



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO
PARA EL PROCESO DE PENSADO DE QUESO EN LA PLANTA
LÁCTEA JB**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTORES:

ERIK JOEL CHASI SANDOVAL

EDISON ANDRES LLIGUILEMA SANABRIA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO
PARA EL PROCESO DE PENSADO DE QUESO EN LA PLANTA
LÁCTEA JB**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTORES: ERIK JOEL CHASI SANDOVAL

EDISON ANDRES LLIGUILEMA SANABRIA

DIRECTOR: Ing. MARCO ANTONIO VITERI BARRERA

Riobamba – Ecuador

2022

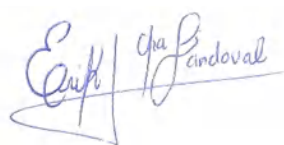
©2021, Erik Joel Chasi Sandoval & Edison Andres Lliguilema Sanabria

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, ERIK JOEL CHASI SANDOVAL y EDISON ANDRES LLIGUILEMA SANABRIA, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de febrero de 2022

Handwritten signature of Erik Joel Chasi Sandoval in blue ink, with the name written in a cursive style.

Erik Joel Chasi Sandoval

180532986-7

Handwritten signature of Edison Andres Lliguilema Sanabria in blue ink, with a stylized cursive signature.

Edison Andres Lliguilema Sanabria

060386619-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular: Tipo Proyecto Técnico: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE PENSADO DE QUESO EN LA PLANTA LÁCTEA JB**, realizado por los señores **ERIK JOEL CHASI SANDOVAL** y **EDISON ANDRES LLIGUILEMA SANABRIA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Geovanny Estuardo Vallejo Vallejo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	GEOVANNY ESTUARDO VALLEJO VALLEJO Firmado digitalmente por GEOVANNY ESTUARDO VALLEJO VALLEJO Fecha: 2022.02.17 09:24:51 -05'00'	15 de febrero de 2022
Ing. Marco Antonio Viteri Barrera DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	MARCO ANTONIO VITERI BARRERA Firmado digitalmente por MARCO ANTONIO VITERI BARRERA Fecha: 2022.02.17 08:58:23 -05'00'	15 de febrero de 2022
Ing. Sandra Gabriela Barraqueta Rojas MIEMBRO DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	SANDRA GABRIELA BARRAZUETA ROJAS Firmado digitalmente por SANDRA GABRIELA BARRAZUETA ROJAS Fecha: 2022.02.17 09:06:56 -05'00'	15 de febrero de 2022

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Integración Curricular se lo dedico a mi Dios el dador de mi sabiduría, quien siempre ha estado conmigo, guiándome y cuidándome, a toda mi familia, especialmente a mis padres Arturo y Silvia quienes con su amor me han dado aliento para nunca rendirme, a mis tíos Hector y Fanny por sus consejos y guía para no desfallecer, a mi abuelita Edisa que siempre me dio sus consejos de vida a lo largo de este camino universitario, a mi fiel compañero de cuatro patas Lucky quien me acompaño en las noches largas de estudio con todo mi corazón les dedico este logro.

Edison

El presente Trabajo de Integración Curricular se lo dedico a los dos pilares fundamentales de mi vida Dios y mis padres: Edgar y Miryam, por entregarme su amor, su guía, su apoyo incondicional y sus consejos de sabiduría en cada etapa de mi vida; se lo dedico también a mis amigos en especial a Edison mi compañero durante todo este proceso; finalmente a una persona especial Maybeth por su amor, su apoyo y su compañía.

Erik

AGRADECIMIENTO

Agradecemos de manera especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por habernos abierto las puertas para construir nuestro conocimiento profesional, también queremos agradecer a la planta Láctea JB por permitirnos desarrollar e implementar nuestro Trabajo de Integración Curricular en sus instalaciones, finalmente queremos agradecer a nuestro tutor y miembro del trabajo de integración curricular Ing. Marco Viteri B. e Ing. Sandra Barraqueta R. por guiarnos durante todo este proceso.

Edison & Erik

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
SUMMARY.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Identificación del problema	3
1.3.	Justificación de la investigación	4
1.4.	Línea base del proyecto	6
1.4.1.	<i>Antecedentes de la empresa</i>	6
1.4.2.	<i>Localización del proyecto</i>	7
1.5.	Beneficiarios directos e indirectos	7
1.5.1.	<i>Directos</i>	7
1.5.2.	<i>Indirectos</i>	7
1.6.	Objetivos	7
1.6.1.	<i>Objetivo general</i>	7
1.6.2.	<i>Objetivos específicos</i>	7

CAPÍTULO II

2.	FUNDAMENTO TEÓRICO	9
2.1.	Moldeado y prensado del queso	9
2.1.1.	<i>Moldeado</i>	9
2.1.2.	<i>Prensado</i>	9
2.2.	Tipos de prensa para queso	10
2.2.1.	<i>Prensa mecánica tipo holandesa con pesas</i>	10
2.2.2.	<i>Prensa de tornillo</i>	11
2.2.3.	<i>Prensa neumática</i>	12
2.3.	Elementos consecutivos de un sistema neumático	12
2.3.1.	<i>Compresor</i>	12
2.3.2.	<i>Unidad de mantenimiento</i>	13
2.3.3.	<i>Válvulas neumáticas</i>	15
2.3.4.	<i>Válvula reguladora de caudal</i>	15
2.3.5.	<i>Cilindros neumáticos</i>	16
2.3.5.1.	<i>Cilindro de simple efecto</i>	16
2.3.5.2.	<i>Cilindro de doble efecto</i>	16
2.4.	Cálculos de cilindro de doble efecto	17
2.4.1.	<i>Fuerza del émbolo</i>	17
2.4.1.1.	<i>Fuerza del émbolo para un cilindro de doble efecto en el avance</i>	17
2.4.1.2.	<i>Fuerza del émbolo para un cilindro de doble efecto en el retorno</i>	18
2.5.	Fundamentos de la técnica de control	18
2.5.1.	<i>Control lógico programable (PLC)</i>	18
2.5.2.	<i>Técnica de programación para PLC y la norma IEC 1131-3</i>	19
2.5.2.1.	<i>Lenguaje grafcet</i>	19
2.5.2.2.	<i>Esquema de contactos (KOP)</i>	21
2.5.2.3.	<i>Diagrama de funciones (FUP)</i>	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	24
3.1.	Requerimientos del sistema de prensado	24

3.2.	Arquitectura general del sistema de prensado	24
3.3.	Diseño mecánico	26
3.3.1.	Estructura mecánica del sistema de prensado	26
3.4.	Diseño eléctrico y de control	27
3.4.1.	Dimensionamiento de protecciones y conductores	27
3.4.1.1.	Dimensionamiento de protecciones	27
3.4.1.2.	Dimensionamiento de conductores	28
3.4.1.3.	Diagrama esquemático del tablero eléctrico	29
3.4.2.	Entradas y salidas de la unidad de control PLC	33
3.5.	Diseño neumático	34
3.5.1.	Dimensionamiento de elementos neumáticos, racores y red de aire comprimido	34
3.5.1.1.	Dimensionamiento del cilindro neumático	34
3.5.1.2.	Dimensionamiento de válvulas neumáticas	35
3.5.1.3.	Dimensionamiento del sensor de presión	35
3.5.1.4.	Dimensionamiento de racores	35
3.5.1.5.	Dimensionamiento de la red de aire comprimido	36
3.5.1.6.	Diagrama esquemático del circuito neumático	36
3.6.	Selección de hardware para el sistema de prensado	37
3.6.1.	Controlador lógico programable (PLC)	37
3.6.2.	Módulo de ampliación de entradas y salidas digitales para PLC	38
3.6.3.	Disyuntor magnético	39
3.6.4.	Fusible eléctrico	40
3.6.5.	Fuente de poder conmutada	41
3.6.6.	Pulsador	42
3.6.7.	Indicadores de tensión y corriente	43
3.6.8.	Torre de señal de luz	44
3.6.9.	Relé sin enclavamiento	45
3.6.10.	Electroválvula	46
3.6.11.	Bomba de agua	47
3.6.12.	Sensor magnético	48
3.6.13.	Sensor de presión	49
3.6.14.	Válvula solenoide neumática	50
3.6.15.	Filtro regulador de presión de aire	51

3.6.16.	<i>Válvula manual deslizante serie (HSV)</i>	52
3.6.17.	<i>Válvula reguladora de caudal</i>	53
3.6.18.	<i>Cilindro neumático</i>	54
3.6.19.	<i>Compresor</i>	55
3.7.	Esquema tridimensional del sistema de prensado unificado	56
3.8.	Diseño del software	57
3.8.1.	<i>Entorno de desarrollo integrado (IDE)</i>	57
3.8.2.	<i>Programación PLC SIEMENS LOGO</i>	58
3.8.3.	<i>Diagrama grafset del programa queso mozzarella</i>	59
3.8.4.	<i>Diagrama grafset del programa queso fresco</i>	60
3.8.5.	<i>Diagrama grafset del programa queso bonanza</i>	61
3.8.6.	<i>Ecuaciones para las salidas del PLC</i>	62
3.8.7.	<i>Interfaz humano máquina (HMI)</i>	63

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	68
4.1.	Pruebas de funcionamiento del sistema automatizado de prensado	68
4.2.	Caracterización del sensor de presión	68
4.3.	Caracterización de los sensores de detección magnéticos	69
4.4.	Estabilidad del sistema automatizado de prensado	72
4.5.	Evaluación de los tiempos de prensado del proceso manual vs el automatizado	75
4.6.	Evaluación del control de flujo de agua en el proceso manual vs automatizado	76
4.7.	Evaluación del control de presión en el proceso manual vs automatizado	78
4.8.	Evaluación del espacio de trabajo del proceso manual vs automatizado	80
4.9.	Puesta en marcha del sistema de automatización de prensado	81

CONCLUSIONES	84
--------------	-------	----

RECOMENDACIONES	86
-----------------	-------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Elementos gráficos.....	20
Tabla 1-3:	Pesos y carga máxima del sistema de prensado.	27
Tabla 2-3:	Lista de elementos del esquema de conexiones del tablero eléctrico.....	30
Tabla 3-3:	Lista de elementos del esquema y distribución del tablero eléctrico.	31
Tabla 4-3:	Lista de borneras de conexión del tablero eléctrico.	33
Tabla 5-3:	Entradas y salidas del PLC.....	34
Tabla 6-3:	Lista de elementos del esquema del circuito neumático del sistema de prensado.	37
Tabla 7-3:	Datos técnicos PLC SIEMENS LOGO 12/24RCE.....	38
Tabla 8-3:	Datos técnicos módulo de ampliación SIEMENS LOGO DM8 12/24R.	39
Tabla 9-3:	Datos técnicos módulo del disyuntor magnetotérmico EBASEE EBS6BN.	40
Tabla 10-3:	Datos técnicos fusible eléctrico EBASEE 10X38.....	41
Tabla 11-3:	Datos técnicos fuente de poder conmutada EVL TPS-2405.....	42
Tabla 12-3:	Datos técnicos pulsadores eléctricos CAMSCO.....	43
Tabla 13-3:	Datos técnicos indicadores de tensión y corriente EBASEE.	44
Tabla 14-3:	Datos técnicos torre de señal de luz CAMSCO LTA 505 2WJ.....	45
Tabla 15-3:	Datos técnicos relé sin enclavamiento CAMSCO LY2.....	46
Tabla 16-3:	Datos técnicos electroválvula GENEBRE 4022 04.....	47
Tabla 17-3:	Datos técnicos bomba de agua AQUA MEDIC OCEANRUNNER OR2500.....	48
Tabla 18-3:	Datos técnicos sensor magnético SMC D-Z73.	49
Tabla 19-3:	Datos técnicos sensor de presión KAVLICO P1A.	50
Tabla 20-3:	Datos técnicos válvula solenoide neumática XCPC 4V330C-08.	51
Tabla 21-3:	Datos técnicos filtro regulador de presión de aire XCPC XOFR-MINI.....	52
Tabla 22-3:	Datos técnicos válvula manual deslizante serie XCPC HSV-03.	53
Tabla 23-3:	Datos técnicos válvula reguladora de caudal XCPC XJSC 10-02.....	54
Tabla 24-3:	Datos técnicos cilindro neumático de doble efecto XCPC DNC-100-500-PPV-A. ..	55
Tabla 25-3:	Datos técnicos compresor PORTEN PCO-0208.....	56
Tabla 26-3:	Denominación de entradas y salidas para diagramas grafcet.....	58
Tabla 1-4:	Mediciones para la caracterización del sensor de presión.....	69
Tabla 2-4:	Mediciones para la caracterización del sensor magnético 1.	70
Tabla 3-4:	Mediciones para la caracterización del sensor magnético 2.	71

Tabla 4-4:	Mediciones para la caracterización del sensor magnético 3.	72
Tabla 5-4:	Mediciones de los sensores en el prensado de queso mozzarella para evaluar la estabilidad del sistema automatizado de prensado.	73
Tabla 6-4:	Mediciones de los sensores en el prensado de queso fresco para evaluar la estabilidad del sistema automatizado de prensado.	73
Tabla 7-4:	Mediciones de los sensores en el prensado de queso bonanza para evaluar la estabilidad del sistema automatizado de prensado.	74
Tabla 8-4:	Registro de tiempos de prensado manual y automatizado.	75
Tabla 9-4:	Registro de volumen de agua de prensado manual y automatizado.	77
Tabla 10-4:	Registro de volumen de agua de prensado manual y automatizado.	79
Tabla 11-4:	Factores para la evaluación de la optimización del espacio de trabajo.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Moldeado de queso	9
Figura 2-2:	Prensado de queso.....	10
Figura 3-2:	Prensa mecánica tipo holandesa con pesas.	11
Figura 4-2:	Prensa de tornillo.	11
Figura 5-2:	Prensa neumática distribución vertical.	12
Figura 6-2:	Símbolo de compresor	13
Figura 7-2:	Compresor de tornillo	13
Figura 8-2:	Tubo de polietileno de presión.....	14
Figura 9-2:	Símbolo de la unidad de mantenimiento.....	14
Figura 10-2:	Unidad de mantenimiento	14
Figura 11-2:	Electroválvulas.....	15
Figura 12-2:	Válvula reguladora de caudal.....	15
Figura 13-2:	Cilindro neumático de simple efecto	16
Figura 14-2:	Cilindro neumático de doble efecto	16
Figura 15-2:	Logo 8 CMR2020 GSM module.....	19
Figura 16-2:	Representación grafcet.....	21
Figura 17-2:	Lenguaje de programación con diagrama de contactos	22
Figura 18-2:	Lenguaje de programación con diagrama de contactos	23
Figura 1-3:	Estructura mecánica del sistema de prensado.	26
Figura 2-3:	Esquema de conexiones del tablero eléctrico.....	29
Figura 3-3:	Esquema y distribución de componentes del tablero eléctrico del sistema de prensado.	31
Figura 4-3:	Esquema de distribución y conexión de borneras del tablero eléctrico.	32
Figura 5-3:	Esquema de entradas y salidas del PLC.....	33
Figura 6-3:	Esquema del circuito neumático del sistema de prensado.	36
Figura 7-3:	PLC SIEMENS LOGO 12/24RCE.	38
Figura 8-3:	Módulo de ampliación SIEMENS LOGO DM8 12/24R.	39
Figura 9-3:	Disyuntor magnetotérmico EBASEE EBS6BN.....	40
Figura 10-3:	Fusible eléctrico EBASEE 10X38.	41
Figura 11-3:	Fuente de poder conmutada EVL TPS-2405.	42

Figura 12-3:	Pulsadores eléctricos CAMSCO.....	43
Figura 13-3:	Indicadores de tensión y corriente EBASEE.....	44
Figura 14-3:	Torre de señal de luz CAMSCO LTA 505 2WJ.....	45
Figura 15-3:	Relé sin enclavamiento CAMSCO LY2.....	46
Figura 16-3:	Electroválvula GENEBRE 4022 04.....	47
Figura 17-3:	Bomba universal AQUA MEDIC OCEANRUNNER OR2500.....	48
Figura 18-3:	Sensor magnético SMC D-Z73.....	49
Figura 19-3:	Sensor de presión KAVLICO P1A.....	50
Figura 20-3:	Válvula solenoide neumática XCPC 4V330C-08.....	51
Figura 21-3:	Filtro regulador de presión de aire XCPC XOFR-MINI.....	52
Figura 22-3:	Válvula manual deslizante serie XCPC HSV-03.....	53
Figura 23-3:	Válvula reguladora de caudal XCPC XJSC 10-02.....	54
Figura 24-3:	Cilindro neumático de doble efecto XCPC DNC-100-500-PPV-A.....	55
Figura 25-3:	Compresor PORTEN PCO-0208.....	56
Figura 26-3:	Esquema tridimensional del sistema de prensado unificado.....	57
Figura 27-3:	Pantalla de navegación del HMI.....	64
Figura 28-3:	Pantalla del programa de prensado para queso mozzarella.....	65
Figura 29-3:	Pantalla del programa de prensado para queso fresco.....	65
Figura 30-3:	Pantalla del programa de prensado para queso bonanza.....	66
Figura 31-3:	Pantalla del panel de alarmas para el sistema de prensado.....	66
Figura 32-3:	Pantalla de información de la empresa.....	67
Figura 1-4:	Sistema automatizado de prensado para queso.....	68
Figura 2-4:	Presión de prensado de los quesos en el proceso manual.....	78
Figura 3-4:	Puesta en marcha del sistema automatizado de prensado para queso mozzarella.....	82
Figura 4-4:	Puesta en marcha del sistema automatizado de prensado para queso fresco.....	82
Figura 5-4:	Puesta en marcha del sistema automatizado de prensado para queso bonanza.....	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Diagrama Ishikawa para la identificación del problema.	4
Gráfico 1-3:	Diagrama de la arquitectura del sistema de presado.....	25
Gráfico 2-3:	Diagrama grafcet del programa queso mozzarella.	60
Gráfico 3-3:	Diagrama grafcet del programa queso fresco.	61
Gráfico 4-3:	Diagrama grafcet del programa queso bonanza.	62
Gráfico 5-3:	Diagrama de ecuaciones para las salidas del PLC.....	63
Gráfico 1-4:	Tiempo de prensado manual vs automatizado.....	76
Gráfico 2-4:	Volumen de agua caliente del prensado manual vs automatizado.	77
Gráfico 3-4:	Volumen de agua fría del prensado manual vs automatizado.	77
Gráfico 4-4:	Operarios presentes en el área de prensado manual vs automatizado.	80
Gráfico 5-4:	Área de trabajo del proceso de prensado manual vs automatizado.	81

ÍNDICE DE ECUACIONES

- Ecuación 1-2:** Fuerza del émbolo.
- Ecuación 2-2:** Fuerza real del émbolo en el avance.
- Ecuación 3-2:** Superficie útil del émbolo.
- Ecuación 4-2:** Fuerza teórica del émbolo en el retorno.
- Ecuación 5-2:** Fuerza real del embolo en el retorno.
- Ecuación 6-2:** Superficie útil del anillo del embolo.
- Ecuación 1-3:** Corriente total del circuito.

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Datasheet del LOGO DM8 12/24R.
- ANEXO B:** Datasheet del módulo de ampliación LOGO DM8 12/24R.
- ANEXO C:** Datasheet del breaker EBS6BN.
- ANEXO D:** Datasheet de la torre de señal de luz.
- ANEXO E:** Datasheet del relé sin enclavamiento.
- ANEXO F:** Datasheet del sensor magnético.
- ANEXO G:** Datasheet del sensor de presión.
- ANEXO H:** Datasheet de la válvula solenoide neumática XCPC 4V330C-08.
- ANEXO I:** Datasheet filtro regulador de presión de aire XCPC XOFR-MINI.
- ANEXO J:** Datasheet de la válvula manual deslizante serie (HSV).
- ANEXO K:** Datasheet del cilindro neumático.
- ANEXO L:** Láminas de programación.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PLC: Controlador lógico programable.

HSV: Válvula manual deslizante serie.

E/S: Entradas y salidas.

VDC: Voltaje de corriente continua.

ED: Entradas digitales.

EA: Entradas analógicas.

NC: Normalmente cerrado.

NA: Normalmente abierto.

HMI: Interfaz humano máquina.

MA: Módulo de ampliación.

IDE: Entorno de desarrollo integrado.

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular tuvo como objetivo el diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de prensado de queso en la planta láctea JB. Para ello se analizó el estado del arte de los sistemas de prensado, se definieron los requerimientos que debe cumplir el sistema y se realizó el diseño mecánico, neumático, eléctrico y de control de la prensa automatizada, que permitieron cumplir los requerimientos demandados por la empresa, además se diseñó un HMI intuitivo y de fácil uso para la supervisión, control y monitoreo en tiempo real del sistema, éste permitió ajustar la presión, los tiempos de prensado, apertura y cierre del flujo de agua, además de visualizar sus valores e indicadores en tiempo real. Para validar el sistema automatizado de prensado se planteó la realización de pruebas de funcionamiento donde se llevó a cabo la caracterización de los sensores y se analizó la estabilidad del sistema de medición. Además, se evaluó la presión, tiempos de prensado y el control de flujo de agua del proceso automatizado respecto al proceso manual. Los resultados mostraron que existe calidad en la medida del sistema de medición y una reducción porcentual para los tiempos de prensado y el volumen de agua empleados en el proceso, concluyendo que existe una mejora en el proceso de prensado de la planta láctea JB. Se recomienda integrar la comunicación del sistema automatizado de prensado con la nube para transferir los datos y variables de la programación hacia el internet, permitiendo un monitoreo en tiempo real del proceso sin necesidad de encontrarse conectado a la red local de la planta, sino desde cualquier otro punto de localización.

Palabras clave: <AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS> <SISTEMA AUTOMATIZADO DE PRENSADO> <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)> <INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA (HMI)> <PLC LOGO>



Firmado electrónicamente por:
**HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA**

2205-DBRA-UPT-2021

2021-12-03

SUMMARY

The present work aimed the design and implementation of an automated system for the cheese pressing process at the JB dairy plant. For this, the state-of-the-art of pressing systems were analyzed, the requirements the system must meet were also defined and the mechanical, pneumatic, electrical and control design of the automated press were designed, which allowed meeting the requirements demanded by the company, in addition an intuitive and user-friendly HMI was designed for real-time supervision, control and monitoring of the system, this allowed to adjust the pressure, the times of pressing, opening and closing of the water flow, in addition to displaying its values and indicators in real time. To validate the automated pressing system, it was proposed to carry out operational tests where the characterization of the sensors was carried out and the stability of the measurement system was analyzed. In addition, the pressure, pressing times and water flow control of the automated process were evaluated versus the manual process. The results showed quality in the measurement system and a percentage reduction for the pressing times and the volume of water used in the process, concluding that there is an improvement in the pressing process of the dairy plant JB. It is recommended to integrate the communication of the automated pressing system with the cloud to transfer the data and variables of the programming to the internet, allowing real-time monitoring of the process without the need to be connected to the local network of the plant, but from any other location point.

Keywords: < AUTOMATION PROCESS > <AUTOMATED PRESSING SYSTEM >
<PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)> < HUMAN-MACHINE INTERFACE
(HMI)> <PLC LOGO>



Firmado electrónicamente por:
**NELLY MARGARITA
PADILLA PADILLA**

INTRODUCCIÓN

La planta láctea JB tuvo sus comienzos en febrero de 2014 como un negocio familiar, la cual va ganando peso en la industria quesera de la provincia durante estos años, gracias a la calidad de sus quesos. Esto se debe a la maquinaria y equipos que han ido dotando para perfeccionar su producto, su fuente principal de materia prima la extraen del ganado, de quien ellos mismo son dueños. La ganadería produce de 900 a 1100 litros de leche diarios, los que a su vez a primera hora de la mañana se usan en la planta láctea para su posterior disposición.

El incremento que ha albergado esta compañía lleva al cabo mirar hacia futuro y con ello a innovar en sus instalaciones. El conocimiento adquirido en conceptos de automatización hace que un ingeniero en electrónica y automatización se vea en la obligación de presentar ideas de proyectos autómatas. Y en este caso el trabajo de titulación mostrado en este documento se realizará el diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de prensado de queso en la planta láctea JB. Debido a que la compañía realiza su trabajo de prensado rústico, conlleva que los tiempos, apariencia y estructura del queso no sean homogéneos. En la planta el producto que se elabora es el queso fresco, bonanza y mozzarella.

Por esta razón se plantea una prensa neumática automática la cual permita prensar de forma simultánea varios quesos, quienes mediante programación de un PLC se llegue a controlar el tiempo y la presión del prensado. Con la ayuda de un HMI una interfaz hombre máquina la cual permita interactuar desde cualquier dispositivo móvil que tenga acceso al PLC. Esta interfaz presenta un ambiente intuitivo para que al operador de la planta no le sea difícil poder guiarse al arrancar la prensa.

Los beneficios que trae el trabajo de titulación a la empresa es el tiempo, debido a que es muy importante al momento de prensar quesos, ya que, controlado a este, se puede tener mayor eficiencia a la hora de ocupar el tiempo de los operarios. Además, por medio de un estudio se sabrá la presión promedio en la que los quesos se prensan, con ello se busca reducir el tiempo hasta obtener un aproximado, y regular la presión a la cual se ejercerá el trabajo y aplicar a todos los tipos de quesos que se operan en la empresa. Con los estudios realizados se observa que el tiempo de prensado de cada producto es diferente, en el caso del queso fresco al ser más compacto el tiempo requerido para su prensado es mayor. Por otro lado, el queso bonanza no necesita mucho tiempo de compactación por tanto su tiempo de prensado es menor. Para terminar, el queso mozzarella es distinto a los anteriores, dado que necesita de una supervisión constante debido a que requiere ser volteado de un lado al otro con frecuencia para que adquiera su forma de venta.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

La etapa de presado constituye un subproceso importante en la elaboración de quesos, como lo señalan la gran mayoría de documentos que mencionan este tema, el presado del queso tiene como objetivo eliminar los restos de suero que pueden haberse quedado almacenados en la masa, y que al extraerlos le darán mayor consistencia y dureza a la masa (Sánchez Zumba 2018, p. 12).

En la etapa de presado del queso se utilizan diversos tipos de prensas, por lo general estas tienen un funcionamiento mecánico como las prensas tipo holandesas con pesas, la presión se ajusta usando pesas de acero inoxidable a través de un sistema de palancas y cuerdas, dentro de esta categoría también podemos mencionar a la prensa de tornillo, cuyo accionamiento mecánico se lo realiza por medio de tornillos laterales que ejercen presión sobre los moldes, sus modelos son verticales y horizontales como lo muestra el catálogo de maquinaria para procesamiento de lácteos de la cooperación alemana al desarrollo – GIZ (Cooperación Alemana al Desarrollo - GUIZ 2014, p. 26).

La Universidad Tecnológica de Bolívar de la ciudad de Cartagena de Indias de Colombia (Reyes Herrera and Vergara Baldovino 2016, p. 40) menciona otra prensa industrial del tipo neumática en una de sus publicaciones denominada “Automatización del proceso de elaboración de queso” y las describe como eficientes y diseñadas para todo tipo de moldes, aptas para pre-presado de cuajada y presado de moldes.

La empresa europea TECHNICAL dedicada a la ejecución de proyectos integrales al servicio de la industria alimentaria, que cuenta con 30 años de experiencia profesional, en la sección de presado de queso de su catálogo web (TECNICAL 2020, p. 1), muestra modelos de prensas automáticas diseñadas y construidas a gran escala, sin embargo, su costo es muy elevado dentro del mercado.

En nuestro país se han llevado a cabo algunas investigaciones que principalmente se enfocan en el diseño o rediseño de procedimientos para la elaboración de quesos, como es el caso de la investigación desarrollada por el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, denominada “Diseño de procedimientos de elaboración de quesos para la empresa de productos lácteos el Paraíso” (Chicaiza Lema 2020, p. 34), en donde se presenta un procedimiento para el presado de queso fresco, el cual es realizado utilizando como equipo un prensador de tipo tornillo.

En la planta láctea JB se llevó a cabo una investigación por parte de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, denominada “Rediseño del proceso para elaboración del queso fresco y mozzarella en la planta láctea JB ubicada en la parroquia Cebadas – Cantón Riobamba” (Galindo Proaño 2019, p. 70), en donde se menciona el actual proceso de prensado que realiza la empresa, básicamente los moldes con cuajada son llevados a la prensadora donde por presión de ciertos recipientes que se colocan sobre los moldes, se elimina el suero y se cumple con la etapa de prensado.

1.2 Identificación del problema

En la planta láctea JB ubicada en el cantón Guamote, por medio de una investigación realizada, se observó que no existe una homogeneización en la etapa de prensado del queso, el problema se genera debido a que, el proceso de prensado del queso se debe realizar de manera manual colocando baldes de concreto o de agua sobre moldes rectangulares previamente llenados con la masa para elaborar el queso, los baldes ejercen presión sobre los moldes, lo que libera el suero del producto y hace que la masa del queso se compacte y adquiera forma rectangular. Al ser este proceso manual no se garantiza una presión adecuada en todos los quesos que permita liberar el suero, lo cual puede afectar negativamente el sabor del producto, ya que se obtienen quesos amargos.

Debido a que el proceso de prensado del queso se realiza de manera manual, empleando valdes de concreto o agua, en varias estaciones de trabajo que ocupan un espacio considerable en la planta y que requiere de la ayuda de varios obreros en la misma estación, existe un espacio de trabajo mal distribuido que genera un mal aprovechamiento del área de trabajo destinada para la etapa de presando.

Durante la investigación también se pudo observar que los obreros no controlan el tiempo de prensado, por lo que se emplean tiempos de ejecución altos, lo cual incrementa el tiempo de producción total, además como se mencionó durante esta etapa se requiere de la ayuda de varios obreros en la misma estación de trabajo para poder cumplir con toda la producción, lo cual produce un desperdicio de recursos de tiempo, materia prima y mano de obra.



Gráfico 1-1: Diagrama Ishikawa para la identificación del problema.

Realizado por: Lliguilema E., Chasi E. 2021.

1.3 Justificación de la investigación

El Ecuador es un país ganadero por excelencia, todos los días en sus fincas y granjas se producen más de 5022056 litros/día de leche cruda, la cual constituye la principal materia prima para la industria láctea del país, el 37% de litros son destinados para el autoconsumo, el 10% son destinados al mercado artesanal y el 53% restante son destinados a la fabricación de productos lácteos: leche en funda 19%, quesos 37%, leche en cartón 16%, leche en polvo 9%, yogurt 15% y otros 4% (Centro de la Industria Láctea del Ecuador 2018, p. 1).

La provincia de Chimborazo es una circunscripción territorial integrada por 10 cantones, los cuales a su vez poseen 45 parroquias rurales y 19 urbanas, en todos los cantones de la provincia se producen alrededor de 431325 litros diarios de leche (INEC 2019, p. 18). La producción de la provincia es el aporte de importantes productores empresariales y de pequeños minifundios ganaderos.

El 84,3% de los hogares de las principales ciudades del Ecuador consume queso, de los distintos tipos que podemos encontrar a la venta en el mercado, los ecuatorianos prefieren el queso fresco, el mozzarella y el crema, se estima que el consumo de queso seguirá creciendo en los próximos años y para el periodo 2019-2024 podría aumentar 5,6% (Pardillos Lara 2020, p. 4-5).

El mercado del queso ecuatoriano se encuentra en crecimiento a nivel local e internacional, puesto que se han aumentado el número de exportaciones por los acuerdos internacionales que ha firmado el país. La quesería rural dinamiza la economía de un sector y constituye una importante fuente de ingresos para las personas que se dedican a esta actividad, muchas de estas queserías son negocios familiares y en la provincia de Chimborazo está presente en todos sus alrededores, constituyendo una fuente proveedora de queso fresco, mozzarella y andino para Pichincha, los Ríos y Guayas (Centro de la Industria Láctea del Ecuador 2019, p. 79).

En la actualidad a nivel mundial la industria láctea cuenta con plantas muy sofisticadas en donde podemos encontrar líneas de producción totalmente automatizadas y que garantizan productos de calidad, sin embargo, en nuestro país no es muy común encontrarlas debido a que requieren una alta inversión para la compra de los equipos y necesitan de personal calificado que pueda llevar a cabo los procesos de automatización. Por este motivo las industrias solo automatizan algunos de sus procesos, siendo el empaquetado, el salado y el procesado de suero los más usuales.

La automatización cumple funciones muy importantes dentro de la industria debido a que permite llevar a cabo el control y monitoreo de distintos procesos industriales, mejorando los tiempos de ciclo de producción de un producto y garantizando la homogeneización en la calidad de todos los productos de un lote a otro. Para esto se vale del uso de tecnologías, equipos y máquinas, sensores y actuadores que nos permiten automatizar procesos repetitivos.

La etapa de prensado constituye un subproceso importante en la elaboración de quesos y actualmente es realizado de forma manual en la planta láctea JB, los equipos industriales que se comercializan tienen un costo alto para las pequeñas industrias y en nuestro país no se han llevado a cabo investigaciones que desarrollen sistemas de prensado automatizados para pequeñas industrias, por lo que se ve la necesidad de diseñar e implementar un sistema automatizado para el proceso de prensado de queso en la planta láctea JB, el tema propuesto se establece conforme a los siguientes artículos y normativas:

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) por medio de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2829, establece la norma general para el queso CODEX STAN 283-1978, MOD (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2013, p. 1).

El Artículo 266 establece que será de objetivo permanente de las políticas, del estado el desarrollo prioritario, integral y sostenido entre ellas la agroindustrial, que provean productos de calidad para el mercado interno y externo (Asamblea Constituyente de la Republica del Ecuador 2008, p. 16).

El reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados publicado con el registro oficial 696 con fecha 4 de noviembre de 2002 vigente hasta la actualidad, donde se trata los principales aspectos que rigen la buena práctica de la industria alimenticia (Republica del Ecuador 2002, p. 3).

Las normas de implementación para aplicaciones HMI, permiten que cualquier empresa o usuario tenga una guía al momento de implantar esta aplicación en su proyecto, rigiéndose a unas normas ISA101, (Instrument Society of America 2021).

El presente trabajo se enfoca en el diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de prensado de queso, el cuál será implementado en la planta láctea JB, ubicada en la parroquia Cebadas, perteneciente al cantón Guamote. El trabajo tiene como propósito sustituir el prensado manual que actualmente realiza la empresa por un sistema de prensado automatizado multifuncional, que pueda ser utilizado para los distintos tipos de queso que son elaborados, ayudando a controlar el tiempo de ejecución de la etapa de presando, eliminando demoras, optimizando la mano de obra y el espacio de trabajo, además de permitir el crecimiento de la planta láctea JB, llevándola hacia la industrialización de procesos.

1.4 Línea base del proyecto

1.4.1 *Antecedentes de la empresa*

En el 2014 se crea la planta láctea JB, un emprendimiento familiar netamente artesanal, el cual se ubica en la parroquia Cebadas del cantón Guamote provincia de Chimborazo, esta empresa se dedica a la producción de quesos, entre ellos el queso fresco, de alto rendimiento y mozzarella. La planta cuenta con todos los permisos necesarios para ejercer su trabajo tales como los servicios básicos, servicio de telefonía e internet.

Hoy en día la planta láctea al día genera de 900 a 1100 litros de leche para la elaboración de queso, el queso fresco se produce de lunes a viernes, al igual que el de alto rendimiento debido a su demanda en el mercado, el queso mozzarella se lo realiza los días lunes, miércoles y viernes. El personal que labora en la planta es calificado y entrenado para manejar protocolos de seguridad e higiene y cuenta con sus respectivas protecciones y cuidados.

Debido a su gran avance productivo la planta láctea cuenta con instalaciones y equipos, que permiten tener un área de trabajo óptima para llevar a cabo la producción de los quesos, sin embargo, sus procesos son realizados de manera manual y no se encuentran automatizados e industrializados, debido a ello los propietarios de la planta han visto la necesidad de mejorar el subproceso correspondiente a la etapa de prensado.

1.4.2 Localización del proyecto

El proyecto será ejecutado en la planta láctea JB debido al requerimiento de mejorar el proceso de prensado del queso con el fin de garantizar una mejor producción y homogeneización de los productos.

1.5 Beneficiarios directos e indirectos

1.5.1 Directos

El presente proyecto tendrá como beneficiarios directos a los propietarios de la planta láctea JB.

1.5.2 Indirectos

Los beneficiarios indirectos serán los trabajadores de la planta láctea JB y los consumidores de los productos que fabrica la empresa.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema automatizado para el proceso de prensado de queso en la planta láctea JB.

1.6.2 Objetivos específicos

- Analizar el estado del arte respecto a los sistemas de prensado.
- Definir los requerimientos que debe cumplir el sistema automatizado para el proceso de prensado de queso en la planta láctea JB.
- Diseñar y dimensionar el sistema automatizado para el proceso de prensado de queso de la planta láctea JB de modo que cumpla con los requerimientos planteados en la investigación.

- Implementar el sistema automatizado con el hardware y software que permita cumplir los requerimientos del diseño del sistema automatizado, para el proceso de prensado de queso de la planta láctea JB.
- Validar el sistema automatizado para el proceso de prensado de queso implementado en la planta láctea JB en función a los requerimientos planteados en la investigación.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Moldeado y prensado del queso

2.1.1 *Moldeado*

El proceso de moldeado consiste en colocar los granos de cuajada en moldes agujerados de acero inoxidable con el objetivo de obtener bloques individuales de queso con un peso y forma determinada. Cuando el proceso es realizado de forma manual se aprieta y compacta con las manos hasta que los moldes se vean completamente llenos por los granos de la cuajada (Nolivos Carchi 2020, p. 26).



Figura 1-2: Moldeado de queso.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

2.1.2 *Prensado*

El prensado de quesos tiene lugar después del proceso de moldeado y busca principalmente eliminar el suero y otorgar la forma y consistencia característica del queso correspondiente. La presión y el tiempo de presando varía entre un tipo de queso y otro, por lo general dependen del tamaño del queso y la firmeza que se desea (Fernández 2019, p. 58). En resumen, el proceso de prensado tiene los subsiguientes objetivos:

- Dar forma al queso.
- Formación de la corteza del queso.
- Conseguir una textura determinada en el queso.



Figura 2-2: Prensado de queso.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

2.2 Tipos de prensa para queso

2.2.1 Prensa mecánica tipo holandesa con pesas

La prensa mecánica tipo holandesa con pesas está elaborada completamente de acero inoxidable, de acuerdo con el fabricante puede ser diseñada para ajustarla a distintas alturas permitiendo regular la altura de la superficie de prensado. La capacidad de la prensa se encuentra determinada por el número de niveles que se coloquen sobre la superficie de prensado y el tamaño de los moldes a prensar. La presión es ajustada empleando pesas de distintos pesos que son accionadas mediante un sistema de palancas y cuerdas (quimaira 2020, p. 1).



Figura 3-2: Prensa mecánica tipo holandesa con pesas.

Fuente: INTERLACTEA, 2017.

2.2.2 Prensa de tornillo

La prensa de tornillo es fabricada totalmente de acero inoxidable, su capacidad está limitada por el volumen con que es construida, la presión en este tipo de prensas es ajustada mediante la rotación de un tornillo ubicado en la parte superior del equipo. La desventaja principal que presenta es que se pierde consistencia en el presando debido a que la presión es ajustada de acuerdo con el criterio de la persona que la utiliza (Practiprensas 2018, p. 1).



Figura 4-2: Prensa de tornillo.

Fuente: PRACTIPRENSAS, 2019.

2.2.3 Prensa neumática

Las prendas neumáticas son construidas totalmente de acero inoxidable, existen dos distribuciones la horizontal y la vertical, su capacidad y dimensión varía según las especificaciones técnicas del cliente. La presión es regulada a través de un sistema neumático que consta de cilindros, válvula, filtro, manómetro, regulador de presión y llave distribuidora (Virtualexpo Group 2020, p. 1).



Figura 5-2: Prensa neumática distribución vertical.

Fuente: DIRECT INDUSTRY, 2019.

2.3 Elementos consecutivos de un sistema neumático

2.3.1 Compresor

Es un dispositivo que genera una red de aire comprimido. Estos compresores proporcionan una presión de salida de 700 a 800 kPa (7 a 8 bar). Esto asegura que incluso en el caso de una fuga o una caída de presión en la válvula, se pueda proporcionar una presión de trabajo suficiente de al menos 600 kPa (6 bar) en el actuador (F. Ebel et al. 2019, p. 58).

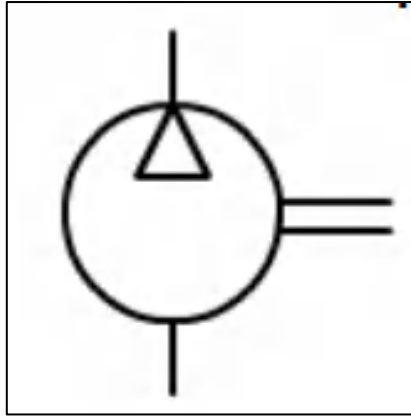


Figura 6-2: Símbolo de compresor.

Fuente: Bueno Juan, 2017.



Figura 7-2: Compresor de tornillo.

Fuente: Festo, 2021.

2.3.2 Unidad de mantenimiento

En neumática para poder trasladar el aire es ineludible utilizar conductores como tubería de polietileno de presión, el dimensionamiento de la tubería depende de la necesidad del caudal que se requiera en la instalación, teniendo en cuenta la caída de presión producida por las pérdidas y la distancia de las tuberías (Bueno Juan 2017, p. 10).



Figura 8-2: Tubo de polietileno de presión.

Fuente: Festo, 2021.

Usualmente entre el depósito de aire y el circuito se suele incluir una unidad de mantenimiento la cual está formada por un regulador de presión, un filtro y un lubricante de aire.

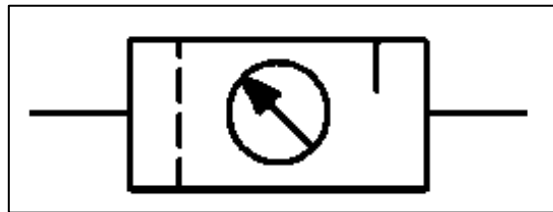


Figura 9-2: Símbolo de la unidad de mantenimiento.

Fuente: Bueno Juan, 2017.



Figura 10-2: Unidad de mantenimiento.

Fuente: Bueno Juan, 2017.

2.3.3 Válvulas neumáticas

Con el fin de poder controlar la circulación de aire es necesario tener una unidad la cual permita el mando y control del aire. Estos elementos se denominan válvulas neumáticas las cuales permitan controlar la circulación de aire hasta el cilindro neumático, sea este de simple efecto o doble efecto, pero aquí entre la electrónica y para ello se han diseñado electroválvulas las cuales permiten controlar una válvula con accionamiento eléctrico, a continuación, se muestra en la figura 11-2 algunos de ellos (F. Ebel et al. 2019, p. 60).



Figura 11-2: Electroválvulas.

Fuente: Festo, 2021.

2.3.4 Válvula reguladora de caudal

Esta válvula sufre efecto de estrangulación en un solo sentido, la dirección de caudal se muestra con una flecha en el componente (F. Ebel et al. 2019, p. 56).

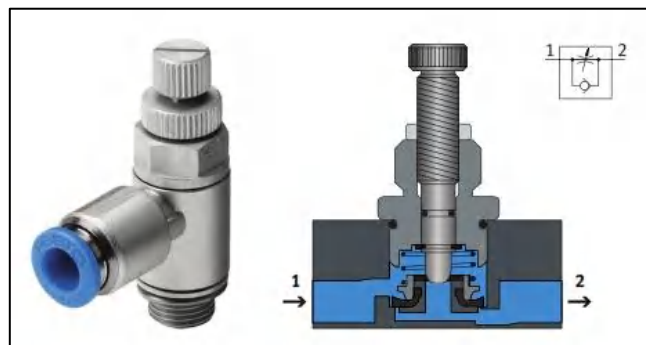


Figura 12-2: Válvula reguladora de caudal.

Fuente: Festo, 2021.

2.3.5 Cilindros neumáticos

2.3.5.1 Cilindro de simple efecto

Estos cilindros como su nombre indica solo realizan el trabajo en un solo sentido ya que solo son alimentados con aire por un sentido, para realizar la acción de retroceso tiene incorporado un muelle el cual empuja el vástago a su posición inicial siempre y cuando el aire también sea retirado (F. Ebel et al. 2019, p. 55).

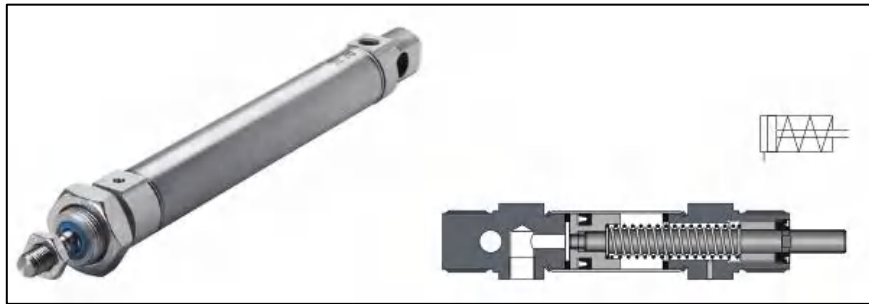


Figura 13-2: Cilindro neumático de simple efecto.

Fuente: Festo, 2021.

2.3.5.2 Cilindro de doble efecto

Estos cilindros a comparación con los de simple efecto reciben aire por ambos lados tanto para accionamiento del vástago como para su retorno, debido a que la superficie es mayor en el lado del embolo la fuerza aplicada para el avance es algo mayor que al retroceso (F. Ebel et al. 2019, p. 55).

Antes de realizar el movimiento en el sentido contrario, primero se debe descargar el aire contenido en la cámara opuesta para que su funcionamiento sea realice con normalidad.

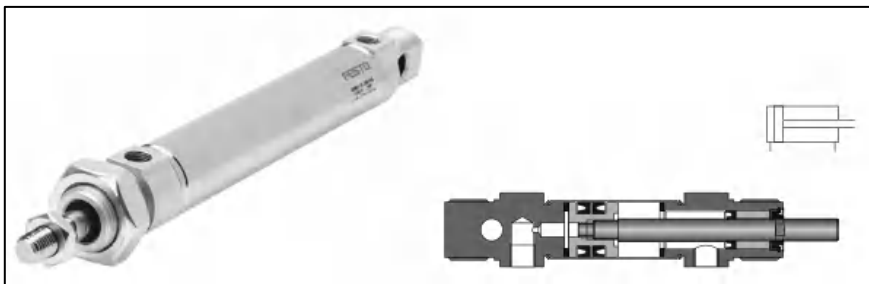


Figura 14-2: Cilindro neumático de doble efecto.

Fuente: Festo, 2021.

2.4 Cálculos de cilindro de doble efecto

2.4.1 Fuerza del émbolo

Representa la fuerza ejercida por el émbolo del cilindro neumático y depende de la presión de aire de trabajo, el diámetro del émbolo y las fuerzas de rozamiento durante el movimiento (Gallegos y Jarrín 2012, p. 73).

2.4.1.1 Fuerza del émbolo para un cilindro de doble efecto en el avance

- Fuerza teórica del émbolo en el avance

$$F_{teo} = A \cdot p \quad \text{Ecuación 1 - 2}$$

Donde

F_{teo}: Fuerza teórica del émbolo en el avance [Kgf].

A: Superficie útil del émbolo [cm²].

p: Presión de trabajo [bar].

- Fuerza real del émbolo en el avance

$$F_n = A \cdot p - F_R \quad \text{Ecuación 2 - 2}$$

Donde

F_n: Fuerza real del émbolo en el avance [Kgf].

A: Superficie útil del émbolo [cm²].

p: Presión de trabajo [bar].

F_R: Fuerza de rozamiento en el avance (3-20% F_{teo}) [Kgf].

- Superficie útil del émbolo

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \quad \text{Ecuación 3 - 2}$$

Donde

A: Superficie útil del émbolo [cm²].

D: Diámetro del émbolo [cm].

2.4.1.2 Fuerza del émbolo para un cilindro de doble efecto en el retorno

- Fuerza teórica del émbolo en el retorno

$$F_{teo} = A' \cdot p \quad \text{Ecuación 4 - 2}$$

Donde

F_{teo}: Fuerza teórica del émbolo en el retorno [Kgf].

A': Superficie útil del anillo del émbolo [cm²].

p: Presión de trabajo [bar].

- Fuerza real del émbolo en el retorno

$$F_n = A' \cdot p - F_R \quad \text{Ecuación 5 - 2}$$

Donde

F_n: Fuerza real del émbolo en el retorno [Kgf].

A': Superficie útil del anillo del émbolo [cm²].

p: Presión de trabajo [bar].

F_R: Fuerza de rozamiento en el retorno (3-20% F_{teo}) [Kgf].

- Superficie útil del anillo del émbolo

$$A' = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \quad \text{Ecuación 6 - 2}$$

Donde

A': Superficie útil del anillo del émbolo [cm²].

D: Diámetro del émbolo [cm].

d: Diámetro del vástago [cm].

2.5 Fundamentos de la técnica de control

2.5.1 Control lógico programable (PLC)

El uso de relés para el control de sistemas electroneumáticos queda obsoleto debido a que los relés no llegan a soportar alta demanda de trabajos y al momento de ser evaluados sus errores y corregirlos se hace muy complejo, por lo que en la actualidad la solución a estos inconvenientes se da a partir del control por medio de controladores lógicos programables (PLC). Estos por su software programable hace que el trabajo sea más ameno y rentable para el usuario son más caros, pero más rentables, por medio de señales binarias logra su acometido (Manuel, Luque y Profesor-Investigador 2016, p. 17).



Figura 15-2: Logo 8 CMR2020 GSM module.

Fuente: Siemens, 2020.

2.5.2 Técnica de programación para PLC y la NORMA IEC 1131-3

Debido a la variedad de autómatas programables en el mercado, cada fabricante tiene un tipo de lenguaje diferente, pero todos con un mismo objetivo. Para estandarizar estas notaciones se ha establecido la norma internacional IEC 1131-3 (Estandarización en la programación del control industrial 2017, p. 4), que se encarga de estandarizar los lenguajes de programación, se han establecido dos tipos de lenguajes de programación: lenguajes gráficos y textuales.

2.5.2.1 Lenguaje grafcet







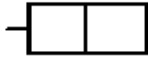
El grafcet es un conjunto de diagramas con procesos intermedios que permiten el paso o no al siguiente proceso. Sus componentes son los siguientes.

- Etapas
- Acción asociada

- Líneas de evolución y reenvíos
- Transición
- Receptividad asociada a la translación

Para una mejor comprensión en la tabla 1-2, se muestra los elementos mencionados.

Tabla 1-2: Elementos gráficos.

Elementos Grafcet de programación		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Etapa inicial	Muestra el comienzo del esquema grafcet, se activa al iniciar el programa.
	Etapa	Su activación viene acompañada de una acción o espera
	Unión o línea de evolución	Une las etapas
	Transición	Permite activar la etapa siguiente y desactivar la etapa anterior
	Direccionamiento	Es controlada por una condición la cual permite o no el paso a la siguiente etapa
	Proceso simultáneo	Enseña la activación o desactivación de una o más etapas
	Acciones asociadas	Actividades que se realizan en la etapa en la que se encuentre el programa

Fuente: Alfredo y Tualombo, 2017.

Según la norma IEC-848 (Preparación de diagramas funcionales para sistemas de control) plantea de una forma genérica como deben realizarse las acciones asociadas a las etapas (Jaspe Lombana y Mosquera Amaya 2017, p. 21).

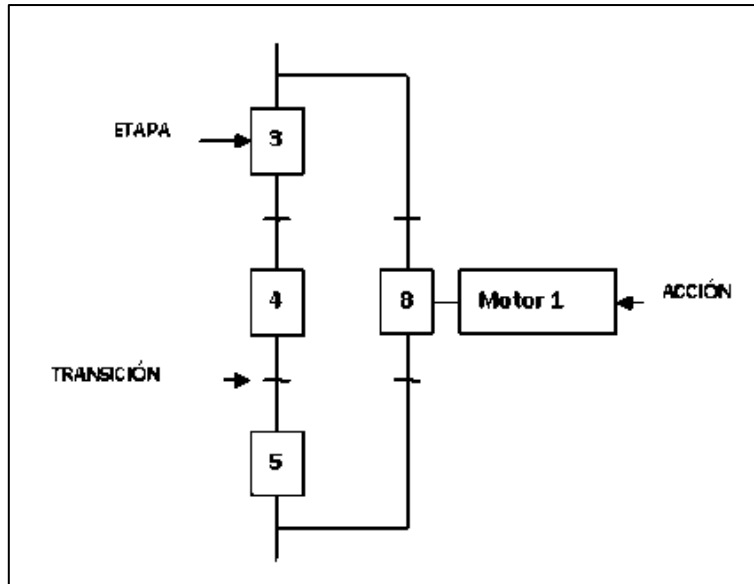


Figura 16-2: Representación grafcet.

Fuente: Alfredo y Tualombo, 2017.

2.5.2.2 Esquema de contactos (KOP)

También conocido como plano de funciones, según las normas Nema (USA) es la representación gráfica de los esquemas de contacto.

Su estructura sigue la similitud con el circuito de control lógico cableado, es decir, los contactos normalmente abiertos y los contactos normalmente cerrados utilizan la misma representación, la diferencia es que su interpretación es completamente diferente.

Además de los contactos simples que tiene, existen otros elementos que pueden realizar cálculos aritméticos, comparar operaciones, implementar algoritmos de ajuste, etc. Su enorme difusión se debe a la promoción del trabajo de los usuarios (Alfredo y Tualombo 2017, p. 32).

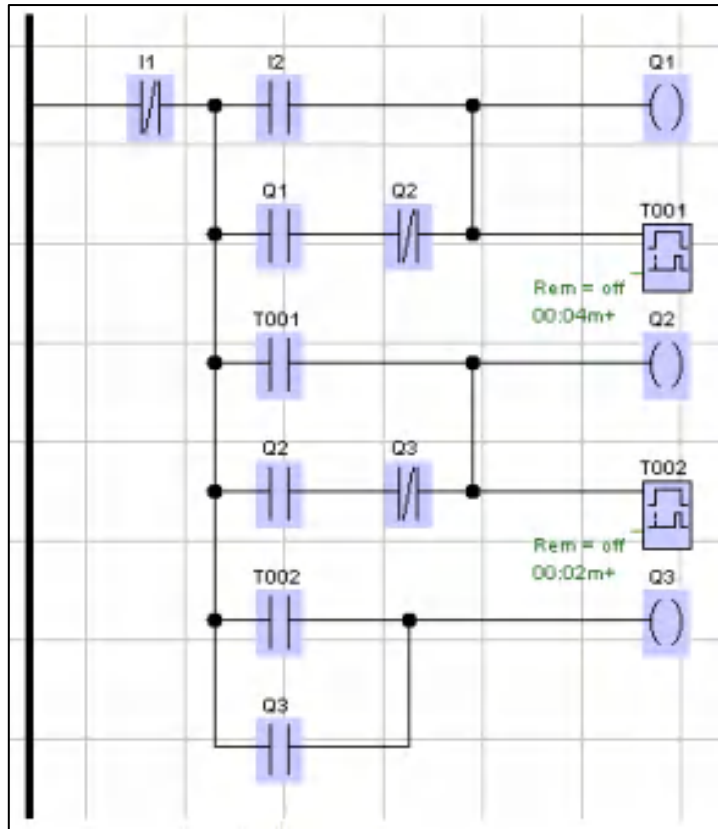


Figura 17-2: Lenguaje de programación con diagrama de contactos.

Fuente: Alfredo y Tualombo, 2017.

2.5.2.3 Diagrama de funciones (FUP)

Es un lenguaje gráfico que permite a los usuarios programar elementos (bloques de funciones de PLC) para que parezcan circuitos interconectados. Por lo general, utilizan símbolos lógicos para representar bloques de funciones. La salida lógica no necesita incluir una bobina de salida, porque la salida está representada por la variable asignada a la salida del bloque.

El diagrama de función lógica es particularmente conveniente para aquellos que están acostumbrados a usar circuitos de puertas lógicas, porque la simbología usada por los dos es equivalente.

Además de las funciones lógicas estándar y específicas del proveedor, el lenguaje FUP del estándar IEC 1131-3 también permite a los usuarios construir sus propios bloques de función de acuerdo con los requisitos del programa de control (Alfredo y Tualombo 2017, p. 33). En la figura 18-2 se muestra un ejemplo de programación mediante diagrama de funciones:

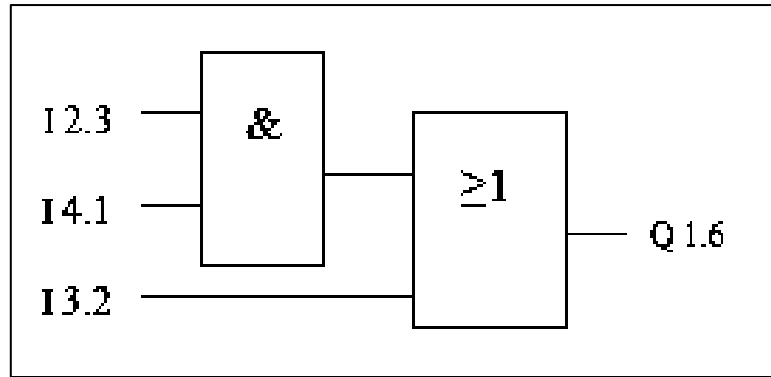


Figura 18-2: Lenguaje de programación con diagrama de contactos.

Realizado por: Chasi, E.; Lligulema, E.; 2021.

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describen las etapas y las tareas realizadas para el desarrollo del sistema automatizado de prensado de queso, en la primera etapa se mencionan los requerimientos que debe cumplir el sistema, la segunda etapa describe la arquitectura general del sistema de prensado, en la tercera etapa se muestra el diseño mecánico, en la cuarta etapa se realiza el diseño eléctrico, la quinta etapa corresponde al diseño neumático, en la sexta etapa se seleccionan los dispositivos y componentes eléctricos, electrónicos y neumáticos (hardware) que se emplearan para la implementación, en la séptima etapa se expone el esquema tridimensional del sistema de prensado unificado y finalmente en la octava etapa se realiza el diseño del software que contiene la programación y el HMI que constituyen la estructura de control y comunicación que gobierna el sistema de prensado.

3.1 Requerimientos del sistema de prensado

A continuación, se detallan los requerimientos que debe cumplir el sistema automatizado para el proceso de prensado de queso de acuerdo con las necesidades que presenta la planta láctea JB.

- Prensado para tres tipos de quesos: mozzarella, fresco y de alto rendimiento (Bonanza).
- Capacidad de prensado de 5 bandejas de quesos del tipo mozzarella.
- Capacidad de prensado de 5 bandejas de quesos del tipo fresco.
- Capacidad de prensado de 5 bandejas de quesos del tipo alto rendimiento.
- Optimización del espacio de trabajo del proceso de prensado.
- Manejo de tiempos de prensado.
- Control de la presión de prensado.
- Control de apertura y cierre de agua durante el prensado.

3.2 Arquitectura general del sistema de prensado

La arquitectura general del sistema de presando se resume en 6 bloques interconectados unos con otros, los cuales son: bloque de suministro energético, bloque de control, bloque de sensores, bloque

de actuadores y bloque HMI. En el gráfico 1-3 se muestra el diagrama de la arquitectura general del sistema de presado.

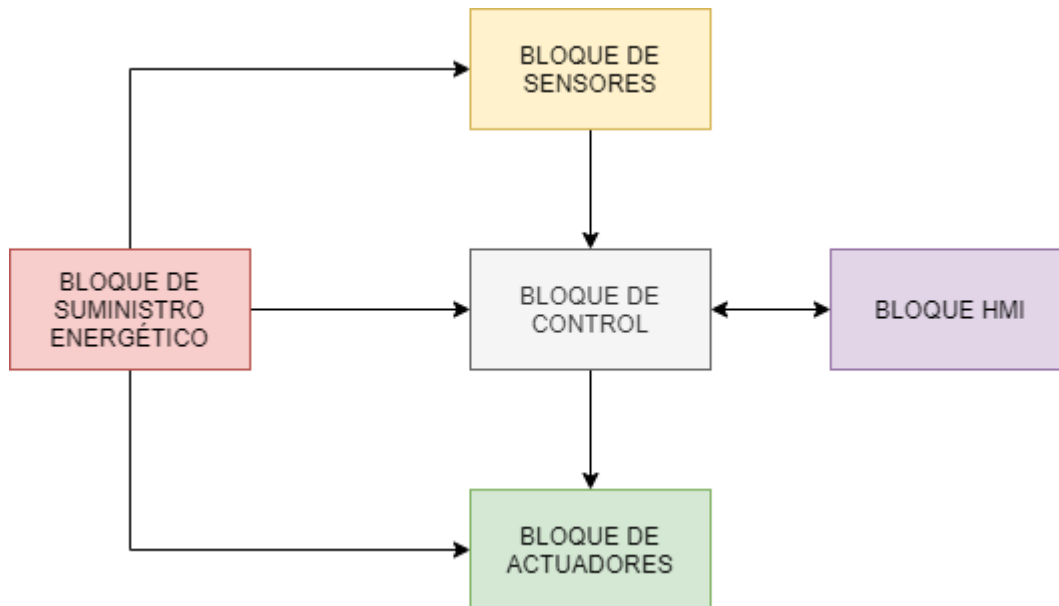


Gráfico 1-3: Diagrama de la arquitectura del sistema de presado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

- El bloque de suministro energético tiene como objetivo alimentar con energía eléctrica a todos los dispositivos eléctricos y electrónicos del sistema de presado.
- El bloque de control es el bloque central y más importante del sistema, está encargado de recibir las señales y las lecturas del bloque de sensores y ejecutar acciones de control sobre el bloque de actuadores, tiene comunicación directa con el bloque HMI.
- El bloque de sensores envía información de las lecturas registradas por los dispositivos de instrumentación durante el proceso en forma de señales hacia el bloque de control.
- El bloque de actuadores recibe instrucciones del bloque de control para poner en funcionamiento los dispositivos y equipos que intervienen en las tareas del proceso de presado.
- El bloque HMI es el encargado de establecer la comunicación con el usuario mediante la interfaz que permite operar el sistema de presado, está comunicado bidireccionalmente con el bloque de control.

3.3 Diseño mecánico

3.3.1 Estructura mecánica del sistema de prensado

El diseño de la estructura mecánica fue realizado mediante el software Inventor 2022 (AUTODESK 2021b, p. 1). La figura 1-3 muestra la estructura mecánica de la prensa para la cual se empleó como material de construcción acero inoxidable de grado alimenticio AISI 316. La estructura mecánica consta de 5 niveles o pisos móviles diseñados para contener las bandejas y moldes de queso fresco, mozzarella y bonanza que se elaboran en la planta láctea JB, la cavidad inferior de la prensa está diseñada para albergar el cilindro neumático que constituye el actuador principal del sistema de prensado. Para garantizar movilidad y una correcta limpieza de la prensa, la estructura cuenta con ruedas en sus cuatro ejes, permitiendo trasladar la prensa a cualquier posición del área de trabajo.



Figura 1-3: Estructura mecánica del sistema de prensado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

En la tabla 1-3 se muestran los pesos y la carga máxima del sistema de prensado, estos datos son importantes para dimensionar y seleccionar adecuadamente el cilindro neumático que ejecuta la acción de prensado del sistema. Los pesos se detallan en kilogramos y corresponden a los pisos o niveles que forman la estructura mecánica, los moldes y tapas de prensado de cada tipo de queso y las bandejas que contienen los moldes durante la tarea de prensado, así mismo se muestra los pesos de las cinco bandejas cargadas con cuajada por cada tipo de queso, además se añade un peso que corresponde a un margen de error del 10% del peso de la cuajada para asegurar un correcto valor de la carga máxima a soportar por el sistema de prensado.

Tabla 1-3: Pesos y carga máxima del sistema de prensado.

Pesos	Tipo de queso		
	Queso mozzarella	Queso fresco	Queso bonanza
Estructura mecánica [Kg]	45	45	45
Moldes y tapas [Kg]	8,3	16,6	15,5
Bandejas de prensado [Kg]	17,9	17,9	17,9
Cuajada [Kg]	22,95	45,9	60
Margen de error [Kg]	2,29	4,59	6
Carga máxima [Kg]	96,44 ≈ 97	129,99 ≈ 130	144,4 ≈ 145

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

De la tabla 1-3 se observa que la carga máxima de trabajo para la prensa es de 145 Kg y corresponde al prensado del queso de alto rendimiento (Bonanza), este valor es fundamental para el dimensionamiento del cilindro neumático.

3.4 Diseño eléctrico y de control

3.4.1 Dimensionamiento de protecciones y conductores

3.4.1.1 Dimensionamiento de protecciones

Las protecciones son dispositivos eléctricos que se emplean para proteger al circuito y a los dispositivos y componentes eléctricos y electrónicos contenidos en un armario eléctrico de fallos por sobrecarga o cortocircuito. Para la protección del circuito y componentes del tablero eléctrico del sistema de prensado se requiere utilizar dos dispositivos de protección los cuales son un disyuntor magnetotérmico y un fusible eléctrico, su dimensionamiento se realiza en función de la corriente total del circuito.

- Corriente total del circuito eléctrico

Representa la suma de todas las corrientes demandadas por los dispositivos eléctricos y electrónicos conectados al armario eléctrico.

$$I_N = \sum_{n=1}^m i_n \quad \text{Ecuación 1 – 3}$$

Donde

I_N : Corriente total de consumo del circuito eléctrico [A].

i_n : Corriente de consumo de cada componente o dispositivo [A].

- Datos de consumo de corrientes del circuito

$i_1 = 0,2636$ A (Electroválvulas)

$i_2 = 0,3166$ A (Bomba de agua)

$i_3 = 0,2$ A (Válvula solenoide neumática)

$i_4 = 0,12$ A (Sensores magnéticos)

$i_5 = 0,025$ A (Sensor de presión)

$i_6 = 1,23$ A (PLC)

$i_7 = 0,85$ A (Módulo de expansión PLC)

Empleando la ecuación 1-3 y los datos de consumo de corrientes del circuito que aporta cada dispositivo eléctrico y electrónico se obtuvo una corriente total de consumo de 3.0052 A, tomando como referencia esta corriente total de consumo se selecciona un disyuntor magnetotérmico de 4 A y un fusible eléctrico de 4 A.

3.4.1.2 *Dimensionamiento de conductores*

Los conductores eléctricos que se utilizaran para el cableado del tablero eléctrico del sistema de prensado son dimensionados en función de la corriente de consumo de cada uno de los dispositivos eléctricos y electrónicos del tablero eléctrico. En el caso del tablero eléctrico del sistema de prensado y considerando los datos de consumo de corriente del circuito para el dimensionamiento del disyuntor magnetotérmico y fusible eléctrico se seleccionaron dos conductores de cobre flexible tipo TFF de calibre 18 AWG y 22 AWG, el conductor de calibre 18 AWG tiene una capacidad de corriente máxima admisible de 6 A y es usado para conectar líneas de fase y neutro de cargas que manejan corriente alterna, mientras que el conductor de calibre 22 AWG tiene una capacidad de corriente máxima admisible de 3 A y es utilizado para conectar cargas que manejan corriente continua de 24 VDC.

3.4.1.3 Diagrama esquemático del tablero eléctrico

El diseño del tablero eléctrico fue realizado mediante el software AutoCAD electrical 2022 (AUTODESK 2021a, p. 1). La figura 2-3 muestra el diagrama de conexiones de todos los dispositivos eléctricos y electrónicos que conforman el tablero, también constan las conexiones eléctricas de los dispositivos externos como sensores y actuadores que son utilizados en el sistema de prensado. La tabla 1-3 hace referencia a la lista de elementos que constan en la figura 2-3 y corresponde a su respectivo significado dentro del diagrama de conexiones.

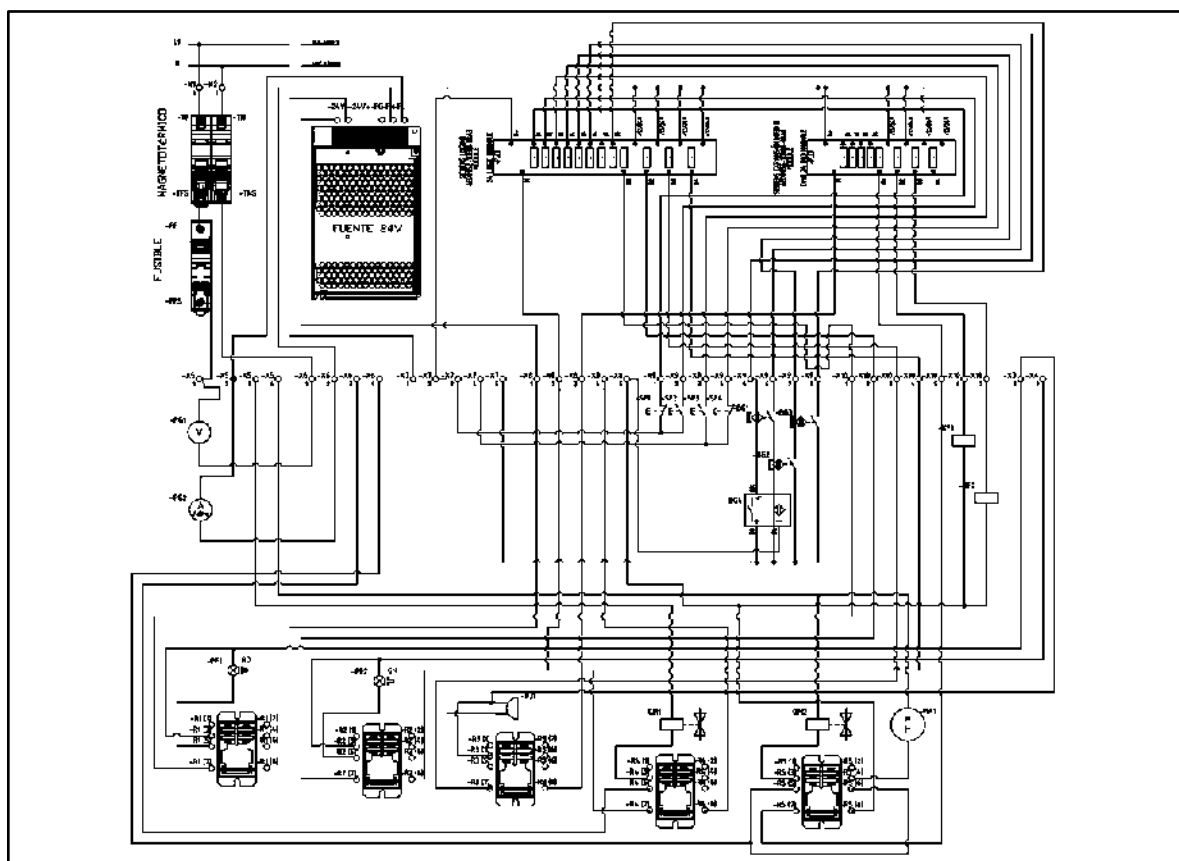


Figura 2-3: Esquema de conexiones del tablero eléctrico.

Realizado por: Chasi, E.; Lligulema, E.; 2021.

Tabla 2-3: Lista de elementos del esquema de conexiones del tablero eléctrico.

Código del elemento	Significado
PG1	Indicador de tensión (Voltímetro)
PG2	Indicador de corriente (Amperímetro)
SF1	Pulsador de paro
SF2	Pulsador de inicio
SF3	Pulsador de reset
SF4	Pulsador de emergencia
BG1	Sensor magnético_1 de dos hilos
BG2	Sensor magnético_ 2 de dos hilos
BG3	Sensor magnético_3 de dos hilos
BG4	Sensor de presión de tres hilos
PF1	Luz indicadora intermitente roja de la baliza
PF2	Luz indicadora intermitente verde de la baliza
PJ1	Buzzer de la baliza
QM1	Electroválvula para agua fría
QM2	Electroválvula para agua caliente
MA1	Bomba de agua
KF1	Bobina_1 de la válvula solenoide neumática
KF2	Bobina_2 de la válvula solenoide neumática

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

La figura 3-3 muestran la distribución de los dispositivos eléctricos y electrónicos en el tablero, los mismos que constan de manera esquemática en el diagrama de conexiones de la figura 2-3, en la parte frontal del armario se encuentran ubicados los pulsadores de inicio, paro, emergencia y reset, junto con los indicadores de tensión y corriente, en la parte lateral se ubica la torre de señal de luz o baliza que contiene un buzzer y dos luces indicadoras intermitentes de color rojo y verde, en el interior del armario se encuentran los dispositivos de protección, la fuente de poder conmutada, los relés, el PLC y las borneras de conexión. La tabla 2-3 hace referencia a los elementos que conforman el armario eléctrico que se muestran en la figura 3-3 con su respectiva codificación y significado.

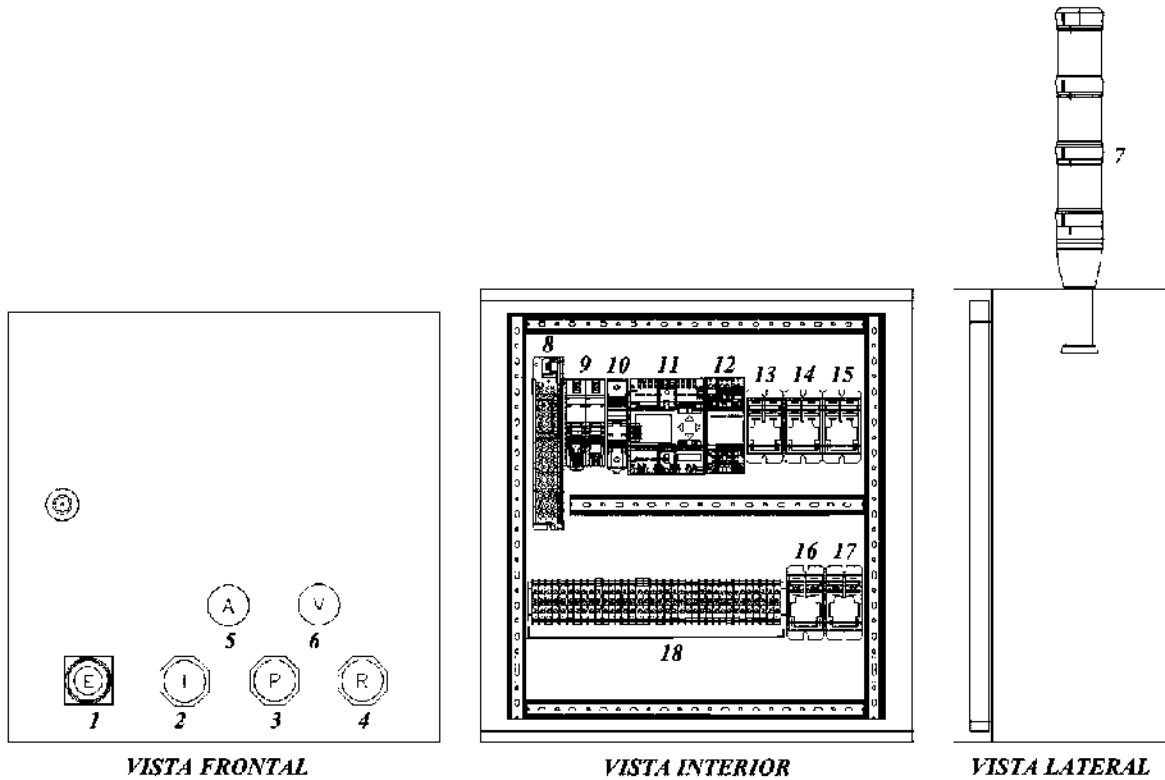


Figura 3-3: Esquema y distribución de componentes del tablero eléctrico del sistema de prensado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 3-3: Lista de elementos del esquema y distribución del tablero eléctrico.

Código del elemento	Significado
1	Pulsador de emergencia
2	Pulsador de inicio
3	Pulsador de paro
4	Pulsador de reset
5	Indicador de corriente
6	Indicador de tensión
7	Torre de señal de luz (baliza)
8	Fuente de poder conmutada
9	Disyuntor magnetotérmico
10	Fusible eléctrico
11	PLC
12	Módulo de ampliación de E/S de PLC

13	Relé sin enclavamiento_1
14	Relé sin enclavamiento_2
15	Relé sin enclavamiento_3
16	Relé sin enclavamiento_4
17	Relé sin enclavamiento_5
18	Borneras de conexión

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Las borneras de conexión que se mencionan en el tablero eléctrico de la figura 3-3 y que constan en el diagrama de conexiones de la figura 2-3, son los elementos que permiten conectar a todos los dispositivos eléctricos y electrónicos del armario y a los dispositivos externos como sensores y actuadores para formar el sistema eléctrico y de control del sistema de prensado. La figura 4-3 hace referencia al esquema de distribución y conexión de borneras del tablero eléctrico. La tabla 3-3 explica la codificación del esquemático de borneras de la figura 4-3.

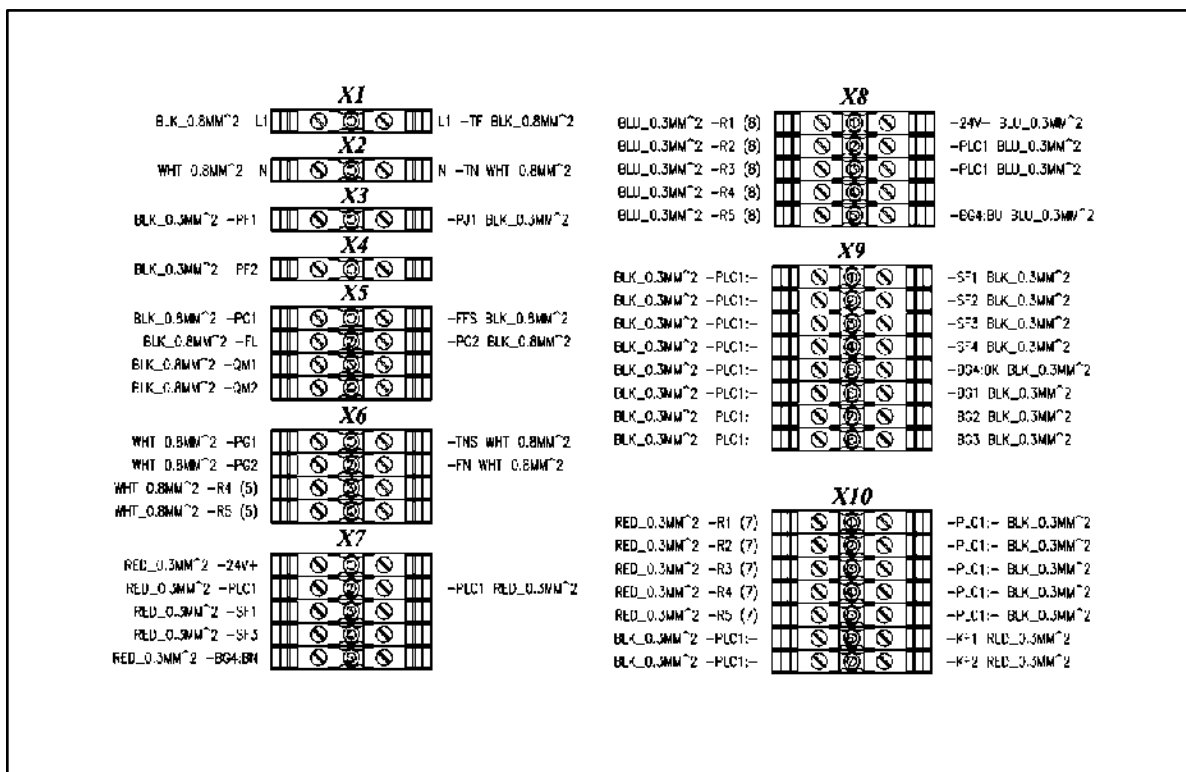


Figura 4-3: Esquema de distribución y conexión de borneras del tablero eléctrico.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 4-3: Lista de borneras de conexión del tablero eléctrico.

Código de bornera	Descripción	Tipo de conductor
X1	Bornera de 110 V (Fase)	18 AWG negro
X2	Bornera de 0 V (Neutro)	18 AWG blanco
X3	Bornera para conexión común baliza	22 AWG negro
X4	Bornera para conexión común baliza	22 AWG negro
X5	Bornera de 110 V (Fase)	18 AWG negro
X6	Bornera de 110 V (Neutro)	18 AWG blanco
X7	Bornera de 24 VDC polo positivo	22 AWG rojo
X8	Bornera de 24 VDC polo negativo	22 AWG azul
X9	Borneras para entradas de PLC	22 AWG negro
X10	Borneras para salidas de PLC	22 AWG negro, 22 AWG rojo

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.4.2 Entradas y salidas de la unidad de control PLC

La figura 5-3 muestra el diagrama de entradas y salidas de la unidad de control PLC del tablero eléctrico, los dispositivos y componentes eléctricos y electrónicos que se encuentran conectados a las entradas y salidas se especifican en la tabla 4-3 y se corresponden con los códigos del elemento de la tabla 5-3 del diagrama de conexiones.

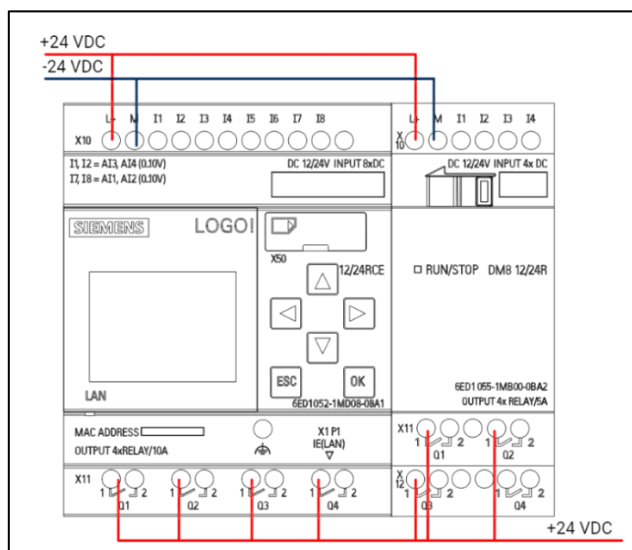


Figura 5-3: Esquema de entradas y salidas del PLC.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 5-3: Entradas y salidas del PLC.

Entrada	Tipo	Código del elemento	Salida	Tipo	Código del elemento
I1 (PLC)	Digital	SF1	Q1 (PLC)	Digital	PF1
I2 (PLC)	Digital	SF2	Q2 (PLC)	Digital	PF2
I3 (PLC)	Digital	SF3	Q3(PLC)	Digital	PJ1
I4 (PLC)	Digital	SF4	Q4 (PLC)	Digital	QM1
I5 (PLC)	Digital	BG1	Q5 (MA PLC)	Digital	QM2
I6 (PLC)	Digital	BG2			MA1
I7 (PLC)	Analógica	BG4	Q6 (MA PLC)	Digital	KF1
I8 (PLC)	Digital	BG3	Q7 (MA PLC)	Digital	KF2

Realizado por: Chasi, E.; Lligulema, E.; 2021.

3.5 Diseño neumático

3.5.1 Dimensionamiento de elementos neumáticos, racores y red de aire comprimido

3.5.1.1 Dimensionamiento del cilindro neumático

El cilindro neumático es el actuador principal que ejecuta las tareas de prensado, es el encargado de soportar y levantar la carga máxima de trabajo del sistema de prensado ejerciendo presión sobre los moldes cargados con cuajada para dar formar y desuerar los quesos contenidos en la prensa.

- Datos técnicos del cilindro neumático

D= 10 cm

p= 6 bar

Para el dimensionamiento del cilindro neumático se realizaron los siguientes pasos, los cuales son detallados a continuación:

- Se determina la superficie útil del émbolo empleando la ecuación 3-2 donde se obtuvo un valor de 78,54 cm².
- Se calcula la fuerza teórica del émbolo en el avance utilizando la ecuación 1-2, obteniendo un resultado de 471,24 Kgf.
- Se halla la fuerza real del émbolo en el avance empleando la ecuación 2-2, asumiendo un valor del 10% para la fuerza de rozamiento, donde se obtuvo un valor de 424,116 Kgf.

El valor de la fuerza real del émbolo correspondiente a 424,116 Kgf se interpreta como el peso máximo que puede levantar un cilindro neumático que tiene un diámetro del émbolo de 10 cm trabajando a una presión de 6 bar o 87,022 PSI, de la tabla 1-3 se observa que la carga máxima de trabajo para la prensa es de 145 Kg , con lo cual se puede concluir que un cilindro neumático de 10 cm de diámetro en su émbolo, con una carrera de 50 cm y una presión de trabajo de 6 bar bastan para levantar la carga máxima de la prensa.

3.5.1.2 *Dimensionamiento de válvulas neumáticas*

Las válvulas neumáticas son elementos que nos permiten distribuir el aire, regular el caudal y controlar la presión dentro de un circuito neumático, para el circuito neumático del sistema de prensado se requiere emplear una válvula de 5 vías y 3 posiciones (5/3) para controlar el movimiento del cilindro, una válvula de 3 vías y 2 posiciones (3/2) para controlar el paso del aire comprimido que ingresa al cilindro y dos válvulas reguladoras de caudal para controlar la velocidad de movimiento del cilindro. El dimensionamiento de las válvulas se lo realiza en función de la presión de trabajo máxima que tendrá el sistema, para el caso del sistema de prensado esta presión corresponde al valor de 6 bar, por lo que las especificaciones de la presión de trabajo de las válvulas seleccionadas deben permitir manejar esta cantidad de presión.

3.5.1.3 *Dimensionamiento del sensor de presión*

El sensor de presión debe dimensionarse y seleccionarse en función de la presión de trabajo máxima del sistema, para el caso del circuito neumático del sistema de prensado esta presión es de 6 bar o 87,022 PSI, por lo que un sensor con una presión de trabajo de 100 PSI cumple con los parámetros de dimensionamiento.

3.5.1.4 *Dimensionamiento de racores*

Los racores neumáticos son accesorios que dentro de un circuito neumático permiten la interconexión de elementos como cilindros, válvulas, unidades de mantenimiento y redes de aire. El dimensionamiento de los racores se lo realiza en función de la presión de trabajo máxima del sistema, para el caso del circuito neumático del sistema de prensado esta presión es de 6 bar o 87,022 PSI, por

tanto, se consideran racores de conectores de 10 mm con una presión máxima de funcionamiento de 10 bar.

3.5.1.5 Dimensionamiento de la red de aire comprimido

La red de aire comprimido del sistema de prensado también es dimensionada en función de la presión de trabajo máxima del sistema, para el caso del circuito neumático del sistema de prensado esta presión es de 6 bar o 87,022 PSI, por lo que utilizando manguera de poliuretano de 10 mm de diámetro exterior para aplicaciones en industria de alimentos que soporta una presión máxima de trabajo de 10 bar bastaría para cumplir las condiciones de dimensionamiento.

3.5.1.6 Diagrama esquemático del circuito neumático

El diseño del circuito neumático fue realizado mediante el software de FESTO FluidSIM 2010 (Festo 2021, p. 1). La figura 6-3 muestra el diagrama de conexiones de todos los elementos neumáticos y dispositivos de medición que conforman el sistema neumático de la prensa, incluyendo el sensor de presión y los sensores de detección magnéticos que también forman parte del sistema eléctrico y de control. La tabla 6-3 hace referencia a la lista de elementos que constan en el diagrama de la figura 6-3.

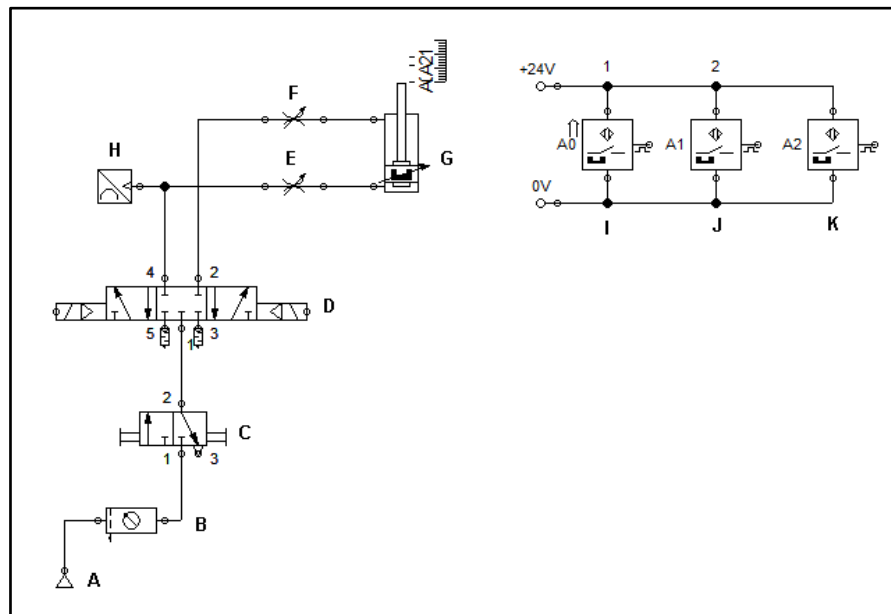


Figura 6-3: Esquema del circuito neumático del sistema de prensado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 6-3: Lista de elementos del esquema del circuito neumático del sistema de prensado.

Código del elemento	Significado
A	Fuente de aire comprimido (Compresor)
B	Unidad de mantenimiento (Filtro regulador de presión)
C	Válvula de 3/2 vías
D	Válvula de 5/3 vías
E	Válvula reguladora de caudal_1
F	Válvula reguladora de caudal_2
G	Cilindro neumático doble efecto
H	Sensor de presión
I	Sensor magnético_1
J	Sensor magnético_2
K	Sensor magnético_3

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6 Selección de hardware para el sistema de prensado

En esta sección se muestran los dispositivos y componentes eléctricos, electrónicos y neumáticos seleccionados para ejecutar la implementación del sistema automatizado de prensado de quesos, además se describirán las principales características y parámetros de operación de cada dispositivo y componente que fueron considerados para asegurar la compatibilidad con la unidad de control PLC y el sistema de control neumático.

3.6.1 Controlador lógico programable (PLC)

El PLC es el componente principal de la unidad de control, el cual permitirá receptar las señales y las lecturas de los dispositivos de instrumentación como sensores y pulsadores eléctricos, para posteriormente ejecutar el conjunto de instrucciones programadas y accionar los actuadores que intervienen en el proceso de prensado. La figura 7-3 muestra el PLC seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 7-3. En el apartado correspondiente al anexo A se encuentra el datasheet del PLC.



Figura 7-3: PLC SIEMENS LOGO 12/24RCE.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 7-3: Datos técnicos PLC SIEMENS LOGO 12/24RCE.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			Alimentación	12/24 VDC
SIEMENS	LOGO 12/24RCE	Módulo lógico con pantalla, dispone de 400 bloques de memoria, capacidad de expansión de E/S por módulos, conexión ethernet y servidor web, dispone de un puerto para tarjeta micro SD.	Consumo de corriente	1,23 A
			Entradas	8 ED, 4 pueden funcionar como EA
			Salidas	4 de relé (10 A)
			Versión	8.3

Fuente: SIEMENSLOGO, 2021b.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.2 Módulo de ampliación de entradas y salidas digitales para PLC

El módulo de ampliación de entradas y salidas digitales permitirá ampliar el número de puertos E/S del PLC permitiendo conectar más dispositivos de instrumentación como sensores y pulsadores, además de manejar por medio de sus salidas más actuadores que intervienen en el proceso de prensado, este dispositivo es una extensión del PLC y únicamente es compatible con la marca y el modelo del PLC seleccionado. La figura 8-3 muestra el módulo de ampliación seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 8-3. En el apartado correspondiente al anexo B se encuentra el datasheet del módulo de ampliación.



Figura 8-3: Módulo de ampliación SIEMENS LOGO DM8 12/24R.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 8-3: Datos técnicos módulo de ampliación SIEMENS LOGO DM8 12/24R.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			SIEMENS	LOGO DM8 12/24R
			Consumo de corriente	0,85 A
			Entradas	4 ED
			Salidas	4 de relé (5 A)

Fuente: SIEMENSLOGO, 2021a.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.3 Disyuntor magnético

El disyuntor magnetotérmico es el dispositivo de protección principal que se empleará para proteger al circuito y a los dispositivos y componentes eléctricos y electrónicos contenidos en el armario, su funcionamiento se basa en interrumpir la corriente eléctrica cuando la intensidad de la corriente del circuito sobrepasa un valor específico o cuando se produce un cortocircuito, evitando de esta manera daños en los dispositivos que conforman el circuito del sistema de prensado. La figura 9-3 muestra el disyuntor magnetotérmico seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 9-3. En el apartado correspondiente al anexo C se encuentra el datasheet del disyuntor magnetotérmico.



Figura 9-3: Disyuntor magnetotérmico EBASEE EBS6BN.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 9-3: Datos técnicos módulo del disyuntor magnetotérmico EBASEE EBS6BN.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			Tensión nominal	Corriente nominal
EBASEE	EBS6BN	Disyuntor magnetotérmico miniatura de dos polos para sistemas de distribución de energía de bajo voltaje elaborado bajo la norma técnica IEC60898 de tipo de curva C, protege en casos de cortocircuito, sobrecarga y aislamiento.	Tensión nominal	415 V
			Corriente nominal	4 A
			Capacidad de interrupción	6 KA

Fuente: EBASEE, 2021a.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.4 Fusible eléctrico

El fusible eléctrico es el dispositivo de protección que complementará la acción ejercida por el disyuntor magnetotérmico y al igual que éste se empleará para proteger a los dispositivos y componentes eléctricos y electrónicos del armario, su acción de protección consiste en interrumpir el paso de la corriente eléctrica cuando se presenta un exceso de corriente eléctrica o en casos de

cortocircuito. La figura 10-3 muestra el fusible eléctrico seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 10-3.



Figura 10-3: Fusible eléctrico EBASEE 10X38.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 10-3: Datos técnicos fusible eléctrico EBASEE 10X38.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			Tensión nominal	500 V
EBASEE	10X38	Fusible eléctrico cilíndrico de cerámica, elaborado bajo la norma técnica IEC60269, protege en casos de cortocircuito y sobrecarga.	Corriente nominal	4 A
			Capacidad de interrupción	100 KA

Fuente: EBASEE, 2021b.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.5 Fuente de poder conmutada

La fuente de poder conmutada es el dispositivo que entregará a los equipos eléctricos y electrónicos la tensión adecuada para su funcionamiento. Para el sistema de prensado se requiere manejar 24 VDC para alimentar al PLC, al módulo de ampliación del PLC y a los pulsadores. La figura 11-3 muestra la fuente de poder conmutada seleccionada y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 11-3.



Figura 11-3: Fuente de poder conmutada EVL TPS-2405.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 11-3: Datos técnicos fuente de poder conmutada EVL TPS-2405.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			EVL	TPS-2405
Potencia	120 W			
Tensión de salida	24 VDC			
Corriente de salida	5 A			

Fuente: EVL, 2021.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.6 Pulsador

El pulsador es el dispositivo eléctrico que enviará las señales de accionamiento de marcha, paro, reset y emergencia hacia el PLC para ejercer acciones de control en el programa que permitan accionar la prensa y detenerla en casos específicos. Para el sistema de prensado se contará con 4 pulsadores. La figura 12-3 muestra el conjunto de pulsadores eléctricos seleccionados y los datos técnicos de los dispositivos se resumen en la tabla 12-3.



Figura 12-3: Pulsadores eléctricos CAMSCO.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 12-3: Datos técnicos pulsadores eléctricos CAMSCO.

Marca	Modelo	Descripción	Característica	
			Alimentación	
CAMSCO	FPB-EA1	Pulsador plástico NA de 22 mm de color verde.	Alimentación	24 VDC
	FPB-EA2	Pulsador plástico NC de 22 mm de color rojo.	Alimentación	24 VDC
	LMB-ES5	Pulsador plástico NC de 22 mm tipo hongo de giro con retención de color rojo.	Alimentación	24 VDC

Fuente: CAMSCO, 2021a.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.7 Indicadores de tensión y corriente

Los indicadores de tensión y corriente son los dispositivos de visualización que permitirán conocer la tensión y la corriente de entrada al armario eléctrico y que es distribuida en su interior hacia el resto de los dispositivos eléctricos, electrónicos y electromecánicos. Para el sistema de prensado se contará con 2 indicadores uno para tensión y otro para corriente. La figura 13-3 muestra el conjunto de indicadores de tensión y corriente seleccionados y los datos técnicos de los dispositivos se resumen en la tabla 13-3.



Figura 13-3: Indicadores de tensión y corriente EBASEE.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 13-3: Datos técnicos indicadores de tensión y corriente EBASEE.

Marca	Modelo	Descripción	Característica	
			Alimentación	
EBASEE	AD22-22AM	Indicador de corriente plástico de 22 mm de color rojo.	Alimentación	110 V
	AD101-22VM	Indicador de tensión plástico de 22 mm de color rojo.	Alimentación	110 V

Fuente: EBASEE, 2021c.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.8 Torre de señal de luz

La torre de señal de luz o también conocida como baliza es el dispositivo eléctrico de señalización que permitirá indicar la puesta en marcha y el paro de funcionamiento de la prensa por medio de dos luces piloto intermitentes de color verde y rojo respectivamente, además cuenta con un buzzer cuya finalidad es servir de alarma para indicar la apertura de las electroválvulas que controlan el paso del fluido de agua fría y caliente a la prensa. La figura 14-3 muestra la torre de señal de luz seleccionada y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 14-3. En el apartado correspondiente al anexo D se encuentra el datasheet de la torre de señal de luz.

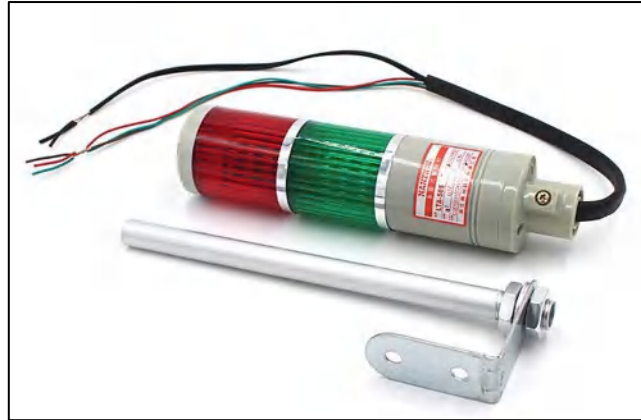


Figura 14-3: Torre de señal de luz CAMSCO LTA 505 2WJ.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 14-3: Datos técnicos torre de señal de luz CAMSCO LTA 505 2WJ.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
CAMSCO	LTA 505 2WJ	Torre de señal de luz elaborada bajo la norma técnica ISO 9001:2000, consta de un buzzer y dos luces indicadoras de color rojo y verde.	Alimentación	110 V

Fuente: CAMSCO, 2021c.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.9 *Relé sin enclavamiento*

El relé sin enclavamiento es el dispositivo electromecánico que permitirá acoplar y conectar los dispositivos y equipos que operan con una alimentación de 110 V como son el motor eléctrico, las electroválvulas, las luces indicadoras y el buzzer de la torre de señal de luz a las salidas del PLC. El relé sin enclavamiento se compone de una bobina que se acciona mediante impulsos eléctricos y que permite abrir y cerrar un circuito. Para el sistema de prensado se emplearán 5 relés sin enclavamiento. La figura 15-3 muestra el relé sin enclavamiento seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 15-3. En el apartado correspondiente al anexo E se encuentra el datasheet del relé sin enclavamiento.



Figura 15-3: Relé sin enclavamiento CAMSCO LY2.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 15-3: Datos técnicos relé sin enclavamiento CAMSCO LY2.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			Alimentación	
CAMSCO	LY2	Relé sin enclavamiento encapsulado de 8 pines planos de dos polos con contactos comunitarios 2 NA y 2 NC.	Alimentación	24 VDC
			Corriente resistivo	15 A
			Corriente inductivo	10 A

Fuente: CAMSCO, 2021b.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.10 *Electroválvula*

La electroválvula es el dispositivo electromecánico que permitirá controlar el flujo del agua fría y caliente que se utiliza durante el proceso de prensado, se compone de una bobina solenoide que apertura o cierra el paso del fluido hacia la prensa. Para el sistema de prensado se requiere utilizar 2 electroválvulas para manejar el paso del agua fría y caliente. La figura 16-3 muestra la electroválvula seleccionada y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 16-3.



Figura 16-3: Electroválvula GENE BRE 4022 04.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 16-3: Datos técnicos electroválvula GENE BRE 4022 04.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			GENEBRE	4022 04
Potencia	14,5 W			
Frecuencia	50/60 Hz			

Fuente: GENE BRE, 2021.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.11 Bomba de agua

La bomba de agua se empleará como una bomba de caudal y permitirá controlar el flujo del agua caliente utilizada durante el proceso de prensado conjuntamente con la electroválvula destinada para esta etapa del proceso. La figura 17-3 muestra la bomba de agua seleccionada y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 17-3.



Figura 17-3: Bomba universal AQUA MEDIC OCEANRUNNER OR2500.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 17-3: Datos técnicos bomba de agua AQUA MEDIC OCEANRUNNER OR2500.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			AQUA MEDIC	OCEANRUNNER OR2500
			Potencia	38 W
			Frecuencia	60 Hz

Fuente: Aquamedic, 2021.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.12 *Sensor magnético*

El sensor magnético es el dispositivo transductor que permitirá detectar la presencia del émbolo del cilindro neumático de doble efecto utilizado en el sistema de prensado, permitiendo al PLC ejecutar acciones de control para mover el vástago del cilindro por medio de la válvula solenoide neumática. Para el sistema de prensado se emplearán 3 sensores magnéticos que serán ubicados en la superficie del cilindro neumático de doble efecto. La figura 18-3 muestra el sensor magnético seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 18-3. En el apartado correspondiente al anexo F se encuentra el datasheet del sensor magnético.

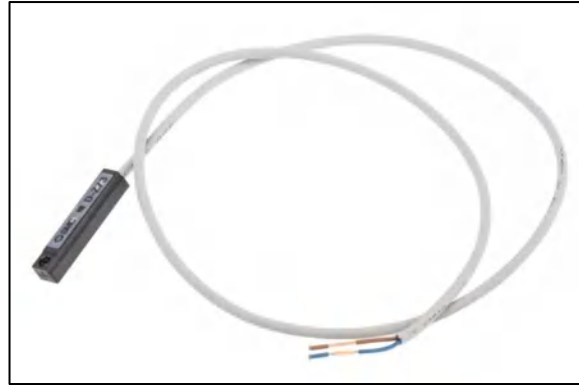


Figura 18-3: Sensor magnético SMC D-Z73.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 18-3: Datos técnicos sensor magnético SMC D-Z73.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			SMC	D-Z73
Rango de corriente	5 a 40 mA			

Fuente: SMC, 2021.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.13 *Sensor de presión*

El sensor de presión es el dispositivo de medición que permitirá obtener la medida de la presión que entra al cilindro neumático doble efecto para asegurar la presión adecuada en el proceso de prensado. La figura 19-3 muestra el sensor de presión seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 19-3. En el apartado correspondiente al anexo G se encuentra el datasheet del sensor de presión.



Figura 19-3: Sensor de presión KAVLICO P1A.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 19-3: Datos técnicos sensor de presión KAVLICO P1A.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			KAVLICO	P1A
Señal de salida	0,5 a 4,5 VDC			
Presión	100 PSI			
potencia	600 mW			

Fuente: KAVLICO, 2021.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.14 Válvula solenoide neumática

La válvula solenoide neumática permitirá suministrar el aire entregado por compresor hacia el cilindro neumático de doble efecto y controlar el movimiento del vástago del cilindro por medio de la señal enviada por medio del PLC. Para el sistema de presado se requiere utilizar una válvula solenoide neumática de 5 vías y 3 posiciones para tener control sobre el vástago del cilindro en distintas posiciones. La figura 20-3 muestra la válvula solenoide neumática seleccionada y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 20-3. En el apartado correspondiente al anexo H se encuentra el datasheet de la válvula solenoide neumática.



Figura 20-3: Válvula solenoide neumática XCPC 4V330C-08.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 20-3: Datos técnicos válvula solenoide neumática XCPC 4V330C-08.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			XCPC	4V330C-08
Potencia	4.8 W			
Presión	0,15 a 0,8 MPa			

Fuente: XCPC, 2021a.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.15 Filtro regulador de presión de aire

El filtro regulador de presión de aire forma parte de la unidad de mantenimiento de aire que permitirá dentro del sistema neumático que acciona la prensa limpiar el aire comprimido generado por el compresor de partículas de suciedad e incluso de aceite líquido que se pueda presentar. El filtro regulador de presión de aire mantiene una presión de funcionamiento constante asegurando la presión adecuada para el sistema de prensado. La figura 21-3 muestra el filtro regulador de presión de aire y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 21-3. En el apartado correspondiente al anexo I se encuentra el datasheet del filtro regulador de presión de aire.



Figura 21-3: Filtro regulador de presión de aire XCPC XOFR-MINI.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 21-3: Datos técnicos filtro regulador de presión de aire XCPC XOFR-MINI.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
XCPC	XOFR-MINI	Filtro regulador de aire de grado de filtración de 40 micrones, incluye manómetro de 16 bar.	Presión de trabajo	0 a 16 bar

Fuente: XCPC, 2021e.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.16 Válvula manual deslizante serie (HSV)

La válvula HSV permitirá controlar el paso del aire comprimido saliente del filtro regulador de presión, de esta manera se puede distribuir o liberar el aire comprimido que ingresa al cilindro neumático de doble efecto. Para el sistema de presando se requiere utilizar una válvula HSV de 3 vías y 2 posiciones. La figura 22-3 muestra la válvula HSV seleccionada y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 22-3. En el apartado correspondiente al anexo J se encuentra el datasheet de la válvula HSV.



Figura 22-3: Válvula manual deslizante serie XCPC HSV-03.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 22-3: Datos técnicos válvula manual deslizante serie XCPC HSV-03.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
XCPC	HSV-03	Válvula manual deslizante serie de 3 vías y 2 posiciones para aire filtrado.	Presión de trabajo	0 a 1 MPa

Fuente: XCPC, 2021c.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.17 *Válvula reguladora de caudal*

La válvula reguladora de caudal o también conocida como válvula estranguladora permitirá regular el caudal de aire comprimido que ingresa al cilindro neumático de doble efecto para controlar la velocidad de movimiento del mismo. Para el sistema de presando se requiere utilizar dos válvulas reguladoras de caudal. La figura 23-3 muestra la válvula reguladora de caudal seleccionada y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 23-3.



Figura 23-3: Válvula reguladora de caudal XCPC XJSC 10-02.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 23-3: Datos técnicos válvula reguladora de caudal XCPC XJSC 10-02.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
XCPC	XJSC 10-02	Válvula reguladora de caudal para aire filtrado para control de velocidad de cilindros neumáticos.	Presión de trabajo	0 a 1 MPa

Fuente: XCPC, 2021d.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.18 Cilindro neumático

El cilindro neumático es el componente principal del sistema neumático que conforma la prensa y permitirá ejercer la presión adecuada sobre la prensa para moldear los quesos contenidos en esta. Para el sistema de prensado se requiere utilizar un cilindro neumático de doble efecto, cuyo accionamiento será controlado por medio de las señales que envíe el PLC hacia la válvula solenoide neumática. La figura 24-3 muestra el cilindro neumático seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 24-3. En el apartado correspondiente al anexo K se encuentra el datasheet del cilindro neumático.



Figura 24-3: Cilindro neumático de doble efecto XCPC DNC-100-500-PPV-A.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 24-3: Datos técnicos cilindro neumático de doble efecto XCPC DNC-100-500-PPV-A.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
XCPC	DNC-100-500-PPV-A	Cilindro neumático de doble efecto con detección de posiciones para aire filtrado.	Presión de trabajo	0 a 1 MPa
			Carrera del cilindro	500 mm
			Diámetro del émbolo	100 mm
			Diámetro del vástago	25 mm

Fuente: XCPC, 2021b.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.6.19 *Compresor*

El compresor es el dispositivo encargado de alimentar al sistema neumático de la presa, permitirá suministrar la presión adecuada al cilindro neumático de doble efecto para que ejecute las tareas de prensado. La figura 25-3 muestra el compresor seleccionado y los datos técnicos del dispositivo se resumen en la tabla 25-3.



Figura 25-3: Compresor PORTEN PCO-0208.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 25-3: Datos técnicos compresor PORTEN PCO-0208.

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			Alimentación	110 V
PORTEN	PCO-0208	Compresor de transmisión por banda, constituido por un motor eléctrico de 1740 rpm con protector térmico.	Frecuencia	60 Hz
			Presión	116 PSI
			Motor	2 HP
			Tanque	21 GL

Fuente: Porten, 2021.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.7 Esquema tridimensional del sistema de prensado unificado

El diseño del esquema tridimensional del sistema de prensado unificado fue realizado mediante el software Inventor 2022 (AUTODESK 2021b, p. 1). La figura 26-3 muestra el esquema tridimensional, en el cual están presentes, el tablero de eléctrico y de control, la estructura mecánica de la prensa y el circuito neumático, en conjunto constituyen el sistema automatizado de prensado.

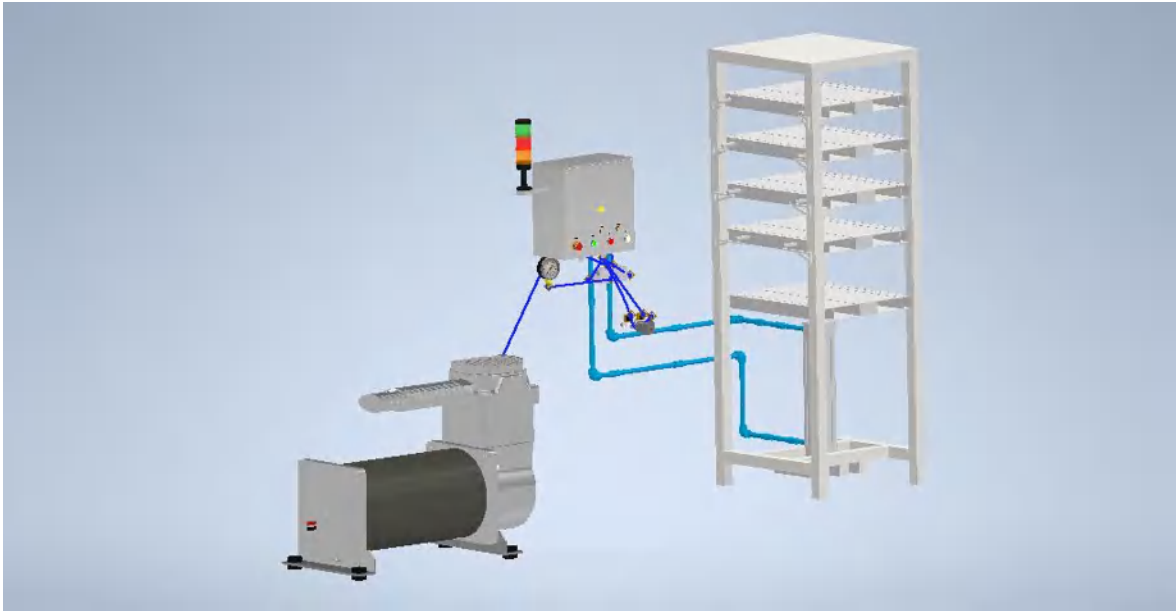


Figura 26-3: Esquema tridimensional del sistema de prensado unificado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.8 Diseño del software

Los requerimientos para el diseño del software del sistema de presado se describen a continuación:

- Selección del programa de prensado para tres tipos de quesos: mozzarella, fresco y de alto rendimiento (Bonanza).
- Ajuste de tiempos de prensado para los tres tipos de quesos.
- Visualización de tiempos de prensado para los tres tipos de quesos en tiempo real.
- Ajuste de la presión de prensado para los tres tipos de quesos.
- Visualización de la presión de prensado para los tres tipos de quesos en tiempo real.
- Ajuste de tiempos para el control de volumen de agua durante el prensado.
- Visualización de tiempos de apertura y cierre del agua durante el prensado en tiempo real.
- Panel de alarmas para visualizar el funcionamiento, paro e indicadores de apertura y cierre de agua del sistema de presado.

3.8.1 Entorno de desarrollo integrado (IDE)

El entorno de desarrollo integrado (IDE) es un entorno de programación que se constituye en una aplicación o software que permite programar y diseñar aplicaciones en un escenario digital, se

compone de un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI) (Unir 2021, p. 1). LOGO soft omfort y LOGO web editor son los IDE específicos que permiten programar y diseñar aplicaciones donde se utilizan controladores lógicos programables SIEMENS LOGO, presentan una interfaz de programación intuitiva, permiten manejar datos digitales y analógicos, además contienen funciones básicas y especiales como temporizadores, contadores e instrucciones analógicas que brindan un abanico de posibilidades al programador, por estas razones se eligió trabajar con los IDE mencionados.

3.8.2 Programación PLC SIEMENS LOGO

La programación del PLC SIEMENS LOGO fue realizada en el software LOGO soft comfort versión 8.3.0 (SIEMENS 2021, p. 1), utilizando diagramas de funciones (FUP). Las etapas que intervienen en el proceso de prensado de los tres tipos de queso: mozzarella, fresco y de alto rendimiento (Bonanza) fueron sistematizadas y estandarizadas con la experiencia de los técnicos que trabajan en la planta láctea JB y permitieron elaborar los diagramas grafcet para desarrollar los diferentes programas que ejecutan el proceso de prensado para cada tipo de queso. La tabla 26-3 hace referencia a la denominación de las entradas y salidas que fueron utilizadas en los diagramas grafcet y que se encuentran dentro del diagrama de programación que se muestra en las láminas del anexo L.

Tabla 26-3: Denominación de entradas y salidas para diagramas grafcet.

E/S	Nombre	Descripción
I1	PARO	Señal de entrada del pulsador de paro
I2	INICIO	Señal de entrada del pulsador de inicio
I3	RESET	Señal de entrada del pulsador de reset
I4	EMERGENCIA	Señal de entrada del pulsador de emergencia
I5	SENSOR_M1	Señal de entrada del sensor magnético 1
I6	SENSOR_M2	Señal de entrada del sensor magnético 2
AI1	SENSOR_P	Señal de entrada del sensor de presión
I8	SENSOR_M3	Señal de entrada del sensor magnético 3
Q1	B_VERDE	Señal de salida para la luz intermitente verde de la baliza
Q2	B_ROJO	Señal de salida para la luz intermitente roja de la baliza
Q3	B_BUZZER	Señal de salida para el buzzer de la baliza
Q4	E_FRIA	Señal de salida para la electroválvula de agua fría
Q5	E_CALIENTE_BOMBA	Señal de salida para la electroválvula de agua caliente y bomba de agua
Q6	P_SALE	Señal de salida para la bobina 1 de la válvula solenoide neumática

Q7	P_ENTRA	Señal de salida para la bobina 2 de la válvula solenoide neumática
----	---------	--

Realizado por: Chasi, E.; Lligulema, E.; 2021.

3.8.3 *Diagrama grafcet del programa queso mozzarella*

El programa de prensado para el tipo de queso mozzarella está formado por las siguientes etapas:

- Cargar la prensa y abrir el flujo de agua caliente.
- Subir la prensa.
- Bajar la prensa y voltear los quesos.
- Abrir el flujo de agua fría.
- Subir la prensa.
- Bajar la prensa y abrir el flujo de agua fría.
- Sonar buzzer.
- Fin del proceso.

El gráfico 2-3 muestra el diagrama grafcet junto con las ecuaciones para las memorias del programa para el prensado del tipo de queso mozzarella con las etapas descritas anteriormente.

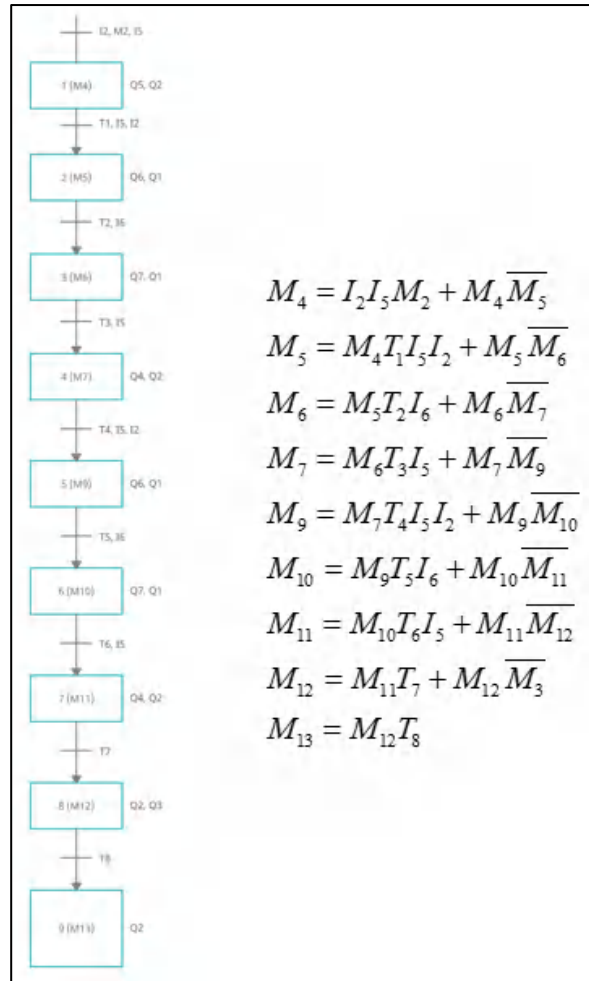


Gráfico 2-3: Diagrama graficet del programa queso mozzarella.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.8.4 Diagrama graficet del programa queso fresco

El programa de prensado para el tipo de queso fresco está formado por las siguientes etapas:

- Cargar la prensa.
- Subir la prensa.
- Bajar la prensa y voltear los quesos.
- Subir la prensa
- Bajar la prensa.
- Sonar buzzer.
- Fin del proceso.

El gráfico 3-3 muestra el diagrama grafcet junto con las ecuaciones para las memorias del programa para el prensado del tipo de queso fresco con las etapas descritas anteriormente.

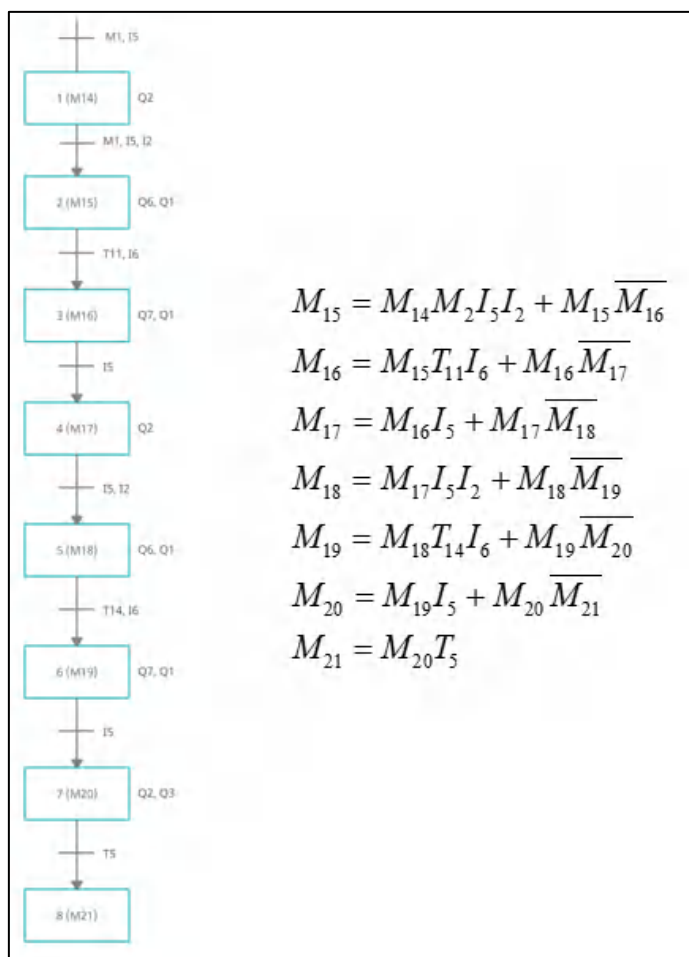


Gráfico 3-3: Diagrama grafcet del programa queso fresco.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.8.5 Diagrama grafcet del programa queso bonanza

El programa de prensado para el tipo de queso bonanza está formado por las siguientes etapas:

- Cargar la prensa.
- Subir la prensa.
- Bajar la prensa y voltear los quesos.
- Subir la prensa
- Bajar la prensa.

- Sonar buzzer.
- Fin del proceso.

El gráfico 4-3 muestra el diagrama grafcet junto con las ecuaciones para las memorias del programa para el prensado del tipo de queso bonanza con las etapas descritas anteriormente.

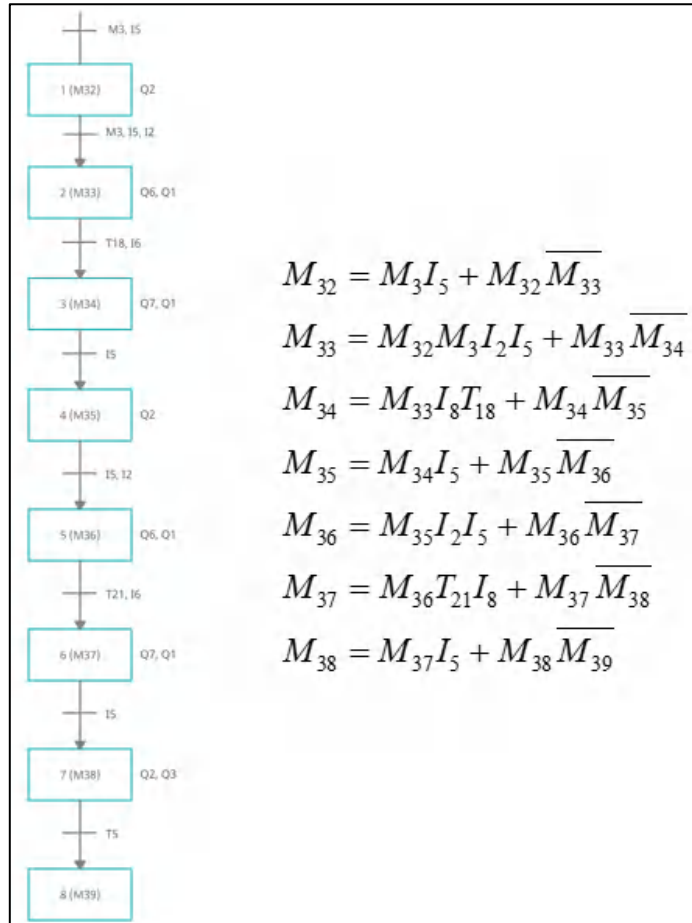


Gráfico 4-3: Diagrama grafcet del programa queso bonanza.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.8.6 Ecuaciones para las salidas del PLC

El gráfico 5-3 muestra las ecuaciones para las salidas del PLC y están en función de las memorias que se describen en los diagramas grafcet de la programación del proceso de prensado para cada tipo de queso.

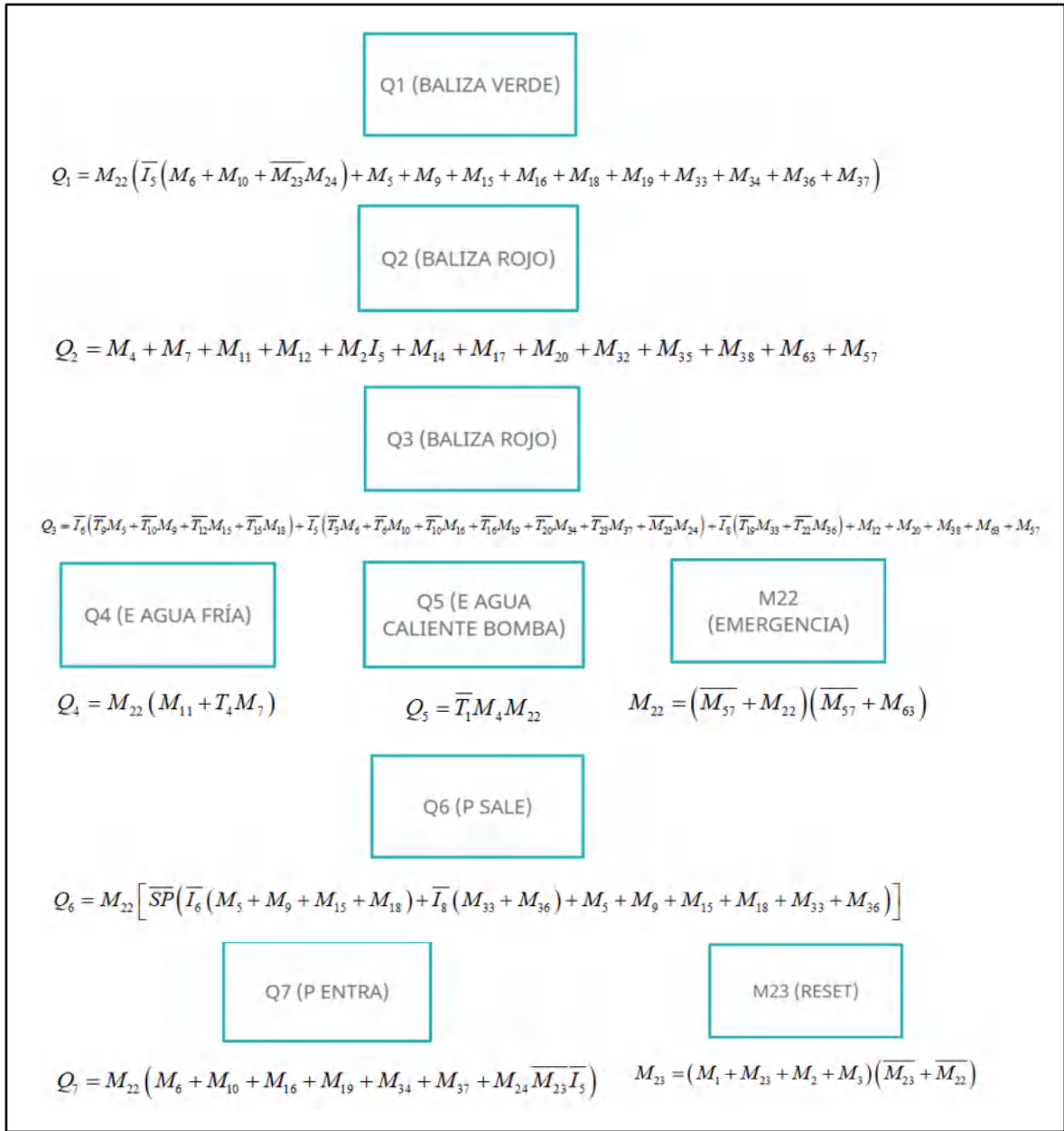


Gráfico 5-3: Diagrama de ecuaciones para las salidas del PLC.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

3.8.7 Interfaz humano-máquina (HMI)

El diseño del HMI para monitorear y controlar el sistema de prensado fue realizado en el software LOGO web editor versión 1.1.0 (SIEMENS 2021, p. 1) y es el medio de comunicación entre el operario y el sistema automatizado de prensado, este nos permite seleccionar el programa de prensado para cada tipo de queso, ajustar y visualizar la presión, los tiempos y control de flujo de agua, desde aquí

también se puede supervisar el panel de alarmas donde se muestra el funcionamiento, paro y flujo de agua del sistema de prensado. Las figuras que se muestran a continuación corresponden a las pantallas del HMI diseñado para monitorear y controlar el sistema de prensado.



Figura 27-3: Pantalla de navegación del HMI.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

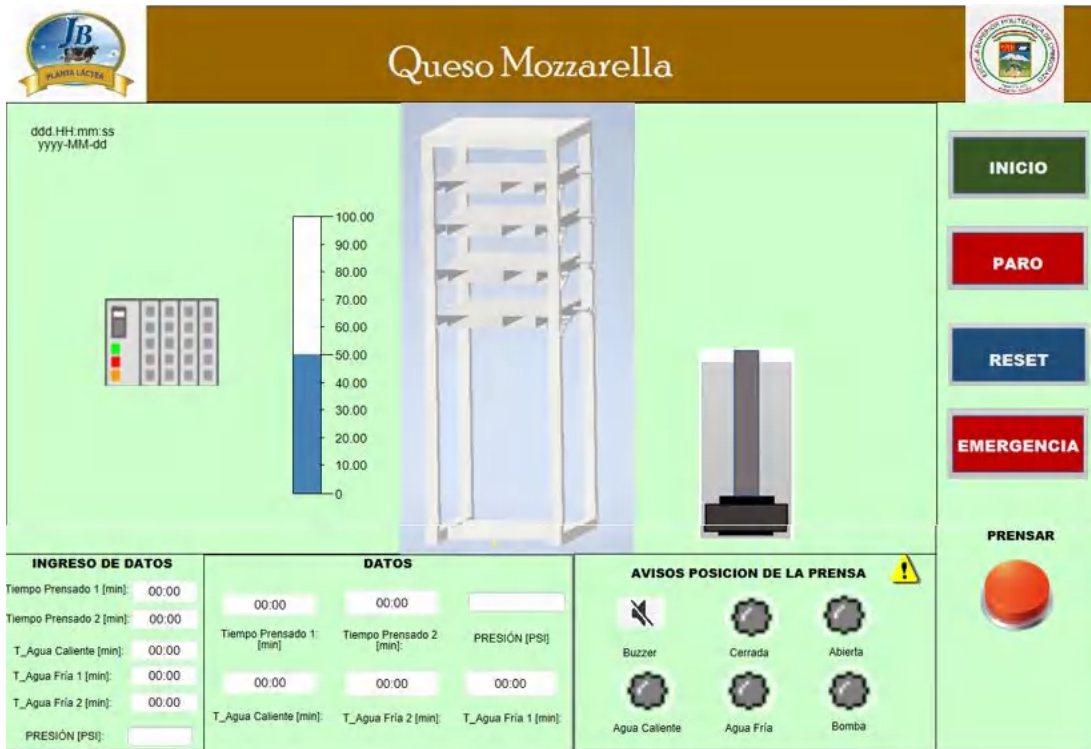


Figura 28-3: Pantalla del programa de prensado para queso mozzarella.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.



Figura 29-3: Pantalla del programa de prensado para queso fresco.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

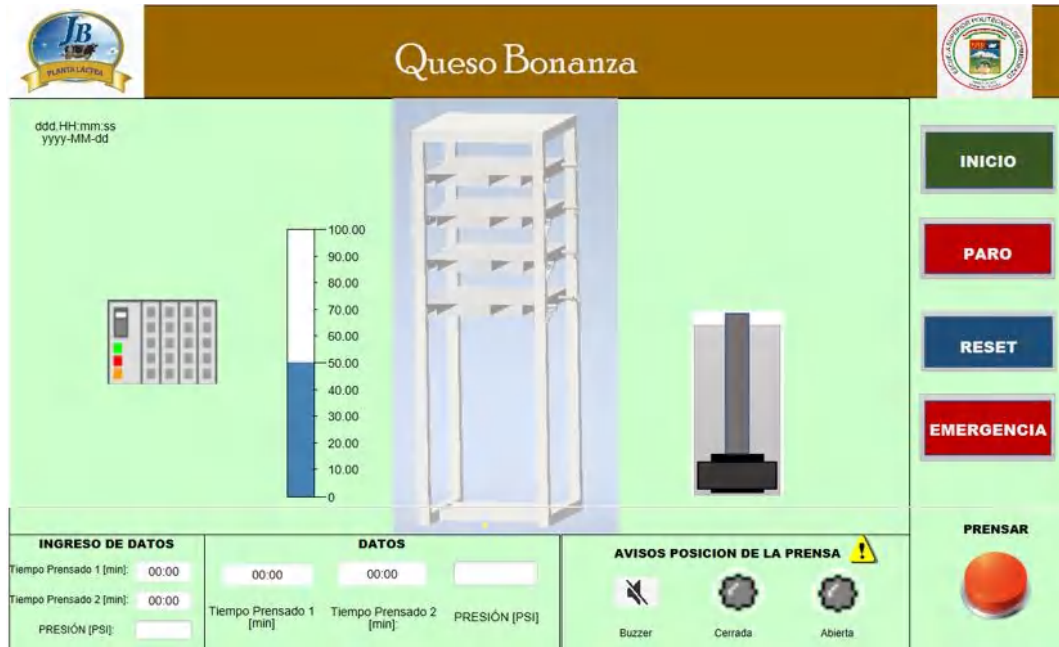


Figura 30-3: Pantalla del programa de prensado para queso bonanza.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.



Figura 31-3: Pantalla del panel de alarmas para el sistema de prensado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.



A CERCA DE ...



Empresa Láctea JB
Empresa familiar que brinda servicio con la producción de QUESO
Se llegan a elaborar 3 tipos de queso:
Queso Fresco
Queso Mozzarella
Queso Bonanza

Si necesita ayuda con uno de nuestros productos contactenos al siguiente
numero de telefono:
0991366110
o al correo johanna.brito@esPOCH.edu.ec

Figura 32-3: Pantalla de información de la empresa.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

El HMI puede ser visualizado y manejado desde una computadora conectándose a la red local de la planta láctea JB, introduciendo en el navegador de preferencia del usuario la dirección IP del PLC LOGO que para el caso del sistema de prensado corresponde a la 192.168.1.50, esta dirección fue asignada en la configuración online del PLC LOGO dentro del software LOGO soft comfort, de la misma manera se puede acceder al HMI desde un dispositivo móvil por medio de la aplicación LOGO app disponible para sistemas android y iOS.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS

4.1 Pruebas de funcionamiento del sistema automatizado de prensado

Las pruebas de funcionamiento del sistema automatizado de prensado consisten en caracterizar los dispositivos de medición (sensores) con el fin de determinar la precisión de estos durante el funcionamiento del sistema de prensado, se realizó la caracterización del sensor de presión y de los sensores magnéticos presentes en el sistema automatizado de prensado ya instalado en la planta láctea JB que se muestra en la figura 1-4.



Figura 1-4: Sistema automatizado de prensado para queso.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

4.2 Caracterización del sensor de presión

Con el fin de determinar la precisión del sensor de presión KAVLICO P1A, se tomaron 15 muestras de las lecturas del sensor en el PLC a diferentes presiones, en distintos días y horas para compararlas

con las lecturas registradas en el manómetro del filtro regulador de presión como se muestra en la tabla 1-4, con el objetivo de determinar el error absoluto que existe en las mediciones registradas.

Tabla 1-4: Mediciones para la caracterización del sensor de presión.

Muestras	Manómetro [PSI]	Sensor de presión KAVLICO P1A [PSI]	Error absoluto [PSI]
1	10	10,1	0,1
2	20	20	0
3	30	30	0
4	40	39,5	0,5
5	45	45,4	0,4
6	50	50	0
7	55	54,8	0,2
8	60	60	0
9	65	65,3	0,3
10	70	69,7	0,3
11	75	75	0
12	80	79,9	0,1
13	85	84,7	0,3
14	90	90	0
15	100	100	0

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

De la tabla 1-4 se puede determinar que el error absoluto máximo generado por el sensor de presión es de 0,5 PSI, lo cual no representa un valor de presión que pueda afectar al funcionamiento normal del sistema de prensado, por lo que se considera aceptable para este caso en particular.

4.3 Caracterización de los sensores de detección magnéticos

El sistema automatizado de prensado cuenta con tres sensores magnéticos, los cuales se ubican en la superficie de la camisa del cilindro neumático y permiten detectar la presencia del émbolo a diferentes

niveles o alturas, al tratarse de sensores digitales envían hacia el PLC un dato de 1 o 0 es decir detecta o no detecta la presencia del émbolo.

Con el fin de determinar la precisión de los sensores de detección magnéticos SMC D-Z73, se tomaron 15 muestras de las lecturas por cada uno de los sensores, en distintos días y horas variando la velocidad de movimiento del cilindro a través de las válvulas reguladoras de caudal para compararlas con un valor referencial fijado a 1 que representa la detección del posicionamiento del émbolo del cilindro a una determinada altura como se muestra en la tabla 2-4, tabla 3-4 y tabla 4-4 con el objetivo de determinar el error absoluto que existe en las mediciones registradas.

Tabla 2-4: Mediciones para la caracterización del sensor magnético 1.

Muestras	% Estrangulación válvula reguladora de caudal	Ubicación de sensores [cm]	Valor referencial [bit]	Sensor_M1 (SMC D-Z73) [bit]	Error absoluto [bit]
1	25	0	1	1	0
2		10	1	1	0
3		20	1	1	0
4		30	1	1	0
5		40	1	1	0
6	50	0	1	1	0
7		10	1	1	0
8		20	1	1	0
9		30	1	1	0
10		40	1	1	0
11	100	0	1	1	0
12		10	1	1	0
13		20	1	1	0
14		30	1	1	0
15		40	1	1	0

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 3-4: Mediciones para la caracterización del sensor magnético 2.

Muestras	% Estrangulación válvula reguladora de caudal	Ubicación de sensores [cm]	Valor referencial [bit]	Sensor_M2 (SMC D-Z73) [bit]	Error absoluto [bit]
1	25	0	1	1	0
2		10	1	1	0
3		20	1	1	0
4		30	1	1	0
5		40	1	1	0
6	50	0	1	1	0
7		10	1	1	0
8		20	1	1	0
9		30	1	1	0
10		40	1	1	0
11	100	0	1	1	0
12		10	1	1	0
13		20	1	1	0
14		30	1	1	0
15		40	1	1	0

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 4-4: Mediciones para la caracterización del sensor magnético 3.

Muestras	% Estrangulación válvula reguladora de caudal	Ubicación de sensores [cm]	Valor referencial [bit]	Sensor_M3 (SMC D-Z73) [bit]	Error absoluto [bit]
1	25	0	1	1	0
2		10	1	1	0
3		20	1	1	0
4		30	1	1	0
5		40	1	1	0
6	50	0	1	1	0
7		10	1	1	0
8		20	1	1	0
9		30	1	1	0
10		40	1	1	0
11	100	0	1	1	0
12		10	1	1	0
13		20	1	1	0
14		30	1	1	0
15		40	1	1	0

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Al analizar los errores absolutos obtenidos en la tabla 2-4, tabla 3-4 y tabla 4-4 se puede evidenciar que el error absoluto máximo generado por los tres sensores magnéticos corresponde al valor de 0 bit por lo que se considera que los sensores magnéticos presentan una precisión bastante aceptable para este caso en particular.

4.4 Estabilidad del sistema automatizado de prensado

Con el objetivo de evaluar la estabilidad del sistema automatizado de prensado se tomaron 10 muestras del funcionamiento de los sensores durante el prensado por cada tipo de queso, las muestras fueron tomadas con un tiempo de muestreo de 1 minuto, a través del cálculo de la media (\bar{x}) y la desviación estándar (σ) de los datos obtenidos en las mediciones se halla el coeficiente de variación $C.V$, el cual es calculado utilizando la ecuación $C.V = (\sigma/\bar{x})100\%$. En la tabla 5-4, tabla 6-4 y tabla

7-4, se muestran los valores de las mediciones de los sensores y los resultados de la evaluación estadística para determinar la aceptabilidad del sistema de medición.

Tabla 5-4: Mediciones de los sensores en el prensado de queso mozzarella para evaluar la estabilidad del sistema automatizado de prensado.

Muestras	Tipo de queso	Fecha y hora	Sensor de presión KAVLIC O P1A [PSI]	Sensor_M 1 (SMC D-Z73) [bit]	Sensor_M 2 (SMC D-Z73) [bit]	Sensor_M 3 (SMC D-Z73) [bit]
1	Mozzarella	6/9/2021 12:15	60	1	1	1
2		6/9/2021 12:16	59,89	1	1	1
3		6/9/2021 12:17	59,95	1	1	1
4		6/9/2021 12:18	60	1	1	1
5		6/9/2021 12:19	59,82	1	1	1
6		6/9/2021 12:20	59,89	1	1	1
7		6/9/2021 12:21	59,97	1	1	1
8		6/9/2021 12:22	59,96	1	1	1
9		6/9/2021 12:23	60	1	1	1
10		6/9/2021 12:24	60	1	1	1
$\bar{x} =$			59,95	1	1	1
$\sigma =$			0,06	0	0	0
C.V %=			0,10	0	0	0

Realizado por: Chasi, E.; Lligulema, E.; 2021.

Tabla 6-4: Mediciones de los sensores en el prensado de queso fresco para evaluar la estabilidad del sistema automatizado de prensado.

Muestras	Tipo de queso	Fecha y hora	Sensor de presión KAVLIC O P1A [PSI]	Sensor_M 1 (SMC D-Z73) [bit]	Sensor_M 2 (SMC D-Z73) [bit]	Sensor_M 3 (SMC D-Z73) [bit]
1	Fresco	7/9/2021 10:05	39,97	1	1	1
2		7/9/2021 10:06	39,92	1	1	1
3		7/9/2021 10:07	40	1	1	1
4		7/9/2021 10:08	39,89	1	1	1

5		7/9/2021 10:09	40	1	1	1
6		7/9/2021 10:10	39,86	1	1	1
7		7/9/2021 10:11	39,96	1	1	1
8		7/9/2021 10:12	40	1	1	1
9		7/9/2021 10:13	39,98	1	1	1
10		7/9/2021 10:14	40	1	1	1
$\bar{x} =$			39,96	1	1	1
$\sigma =$			0,05	0	0	0
$C.V \% =$			0,13	0	0	0

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Tabla 7-4: Mediciones de los sensores en el prensado de queso bonanza para evaluar la estabilidad del sistema automatizado de prensado.

Muestras	Tipo de queso	Fecha y hora	Sensor de presión KAVLIC O P1A [PSI]	Sensor_M 1 (SMC D-Z73) [bit]	Sensor_M 2 (SMC D-Z73) [bit]	Sensor_M 3 (SMC D-Z73) [bit]
1	Bonanza	8/9/2021 11:20	70	1	1	1
2		8/9/2021 11:21	69,95	1	1	1
3		8/9/2021 11:22	69,84	1	1	1
4		8/9/2021 11:23	69,96	1	1	1
5		8/9/2021 11:24	70	1	1	1
6		8/9/2021 11:25	69,85	1	1	1
7		8/9/2021 11:26	69,95	1	1	1
8		8/9/2021 11:27	70	1	1	1
9		8/9/2021 11:28	69,98	1	1	1
10		8/9/2021 11:29	70	1	1	1
$\bar{x} =$			69,95	1	1	1
$\sigma =$			0,06	0	0	0
$C.V \% =$			0,09	0	0	0

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

De la tabla 5-4 se obtiene un resultado para el coeficiente de variación del 0,10% para el sensor de presión KAVLICO P1A, 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número uno, 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número dos y 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número tres, estos valores presentan una variabilidad menor al 10% por lo que se concluye que el sistema de medición

para el prensado de queso mozzarella es aceptable por su estabilidad (Llamosa, Meza Contreras y Botero 2007, p. 457).

De la tabla 6-4 se obtiene un resultado para el coeficiente de variación del 0,13% para el sensor de presión KAVLICO P1A, 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número uno, 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número dos y 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número tres, estos valores presentan una variabilidad menor al 10% por lo que se concluye que el sistema de medición para el prensado de queso fresco es aceptable por su estabilidad (Llamosa, Meza Contreras y Botero 2007, p. 458).

De la tabla 7-4 se obtiene un resultado para el coeficiente de variación del 0,09% para el sensor de presión KAVLICO P1A, 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número uno, 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número dos y 0% para el sensor magnético SMC D-Z73 número tres, estos valores presentan una variabilidad menor al 10% por lo que se concluye que el sistema de medición para el prensado de queso bonanza es aceptable por su estabilidad (Llamosa, Meza Contreras y Botero 2007, p. 458).

4.5 Evaluación de los tiempos de prensado del proceso manual vs el automatizado

Para establecer si hubo una mejora en el proceso con respecto a los tiempos de prensado para los tres tipos de quesos, se tomó registros de tiempos tanto del proceso manual como del proceso automatizado con el objetivo de establecer una comparativa que permita definir el porcentaje de mejoramiento de los tiempos de prensado. La tabla 8-4 y el gráfico 1-4 muestran los registros de tiempos tomados y la mejora porcentual de los tiempos de prensado.

Tabla 8-4: Registro de tiempos de prensado manual y automatizado.

Tipo de queso	N° quesos elaborados	Tiempo de prensado manual [min]	Tiempo de prensado automatizado [min]	Mejora porcentual tiempo de prensado
Mozzarella	45	120	40	66,67%
Fresco	69	300	240	20,00%
Bonanza	112	40	16	60,00%

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

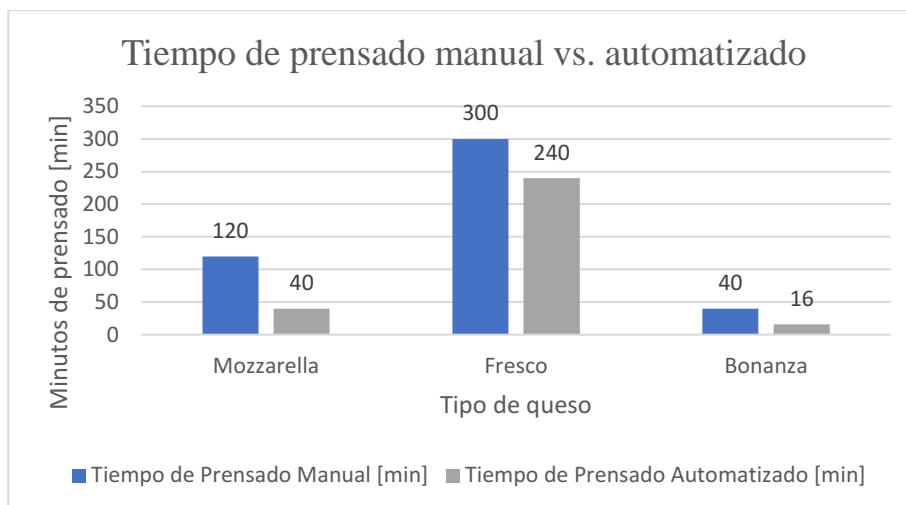


Gráfico 1-4: Tiempo de prensado manual vs automatizado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Analizando los datos de la tabla 1-4 y el gráfico 1-4 se puede observar que el tiempo de prensado del queso mozzarella se redujo en 80 minutos, esto se traduce en una mejora porcentual del 66,67%, de la misma manera el tiempo de prensado del queso fresco se redujo en 60 minutos, consiguiendo una mejora porcentual del 20%. Para finalizar, el tiempo de prensado del queso bonanza se redujo en 24 minutos, lo que representa una mejora porcentual del 60%. Si comparamos las mejoras porcentuales del tiempo de prensado para los tres tipos de queso, se puede concluir que el sistema automatizado presenta mayor eficiencia en el prensado de queso mozzarella.

4.6 Evaluación del control de flujo de agua en el proceso manual vs automatizado

En la planta láctea JB durante el proceso de prensado de queso mozzarella se manejan flujos de agua fría y caliente, para establecer si hubo una mejora en el proceso con respecto a la optimización del agua durante el prensado de los quesos, se tomaron registros de la cantidad de litros de agua empleados tanto del proceso manual como del proceso automatizado de tres días con el objetivo de establecer una comparativa que permita definir el porcentaje de disminución del volumen de agua durante el prensado. La tabla 9-4, el gráfico 2-4 y el gráfico 3-4 muestran los registros de la cantidad de litros de agua tomados y la disminución porcentual durante el prensado.

Tabla 9-4: Registro de volumen de agua de prensado manual y automatizado.

Días	N° quesos elaborados	Volumen de agua caliente prensado manual [lt]	Volumen de agua caliente prensado automatizado [lt]	Disminución porcentual litros de agua caliente	Volumen de agua fría prensado manual [lt]	Volumen de agua fría prensado automatizado [lt]	Disminución porcentual litros de agua fría
1	45	40	22,8	43,00%	70	45,6	34,86%
2	45	30	22,8	24,00%	65	45,6	29,85%
3	45	45	22,8	49,33%	80	45,6	43,00%

Realizado por: Chasi, E.; Lligulema, E.; 2021.

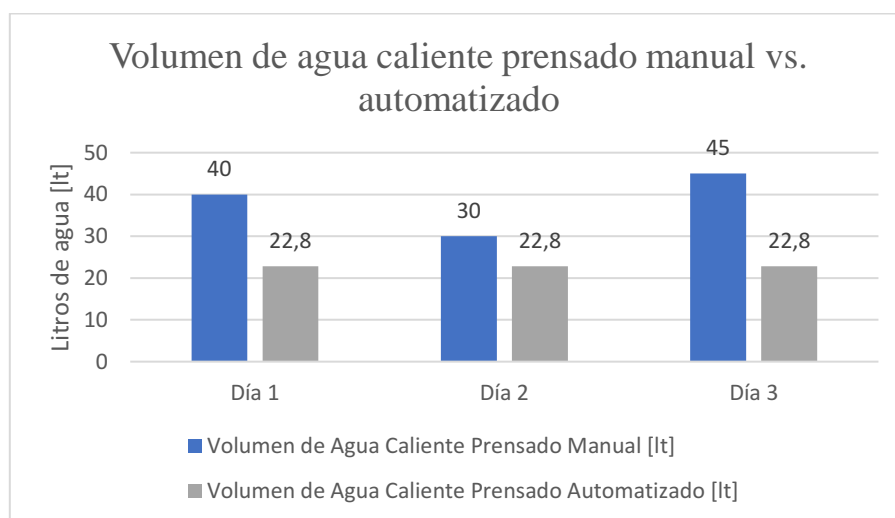


Gráfico 2-4: Volumen de agua caliente del prensado manual vs automatizado.

Realizado por: Chasi, E.; Lligulema, E.; 2021.

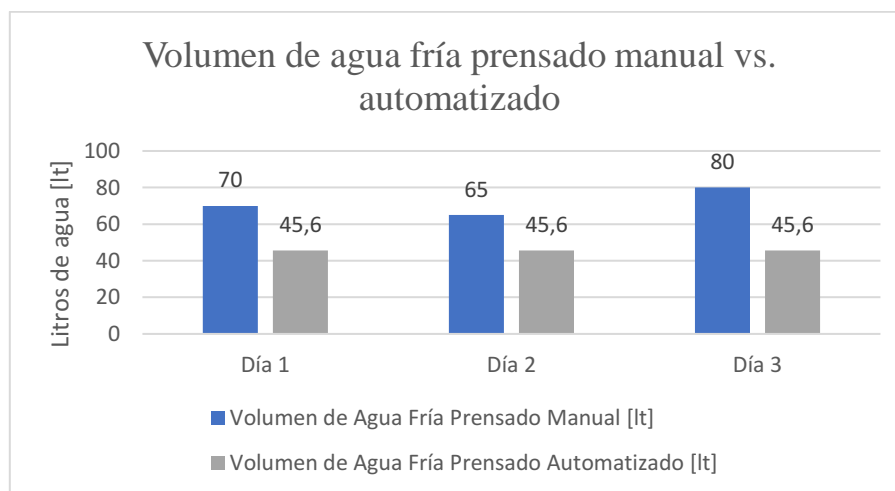


Gráfico 3-4: Volumen de agua fría del prensado manual vs automatizado.

Realizado por: Chasi, E.; Lligulema, E.; 2021.

Analizando los datos de la tabla 1-4, el gráfico 2-4 y el gráfico 3-4 se puede observar que el volumen del agua caliente y fría empleada en el proceso de prensado automatizado de queso mozzarella para los tres días en que fueron tomados los datos disminuyó con respecto al proceso manual, esto se debe al control del tiempo de apertura y cierre del flujo de agua que se logra utilizando electroválvulas que son controladas a través de la unidad de control PLC con las que cuenta el sistema de prensado, por lo que se puede concluir que el sistema automatizado permite disminuir la cantidad de litros de agua que son utilizados durante el prensado de queso mozzarella.

4.7 Evaluación del control de presión en el proceso manual vs automatizado

En la planta láctea JB la presión de prensado para cada tipo de queso no se aplicaba de manera uniforme sobre toda la superficie de los quesos debido a que se utilizaban valdes de concreto y recipientes llenos de agua como pesas que ejercían la presión para eliminar el suero del queso como se observa en la figura 2-4.



Figura 2-4: Presión de prensado de los quesos en el proceso manual.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

El control de la presión de prensado en el proceso automatizado se logra a través del sensor de presión, éste envía señales a la unidad de control PLC del sistema que permite activar las válvulas que suministran aire comprimido al cilindro neumático cuando la presión programada para el prensado de cada tipo de queso es diferente de su valor de ajuste, asegurando una presión constante y uniforme en todos los quesos durante todo el tiempo que dura el proceso. Con el fin de establecer si la presión de prensado es igual durante todo el tiempo que dura el proceso se tomaron 10 muestras que corresponden a las lecturas del sensor de presión para cada tipo de queso, de manera que se pueda comparar con los valores referenciales ajustados en la programación. La tabla 10-4 muestra el

promedio del error relativo porcentual de las lecturas del sensor de presión con respecto al valor referencial.

Tabla 10-4: Registro de volumen de agua de prensado manual y automatizado.

Tipo de queso	Muestras	Valor referencial [PSI]	Sensor de presión [PSI]	Error relativo porcentual
Mozzarella	1	60	60	0,00%
	2	60	59,89	0,18%
	3	60	59,95	0,08%
	4	60	60	0,00%
	5	60	59,82	0,30%
	6	60	59,89	0,18%
	7	60	59,97	0,05%
	8	60	59,96	0,07%
	9	60	60	0,00%
	10	60	60	0,00%
Fresco	1	40	39,97	0,08%
	2	40	39,92	0,20%
	3	40	40	0,00%
	4	40	39,89	0,27%
	5	40	40	0,00%
	6	40	39,86	0,35%
	7	40	39,96	0,10%
	8	40	40	0,00%
	9	40	39,98	0,05%
	10	40	40	0,00%
Bonanza	1	70	70	0,00%
	2	70	69,95	0,07%
	3	70	69,84	0,23%
	4	70	69,96	0,06%
	5	70	70	0,00%
	6	70	69,85	0,21%
	7	70	69,95	0,07%
	8	70	70	0,00%
	9	70	69,98	0,03%
	10	70	70	0,00%
Media (\bar{x}) =				0,09%

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

De la tabla 10-4 se puede determinar que el promedio del error relativo porcentual es de 0,09%, lo cual representa un valor de error mínimo en la medición, por lo que se puede establecer que la calidad de la medida es fiable para cumplir su función dentro del sistema de prensado.

4.8 Evaluación del espacio de trabajo del proceso manual vs automatizado

Para determinar si hubo una mejora en la optimización del espacio de trabajo durante el proceso de prensado se evaluaron dos factores que corresponden al número de operarios presentes en el área de presando y el espacio ocupado para realizar la tarea de prensado, tanto para el proceso manual como para el proceso automatizado, con el fin de hallar la mejora porcentual de ambos factores. En la tabla 11-4, el gráfico 4-4 y el gráfico 5-4 se muestra los resultados obtenidos al evaluar los dos factores.

Tabla 11-4: Factores para la evaluación de la optimización del espacio de trabajo.

Factores	Prensado manual	Prensado automatizado	Mejora porcentual
Numero de operarios presentes en área de prensado	6	2	66,67%
Área de trabajo del proceso de prensado [m ²]	5	2,56	48,80%

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

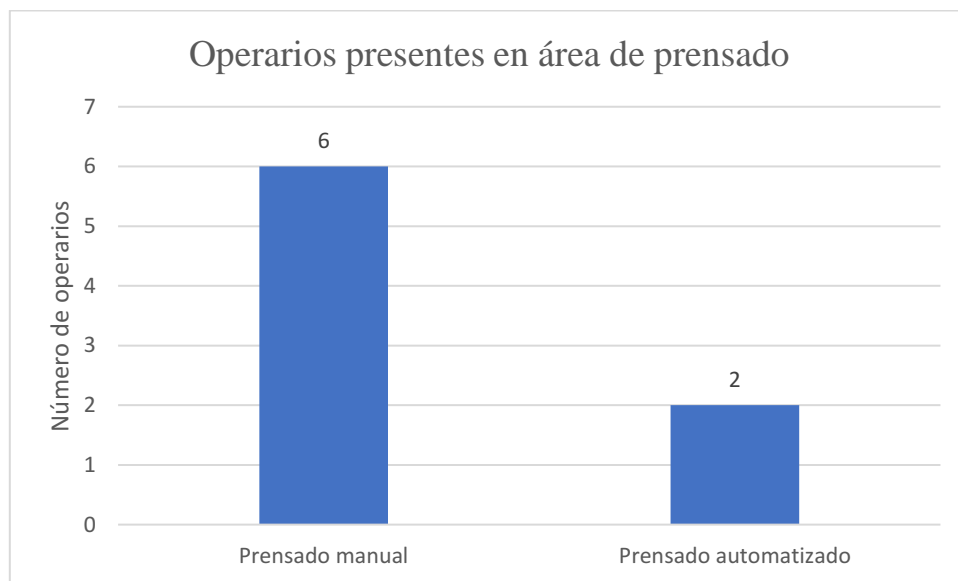


Gráfico 4-4: Operarios presentes en el área de prensado manual vs automatizado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

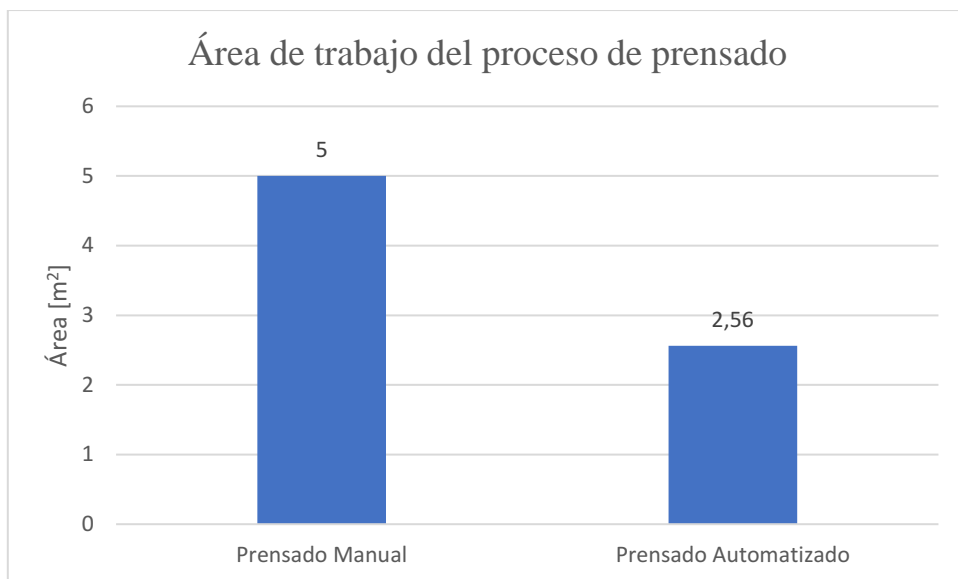


Gráfico 5-4: Área de trabajo del proceso de prensado manual vs automatizado.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

Analizando los datos de la tabla 1-4, el gráfico 4-4 y el gráfico 5-4 se puede observar que el número de operarios presentes en el área de trabajo durante el proceso de prensado se redujo en 4 en relación al proceso manual, obteniendo una mejora porcentual del 66,67% para este factor, de la misma manera se evidencia una mejora porcentual del 48,80% para el factor que evalúa el espacio ocupado para el proceso de prensado y esto se debe a que el área de trabajo se reduce en 2,44 m² con respecto al prensado manual. Como se puede observar existe una mejora porcentual en el proceso automatizado para los dos factores analizados, por lo que se puede concluir que en la planta láctea JB hubo una optimización del espacio de trabajo del proceso de prensado.

4.9 Puesta en marcha del sistema de automatización de prensado

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento del sistema de prensado y el análisis de la estabilidad del mismo, junto con la evaluación de la presión, tiempos de prensado, control del flujo de agua y optimización del espacio de trabajo, de manera general al recibir resultados favorables en todos los casos se puede concluir que el sistema de prensado se encuentra apto para su pleno funcionamiento en la planta láctea JB debido a que cumple con los requerimientos planteados en el proyecto. La figura 3-4, figura 4-4 y figura 5-4 muestra el funcionamiento del sistema automatizado durante la ejecución del prensado de queso mozzarella, fresco y bonanza respectivamente.



Figura 3-4: Puesta en marcha del sistema automatizado de prensado para queso mozzarella.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.



Figura 4-4: Puesta en marcha del sistema automatizado de prensado para queso fresco.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.



Figura 5-4: Puesta en marcha del sistema automatizado de prensado para queso bonanza.

Realizado por: Chasi, E.; Lliguilema, E.; 2021.

CONCLUSIONES

Se diseñó e implementó un sistema automatizado para el proceso de prensado de queso de la planta láctea JB en función de los requerimientos planteados en el trabajo, la prensa automatizada se compone de una estructura mecánica, un sistema neumático y un sistema eléctrico y de control.

Al analizar el estado del arte de los sistemas de prensado se encontró que en el mercado existen mecanismos como la prensa mecánica tipo holandesa y la prensa de tornillo cuya capacidad de prensado se ve limitada por las dimensiones en que son construidas, por el contrario un sistema automatizado accionado neumáticamente presenta mejores beneficios al aumentar la capacidad y permitir el control de la presión de trabajo mejorando el proceso.

Los requerimientos para el sistema automatizado fueron establecidos para permitir prensar los tres tipos de queso que se elaboran en la planta, tener una capacidad de prensado de 5 bandejas, permitir el ajuste de la presión, tiempos de prensado y control del flujo de agua, optimizar el espacio de trabajo, además de monitorear, controlar y supervisar el proceso mediante un HMI intuitivo y de fácil uso.

Para diseñar y dimensionar el sistema automatizado de prensado se partió de la carga y presión máxima de trabajo de la prensa, siendo éstas 145 Kg y 6 bar respectivamente, en función de estos valores se seleccionaron un cilindro neumático de 10 cm de diámetro en su émbolo, con una carrera de 50 cm, mangueras de poliuretano de 10 mm de diámetro, racores de 10 mm y un sensor de presión de 100 PSI para el sistema neumático, el diseño y dimensionamiento de los conductores y dispositivos de protección del sistema eléctrico y de control se realizó en función de la corriente de consumo.

Para la implementación del sistema automatizado de prensado se seleccionó un PLC LOGO como parte central de la unidad de control, para el cual se realizó la programación de cada uno de los procesos de prensado, permitiendo al PLC receptar las señales y lecturas de los dispositivos de instrumentación y ejecutar el conjunto de instrucciones programadas para accionar los actuadores que interviene en el proceso.

Para validar el sistema automatizado se realizaron pruebas de funcionamiento, donde se caracterizaron los sensores magnéticos y el sensor de presión, para ello se evaluó su error absoluto máximo, obteniendo un valor de 0,5 PSI para el caso del sensor de presión y valores de cero para el

caso de los sensores magnéticos, considerado como errores aceptables que no afectan la operación y funcionamiento normal del sistema de prensado. Además, al evaluar la presión, tiempos de prensado, volumen de agua y optimización del espacio de trabajo del proceso automatizado respecto al proceso manual, se obtuvo una mejora porcentual en todos ellos, lo que beneficia a todo el proceso de producción de queso de la planta láctea JB.

RECOMENDACIONES

Se recomienda incorporar a la estructura mecánica de la prensa un mecanismo o estructura adicional que permita recolectar los desperdicios líquidos y sólidos que se puedan generar durante el proceso de prensado de los quesos.

Se recomienda incorporar una pantalla HMI en el tablero eléctrico y de control que permita monitorear, supervisar y controlar el sistema de prensado en el interior de la planta para evitar que los operarios utilicen dispositivos móviles como celulares y computadoras durante el proceso.

Se recomienda integrar la comunicación del sistema automatizado de prensado con la nube para transferir los datos y variables de la programación hacia el internet, permitiendo un monitoreo en tiempo real del proceso sin necesidad de encontrarse conectado a la red local de la planta láctea, sino desde cualquier otro punto de localización.

BIBLIOGRAFÍA

- ALFREDO, J. & TUALOMBO, E. *Implementación de un Equipo de Laboratorio de Control Industrial con Relés Inteligentes para el Control Automatizado de Motores Eléctricos de Corriente Alterna Monofásicos*. Riobamba: s.n, 2017, pp. 60-65.
- AQUAMEDIC. Aquamedic ocean runner - Discusmardelrey. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.garrarufaalicante.com/bombas/1345-aquamedic-ocean-runner.html>.
- ASAMBLEA CONSTITUYENTE DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. *Constitución de la Republica del Ecuador*. Montecristi: s.n, 2008.
- AUTODESK. Conjunto de herramientas AutoCAD Electrical incluido en el software oficial de AutoCAD. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.autodesk.es/products/autocad/included-toolsets/autocad-electrical>.
- AUTODESK. Inventor Software | Get Prices & Buy Official Inventor 2022 | Autodesk. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>.
- BUENO JUAN, A. CURSO 4º ESO versión 1. 0.. S.I., 2021
- CAMSCO. pulsadores-camsco. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.grupoecmejia.com/pulsadores-camsco>.
- CAMSCO. relé camsco. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.grupoecmejia.com/rel%C3%A9camsco>.
- CAMSCO. Torre de Señal de Luz - Camsco Electric Co., Ltd. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.camsco.com.tw/spa/warning-emergency-light/signal-tower.html>.
- CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA DEL ECUADOR. *Datos Sector Lácteo-Ecuador 2018*. S.l.: s.n., 2018, pp. 11-12.
- CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA DEL ECUADOR. *LA LECHE DEL ECUADOR-Historia de la lechería ecuatoriana*. Effecto Studio. Quito: s.n., 2019, pp. 13-16.
- CHICAIZA LEMA, N.F. *Diseño de procedimientos de elaboración de quesos para la empresa de productos lácteos el paraíso*. Latacunga: s.n., 2020, pp. 20-26.
- COOPERACIÓN ALEMANA AL DESARROLLO - GUIZ. *Catálogo de Maquinaria para Procesamiento de Lácteos*. Lima: s.n., 2014, pp. 10-12.

- EBASEE. Disyuntores EBS6BN-Shanghai Ebasee Electric Co., Ltd. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.ebasee.com/products_24/EBS6BN-Circuit-Breakers.html.
- EBASEE. Regalogar | Fusible 10X38. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://regalogar.cl/producto/fusible-10x38-2/>.
- EBASEE. Voltímetro AD101-22VM – Novatronic. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://novatronicec.com/index.php/product/voltimetro-ad101-22vm/>.
- ESCAÑO GONZÁLES, J.M; et al. *Integración de sistemas de automatización industrial*. Ediciones Paraninfo. Madrid: Carmen Lara Carmona, 2021. ISBN 978-84-283-4228-5, pp. 171-181.
- ESTANDARIZACIÓN EN LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROL INDUSTRIAL. *IEC1131-3*. 2017. S.l.: s.n., 2017, pp. 5-7.
- EVL. Velasco | Sonido y Electrónica - FUENTE DE PODER CONMUTADA 24V 5A. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.velasco.com.ec/velasco/producto.php?id=4448>.
- F. EBEL; et al. *Fundamentos de la técnica de automatización*. Denkendorf: s.n., 2019, pp. 25-30.
- FERNÁNDEZ, C. Fabricación de quesos mediante pasterización por Altas Presiones. Barcelona, 2019, pp. 32-35.
- FESTO. FluidSIM® 6 - FluidSIM - Aprendizaje digital - Productos - Festo Didactic. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.festo-didactic.com/es-es/productos/aprendizaje-digital/fluidsim/fluidsim-6.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjU5MS4xMDMzNzc>.
- FESTO DIDACTIC SE, 2019. Automatización industrial. *Sistemas de aprendizaje y servicios para la formación técnica*, pp. 82-90.
- GALINDO PROAÑO, V.A. *Rediseño del proceso para elaboración del queso fresco y mozzarella en la planta láctea JB ubicada en la parroquia Cebadas - Cantón Riobamba*. Riobamba: s.n., 2019, pp. 70-77.
- GALLEGOS, C. & JARRÍN, J. “*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA CLASIFICACIÓN, EMPACADO E INSPECCIÓN DE HUEVOS APLICANDO PLC.*” Riobamba: s.n., 2012, pp. 30-33.
- GARCÍA MORENO, E. *Automatización de procesos industriales: robótica y automática*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2020. ISBN 9788477217596, pp. 165-317.
- GARCÍA RODRIGO, J. *Técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas*. Paraninfo SA. Madrid: s.n., 2019. ISBN 9788497323345, pp. 197-307.

- GENEBRE. GENE BRE: Electroválvula de acción indirecta 2 vías N.A.: Electroválvula de acción indirecta 2 vías N.A. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.genebre.es/electrovalvula-de-accion-indirecta-2-vias-na>.
- INEC, D.E. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2017*. S.l.: s.n., 2019, pp. 10-12.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). *Norma General para el Queso (CODEX STAN 283-1978, MOD)*. Quito: s.n., 2013, pp. 17-19.
- INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA. ISA101, Human Machine Interfaces Applying ISA101 Concepts to Existing HMI Applications.. S.l., 2021, pp. 15-18.
- JASPE LOMBANA, R.E. & MOSQUERA AMAYA, A.D. *Graficet aplicado al diseño de automatismos con PLC S7-200*. Cartagena de Indias: s.n., 2017, pp. 53-55.
- KAVLICO. P1A Pressure Sensors - Kavlico / Sensata | Mouser. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.mouser.ec/new/sensata/kavlico-p1a-series-sensors/>.
- LLAMOSA, L.E; et al. *ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD UTILIZANDO EL MÉTODO DE PROMEDIOS Y RANGOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN DE ACUERDO CON LA NORMA TÉCNICA NTC-ISO/IEC 17025*. *Scientia et Technica Año XIII*, vol. 35, 2007, ISSN 0122-1701, pp. 49-55.
- MANUEL, I; et al. "Conceptos de automatización, PID, PLC y reemplazo de válvulas de control por variadores de velocidad." . S.l., 2016. pp. 64-67.
- MARTÍN CASTILLO, J.Carlos; et al. *Automatismos industriales*. Javier Ablanque. Madrid: Editex, 2019. ISBN 9788497715348, pp. 6-333.
- NOLIVOS CARCHI, M.R. *Uso de cuajo vegetal (Leche de Higo Verde-Ficus Carica Linnaeus) para la elaboración de queso fresco*. Ambato: s.n., 2020, pp. 30-39.
- PARDILLOS LARA, M.C. *El Mercado del Queso en Ecuador*. 2020. Quito: ICEX España Exportación e Inversiones, 2020, pp. 32-36.
- PORTEN. Pintulac - COMPRESOR DE 2HP Y TANQUE DE 80LT. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.pintulac.com.ec/compresor-de-2hp-y-tanque-de-80lt>.
- PRACTIPRENSAS. Prensas Manuales - Practiprensas Solutions. *Prensas Manuales* [en línea], 2018. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: http://www.practiprensas.com/category.php?id_category=5&id_lang=3.
- QUIMAIRA. Prensa 50 Kgs Interlactea Tipo Holandesa Mecanica Para todo tipo de Moldes. *Interlactea* [en línea], 2020. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en:

<http://interlactea.com/prensa-50-kgs-interlactea-tipo-holandesa-mecanica-para-todo-tipo-de-moldes>.

REPUBLICA DEL ECUADOR. NORMATIVA BPM ECUADOR., 2002, pp. 2-3.

REYES HERRERA, A.L. & VERGARA BALDOVINO, E.D. *Automatización del proceso de elaboración de queso*. Cartagena de Indias D.T. Y C.: s.n., 2016. pp. 14-19.

SÁNCHEZ ZUMBA, A.E. *Elaboración de un manual de operaciones para el proceso de fabricación de queso fresco de calidad en la empresa Aychapicho Agro´s S.A.* Quito: s.n., 2018, pp. 24-29.

SIEMENS. Descarga para LOGO! 8.3 - Upgrade del software - ID: 109783154 - Industry Support Siemens. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109783154/descarga-para-logo!-8-3-upgrade-del-software?dti=0&lc=es-WW>.

SIEMENSLOGO. Ampliación Siemens SIPLUS LOGO! DM8 12/24R - 6AG1055-1MB00-7BA2. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://siemenslogo.com/modulos-de-expansion-siplus-para-siemens-logo-8-entradas-salidas/90-ampliacion-siemens-siplus-logo-dm8-1224r-6ag1055-1mb00-7ba2-4047618064228.html>.

SIEMENSLOGO. CPU Siemens LOGO! 12/24RCE con display - 6ED1052-1MD08-0BA1 V8.3. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://siemenslogo.com/cpus-con-pantalla-siemens-logo-8-con-display/20-siemens-logo-1224-rce-con-display-6ed1052-1md08-0ba0-4034106031046.html>.

SMC. SMC D-Z73 auto-switch, AUTO-SWITCH ACCESSORY***. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.smc-pneumatics.com/D-Z73.html>.

TECNICAL. Tecnical. *Prensado de Queso* [en línea], 2020. [Consulta: 9 August 2021]. Disponible en: <https://www.tecnical.com/es/productos/elaboracion-de-queso/prensas-industriales-queso.html>.

UNIR. ¿Qué es un IDE en programación? | UNIR. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.unir.net/ingenieria/revista/ide-programacion/>.

VIRTUALEXPO GROUP. Prensa para queso vertical - PPS-AU - Plevnik D.O.O. Engineering and production - neumática. *Direct Industry* [en línea], 2020. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.directindustry.es/prod/plevnik-doo-engineering-and-production/product-193717-2110455.html>.

XCPC. 4V/3V 300,4A/3A 300 Series - Pneumatic Cylinder.Air Soruce Treatment Units.Directiona Valve.Fluid Solenoid Valve.Pneumatic Accessories.China, factory,manufacturer, Supplier. [en

línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.china-pneumatic.com/4V-3V-300-4A-3A-100-Series.html>.

XCPC. DNC Series Standard Cylinder(ISO15552) - Pneumatic Cylinder.Air Sorce Treatment Units.Directiona Valve.Fluid Solenoid Valve.Pneumatic Accessories.China, factory,manufacturer, Supplier. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.china-pneumatic.com/DNC-Series-Standard-Cylinder.html>.

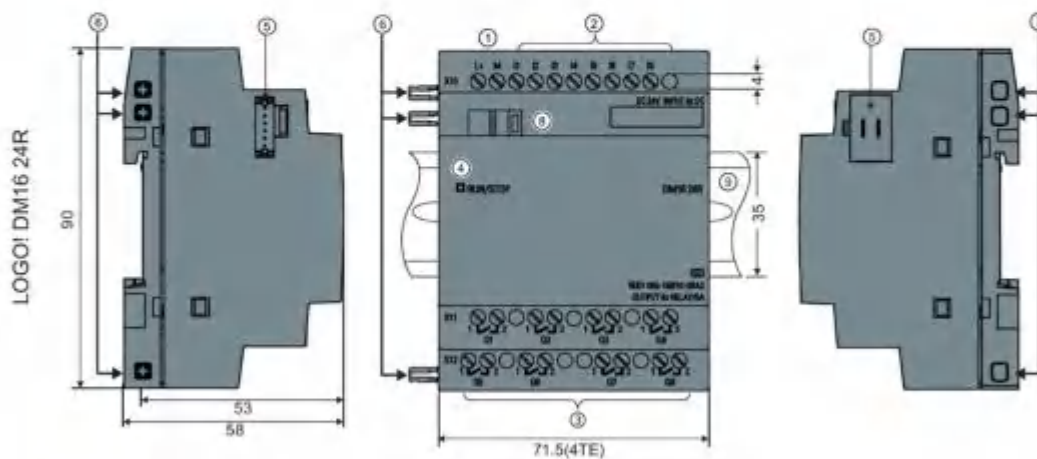
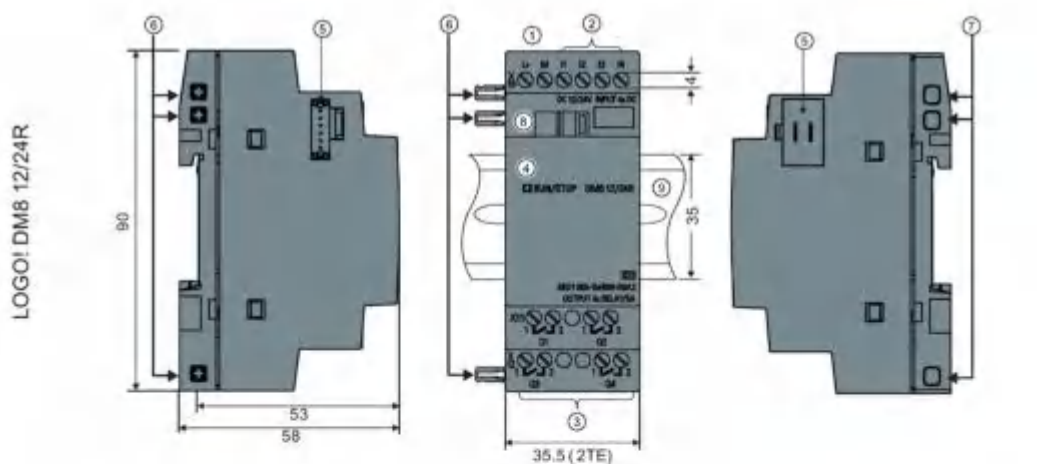
XCPC. HSV Series Sliding Valve - Pneumatic Cylinder.Air Sorce Treatment Units.Directiona Valve.Fluid Solenoid Valve.Pneumatic Accessories.China, factory,manufacturer, Supplier. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.china-pneumatic.com/HSV-Series-Sliding-Valve.html>.

XCPC. Speed Controls - Pneumatic Cylinder.Air Sorce Treatment Units.Directiona Valve.Fluid Solenoid Valve.Pneumatic Accessories.China, factory,manufacturer, Supplier. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.china-pneumatic.com/Speed-Controls.html>.

XCPC. XOFR(Filter&Regulator) - Pneumatic Cylinder.Air Sorce Treatment Units.Directiona Valve.Fluid Solenoid Valve.Pneumatic Accessories.China, factory,manufacturer, Supplier. [en línea], 2021. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.china-pneumatic.com/XOFR-Filter-Regulator.html>.

ANEXOS

Anexo A: Datasheet del LOGO! DM8 12/24R






- | | |
|--|----------------------------------|
| ① Fuente de alimentación | ② Entradas |
| ③ Salidas | ④ LED RUN/STOP |
| ⑤ Interfaz de ampliación | ⑥ Pines de codificación mecánica |
| ⑦ Conectores hembra de codificación mecánica | ⑧ Corredera |
| ⑨ Perfil normalizado | |

Anexo B: Datasheet del módulo de ampliación LOGO! DM8 12/24R

Módulos de ampliación

Los siguientes módulos de ampliación pueden conectarse a LOGO!:

Símbolo	Nombre	Fuente de alimentación	Entradas	Salidas
	LOGO! DM8 12/24R	12/24 V DC	4 digitales	4 de relé (5 A)
	LOGO! DM8 24	24 V DC	4 digitales	4 de estado sólido 24 V/0,3 A
	LOGO! DM8 24R ³⁾	24 V AC/DC	4 digitales	4 de relé (5 A)
	LOGO! DM8 230R	115 V AC/DC a 240 V AC/DC	4 digitales ¹⁾	4 de relé (5 A)
	LOGO! DM16 24	24 V DC	8 digitales	8 de estado sólido 24 V / 0,3 A
	LOGO! DM16 24R	24 V DC	8 digitales	8 de relé (5 A)
	LOGO! DM16 230R	115 V AC/DC a 240 V AC/DC	8 digitales ⁴⁾	8 de relé (5 A)
	LOGO! AM2	12/24 V DC	2 analógicas 0 V a 10 V o 0/4 mA a 20 mA ²⁾	Ninguno
	LOGO! AM2 RTD	12/24 V DC	2 PT100 o 2 PT1000 o 1 PT100 más 1 PT1000 ⁶⁾ -50 °C a 200 °C	Ninguno
	LOGO! AM2 AQ	24 V DC	Ninguno	2 analógicas 0 V DC a 10 V DC o 0/4 mA a 20 mA ⁵⁾

¹⁾ No se admiten fases distintas dentro de las entradas.

²⁾ 0 V a 10 V, 0/4 mA a 20 mA pueden conectarse opcionalmente.

³⁾ Las entradas digitales pueden utilizarse alternativamente con acción P o N.

⁴⁾ Dos grupos de cuatro entradas cada uno. Toda entrada de un grupo debe estar conectada a la misma fase. Es posible interconectar grupos con fases diferentes.

⁵⁾ 0 V a 10 V, 0/4 mA a 20 mA pueden conectarse opcionalmente.

⁶⁾ El módulo LOGO! AM2 RTD soporta los sensores PT100 y PT1000 con un coeficiente de temperatura predeterminado de $\alpha = 0,003850$.

Anexo C: Datasheet del breaker EBS6BN

EBS6BN Miniature Circuit Breaker

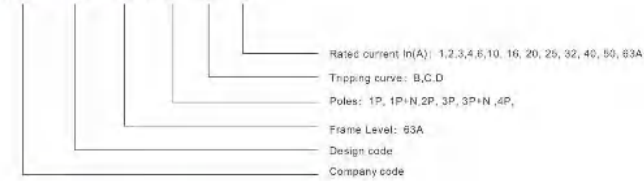


Product Description

Apply to low-voltage terminal power distribution system with AC 50/60Hz, rated voltage 230V/400V. With short circuit, over-load, control and isolation functions.

Nomenclature

EBS 6BN - 63 / 1P C 16



Product Features

- > Adopt global leading product platform, stable performance
- > Full & new accessories, full protection functions
- > Breaking capacity is 6kA for full series, superior performance
- > Add 1P+N, 3P+N, full specifications

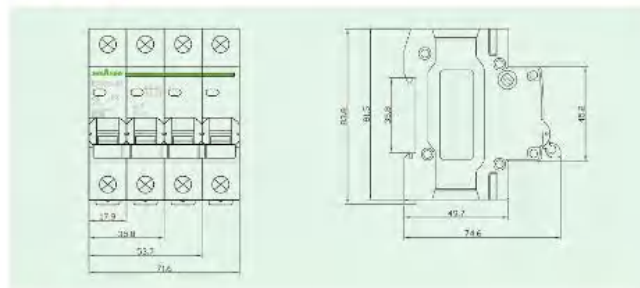
Function

- > Short-circuit, Over-load and Isolation
- > ON/OFF status Indicator
- > Double wiring terminals could be connected cable, U type and needle type busbar
- > Easy installation and changing on 35mm Din rail

Technical Parameter

Standard	IEC/EN 60898-1
Poles	1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N, 4P
Rated current I_n (A)	1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63A
Rated Voltage U_n (V)	1P: 230/415V 50/60Hz 1P+N: 240V 50/60Hz 2P, 3P, 3P+N, 4P: 415V 50/60Hz
Tripping Curve	B, C, D
Breaking capacity I_{cn} (A)	6000
Protection level	IP20
Electrical life	15000 times
Installation	Installed on 35mm DIN rail

Dimensions



Order Note

Following items should be marked when ordering	Ordering sample
Product name and model	To order EBS6BN-63 Miniature circuit breaker, 2 Poles, curve C, rated current 20A, quantity is 100 pieces, should be marked: EBS6BN-63/2PC20 100PCS.
Frame level	
Poles	
Curve characteristic, rated current	
Quantity	

Anexo F: Datasheet del sensor magnético

Reed Switches/Direct Mounting Type D-Z73/Z76/Z80



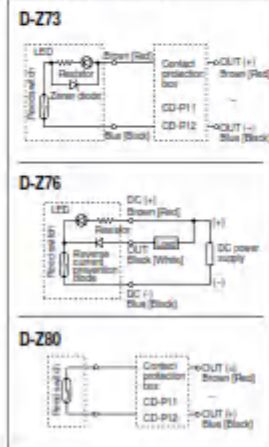
Auto Switch Specifications

With Indicator Light			
Auto switch part no.	D-Z73		D-Z76
Electrical entry direction	In-line		
Applicable load	Relay, PLC		IC circuit
Load voltage	24VDC	100VAC	4 to 5VDC
Maximum load current or current range	5 to 40mA	5 to 20mA	20mA
Contact protection circuit	None		
Internal voltage drop	2.4V or less		0.5V or less
Indicator light	Red LED lights up when ON		
Without Indicator Light			
Auto switch part no.	D-Z80		
Electrical entry direction	In-line		
Applicable load	Relay, PLC, IC circuit		
Load voltage	24V or less	45V $\frac{AC}{50}$	100V $\frac{AC}{50}$
Maximum load current	50mA	40mA	20mA
Contact protection circuit	None		
Internal resistance	1Ω or less (including lead wire length of 3m)		

- Leakage current: None
- Operating time: 1.2ms
- Lead wire: Heavy duty oil resistant vinyl coat, #34, 0.2mm x 2 wire (Brown, Blue, Red, Black), 3 wire (Brown, Black, Blue, White, Black), 0.5m²
- Impact resistance: 300m/s (30.6G)
- Insulation resistance: 50MΩ or more at 500VDC (between lead wire & case)
- Withstand voltage: 1500VAC for 1min. (between lead wire & case)
- Ambient temperature: -10 to 60°C
- Enclosure: EICSD4 standard (PBT, waterlight, UL94V-0)
- For a lead wire length of 3m, "L" is shown at the end of the part number. Example: D-Z73L

Auto Switch Internal Circuits

Lead wire colors inside [] are old colors prior to conformity with IEC standards.

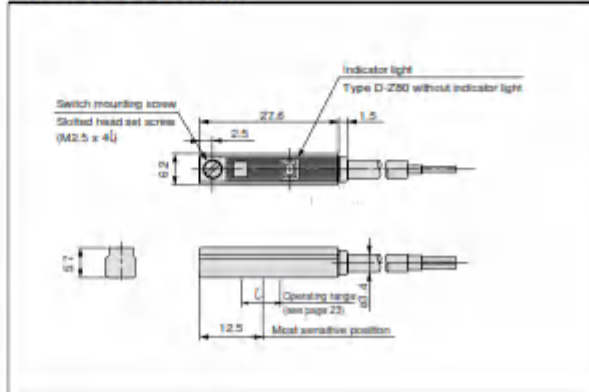


- Notes) 1. The load is an inductive load.
2. The lead wire length to the load is 5m or more.
3. The load voltage is 100VAC.
Use a contact protection box in any of the above situations, as the life of the contacts may otherwise be reduced. Refer to page 20 for detailed specifications of the contact protection boxes.

Auto Switch Weight Table

Model	Lead wire length 0.5m	Lead wire length 3m
D-Z73	9	49
D-Z76	10	55
D-Z80	9	49

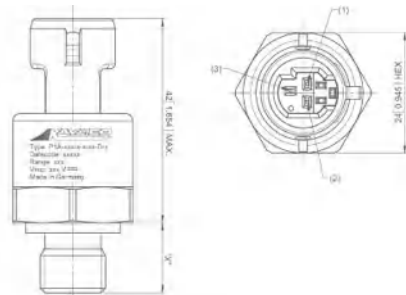
Auto Switch Dimensions



Anexo G: Datasheet del sensor de presión

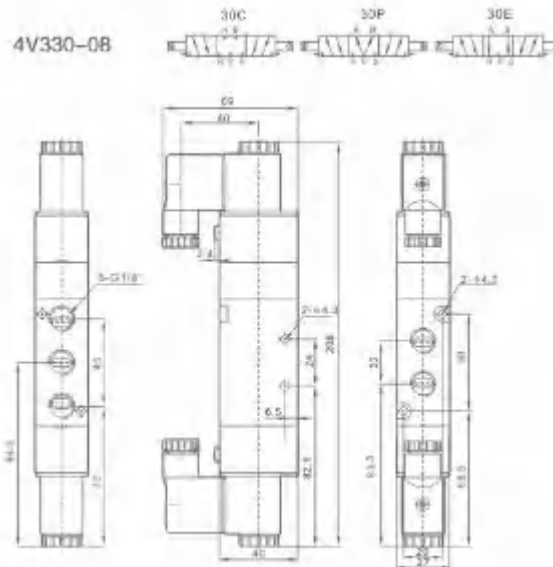
Packard (metri-pack 150) Pin Call Outs

Output	Pin 1	Pin 2	Pin 3
4-20 mA	Iout	Vsup	---
0.5-4.5 VDC ratiometric	GND	Vsup	Vout
0-5 VDC	GND	Vsup	Vout
0-10 VDC	GND	Vsup	Vout



Anexo H: Datasheet de la válvula solenoide neumática XCPC 4V330C-08

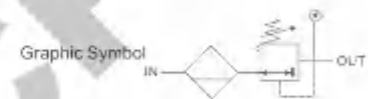
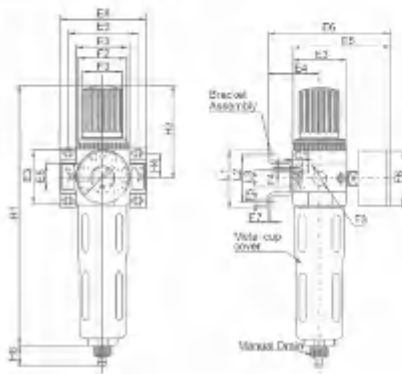
Model	4V310-08	4V320-08	4V330C-08	4V330E-08	4V330P-08	4V310-10	4V320-10	4V330C-10	4V330E-10	4V330P-10
Position and Way NO.	Two-position Five-way		Three-position Five-way			Two-position Five-way		Three-position Five-way		
Effective Sectional Area	25mm ² (CV=1.40)		18mm ² (CV=1.00)			30mm ² (CV=1.68)		18mm ² (CV=1.00)		
Model	3V310-08	3V320-08	3A310-08	3A320-08	3V310-10	3V320-10	3A310-10	3A320-10		
Position and Way NO.	Two-position Three-way				Two-position Three-way					
Effective Section Area	25mm ² (CV=1.40)				30mm ² (CV=1.68)					
Joint Pipe Bore	Air Inlet=Air Outlet=Exhaust=G1/4"				Air Inlet=Air Outlet=3/8" Exhaust=G1/4"					
Working Medium					40 Micron Filtered Air					
Motion Pattern					Inner Guide Type					
Working-pressure					0.15~0.8 MPa					
Max. Pressure Resistance					1.2MPa					
Operating Temperature					5~50°C					
Voltage Range					±10%					
Power Consumption					AC: 4.5VA DC: 3W					
Insulation & Protection Class					F Class, IP65					
Wiring Form					Lead Wire or Connector Type					
Highest Action Frequency					5 Cycle / Sec					
Shortest Excitation Time					0.05 Second					



Anexo I: Datasheet filtro regulador de presión de aire XCPC XOFR-MINI

Filter regulators		MINI			MIDI			MAXI	
Manual Drain	Working pressure:12bar,40µm	XOFR-1/8-MINI	XOFR-1/4-MINI	XOFR-3/8-MINI	XOFR-3/8-MIDI	XOFR-1/2-MIDI	XOFR-3/4-MIDI	XOFR-3/4-MAXI	XOFR-1-MAXI
	Working pressure:7bar,40µm	XOFR-1/8-7-MINI	XOFR-1/4-7-MINI	XOFR-3/8-7-MINI	XOFR-3/8-7-MIDI	XOFR-1/2-7-MIDI	XOFR-3/4-7-MIDI	XOFR-3/4-7-MAXI	XOFR-1-7-MAXI
	Working pressure:12bar,5µm	XOFR-1/8-5M-MINI	XOFR-1/4-5M-MINI	XOFR-3/8-5M-MINI	XOFR-3/8-5M-MIDI	XOFR-1/2-5M-MIDI	XOFR-3/4-5M-MIDI	XOFR-3/4-5M-MAXI	XOFR-1-5M-MAXI
Manometer	0-12bar	OMA-40-16-1/8						OMA-50-16-1/4	
	0-7bar	OMA-40-10-1/8						OMA-50-10-1/4	
Medium		Compressed air							
Features of structure		Sintered filter with water separator,MINI/MIDI Diaphragm type-regulator,MAXI,Piston regulator.							
Mounting type		Pipe mounting or foot mounting							
Assembly position		Vertical ± 5°							
Connection		G1/8"	G1/4"	G3/8"	G3/8"	G1/2"	G3/4"	G3/4"	G1"
Standard nominal flow rate	XOFR-...	750	1400	1600	3100	3400	3400	9000	10000
	XOFR-...-7	900	1500	1700	3400	3900	3900	9500	16000
	XOFR-...-5M	650	1200	1350	2400	2500	2500	7300	7600
Primary pressure	Manual condensate drain	1-16bar							
	Automatic condensate drain	1.5-12bar							
Working pressure		0.5-12bar/0.5-7bar							
Grade of filtration		40µm/5µm							
Max. Condensate Capacity		22ml							
Temperature range		0-60°C							
Materials information		Housing:Zinc die-casting;Filter bowl:PC;Moist bowl guard:Aluminum alloy;Sealing:NBR;Adjusting knob: POM							

Overall Dimensions



Dimension Sheet

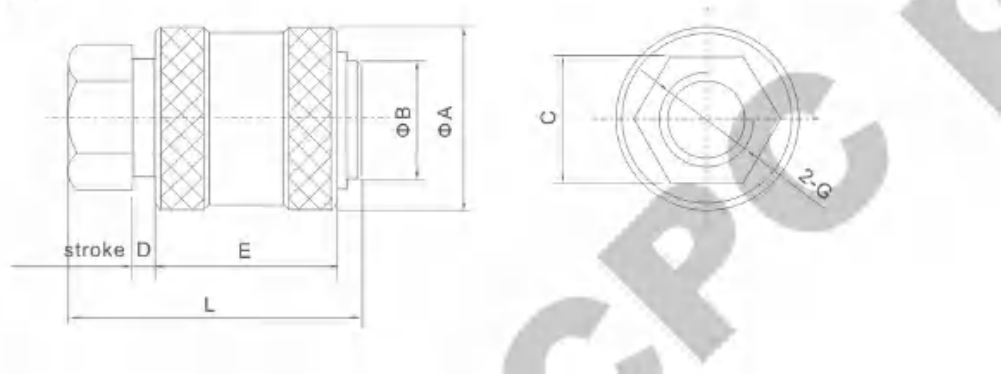
Model	E3	E4	E5	E6	E8	E9	F1	F2
XOFR-...-MINI	40	39	78	95	64	52	G1/8",G1/4",G3/8"	M38×1.5
XOFR-...-MIDI	55	47	93	112	85	70	G3/8",G1/2",G3/4"	M52×1.5
XOFR-...-MAXI	66	53	104	124	116	91	G3/4",G1"	M52×1.5

Model	F3 ∅	F4	F5 ∅	F6 ∅	L1	L2	L3	H1	H3	H4	H5	H6
XOFR-...-MINI	31	M4	4.5	41	44	35	11	194	69	17.5	20	15
XOFR-...-MIDI	50	M5	5.5	52	73	60	22	250	98	24.5	32	15
XOFR-...-MAXI	50	M5	5.5	53	73	60	22	272	80	24.5	32	15

Anexo J: Datasheet de la válvula manual deslizante serie (HSV)

Model	HSV-01	HSV-02	HSV-03	HSV-04	HSV-06
Port Size	G1/8"	G1/4"	G3/8"	G1/2"	G3/4"
Flow Bore	4mm	7mm	10mm	12mm	18mm
Working Medium	Filtered Air				
Working-pressure	0-1.0MPa				
Ambient Temperature Range	5-60°C				
Working Force	20N				30N

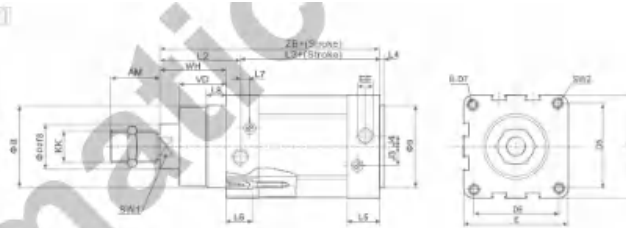
Overall Dimensions



Anexo K: Datasheet del cilindro neumático

Overall Dimensions

Normal Type
DNC-S

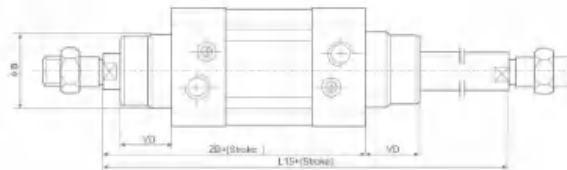


Dimension Sheet

Bore	AM	μ	ΦC	$\mu 5$	D7	E	EE(G)	$\mu 3$	$\mu 4$	KK	L2	L3	L4	L5	L7	L8	SW1	SW2	VD	WH	ZB	
32	22	30	12	32.5	M6	45	1.8	6	5.2	M10*1.25	40	80	4	26	22	3.3	8	10	5	16	26	120
40	34	35	16	35	M8	54	1.4	8	5	M12*1.25	46	89	4	29.5	22	3.6	10	13	5	20	30	135
50	32	40	20	46.5	M8	64	1.4	10	6.5	M16*1.5	54	90	4	30	22	5.1	10	17	8	27	37	144
63	32	45	20	56.5	M8	75	3.8	12.4	10	M16*1.5	57	101	4	35.5	22	6.6	10	17	8	27	37	156
80	40	45	25	72	M10	93	3.8	12.5	8	M20*1.5	65	109	4	36	25	10.5	10	22	10	34.5	46	174
100	40	55	25	89	M10	110	1.2	11.8	10	M20*1.5	71	118	4	39	25	8	12.5	22	10	38	51	189
125	54	60	32	110	M12	134	1.2	13	8	M27*2	95	126	6	44.7	30	14	12.5	26	12	46	65	223

Overall Dimensions

Double Piston Rod Type
DNC-D-S



Dimension Sheet

Bore	32	40	50	63	80	100	125
B	30	35	40	45	45	55	60
L15	146	168	182	194	220	240	298
VD	16	20	27	27	34.7	36.2	46
ZB	120	135	144	158	174	189	223

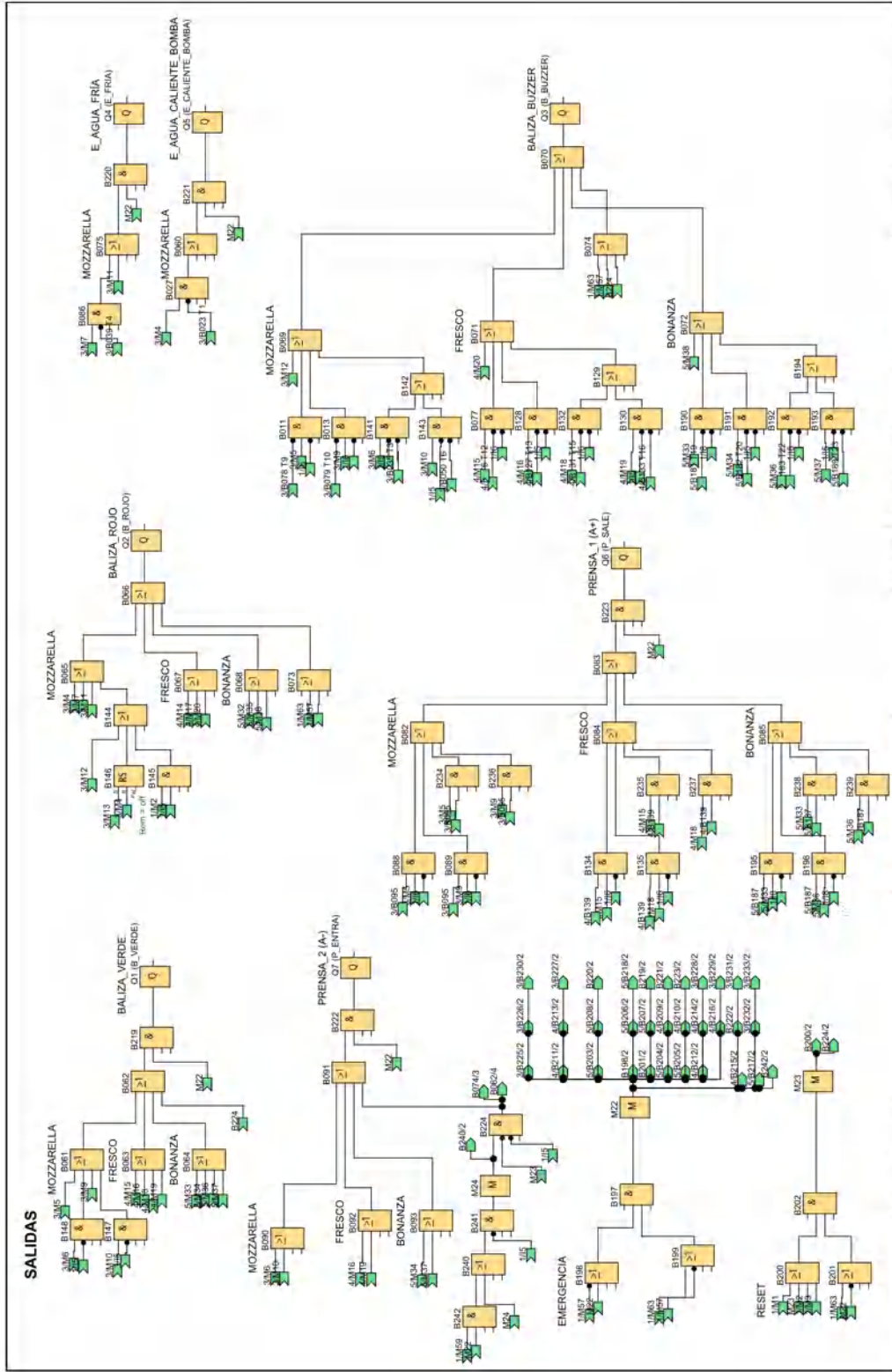
Mapeando parámetro VM

ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
1	B023 T1 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	0
2	B023 T1 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	2
3	B039 T4 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	4
4	B039 T4 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	6
5	B054 T7 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	8
6	B054 T7 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	10
7	B030 T2 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	12
8	B030 T2 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	14
9	B045 T5 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	16
10	B045 T5 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	18
11	B094 SP [Vigilancia del valor analógico]	Umbral 1(+)	Word	20
12	B081 V_Escalizado [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	22
13	B115 T11 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	24
14	B115 T11 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	26
15	B116 T14 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	28
16	B116 T14 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	30
17	B138 SP [Vigilancia del valor analógico]	Umbral 1(+)	Word	32

Mapeando parámetro VM

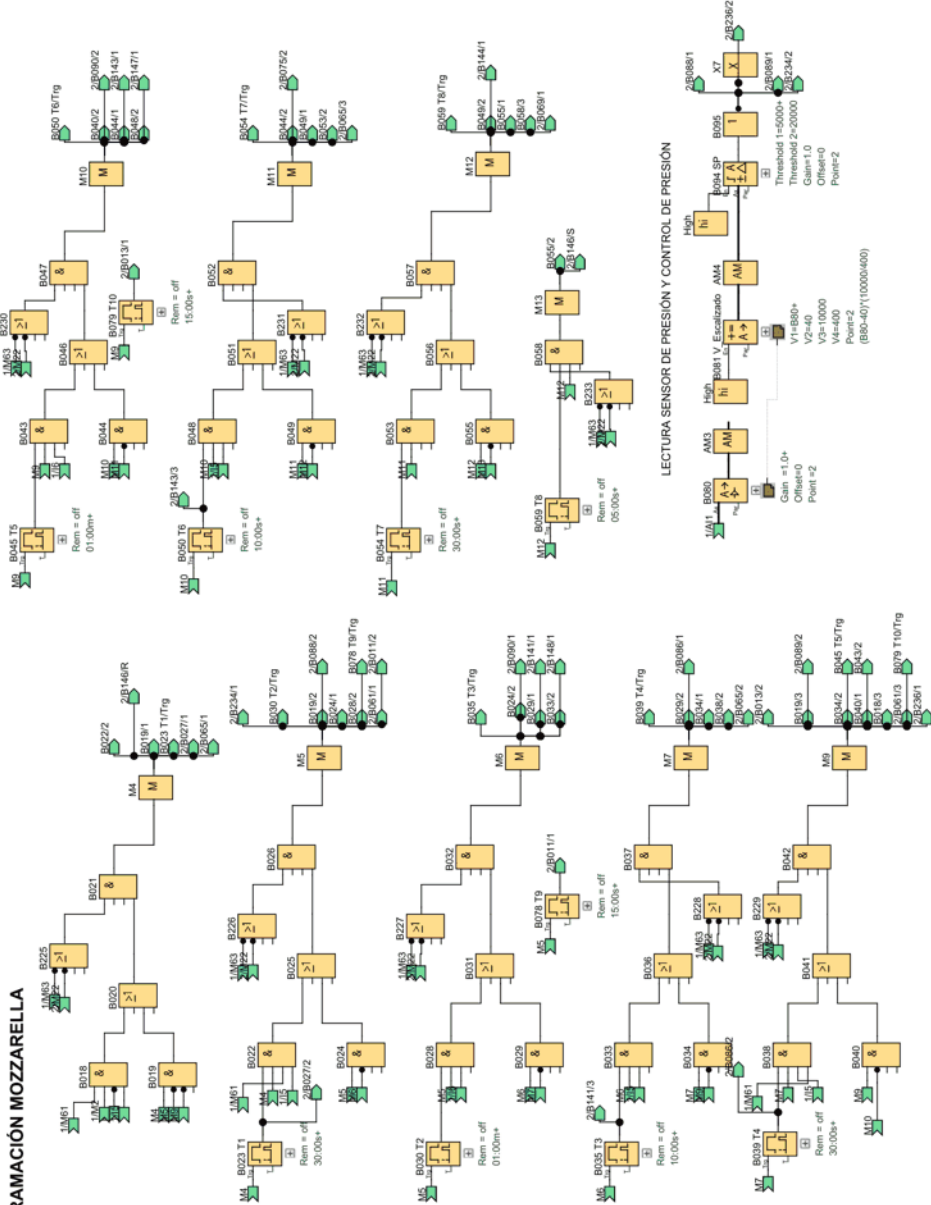
ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
18	B137 V_Escalizado [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	34
19	B169 T18 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	36
20	B169 T18 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	38
21	B170 T21 [Retardo a la conexión]	Retardo a la conexión	Word	40
22	B170 T21 [Retardo a la conexión]	Tiempo restante	Word	42
23	B186 SP [Vigilancia del valor analógico]	Umbral 1(+)	Word	44
24	B185 V_Escalizado [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	46

Autor:	CHMS E. & LIGUILEMA E.		Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE FRENSADO	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Comprobado:	ING. MARCO VITERI		Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	N° de planta:	01
Fecha de creación/modificación:	2008/21/4/12/10/09/21 12:21		Archivo:	Prensa_1.doc	Página:	31/18

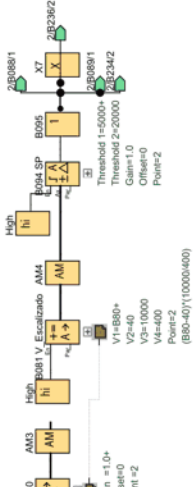


Autor:	CHASLE & LIGUILEMA E.	Proyecto:	PROGRAMACION SISTEMA DE PRENSADO	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
Comprobado:	ING. MARCO VITERI	Instalacion:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	N. diagrama:	01
Fecha de creacion/modificacion:	2008/02/14 12:06:21 12:21	archivo:	Premsa_1.doc	pagina:	5/18

PROGRAMACIÓN MOZZARELLA

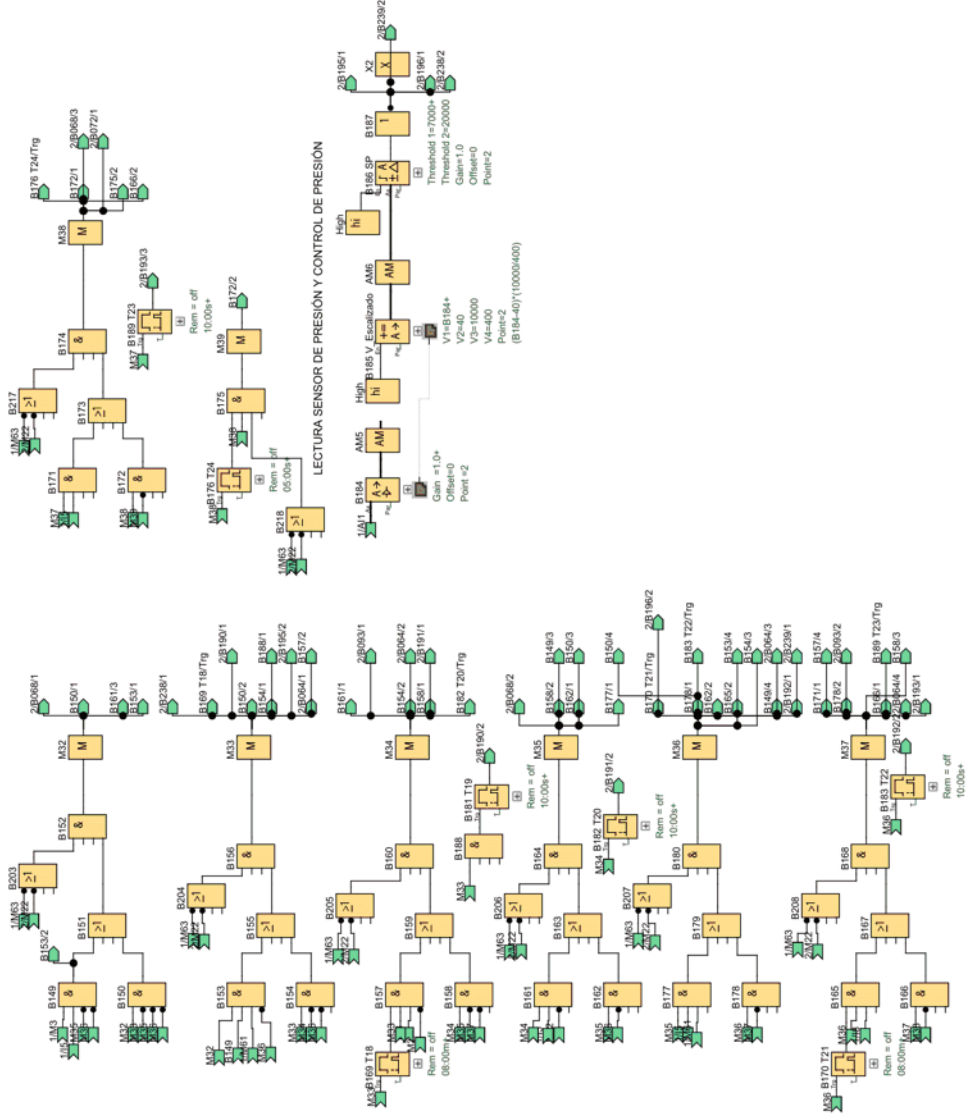


LECTURA SENSOR DE PRESIÓN Y CONTROL DE PRESIÓN

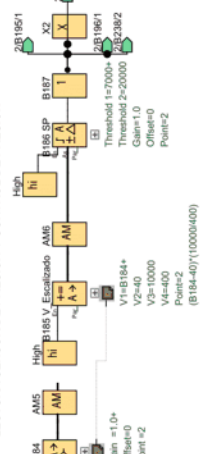


Autor:	CHASLE & LIGUILEMA E.	Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE PRENSADO	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Comprobado:	ING. MARCO VITERI	Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	01
Fecha de creación/modificación:	2008/21 4:12:16/09/21 12:21	archivo:	Prensa_1_btc	Página:	6 / 18

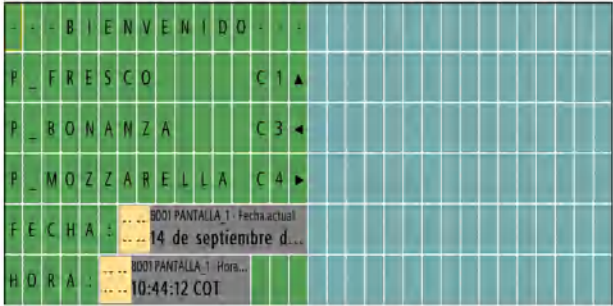


PROGRAMACIÓN BONANZA











LECTURA SENSOR DE PRESIÓN Y CONTROL DE PRESIÓN









Autor:	CHASLE & LIGUILEMA E.	Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE PRENSADO	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Comprobador:	ING. MARCO VITERI	Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	01
Fecha de creación/modificación:	20080214 12:10:09 21:12:21	archivo:	Prensa_1_bcc	Página:	8 / 18




Número de bloque (tipo)	Parámetro		
AI1(Entrada analógica) : SENSOR_P			
<p>B001 PANTALLA_1(Texto de aviso) :</p>  <p>Line2.16 ▲ Line3.16 ◀ Line4.16 ▶ Line5.7 B001 PANTALLA_1-Date Line6.6 B001 PANTALLA_1-Time</p>	<p>Prio = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Display de LOGO!</p>		
<p>B006 PANTALLA_2(Texto de aviso) :</p>  <p>Line1.17 Bar: B136-Ax;Max=446;Min=40;Dir=Hor;Len=16 Line2.4 B115 T11-T Line2.11 B115 T11-TRest Line3.4 B116 T14-T Line3.11 B116 T14-TRest Line4.3 B138 SP-D1 Line5.3 B137 V_Escalizado-Aq Line5.10 B136-Áx Line6.8 ▼ Line6.9 B006 PANTALLA_2-Time</p>	<p>Prio = 1 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Display de LOGO!</p>		
<p>Autor: CHASI E. & LLIGULEMA E. Comprobado: ING. MARCO VITERI Fecha de creación/modificación: 2008/02/14 12:14:09/02/14 12:21</p>		<p>Proyecto: PROGRAMACIÓN SISTEMA DE Instalación: DIAGRAMA DE FUNCIONES archivo: Prensa_1.Jsc</p>	<p>Cliente: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE Nº diagrama: 01 Página: 9 / 18</p>


Número de bloque (tipo)	Parámetro																			
<p>B007 PANTALLA_3(Texto de aviso) :</p>  <p>Line1.17 Bar: B080-Ax;Max=446;Min=40;Dir=Hor;Len=16 Line2.4 B030 T2-T Line2.11 B030 T2-TRest Line3.4 B045 T5-T Line3.11 B045 T5-TRest Line4.3 B094 SP-D1 Line5.3 B081 V_Escalizado-Aq Line5.10 B080-Ax Line6.8 ▼ Line6.9 B007 PANTALLA_3-Time</p>	<p>Prio = 2 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>--> Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N</p> <p>Destino de aviso - Display de LOGO!</p>																			
<p>B008 PANTALLA_4(Texto de aviso) :</p>  <p>Line1.17 Bar: B184-Ax;Max=446;Min=40;Dir=Hor;Len=16 Line2.4 B169 T18-T Line2.11 B169 T18-TRest Line3.4 B170 T21-T Line3.11 B170 T21-TRest Line4.3 B186 SP-D1 Line5.3 B185 V_Escalizado-Aq Line5.10 B184-Ax Line6.8 ▼ Line6.9 B008 PANTALLA_4-Time</p>	<p>Prio = 3 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>--> Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N</p> <p>Destino de aviso - Display de LOGO!</p>																			
<p>B023 T1(Retardo a la conexión) :</p>	<p>Rem = off 30:00s+</p>																			
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>CHASI E. & LLIGULEMA E.</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;"></td> <td>Proyecto:</td> <td>PROGRAMACIÓN SISTEMA DE</td> <td>Cliente:</td> <td>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE</td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td>ING. MARCO VITERI</td> <td>Instalación:</td> <td>DIAGRAMA DE FUNCIONES</td> <td>N° diagrama:</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/modificación:</td> <td>2006/02/14 12:14:09/21 12:21</td> <td>archivo:</td> <td>Prensa_1.jsc</td> <td>Página:</td> <td>10 / 18</td> </tr> </table>		Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE	Comprobado:	ING. MARCO VITERI	Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	N° diagrama:	01	Fecha de creación/modificación:	2006/02/14 12:14:09/21 12:21	archivo:	Prensa_1.jsc	Página:	10 / 18
Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:		PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE													
Comprobado:	ING. MARCO VITERI		Instalación:		DIAGRAMA DE FUNCIONES	N° diagrama:	01													
Fecha de creación/modificación:	2006/02/14 12:14:09/21 12:21		archivo:	Prensa_1.jsc	Página:	10 / 18														


Número de bloque (tipo)	Parámetro																			
B030 T2(Retardo a la conexión) :	Rem = off 01:00m+																			
B035 T3(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B039 T4(Retardo a la conexión) :	Rem = off 30:00s+																			
B045 T5(Retardo a la conexión) :	Rem = off 01:00m+																			
B050 T6(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B054 T7(Retardo a la conexión) :	Rem = off 30:00s+																			
B059 T8(Retardo a la conexión) :	Rem = off 05:00s+																			
B060(OR) : MOZZARELLA																				
B061(OR) : MOZZARELLA																				
B063(OR) : FRESCO																				
B064(OR) : BONANZA																				
B065(OR) : MOZZARELLA																				
B067(OR) : FRESCO																				
B068(OR) : BONANZA																				
B069(OR) : MOZZARELLA																				
B071(OR) : FRESCO																				
B072(OR) : BONANZA																				
B075(OR) : MOZZARELLA																				
B076 T12(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B078 T9(Retardo a la conexión) :	Rem = off 15:00s+																			
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>CHASI E. & LLIGULEMA E.</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;"></td> <td>Proyecto:</td> <td>PROGRAMACIÓN SISTEMA DE</td> <td>Cliente:</td> <td>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE</td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td>ING. MARCO VITERI</td> <td>Instalación:</td> <td>DIAGRAMA DE FUNCIONES</td> <td>Nº diagrama:</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/modificación:</td> <td>2008/01 4:12/14/09/01 12:21</td> <td>archivo:</td> <td>Prensa_1.Jsc</td> <td>Página:</td> <td>11 / 18</td> </tr> </table>		Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE	Comprobado:	ING. MARCO VITERI	Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	01	Fecha de creación/modificación:	2008/01 4:12/14/09/01 12:21	archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	11 / 18
Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:		PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE													
Comprobado:	ING. MARCO VITERI		Instalación:		DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	01													
Fecha de creación/modificación:	2008/01 4:12/14/09/01 12:21		archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	11 / 18														


Número de bloque (tipo)	Parámetro																			
B079 T10(Retardo a la conexión) :	Rem = off 15:00s+																			
B080(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =2																			
B081 V_Escalizado(Instrucción aritmética) :	V1=B80+ V2=40 V3=10000 V4=400 Point=2 (B80-40)*(10000/400)																			
B082(OR) : MOZZARELLA																				
B084(OR) : FRESCO																				
B085(OR) : BONANZA																				
B090(OR) : MOZZARELLA																				
B092(OR) : FRESCO																				
B093(OR) : BONANZA																				
B094 SP(Vigilancia del valor analógico) :	Threshold 1=5000+ Threshold 2=20000 Gain=1.0 Offset=0 Point=2																			
B115 T11(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:01h+																			
B116 T14(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:01h+																			
B122 T17(Retardo a la conexión) :	Rem = off 05:00s+																			
B127 T13(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B131 T15(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B133 T16(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B136(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =2																			
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>CHASI E. & LLIGULEMA E.</td> <td rowspan="3"></td> <td>Proyecto:</td> <td>PROGRAMACIÓN SISTEMA DE</td> <td>Cliente:</td> <td>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE</td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td>ING. MARCO VITERI</td> <td>Instalación:</td> <td>DIAGRAMA DE FUNCIONES</td> <td>Nº diagrama:</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/modificación:</td> <td>2008/01/4:12/14/09/21 12:21</td> <td>archivo:</td> <td>Prensa_1.Jsc</td> <td>Página:</td> <td>12 / 18</td> </tr> </table>		Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE	Comprobado:	ING. MARCO VITERI	Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	01	Fecha de creación/modificación:	2008/01/4:12/14/09/21 12:21	archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	12 / 18
Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:		PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE													
Comprobado:	ING. MARCO VITERI		Instalación:		DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	01													
Fecha de creación/modificación:	2008/01/4:12/14/09/21 12:21		archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	12 / 18														

Número de bloque (tipo)	Parámetro																			
B137 V_Escalizado(Instrucción aritmética) :	V1=B136+ V2=40 V3=10000 V4=400 Point=2 (B136-40)*(10000/400)																			
B138 SP(Vigilancia del valor analógico) :	Threshold 1=4000+ Threshold 2=20000 Gain=1.0 Offset=0 Point=2																			
B146(Relé autoenclavador) :	Rem = off																			
B169 T18(Retardo a la conexión) :	Rem = off 08:00m+																			
B170 T21(Retardo a la conexión) :	Rem = off 08:00m+																			
B176 T24(Retardo a la conexión) :	Rem = off 05:00s+																			
B181 T19(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B182 T20(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B183 T22(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B184(Amplificador analógico) :	Gain =1.0+ Offset=0 Point =2																			
B185 V_Escalizado(Instrucción aritmética) :	V1=B184+ V2=40 V3=10000 V4=400 Point=2 (B184-40)*(10000/400)																			
B186 SP(Vigilancia del valor analógico) :	Threshold 1=7000+ Threshold 2=20000 Gain=1.0 Offset=0 Point=2																			
B189 T23(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																			
B243(Relé autoenclavador) :	Rem = off																			
B244(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=2+ Off=3 Start=0																			
C1▲(Tecla de cursor) : P. FRESCO																				
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>CHASI E. & LUIGILEMA E.</td> <td rowspan="3"></td> <td>Proyecto:</td> <td>PROGRAMACIÓN SISTEMA DE</td> <td>Cliente:</td> <td>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE</td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td>ING. MARCO VITERI</td> <td>Instalación:</td> <td>DIAGRAMA DE FUNCIONES</td> <td>Nº diagrama:</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/modificación:</td> <td>2005/01/4-12/14/09/01 12:21</td> <td>archivo:</td> <td>Prensa_1.Jsc</td> <td>Página:</td> <td>13 / 18</td> </tr> </table>		Autor:	CHASI E. & LUIGILEMA E.		Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE	Comprobado:	ING. MARCO VITERI	Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	01	Fecha de creación/modificación:	2005/01/4-12/14/09/01 12:21	archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	13 / 18
Autor:	CHASI E. & LUIGILEMA E.		Proyecto:		PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE													
Comprobado:	ING. MARCO VITERI		Instalación:		DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	01													
Fecha de creación/modificación:	2005/01/4-12/14/09/01 12:21		archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	13 / 18														

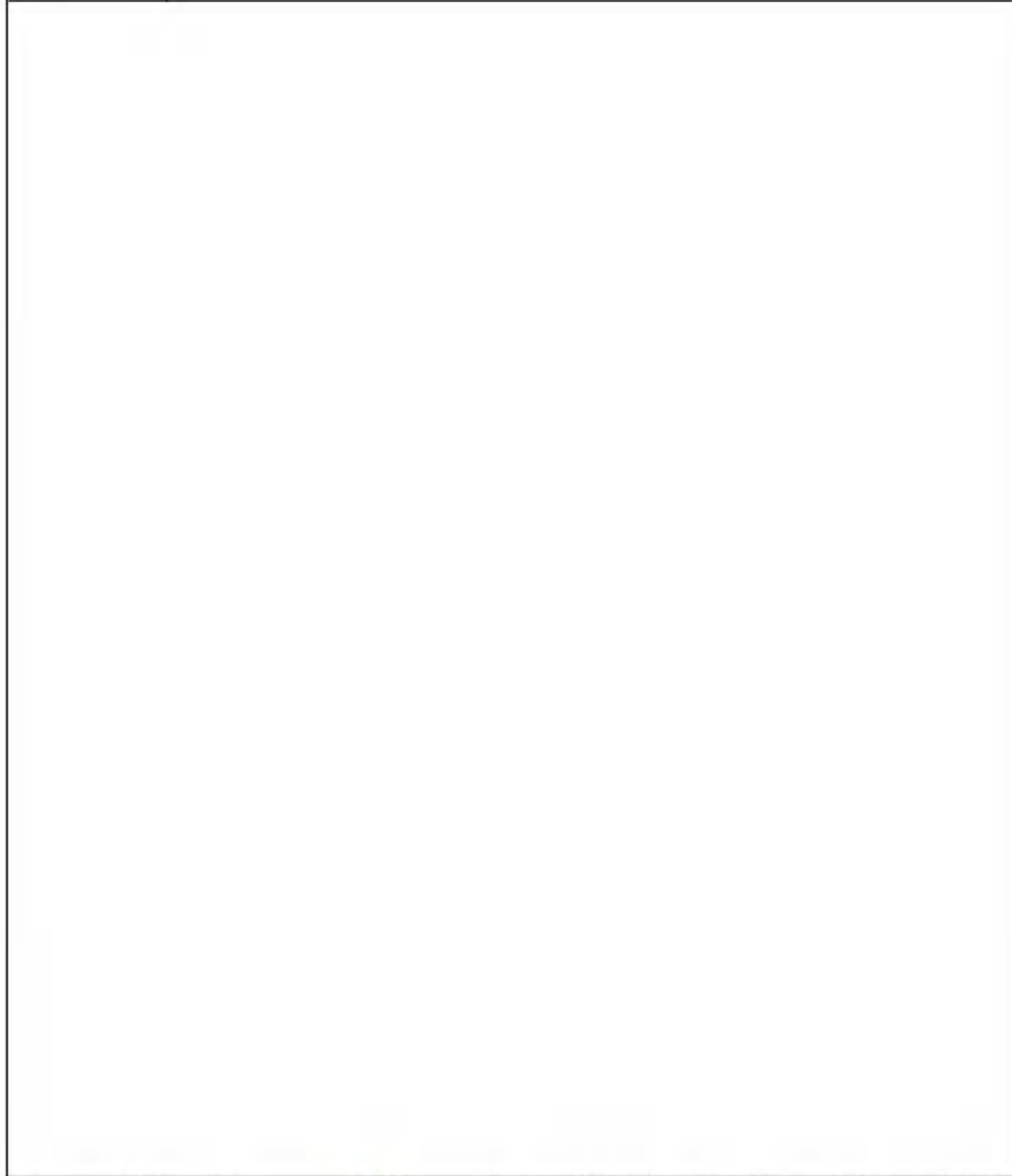
Número de bloque (tipo)	Parámetro																			
C2▼(Tecla de cursor) : MENÚ																				
C3◀(Tecla de cursor) : P. BONANZA																				
C4▶(Tecla de cursor) : P. MOZZARELLA																				
I1(Entrada) : PARO																				
I2(Entrada) : INICIO																				
I3(Entrada) : RESET																				
I4(Entrada) : EMERGENCIA																				
I5(Entrada) : SENSOR_M1 (A0)																				
I6(Entrada) : SENSOR_M2 (A1)																				
M54(Marca) : HMI_P.BONANZA																				
M55(Marca) : HMI_P.MOZZARELLA																				
M56(Marca) : HMI_P.FRESCO																				
M57(Marca) : M_EMERGENCIA																				
M58(Marca) : HMI EMERGENCIA																				
M59(Marca) : M_RESET																				
M60(Marca) : HMI RESET																				
M61(Marca) : M_INICIO																				
M62(Marca) : HMI INICIO																				
M63(Marca) : M_PARO																				
M64(Marca) : HMI PARO																				
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="318 1730 441 1751">Autor:</td> <td data-bbox="441 1730 685 1751">CHASI E. & LLIGULEMA E.</td> <td data-bbox="685 1730 821 1785" rowspan="3" style="text-align: center;">  </td> <td data-bbox="821 1730 1101 1751">Proyecto:</td> <td data-bbox="1101 1730 1198 1751">PROGRAMACIÓN SISTEMA DE</td> <td data-bbox="1198 1730 1372 1751">Cliente:</td> <td data-bbox="1198 1730 1372 1751">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE</td> </tr> <tr> <td data-bbox="318 1751 441 1772">Comprobado:</td> <td data-bbox="441 1751 685 1772">ING. MARCO VITERI</td> <td data-bbox="821 1751 1101 1772">Instalación:</td> <td data-bbox="1101 1751 1198 1772">DIAGRAMA DE FUNCIONES</td> <td data-bbox="1198 1751 1372 1772">N° diagrama:</td> <td data-bbox="1198 1751 1372 1772">01</td> </tr> <tr> <td data-bbox="318 1772 441 1785">Fecha de creación/modificación:</td> <td data-bbox="441 1772 685 1785">2008/01/4:12:14/09/21 12:21</td> <td data-bbox="821 1772 1101 1785">archivo:</td> <td data-bbox="1101 1772 1198 1785">Prensa_1.Jsc</td> <td data-bbox="1198 1772 1372 1785">Página:</td> <td data-bbox="1198 1772 1372 1785">14 / 18</td> </tr> </table>		Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE	Comprobado:	ING. MARCO VITERI	Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	N° diagrama:	01	Fecha de creación/modificación:	2008/01/4:12:14/09/21 12:21	archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	14 / 18
Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:		PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE													
Comprobado:	ING. MARCO VITERI		Instalación:		DIAGRAMA DE FUNCIONES	N° diagrama:	01													
Fecha de creación/modificación:	2008/01/4:12:14/09/21 12:21		archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	14 / 18														

Número de bloque (tipo)	Parámetro					
Q1(Salida) : BALIZA_VERDE						
Q2(Salida) : BALIZA_ROJO						
Q3(Salida) : BALIZA_BUZZER						
Q4(Salida) : E_AGUA_FRÍA						
Q5(Salida) : E_AGUA_CALIENTE_BOMBA						
Q6(Salida) : PRENSA_1 (A+)						
Q7(Salida) : PRENSA_2 (A-)						
Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
Comprobado:	ING. MARCO VITERI		Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	N° diagrama:	01
Fecha de creación/modificación:	2008/01/4:12:14/09/21 12:21		archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	15 / 18

Conector	Rotulación					
A11	SENSOR_P					
C1▲						
C2▼						
C3◀						
C4▶						
I1	PARO					
I2	INICIO					
I3	RESET					
I4	EMERGENCIA					
I5	SENSOR_M1					
I6	SENSOR_M2					
I8	SENSOR_M3					
AM1						
AM2						
AM3						
AM4						
AM5						
AM6						
M1						
M2						
M3						
M4						
M5						
M6						
M7						
M9						
M10						
M11						
M12						
M13						
M14						
M15						
M16						
M17						
M18						
Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.		Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
Comprobado:	ING. MARCO VITERI		Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	N° diagrama:	01
Fecha de creación/modificación:	2008/01/4-12/14/09/21 12:21		archivo:	Prensa_1.jsc	Página:	16 / 18

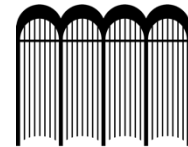
Conector	Rotulación				
M19					
M20					
M21					
M22					
M23					
M24					
M25	LOGO! se retroilumina en blanco				
M32					
M33					
M34					
M35					
M36					
M37					
M38					
M39					
M54					
M55					
M56					
M57					
M58					
M59					
M60					
M61					
M62					
M63					
M64					
Q1	B_VERDE				
Q2	B_ROJO				
Q3	B_BUZZER				
Q4	E_FRIA				
Q5	E_CALIENTE_BOMBA				
Q6	P_SALE				
Q7	P_ENTRA				
X1					
X2					
					
Autor:	CHASI E. & LLIGULEMA E.	Proyecto:	PROGRAMACIÓN SISTEMA DE	Cliente:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
Comprobado:	ING. MARCO VITERI	Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	N° diagrama:	01
Fecha de creación/modificación:	2008/01/4:12:14/09/21 12:21	archivo:	Prensa_1.Jsc	Página:	17 / 18

Conector	Rotulación
X3	
X4	
X5	
X6	
X7	





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE**

DBRA

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 02 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: ERIK JOEL CHASI SANDOVAL
EDISON ANDRES LLIGUILEMA SANABRIA

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

Carrera: ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Título a optar: INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

f. Analista de Biblioteca responsable: Lcdo. Holger Ramos, MSc.



2205-DBRA-UPT-2021