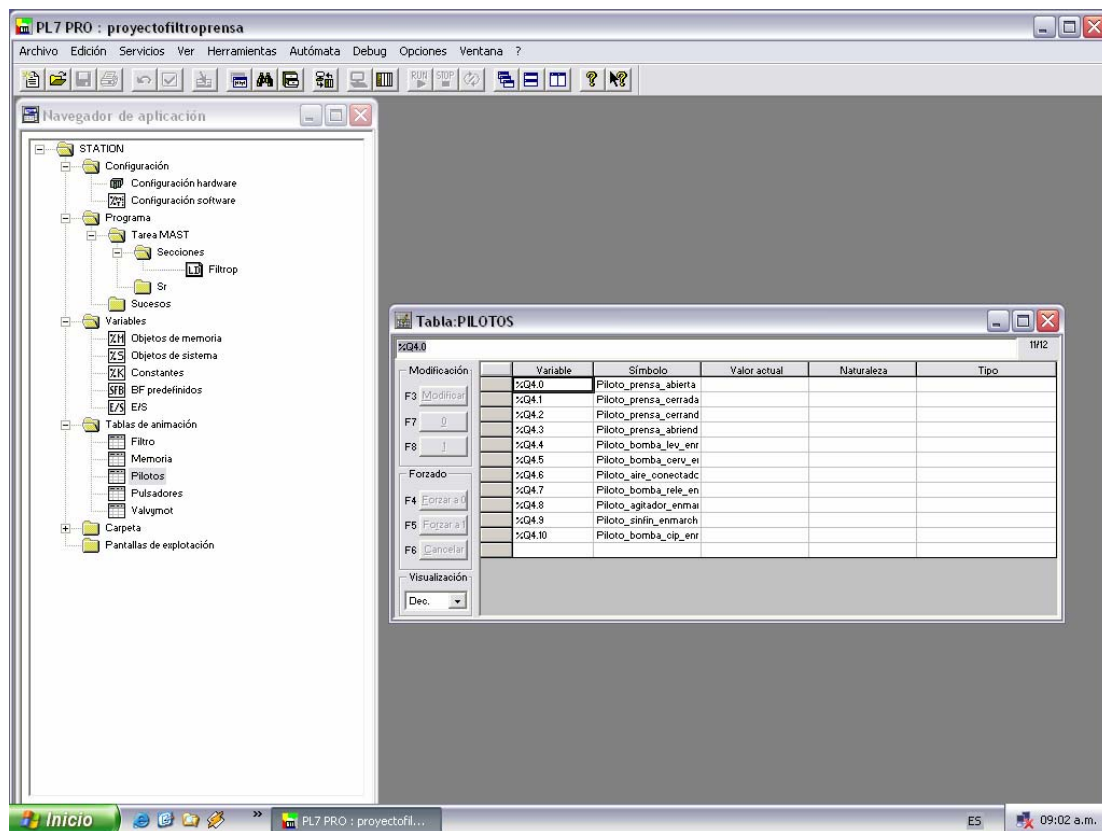


Figura 38. Una de las tablas de animación de la aplicación para el filtro prensa (Tomado de programa PL7 Pro)

Las tablas de animación que se hicieron para este caso en particular fueron: tabla de animación para pulsadores, pilotos, para válvulas y motores, para objetos de memoria y una denominada filtro en donde están las demás entradas.

4.5 PROGRAMA EN LENGUAJE LADDER

Siguiendo el manual de operación del filtro prensa y con la ayuda de la información recopilada a través de entrevistas a operarios se logra adquirir la base del conocimiento para elaborar el programa con el cual opera el sistema. Con el fin de dar a conocer la forma cómo se elaboró el programa en lenguaje LADDER, se presentarán comentarios acerca de los escalones que hacen parte de la sección creada bajo el nombre de filtrop, en el archivo proyectofiltroprensa.stx.

Para no tener que mencionar el comentario asociado a cada entrada, salida, objeto de memoria etc. se proporcionarán tablas en la cuales se relaciona el tipo de objeto y su variable asociada (nombre o comentario). Para dar inicio a la descripción del programa se eligió al azar la condición inicial de que la prensa estaba cerrada y se desea abrir. Así se proporcionará información concreta de la forma cómo actúa el programa para que el equipo funcione correctamente.

OBJETOS DE MEMORIA	
Prensa abriéndose	%M100
Prensa abierta	%M101
Mando colgante activo	%M102
Sensores delanteros activos	%M103
Sensores traseros activos	%M104
Retroceso activo	%M105
Avance activo	%M106
Prensa cerrándose	%M107
Presión diferencial	%M108
Pres dif	%M109
Baja presión	%M110
Aire de membrana conexión	%M114
Aire de membrana desconexión	%M115
Parada de emergencia	%M117

Tabla 9. Objetos de memoria de la sección Filtrop

ENTRADAS		SALIDAS	
Interruptor de paro	%I1.0	Válvula distribuidora CERRAR	%Q2.0
Presóstato aire de membrana	%I1.1	Válvula distribuidora ABRIR	%Q2.1
Sensor marcha adelante derecha	%I1.2	Válvula distribuidora AVANCE	%Q2.2
Sensor marcha adelante izquierda	%I1.3	Válvula distribuidora RETROCESO	%Q2.3
Sensor marcha atrás derecha	%I1.4	Válvula distribuidora BAJA presión	%Q2.4
Sensor marcha atrás izquierda	%I1.5	Válvula distribuidora ALTA presión	%Q2.5
Contacto presóstato presión diferencial alta presión	%I1.6	Válvula neumática ENTRADA aire de membrana	%Q2.6
Contacto presóstato presión diferencial baja presión	%I1.7	Válvula neumática SALIDA aire de membrana	%Q2.7
Presóstato baja presión	%I1.8	Válvula solenoide apertura/cierre entrada de aire bomba de levadura	%Q2.8
Presóstato entrada de levadura	%I1.9	Válvula solenoide apertura/cierre entrada de aire bomba relechada	%Q2.9
Parada de emergencia de sin fin	%I1.10	Motor de CIP	%Q2.10
Térmico motor CIP	%I3.0	Motor de agitador	%Q2.11
Térmico motor Sin fin	%I3.1	Motor bomba de cerveza	%Q2.12
Térmico motor Agitador	%I3.2	Motor unidad motriz hidráulica	%Q2.13
Térmico motor Hidráulico	%I3.3	Motor eléctrico de tornillo sin fin	%Q2.14
Térmico motor Cerveza	%I3.4	Piloto prensa abierta	%Q4.0
Confirmación motor CIP	%I3.5	Piloto prensa cerrada	%Q4.1
Confirmación motor Hidráulico	%I3.6	Piloto prensa cerrándose	%Q4.2
Confirmación motor Sin fin	%I3.7	Piloto prensa abriéndose	%Q4.3
Confirmación motor Agitador	%I3.8	Piloto B. de levadura en marcha	%Q4.4
Confirmación motor Cerveza	%I3.9	Piloto B. de cerveza en marcha	%Q4.5
Selector filtración/lavado	%I3.10	Piloto aire conectado	%Q4.6
Selector CIP/lavado	%I3.11	Piloto B. relechada en marcha	%Q4.7
Parada de emergencia	%I3.12	Piloto agitador en marcha	%Q4.8
Pulsador mando colgante uno	%I3.13	Piloto sin fin en marcha	%Q4.9
Pulsador B.cerv.parada estación de mando	%I3.14	Piloto B. CIP en marcha	%Q4.10
Pulsador abrir prensa	%I3.16		
Pulsador cerrar prensa	%I3.17		
Pulsador bomba de levadura (arranque)	%I3.18		
Pulsador bomba de levadura (parada)	%I3.19		
Pulsador bomba de cerveza (arranque)	%I3.20		
Pulsador bomba de cerveza (parada)	%I3.21		
Pulsador conectar aire	%I3.22		
Pulsador desconectar aire	%I3.23		
Pulsador bomba de relechada (arranque)	%I3.24		
Pulsador bomba de relechada (parada)	%I3.25		
Pulsador de agitador (arranque)	%I3.26		
Pulsador de agitador (arranque)	%I3.27		
Pulsador de tornillo sin fin (arranque)	%I3.28		
Pulsador de tornillo sin fin (parada)	%I3.29		
Pulsador bomba de CIP (arranque)	%I3.30		
Pulsador bomba de CIP (parada)	%I3.31		

Tabla 10. Variables asociadas a los objetos de entrada salida de la sección Filtróp

4.5.1 PRENSA ABRIÉNDOSE, PRENSA ABIERTA, MANDO COLGANTE, SENSORES Y SEPARACIÓN DE PLACAS

Si suponemos que la prensa está cerrada y se quiere abrir, la etiqueta %L7 de la figura 39 muestra cómo se activa el objeto de memoria %M100. Con %M100 activo se informa que todo está listo para que la prensa empiece a abrir, es decir ya se pulsó ABRIR (pasando %I3.16 a nivel alto), la prensa está libre de presión por parte de la inyección de aire, lo cual es indicado por %I1.1 y por supuesto el aire de membrana no puede estar conectado.

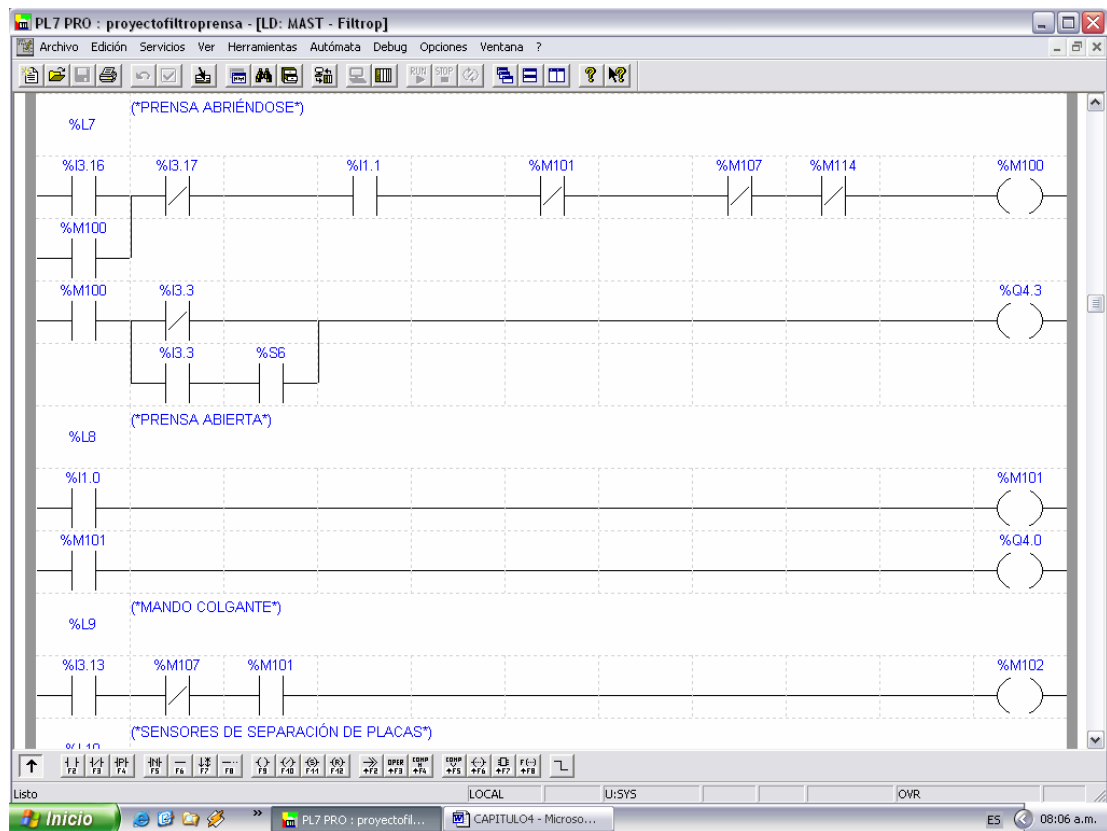


Figura 39. Etiquetas %L7, %L8 y %L9 del programa para filtro prensa de levadura (Tomado de programa PL7 Pro)

En la etiqueta %L2 que se muestra en la figura 40 hay un contacto NA de %M100 el cual se cierra y no habiéndose activado la parada de emergencia

(%M117) ni se haya producido falla por térmico del motor hidráulico, se activa %Q2.13, que es la bobina del contactor que activa el motor de la unidad hidráulica; una vez activada ésta salida, se cierra el contacto NA que tiene asociado %Q2.13 en la etiqueta %L0, figura 41, dando paso para que el bloque temporizador que permite efectuar un retardo con conexión, después de 3s, active las salidas %Q2.1 y %Q2.4 (electroválvulas de abrir y baja presión); %Q2.1 se activa para abrir el paso de aceite que debe salir del cárter del cilindro y retornar al tanque y %Q2.4 se activa puesto que al estar la prensa cerrada la presión es máxima (4300 PSI) y debe bajar haciendo que el fluido se evacue por la tubería de fuga. Así la sección móvil de la prensa inicia su desplazamiento, con un movimiento de izquierda a derecha.

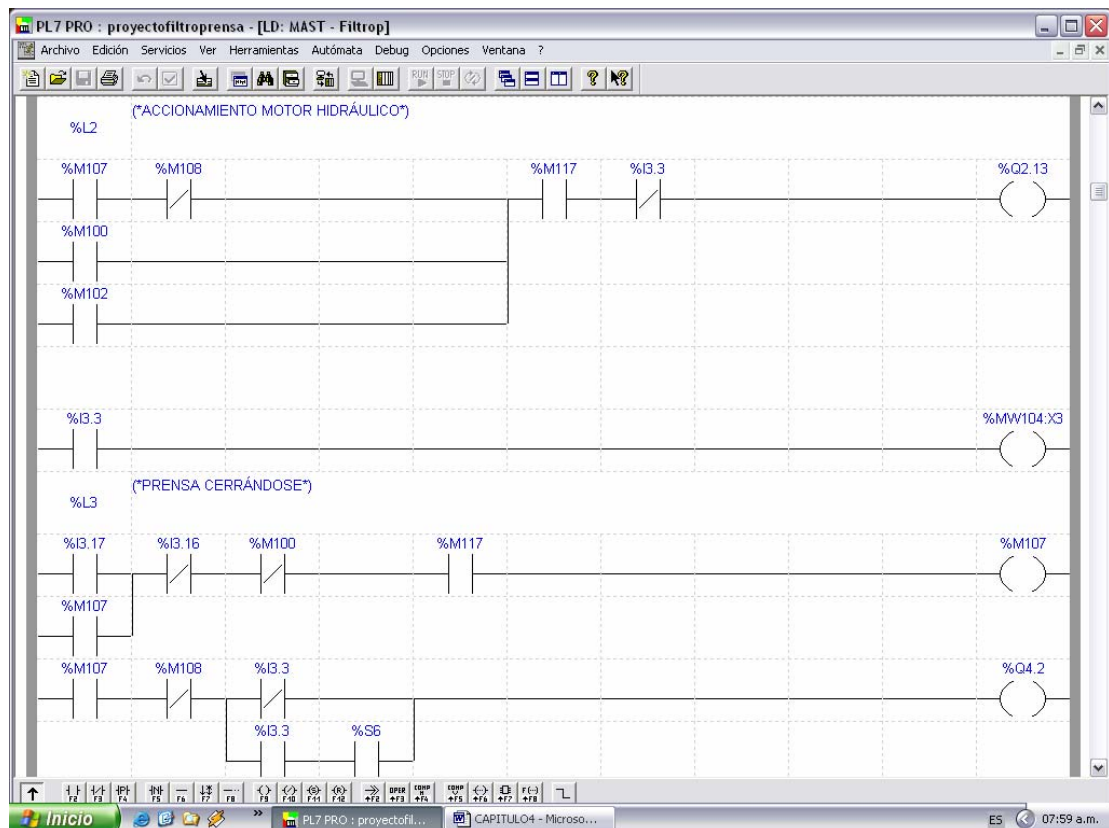


Figura 40. Etiquetas %L2 y %L3 del programa para filtro prensa de levadura
(Tomado de programa PL7 Pro)

Por otra parte está el piloto de señalización de PRENSA ABRIÉNDOSE, el cual debe encenderse, siempre y cuando %M100 esté activo y el contacto NA que físicamente está conectado como entrada %I3.3, no se cierre, pues en el programa %I3.3 cambiaría de estado permitiendo que se active el bit de sistema que hace que prenda y apague el piloto de señalización, logrando que el operario visualice que hay una falla.

Ahora, la sección móvil debe parar y el punto al cual debe llegar es indicado por el interruptor de paro %I1.0, la sección móvil es una placa pesada que al hacer contacto (frontal) con el interruptor, se cierra el contacto NA que tiene asociado; así %I1.0 tiene un nivel alto activando %M101. Si se observa, en la etiqueta %L7, hay un contacto NC el cual estando activado %M101, pasa a un estado lógico “bajo” haciendo que se desactive %M100 y a su vez en la etiqueta %L2, el contacto NA de %M100, que tenía un nivel lógico “alto” cambiará, haciendo que se desactive la salida %Q2.13 y que el motor se detenga. En la etiqueta %L8, cuando %M101 se activa se cierra el contacto NA provocando que %Q4.0 se active, así es como el piloto de señalización de PRENSA ABIERTA se enciende informándole al operario el estado de la prensa.

La etiqueta %L9, contiene la activación del mando colgante, el cual es el pulsador para activar el mecanismo separador de placas, %M102 informa que el mando colgante está activo y que se inicie la separación de las placas, sin embargo la condición para que pueda accionarse el mando es que la prensa esté abierta, por esa razón es que se tiene un contacto NA de %M101. Pero además por seguridad se colocó un contacto NC de %M107 que indica que la prensa está cerrándose, si %M107 tiene un nivel lógico “bajo” no se activará %M102.

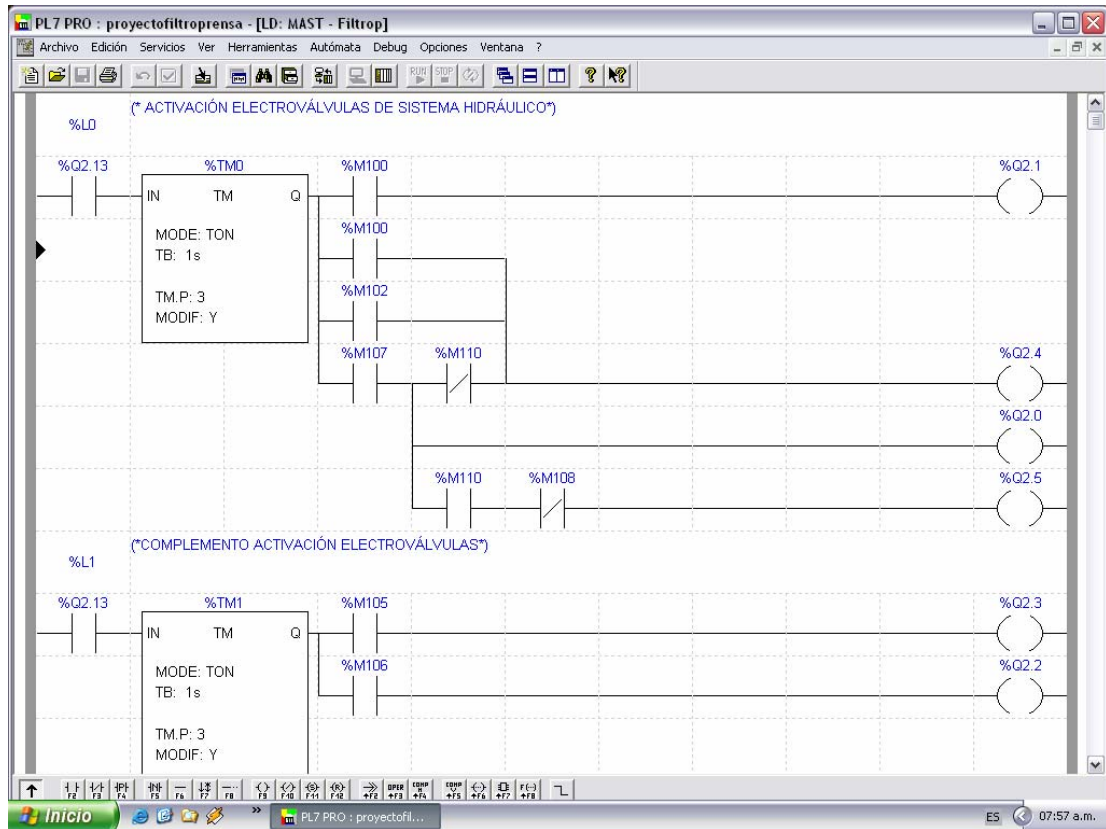


Figura 41. Etiquetas %L0 y %L1 del programa para filtro prensa de levadura
(Tomado de programa PL7 Pro)

Si se activa el pulsador del mando colgante, %I3.13, y la prensa está abierta se activará %M102, el cual tiene asociado en la etiqueta %L2 un contacto NA, que al cerrarse y sin estar la parada de emergencia activa o el térmico saltado, se activa %Q2.13, el contacto NA que tiene asociado en la etiqueta %L0 se cerrará, haciendo que se active el bloque temporizador y luego el contacto NA que %M102 tiene asociado se cerrará activándose %Q2.4. El mando colgante en realidad tiene dos pulsadores conectados en serie con el fin de que el operario se vea en la obligación de utilizar sus dos manos, además si se observa la etiqueta %L9 al soltar los pulsadores se desactivaría %M102, haciendo que el motor se detenga. Esto se hace por seguridad del operario, es importante que tenga sus manos ocupadas y evitar un

accidente. En el movimiento de los cilindros laterales juegan un papel muy importante los sensores de proximidad. El mecanismo que sostiene los dientes cumple la función de desplazar los dientes hacia adelante para buscar la placa y luego hacia atrás para separarla de las demás. Ese mecanismo está provisto de unas partes metálicas en forma de ele, que según en donde se encuentre ubicado, la señal de activación será dada por parte de los sensores delanteros o de los traseros. Si se observa la etiqueta %L10 en la figura 42, se tienen las direcciones %I1.2, %I1.3, %I1.4, %I1.5, que corresponden a los cuatro sensores de proximidad, dos delanteros, dos traseros. Se tienen dos objetos de memoria %M103 y %M104.

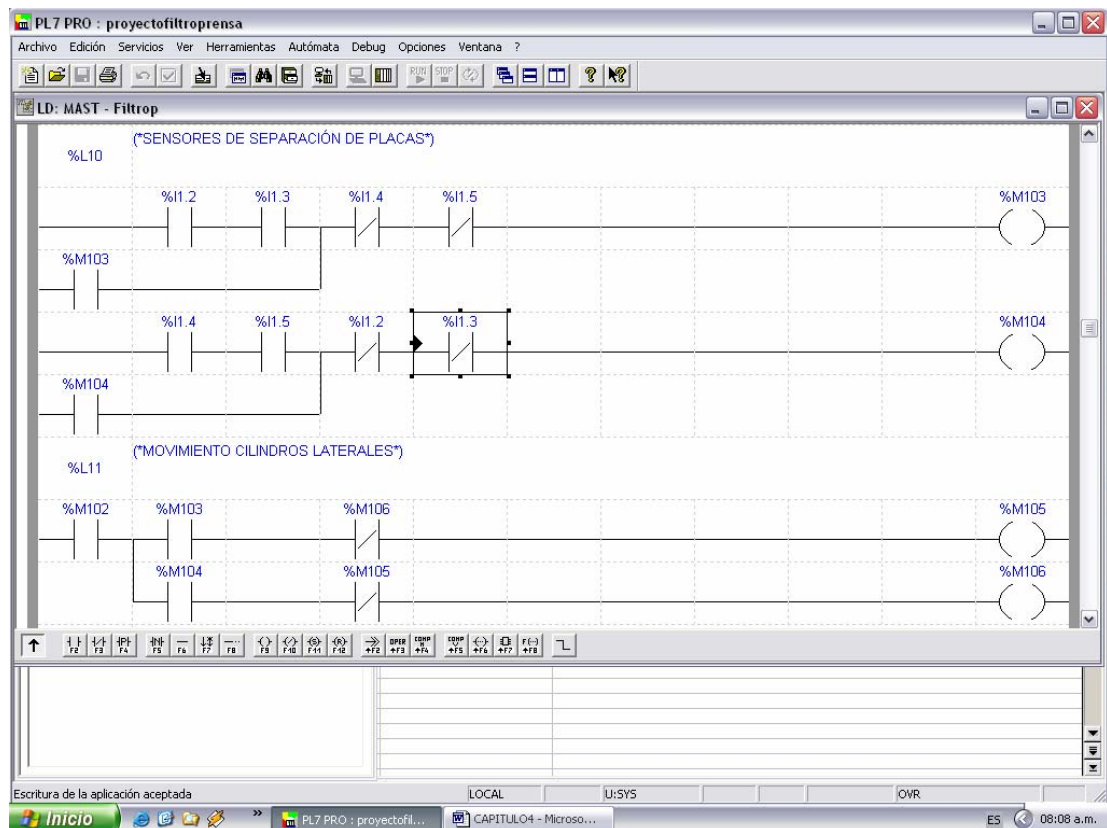


Figura 42. Etiquetas %L10 y %L11 del programa para filtro prensa de levadura
(Tomado de programa PL7 Pro)

Para que %M103 se active, los sensores delanteros deben estar dando señal, es decir la parte metálica en forma de ele debe estar justo encima de los dos sensores delanteros (derecho e izquierdo), por seguridad también se debe cumplir que cerca de los sensores traseros (derecho e izquierdo), no debe haber ningún objeto metálico, que ocasione la activación de los mismos, por eso se añadieron dos contactos NC de %I1.4 y %I1.5, puesto que si cambian su estado a “bajo”, no se puede activar %M103. El objeto de memoria %M103 tiene asociado un contacto NA en esta misma etiqueta (%L10), en paralelo con los contactos NA que representan los sensores delanteros, esto se hace con el fin de que cuando el operario deje de presionar los pulsadores del mando colgante y quizá el mecanismo quede en la mitad de los dos sensores, el sistema sepa en que dirección debe continuar el movimiento. Para la activación de %M104 se necesita que sean los sensores traseros los que estén dando señal, la programación cumple con las mismas características que se mencionaron en el caso de la activación de los sensores delanteros.

Ahora bien, la etiqueta %L11 es en donde se informa si es el avance o el retroceso el que está activo. Para el retroceso activo %M105 se tiene que cumplir que se opriman a la vez los pulsadores del mando colgante; que los sensores delanteros estén dando señal de activación y que por supuesto no haya activación de avance (%M106). Para el avance activo el cual corresponde al objeto de memoria %M106, se debe cumplir que los pulsadores del mando estén oprimidos; que los sensores traseros estén dando señal de activación y que no haya activación de retroceso.

Ya se había dicho que al activarse %M102 se activa %Q2.13, junto con %Q2.4. En el sistema hidráulico hay dos electroválvulas que se encargan del movimiento de los cilindros. Pues bien en la etiqueta %L1 (figura 41) se

muestra cuáles son las electroválvulas que deben activarse según se avance (%Q2.2) o se retroceda, (%Q2.3).

4.5.2 PRENSA CERRÁNDOSE

Con la prensa abierta, se puede pensar en pulsar CERRAR PRENSA y así iniciar la descripción de los elementos que intervienen en esta parte de la programación. En la etiqueta %L3 de la figura 40 se observa que para iniciar se debe oprimir el pulsador representado por la dirección %I3.17, no habiendo oprimido el pulsador de abrir prensa, ni activando la parada de emergencia, el objeto de memoria %M107 pasa a un nivel lógico “alto”; con lo que el contacto NA %M107, que se encuentra en paralelo con el pulsador, cambia de estado y se tiene el automantenido, de tal forma que al soltar el pulsador el estado de %M107 se conserve. Al estar activo %M107 y partiendo del hecho de que la presión en la unidad hidráulica es cero PSI (pues la prensa está abierta), no está activo el presostato de presión diferencial, entonces en la etiqueta %L2 se cumplen todas las condiciones para que la salida %Q2.13 pase a nivel “alto”; lo que quiere decir que el motor de la unidad hidráulica se enciende. Por otra parte en la etiqueta %L6 el objeto de memoria %M110, tiene un estado lógico “bajo”, ya que la entrada %I1.8 no está activa, ésta pasará a un nivel “alto” cuando la presión llegue a 900 PSI, que es el valor al cual está calibrado. Bajo esas condiciones en la etiqueta %L0, el contacto asociado a la salida %Q2.13, se ha activado, al igual que el bloque temporizador, el contacto %M107 y el objeto de memoria %M110, haciendo que las salidas %Q2.0 y %Q2.4 (válvula de cerrar y baja presión) se activen; %Q2.0 se activa para abrir el paso de aceite que debe salir del tanque y entrar al cárter del cilindro y %Q2.4 se activa puesto que al estar la prensa abierta la presión es mínima (0PSI) y debe subir haciendo que el aceite fluya por la tubería de acceso. Desde el instante en el que el

motor se enciende la sección móvil inicia su movimiento de derecha a izquierda, se dice entonces que la prensa está CERRÁNDOSE, en la etiqueta %L3 la salida %Q4.2 (piloto de señalización) lo indica. Cuando la presión alcance el valor de 900 PSI, la entrada %I1.8 pasará a un estado lógico “alto”, con esto %M110 pasará también a “alto”. En la etiqueta %L0, se puede observar que %M110 cambió de estado y la válvula de baja presión (%Q2.4), se desactivará, dando lugar para que la salida %Q2.5 (válvula de alta presión) pase a un nivel lógico “alto” , pues el presóstato de presión diferencial aún no se ha activado, de esa forma el sistema alcanzará la presión de 4300 PSI.

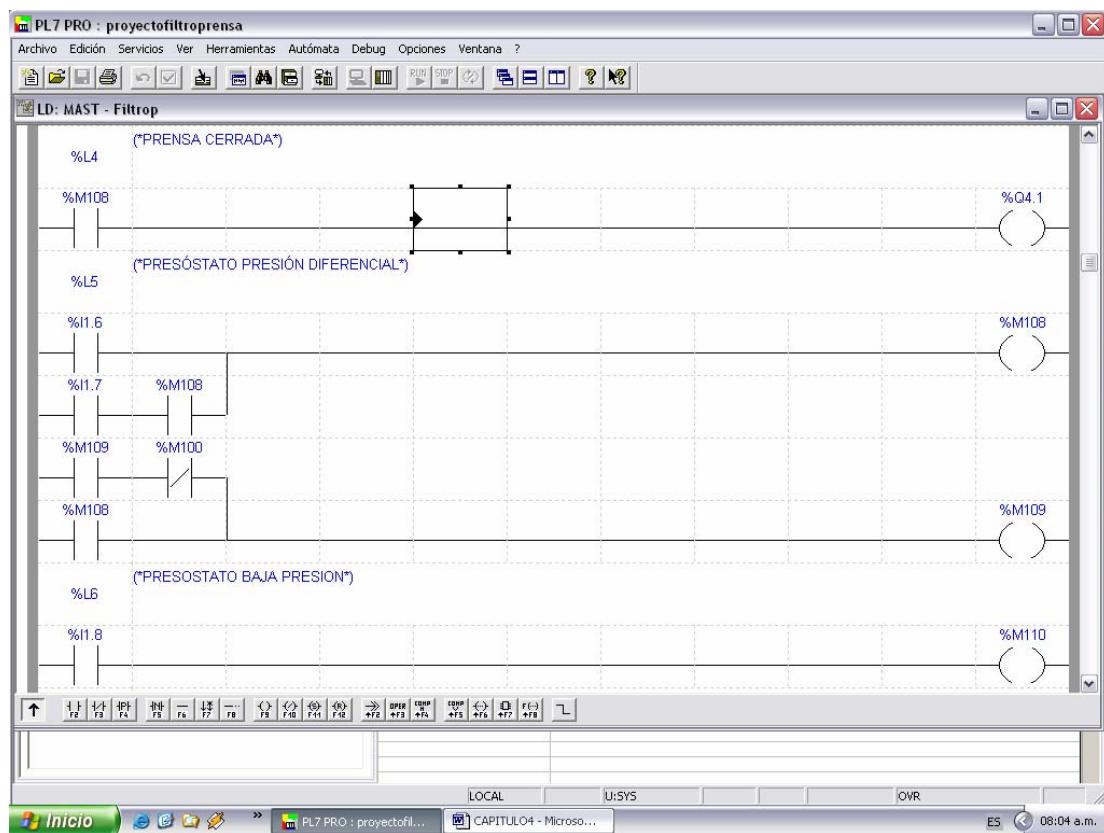


Figura 43. Etiquetas %L4, %L5 y %L6 del programa para filtro prensa de levadura
(Tomado de programa PL7 Pro)

Los contactos del presóstatos de presión diferencial (%I1.6 y %I1.7), se activan a la vez, cómo se puede observar en la etiqueta %L5, figura 43, haciendo que el objeto de memoria %M108, pase a un nivel lógico “alto” y los contactos NA que tiene asociados se cierran y los NC se abran, con esto %M109 se activa y el contacto NC que tiene asociado el objeto de memoria %M108 en la etiqueta %L2, cambia de estado y hace que el motor de la unidad hidráulica (%Q2.13), se detenga. En la etiqueta %L4, también cambia de estado el contacto NA de %M108 para que se encienda el piloto de señalización de PRENSA CERRADA (%Q4.1) y se indique el estado de la prensa. La levadura puede empezar su ascenso al filtro prensa, y a medida que esto sucede, la prensa va perdiendo presión, cuando el valor de la presión es 4000 PSI, que es el valor de presión mínimo de la presión diferencial, los contactos del presóstatos de presión diferencial se desactivan, haciendo que el motor se encienda de nuevo, que la válvula de alta se active, que el piloto de señalización PRENSA CERRÁNDOSE se encienda, esto hasta lograr de nuevo el valor de 4300 PSI, el motor se detiene, se desactiva la válvula de alta y se enciende el piloto de señalización PRENSA CERRADA. Los cambios de presión, perdurarán hasta que se termine un proceso de filtroprensado, que aproximadamente tiene una duración de tres horas.

Se debe aclarar una parte de la programación y es en la etiqueta %L5, cuando %M108 se activa, el contacto NA de %M108 se cierra, haciendo que %M109 pase a un nivel “alto”. El contacto NA de %M109 se cierra, de tal modo que no importa que el contacto NA de %M108 cambie de estado, %M109 estará activo siempre y cuando no se abra la prensa. Esto con el fin de que hay escalones que necesitan la condición de que la prensa esté cerrada y como la prensa siempre (mientras se filtroprensa) está cambiando

de estado CERRÁNDOSE-CERRADA, se incluirán en los escalones que o necesiten un bit asociado a %M109.

4.5.3 ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN DE BOMBA DE LEVADURA Y CONEXIÓN/DESCONEXIÓN DE AIRE DE MEMBRANA

La bomba de levadura es una bomba neumática, es la encargada de suministrar la levadura al filtro, en la etiqueta %L12 de la figura 44, se muestra cómo se activa y desactiva. El selector de tres posiciones del tablero de control, debe estar señalando la opción filtración/lavado, como primera condición, la cual está representada por la entrada %I3.10; el pulsador de CERRAR PRENSA debió oprimirse al igual que el de ARRANQUE (bomba de levadura); el presóstato ubicado en la tubería de entrada de levadura, sin presión está en estado lógico “alto”, lo cual es indicado por %M109; la prensa debe estar cerrada y así la electroválvula (%Q2.8) que abre el paso de aire para activar la bomba, tendrá un estado “alto”. El contacto NA de %Q2.8, que se encuentra en paralelo con % I3.18, es el automantenido, para que una vez pulsado ARRANQUE, al soltar no se pierda la activación de la electroválvula. Además se tiene el piloto de señalización que indica que la bomba de levadura está en marcha, el cual se activa con otro contacto NA de %Q2.8, que se cierra. La desactivación de la bomba de levadura se realiza oprimiendo el pulsador de PARADA (bomba de levadura).

Se continúa con la descripción de la conexión y desconexión del aire de membrana. Este aire se inyecta a la prensa para que la levadura se seque y sea más fácil de desprender de las placas. Su conexión se hace con el pulsador de CONECTAR (aire de membrana), cumpliendo ciertas condiciones como: que el selector se encuentre en la posición

filtración/lavado, pues si se está haciendo un CIP y se inyecta aire se puede correr el riesgo de que la solución que en ese momento esté circulando se riegue; que la prensa esté cerrada, pues de lo contrario la levadura empezaría a salir por todos los lados de las placas, que la bomba neumática de levadura esté desactivada, para no estar inyectando más levadura a la prensa. En la etiqueta %L13 de la figura 44 se observa que al pulsar CONECTAR y cumplirse todas las condiciones, se activa el objeto de memoria %M114, que a su vez activa el contacto NA %M114 y el bloque temporizador, para que finalmente la salida %Q2.6 tenga un nivel lógico “alto” y el aire inicie su entrada a la prensa.

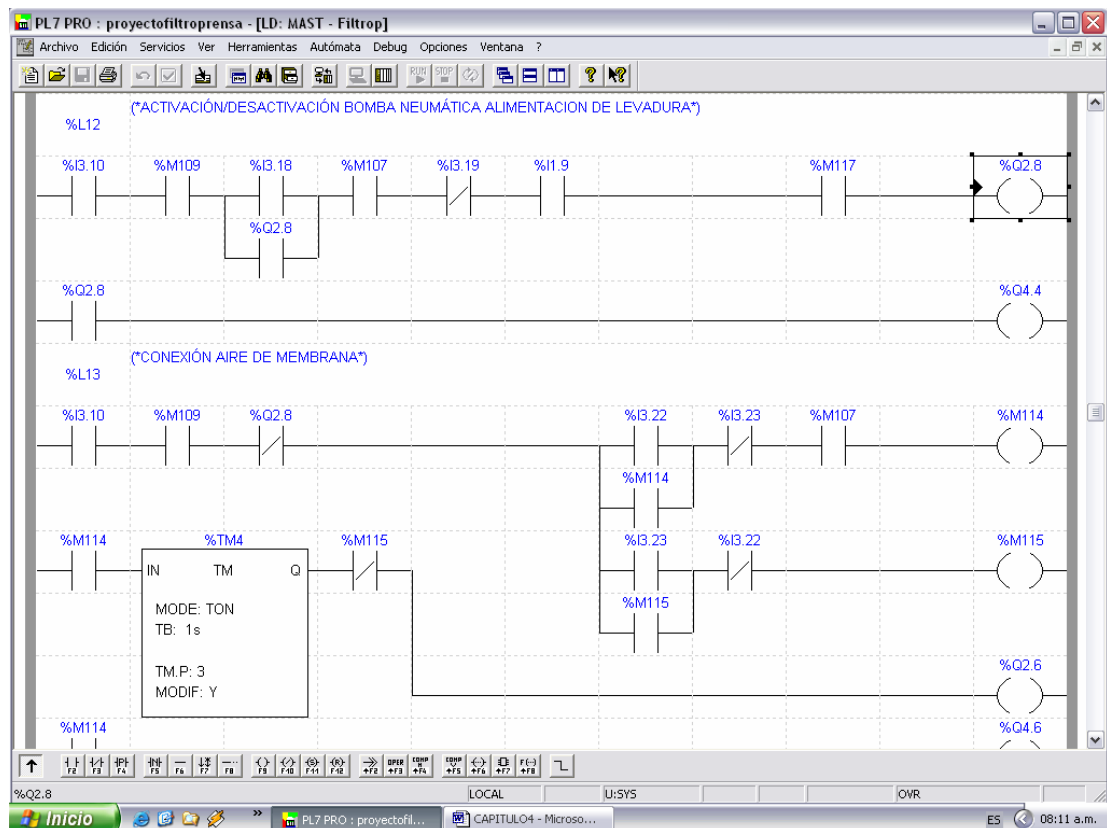


Figura 44. Etiquetas %L12 y %L13 del programa para filtro prensa de levadura (Tomado de programa PL7 Pro)

El piloto de señalización AIRE DE MEMBRANA CONECTADO se enciende. Para la desconexión del aire, se deben cumplir las mismas condiciones, pero se activa otro objeto de memoria el %M115, el contacto NA asociado se cierra, activando el bloque temporizador y con el presóstatato de aire de membrana también activo indicando que la prensa tiene presión de aire, la salida %Q2.7 pasa a un nivel lógico alto. Se debe recordar que el presóstatato de aire de membrana a presión mínima tiene asociado el contacto NC, por esto en la etiqueta %L14 la entrada %I1.1 tiene un nivel lógico “alto” pues la prensa tiene presión, el contacto se abre y como el contacto que tiene asociado %I1.1 es NC entonces el nivel lógico es alto.

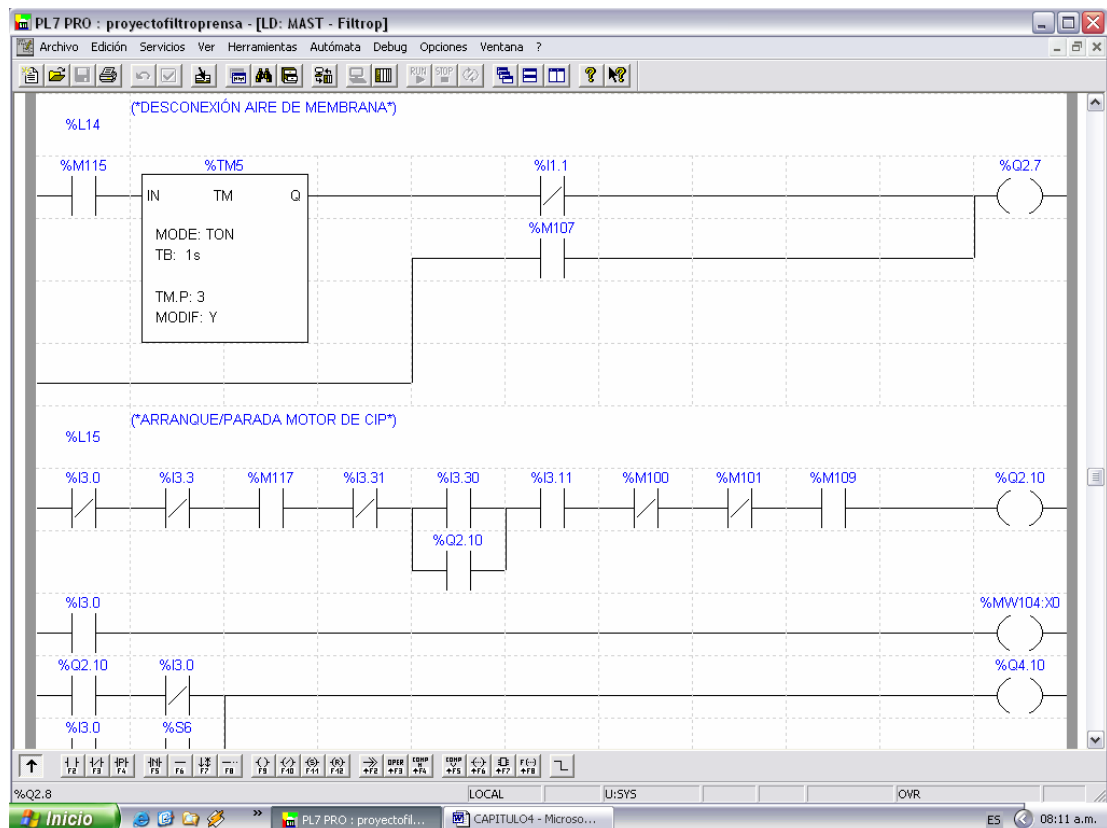


Figura 45. Etiquetas %L14 y %L15 del programa para filtro prensa de levadura (Tomado de programa PL7 Pro)

Por otra parte, al desactivar la desconexión de aire de membrana (que en realidad es una activación de una electroválvula para hacer que el aire salga de la prensa) la prensa empieza a perder presión de tal forma que al alcanzar el valor de 0 PSI, el contacto del presóstato se cierra haciendo que la entrada %I1.1 pase a un estado lógico “bajo” y así se desactiva la electroválvula de desconexión de aire de membrana.

4.5.4 ARRANQUE/PARADA MOTORES DE: CIP, SINFÍN, AGITADOR Y BOMBA DE CERVEZA

En un CIP siempre se utiliza una bomba centrífuga, para impulsar las diferentes soluciones a través de la prensa, tuberías y tanques. Para la activación del motor de CIP, el selector debe estar señalando la opción de CIP/lavado; el térmico no debe estar disparado (%I3.0), tampoco el térmico del motor de la unidad hidráulica (%I3.0), pues la condición más importante es que la prensa esté cerrada todo el tiempo, ya que en el CIP se manejan soluciones altamente nocivas, como: soda cáustica, ácido fosfórico y oxonia y una descompresión de la prensa ocasionaría que las soluciones cayeran al piso provocando un accidente en cualquiera de los operarios que estuviese cerca.

En la etiqueta %L15 de la figura 45 se puede ver que al oprimir el pulsador de ARRANQUE (bomba CIP), la bobina del contactor (%Q2.10) se activa haciendo que el motor se ponga en marcha. Para la detención del mismo, se oprime el pulsador de PARADA (bomba CIP). Si el térmico llegara a dispararse, se detiene el motor, se activa el bit de sistema y el piloto de señalización (%Q4.10), enciende y apaga para indicar la falla.

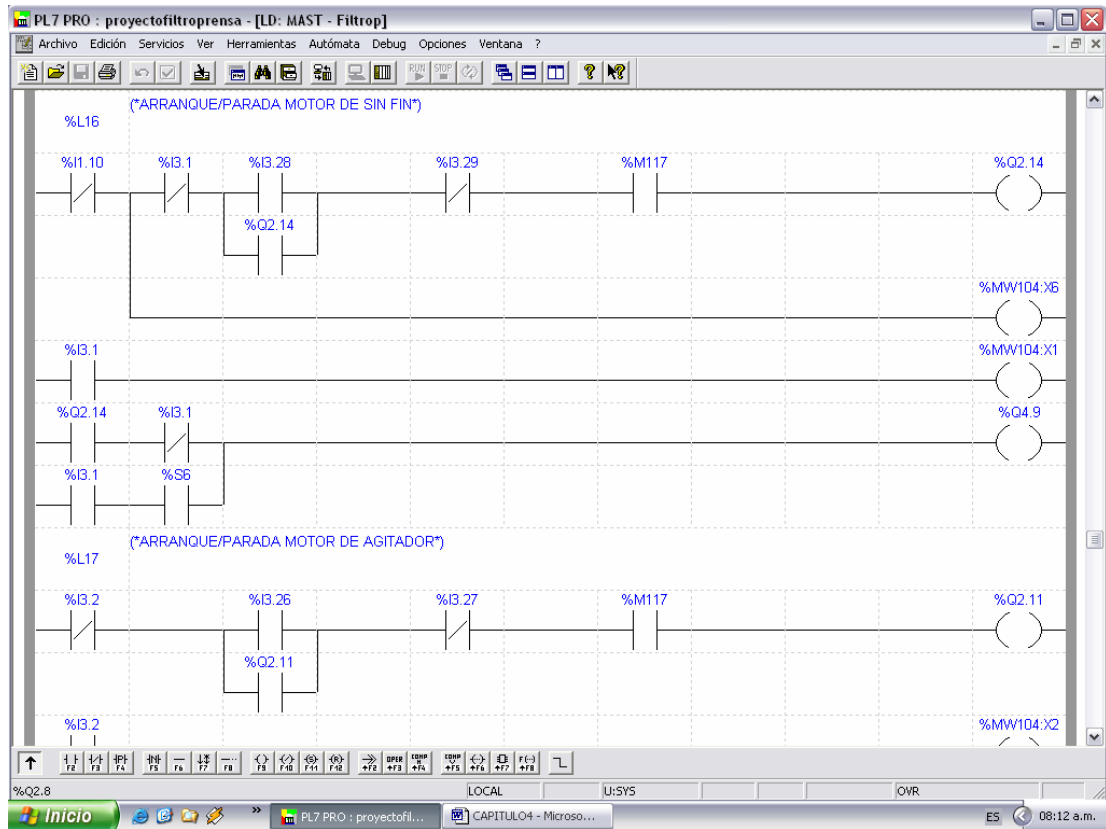


Figura 46. Etiquetas %L16 y %L17 del programa para filtro prensa de levadura
(Tomado de programa PL7 Pro)

En las etiquetas %L16 y %L17 de la figura 46 se tiene la programación del accionamiento de los motores del tornillo sinfín y del motor del agitador las cuales son muy similares. Al oprimir el pulsador de ARRANQUE (motor sinfín), si no se ha disparado el térmico, ni se ha activado la parada de emergencia general y la del sinfín, la bobina del contactor que acciona este motor se activa. El contacto NA que tiene asociado la salida %Q2.14, que se encuentra en paralelo, con el pulsador de arranque, es el automantenido, para que al oprimir y soltar el pulsador no se pierda el estado de la salida (%Q2.14). Si se oprime el pulsador de PARADA (motor sinfín), la salida %Q2.14 se desactiva, haciendo que el motor se detenga.

Si se produce disparo del térmico el bit de sistema se activará ocasionando que el piloto de señalización encienda y apague para que el operario visualice la falla.

Para el motor del agitador se pulsa ARRANQUE (motor de agitador), la bobina del contactor (%Q2.11) que acciona el motor se activa a no ser que se haya disparado el térmico o se haya activado la parada de emergencia general. El motor se detiene al pulsar PARADA (motor de agitador).

En la figura 47, la etiqueta %L18 muestra el accionamiento y desactivación del motor de la bomba de cerveza, las características de esta parte del programa son las mismas que se describieron para el accionamiento/desactivación del motor del agitador.

Respecto a %MW104:X0, %MW104:X1, %MW104:X2, %MW104:X3, %MW104:X4, representan bits de la palabra %MW104. En los escalones del programa en donde están presentes, tienen una característica en común y es que se activan cuando el térmico del motor al que correspondan, se dispare. Al activarse generan en el terminal de diálogo, mensajes de alarma en los que se visualiza que se produjo una falla a causa del disparo de un térmico y a que motor corresponde. Mas adelante cuando se describa el programa del terminal de diálogo se explicará con más detalle.

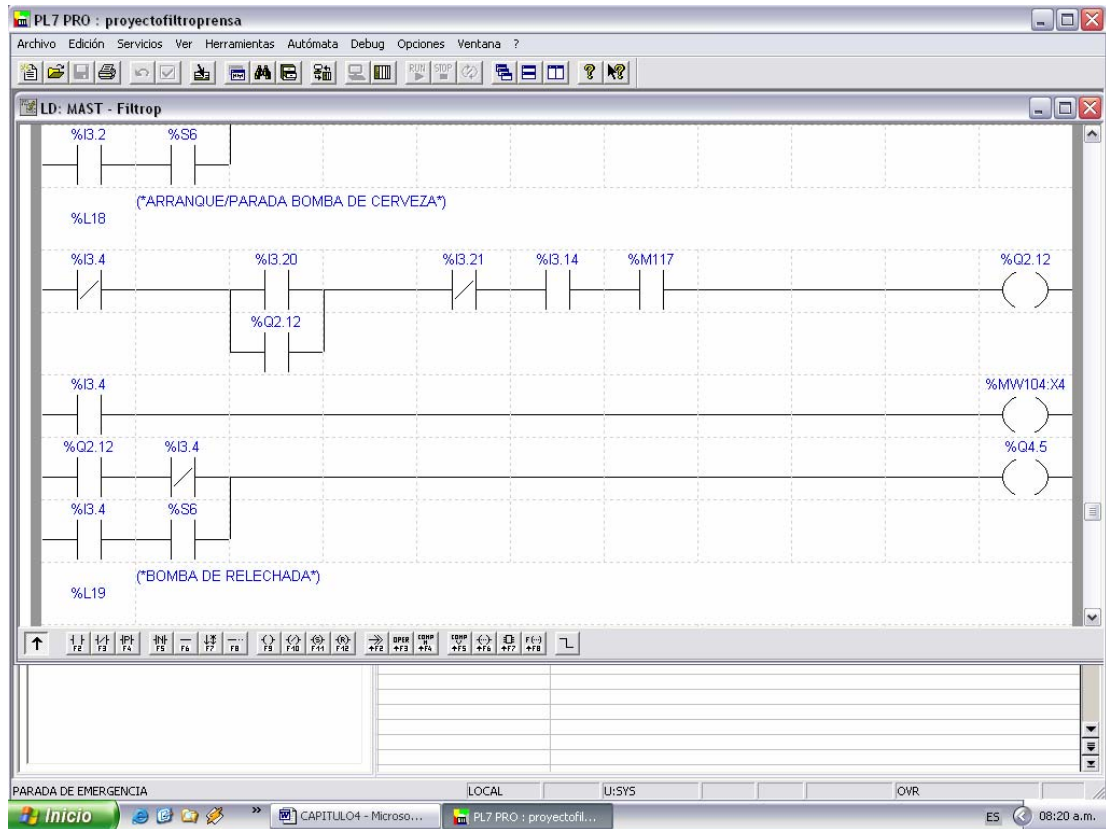


Figura 47. Etiqueta %L18 del programa para filtro prensa de levadura
(Tomado de programa PL7 Pro)

4.5.5 ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN BOMBA DE RELECHADA Y PARADA DE EMERGENCIA

La bomba neumática de relechada, es la encargada de conducir hacia autólisis la mezcla de levadura-agua que se produce después de un proceso de filtroprensado. Esta parte de la programación es sencilla ya que se tiene una electroválvula que al activarse abre el paso de aire para que la bomba funcione y al desactivarse lo cierra. La activación ocurre al pulsar ARRANQUE (bomba de relechada) y su desactivación cuando se pulsa PARADA (bomba de relechada).

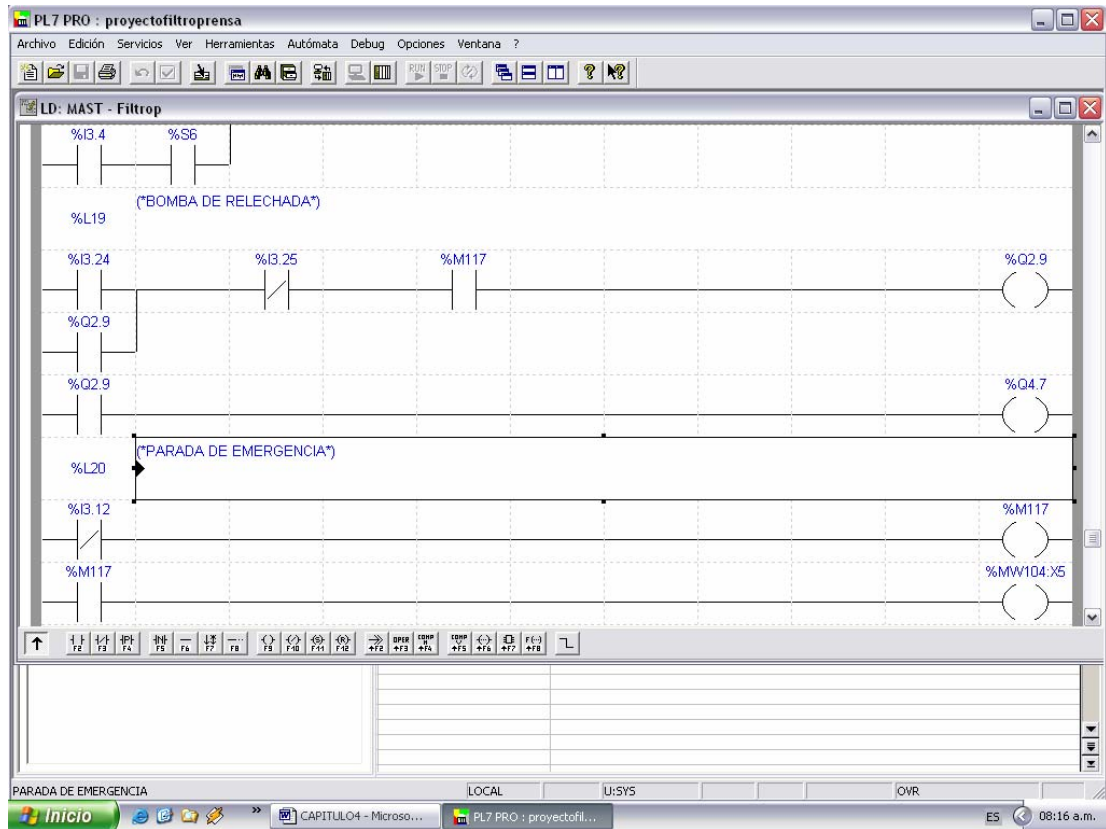


Figura 48. Etiquetas %L19 y %L20, del programa para filtro prensa de levadura (Tomado de programa PL7 Pro)

El pulsador de seta que se instalará en el tablero tendrá asociado un contacto NA; por lo tanto la entrada %I3.12 es un contacto NC, así mientras la parada de emergencia permanezca inactiva, el objeto de memoria %M117 tendrá un nivel lógico “alto”. Para los escalones que era necesario colocar parada de emergencia tienen un contacto NA de %M117, como %M117 está activo, todos los contactos NA de %M117 tendrán un nivel lógico “alto” de forma tal que cuando se oprima el pulsador de parada de emergencia el objeto de memoria %M117 cambiará a un estado lógico “bajo” haciendo que los contactos NA que tiene asociados también cambien a este estado y así se pueda abrir el circuito.

Con lo anterior se da fin a la descripción de la manera, cómo se utilizó el software para TSX Micro 3721, PL7 Pro y cómo se elaboró la programación en él y se da paso entonces a la descripción del software para la programación del terminal de diálogo.

4.6 PROGRAMA EN XBTL1000 V 4.20

El software XBTL 1000 V 4.20 es el utilizado para controlar todos los terminales de la gama Magelis. Por medio de él se elaboran aplicaciones que permiten el diálogo con el operador para controlar un automatismo.

Dentro de las funciones principales de los terminales Magelis se tiene: visualizar datos que proceden del automatismo, modificar parámetros del automatismo o dirigir el procedimiento mediante mandos Todo o Nada. En la aplicación que se tiene para el filtro prensa sólo se utiliza cómo visualizador de datos procedentes del automatismo, como son los mensajes de alarma.

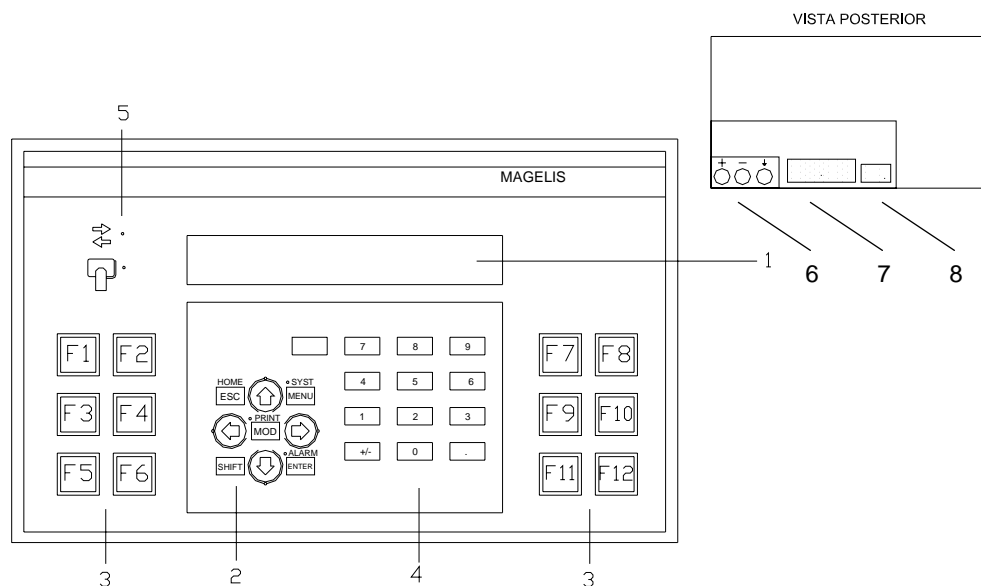


Figura 49. Terminal de diálogo MAGELIS
(Tomado de planos realizados por la autora)

1	Pantalla	Tipo: Matricial	FLUO	Capacidad líneas/caracteres: 2/20
2	Teclas de introducción			
3	Teclas de función			
4	Teclas numéricas			
5	Indicador (LED) de comunicación			
6	Alimentación, tensión nominal: 24 V DC			
7	Comunicación serial, conector de 25 pines			
8	Unión serie impresora RS232			

Tabla 11. Partes del terminal MAGELIS

(Tomado del manual de Instrucción de Servicio Telemecanique para terminales XBT-P)

En la figura 49 se quiso mostrar el Terminal y en la tabla 11, sus partes, para que al hacer descripciones de las mismas se tenga una visión más clara de lo que se quiere dar a entender.

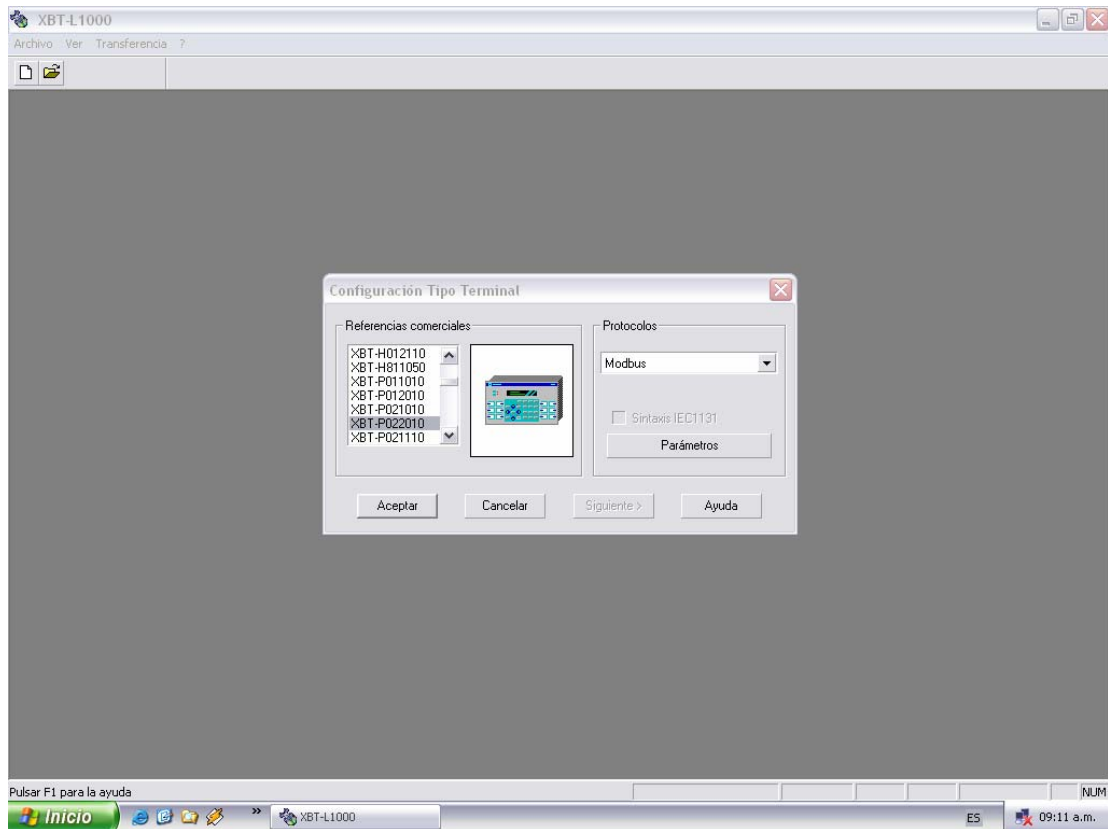


Figura 50. Ventana que permite la configuración del tipo de terminal
(Tomado de programa XBTL1000)

Entrando más en detalle a la descripción del software se inicia con la creación de una nueva aplicación. En la figura 50 se muestra la ventana que se despliega después de acceder al menú principal, Archivo, Nuevo. Allí debe escogerse el tipo o referencia del terminal de diálogo que se va a utilizar, para el caso, una pantalla XBT P022010, se da clic en aceptar y aparece la primera página de aplicación que se debe crear. Se pueden crear distintos tipos de página: de aplicación, de alarma, de recetas de producción etc. En este caso se cuenta sólo con páginas de alarma. Sin embargo se dará un ejemplo de una página de aplicación.

El texto que se incluye en una página de aplicación se coloca desde el teclado y es posible colocar todo tipo de carácter. En la página de aplicación que se da como ejemplo se visualiza la temperatura de una solución de soda cáustica. Además del mensaje que se creó; se debe asociar un campo, en el cual se tiene que visualizar el valor de la temperatura en grados centígrados, en este caso el rango de valores que se maneja es de 0 a 150.

En la figura 51 se visualiza la ventana que se despliega al dar doble clic sobre los recuadros azules, en ella se debe colocar: la variable asociada o el objeto de memoria al cual se desee asignar la variable análoga (temperatura), que puede ser palabra, palabra doble, real, o un bit de una palabra; se debe escoger el tipo de formato, es decir si es binario, decimal o hexadecimal; se debe determinar la longitud del campo, que para el ejemplo es tres pues la máxima temperatura es 150; además en las opciones se determina si la variable deberá tener acceso a: escritura, lectura o lectura/escritura.

Para hacer posible la comunicación entre el PLC y el terminal se debe hacer la programación desde el PLC. Para acceder a las páginas de aplicación

desde el terminal, se debe, asociar la tecla que se desee a la página de aplicación (a través del menú principal, configuración, teclas función).

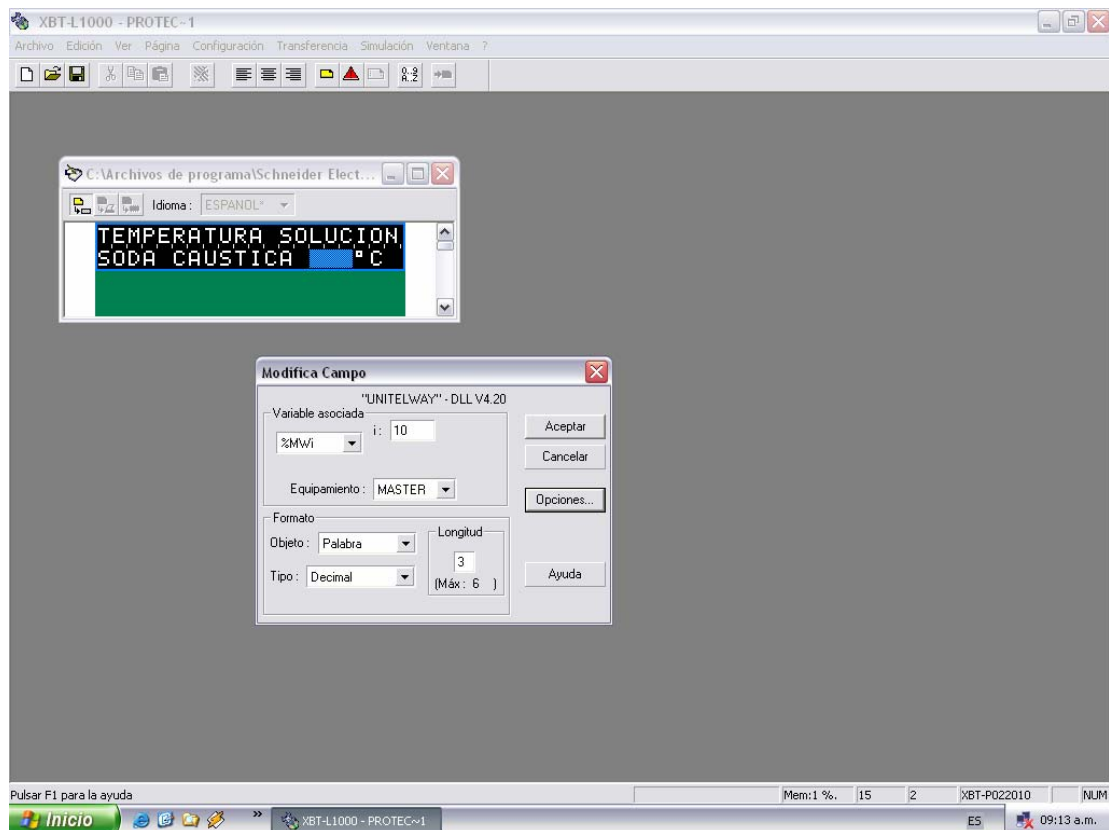


Figura 51. Ejemplo en el que se asocia una variable a un campo de una página de aplicación (Tomado de programa XBTL1000)

Pasando a la descripción de la creación de otro tipo de páginas, las de alarma, se hace a través del menú principal, página, nueva, alarma, con lo que aparece una ventana como la de la figura 52, en la que hay una serie de iconos rojos, cada uno de ellos representa una página de alarma creada. Dando doble clic sobre un recuadro en blanco, aparece la página, para que en ella se escriba el texto que se necesite visualizar. Para explorar las páginas de alarma que ya han sido creadas, se hace a través del árbol de

páginas al cual se tiene acceso por medio del menú principal, ventana, árbol de páginas.

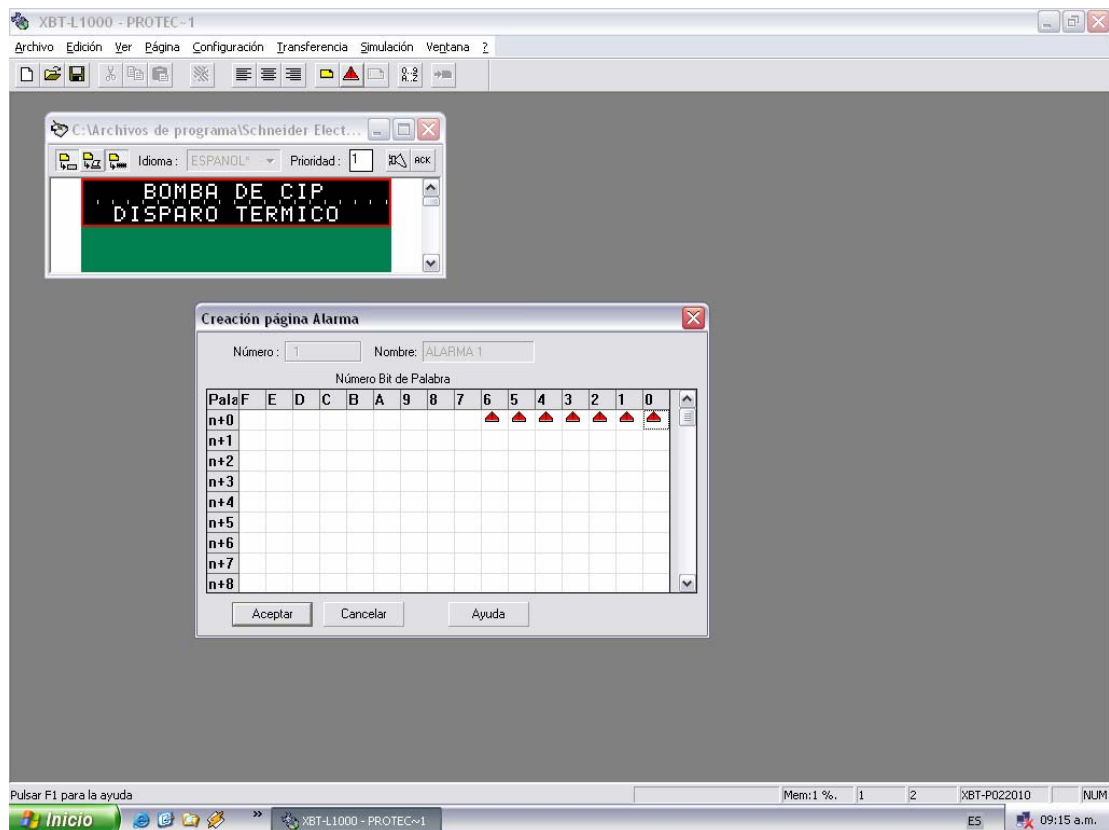


Figura 52. Creación de páginas de alarma
(Tomado de programa XBT-L1000)

La comunicación entre PLC y Magelis se hace gracias a la tabla de diálogo de la cual dispone el terminal. Para que se haga este proceso correctamente se debe configurar la tabla de diálogo, lo cual es posible accediendo al menú principal, configuración, Tabla de diálogo, se tiene entonces una ventana denominada Configuración Tabla Diálogo, como la mostrada en la figura 53. Los campos Añadir, Eliminar, son para seleccionar las funciones soportes, sobre las cuales se debe tener control, siempre que se tengan páginas de alarma se debe activar el campo de Utilizar Tabla Diálogo. La dirección que

aparece asociada se debe tener en cuenta en el momento de programar en el PLC, puede modificarse, la precaución que se debe tener es utilizar la misma en la programación. La dirección es %MW100, corresponde a una palabra (16 bits), a cada bit se asocia una página de alarma, es por esto que aparecen 16 recuadros blancos, que permiten la creación de 16 páginas de alarma, en total el terminal asigna 16 palabras, para la creación de alarmas.

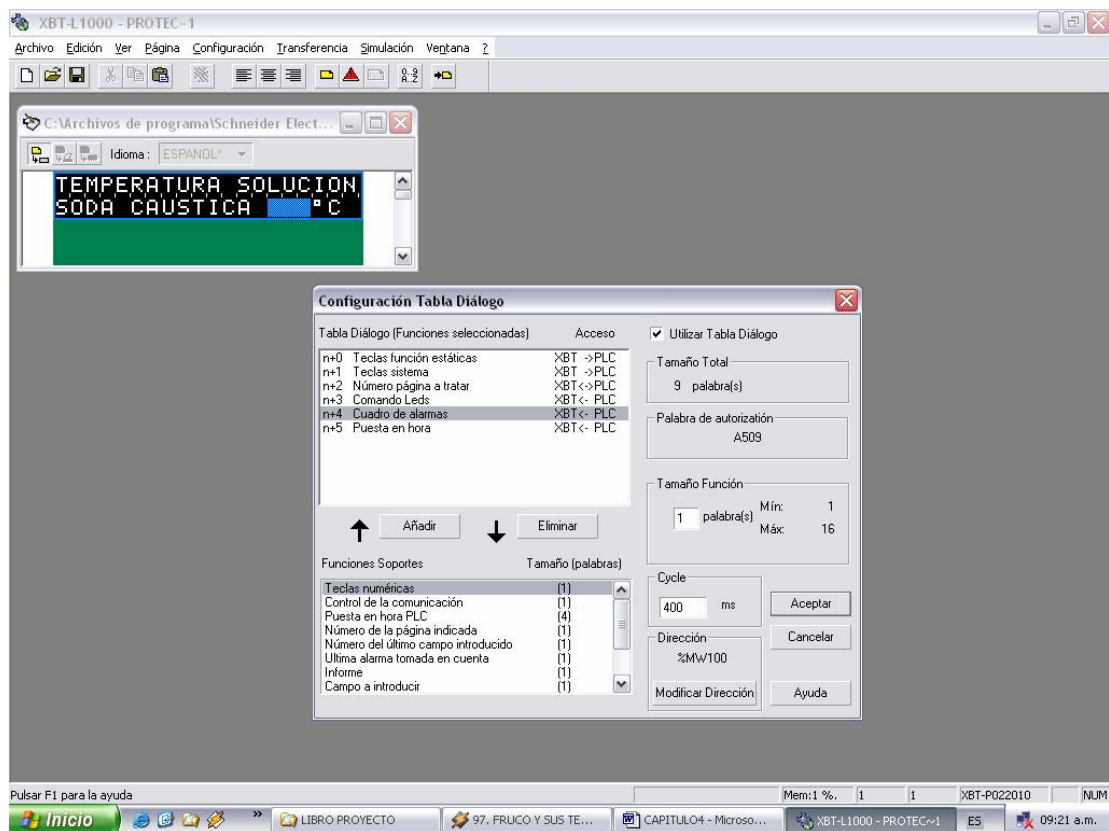


Figura 53. Ventana para la Configuración de la Tabla de Diálogo
(Tomado de programa XBTL1000)

El objetivo del capítulo era simplemente mostrar, la experiencia que se adquirió en la elaboración de aplicaciones tanto para PLC's, cómo para terminales de diálogo. Sin embargo todo lo que se expone aquí no es todo lo que contienen los manuales de estos software. Es por esta razón que se

recomienda acceder a la Bibliografía que se proporciona al final, para resolver cualquier inquietud o tema que se haya omitido. Aquí finaliza este capítulo y se aborda ahora el tema de las pruebas y resultados que se obtuvieron después de hecha la instalación de la totalidad del nuevo sistema.

5. RESULTADOS, PRUEBAS Y POSIBLES MEJORAS

5.5 INTRODUCCIÓN

A continuación se presentará paso a paso cómo se llevó a cabo la implementación de la aplicación, además de las pruebas y correcciones que se realizaron con el fin de que el sistema desempeñara sus funciones correctamente, tuviera mayor eficiencia y contara con tecnología de punta, de tal manera que se facilitara su mantenimiento al poder contar con un terminal de diálogo, en el cual se puede visualizar el tipo de falla que se presenta, quedando de esta manera en paz y salvo con la empresa Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá.

5.6 LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN

Debido a que el montaje de la aplicación es una tarea tediosa, se buscó un contratista especializado en el campo de la instalación de tableros eléctricos. Para poder tener la ayuda de alguien especializado. Se elaboró un pliego de licitación en donde se especificaban todas las actividades que se debían realizar, entre ellas desinstalación de elementos, instalación de los nuevos, tendida de acometidas e instalación de tubería, cableado interno de elementos en tableros, entre otros. Al tener listo el pliego se invitó a tres firmas contratistas, se dejó un tiempo prudente para la cotización y cumplido el plazo se hizo la apertura de urna para luego efectuar un cuadro comparativo entre las cotizaciones que se recibieron, con ello se observó la mejor oferta y se elaboró el contrato para iniciar el trabajo. A pesar de que el contratista se encargó de hacer el cableado de todos los elementos, cambió las acometidas de los motores que se pedían y realizó la instalación de

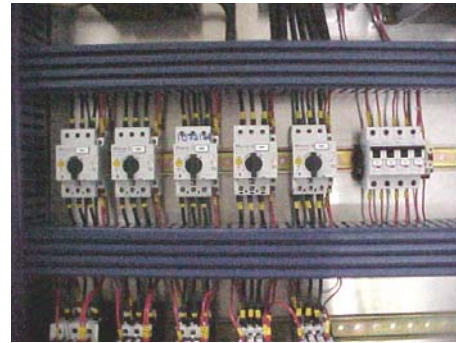
tubería, todo fue coordinado por la autora; es decir con el diseño que se había planteado, además se entregó al contratista la identificación de todas las entradas y salidas de campo con lo que se tuvo la precaución de que se cablearan debidamente al autómeta, incluyendo las interfaces, los contactores y guardamotors. También le fue proporcionada la tabla en donde se relacionaban las referencias de los contactores y guardamotors, con el motor que debían accionar. Durante una semana se trabajó, sin descuidar detalle alguno, para que no se presentaran inconvenientes en el momento de hacer las pruebas.

5.7 TABLERO DE FUERZA

Como se había previsto, la acometida de alimentación fue trasladada hacia el lugar donde se ubica el tablero de fuerza, con el propósito de que breaker general, barraje y transformador quedaran instalados en el tablero de fuerza y no junto con el PLC, como lo muestra la figura 54 (a). En este tablero se encuentran debidamente cableados guardamotors, y contactores junto con sus bloques de contactos auxiliares de los cuales se tienen las señales de control, que llegan a bornas y se cablean hacia el otro tablero. Se instalaron los interruptores monopolares para la protección de la tensión de entrada al transformador y de salida del mismo. Todo cable que llega y sale de cualquier elemento se encuentra debidamente marquillado. Las figuras 54 (b), (c), (d), muestran por separado las diferentes secciones del tablero de fuerza, con el fin de observar el orden del cableado, estas son: las canaletas con sus respectivas tapas que conducen el cableado, los cinco guardamotors y contactores para el accionamiento de los motores y las bornas de fuerza (lado izquierdo de la figura 54 (d)), separadas de las bornas de control (lado derecho de la figura 54 (d)).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 54. Secciones que hacen parte del tablero de fuerza, incluyendo su puerta y una toma en donde se observa completo
(Fotografía tomada en Bavaria S.A Cervecería de Boyacá)

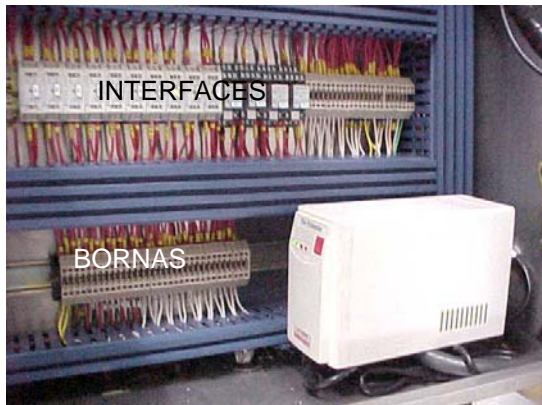
La puerta del tablero no posee ningún pulsador, puesto que se buscaba que el control de todos los elementos estuviera reunido en un solo tablero.

5.8 TABLERO DE CONTROL

Se inicia la descripción del tablero de control con las bornas a las cuales llegan entradas y salidas previamente identificadas, como lo muestra la figura 55 (a). Se observa además un regulador de tensión, el cual no se había tenido en cuenta y sin embargo fue necesario instalar para estabilizar la tensión que se suministra al PLC y fuente. La segunda sección del tablero de control (mirándose de abajo hacia arriba) contiene las interfaces o relés utilizados para: acoplar las tensiones de salida del PLC y las suministradas a las electroválvulas y bobinas de contactores y para el funcionamiento de los sensores inductivos puesto que para lograr la señal de tensión baja o alta deben trabajar en serie con la bobina de un relé. Seguido a los relés al lado derecho hay otro grupo de bornas a las cuales llega el multipar que comunica las señales de control del tablero de fuerza y otro grupo de entradas; al lado izquierdo pero se encuentra un grupo de bornas en donde se tienen puntos de $\pm 24V$ DC utilizados y de reserva (no se alcanzan a observar). La figura 55 (b), muestra una parte de la tercera sección del tablero de control en donde se visualiza un interruptor monopolar seguido de 15 bornas con las entradas %I1.0 a %I1.10 y de allí son cableadas al PLC. Las entradas correspondientes a %I1.11 a %I1.15 quedan disponibles. Seguido a este interruptor hay cuatro más los cuales en orden de izquierda a derecha protegen: entradas %I3.0 a %I3.15; entradas %I3.16 a %I3.31; salidas %Q2.0 a %Q2.15; salidas %Q4.0 a %Q4.15.

Las líneas de alimentación que provienen del tablero de fuerza, al igual que la alimentación del estabilizador, llegan a los interruptores monopolares que

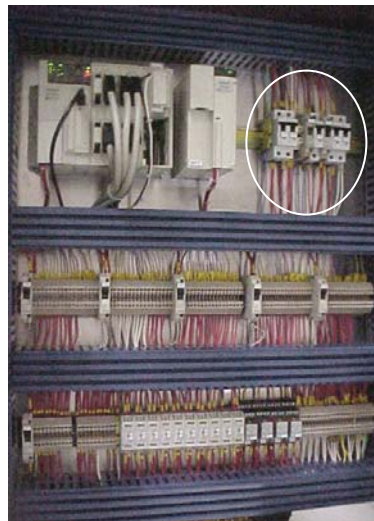
se encuentran situados en la última sección del tablero y que se muestran en la figura 55 (c). Al lado izquierdo de los interruptores se halla el PLC y la fuente regulada. La puerta del tablero quedó acorde al diseño que se había planteado.



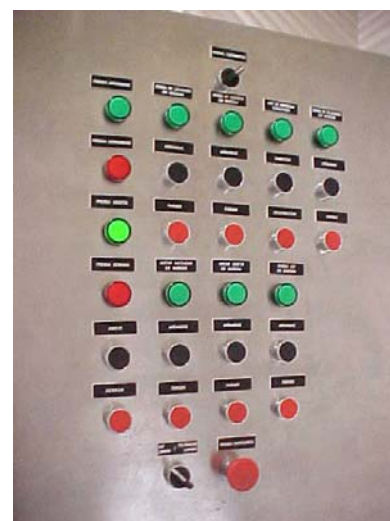
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 55. Exterior e Interior del nuevo tablero de control
(Fotografía tomada en Bavaria S.A Cervecería de Boyacá)

5.8.1 Pruebas

Teniendo todo instalado y debidamente cableado, se procede a accionar el breaker general e iniciar pruebas. Se inicia corroborando que el valor de las

tensiones en todos los puntos sea el correcto, para esto se fueron activando uno a uno los interruptores monopolares. Con el circuito energizado, se conecta el PLC al computador para transferir el programa a través del cable de referencia: TSX PCU 1030 y observar si el estado del autómata es correcto, lo cual se hace teniendo en cuenta los indicadores con los cuales cuenta el PLC y que se describen en la tabla 12.

INDICADOR	ESTADO	AUTOMATA
RUN (verde)	Encendido	Autómata en funcionamiento (RUN).
	Intermitente	Autómata en STOP.
	Apagado	Falta aplicación cálida en el autómata, o se ha producido un fallo.
TER (amarillo)	Encendido	Intercambio de información a través del enlace terminal.
	Apagado	Sin intercambio de información a través del enlace terminal.
I/O (rojo)	Encendido	Fallo alimentación E/S, desconexión de una vía, falta módulo o está fuera de servicio, o no es conforme a la configuración.
	Apagado	Funcionamiento O.K.
ERR (rojo)	Encendido	Fallo CPU
	Intermitente	No hay aplicación válida en el autómata o se ha producido “fallo inductor de bloqueo” del programa aplicación.
	Apagado	Funcionamiento O.K.
BAT (rojo)	Encendido	Pila defectuosa o inexistente
	Apagado	Pila O.K.

Tabla 12. Indicadores del estado del autómata
(Tomado de memorias de curso de PL7Pro)

Debido a que el pedido de los módulos requeridos no llegó a tiempo, los módulos que se instalaron en el PLC no son los que se habían descrito en los elementos requeridos. La empresa proporcionó otro tipo de módulos de referencia: TSX DMZ 64 DTK, 32E 24 VDC, 32S por conector y el tipo de conector necesario para este tipo de módulos. Este cambio en el hardware exige observar que la configuración hardware en el programa sea la correcta, es decir que la referencia de los módulos que se eligieron corresponda a la referencia de los módulos que se proporcionaron. Corroborando que todo estuviera en orden procede a observar la simulación del programa (lo cual sólo es posible teniendo el PLC conectado al computador), para revisar el estado de todas las entradas y salidas. Visualizando la sección *Filtrop* del programa y con el autómatas en *RUN*, se verificó como primera medida, que la parada de emergencia funcionara correctamente (por seguridad), para esto se tienen dos opciones: revisar el estado de esa entrada en la tabla de animación o simplemente verificar en el escalón correspondiente (etiqueta %L20 de la figura 56) que %M117 se active (en la simulación esta activación se refiere a un sombreado de color negro sobre el objeto gráfico). Con la parada de emergencia lista, se dio paso a accionar los pulsadores de arranque y parada de los motores, con el fin de observar si su sentido de giro era el correcto y si los pilotos de señalización encendían.

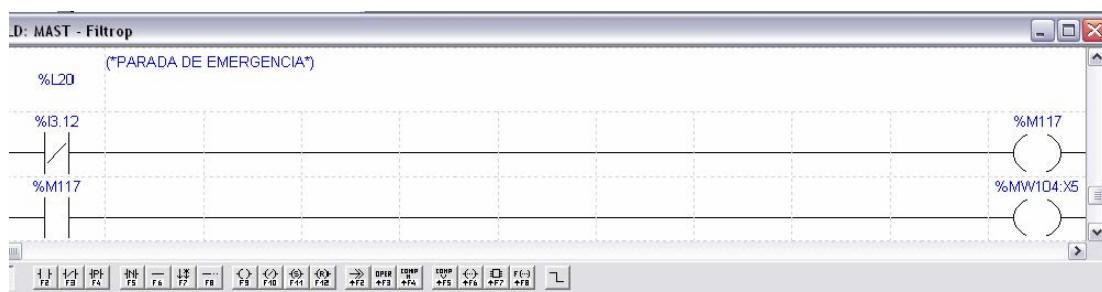


Figura 56. Escalón de Parada de emergencia
(Tomado de programa PL7 Pro)

Luego de verificar que los pilotos de señalización encendían correctamente se accionaron manualmente las perillas de los guardamotores, con el fin de simular que los térmicos de cada uno de los motores se disparaban. Esto se realizó para observar si los pilotos se colocaban en estado intermitente (prendían y apagaban), que era cómo se indicaba que había ocurrido una parada a causa de un térmico y además en el terminal de diálogo se debía visualizar el mensaje de alarma. En un principio no fue así, se analizó cual podría ser la causa del error y al revisar el programa del terminal de diálogo, las alarmas se tenían programadas en otra dirección, se corrigió el programa, posteriormente se realizó el mismo ensayo y en el terminal se pudieron visualizar todos los mensajes.

En el tablero de control se instaló un selector de tres posiciones, con el fin de dejar las opciones MANUAL/AUTOMÁTICO. En automático se da paso a que los pulsadores se activen con tensión de 24VDC y a que el PLC realice su trabajo. En caso dado de que se produzca una falla en el PLC se seleccionará MANUAL, la parada de emergencia, selectores y pulsadores se activarán con tensión de 110 VAC y se podrán accionar los motores, sin embargo, los demás elementos como electroválvulas de unidad hidráulica y neumática, presostatos, sensores se pueden activar manualmente, pero el sistema no funcionará correctamente, quizá aquí es donde se visualiza claramente una de las desventajas de un autómeta, pero la probabilidad de que ocurra una falla grave es muy baja.

Después de verificar que todos los elementos de mando y señalización correspondientes al accionamiento de motores funcionaran correctamente, se procedió a verificar tanto en la simulación como en campo que el accionamiento de la prensa estuviera correcto. Se pulsa ABRIR PRENSA y CERRAR PRENSA seguidamente para observar los escalones del programa

correspondientes a esta parte. Se verifican las presiones calibradas en los presóstatos de alta, baja y diferencial y los movimientos del cilindro mayor.

Con el mando colgante se hacen avanzar y retroceder los cilindros laterales, se verifica que los sensores estén dando señal. Se presentaron algunos inconvenientes, pues esa parte del programa tenía errores, se corrigieron y se operó de nuevo.

Terminado el trabajo de instalación y pruebas se esperó al otro día en el que iban a hacer un CIP (que es el aseo que hacen al equipo con diferentes soluciones, entre ellas soda cáustica, ácido fosfórico y oxonia), para capacitar a los operarios del filtro prensa y mostrarles el nuevo tablero de control, se familiarizaran con el montaje y se estuvo pendiente de cualquier anomalía que se pudiera presentar.

En la semana siguiente se produjeron varias paradas del equipo, se revisó y se encontró que en la caja de paso de la unidad hidráulica (en donde se encuentran concentradas todas las señales, entrada y salida, que provienen de la unidad), los tornillos que sujetan los cables en las bornas estaban desgastados, pues ciertos cables se encontraban sueltos y por lo tanto algunas de las señales de entrada no proporcionaban señal y las de salida no recibían su activación ocasionando la parada del equipo. Para esto se cambiaron todas las bornas de la caja de tal modo de asegurar que no se presentaran sobrepresiones en el sistema por no estar las señales de los presóstatos activadas, por ejemplo, produciendo daños graves.

Desde el principio del proyecto se había sugerido contar de nuevo con la señal de un transmisor de temperatura el cual se hallaba instalado en el blungger, con el fin de poder visualizar la temperatura de las soluciones que

allí se preparaban. Sin embargo no se aprobó la idea. Al final de la entrega formal de la implementación, se aprobó y se programó en el PLC y el terminal de diálogo, cómo se había planeado. En la figura 57 se muestra el escalón que corresponde a esta parte del programa.

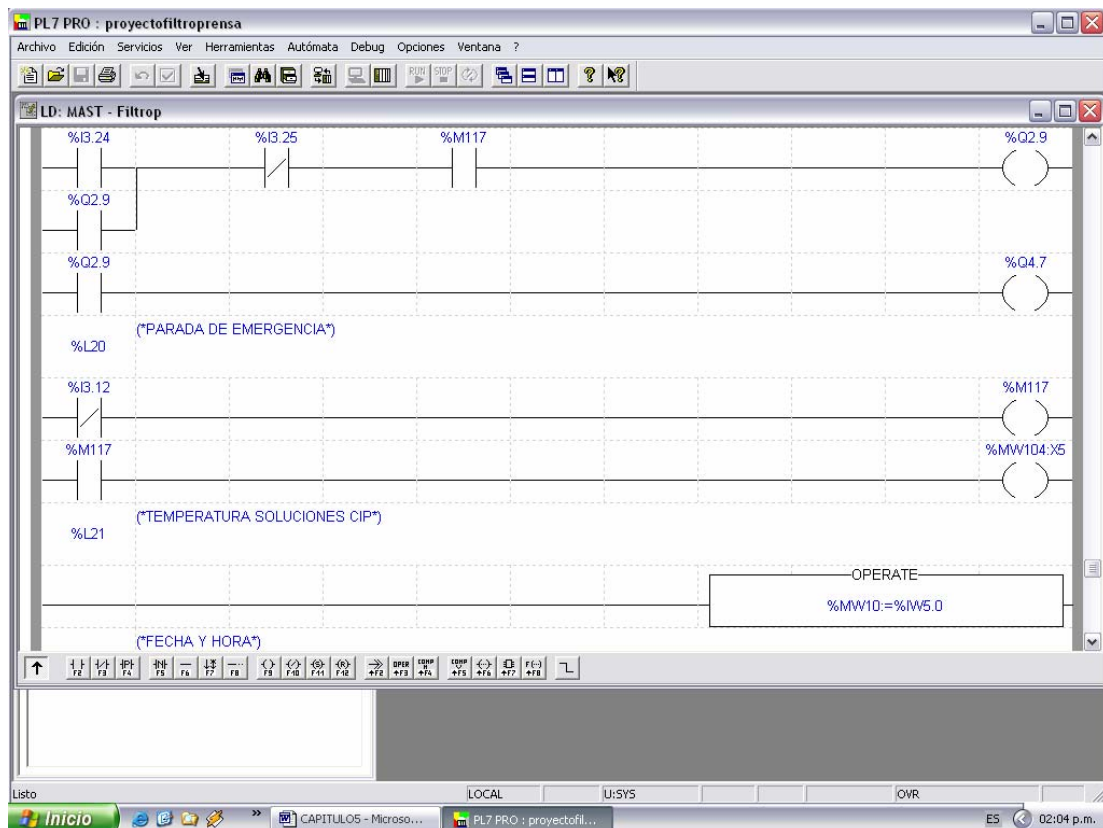


Figura 57. Etiqueta %L21 denominada Temperatura soluciones CIP
(Tomado del programa PL7 Pro)

Otra de las mejoras que se hicieron al sistema fue la de colocar una parada de emergencia en la mitad de la estructura de la prensa como lo muestra la figura 58, para detener el funcionamiento del motor del sinfín. Puesto que las placas eran limpiadas con una especie de espátula de gran tamaño, a la vez que el motor del sinfín estaba activado y en algunas ocasiones a los operarios se les resbalaba, cayendo a la tolva en donde se encontraba

girando el sin fin se decidió instalar esta parada, más cerca del operario pues así se evitaría el daño de la espátula del tornillo sinfín y quizá una sobrecarga para el motor, por estar frenando el movimiento del tornillo.

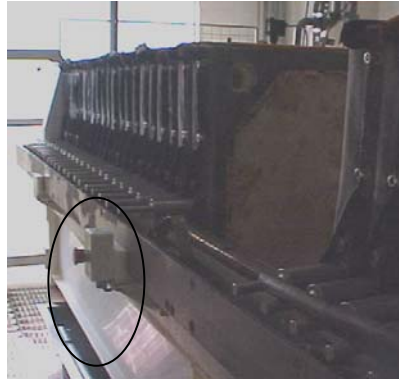


Figura 58. Parada de emergencia para el accionamiento del motor del sinfín
(Fotografía tomada en Bavaria S.A Cervecería de Boyacá)

Así termina la descripción de los resultados que se obtuvieron, después del diseño y la implementación para el sistema de control del filtro prensa de levadura.

El programa que hace que el sistema opere como es debido se encuentra en el anexo A, allí se muestran los escalones con sus etiquetas y comentarios. En el anexo B se encuentran los planos eléctricos que elaboró la autora, con el fin de dejar el soporte técnico, para ingenieros y electricistas, de cómo están interconectados los elementos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **CONCLUSIONES**

- A pesar de que durante el transcurso de la actividad académica no se estuvo en contacto directo con el área de la automatización Industrial, se logra implementar y poner en marcha un diseño de la actualización para el sistema de control del filtro prensa de levadura de Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá; para lo cual se hizo necesario conocer detalladamente el proceso que se llevaba a cabo en el equipo.
- Se logró adquirir familiaridad con un ámbito industrial en donde se deben conocer las funciones específicas que desempeñaban, en el proceso de filtro prensado, los elementos de instrumentación como lo son: sensores, electroválvulas de equipos hidráulico y neumático, transmisor de temperatura e interruptores de presión (presóstatos).
- Además de adiestrarse en el manejo de elementos de instrumentación, también se tuvo que hacer en el manejo de calibres tanto para conductores (según la capacidad de corriente), como para tuberías (según la cantidad de conductores que tuvieran que proteger), en el manejo de catálogo de elementos de potencia y de control (según características técnicas), en el manejo de software de programación para PLC y terminal de diálogo, en el manejo de diseño y distribución del cableado de tableros eléctricos y en el manejo licitaciones para contratar.

- La lógica implementada, permite la comunicación con sistemas informáticos, además de tener la propiedad de extender una determinada aplicación de manera práctica y rápida ya sea añadiendo hardware (módulos) o modificando la programación (software), lo cual amplía enormemente las prestaciones del sistema.
- El tiempo de duración de un proceso de filtro prensado podría programarse por medio de un bloque temporizador, al igual que podría programarse el tiempo que se deja conectado el aire de membrana. Sin embargo las propiedades de la levadura no lo permiten pues no siempre van a ser las mismas, es decir, en algunos casos puede ser muy espesa, de tal modo que el filtro prensa se saturaría muy rápido (una hora) y en otros casos podría ser muy líquida caso en el que el filtro tardaría más tiempo en saturarse (tres horas). Para el tiempo de conexión del aire de membrana, las características de la levadura también tienen mucho que ver, puesto que si la levadura es muy espesa tarda menos tiempo en secarse y si es muy líquida tarda más. El tiempo de duración para los dos casos podría determinarse por criterio del operario.
- Se lograron establecer presiones de 4000 PSI y 4200 PSI, en la unidad motriz hidráulica, con el fin de que las placas permanecieran más unidas y así la levadura que va entrando a la prensa no se sale por en medio de las placas logrando una mayor eficiencia en la recuperación de cerveza y levadura.
- La reforma de los tableros eléctricos del filtro prensa además del cambio de lógica cableada por lógica programada, se hizo para seguir

los objetivos de los planes de mantenimiento preventivo con los cuales cuenta la empresa Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá.

6.3 RECOMENDACIONES

- Podrían incluirse otras páginas de alarma a la aplicación que se programó en el terminal de diálogo. Se propone colocar las señales que vienen de los interruptores monopolares como entradas al PLC de tal modo que cuando se dispare cualquiera de ellos se visualice un mensaje que especifique de que interruptor se trata, logrando saber si es un problema de alimentación o con alguna de las entradas o salidas del PLC.
- Para evitar que el PLC y el terminal de diálogo (Magelis) sufran un calentamiento fuera de lo normal podría instalarse en el tablero de control, el elemento de ventilación sugerido, que a causa de limitaciones financieras no se pudo instalar en el tablero de control, ya que esto permite alargar la vida útil de estos dispositivos, pues en algunas circunstancias de trabajo las temperaturas a las cuales se llega en el área de cocinas es en promedio 35 °C.
- Realizar otras propuestas para la programación del PLC, para analizar que tan eficiente es el programa que está actualmente en el autómata y en que aspectos se debe mejorar para mejorar la eficiencia del sistema. En el Anexo C se mencionan algunas de las mejoras que se podrían incluir, para que el desempeño del equipo mejore.

BIBLIOGRAFIA

1. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO. Prensas hidráulicas de filtros completamente mecanizadas para BAVARIA S.A. COLOMBIA. 75 p.
2. FLOWER, Luis. Controles y automatismos eléctricos, Teoría y Práctica. Schneider de Colombia S.A. 1994.
3. FESTO DIDACTIC. Curso de hidráulica para la formación profesional, Manual de estudio. 101 p
4. BALCELLS Joseph y ROMERAL José Luis. AUTÓMATAS PROGRAMABLES. MÉXICO, D.F., Alfaomega grupo editor, 1998 439 p.
5. GUÍA DE AYUDAS del curso de programación en PL7-Pro V 3.4. tomado en la empresa Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá. dirigido por: ing. Rembrandt Leonardo Alarcón contratista de la firma Seingel Ltda.
6. Manual de referencia.pdf. Descripción del software PL7
7. Magelis XBTL 1000 V 4.20. 2004. Available from Internet. <URL:http://automata.cps.unizar.es/CDInternetUVT/DocSchneider/Doc_Tecnica/Manual%20magelis/X0001ES.PDF >.
8. [http://www.infopl.org/8Descargas/Descargas_Schneider/Des_Schneider_Files/Descargas Modicon Primeros pasos PL7-Micro.rar](http://www.infopl.org/8Descargas/Descargas_Schneider/Des_Schneider_Files/Descargas_Modicon_Primeros_pasos_PL7-Micro.rar)

9. Revista de electricidad, electrónica y automática <http://go.to/reea>.
10. Estándar Internacional IEC 1131 <http://www.internet.ve/asic/iec1131-3.html>.
11. Klockner Moeller, catálogo de elementos de maniobra (contactores) y protección (guardamotores), 2002.
12. Telemecanique, catálogo de elementos de automatización. 2004.

GLOSARIO

AGITADOR: Mecanismo que consiste en un eje, dotado en uno de sus extremos con aspas y a su vez acoplado a un motor, el cual permite su movimiento. Su función que desempeña en el proceso es la de mezclar con agua la levadura, que previamente se secó en el filtro prensa.

AIRE DE MEMBRANA: Se denomina aire de membrana, puesto que éste entra por las placas de membrana, las cuales tienen una serie de canales que facilitan el paso al aire que se inyecta al filtro prensa para secar la levadura y poder desprenderla posteriormente.

BLUNGER: Tanque en donde se almacena la mezcla agua-levadura y dentro del cual se encuentra ubicado el agitador. En el tanque también se preparan las soluciones químicas con las cuales se realizan los aseos.

BOMBA NEUMÁTICA UNO: bomba encargada de impulsar la levadura que viene de colectores hacia el filtro prensa, opera sólo al finalizar el filtroprensado y se necesita una presión de 80 PSI en la tubería de entrada de levadura

BOMBA NEUMÁTICA DOS: Bomba que opera cuando se necesita llevar el producto del blunger al tanque de autólisis.

CIP: Por sus siglas en inglés Clean in Place. Se hace referencia a un CIP cuando es necesario realizar aseos en tuberías, tanques, empalmes de tubería, elementos de trabajo, equipos de operación etc. Las soluciones con las cuales se hacen los aseos son: soda cáustica, ácido fosfórico y oxonia, con estas se limpia, se neutraliza y se desinfectan los equipos de trabajo.

CODO: Elemento cilíndrico, construido en acero inoxidable, cuyos extremos están dotados de conectores roscados, permitiendo alternar la comunicación de tuberías. Existen de diversos diámetros y longitudes

CONTRAPRESIÓN: La contrapresión es el efecto al cual es sometida la levadura que se encuentra dentro de un tanque denominado colector. Esto se logra inyectando aire por la parte superior del tanque, con el fin de vaciar su contenido de una forma más rápida.

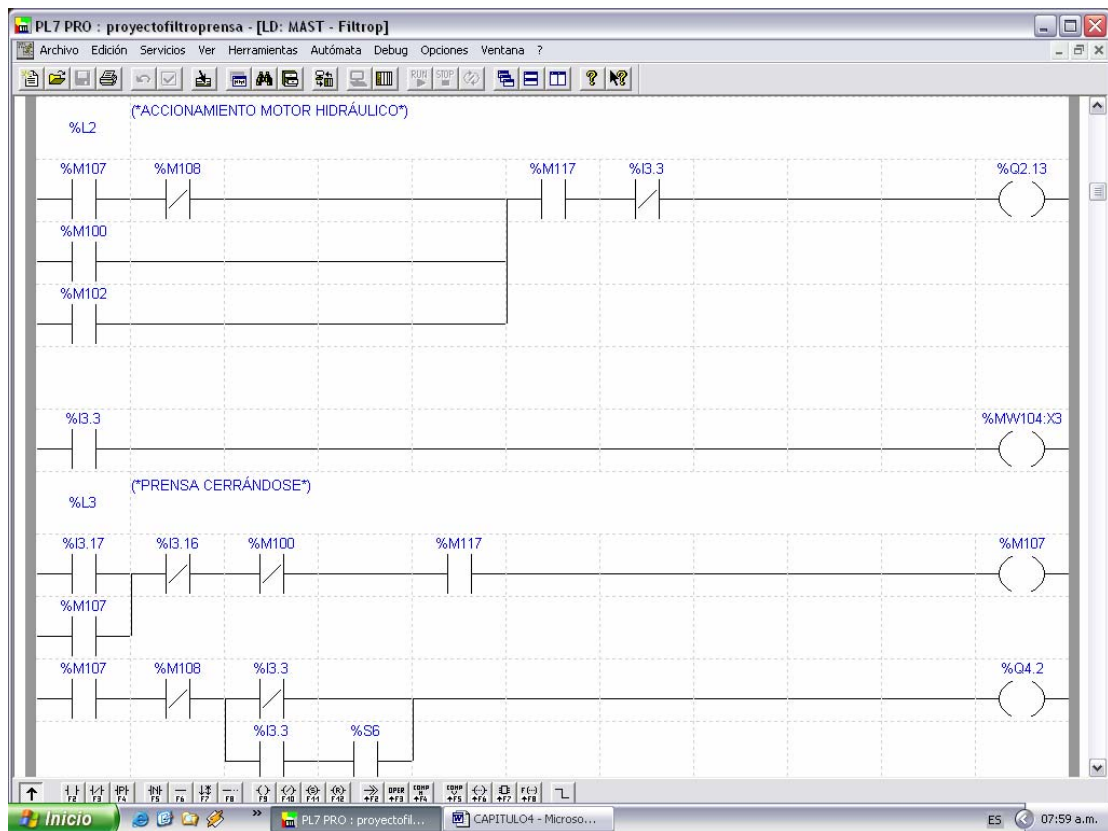
COLECTOR: Como su nombre lo indica un tanque colector de levadura almacena levadura que puede ser de primera, segunda, tercera y cuarta generación, por lo tanto existen cuatro tanques. La levadura que se inyecta al filtro prensa es previamente analizada por el operario de tal forma que se procese la que ya no posea vida útil, generalmente proviene del tercer o cuarto colector o algunas veces se mezcla para que sea fácil de filtroprensar.

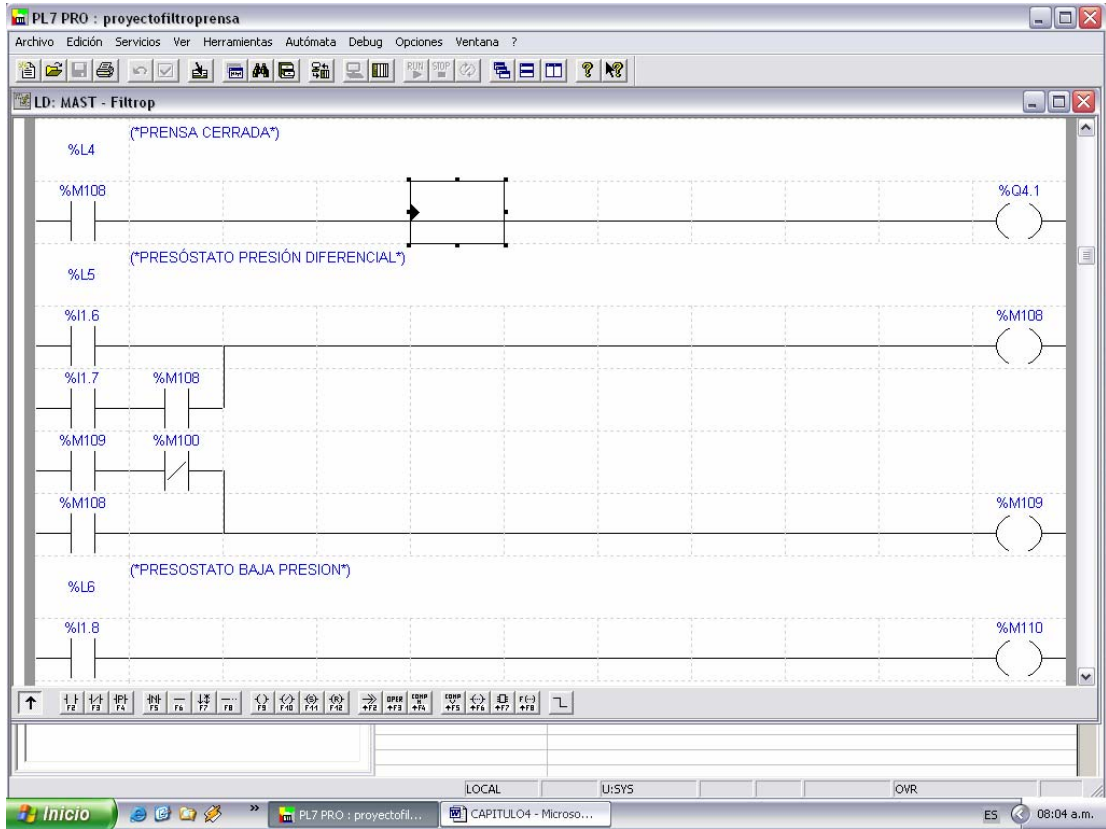
RELECHADA: Se le denomina relechada al producto levadura-agua que se mezcla en el blunger, y se pasa luego con la bomba neumática dos a los tanques de autólisis.

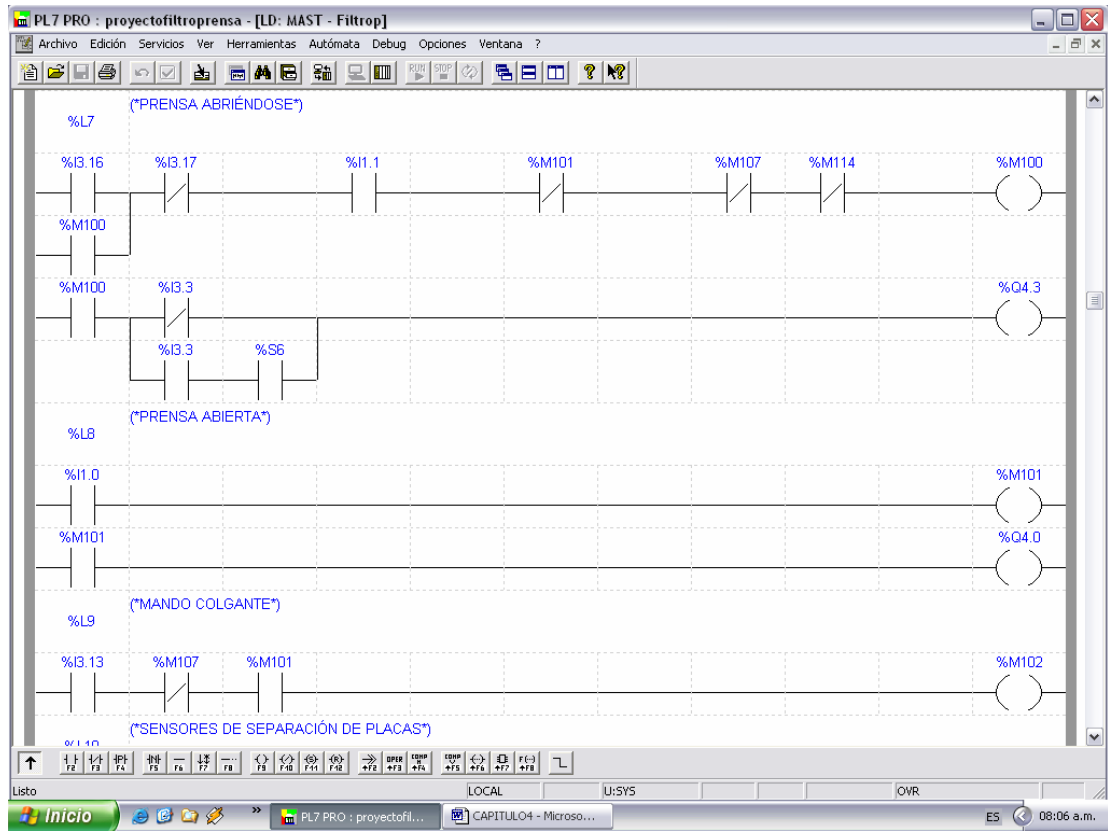
UTK: Es la abreviación para el nombre de unitanque. Los unitanques almacenan cerveza en sus diferentes etapas ya sea maduración, fermentación o filtración. El área de unitanques la conforman 20 tanques de los cuales el 19 y 20 están destinados para el almacenamiento de cerveza que viene del filtro prensa.

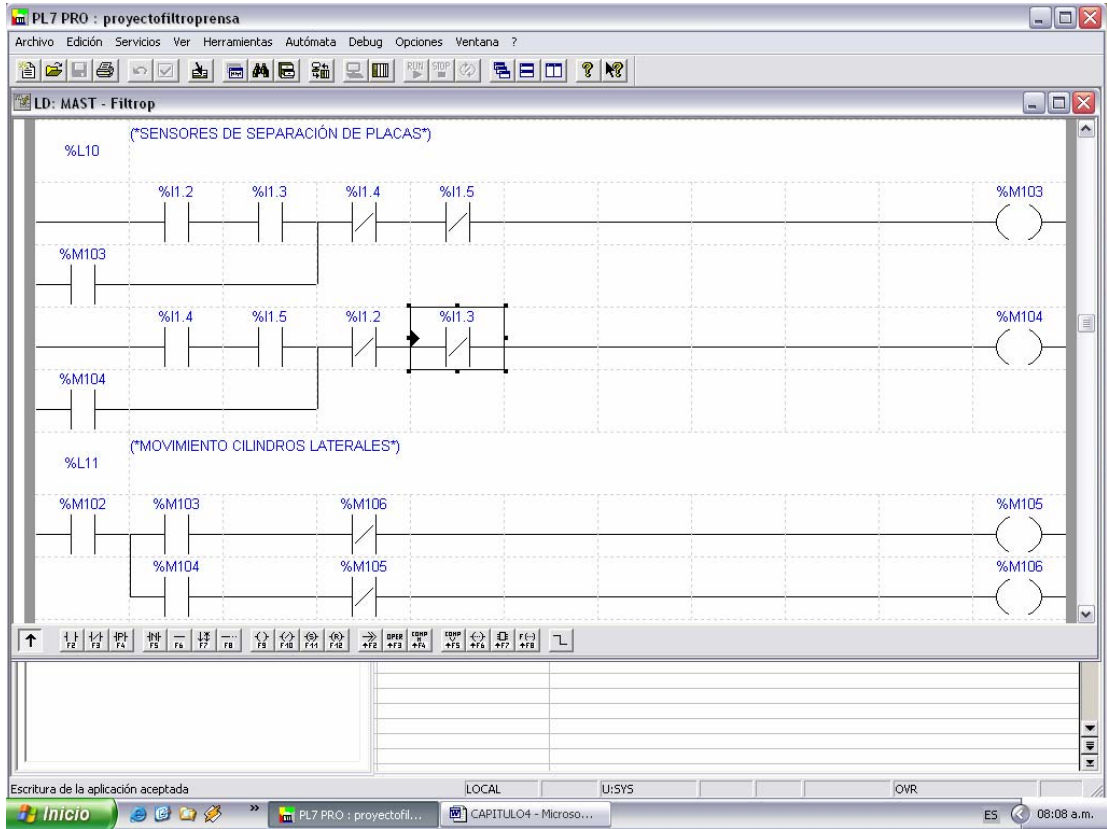
ANEXO A

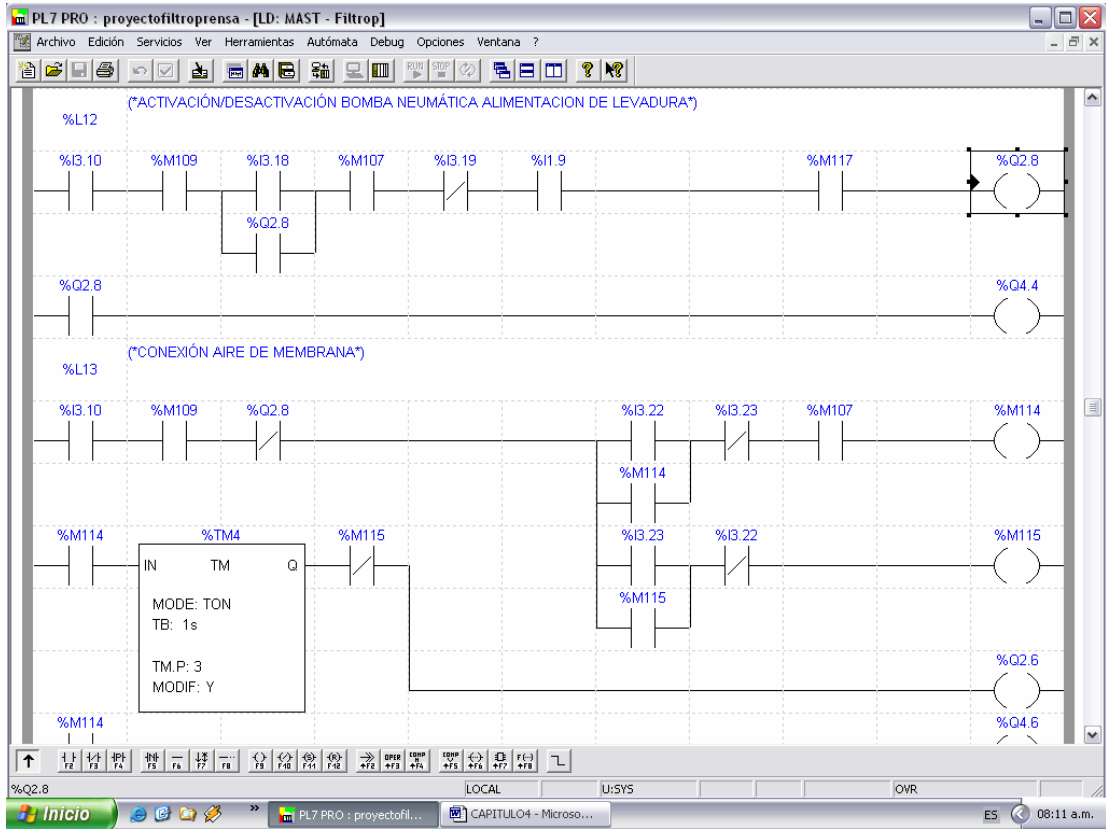
A continuación se muestra el programa que se diseñó para el Filtro Prensa de Levadura de Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá.

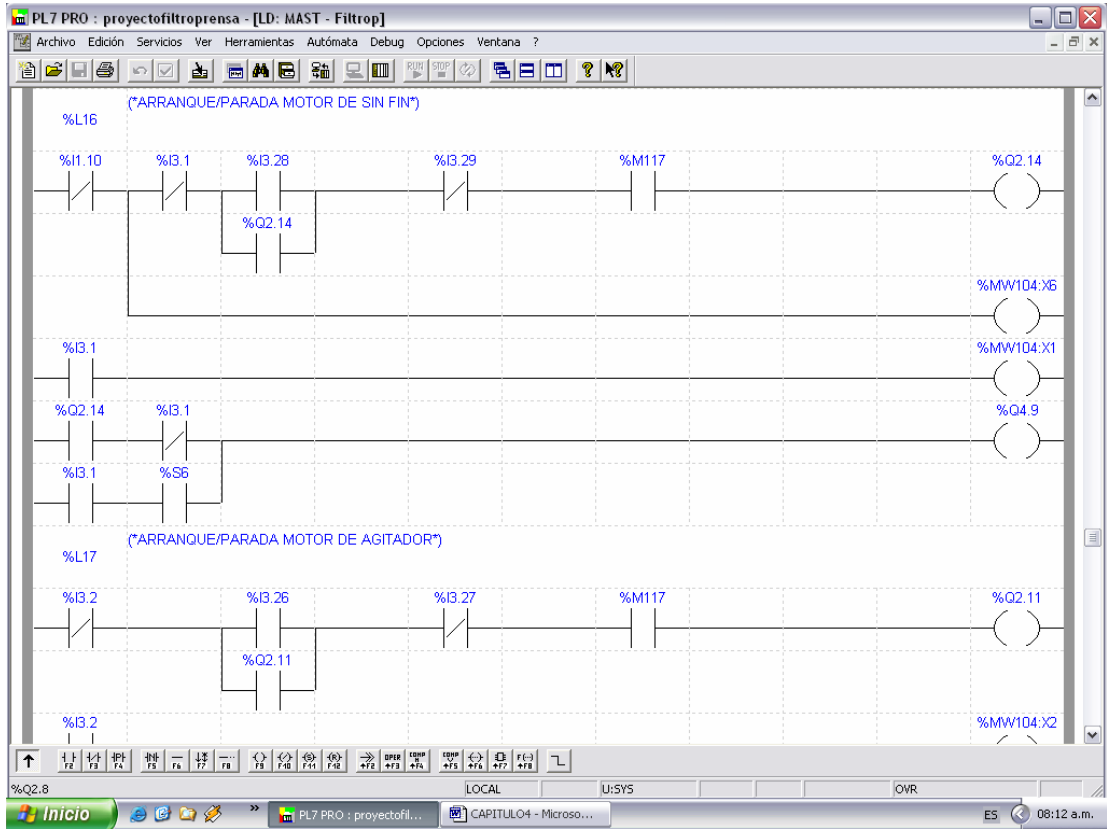












ANEXO B

Este anexo se refiere a los planos eléctricos de los tableros que hacen parte del Filtro Prensa de Levadura de Bavaria S.A. Cervecería de Boyacá y se pueden ver haciendo clic sobre el hipervínculo que aparece a continuación.



ANEXO C

Aquí se presentan las posibles mejoras que se pueden incluir, para que el sistema de control del filtro prensa de levadura, tenga un nivel más alto de automatización.

Como primera medida se parte desde el área de colectores, en donde se cuenta con una válvula manual, por medio de la que se inyecta aire al colector a una presión de 3 BAR y se debe mantener durante un proceso de filtro prensado. Si la válvula no fuera manual, sino del tipo proporcional, el operario no tendría que estar revisando que la presión no se baje del valor predeterminado (3 BAR), sino que se implementaría un control proporcional de tal modo que a medida que se baje la presión se abra la válvula para inyectar el aire que sea necesario y así mantener la presión en ese valor fijo.

Otra de las mejoras es poder contar con un transmisor de presión en la tubería de entrada de levadura, con el fin de que la señal entrante, proporcione el valor de presión máximo que se alcanzó al saturarse el filtro prensa y de este modo con ese valor de presión, haría que se activara automáticamente la entrada de aire de membrana, se suprimiría el pulsador de “conectar aire” y para eliminar también el pulsador de “desconectar aire”, se debe crear una sección en el programa, donde por medio de la escritura desde el terminal de diálogo, del tiempo determinado por el operario para secar la levadura se active la desconexión del aire de membrana. Con la desconexión activa, puede darse paso a ABRIR la prensa sin necesidad de usar el pulsador.

