



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO
PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DE TUNSHI”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

AUTORES: CHRISTIAN MANUEL SÁNCHEZ ACOSTA
JUAN CARLOS PACHECO REINOSO

TUTOR: ING. CHRISTIAM NÚÑEZ Z.

Riobamba – Ecuador

2016

©2016, Sánchez Acosta Christian Manuel y Pacheco Reinoso Juan Carlos.

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE TUNSHI”, de responsabilidad de los señores Christian Manuel Sánchez Acosta y Juan Carlos Pacheco Reinoso, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su presentación.

Dr. Miguel Tasambay P.hD

DECANO FIE

Ing. Jorge Paucar

**DIRECTOR DE ESCUELA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

Ing. Christian Nuñez

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Fernando Mejía

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DOCUMENTALISTA

SISBIB ESPOCH

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

Nosotros, CHRISTIAN MANUEL SÁNCHEZ ACOSTA y JUAN CARLOS PACHECO REINOSO somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Christian Manuel Sánchez Acosta

Juan Carlos Pacheco Reinoso

DEDICATORIA

A mis padres quienes siempre me brindaron su apoyo incondicionalmente y creyeron en mí, teniendo en mi madre palabras de apoyo y siendo el pilar fundamental de mi vida académica y personal.

A mis hermanos por brindarme su comprensión y apoyo en todo sentido, teniendo en ustedes un buen ejemplo hacia mi vida profesional.

Christian

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por regalarme un día más de vida y así poder cumplir con uno de mis objetivos el de llegar a ser un profesional. A mis padres: Juan y Narcisa por su apoyo incondicional, a mi esposa Natalia y mis hermanos: Fredy y Ariel por estar siempre a mi lado apoyándome, en especial se lo dedico a mi hija Aylin que es la más grande fuente de motivación que tengo para superarme día a día.

Juan Carlos

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme la oportunidad de obtener una profesión para servicio de la sociedad y el país.

Al grupo de Investigación perteneciente a la Facultad de Mecánica por permitirnos desarrollar nuestro Trabajo de Titulación, adquiriendo conocimientos prácticos y experiencias para alcanzar nuestras metas propuestas.

Christian y Juan Carlos

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
A	Amperios
AC	Corriente alterna
ASCII	American Standard Code for Information Interchange (Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información)
AWG	American wire gauge
CPU	Central Processing Unit (Unidad Central de Procesamiento)
CFM	Cubic feet per minute (Pies cúbicos por minuto)
CRC	Cyclical Redundancy Check (verificación de redundancia cíclica)
CM	Centímetros
DC	Corriente directa
DCS	Distributed Control System (Sistema de Control Distribuido)
DIN	Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización)
GB	Gigabyte
Hp	Horse power
HMI	Human-Machine Interface
Hz	Hercio, unidad de frecuencia
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
KHz	Kilohercio
LRC	Longitudinal Redundancy Check (verificación de la redundancia Longitudinal)
NI	National Instruments
M	Metro
mA	Miliamperios
MB	Megabyte

MHz	Megahercio
ODBC	Open DataBase Connectivity (conectividad abierta de bases de datos)
OPC	OLE for Process Control
PA	Process Automation
PLC	Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable)
RPM	Revolución por minuto
RTU	Unidad Terminal Remota
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)
PSI	Pounds-force per square inch (libra-fuerza por pulgada cuadrada)
USB	Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie)
V	Voltios
VDC	Voltaje de corriente directa
VAC	Voltaje de corriente alterna
W	Watt o vatio

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
PORTADA	
DERECHO DE AUTOR.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE FORMULAS.....	xvi
INDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
SUMMARY.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	6
1.1. Sistema Electrónico	6
1.2. Automatización Industrial	6
1.3. Sistemas SCADA	7
1.4. Lenguajes de programación.....	7
1.5. Lenguaje Ladder	7
1.6. Software LABVIEW.....	8
1.7. Software TIA PORTAL V13.....	8
1.8. Software SOLIDWORKS.....	8
1.9. Controlador Lógico Programable (PLC)	9
1.9.1. Funciones del PLC	9
1.10. Comunicación MODBUS.....	10
1.10.1. Modo ASCII.....	10

1.10.2.	Modo RTU.....	11
1.11.	OPC	11
1.12.	Visión Artificial.....	11
1.13.	Cámaras Digitales.....	12
1.14.	Sensores	13
1.14.1.	Sensores PNP y NPN.....	13
1.14.1.1.	Sensores Capacitivos	13
1.14.1.2.	Sensor fotoeléctrico difuso	14
1.14.1.3.	Final de carrera.....	14
1.15.	Fuente DC.....	14
1.16.	Neumática.....	15
1.16.1.	Electroválvulas	16
1.16.2.	Aire Comprimido.....	17
1.16.3.	Compresor de aire.....	17
1.16.4.	Unidad de mantenimiento neumático	18
1.16.5.	Cilindros neumáticos	19
1.16.5.1.	Tipos de cilindros	19
1.17.	Breaker	20
1.18.	Fusible	21
1.19.	Luces Piloto	21
1.20.	Control Automático	21
1.20.1.	Sistema de control de lazo abierto	22
1.20.2.	Sistema de control de lazo cerrado	22

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	23
2.1.	Procesos a controlar.....	23
2.2.	Sistema de control general.....	23
2.2.1.	Etapas de control	24
2.3.	Sistema de control de puertas	25
2.3.1.	Tecnología Neumática.....	25
2.3.2.	Consumo de aire	25
2.3.3.	Sistemas neumáticos.....	28
2.3.3.1.	Sistema neumático de puertas.....	29
2.4.	Sistema de dosificación de alimento	30
2.4.1.	Tolvas de dosificación.....	30

2.4.1.1.	Especificaciones de la tolva.....	31
2.4.1.2.	Sistema neumático de dosificación.....	34
2.5.	Sensores utilizados	35
2.5.1.	Sensores capacitivos.....	36
2.5.2.	Sensor fotoeléctrico difuso	36
2.6.	Elementos neumáticos utilizados.....	36
2.6.1.	Compresor de aire.....	36
2.6.2.	Electroválvulas neumáticas utilizadas	37
2.6.3.	Accesorios neumáticos	38
2.6.3.1.	Silenciadores.....	38
2.6.3.2.	Manguera Neumática.....	39
2.6.3.3.	Racores	40
2.6.4.	Estación de Ordeño.....	41
2.7.	Selección de controlador	42
2.7.1.	Conexión de entradas y salidas al controlador	44
2.8.	Selección de fuente externa	47
2.9.	Tablero de Control.....	48
2.10.	Programación del PLC.....	52
2.10.1.	Programación en el software TIA PORTAL V13	54
2.10.1.1.	Configuración de TIA PORTAL V13	55
2.10.2.	Comunicación LABVIEW con PLC SIEMENS S7-1200.....	66
2.10.2.1.	Servidor OPC.....	66
2.10.2.2.	Configuración de NI OPC SERVER 2012	67
2.10.3.	Programación en el software LABVIEW 2012	69
2.11.	Sistema de lectura de producción de leche	71
2.11.1.	Procesamiento digital de imágenes.....	71
2.11.2.	Software de procesamiento de imágenes.....	72
2.11.2.1.	Selección de Cámaras.....	72
2.11.3.	Adquisición y procesamiento de imágenes.....	73
2.11.3.1.	Preparación de las cámaras.....	73
2.12.	Registro y almacenamiento de datos	75
2.12.1.	Programación en LAVBIEW para el procesamiento de imágenes.....	75
2.12.2.	Base de Datos	78
2.12.3.	Conexión LABVIEW con POSTGRESQL	79
2.12.3.1.	ODBC Open Data Base Connectivity	79
2.12.4.	Programación en LABVIEW para la base de datos.....	81
2.13.	Desarrollo del Sistema SCADA	82

2.14.	Esquema del sistema SCADA	83
-------	---------------------------------	----

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSIÓN.....	84
3.1.	Sistema de control de puertas	84
3.1.1.	Pruebas de Apertura y cierre de puertas	84
3.2.	Sistema de dosificación de alimento	85
3.2.1.	Tiempo de dosificación	85
3.2.2.	Consumo de alimento	88
3.3.	Sistema de lectura de leche producida.....	88
3.3.1.	Pruebas del sistema lectura.....	88
3.3.2.	Registro y almacenamiento de información en la Base de Datos.....	90
3.4.	Sistema SCADA.....	92
3.5.	Resultados.....	93

CONCLUSIONES.....	95
-------------------	----

RECOMENDACIONES.....	96
----------------------	----

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Información Técnica del cilindro EMC.....	26
Tabla 2-2: Información Técnica del cilindro de 20 cm.....	26
Tabla 3-2: Características finales de la tolva	33
Tabla 4-2: Información Técnica del compresor BP	37
Tabla 5-2: Datos técnicos de Electroválvulas	38
Tabla 6-2: Datos Técnicos de Mangueras Neumáticas	40
Tabla 7-2: Requerimiento de entradas al controlador	42
Tabla 8-2: Requerimiento de salidas del controlador.....	43
Tabla 9-2: Descripción de entradas hacia el PLC	45
Tabla 10-2: Descripción de salidas hacia el PLC.....	45
Tabla 11-2: Símbolos del diagrama de conexiones PLC	47
Tabla 12-2: Consumo Eléctrico de Dispositivos.....	48
Tabla 13-2: Dispositivos instalados en el tablero de control	49
Tabla 14-2: Dispositivos instalados en gabinete adicional	51
Tabla 15-2: Memorias en la programación del PLC.....	53
Tabla 16-2: Condiciones en la programación Grafcet	54
Tabla 17-2: Tags en el Servidor OPC	69
Tabla 18-2: Características de las cámaras	73
Tabla 1-3. Tiempos de dosificación con nivel de tolva 100%	86
Tabla 2-3. Tiempos de dosificación con nivel de tolva 50%	86
Tabla 3-3. Tabla de Frecuencias	87
Tabla 4-3. Pruebas de Medición de leche	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. PLC Siemens S7-1200 CPU1214C	10
Figura 2-1. Cámara Genius	12
Figura 3-1. Sensor capacitivo.....	13
Figura 4-1. Sensor Fotoeléctrico difuso	14
Figura 5-1. Fuente de Alimentación MIWI 24V	15
Figura 6-1. Circuito Neumático	16
Figura 7-1. Electroválvula Monoestable 5/2 EMC	16
Figura 8-1. Símbolo Electroválvula Monoestable 5/2	17
Figura 9-1. Compresor de aire	18
Figura 10-1. Unidad de Mantenimiento Neumático.....	18
Figura 11-1. Cilindros Neumáticos EMC	20
Figura 12-1. Breaker Schneider	20
Figura 13-1. Luces Piloto.....	21
Figura 1-2. Sistema de Control de lazo abierto.....	23
Figura 2-2. Etapas del sistema	24
Figura 3-2. Diagrama neumático del sistema de puertas	30
Figura 4-2. Diseño de Tolvas	31
Figura 5-2. Área de dosificación.....	32
Figura 6-2. Diseño Final de la Tolva	33
Figura 7-2. Construcción Final de la Tolva	34
Figura 8-2. Diagrama neumático del sistema de dosificación.....	35
Figura 9-2. Silenciador de bronce	39
Figura 10-2. Base de electroválvulas neumáticas	39
Figura 11-2. Racor Rápido o Automático	41
Figura 12-2. Puertas de estación de ordeño.....	41
Figura 13-2. Diseño 3D de la estación de Ordeño	42
Figura 14-2. Características de PLCs Siemens	43
Figura 15-2. Conversores de señal NPN a PNP.....	44
Figura 16-2. Diagrama de Conexiones al PLC	46
Figura 17-2. Instalación de rieles y canaletas	49
Figura 18-2. Parte frontal del gabinete.....	50
Figura 19-2. Tablero de Control.....	50
Figura 20-2. Dispositivos instalados en gabinete adicional	51
Figura 21-2. Graficet del proceso.....	52

Figura 22-2. Software TIA PORTAL V13.....	54
Figura 23-2. Proyecto nuevo en TIA PORTAL V13	55
Figura 24-2. Selección del PLC, TIA PORTAL V13	56
Figura 25-2. Programación Ladder Parte 1	57
Figura 26-2. Comunicación del Servidor OPC	66
Figura 27-2. Configuración de NI OPC SERVER.....	67
Figura 28-2. Comunicación NI OPC SERVER	67
Figura 29-2. Estado del Servidor NI OPC SERVER	68
Figura 30-2. Ingreso de tags en NI OPC SERVER.....	68
Figura 31-2. Configuración OPC Client	70
Figura 32-2. Tags OPC Client.....	70
Figura 33-2. Display de visualización.....	71
Figura 34-2. Configuración de NI MAX.....	73
Figura 35-2. Selección de cámaras.....	74
Figura 36-2. Pruebas de funcionamiento de cámaras.....	74
Figura 37-2. Tipo de adquisición de imágenes	75
Figura 38-2. Programación en Labview de cámaras	75
Figura 39-2. Configuración de VI Visión Assistant.....	76
Figura 40-2. Extracto de plano en Visión Assistant.....	76
Figura 41-2. OCR/OCV Setup en Visión Assistant	77
Figura 42-2. NI OCR Training Interface.....	77
Figura 43-2. Indicadores de VI Vision Assistant	78
Figura 44-2. Software para el manejo de Bases de Datos	78
Figura 45-2. Conexión Labview-PostgreSQL.....	79
Figura 46-2. Creación de origen de datos ODBC	79
Figura 47-2. Configuración ODBC PostgreSQL	80
Figura 48-2. Configuración de Vinculo de Datos	81
Figura 49-2. Toolkit BD de Labview	81
Figura 50-2. Programación del sistema en Labview	82
Figura 51-2. Esquema del sistema SCADA.....	83
Figura 1-3. Sistema Neumático de Puertas	85
Figura 2-3. Frecuencia Relativa de Tiempos de Dosificación	87
Figura 3-3. Cantidad de alimento consumido	88
Figura 4-3. Adquisición de Datos del sistema de ordeño.....	89
Figura 5-3. Lectura de producción en Labview	90
Figura 6-3. Información en PostgreSQL	91
Figura 7-3. Cambio en el manejo de la información.....	91

Figura 8-3. Interfaz del Sistema SCADA..... 92

ÍNDICE DE FORMULAS

Ecuación 2-1.	Volumen del área de la tolva.....	31
Ecuación 2-2.	Volumen del área de dosificación.....	32
Ecuación 2-3.	Cantidad de masa	32
Ecuación 2-4.	Relación de compresión	26
Ecuación 2-5.	Caudal para cilindros doble efecto.....	27

INDICE DE ANEXOS

Anexo A	Datos técnicos del sensor DR18-S40N
Anexo B	Datos técnicos del cilindro neumático EMC 20X100
Anexo C	Electroválvulas neumáticas EMC
Anexo D	Planos de la tolva
Anexo E	Planos de Estación de Ordeño
Anexo F	Diagrama unifilar electrónico
Anexo G	Diagrama neumático general
Anexo H	Comunicación de Labview con la Base de Datos
Anexo I	Adquisición y el procesamiento de imágenes en Labview
Anexo J	Eliminación de registros desde Labview a la Base de Datos.
Anexo K	Manuales de Operación y Mantenimiento

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se diseñó e implemento un sistema automatizado para el proceso de producción de leche en el centro experimental de Tunshi perteneciente a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, el sistema completo SCADA se integra de tres subsistemas, los cuales tienen funciones específicas como: Sistema de dosificación de alimento, Sistema de control de puertas y el Sistema de medición de leche producida; Regidos por un Controlador Lógico Programable PLC que se encarga de la comunicación con los dispositivos que conforman el sistema como sensores capacitivos, fotoeléctricos, electroválvulas, actuadores neumáticos. Para luego integrarse mediante un servidor OPC a un sistema generado en el software Labview, que se encargará de realizar el monitoreo y control del sistema completo, teniendo una comunicación con PostgreSQL que permite el manejo de la información proveniente de la base de datos del centro experimental de Tunshi. Los sistemas de dosificación de alimento y de control de puertas en la estación de ordeño se manejan básicamente con tecnología neumática la cual nos permite tener un control electrónico de dichos sistemas. En cuanto al sistema de medición de leche que se encuentra implementado sobre el sistema de ordeño del centro experimental, este tiene una comunicación directa con Labview el cual mediante su herramienta NI Vision y cámaras se realiza un procesamiento digital de imágenes provenientes de los display del sistema de ordeño que nos permiten almacenar dicho valor de producción en el sistema unificado con la Base de datos, como se muestra en los resultados donde se reduce un 23% de alimento al utilizar el sistema de dosificación. Concluyendo que el sistema de dosificación de alimento permitió minimizar la intervención humana, reducir el esfuerzo y los tiempos del proceso de producción, teniendo un valor medido y dosificado de alimento. El sistema de control de puertas con sensores integrados permitió un control de velocidad y fuerza en la apertura y cierre para no producir daño al ganado, finalmente el sistema de lectura de producción de leche registra y almacena la información en la base de datos, recomendando al personal técnico encargado del centro experimental tener un mantenimiento preventivo del sistema neumático y mecánico implementado.

PALABARAS CLAVE:

< CENTRO EXPERIMENTAL DE TUNSHI >. < CONTROL Y REDES INDUSTRIALES >.
< CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) >. < DOSIFICACIÓN >.
<PRODUCCIÓN DE LECHE>. <PROGRAMA (LABVIEW)>. <PROGRAMA (POSTGRESQL) >.
<SENSOR CAPACITIVO>. <SENSOR FOTOELÉCTRICO>.
<SISTEMA AUTOMATIZADO>. <TECNOLOÍA NEUMÁTICA >.

EXECUTIVE ABSTRACT

In this degree work, it was designed and implemented an automated system for the process of milk production in the experimental center of Tunshi which belongs to the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, the SCADA operating system integrates three subsystems, which have specific functions as: food dosing system, door control system and measurement of produced milk system; all of them are governed by a programmable logic controller PLC that handles communication with devices that are part of the system; such as: capacitive sensors, photoelectric sensors, solenoid valves, and pneumatic actuators. Then, the controller integrates via an OPC server to a system generated in the Labview software, which will handle the monitoring and control of the complete system, having a communication with PostgreSQL that allows the management of information from the database of experimental center of Tunshi.

The food dispensing and door control system in the milking station are basically handled with pneumatic technology, which allows us to have control of such systems. Regarding the measuring of milk system that is implemented on the system of milking in the experimental center, it has a direct communication with Labview, which through its tool NI Vision and cameras makes the digital processing of images from the milking system display that allow us to store the value of production in the system unified with the database as it is shown in the results where 23% of food is reduced when using the dosing system.

Concluding that the food dosing system allowed to minimize human intervention, to reduce stress and times in the production process getting a measured and dosed feed value. The door control system with integrated sensors allowed to have control of speed and strength in the opening and closing to avoid causing damage to livestock.

Finally, the reading system of milk production records and stores the information in the database, recommending to the technical staff in charge of the experimental center to have implemented a preventive maintenance of pneumatic and mechanical system.

Key words: EXPERIMENTAL CENTER OF TUNSHI, CONTROL AND INDUSTRIAL NETWORKS, PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC), DOSING, MILK PRODUCTION, PROGRAM (LABVIEW), PROGRAM (POSTGRESQL), CAPACITIVE SENSOR, PHOTOELECTRIC SENSOR, AUTOMATIC SYSTEM, PNEUMATIC TECHNOLOGY.

INTRODUCCIÓN

La innovación y desarrollo tecnológico a nivel mundial ha llevado a la tecnificación de procesos industriales, implementándose en las empresas tecnología necesaria para reducir costos y mejorar el nivel y la calidad de producción.

Por tal motivo el trabajo de titulación consiste en el diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de producción de leche en el centro experimental de Tunshi el cual constara de tres funciones: Dosificación de la alimentación requerida para el ganado, puertas automáticas para el acceso del ganado al área de ordeño y medición del nivel de leche producida.

El sistema consta de elementos eléctricos, electrónicos, neumáticos como son: cilindros neumáticos, electroválvulas los cuales son probados para las funciones específicas que realizaran dentro del proceso y comprobando su correcto funcionamiento.

Como controlador principal del sistema está regido por un PLC el cual se encarga de recibir las señales provenientes de los pulsadores y sensores localizados en la sala de ordeño para luego enviar señales de control hacia los diferentes actuadores con los que cuenta el sistema, Además se utiliza la plataforma de labview para la visualización del estado, control y monitoreo completo del sistema.

El sistema de alimentación para el ganado se compone por un sistema neumático que permite que la electroválvula accione un cilindro neumático logrando la apertura de la tolva y la dosificación del alimento requerido, el sistema de accionamiento de puertas al igual que la alimentación está regido por otro sistema neumático, que mediante la interacción de sensores ópticos colocados en el área de ordeño permite un accionamiento adecuado del sistema, y montado sobre el sistema de ordeño se encontraran cámaras que mediante procesamiento digital de imágenes nos proporcionaran la lectura del valor de producción individual de cada vaca para almacenarlo en la base de datos.

La fuente de energía utilizada para elementos eléctricos y electrónicos será de 110 V, utilizando 24V para la parte de control, además como fuente de energía para elementos neumáticos se utilizará un compresor de aire.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ANTECEDENTES

Los problemas asociados a la manutención, bienestar de los animales y la demanda de productos alimenticios en la sociedad representan un desafío al sector ganadero, es por eso que se ha dado paso a una nueva iniciativa llamada Smart Farming (agricultura inteligente) puesta en marcha en el año 2008 por la compañía DeLaval, en donde se integraban la automatización industrial y la tecnología de la información para crear un sistema que ayude a mejorar la productividad y los beneficios obtenidos por la actividad ganadera.

Las principales innovaciones tecnológicas para granjas inteligentes de ganadería lechera caen en tres áreas principales: La primera es el ordeño robotizado, la segunda es la automatización de la alimentación, y la tercera se refiere a la materia general de la calidad: la calidad del producto y la calidad de vida de los animales.

Es tal el nivel de inserción tecnológica en esta área que se utiliza electrónica, hidráulica, cámaras inteligentes y laser para lograr una adecuada automatización, además de lograr una identificación del ganado mediante etiquetas RFID que se convirtieron en un estándar en la industria.

La compañía DeLaval una de las pioneras en la innovación del Smart Farming (agricultura inteligente) en asociación con National Instruments desarrollaron un sistema de producción para puntos de ordeño automatizados utilizando labview y sus herramientas informáticas.

El Centro Experimental de Tunshi perteneciente a la ESPOCH, que surgió en el año de 1997 cuenta con un sistema de extracción de leche como único referente tecnológico en sus instalaciones, sistema que fue implementado por DeLaval en el año 2014, sistema que ha sido de gran ayuda para cumplir con las actividades de producción lechera y así poder generar recursos económicos.

En dicho centro experimental se ha notado que los procesos de vital importancia para la producción de leche se realizan de forma manual, como la dosificación del alimento y el acceso del ganado a sus sitios de ordeño, tal que el operario encargado debe medir y suministrar manualmente el alimento localizado en sacos, para luego llevarlo a la zona de ordeño y alimentación; y otro operario es el encargado de abrir y cerrar las puertas de acceso del ganado

hacia la zona de ordeño; provocando que dichos procesos manuales ocasionen pérdidas económicas por desperdicios en la alimentación y tiempos muertos generados al abrir y cerrar puertas manualmente, Además de requerir un sistema de medición de la producción de leche que genere reportes diarios o mensuales.

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1. ¿Cómo mejoraría con la implementación del sistema automatizado la eficiencia y el rendimiento de la Planta lechera?
2. ¿Es posible controlar la dosificación del alimento y determinar la medición de leche del ganado vacuno?
3. ¿Cómo obtener información a través de los sensores para llevarlos a la base de datos y aplicarlos a los actuadores controlados por PLC?
4. ¿Cómo efectuar el control y monitoreo del proceso de la sala de ordeño desde un computador?

JUSTIFICACIÓN

Justificación teórica

El centro de investigación de Tunshi perteneciente a la ESPOCH, elabora productos derivados de la leche para la obtención de recursos propios y actualmente consta de tecnología implementada solo para el ordeño, dejando como procesos manuales y poco técnicos la alimentación y el acceso del ganado a la sala de ordeño.

La automatización de los procesos manuales en el Centro tiene como partes fundamentales la aplicación de la Neumática, Electrónica, sensores y además de la utilización de herramientas Informáticas.

Con la utilización de la neumática en el trabajo de titulación se pudo lograr un grado de automatización simplificando la utilización de máquinas eléctricas, teniendo movimientos sencillos y a la vez logrando economizar los costos del proyecto y al igual que la energía eléctrica, ya que los sistemas neumáticos utilizan la energía proveniente de un compresor.

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de proceso. Además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina (Prieto, 2007).

La variedad de sensores en el mercado nos permite convertir variaciones del tipo mecánico, magnético, térmico u óptico en señales del tipo eléctrico que serán utilizadas para el control mediante el PLC.

El sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) es una aplicación software que nos permite la supervisión, adquisición de datos y control de procesos industriales, permitiendo la comunicación entre los dispositivos de campo como el PLC y mostrando el estado de estos dispositivos en la pantalla del ordenador.

Con la aplicación e integración de todas las herramientas mencionadas se pudo realizar la automatización de puertas, Dosificación de alimento y medición de leche integrados en un sistema SCADA y así implementar el Sistema automatizado para el proceso de Producción de Leche en el Centro Experimental de Tunshi.

Justificación aplicativa

El sistema automatizado implementado en el Centro de Investigación de Tunshi ESPOCH consta de tres etapas:

Dosificación de alimento para el ganado vacuno, el cual consta de Tolvas equipadas con sensores capacitivos, electroválvulas y cilindros neumáticos, mediante los sensores podemos determinar el nivel de alimento (lleno o vacío) que se encuentra dentro de la tolva y visualizar el estado de los sensores en el software desarrollado (sistema SCADA), y mediante las electroválvulas neumáticas

podremos activar o desactivar el cilindro neumático el cual permite la apertura o cierre de la tolva para lograr la dosificación requerida para la alimentación.

Sistema de puertas automático, en esta etapa contamos con varios sensores localizados de manera estratégica dentro de la sala de ordeño para establecer el momento adecuado que las electroválvulas tengan que ser activadas para abrir o cerrar las puertas de acceso al lugar de ordeño y de alimentación de tal manera que no produzcan ningún tipo de daño al ganado y de igual manera poder controlar dicho sistema desde el software.

Medición de leche, en este proceso ubicamos cámaras con procesamiento de imágenes para obtener el valor de medición de leche producida en el sistema de ordeño existente en el Centro de Tunshi y así poder determinar la cantidad de leche entregada por el ganado para posteriormente enviar esa información al software desarrollado para almacenamiento de dicha información en una base de datos que posteriormente podrá ser utilizada para generar reportes diarios o mensuales de la producción de leche obtenida en la Planta.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar un sistema automatizado para la producción de leche en el centro experimental de Tunshi

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los tipos de controladores lógicos programables (PLC), sensores y actuadores existentes para el ámbito de la Planta de Producción.
- Diseñar un sistema de control automático y monitoreo para el control de tolvas de alimentación, puertas de acceso de ganado y medición de leche.
- Implementar un sistema SCADA para el control y monitorización de los procesos en la sala de ordeño.
- Verificar el óptimo funcionamiento del sistema automático implementado.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Sistema Electrónico

Un sistema electrónico es un grupo de componente conectados entre sí para realizar una función deseada o requerida. Un componente o elemento es generalmente la parte más simple de un sistema electrónico que tiene una función específica y bien definida.

Los sistemas electrónicos reciben, transmiten y almacenan información, brindando diferentes funciones para procesar esta información, como amplificación de señales débiles generalmente tomada desde sensores y transductores, generación de ondas de radio, extracción de información pudiendo ser esta de un proceso industrial, operaciones lógicas, etc. (Bustos, 2008).

1.2. Automatización Industrial

La automatización industrial es la liberación total o parcial del hombre de procesos repetitivos, tediosos o peligrosos, que requieran poco o ningún esfuerzo mental, existiendo dispositivos adecuados que pueden reemplazar la actividad humana de una forma más rápida, con calidad constante y una adecuada planeación en la producción.

La automatización de los procesos industriales se constituye en uno de los objetivos más importantes de una empresa en la incansable tarea de siempre estar en competitividad en un entorno que se vuelve cada vez más cambiante y agresivo con los avances tecnológicos en el área automática (García, 2001).

1.3. Sistemas SCADA

Los sistemas SCADA hacen uso del ordenador y las tecnologías de comunicación para automatizar el monitoreo mejorando su eficacia así como también permitiendo el control de los procesos en la industria proporcionando la información en el momento adecuado para poder tomar decisiones de operación que sean las más oportunas.

Los sistemas SCADA son parte fundamental de la mayor parte de ambientes industriales complejos o muy distanciados, ya que permiten la recolección de información de una forma muy rápida de una gran cantidad de fuentes, esta información es presentada a un operador en una pantalla de una forma muy amigable (Lloret, 2015).

1.4. Lenguajes de programación

Un programa es una secuencia de instrucciones, para realizar tareas específicas. El lenguaje de programación permite el ingreso de un programa de control en la memoria del PLC usando una sintaxis establecida mediante la cual se expresa operaciones matemáticas, aritméticas y lógicas entre otras.

Para la programación del PLC el más usado es el LADDER, en el que se describen los procesos que serán llevados a cabo por la computadora, mediante su compilación se traducen en instrucciones secuenciales.

1.5. Lenguaje Ladder

El lenguaje LADDER, también denominado lenguaje en escalera o diagrama de contactos, es un lenguaje gráfico de programación derivado del lenguaje de relés, que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.

Es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje ya que solo se necesitan conocimientos que posee cualquier técnico eléctrico, para programar un PLC con LADDER, además de conocer las reglas de los circuitos de conmutación, es necesario estar al tanto de cada uno de los elementos que conforman este lenguaje (Daneri, 2008).

1.6. Software LABVIEW

Labview es un lenguaje de programación gráfico que permite diseñar sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control, así también crear interfaces de usuario por medio de una consola interactiva basada en software.

Es un lenguaje que tiene como ventaja permitir una fácil integración con el hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluido la adquisición de imágenes). Su mayor aplicación está en sistemas de medición, como monitoreo y control de procesos industriales (Yang, 2014).

1.7. Software TIA PORTAL V13

El TIA Portal es un sistema de ingeniería de software en la industria, pertenece a Siemens, permite desarrollar sistemas de automatización de manera rápida e intuitiva reduciendo así el tiempo, esfuerzos y la costosa integración de paquetes de software independiente. Facilita la creación del programa que será cargado al PLC para controlar los procesos asignados.

Con TIA Portal v13 es mucho más fácil la etapa de diseño, puesta en marcha, operación y mantenimiento y hasta la actualización de soluciones de automatización, su interfaz es intuitiva y fácil de usar con funciones simples. Datos y proyectos preexistentes pueden integrarse sin esfuerzo (De Ingeniería, 2014).

1.8. Software SOLIDWORKS

SolidWorks es un programa o aplicación sólida totalmente asociativa y muy rica en operaciones para automatización de diseño mecánico, que permite la construcción de modelos paramétricos de piezas y ensamblajes.

Permite la construcción de modelos sólidos en 3D a partir de bocetos simples en 2D y operaciones geométricas de fácil comprensión, tales como salientes, cortes, taladros, nervios, redondeos, chaflanes y ángulos de salida entre otras operaciones (Lombard, 2010).

1.9. Controlador Lógico Programable (PLC)

Se puede definir a un PLC como un equipo electrónico, programable por el usuario capaz de realizar el procesamiento de señales binarias, y que tiene como función el control, en un entorno industrial de máquinas o procesos lógicos que pueden ser o no secuenciales.

Para que el PLC cumpla su función de control es necesario que se lo cargue un programa lógico para que su CPU lo ejecute, permitiendo la lectura de datos, su procesamiento y posterior entrega de resultados, el software para la creación del programa lógico depende de cada PLC, en este caso se utiliza el software TIA Portal.

La lógica de programación del programa a cargar puede ser escrita en lógica escalera (Ladder o lógica de contactos), lista de instrucciones, graficas de funciones secuenciales o cualquiera de los programas IEC.

1.9.1. Funciones del PLC

- Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- Tomar decisiones en base a criterios preprogramados.
- Almacenar datos en la memoria.
- Generar ciclos de tiempo.
- Realizar cálculos matemáticos.
- Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
- Comunicarse con otros sistemas externos.

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores que, solamente, pueden controlar un tipo específico de aparato. Además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina (Prieto, 2007).



Figura 1-1. PLC Siemens S7-1200 CPU1214C

Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10045652>

1.10. Comunicación MODBUS

El Protocolo de Comunicación MODBUS es una estructura de mensajería, ampliamente utilizado para establecer la comunicación maestro-esclavo entre dispositivos inteligentes. Un mensaje MODBUS enviado desde un maestro a un esclavo contiene la dirección del esclavo, el 'comando', los datos y una suma de comprobación (LRC o CRC).

El protocolo Modbus es sólo una estructura de mensajería, es independiente de la capa física subyacente, se lleva a cabo tradicionalmente mediante RS232, RS422, RS485. Los controladores pueden ser configurados para comunicarse en redes Modbus estándar usando cualquiera de los dos modos de transmisión: ASCII o RTU (TDB, 2012).

1.10.1. Modo ASCII

Cuando los controladores están configurados para comunicarse en una red utilizando Modbus ASCII (código estándar para el intercambio de información) de modo, cada byte de ocho bits en un mensaje se envía como dos caracteres ASCII. La principal ventaja de este modo es que permite intervalos de tiempo de hasta un segundo para ocurrir entre caracteres sin causar un error.

1.10.2. Modo RTU

Cuando los controladores están configurados para comunicarse en una red Modbus RTU usando el modo (Unidad Terminal Remota), cada byte de ocho bits en un mensaje contiene dos caracteres hexadecimales de cuatro bits. La principal ventaja de este modo es que su mayor densidad de caracteres permite un mejor rendimiento de los datos de ASCII para la misma velocidad de transmisión. Cada mensaje debe transmitirse en un flujo continuo.

1.11. OPC

Estándar que permite comunicar varias fuentes de datos, sean dispositivos de campo en la industria o bien una base de datos en una habitación de control. Establece una línea entre los proveedores de hardware y los desarrolladores de software. Proporcionando un mecanismo para proporcionar datos desde una fuente de datos y comunicar los datos a cualquier aplicación cliente de una forma estándar. Un vendedor puede desarrollar un servidor muy optimizado y reusable para comunicar las fuentes de datos. Proporcionar el servidor con un interfaz OPC permite a cualquier cliente acceder a sus dispositivos.

Aunque OPC ha sido diseñado en principio para el acceso a datos desde un servidor de red, los interfaces OPC pueden ser usados dentro de una aplicación. En el menor nivel, puede obtener información de los dispositivos físicos como en este caso del PLC e introducirla en un SCADA o DCS, o desde un sistema SCADA o DCS e introducirla en una aplicación (Nuez, 2000).

1.12. Visión Artificial

La visión artificial o también denominada visión por computador es una disciplina científica que combina herramientas de software y hardware para permitir a las "máquinas" ver, recoger información de las imágenes digitales, realizar alguna tarea o entender la escena que están visionando.

En la actualidad las aplicaciones de la visión artificial están muy extendidas y van desde el campo de la industria y el campo de la medicina, hasta sistemas más complejos, que permiten a los robots orientarse en un entorno desconocido, mediante el reconocimiento de patrones de la realidad aumentada, entre otras muchas aplicaciones (Maduell, 2014).

1.13. Cámaras Digitales

Al trabajar con la visión artificial, necesitamos un dispositivo que sea sensible a la luz visible el cual nos permita almacenar las imágenes en formato digital. Es decir, necesitamos una cámara web, una Cámara de vídeo o una capturadora analógica.

Las cámaras web y la mayoría de cámaras de vídeo se pueden conectar directamente a los ordenadores por medio de los puertos USB, y podemos capturar sus fotogramas en tiempo real. Se debe considerar toda una serie de aspectos referentes al entorno en el que se hará la interacción, puesto que la variación en la iluminación, la complejidad de la imagen u otros factores pueden dificultar mucho el proceso de visión artificial.

Pensad que el proceso de "enseñar" a un ordenador a tomar decisiones por medio de la "visión" implica muchas dificultades y, por lo tanto, es muy importante trabajar en entornos en los que la luz y el escenario que se quieran analizar sean cuanto más sencillos y estables mejor (Maduell, 2014).



Figura 2-1. Cámara Genius

Fuente: <http://www.logitech.com/es-es/webcam-communications/webcams>

1.14. Sensores

Los sensores son dispositivos diseñados para captar variaciones de tipo mecánico, magnético, térmico, óptico o químico y convertirlas en señales del tipo eléctrico para su posterior procesamiento y uso (Creus, 2012).

1.14.1. Sensores PNP y NPN

La diferencia que marca a los sensores PNP Y NPN es su constitución interna ya que el circuito interno de cada uno de este tipo de sensores está diseñado con transistores de tipo PNP y NPN, cambiando así su manera de conexión al controlador a utilizar.

1.14.1.1. Sensores Capacitivos

Los sensores capacitivos de proximidad se encargan de la detección de materiales ya sean estos metales o no metales a una distancia específica de cada tipo de sensor sin necesidad de contacto, dotados de un circuito RC que se ajusta a un punto crítico y entra a un punto de oscilación cuando se acerca a un material sólido (Creus, 2012).

Existen dos tipos de sensores capacitivos de proximidad rasantes y no rasantes que básicamente se diferencian en el rango de inicio de detección del material. En la **Figura 3-1** tenemos un sensor de tipo no rasante utilizado en la medición de nivel de las tolvas de alimentación.



Figura 3-1. Sensor capacitivo

Fuente: <https://www.lojacasadosreles.com.br/imagen/index/4844491/M/c18.jpg>

1.14.1.2. Sensor fotoeléctrico difuso

El sensor fotoeléctrico difuso posee el transmisor y el receptor en la misma carcasa, este sensor emite un haz de luz hacia un objeto de medición que actúa como reflector y volviendo cierta cantidad de luz hacia el sensor y activándolo cuando se alcanza un valor umbral.

En la **figura 4-1** se puede apreciar un sensor fotoeléctrico de un rango de medición de máximo de 40 cm utilizado para la detección del ganado en la sala de ordeño.



Figura 4-1. Sensor Fotoeléctrico difuso
Fuente: www.directindustry.es

1.14.1.3. Final de carrera

Los elementos conocidos como finales de carrera son dispositivos constituidos de partes mecánicas los cuales permiten el paso de energía eléctrica a través de sus contactos en el momento que el dispositivo cierra por fuerzas externas sus contactos permitiendo el flujo de energía eléctrica.

1.15. Fuente DC

Una fuente de voltaje DC está encargada de transformar energía eléctrica alterna en continua para la utilización en circuitos eléctricos de bajo consumo en el caso nuestro será una fuente DC de 24 Voltios y 4 Amperios, la fuente de alimentación DC servirá para la alimentación de sensores,

luces piloto y activación de electroválvulas, Además de disponer de una fuente DC propia del PLC para elementos extras.

La **Figura 5-1** muestra la fuente de alimentación MIWI utilizada en el tablero de control.



Figura 5-1. Fuente de Alimentación MIWI 24V

Fuente: https://mec-s1-p.mlstatic.com/527301-MEC20313964872_062015-C.jpg

1.16. Neumática

Con la incorporación de la neumática se ha conseguido simplificar maquinas haciendo más sencillos los movimientos a la vez q se ha logrado cierto grado de automatización de forma sencilla y económica, Al igual que la energía eléctrica, la energía neumática suele encontrarse fácilmente disponible. Ya que cualquier taller o industria posee un compresor (Serrano, 2009).

En la Figura 6-1 se muestran los componentes que formar un circuito neumático que en su mayoría serán utilizados para nuestro proyecto ya que cada uno de ellos cumple una función específica e importante.

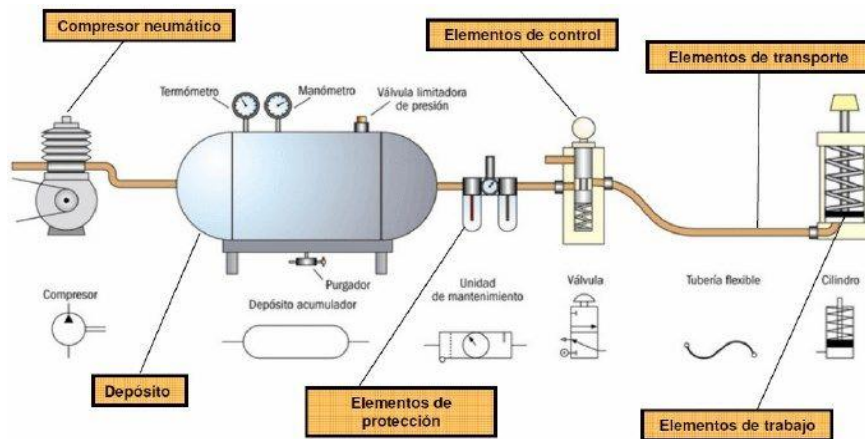


Figura 6-1. Circuito Neumático

Fuente: http://www.areatecnologia.com/NEUMATICA_archivos/circuito-neumatico.jpg

1.16.1. Electroválvulas

Las electroválvulas son dispositivos electrónicos y mecánicos, diseñados para poder controlar el paso de fluidos ya sea el aire, vapor entre otros por una tubería, este paso puede ser controlado mediante la utilización de una bobina solenoide, generalmente con dos posiciones principales de abierto y cerrado (Serrano, 2009).



Figura 7-1. Electroválvula Monoestable 5/2 EMC

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Las electroválvulas utilizadas son las Electroválvulas 5/2 Monoestables, las cuales constan de un solenoide en un extremo y un muelle en el otro extremo, al alimentar el solenoide en este caso con 24 VDC la válvula cambiara de posición, y una vez que se deja de alimentar la válvula regresara a su posición de reposo o su posición normal.

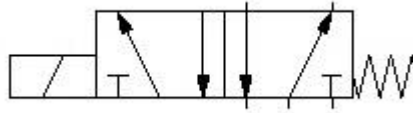


Figura 8-1. Símbolo Electroválvula Monoestable 5/2
Fuente: <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es>

1.16.2. Aire Comprimido

En las aplicaciones industriales, los componentes que utilizan fluidos a presión van tomando una gran preponderancia y su aceptación se universaliza cada vez más a medida que se van desarrollando nuevas aplicaciones. Es por esta razón que el aire comprimido se ha convertido en la segunda fuente de energía utilizada en la industria, después de la energía eléctrica.

La utilización del aire comprimido se debe por su velocidad y su rapidez de respuesta de trabajo. Su acción no es tan rápida como la eléctrica, pero si es notablemente más rápida que la hidráulica. Por otra parte podemos pensar que la energía neumática tiene como materia prima el aire atmosférico el cual se puede tomar en la cantidad necesaria, totalmente gratuito, para comprimirlo y transformarlo como fuente de energía (Cardona, 2016).

1.16.3. Compresor de aire

El propósito principal y básico de un compresor es el de suministrar gas o aire a una presión requerida para la aplicación industrial, como la aplicación principal del compresor es de transmitir potencia hacia las herramientas neumáticas (Serrano, 2009).



Figura 9-1. Compresor de aire
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

1.16.4. Unidad de mantenimiento neumático

La unidad de mantenimiento se encarga de 3 funciones principales en el circuito neumático, Filtra el aire comprimido, Regula la presión proveniente del compresor y finalmente lubrica el aire comprimido que se utilizara en los diferentes equipos neumáticos para evitar el desgaste prematuro de las piezas móviles.



Figura 10-1. Unidad de Mantenimiento Neumático
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

1.16.5. Cilindros neumáticos

Los cilindros neumáticos también conocidos como actuadores neumáticos se encargan de realizar movimientos ya sean estos lineales o rotativos para cumplir con una función específica, estos son controlados mediante válvulas direccionales (Serrano, 2009).

1.16.5.1. Tipos de cilindros

Cilindros de simple efecto

El cilindro de simple efecto sólo puede realizar trabajo en un único sentido, es decir, el desplazamiento del émbolo por la presión del aire comprimido tiene lugar en un solo sentido, pues el retorno a su posición inicial se realiza por medio de un muelle recuperador que lleva el cilindro incorporado o bien mediante la acción de fuerzas exteriores.

En la práctica existen varios tipos. Los más empleados son los cilindros de émbolo. El movimiento, de trabajo es efectuado por el aire a presión que obliga a desplazarse al embolo comprimiendo el muelle y, al desaparecer la presión, el muelle hace que regrese a su primitiva posición de reposo (Galeón, 2016).

Cilindros de doble efecto

Los cilindros doble efecto significa que tanto el movimiento de salida como el de entrada son debidos al aire comprimido, es decir, el aire comprimido ejerce su acción en las dos cámaras del cilindro, de esta forma puede realizar trabajo en los dos sentidos del movimiento.

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los cilindros de simple efecto; incluso si no es necesario ejercer una fuerza en los dos sentidos, el cilindro de doble efecto es preferible al cilindro de simple efecto con muelle de retorno incorporado (Galeón, 2016).



Figura 11-1. Cilindros Neumáticos EMC

Fuente: <http://emc-ecuador.com/wp-content/uploads/2013/12/20120715224407-300x297.jpg>

1.17. Breaker

El breaker es un dispositivo eléctrico de protección, debido a que su función principal es la de evitar que los dispositivos eléctricos y electrónicos en una instalación ya sea industrial o domiciliaria sufran una sobrecarga producidas por fallas externas.

Este tipo de dispositivos se rigen bajo normas técnicas para su instalación debido a que se tiene que establecer la intensidad eléctrica a la que los dispositivos a proteger van a ser expuestos, En la **Figura 12-1** se muestra un breaker de marca Schneider Utilizado para la protección eléctrica de circuitos.



Figura 12-1. Breaker Schneider

Fuente: <http://www.schneider-electric.com/en/product-image/222889-idpn>

1.18. Fusible

El fusible es dispositivo utilizado para proteger dispositivos eléctricos y electrónicos. Este dispositivo permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido (Electrónica Unicrom, 2015).

En nuestro caso se utilizó un fusible con encapsulado de vidrio y su respectivo porta fusible para un mejor ensamblado de nuestro tablero de control.

1.19. Luces Piloto

Las luces piloto localizadas en el tablero de control simbolizan el estado del proceso de control es decir, nos muestran mediante señales lumínicas si el proceso se encuentra ejecutándose con normalidad (luz verde) o si existe algún paro por fallas en el proceso (luz roja).

En la **Figura 13-1** se muestran luces piloto utilizadas en el tablero de control de una alimentación de 24 VDC.



Figura 13-1. Luces Piloto

Fuente: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61fmO6gGDfL._SY355_.jpg

1.20. Control Automático

El control automático desempeña un papel importante vital en el avance de la ingeniería y la ciencia, convirtiéndose en una parte importante e integral en los sistemas que requieran el control de temperatura, presión, humedad, flujo etc.

“El control moderno se basa en el análisis del dominio temporal de los sistemas de ecuaciones diferenciales, simplificando el diseño de los sistemas de control porque se basa en un modelo del sistema real que se requiere controlar” (Ogata, 2010, p.1).

Para entender más a fondo la teoría del control se necesita definir términos utilizados en el área.

Planta: Se puede definir a la planta como un equipo o un conjunto de elementos de una máquina que funcionan juntos para realizar una operación

Proceso: En el área de control automático se puede definir al proceso como cualquier operación artificial o voluntaria que conducirá a un resultado o propósito.

Sistema: Se define al sistema como como una combinación de componentes que actuarán juntos para lograr un objetivo determinado.

Perturbación: Las perturbaciones pueden ser cualquier señal externa o interna que puede afectar negativamente al valor de la salida de un sistema.

1.20.1. Sistema de control de lazo abierto

“Se denominan sistemas de control de lazo abierto a los sistemas cuya salida no tiene efecto sobre la acción de control es decir; la salida no se mide para compararla con la entrada de referencia” (Ogata, 2010, p.8).

1.20.2. Sistema de control de lazo cerrado

“Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en donde el controlador se alimenta con la señal de error de actuación que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación, con el fin de reducir el error y llevar al sistema a la salida deseada” (Ogata, 2010, p.7).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Procesos a controlar

El proceso de diseño e implementación del sistema automatizado para el proceso de producción de leche en el centro experimental de Tunshi, consta de un sistema de control general en donde existen 3 subsistemas independientes pero secuenciales los cuales serán monitoreados y controlados mediante una aplicación desarrollada en labview.

- Sistema de control de puertas en la estación de ordeño.
- Sistema de dosificación de alimento.
- Sistema de medición de leche producida.

2.2. Sistema de control general

El tipo de control utilizado en nuestro sistema general será un tipo de control de lazo abierto, ya que la señal de salida de nuestro sistema no influirá en las acciones para proceso de control de nuestro sistema, y teniendo en cuenta que las señales de los sensores sirven para control directo de los actuadores.

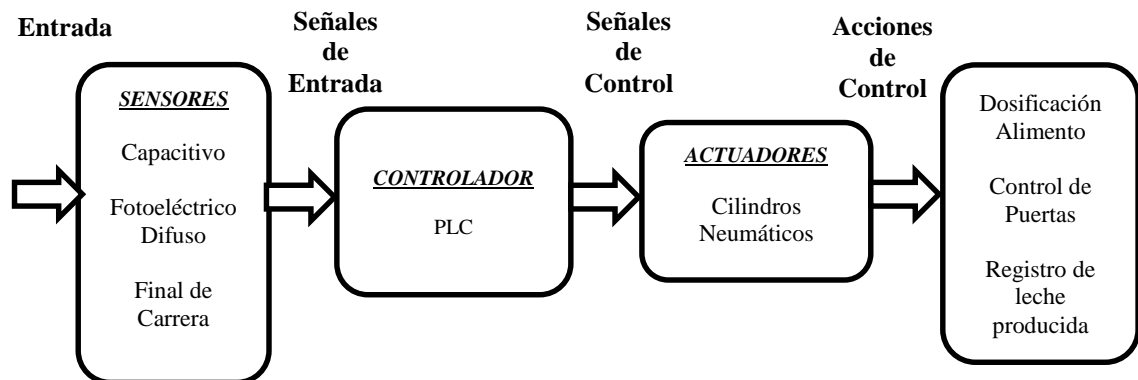


Figura 1-2. Sistema de Control de lazo abierto
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.2.1. *Etapas de control*

En la **Figura 2.2** se puede observar las etapas secuenciales pertenecientes al sistema automatizado.

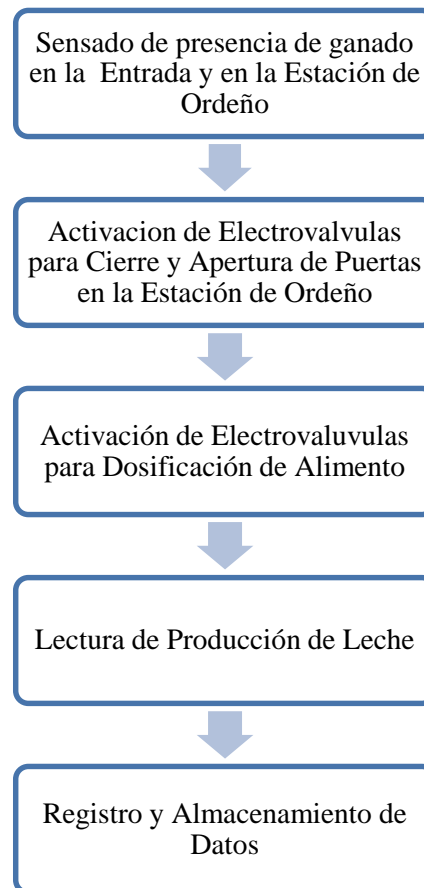


Figura 2-2. Etapas del sistema

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Las etapas de control mostradas en la **Figura 2-2** que forman parte del sistema automático se detallan a continuación:

En la primera etapa se procederá con la utilización de sensores localizados en la entrada y en la estación de la sala de ordeño que nos permitirán conocer si existe presencia de ganado para el ordeño, permitiendo dar paso a la segunda etapa en donde con la activación de electroválvulas por parte del PLC se permitirá dar movimiento a los cilindros neumáticos localizados en las puertas en la estación de ordeño logrando abrir y cerrar las puertas en dicho lugar.

La tercera etapa consta de la tolva equipada con sensores capacitivos, electroválvulas y cilindros neumáticos, mediante los sensores podremos determinar el nivel de alimento, mediante las

electroválvulas neumáticas podremos activaremos el cilindro neumático el cual permite la apertura o cierre de la tolva para lograr la dosificación requerida para la alimentación.

Con la cuarta etapa del proceso de medición, las cámaras mediante Labview nos permitirán la medición de leche extraída por el sistema de ordeño ya existente en el Centro de Tunshi y así poder determinar la cantidad de leche entregada por el ganado.

Posteriormente en la última y quinta etapa la información registrada por todo el sistema será almacenada en una base de datos y podrá ser utilizada para generar reportes diarios o mensuales de la producción de leche obtenida en la Planta.

2.3. Sistema de control de puertas

2.3.1. Tecnología Neumática

Debido a las varias ventajas en la automatización que presentan los sistemas neumáticos con respecto a los actuadores eléctricos como los motores, se decidió optar por este tipo de tecnología.

Entre los factores más importantes para la utilización de la neumática en el trabajo de titulación tenemos:

- Sencillez en los sistemas de mando
- Facilidad en movimientos mecánicos
- Costos de los actuadores neumáticos, más bajo con respecto a actuadores eléctricos.
- Reducción de ruido producido con respecto a actuadores eléctricos.

2.3.2. Consumo de aire

Para tener un correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos es necesario determinar el consumo de aire que se requiere para mantener una presión constante en los actuadores neumáticos presentes el sistema.

Los cilindros neumáticos utilizados en el sistema de dosificación fueron seleccionados en base a la estructura mecánica de las tolvas de alimentación teniendo estas una apertura de 10 cm para la caída del material, establecido este parámetro se utilizó cilindros de 10 cm de recorrido lineal EMC 20X100 y con las siguientes características:

Tabla 1-2: Información Técnica del cilindro EMC

Carrera	100 mm
Diámetro del cilindro	25 mm
Presión de trabajo	1-9 Bar
Tipo	Doble Efecto

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En cuanto a los cilindros de control de puertas estos se eligieron de acuerdo a las necesidades de apertura, permitiendo no más de 20 cm de recorrido lineal siendo este el valor máximo de apertura y el mínimo de cierre de puertas, teniendo así cilindros neumáticos de 20 cm de recorrido lineal y teniendo las siguientes características:

Tabla 2-2: Información Técnica del cilindro de 20 cm

Carrera	200 mm
Diámetro del cilindro	50 mm
Presión de trabajo	1-9 Bar
Tipo	Doble Efecto

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Para determinar el consumo de aire de los cilindros neumáticos es necesario aplicar las siguientes fórmulas en base a la relación de compresión del área del pistón y de la carrera.

La relación de compresión está dada por:

$$r_c = \frac{P_{trabajo} + P_{atmosferica}}{P_{atmosferica}} \quad \text{Ecuación 2-1. Relación de compresión}$$

Teniendo en cuenta datos para el diseño:

- Los elementos neumáticos deben trabajar con una presión (normalizada) de 6 bar=87 psi.
- Los compresores utilizados para sistemas neumáticos dan una presión de utilización de 8 bar = 115 psi.

- Determinando una presión atmosférica en nuestro país de 0.72 Bar en la región sierra.

$$rc = \frac{6 + 0.72}{0.72} = 9.33 \text{ Bar}$$

Podemos establecer el caudal volumétrico m³/s para cilindros doble efecto mediante:

$$Q = \left(\frac{C * \pi * D^2}{4} + \frac{C * ((D^2 - d^2) * \pi)}{4} \right) * n * rc \quad \text{Ecuación 2-2. Caudal para cilindros doble efecto}$$

En donde:

Q = Caudal Volumétrico

C = carrera en m

D = diámetro del cilindro

n = número de ciclos de trabajo por segundo

rc = relación de compresión

d = diámetro del vástago

El número de ciclos de trabajo es 1 por minuto convirtiéndolos a segundo n = 1 ciclo/min = 0.02 ciclo/seg.

Cálculo de caudal para cilindros de dosificación:

$$Q_{dosificacion} = \left(\frac{0.10 * \pi * 0.025^2}{4} + \frac{0.10 * ((0.025^2 - 0.009^2) * \pi)}{4} \right) * 0.02 * 9.33$$

$$Q_{dosificacion} = 0.00001713 \frac{m^3}{s}$$

Encontrado el valor de un cilindro podemos establecer el caudal de los 2 cilindros de dosificación.

$$Q_{dosificacion} = 0.00001713 \frac{m^3}{s} * 2 = 0.0000342 \frac{m^3}{s}$$

Cálculo de caudal para cilindros de control de puertas:

$$Q_{puertas} = \left(\frac{0.20 * \pi * 0.050^2}{4} + \frac{0.20 * ((0.050^2 - 0.015^2) * \pi)}{4} \right) * 0.02 * 9.33$$

$$Q_{puertas} = 0.00014 \frac{m^3}{s}$$

Encontrado el valor de un cilindro podemos establecer el caudal de los 4 cilindros de control de puertas, y encontrar el caudal volumétrico final del sistema.

$$Q_{puertas} = 0.00014 \frac{m^3}{s} * 4 = 0.00056 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{total} = Q_{puertas} + Q_{dosificacion} = 0.0005942 \frac{m^3}{s}$$

Como podemos determinar nuestro consumo de aire va a ser $0.0005942 \frac{m^3}{s}$ o $35.65 \frac{l}{min}$.

Además establecemos un 5% de pérdidas permisibles del sistema neumático.

$$Q_{consumo} = Q_{total} + Q_{perdidas} = 35.65 + 1.7825 = 37.43 \frac{l}{min}$$

Teniendo habitualmente la medida en cfm para determinar el compresor a utilizar que es de 1.32 cfm ($\frac{ft^3}{min}$).

2.3.3. *Sistemas neumáticos*

Los sistemas neumáticos y todos los elementos que los conforman representan una parte fundamental para el funcionamiento de los sistemas de dosificación y sistema de puertas, nuestro sistema neumático principal está formado por los siguientes elementos:

- El generador de aire comprimido (compresor): Es el dispositivo encargado de comprimir el aire de la atmosfera hasta alcanzar una presión necesaria de trabajo, en nuestro caso el compresor genera 125 psi, potencia de 2 Hp A 110 V; siendo la presión necesaria para la aplicación.
- Mangueras y conductos: Encargadas de transportar el aire comprimido hacia los distintos dispositivos de los sistemas neumáticos, se utilizó manguera de 8x5mm.
- Elementos de control: Los elementos de control del sistema neumático está regido por las válvulas monoestables 5/2 que permiten el paso o cierre de aire hacia los actuadores mediante señales de control provenientes del PLC.

- Actuadores: Dispositivos encargados de generar distintos tipos de movimientos mecánicos, se utilizaron dos tipos de cilindros neumáticos dependiendo de su aplicación en el trabajo.

Cilindro Neumático EMC 20X100 (Sistema Neumático de Dosificación)

Cilindro Neumático 20x200 (Sistema Neumático de Puertas).

A continuación se muestra el subsistema neumático para el control de puertas, teniendo en cuenta que los dos sistemas neumáticos comparten unidades generales como el generador de aire (compresor), unidad de mantenimiento y el sistema de mangueras neumáticas.

2.3.3.1. *Sistema neumático de puertas*

Los diagramas mostrados de los sistemas neumáticos fueron desarrollados en el programa FluidSIM Neumática V 4.2 especializado en la simulación de este tipo de sistemas.

El sistema neumático de apertura y cierre de puerta consta de los siguientes elementos:

- Compresor BP
- Unidad de mantenimiento (Filtro Regulador Lubricador)
- 2 Válvulas monoestables 5/2 activación por relé 24 V
- 4 Cilindros neumáticos de 20 cm de recorrido

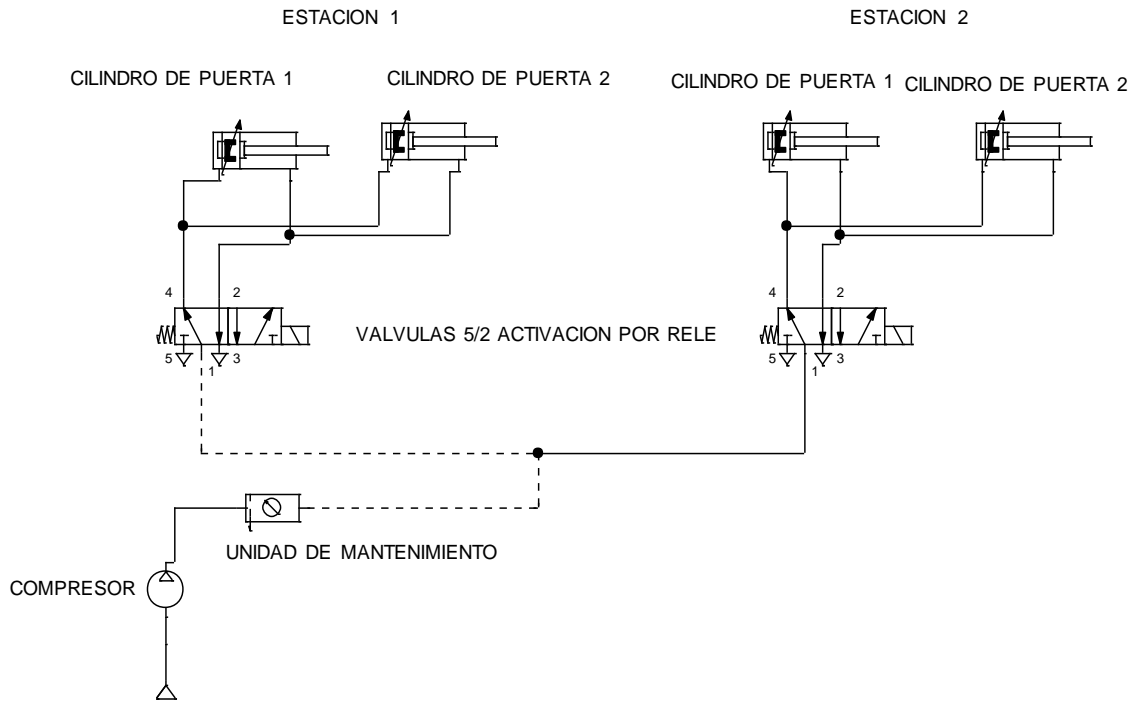


Figura 3-2. Diagrama neumático del sistema de puertas
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la primera etapa del sistema de control de puertas se encuentra el compresor, el cual está encargado de la captación de aire e integrarlo a un acumulador, Todo este proceso se lo realiza un motor para efectuar el proceso de compresión.

La segunda etapa del sistema neumático la realiza la unidad de mantenimiento, que consta de un filtro, un regulador de presión y un lubricador. Debiendo este dispositivo generar las condiciones óptimas de operación de todo el sistema neumático como eliminar impurezas del aire, regulación y lubricación para protección de partes mecánicas del sistema.

2.4. Sistema de dosificación de alimento

2.4.1. Tolvas de dosificación

Las tolvas como elementos de depósito y canalización de materiales granulados o pulverizados se los construye con varios materiales principalmente en acero inoxidable, el tamaño y la forma de la tolva principalmente dependen del tipo de elemento a almacenar y la cantidad.

Por motivos de implementación y de reducido espacio en las estaciones de ordeño se procedió con el diseño de las tolvas con medidas estructurales adecuadas para su posterior construcción

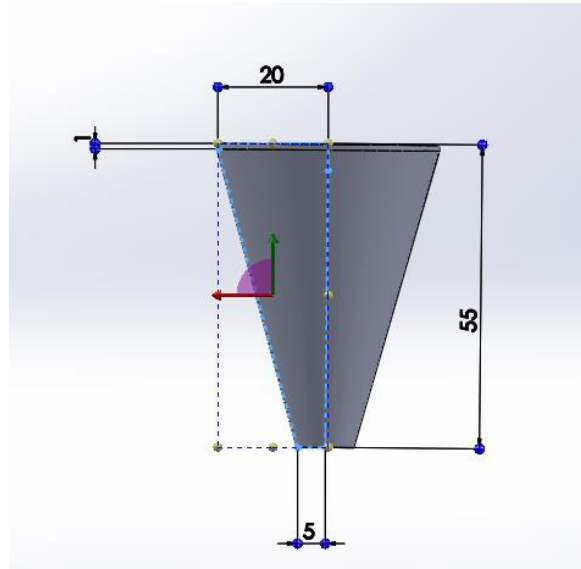


Figura 4-2. Diseño de Tolvas
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.4.1.1. Especificaciones de la tolva

En nuestro caso se necesita dos tolvas, una en cada una estación de ordeño, el elemento a ser almacenado para su dosificación es el balanceado con una densidad de 700 kg/m³ y construido con acero galvanizado debido a que el alimento permanece seco.

Calculamos en volumen total de la tolva más el volumen del área de dosificación.

$$V_{tolva} = \frac{1}{3} * \pi * h(R^2 + r^2 + Rr) \quad \text{Ecuación 2-3. Volumen del área de la tolva}$$

V_{tolva} = Volumen de la Tolva

h= altura

R=radio mayor

r= radio menor

$$V_{tolva} = \frac{1}{3} * \pi * 0.55(0.20^2 + 0.05^2 + 0.20 * 0.05)$$

$$V_{tolva} = 0.030238 \text{ m}^3$$

También se considera el área de dosificación **Figura 5-2** en donde se aloja alimento este tiene una forma cilíndrica y en su parte inferior se localiza la parte mecánica para la dosificación.

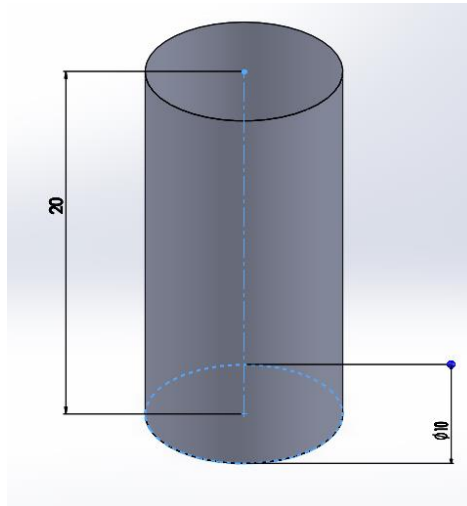


Figura 5-2. Área de dosificación
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

$$V_{dosificador} = \pi * r^2 * h \quad \text{Ecuación 2-4. Volumen del área de dosificación}$$

$V_{dosificador}$ = Volumen del Dosificador

r= radio

h=altura

$$V_{dosificador} = \pi * 0.05^2 * 0.2$$

$$V_{dosificar} = 0.001571 \text{ m}^3$$

Calculamos el volumen total del sistema de dosificación.

$$V_{total} = V_{tolva} + V_{dosificador}$$

$$V_{total} = 0.03181 \text{ m}^3$$

Determinamos la cantidad de alimento que contendrá todo el sistema de dosificación.

$$m = V_{total} * d$$

Ecuación 2-5. Cantidad de masa

Vtotal = Volumen de la Tolva

m= masa

d= densidad del alimento (700 kg/m³)

$$m = 0.03181 \text{ m}^3 * 700 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 22.26 \text{ kg (Cada Tolva)}$$

El sistema completo de alimentación **Figura 6-2** de dos tolvas, podrá dosificar 44.52 kg que son 45 kg aproximadamente sin la recarga de alimento por parte de los trabajadores reduciendo así el esfuerzo y tiempo utilizado en esta actividad además de reducir en un alto porcentaje los desperdicios generados.

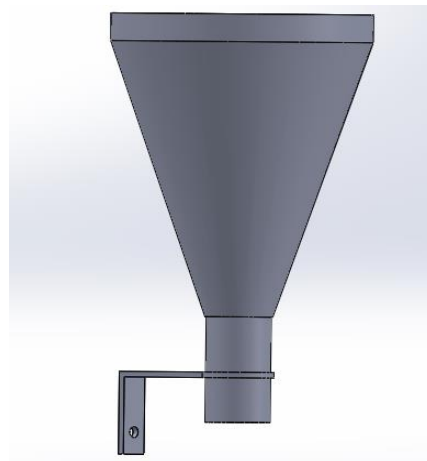


Figura 6-2. Diseño Final de la Tolva
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la **Tabla 3-2** se describen las características finales del diseño de la tolva los cuales fueron utilizadas para su construcción que se puede observar en la **Figura 7-2**.

Tabla 3-2: Características finales de la tolva

CARACTERISTICAS	
Volumen	0.03181 m ³
Capacidad	22 Kg aprox. de balanceado
Material	Lámina de acero galvanizado

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016



Figura 7-2. Construcción Final de la Tolva
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.4.1.2. Sistema neumático de dosificación

El sistema neumático de dosificación de alimento consta de los siguientes elementos:

- Compresor BP
- Unidad de mantenimiento (Filtro Regulador Lubricador)
- 2 Válvulas monoestables 5/2 activación por relé 24 V
- 2 Cilindros neumáticos de 10 cm de recorrido.

El sistema neumático de dosificación se encuentra integrado por el compresor, el cual está encargado de la captación de aire e integrarlo a un acumulador, Todo este proceso se lo realiza un motor para efectuar el proceso de compresión.

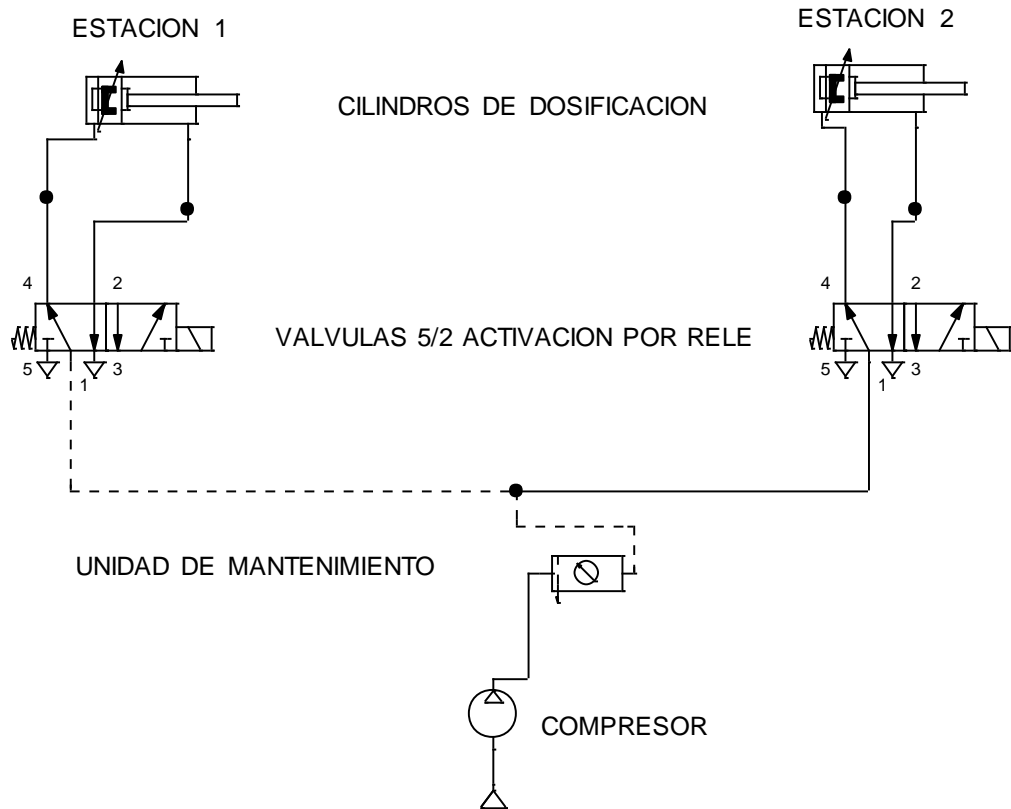


Figura 8-2. Diagrama neumático del sistema de dosificación

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

La segunda etapa del sistema neumático la realiza la unidad de mantenimiento, que consta de un filtro, un regulador de presión y un lubricador. Debiendo este dispositivo generar las condiciones óptimas de operación de todo el sistema neumático como eliminar impurezas del aire, regulación y lubricación para protección de partes mecánicas del sistema.

Los elementos de control del sistema neumático se encontraran controlados por señales digitales enviadas desde el PLC de 24 VDC hacia las electroválvulas que se encargaran de permitir el paso del aire para generar en movimiento mecánico de los cilindros neumáticos.

2.5. Sensores utilizados

Los sensores utilizados son de dos tipos NPN y PNP, es por eso que se han utilizado conversores de señal para obtener un mismo tipo de señal a la entrada del PLC para evitar problemas en la programación y evitar daños a los dispositivos electrónicos. Se detalla la funcionalidad de cada tipo de sensor y su funcionalidad dentro del sistema.

2.5.1. *Sensores capacitivos*

Para la detección de la cantidad de alimentos en las dos tolvas se utilizaron sensores capacitivos que por sus características de poder detectar materiales no metálicos a una distancia corta de 4 mm se optó por la utilización de estos sensores, en cada tolva se localiza un sensor en la parte inferior para poder determinar el momento en que la tolva se encuentra con una cantidad mínima de alimento.

En la **Figura 3-1** se ilustra los sensores capacitivos utilizados y sus características.

2.5.2. *Sensor fotoeléctrico difuso*

Para la detección del ganado dentro de la sala de ordeño se utilizó sensores fotoeléctricos marca F&C modelo DR18-S40N del tipo difuso ilustrado en la **Figura 4-1**, es decir que no necesitan un segundo dispositivo para la detección; debido a eso y a su funcionalidad con capacidad de detección media es uno de los más aptos para este tipo de aplicación además de ser diseñado para interiores.

De acuerdo a las características presentes en el **Anexo 1** de datos técnicos podemos determinar parámetros exactos de funcionamiento, además una de las ventajas de este sensor es que se puede calibrar el rango de medición pudiendo adaptarlo al sitio donde va a realizar la detección.

2.6. Elementos neumáticos utilizados

2.6.1. *Compresor de aire*

Debido a las características de distintos tipos de compresor y requerimientos de aire para el sistema neumático se tiene que establecer varios criterios para la selección de compresor además se consideran características técnicas de funcionamiento neumático como la presión de trabajo de nuestros elementos, el volumen de aire que puede manejar el compresor entre otras.

En general, se establecen características básicas para fijar correctamente la capacidad del compresor como:

- Estimar el total de consumo de todos los dispositivos que emplean aire en nuestro caso se determinó un valor de 1.32 cfm.
- Determinar la presión más elevada que requieran estos elementos que es 8 Bar.
- Revisar los ciclos de trabajo y determinar los factores de carga de los elementos. numero de maniobras por hora.

Los compresores de aire se miden en unidades de energía llamados caballos de fuerza HP, variando esta característica de acuerdo a su aplicación en el ámbito industrial y a la cantidad de aire que maneja.

Con base en las consideraciones anteriores el compresor seleccionado es de marca BP ilustrado en la **Figura 9-1**; Dicho compresor cumple con características técnicas y de funcionamiento que son óptimas para el funcionamiento del sistema neumático teniendo en la **Tabla 4-2** sus características, además de tener disponibilidad en el mercado nacional.

Tabla 4-2: Información Técnica del compresor BP

DATOS TÉCNICOS	
Modelo	CB-25D
Motor	2 HP
Capacidad del tanque	25 Litros
Cfm	8.2
Presión máxima	115 PSI-8 Bar

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.6.2. *Electroválvulas neumáticas utilizadas*

La electroválvula necesita una señal que de origen a la conmutación de naturaleza eléctrica en este caso proveniente del PLC, la cual excita al solenoide y que mediante acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil permitiendo o no el paso del flujo de aire.

Como se mencionó anteriormente los cilindros de doble efecto de nuestro sistema neumático estarán controlados por electroválvulas 5/2 de 5 vías y 2 posiciones, accionamiento mediante relé

de 24 VDC y regreso por muelle, como podemos ver en el **Anexo C** la marca EMC nos presenta varias opciones que fueron determinantes para la utilización de dichas electroválvulas.

En la **Figura 7-1** se puede observar el tipo de electroválvula utilizada mientras que en la **Tabla 5-2** observamos las características de las electroválvula 5/2.

Tabla 5-2: Datos técnicos de Electroválvulas

DATOS TÉCNICOS	
MODELO	V5221-08
TIPO	2 posiciones, 5 vías
ACCIONAMIENTO	Piloto interno
PRESION DE TRABAJO	0.15 – 0.8 MPa
CONSUMO	4.8 W
NORMA	ISO9000

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.6.3. *Accesorios neumáticos*

Los Accesorios Neumáticos mantienen su función de conectar las diferentes partes para transferir la energía de presión o para reducir el ruido desde el sistema neumático, de manera que los sistemas pueden trabajar sin problemas y sin ruido.

2.6.3.1. *Silenciadores*

Debido al funcionamiento de las válvulas en estas se montaron silenciadores neumáticos ilustrados en la **Figura 9-2**, los cuales tienen la función de amortiguar el ruido proveniente del escape del aire comprimido de la válvula y asegurar una disminución reducida del caudal de aire.



Figura 9-2. Silenciador de bronce

Fuente: <http://express.i-pt.com.mx/assets/images/numatics/P1MN.jpg>

Para una debida instalación de las 4 electroválvulas se utilizó una base neumática para electroválvulas 5/2, en la **Figura 10-2** se puede ilustrar la instalación de las electroválvulas en la base, además para tener una caída de presión limitada las mangueras deberán tener una longitud no mayor de 3-5 metros desde la electroválvula.

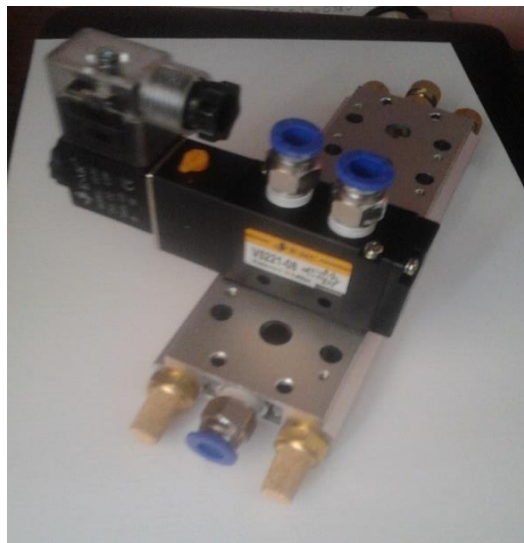


Figura 10-2. Base de electroválvulas neumáticas

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.6.3.2. *Manguera Neumática*

En el caso de mangueras neumáticas necesitamos una presión de trabajo de hasta 8 Bar la cual es la presión máxima de trabajo de las electroválvulas y el compresor de aire, tenemos como referencia la tabla siguiente para la selección de la manguera neumática.

Tabla 6-2: Datos Técnicos de Mangueras Neumáticas

DIÁMETRO EXTERIOR	MATERIAL DE LA MANGUERA	PESO EN GR/MT	GRADO DE FLEXIBILIDAD - RADIO DE CURVATURA EN mm	PRESIONES A 20°C EN bar	
				ROTURA	TRABAJO
4	RILSAN	10	20	133	44
	POLIURETANO	11	20	67	22
	NYLON	11	25	167	56
	POLIETILENO	9	✓ 18	63	21
6	RILSAN	16	35	80	27
	POLIURETANO	19	✓ 30	40	13
	NYLON	18	45	100	33
	POLIETILENO	14	30	38	13
8	RILSAN	23	40	57	19
	POLIURETANO	26	✓ 38	29	10
	NYLON	25	65	71	24
	POLIETILENO	20	40	27	9
10	RILSAN	30	60	44	15
	POLIURETANO	33	✓ 50	22	7
	NYLON	32	80	56	19
	POLIETILENO	26	60	21	7

Fuente: <http://www.neumaticar.com>

Como podemos determinar la manguera de diámetro exterior de 10 mm de poliuretano no cumple con los requisitos mínimos de presión de trabajo, teniendo así la manguera de 8 mm de diámetro exterior que se adapta a la presión de trabajo requerida por los cilindros y siendo de poliuretano más económica en el mercado.

2.6.3.3. Racores

Los racores rápidos o automáticos mostrados en la **Figura 11-2** tienen fácil utilización a la hora de conectar y desconectar mangueras, su larga vida útil y bajo precio facilitan la conexión entre válvulas y cilindros neumáticos del sistema, teniendo como diámetro de la conexión del racor de 8 mm.

Se utilizaron 2 tipos racores de acuerdo al conector y su función:

Electroválvulas: racores ¼ de diámetro rosca y conector para manguera de 5x8 mm.

Cilindros Neumáticos: racores de 1/8 de diámetro de rosca y conector para manguera de 5x8 mm.



Figura 11-2. Racor Rápido o Automático

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.6.4. Estación de Ordeño

Cada estación de ordeño cuenta con dos puertas que son accionadas manualmente por un operario el cual tiene que realizar el esfuerzo físico para lograr abrirla ocurriendo así en una pérdida de tiempo y de recursos como se puede visualizar en la **figura 12-2** este es el estado de dichas estaciones de ordeño.



Figura 12-2. Puertas de estación de ordeño

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En el software SolidWorks 2014 se realizó el diseño y ensamblaje de componentes pertenecientes a la estación de ordeño junto con las tolvas de alimentación con el objetivo de tener una visualización estructural y una referencia de la ubicación de dispositivos, equipos y estructuras metálicas necesarias; dicho diseño se ilustra en la siguiente Figura:

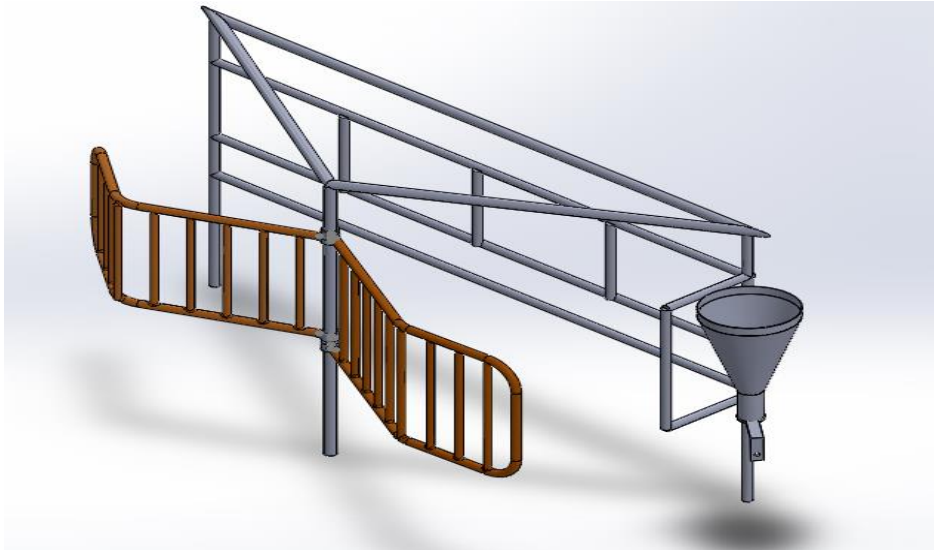


Figura 13-2. Diseño 3D de la estación de Ordeño
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.7. Selección de controlador

Para establecer el controlador a ser utilizado se necesita realizar un análisis de entradas, salidas y características del controlador, en la **Tabla 7-2** se registran todas las entradas a ser utilizadas en el proyecto y en la **Tabla 8-2** se muestran las salidas para establecer un controlador que satisfaga las necesidades del trabajo.

Tabla 7-2: Requerimiento de entradas al controlador

No	DESCRIPCIÓN	TIPO	CANTIDAD
1	Sensor fotoeléctrico difuso	Digital	3
2	Sensor Capacitivo	Digital	2
3	Pulsadores	Digital	2
4	Selector	Digital	1
5	Finales de carrera	Digital	2
		TOTAL	10

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Mediante la descripción y la enumeración en la **Tabla 7-2** de las entradas requeridas para el controlador establecemos que el PLC debería tener al menos 10 entradas digitales.

Tabla 8-2: Requerimiento de salidas del controlador

No	DESCRIPCIÓN	TIPO	CANTIDAD
1	Luces Piloto	Digital	2
2	Electroválvulas	Digital	4
		TOTAL	6

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Con la **Tabla 8-2** de requerimientos de salidas establecemos que nuestro controlador deberá tener como mínimo un total de 6 salidas digitales, además de poder tener la tecnología necesaria para poder realizar un control desde el programa Labview.

Con los requerimientos de entradas y salidas establecidos, además se requiere de especificaciones para el lugar donde trabajara el controlador como fuente de alimentación de 110v, cable de programación tipo Ethernet para facilidad de conexión y monitoreo del estado de las variables en tiempo real.

En la **Figura 14-2** se muestra información acerca de varios modelos de PLC para los cuales se hizo el análisis correspondiente con respecto a los requerimientos previamente establecidos.

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos			
• Fase simple	3	4	6
• Fase en cuadratura	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz
		1 a 30 kHz	3 a 30 kHz
	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz
		1 a 20 kHz	3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

Figura 14-2. Características de PLCs Siemens

Fuente: es.slideshare.net

Para este caso y cumpliendo con todos los requerimientos y características necesarios se ha determinado utilizar el PLC SIEMENS S7 1200 1214C.

2.7.1. Conexión de entradas y salidas al controlador

El PLC SIEMENS S7 1200 1214C cuenta con 14 entradas digitales, 2 entradas analógicas y 10 salidas digitales de las cuales solo se han utilizado del tipo digital, dejando 2 entradas analógicas para posteriores expansiones del proyecto.

Las entradas digitales hacia el PLC provenientes de los sensores fotoeléctricos necesitan ser adecuados ya que estos son de tipo NPN y las demás entradas de sensores son PNP teniendo así que lograr un estándar de entradas hacia PNP, esto lo logramos mediante conversores de señal NPN a PNP ilustrados en las **Figura 15-2** para no tener posteriores fallas en la programación del PLC, al tener un solo puerto común en el PLC SIEMENS S2-1200.

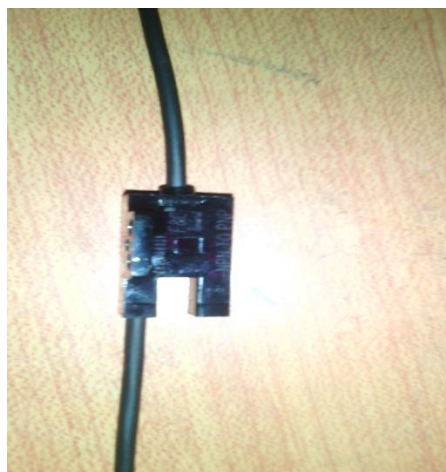


Figura 15-2. Conversores de señal NPN a PNP
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Establecidas las señales de utilización en el PLC podemos determinar las entradas y salidas físicas del PLC que se utilizaran en la **Tabla 9-2** se detallan cada de una las entradas a dicho dispositivo.

Tabla 9-2: Descripción de entradas hacia el PLC

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	TIPO	ENTRADAS AL PLC
Marcha	Botón verde	Bool	%I0.0
Paro	Botón rojo	Bool	%I0.1
Modo	Selector de 2 posiciones	Bool	%I0.2
sensor entrada	Sensor fotoeléctrico	Bool	%I0.3
sensor presencia estación 1	Sensor fotoeléctrico	Bool	%I0.4
final de carrera 1	Sensor capacitivo	Bool	%I0.5
sensor tolva 1 vacía	Sensor capacitivo	Bool	%I0.6
sensor presencia estación 2	Sensor fotoeléctrico	Bool	%I0.7
final de carrera 2	Sensor capacitivo	Bool	%I1.0
sensor tolva 2 vacía	Sensor capacitivo	Bool	%I1.1

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la **Tabla 10-2** se describen las conexiones a las salidas físicas establecidas en el PLC para los dispositivos en su mayoría de actuadores.

Tabla 10-2: Descripción de salidas hacia el PLC

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	TIPO	SALIDAS AL PLC
luz inicio sistema	Luz piloto Verde	Bool	%Q0.0
luz paro sistema	Luz piloto Roja	Bool	%Q0.1
electroválvula puerta estación 1	Electroválvula neumática	Bool	%Q0.2
electroválvula tolva 1	Electroválvula neumática	Bool	%Q0.3
electroválvula puerta estación 2	Electroválvula neumática	Bool	%Q0.4
electroválvula tolva 2	Electroválvula neumática	Bool	%Q0.5

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Con las señales de entradas y salidas descritas en la **Tabla 9-2** y la **Tabla 10-2** se diseñó el diagrama de conexión mostrado en la **Figura 16-2**, donde se puede visualizar dichas conexiones del PLC, las cuales todas las señales de entrada y salida son del tipo digital.

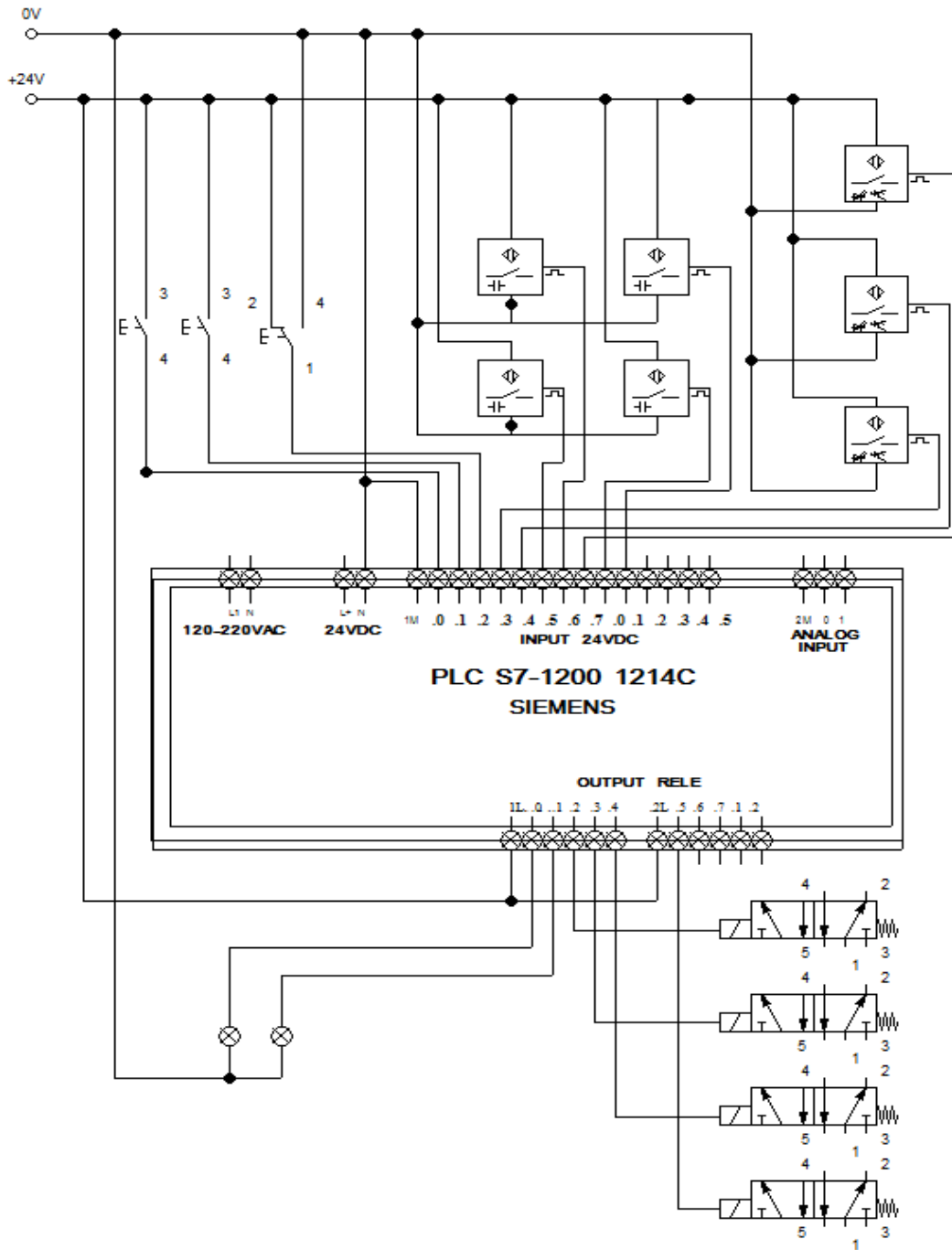
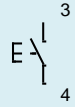
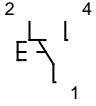
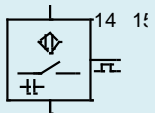
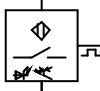
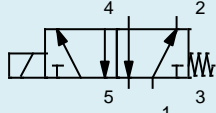

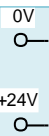


Figura 16-2. Diagrama de Conexiones al PLC
 Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la siguiente tabla se pueden identificar los símbolos utilizados en el diagrama de conexiones del PLC para tener una mejor interpretación de dicho diagrama y poder identificar los dispositivos utilizados.

Tabla 11-2: Símbolos del diagrama de conexiones PLC

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pulsadores de marcha y paro
	Selector de 2 posiciones para modo automático y modo manual.
	Sensores de proximidad capacitivos
	Sensores fotoeléctricos difusos
	Electroválvulas 5/2 activación por Relé de 24V
	Luces piloto indicadoras verde y roja
	Fuente de alimentación externa de 24V

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.8. Selección de fuente externa

En la **Tabla 12-2** podemos observar el censo de todos los dispositivos y sus cargas eléctricas que se generaran en el funcionamiento del proyecto y además que servirán para dimensionar una fuente de alimentación DC externa para dichos elementos.

Tabla 12-2: Consumo Eléctrico de Dispositivos

DISPOSITIVOS			
CANT.	DISPOSITIVO	ALIMENTACIÓN	
		VOLTAJE	AMPERIOS
4	Electroválvulas neumáticas	24 V	800mA
2	Sensores Capacitivos	24 V	600mA
2	Luces Piloto	24 V	200mA
3	Sensores Fotoeléctricos	24 V	600mA
		TOTAL	2200mA

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Los elementos electrónicos que se utilizan son de 24 VDC por eso se optó por seleccionar la fuente de alimentación externa de 24 VDC con un Amperaje de 4.2 Amperios. En la **Figura 5-1** se ilustra la fuente de alimentación utilizada la cual cumple los requerimientos de amperaje del sistema.

Por la facilidad y manejo del voltaje de alimentación se conmutaron la fuente de alimentación propia del PLC y la fuente externa de 24 VDC.

2.9. Tablero de Control

Dentro del gabinete se encuentra el tablero de control en donde está instalado el Controlador Lógico Programable PLC, parte vital en el sistema automático donde se realizó la programación para la interpretación de las señales provenientes de los sensores para luego enviarlas hacia los actuadores.

El gabinete para el tablero de control tiene dimensiones de 60 cm de alto, 40 cm de ancho y 20 cm de profundidad; en la **Tabla 13-2** se muestran todos los dispositivos instalados en el gabinete y su ubicación de acuerdo a las necesidades del sistema.

Tabla 13-2: Dispositivos instalados en el tablero de control

Descripción	Lugar instalado en el Gabinete
PLC	Interior
Fuente de 24 V	Interior
Porta Fusible	Interior
Breaker	Interior
Borneras de Conexión	Interior
Luz piloto verde	Exterior
Luz piloto roja	Exterior
Selector	Exterior
Botón de Inicio	Exterior
Botón de Paro	Exterior

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Para la instalación de todos estos elementos se utilizó cable flexible de color rojo y azul, además de canaletas localizadas en el interior del gabinete y Riel Din para fijar todos los elementos electrónicos en el gabinete.

En la **Figura 17-2** se puede apreciar la instalación de canaletas y rieles para tener una adecuada instalación de todos elementos por todo el tablero de control.



Figura 17-2. Instalación de rieles y canaletas

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la parte exterior del gabinete se instalaron elementos como el selector de modo manual y automático, además de tener la botonera de inicio y paro con sus respectivas luces piloto para indicar el modo en el que se encuentra el sistema de control, En la **Figura 18-2** se puede visualizar la instalación de dichos elementos en el gabinete.



Figura 18-2. Parte frontal del gabinete
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Para la conexión funcional de todos los dispositivos electrónicos y eléctricos en el tablero de control se utilizó cable flexible calibre #18 AWG, el cual es ideal al no tener dispositivos que requieran gran cantidad de corriente, además se colocó de manera adecuada por las canaletas para tener una estructura adecuada en el tablero. En la **Figura 19-2** podemos observar la instalación final de todos los elementos en el interior del gabinete que serán nuestro tablero de control.



Figura 19-2. Tablero de Control
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Además por la necesidad de que las electroválvulas se encuentren a un máximo de 2 metros de distancia de los actuadores neumáticos se necesitó de un gabinete adicional de 20x30 cm que contiene los elementos listados en la **Tabla 14-2** y la instalación de dichos elementos se muestra en la **Figura 20-2**.

Tabla 14-2: Dispositivos instalados en gabinete adicional

CANT.	DISPOSITIVO
4	Electroválvulas neumáticas
1	Unidad Neumática
20	Borneras Din
1	Base Neumática
10	Racores ¼
2	Silenciadores

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016



Figura 20-2. Dispositivos instalados en gabinete adicional
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.10. Programación del PLC

En la **Figura 21-2** se puede observar el diagrama Grafcet en donde se muestran las memorias que serán utilizadas en la programación del PLC en el programa TIA PORTAL V13.

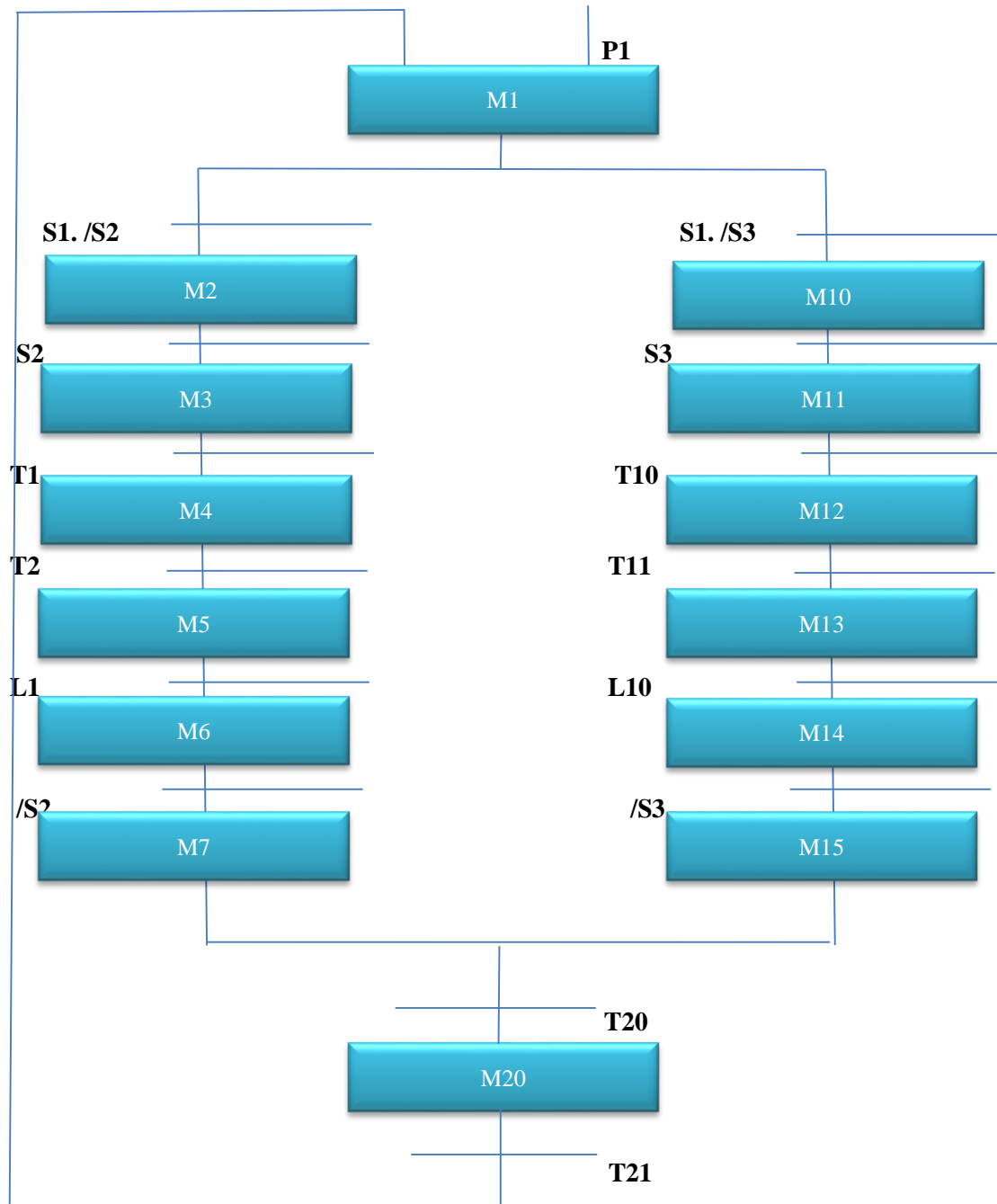


Figura 21-2. Grafcet del proceso

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la programación Grafset se puede observar que las memorias utilizadas van en orden ascendente hasta la memoria M7 debido a posibles cambios que puedan surgir en el sistema a futuro y se deba utilizar más memorias de las establecidas, es por eso que se decidió dejar un rango de memorias sin uso y continuar el proceso con otra numeración.

En dicha programación se ha utilizado una estructura OR la cual nos permitirá realizar cualquiera de las dos operaciones teniendo en cuenta la disponibilidad de la estación de ordeño donde no se encuentre el ganado.

En la **Tabla 15-2** se puede observar todas y cada una de las memorias utilizadas en la programación del PLC y la descripción del uso de las mismas.

Tabla 15-2: Memorias en la programación del PLC

MEMORIA	DESCRIPCIÓN DEL USO
M1	La memoria M1 se encarga de la activación de la luz piloto verde encargada de mostrar que el proceso se encuentra en marcha.
M2	Esta memoria se encarga de la Apertura de la puerta de la estación de ordeño número 1 después de la activación del sensor fotoeléctrico 1.
M3	Después que el sensor fotoeléctrico 2 detecta la posición del ganado dentro de la estación de ordeño, esta memoria se encarga del cierre de la puerta de la estación número 1.
M4	La memoria M4 se encarga de iniciar la dosificación de la estación de ordeño número 1.
M5	Después de un tiempo T2 la memoria M5 termina la dosificación en la estación de ordeño número 1.
M6	Después de que el final de carrera envía una señal hacia el PLC, la memoria M6 se encarga de abrir la puerta de la estación para la salida del ganado.
M7	Al detectar que el ganado está saliendo de la estación de ordeño número 1, la memoria M7 cierra nuevamente la puerta de dicha estación.
M10	Esta memoria se encarga de la Apertura de la puerta de la estación de ordeño número 2 después de la activación del sensor fotoeléctrico 2.
M11	Después que el sensor fotoeléctrico 3 detecta la posición del ganado dentro de la estación de ordeño, esta memoria se encarga del cierre de la puerta de la estación número 2.
M12	La memoria M12 se encarga de iniciar la dosificación de la estación de ordeño número 2.
M13	Después de un tiempo T11 la memoria M13 termina la dosificación en la estación de ordeño número 2.
M14	Después de que el final de carrera envía una señal hacia el PLC, la memoria M14 se encarga de abrir la puerta de la estación para la salida del ganado.
M15	Al detectar que el ganado está saliendo de la estación de ordeño número 2, la memoria M15 cierra nuevamente la puerta de dicha estación.
M20	Después de terminar todos los procesos esta memoria permite el paso hacia un nuevo ciclo de repetición.

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Como se puede observar en la **Tabla 15-2** dichas memorias se utilizan para la activación de los procesos que ya forman parte de todo el sistema automático, pero estas memorias se activan gracias al proceso y a las condiciones previas que se ya se han cumplido y ya se han desarrollado es por eso que en la **Tabla 16-2** se muestra dichas condiciones que se deben cumplir para el cumplimiento del proceso.

Tabla 16-2: Condiciones en la programación Grafcet

CONDICIÓN	DESCRIPCION
S1	Cuando el sensor fotoeléctrico número 1 se encuentra activado
S2	Cuando el sensor fotoeléctrico número 2 se encuentra activado
S3	Cuando el sensor fotoeléctrico número 3 se encuentra activado
T1, T10	Tiempo transcurrido de activación de la dosificación
T2, T11	Tiempo transcurrido para la terminación de la dosificación
P1	Pulsador de marcha activado
/S2	Cuando el sensor fotoeléctrico número 2 se encuentra desactivado
/S3	Cuando el sensor fotoeléctrico número 3 se encuentra desactivado
L1,L10	Señales de activación por final de carrera

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.10.1. Programación en el software TIA PORTAL V13

El software de programación TIA PORTAL V13 es una herramienta muy potente desarrollada por SIEMENS la cual nos permite realizar la configuración, programación, simulación y más prestaciones de procesos del PLC SIEMENS S7-1200 1214C que se utilizará en el desarrollo de nuestro proyecto.

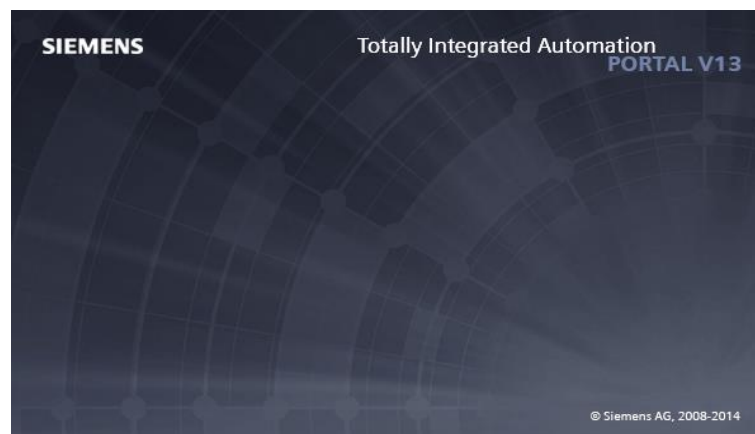


Figura 22-2. Software TIA PORTAL V13

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Entre los requisitos mínimos del sistema para un óptimo funcionamiento de dicho programa se encuentran los siguientes:

Procesador:

Core i5-3320M, 3.3 GHz

RAM 8 GB

Resolución de pantalla 1920 x 1080 px

Sistemas operativos soportados

Windows 7 Home Premium/Professional/Enterprise/Ultimate SP1 (32 Bit)

Windows 7 Home Premium/Professional/Enterprise/Ultimate SP1 (64 Bit)

Windows 8.1 Professional/Enterprise

2.10.1.1. Configuración de TIA PORTAL V13

Para poder iniciar un nuevo proyecto y comenzar a programar nuestro PLC, primero debemos realizar las configuraciones necesarias y establecidas que permitirán que nuestro PLC sea reconocido por nuestro computador.

En la **Figura 23-2** se muestra la pantalla de creación de un nuevo proyecto en donde se establecer configuraciones de nuestro proyecto como nombre, ruta de almacenamiento, autor entre otros parámetros básicos.

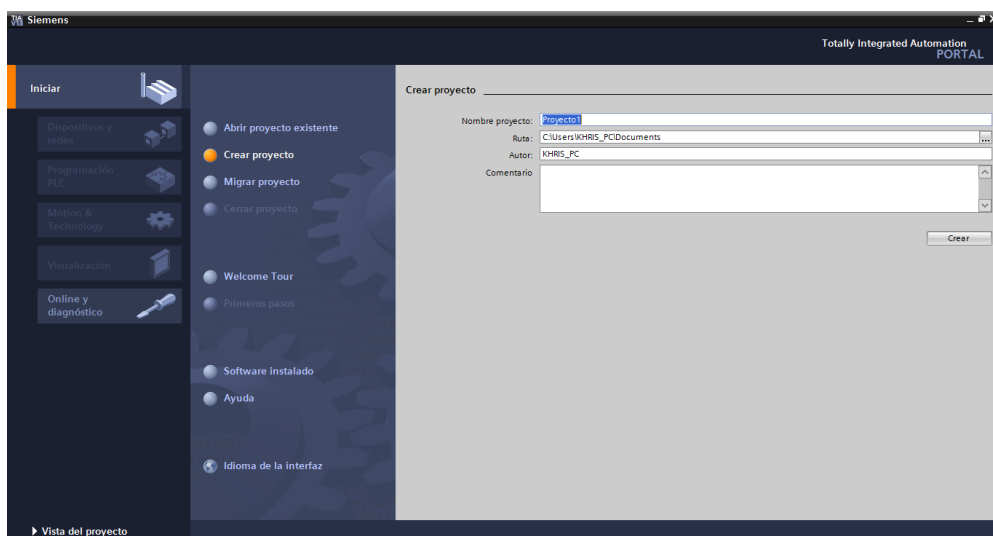


Figura 23-2. Proyecto nuevo en TIA PORTAL V13
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Para iniciar con la programación del dispositivo tenemos que determinar en nuestro proyecto el PLC será programado y posteriormente configurado, en la **Figura 24-2** se muestra la pantalla de selección del PLC S7-1200 1214C y mostrándonos toda la información referente a nuestro PLC.

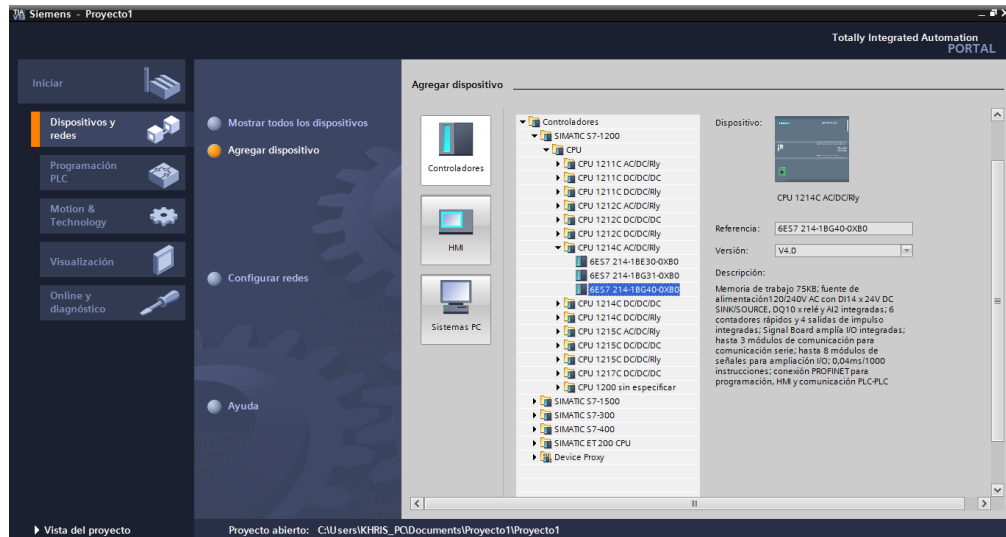


Figura 24-2. Selección del PLC, TIA PORTAL V13

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Ya establecidos dichos parámetros y configurado nuestro PLC podemos proceder a la programación, primero introducimos todas las variables a utilizar ya sean estas entradas, salidas y memorias que se utilizaran en nuestro programa principal en la tabla de variables estándar.

Totally Integrated Automation Portal					
PROGRAMA_PLC / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa					
Main [OB1]					
Main Propiedades					
General					
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	automática		
Información					
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	TESIS
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
Main					
Nombre		Tipo de datos		Valor predet.	
▼ Input					
Initial_Call		Bool			
Remanence		Bool			
Temp					
Constant					
Segmento 1:					
Segmento 2:					

Figura 25-2. Programación Ladder Parte 1
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

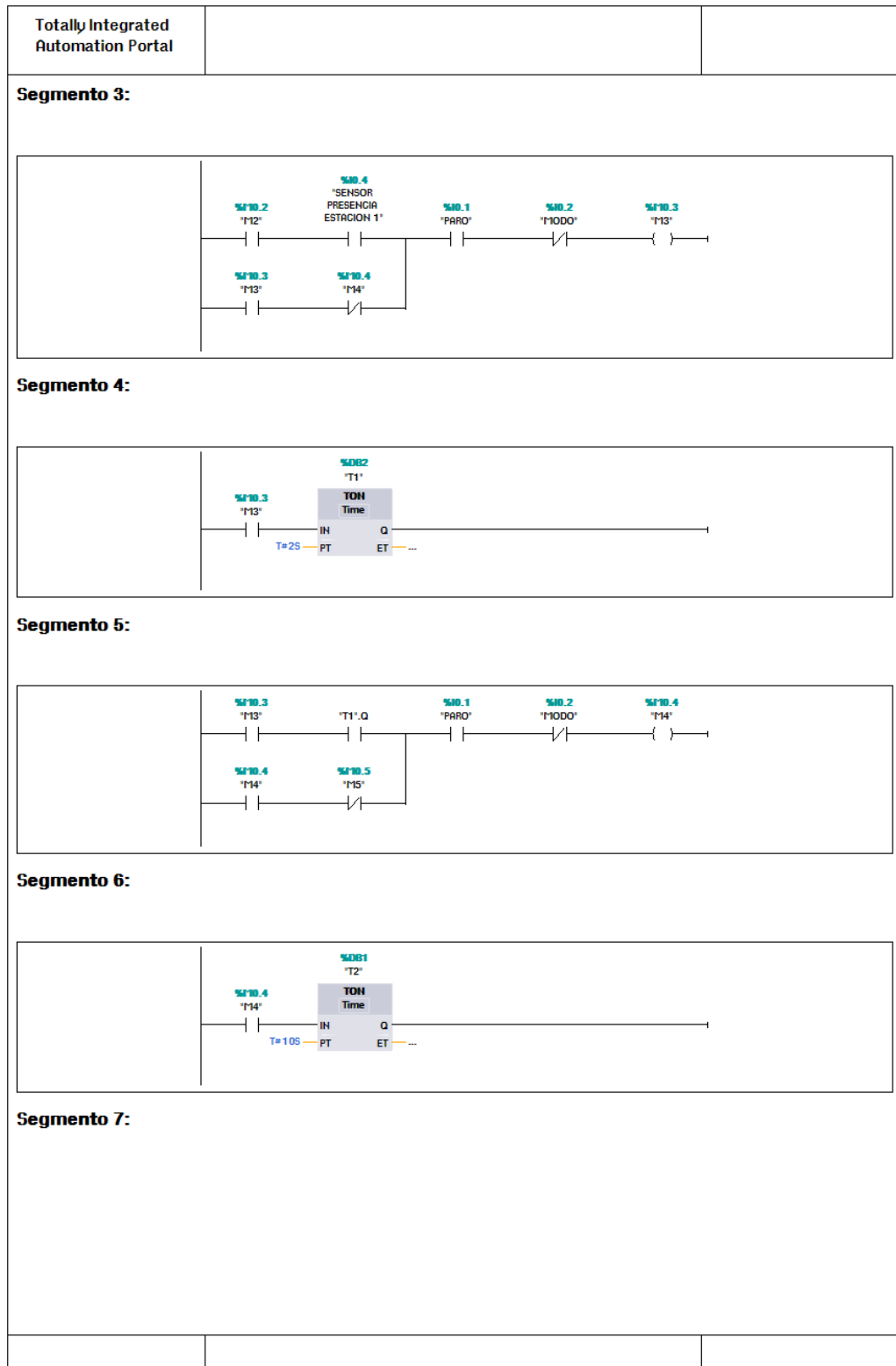


Figura 25-2. Programación Ladder Parte 2
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

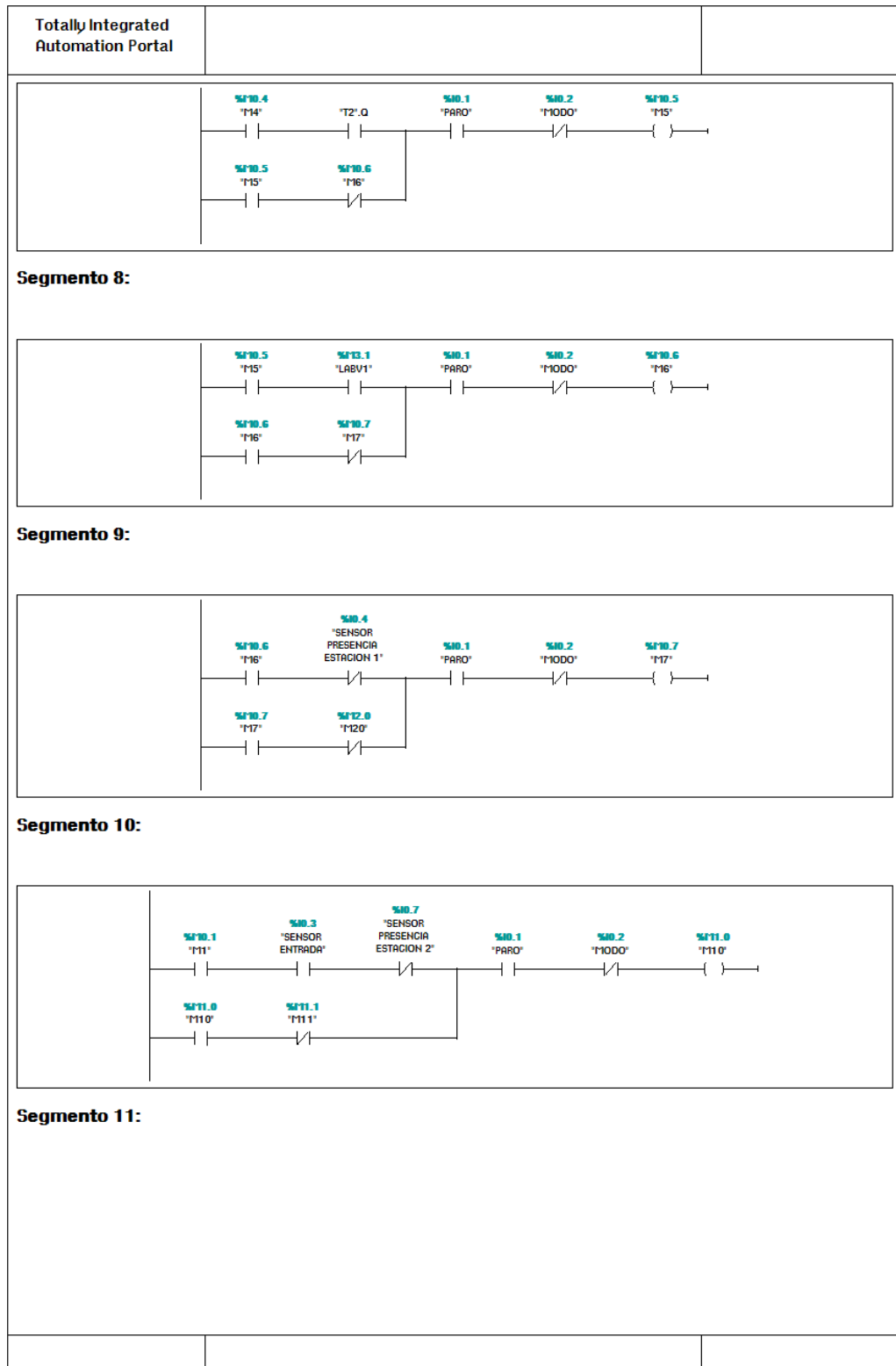


Figura 25-2. Programación Ladder Parte 3
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

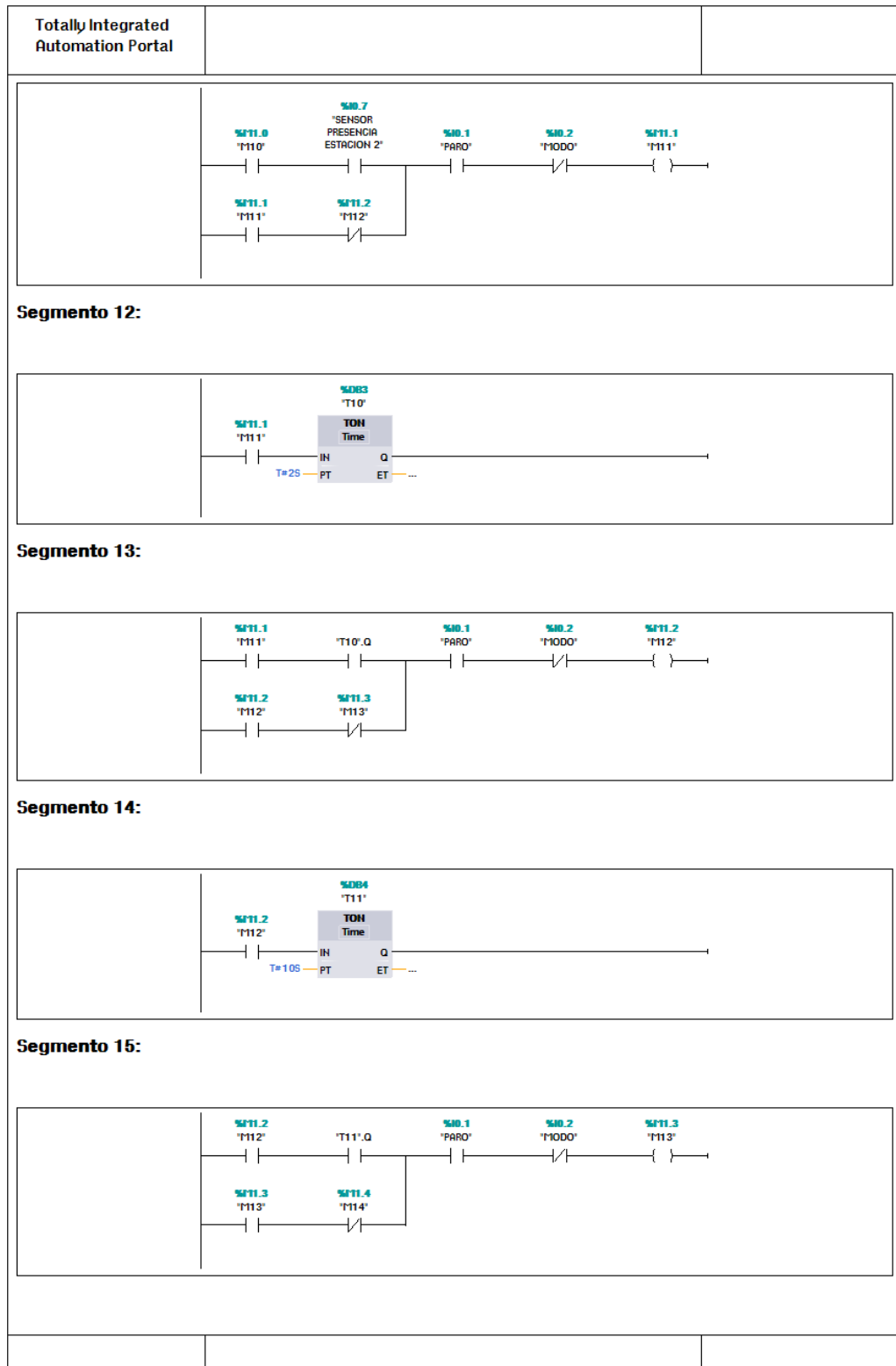


Figura 25-2. Programación Ladder Parte 4
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

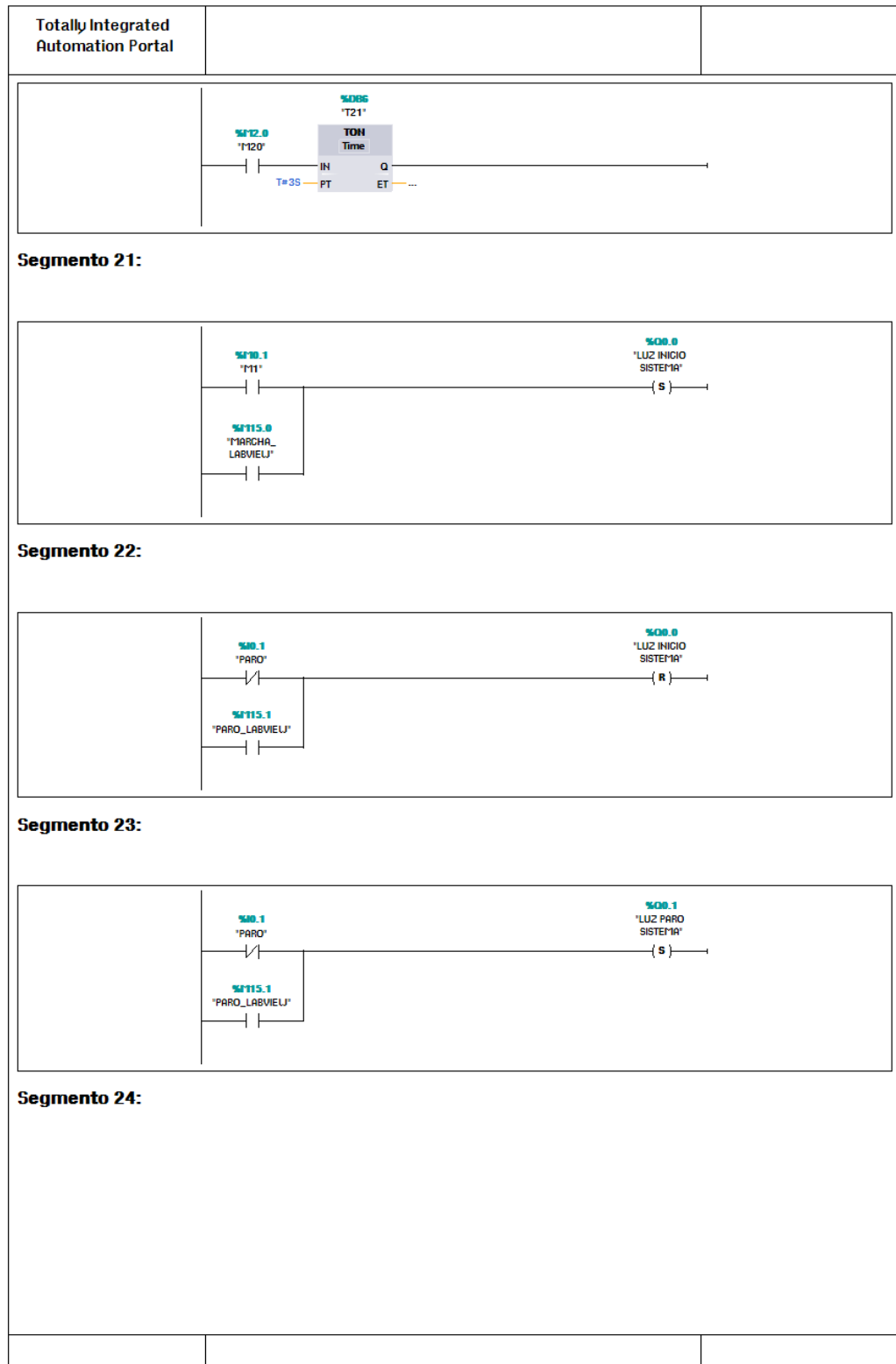


Figura 25-2. Programación Ladder Parte 6
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

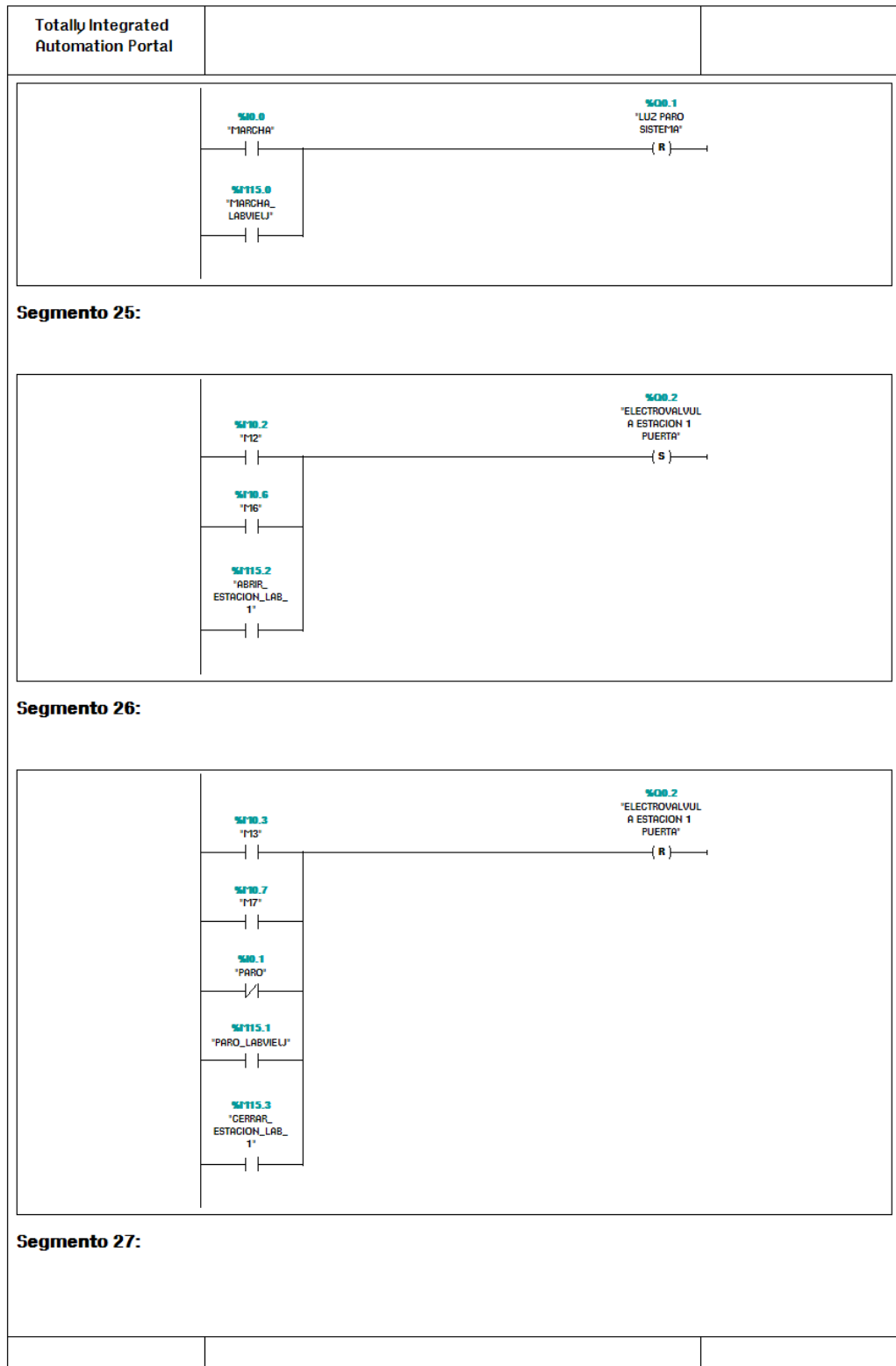


Figura 25-2. Programación Ladder Parte 7

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

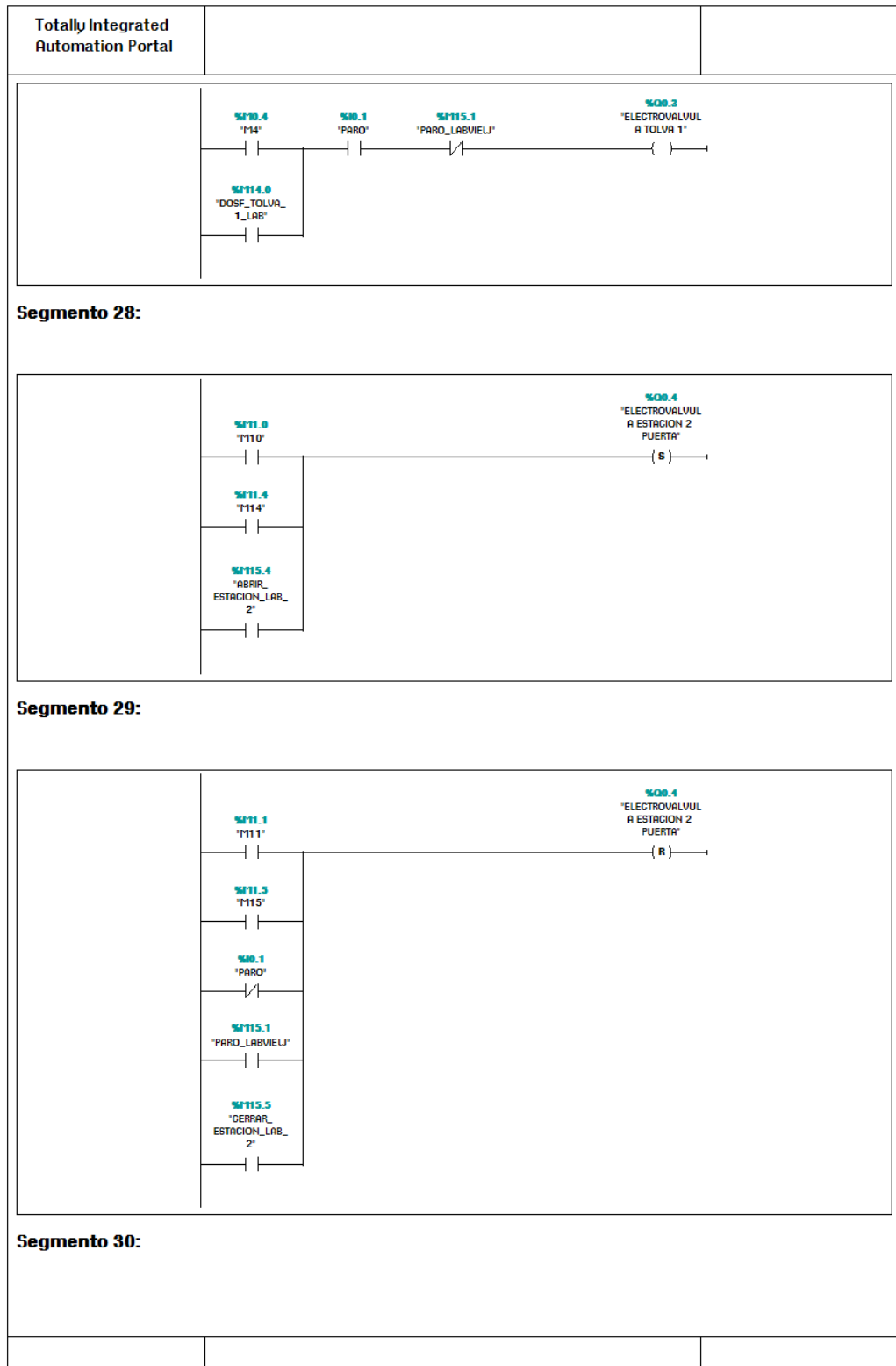


Figura 25-2. Programación Ladder Parte 8
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

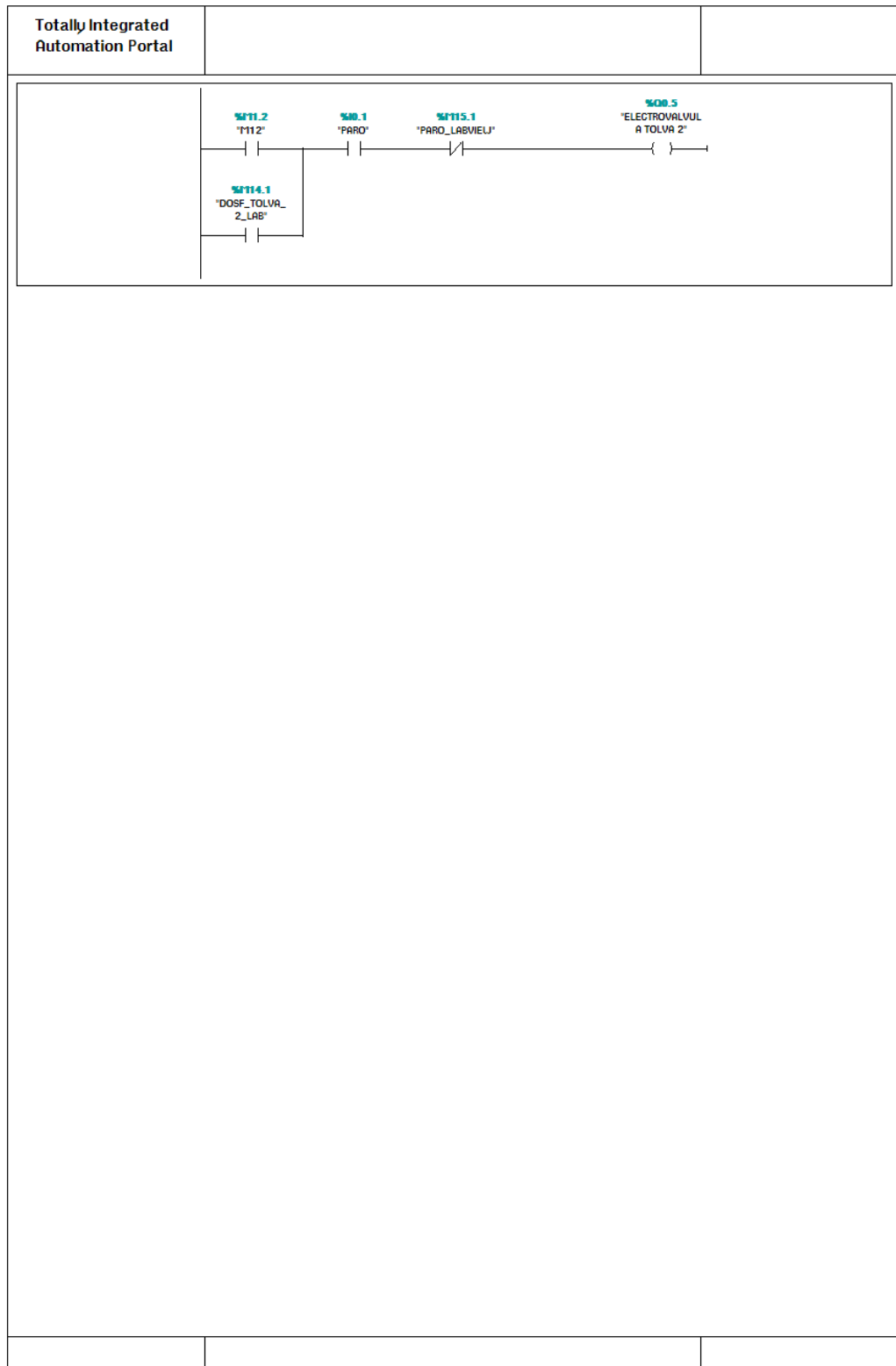


Figura 25-2. Programación Ladder Parte 9
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.10.2. Comunicación LABVIEW con PLC SIEMENS S7-1200

Para establecer una comunicación entre labview y otros dispositivos que no pertenezcan al mismo fabricante se necesita establecer un intermediario, es por eso que un servidor OPC se encarga de servir como interfaz de comunicación, en una lado se encuentran las fuentes de datos como PLCs, DCSs, Módulos, controladores etc. y por el otro los clientes OPC como sistemas SCADAs, HMIs o aplicaciones varias, generando una comunicación bidireccional.

2.10.2.1. Servidor OPC

En la **Figura 26-2** se ilustra el funcionamiento del servidor OPC, en donde partiremos de nuestro hardware que será compuesto por sensores y actuadores cuya información será adquirida por el PLC para luego pasar por el servidor OPC que sirve de interfaz de comunicación entre el PLC y la aplicación desarrollada en Labview, sin cuyo uso no podría establecerse una comunicación al ser dispositivos y fabricantes de distintas marcas.

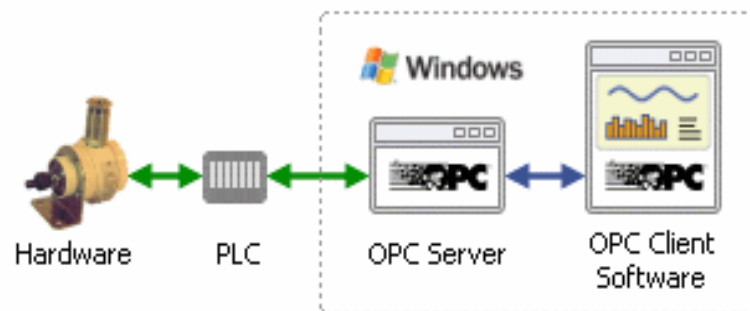


Figura 26-2. Comunicación del Servidor OPC
Fuente: www.opcdatahub.com

A continuación se determinan los pasos para lograr la configuración correcta de un servidor OPC en nuestro caso será utilizado el NI OPC SERVER 2012 el cual es parte de la National Instruments logrando así tener una confiabilidad de conexión bidireccional entre LABVIEW 2012 y el PLC SIEMENS S7-1200 1214C.

2.10.2.2. Configuración de NI OPC SERVER 2012

1. Agregamos un nuevo canal y establecemos el nombre de dicho canal.

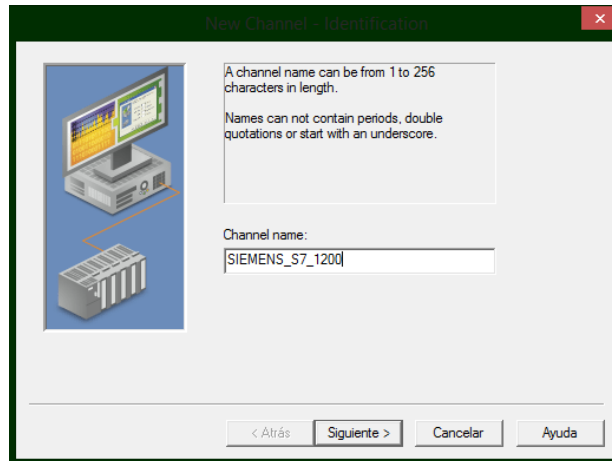


Figura 27-2. Configuración de NI OPC SERVER
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2. Establecemos el tipo de comunicación de nuestro PLC

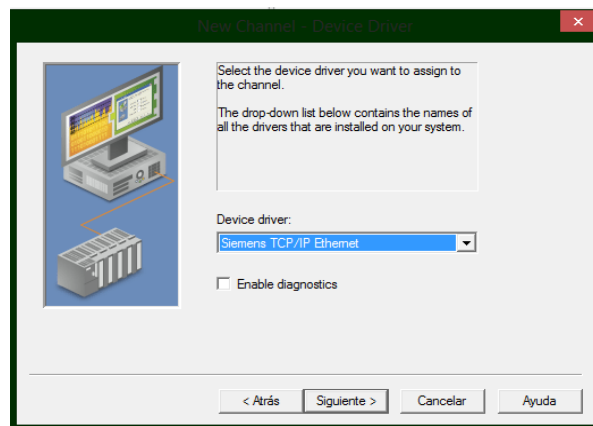


Figura 28-2. Comunicación NI OPC SERVER
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

3. Establecemos parámetros adicionales como tarjeta de Red y podemos observar cómo se añade nuestro canal de comunicación a nuestro Servidor OPC.

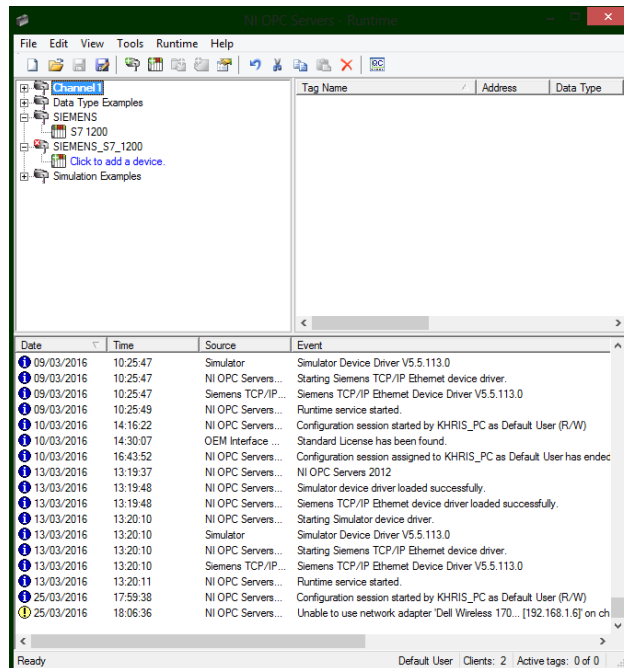


Figura 29-2. Estado del Servidor NI OPC SERVER
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Una vez establecido nuestro canal para una comunicación del servidor OPC podemos añadir nuestras direcciones de memoria para la comunicación llamadas tags las cuales servirán para mostrar un valor ya sea booleano, numérico, alfanumérico, tiempo etc. Siempre y cuando este se encuentre con la dirección de memoria a la que hace referencia en el programa de TIA PORTAL V13.

Como podemos observar en la **Figura 30-2** el ingreso de tags en el servidor OPC se lo realiza de manera sencilla teniendo siempre que elegir adecuadamente los valores de memoria y el tipo de variable a la cual pertenece.

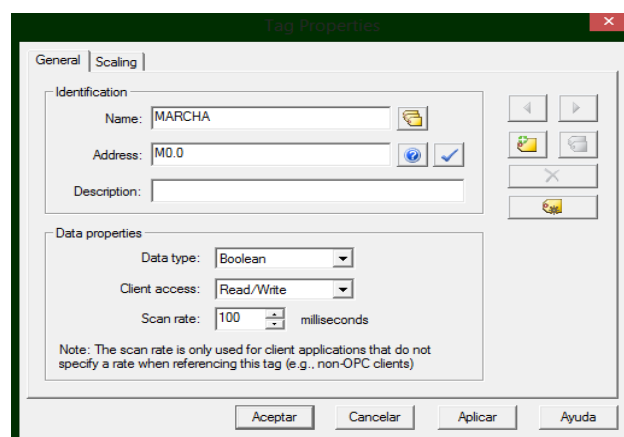


Figura 30-2. Ingreso de tags en NI OPC SERVER
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la **Tabla 17-2** se muestran todas y cada una de las direcciones de memoria del PLC utilizadas y sus respectivas tags en el servidor OPC que servirán para su posterior uso en la aplicación de desarrollada en LABVIEW 2012.

Tabla 17-2: Tags en el Servidor OPC

TAGS	TIPO	DIRECCIÓN DE MEMORIA
DOSF_TOLVA_1_LAB	Bool	%M14.0
DOSF_TOLVA_2_LAB	Bool	%M14.1
MARCHA_LABVIEW	Bool	%M15.0
PARO_LABVIEW	Bool	%M15.1
ABRIR_ESTACION_LAB_1	Bool	%M15.2
CERRAR_ESTACION_LAB_1	Bool	%M15.3
ABRIR_ESTACION_LAB_2	Bool	%M15.4
CERRAR_ESTACION_LAB_2	Bool	%M15.5

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.10.3. Programación en el software LABVIEW 2012

El software desarrollado por National Instruments es una fuerte herramienta de entorno de programación gráfica, en donde se visualiza los datos adquiridos en forma Bool o String en donde se mostraran ya sea en forma gráfica o numérica.

Para mostrar el estado de los sensores y controlar a los actuadores neumáticos utilizaremos señales Booleanas las cuales se mostraran en forma gráfica en el entorno de Labview, para obtener el valor de la medición de leche es necesario la conversión de la imagen proveniente de los display a un número, es decir se utilizara el procesamiento de imágenes con la herramienta de Labview.

Con un servidor OPC ya en funcionamiento tuvimos que realizar la conexión de dicho servidor con la aplicación que se desarrolló en labview mediante los siguientes pasos:

Paso 1: Añadir un nuevo servidor I/O y escoger un OPC client V5

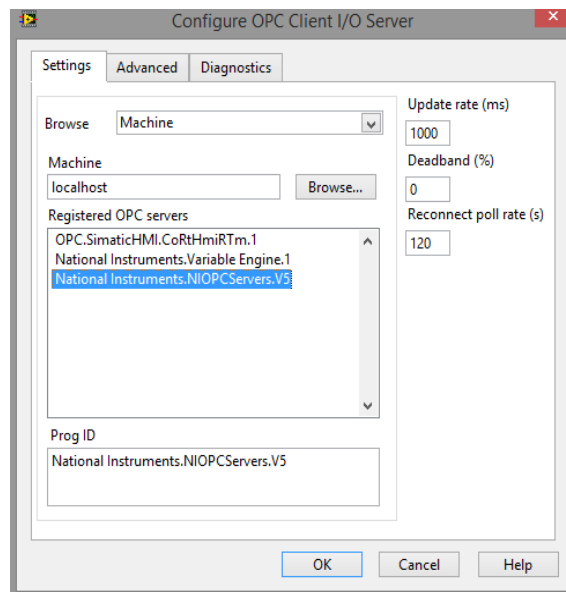


Figura 31-2. Configuración OPC Client
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Paso 2: Añadir las tags previamente definidas en el servidor OPC

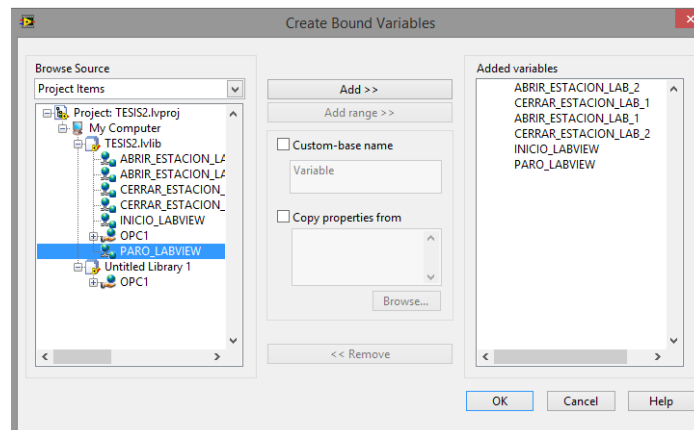


Figura 32-2. Tags OPC Client
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Una vez establecidas las variables en la aplicación de Labview se pueden utilizar dichas variables para realizar la programación para el monitoreo y control del proceso de automatización.

La programación en Labview se la realiza mediante bloques los cuales tienen una función específica pudiendo así enlazar las variables de entrada con acciones para posteriormente mostrarlas o visualizarlas en cuadros de texto o en bloques de salida como barras.

2.11. Sistema de lectura de producción de leche

La medición de leche producida por cada una de las vacas en el centro de experimental de Tunshi es uno de los parámetros más importantes, ya que se debe llevar un registro exacto y detallado del nivel de producción individual de cada vaca para conocer el estado del nivel total de producción mensual y almacenar dicha información en una base de datos.

Dicho sistema de medición está montado sobre el sistema de extracción lechera ya instalado en las estaciones del centro experimental de Tunshi hace 2 años, el sistema muestra en un display (ver **Figura 33-2**) la cantidad de leche que produce la vaca en el momento del ordeño; de donde se obtiene el valor de leche producida mediante el procesamiento digital de imágenes y previamente teniendo el código de la vaca ingresado en labview.



Figura 33-2. Display de visualización
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.11.1. *Procesamiento digital de imágenes*

En el centro experimental de Tunshi se dispone de un sistema de ordeño que mide la cantidad de leche extraída, pero dicho sistema no almacena el valor en una base de datos adecuada para su procesamiento; sino que el valor es anotado manualmente en hojas por parte de los operarios, es

por eso que para aprovechar dicho sistema de ordeño se optó por recurrir al procesamiento de imágenes que provienen de los display mostrándonos así el valor de la cantidad de leche y enviándolos a almacenar en la base de datos del centro experimental.

2.11.2. Software de procesamiento de imágenes

La National Instruments NI cuenta con herramientas muy útiles para el procesamiento de imágenes como el módulo de desarrollo de visión (NI Vision Development Module) y el constructor de visión para inspección automatizada (NI Vision Builder for Automated Inspection).

Debido a las siguientes características de la National Instruments se optó por utilizar el software Labview por ser el más adecuado para el sistema de automatización.

Elección de Cámara: el software y hardware de NI es compatible con cientos de cámaras abarcando desde cámaras analógicas de bajo costo hasta las de escaneo de líneas de alta velocidad.

Escalabilidad del hardware: Debido a que la tecnología en el desarrollo de cámaras avanza rápidamente, se podrá cambiar la cámara por una de mejores características. NI proporciona varios paquetes (NI-IMAQ drivers) para cambiar la cámara sin necesidad de cambiar el software.

Software de uso fácil: NI proporciona una herramienta conocida como el Asistente de Visión (Vision Assistant); el cual proporciona un ambiente para hacer prueba de diferentes funciones de visión para observar cómo trabaja la aplicación y la eficiencia del programa.

2.11.2.1. Selección de Cámaras

Las 2 cámaras utilizadas para la captación de la imagen desde el display ofrecen las características básicas para el funcionamiento en el sistema automático es decir que cumplen parámetros de calidad de imagen necesaria para una buena respuesta en la obtención del valor del dato leído dichas cámaras se encuentran ilustradas en la **Figura 2-1** y sus características se muestran en la Tabla siguiente:

Tabla 18-2: Características de las cámaras

CAMARAS	
Modelo	FaceCam 321
Sensor de Imagen	Lente VGA pixel CMOS
Interfaz	USB 2.0
Imágenes	8MP
Resolución	640x480 pixeles

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.11.3. Adquisición y procesamiento de imágenes

Para empezar con nuestro trabajo de adquirir imágenes provenientes del display del sistema de ordeño tenemos que instalar los drivers necesarios de nuestras cámaras a utilizar para posteriormente configurarlas.

2.11.3.1. Preparación de las cámaras

NI MAX es una herramienta utilizada por NI para la detección de hardware y software adicional que será posteriormente utilizado en nuestro caso por Labview, a continuación se muestran los pasos para la configuración de cámaras que serán posteriormente utilizadas.

Abrir NI MAX

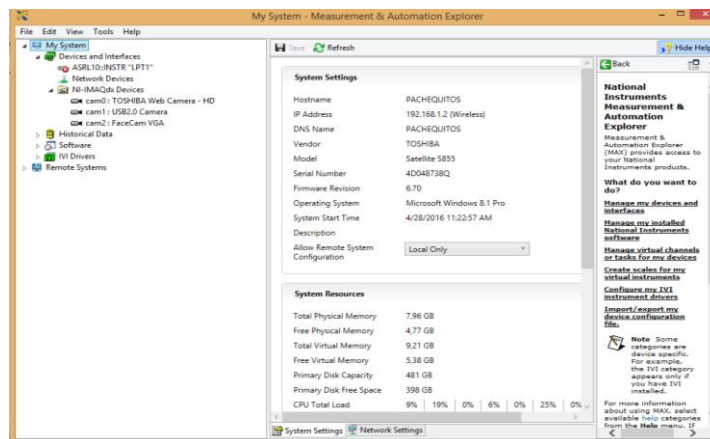


Figura 34-2. Configuración de NI MAX
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Selección de una cámara donde se muestra las principales características de las imágenes adquiridas.

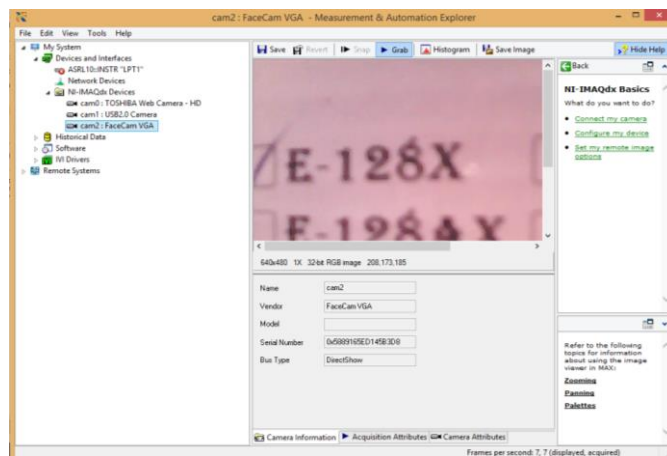


Figura 35-2. Selección de cámaras
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

NI Vision acquisition al seleccionar se abre una ventana para su configuración en donde se mostrara el funcionamiento de la cámara e indicar si existe algún fallo en dicho hardware.

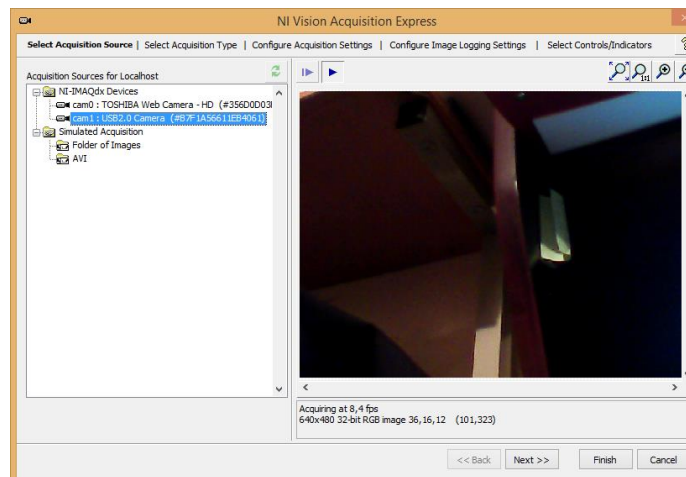


Figura 36-2. Pruebas de funcionamiento de cámaras
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Después seleccionamos el tipo de adquisición de imagen se selecciona el modo de adquirir y procesar constantemente.

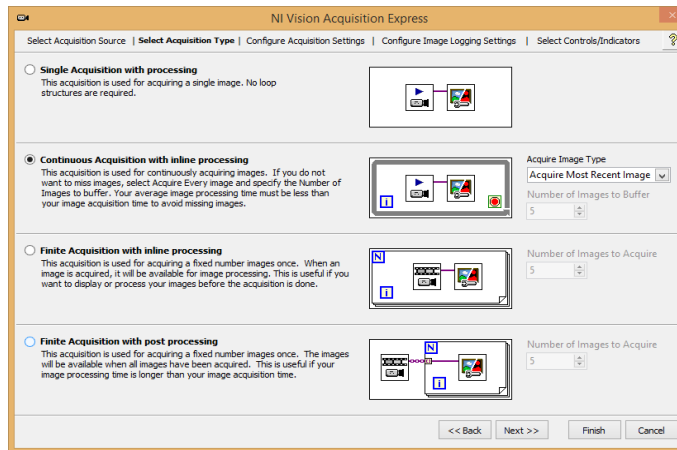


Figura 37-2. Tipo de adquisición de imágenes
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Por último se selecciona el modo de video en este caso este determinado por los límites de hardware de nuestra cámara y finalizamos la configuración.

2.12. Registro y almacenamiento de datos

2.12.1. Programación en LAVBIEW para el procesamiento de imágenes

A continuación de terminar la configuración se agrega el express VI Imaq créate que genera un buffer para las imágenes que se han adquirido en el cual se adiciona una constante de texto.

Además se agrega el VI IMAQ Dispose en cual se encarga de liberar la memoria usada por el buffer de imágenes cuando finalice el programa.

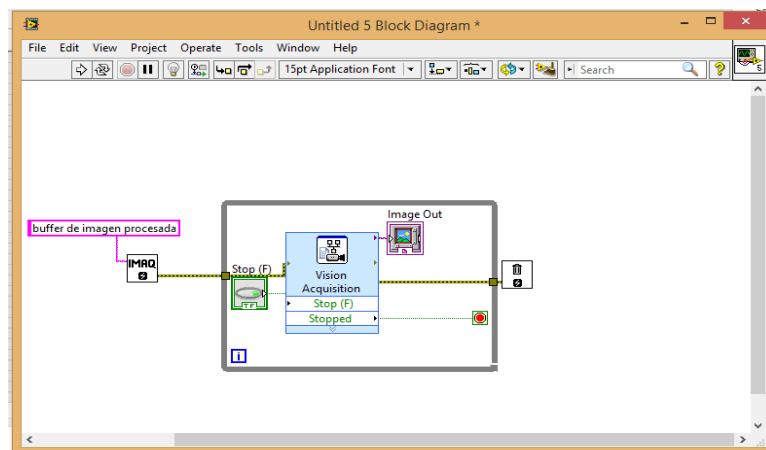


Figura 38-2. Programación en Labview de cámaras
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Por último se agrega el express VI Visión asistan que será el cual procese las imágenes adquiridas y procederos a configurarlo como se muestra en la imagen siguiente.

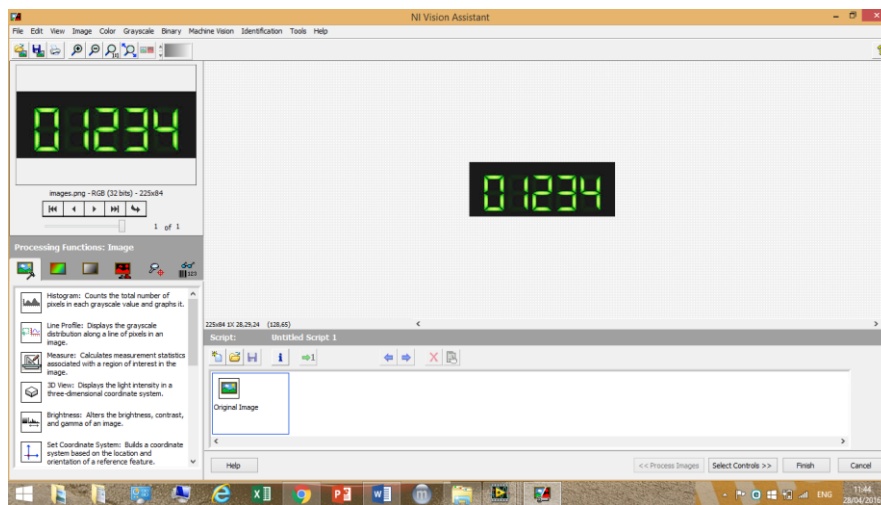


Figura 39-2. Configuración de VI Visión Assistant
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Como se trata de una detección por escala de grises procedemos primero a convertir nuestra imagen de color a una de escala de grises esto se lo hace agregando un extractor de plano.

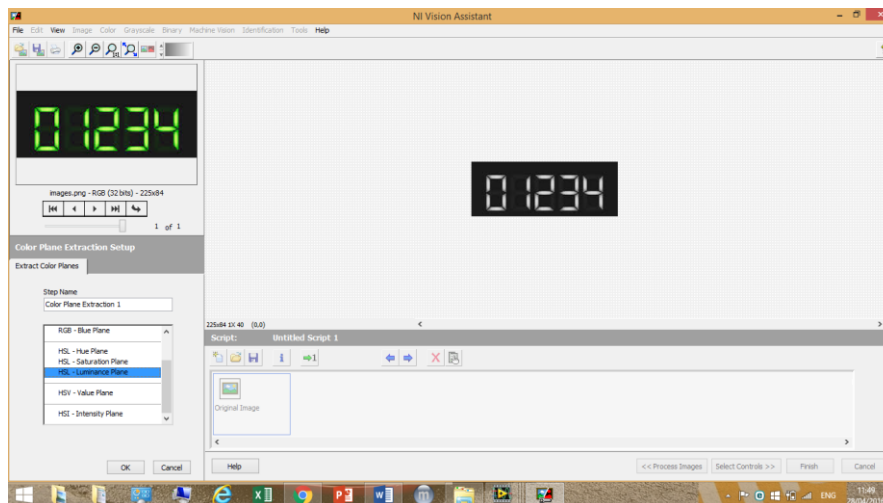


Figura 40-2. Extracto de plano en Visión Assistant
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la pestaña de identificación se selecciona OCR/OCV Setup.

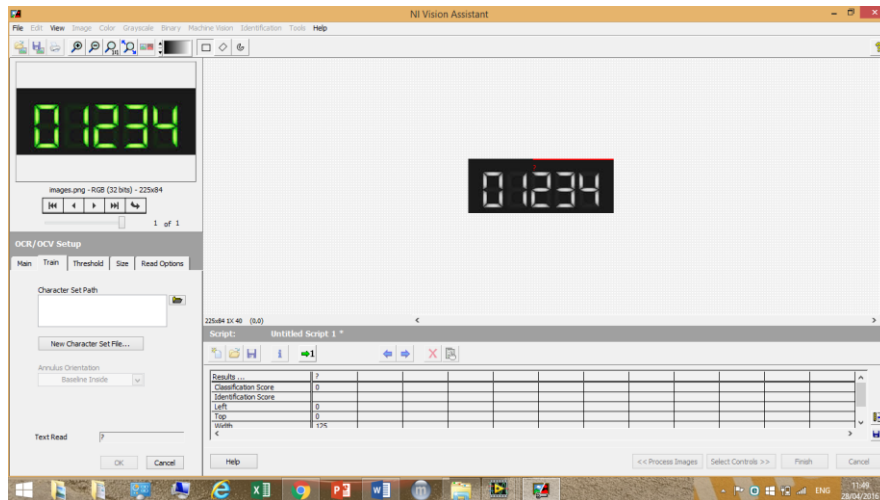


Figura 41-2. OCR/OCV Setup en Visión Assistant
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

A continuación se selecciona el botón New Character Set file el cual despliega la ventana donde se permite el aprendizaje de los caracteres. Una vez terminado se guarda el documento el cual se puede decir que es un diccionario.

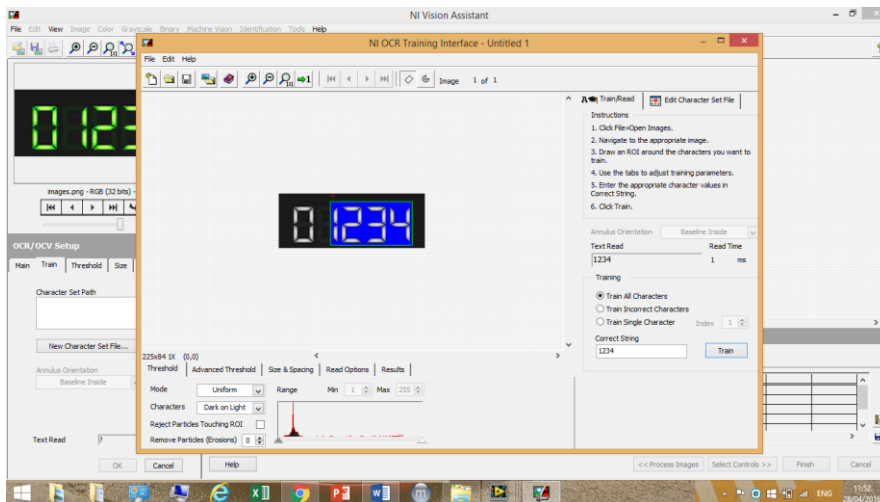


Figura 42-2. NI OCR Training Interface
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la siguiente ventana activamos la casilla de string que nos envía el carácter detectado para poder ser utilizado como un dato el cual tiene un procesamiento adicional para convertirlo en un número que marca la cantidad de leche producida en la estación de ordeño.

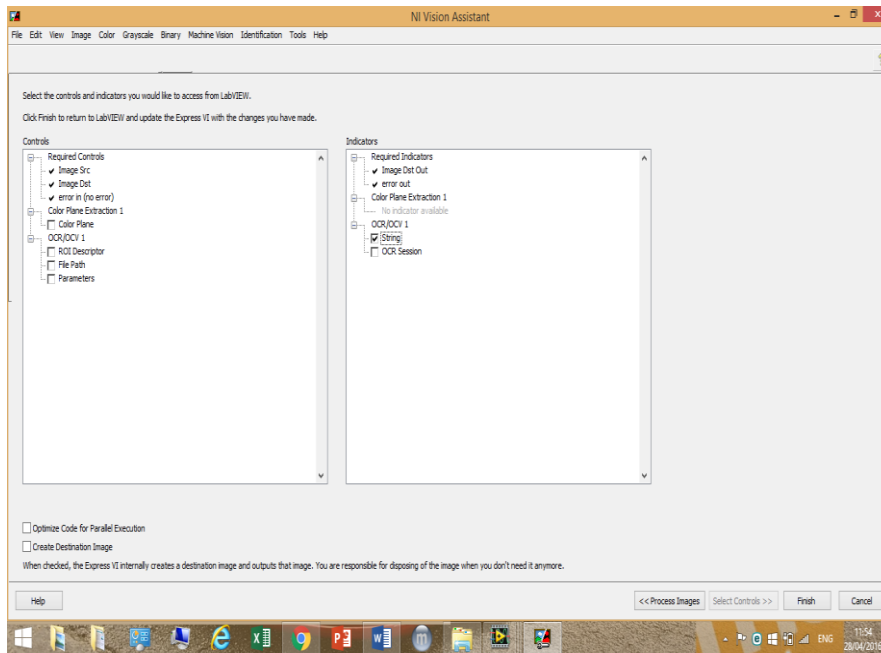


Figura 43-2. Indicadores de VI Vision Assistant

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.12.2. Base de Datos

Como requerimiento esencial por parte del sistema informático del Centro Experimental de Tunshi se estableció actuar sobre la base de Datos desarrollada en el software PostgreSQL con la cual establecemos una comunicación para el manejo de información proveniente de nuestro sistema automático.



Figura 44-2. Software para el manejo de Bases de Datos

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.12.3. Conexión LABVIEW con POSTGRESQL

2.12.3.1. ODBC Open Data Base Connectivity

Para lograr una correcta conexión desde labview para el manejo de información de la base de datos es necesario utilizar una herramienta informática como lo es **ODBC** (Open Data Base Connectivity) conectividad abierta de bases de datos, que es un estándar de acceso a las bases de datos desarrollado por SQL Access Group, que nos permitirá establecer la conexión con labview sin importar qué sistema de gestión de bases de datos (DBMS) almacene los datos.

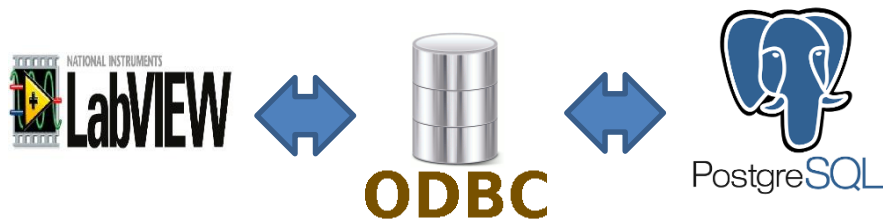


Figura 45-2. Conexión Labview-PostgreSQL

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Pasos para la instalación y conexión con Labview

- 1) Descargar e instalar el ODBC de PostgreSQL
- 2) Hay que crear un DSN de usuario o de Sistema, entonces para ello vamos a C:\Windows\SysWOW64

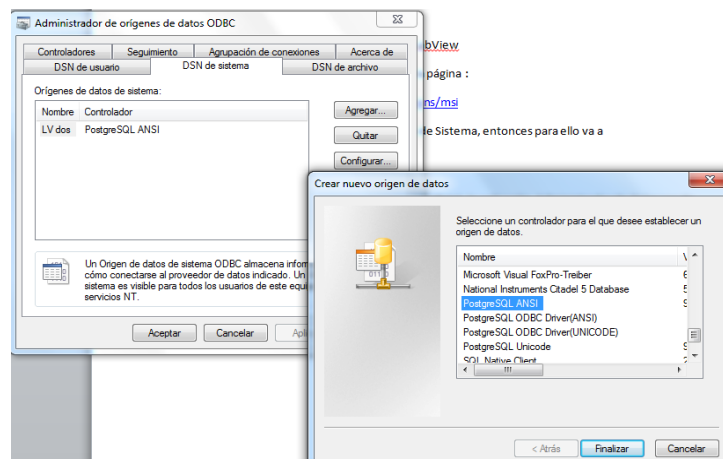


Figura 46-2. Creación de origen de datos ODBC

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En esa lista se busca el `odbcad32`, allí abrirá la aplicación Administrador de Orígenes de Datos. En DSN de Sistema, clic en agregar, escoger el PostgreSQL ANSI y finalizar.

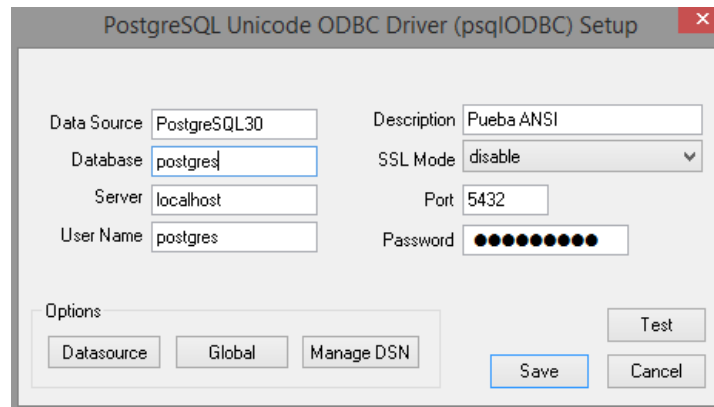


Figura 47-2. Configuración ODBC PostgreSQL
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Entonces establecemos la configuración para nuestra base de datos con los siguientes parámetros:

- **Data Source:** nombre que identificará el origen de datos, para ser usado por otras aplicaciones. En nuestro caso "PostgreSQL30".
- **Description:** breve descripción del origen de datos.
- **Database:** nombre de la base de datos PostgreSQL a la que queramos conectarnos (debe existir en el servidor de PostgreSQL). En nuestro caso existe una base de datos con el nombre "postgres".
- **SSL Mode:** si hemos configurado el servidor PostgreSQL para permitir conexiones SSL podremos elegirlo en el desplegable.
- **Server:** IP o nombre de red (hostname) del equipo con el motor de base de datos PostgreSQL instalado.
- **Port:** puerto con el que tengamos configurado el acceso al servidor de PostgreSQL, por defecto 5432.
- **User Name:** nombre de usuario con permisos suficientes sobre la base de datos indicada. Por defecto "postgres".
- **Password:** contraseña del usuario.

2.12.4. Programación en LABVIEW para la base de datos

Con la herramienta ODBC correctamente configurada añadimos un vínculo de datos hacia Labview con la herramienta “Microsoft OLE DB Provider for ODBC Driver” teniendo que incluir el origen de datos el ODBC anteriormente configurado, Además de realizar una prueba de conexión para determinar que la conexión se efectuó sin problemas.

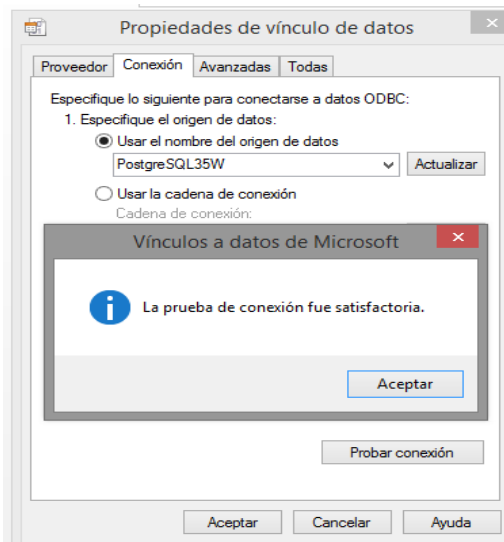


Figura 48-2. Configuración de Vínculo de Datos
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Mediante la utilización del toolkit de base de datos de labview se logra una comunicación rápida y segura en lo que se refiere a bases de datos ya que este presenta una facilidad en la administración de esta, en la **Figura 49-2** se muestra la programación para una consulta de una tabla aleatoria de la base de datos para comprobar que la conexión final fue exitosa.

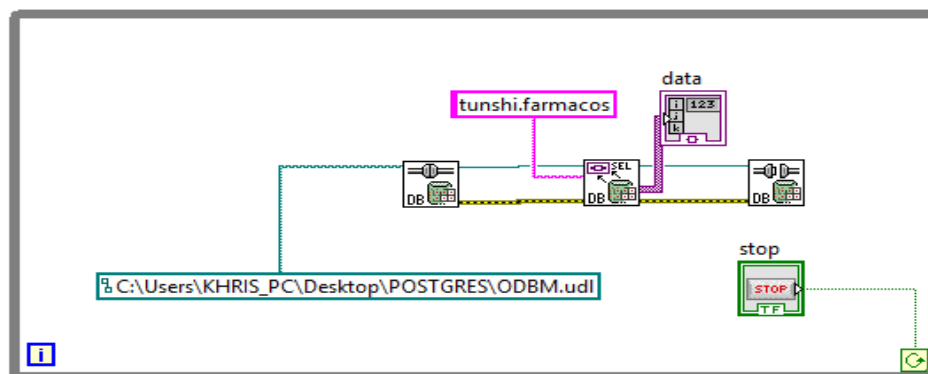


Figura 49-2. Toolkit BD de Labview
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

2.14. Esquema del sistema SCADA

En la **Figura 51-2** podemos visualizar mediante un diagrama de bloques todas las etapas del sistema en donde se determinaron los sensores y actuadores necesarios para cumplir con los objetivos a desarrollar para luego el controlador encargarse de manejar dichas señales eléctricas y convertirlas en datos e información que será registrada y almacenada por distintos software de gestión, administración y almacenamiento.

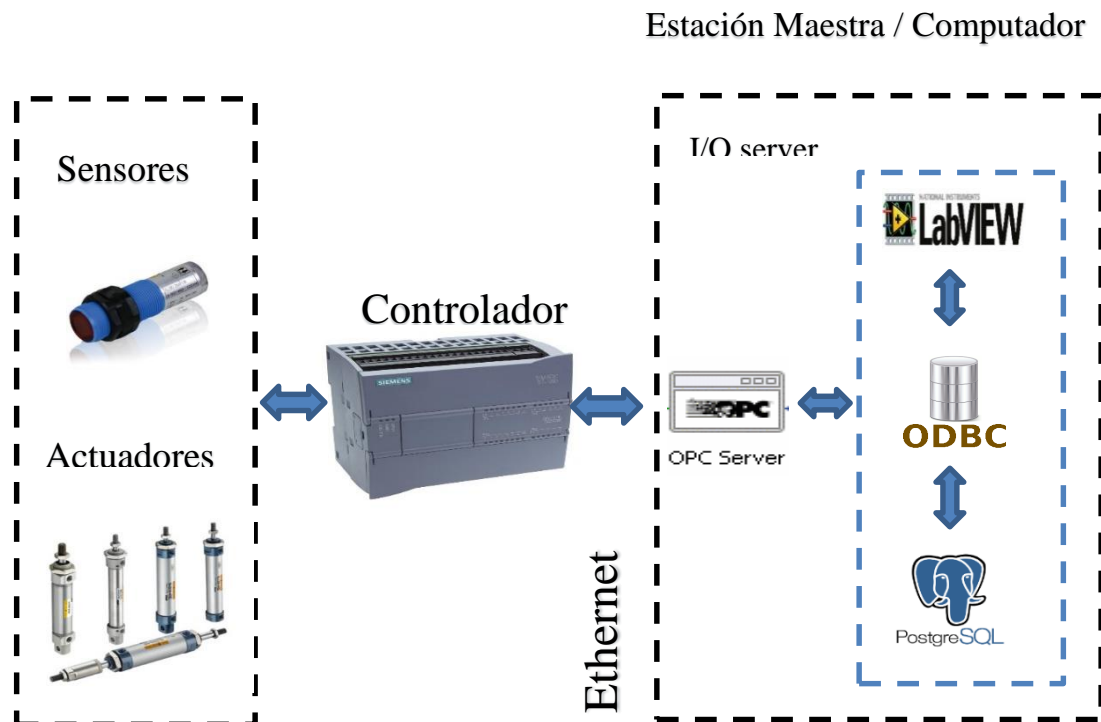


Figura 51-2. Esquema del sistema SCADA

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se darán a conocer los resultados obtenidos de la implementación del sistema automático, abordando de manera individual cada uno de los procesos desarrollados e implantados para resultado final del todo el sistema.

3.1. Sistema de control de puertas

El sistema de puertas de las 2 estaciones de ordeño desarrollado con tecnología neumática se acopla al sistema mecánico existente, ya que la fuerza y el movimiento necesarios para realizar una correcta apertura y cierre de las puertas es la adecuada generando mínimos movimientos bruscos que puedan ocasionar daños al sistema y al ganado.

3.1.1. *Pruebas de Apertura y cierre de puertas*

Los tiempos de apertura y cierre de puertas se determinan gracias a los sensores fotoeléctricos localizados estratégicamente fuera y dentro de la estación de ordeño los cuales indican la posición del animal y así determinamos el momento para el accionamiento de la electroválvula neumática que permite el movimiento del actuador, dichos actuadores se calibraron para tener un movimiento lento para evitar problemas mencionados anteriormente, dependiendo esta del nivel de presión controlado por la unidad de mantenimiento neumática que se encuentra en 20 Psi.

En la **Figura 3-3** se muestra dicho sistema en donde los cilindros neumáticos se instalaron de acuerdo a las necesidades de apertura y cierre necesarios, y además de no interferir con el normal funcionamiento manual del sistema de puertas.



Figura 1-3. Sistema Neumático de Puertas

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

3.2. Sistema de dosificación de alimento

3.2.1. *Tiempo de dosificación*

El sistema de dosificación instalado en el centro experimental de Tunshi se calibró con varias pruebas de su funcionamiento para establecer los tiempos que se activa la electroválvula para una dosificación adecuada de la cantidad de alimento que se requiere para cada vaca.

Se realizaron varias pruebas en el sistema de dosificación, para poder determinar el tiempo que se requiere para una dosificación completa del alimento, siendo estas de manera aleatoria en donde se obtuvieron los valores mostrados en la **Tabla 1-3** y la **Tabla 2-3**, que fueron realizadas a diferentes capacidades de la tolva para obtener un tiempo medio adecuado para dosificación de 1 kg que es un valor promedio de alimentación por cada vaca.

El número de pruebas tomadas para el análisis fue de 10, ya que se consideró que es un número representativo de muestras para obtener un resultado aceptable, teniendo en cuenta que los valores tienden a repetirse.

Tabla 1-3. Tiempos de dosificación con nivel de tolva 100%

Numero de Prueba	Tiempo (Seg.)
1	0.59
2	0.60
3	0.60
4	0.58
5	0.60
6	0.59
7	0.60
8	0.57
9	0.60
10	0.57

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Los tiempos de dosificación al nivel de tolva de 50% se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2-3. Tiempos de dosificación con nivel de tolva 50%

Numero de Prueba	Tiempo (Seg.)
1	0.58
2	0.57
3	0.59
4	0.60
5	0.57
6	0.58
7	0.58
8	0.60
9	0.60
10	0.57

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

De los resultados obtenidos en las tablas anteriores de tiempos de dosificación pudimos realizar la tabla de frecuencias **Tabla 3-3**, que da lugar al análisis necesario para obtener el valor en tiempo de dosificación que se utilizó para la programación de una ración promedio.

Tabla 3-3. Tabla de Frecuencias

Tiempo (s)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
0.57	6	0.30	0.30
0.58	9	0.45	0.75
0.59	2	0.10	0.85
0.60	3	0.15	1.00

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

La prueba de dosificación del alimento se lo realizo con el alimento seco que es la manera más adecuada, ya que existe uniformidad en la dosificación y en la distribución del alimento dentro de la tolva.

Como se puede observar en la tabla de frecuencias y en la Figura 1-3 existen dos valores que son predominantes en el tiempo de dosificación, el tiempo de 0.58 y 0.57 segundos.



Figura 2-3. Frecuencia Relativa de Tiempos de Dosificación

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Tomando en cuenta los resultados obtenidos se determinó un tiempo promedio de 0.575 para poder dosificar el alimento para una ración promedio de 1 kg, Utilizando dicho valor en la programación final del PLC. Sin embargo estos valores se pueden ajustar dependiendo de la cantidad de alimento a dosificar y a las varias necesidades que puedan surgir en el Centro Experimental de Tunshi, ya que se tiene un valor base de tiempo para una dosificación.

3.2.2. Consumo de alimento

Durante el ordeño se determinó que mediante la utilización del sistema de dosificación por cada vaca se dosifico 1 kg teniendo un total de 28 kg aproximadamente por las 28 vacas ordeñadas, y mediante el sistema manual de dosificación se conoció que por el mismo número de vacas ordeñadas se utilizó 36.4 kg de alimento, 1.3 kg aproximadamente por cada una; teniendo así un consumo mayor convirtiéndose en pérdidas generadas en cada ordeño.



Figura 3-3. Cantidad de alimento consumido

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Se puede determinar que mediante el sistema automático se reduce en un 23.08 % la cantidad de alimento utilizada con respecto al sistema manual, resultando como un beneficio el ahorro económico que se produce en alimentación por cada horario de ordeño.

3.3. Sistema de lectura de leche producida

3.3.1. Pruebas del sistema lectura

Para determinar el adecuado funcionamiento del sistema se estableció tomar una serie de pruebas listadas en la **Tabla 4-3** la cual muestra los datos tomados y guardados en la base de datos con la

medición mostrada directamente en el display (ver **Figura 4-3**) del sistema de ordeño y así establecer la calibración de cámaras para una medición correcta.



Figura 4-3. Adquisición de Datos del sistema de ordeño
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En la **Tabla 4.3** determinamos datos obtenidos directamente en el momento de la extracción de leche por el sistema de ordeño y los datos que se almacenan en la base de datos por parte del sistema.

Tabla 4-3. Pruebas de Medición de leche

Dato Obtenido en labview	Dato registrado en PostgreSQL
3.12	3.12
596	5.96
6.24	6.24
657	6.57
?12	0
720	7.20
840	8.40
8.90	8.90
9.95	9.95
996	9.96

Realizado por: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

Como se puede determinar mediante las dos mediciones, dichos valores de producción no varían el uno con respecto al otro, estableciendo así que la calibración de las cámaras se encuentra de

manera correcta así como la programación con el procesamiento de imágenes, existiendo ciertas anomalías de las lecturas, provocadas por un exceso en el nivel de iluminación o ruido en el ambiente que afectan el normal funcionamiento de las cámaras, mostrando un valor de incognito en el número no reconocido y almacenado un valor de cero en la base de datos.

Se pudo establecer un cambio en la forma de almacenamiento de la información ya que dicha información no tenía un manejo adecuado, siendo esta en hojas llevadas por los operarios teniendo poca fiabilidad, con el sistema se logró almacenar en una forma sistemática y segura los datos de producción de cada vaca que se muestra directamente en la interfaz de sistema ilustrada en la **Figura 5-3**.



Figura 5-3. Lectura de producción en Labview
Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

3.3.2. *Registro y almacenamiento de información en la Base de Datos*

Uno de las funcionalidades más importantes del trabajo de titulación es guardar la información generada por el sistema automático en una fuente fiable de almacenamiento como lo es la Base de Datos existente en el centro experimental de Tunshi; Es por eso que nuestro sistema se integró correctamente con dicha base pudiendo establecer comunicación y realizar funcionalidades básicas como escritura, lectura y borrado de información en PostgreSQL.

	id_pro [PK] serial	leche_pro_manana double precision	leche_pro_tarde double precision	fecha_pro character varying(10)	id_bov character varying(30)	alimento_pro_manana double precision	alimento_pro_tarde double precision
1	2	9.86	5.96	2016-12-06	bov009	3	4
2	3	8.25	6.24	2016-12-06	bov003	4	4
3	4	5.6	5.57	2016-12-06	bov004	4	2
4	5	7.3	7.20	2016-12-06	bov005	2	2
5	6	6.82	7.40	2016-12-06	bov007	4	1
6	7	5.54	5.65	2016-12-06	bov009	4	4
*							

Figura 6-3. Información en PostgreSQL

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

En el caso concreto la función de escritura en la base de datos se la realiza con la tabla de producción al igual que la de borrado si existe alguna falla en dicha escritura, además se guarda información referente a la cantidad de alimento consumido, fecha, hora de ordeño y código de la vaca, producción dependiendo del ordeño ya sea en la tarde o mañana; Logrando así el cambio en el método de escritura y almacenamiento de información, siendo más fiable y completa sirviendo como base para posteriores investigaciones en el centro experimental de Tunshi.

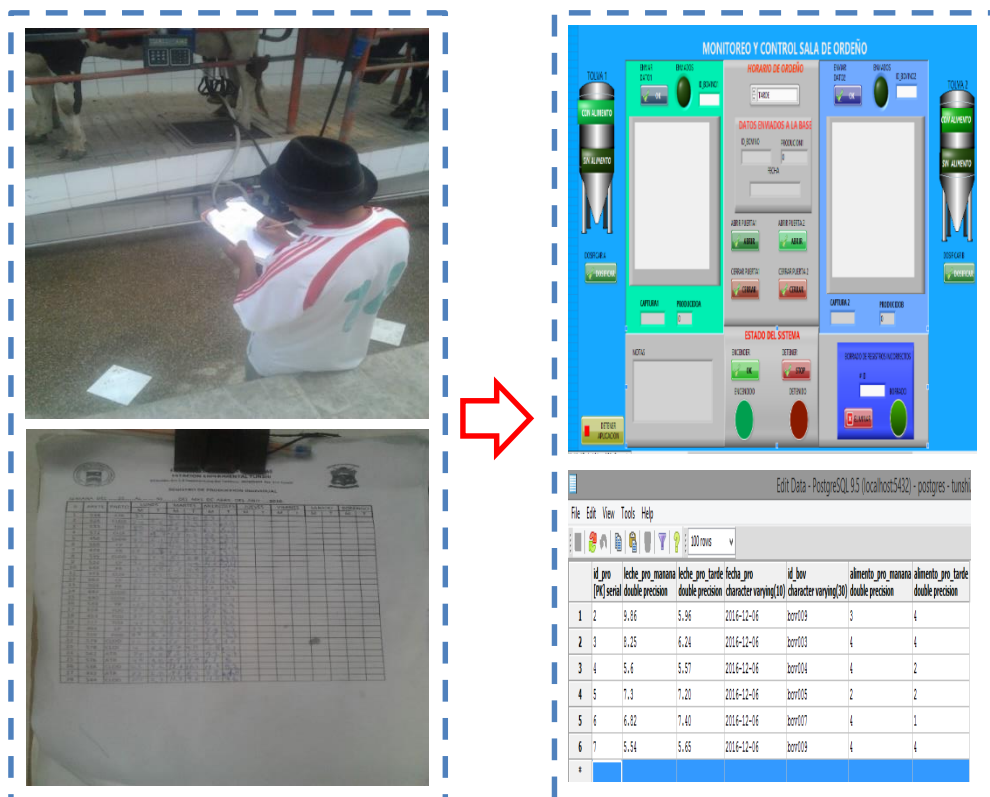


Figura 7-3. Cambio en el manejo de la información

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

3.4. Sistema SCADA

El sistema automatizado se rige bajo una interfaz de visualización amigable para el control y monitoreo en labview incluido en el sistema SCADA que nos permite el control y monitoreo de cada uno de los sistemas implementados, además de poder tener un control individual de cada uno de dichos sistemas si se desea; es decir podemos dosificar la cantidad de alimento que deseemos sin tener un valor fijo de dosificación, o poder abrir y cerrar puertas cuando se desee por algún motivo específico.

En la **Figura 8-3** se puede observar la interfaz desarrollada en labview la cual posee botones e indicadores necesarios para un fácil manejo del software teniendo así los controles básicos que el operario encargado puede utilizarlo sin inconvenientes.

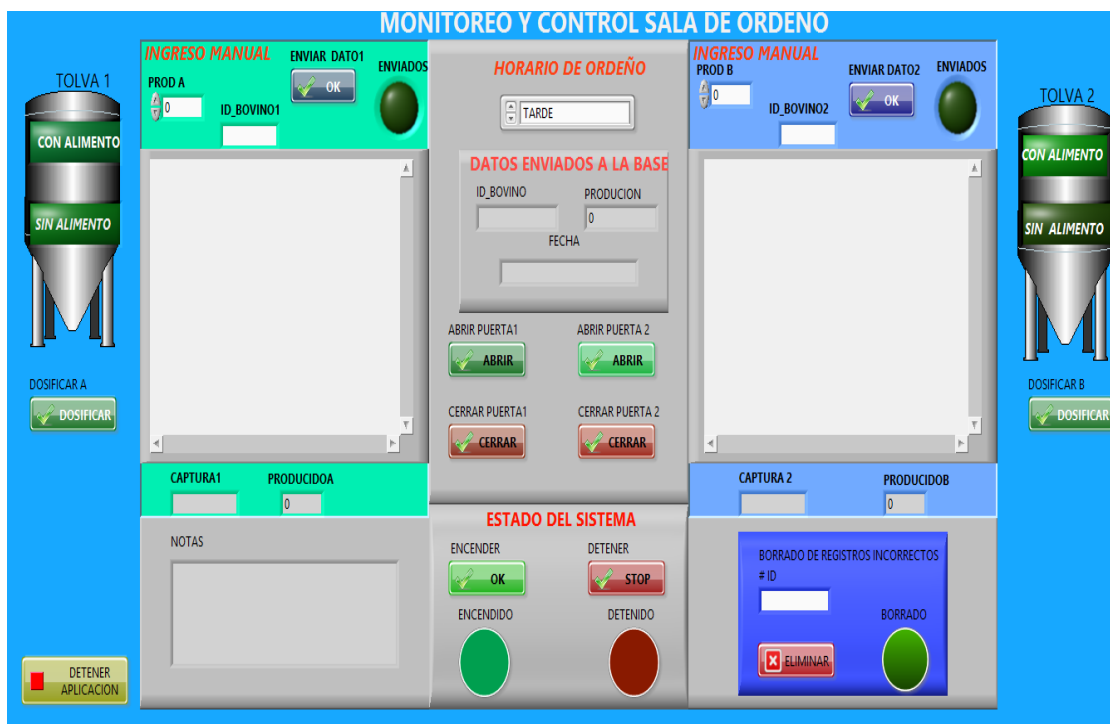


Figura 8-3. Interfaz del Sistema SCADA

Fuente: Sánchez, Christian, y Pacheco, Juan, 2016

3.5. Resultados

El resultado final del trabajo de titulación se muestra en los apartados anteriores con las pruebas realizadas, pero además se da respuesta a las preguntas en la sistematización del problema planteadas en la parte introductoria de nuestro trabajo.

¿Cómo mejoraría con la implementación del sistema automatizado la eficiencia y el rendimiento de la Planta lechera?

Con la implementación del sistema automatizado en la planta del centro experimental de Tunshi y mediante las pruebas realizadas se determinó que se mejora la eficiencia en la alimentación del ganado debido a que se logra tener una dosificación medida y generando mínimos desperdicios de alimento con respecto al sistema manual del 23 % y controlando el rendimiento de producción.

Además de tener valores reales de alimentación y de producción en un solo sistema de almacenamiento de información que puede ser directamente usado como herramienta de investigación por docentes, estudiantes y el personal del centro experimental de Tunshi.

¿Es posible controlar la dosificación del alimento y determinar la medición de leche del ganado vacuno?

Mediante las pruebas realizadas en apartados anteriores se determinó que se puede controlar la cantidad de alimentación dosificada tanto como para una ración promedia o como para un nivel de necesidad requerido.

Con el uso de cámaras en el sistema de ordeño se pudo determinar cuál es la cantidad de leche producida por cada una de las vacas en el centro experimental de Tunshi con los resultados mostrados en la **Tabla 4-3** y posteriormente almacenar dicho valor en la base de datos perteneciente a dicho centro.

¿Cómo obtener información a través de los sensores para llevarlos a la base de datos y aplicarlos a los actuadores controlados por PLC?

Con el uso de un Servidos OPC logramos obtener una comunicación bidireccional con el PLC el cual está conectado a los diferentes sensores y actuadores utilizados, dicho servidor mediante la aplicación desarrollada en labview permite el control y la visualización de los dispositivos.

Mediante el uso de la herramienta informática ODBC y con el paquete “Toolkit BD” de Labview podemos establecer una comunicación con la base de datos desarrollada en POSTGRESS permitiéndonos realizar acciones básicas como consulta, escritura y borrado de información.

¿Cómo efectuar el control y monitoreo del proceso de la sala de ordeño desde un computador?

El desarrollo del sistema SCADA con el cual establecemos comunicación con sensores y actuadores mediante herramientas informáticas específicas para cada proceso, podemos tener un control y a su vez monitorear el funcionamiento de dichos elementos que forman el sistema de control automático junto con la base de datos formando así el entorno del sistema SCADA que mediante la interfaz desarrollada permiten la interacción del sistema con el operador.

CONCLUSIONES

- El análisis de elementos para el trabajo de titulación nos llevó al uso de la tecnología neumática para los actuadores por varios beneficios aplicativos con respecto a dispositivos eléctricos y al uso de sensores capacitivos, fotoeléctricos en la sala de ordeño que se adaptaron al tipo de controlador Siemens S7-1200 1214C el cual tiene características completas a nivel industrial y mostrando una buena respuesta en base a las funcionalidades cumplidas en la planta de producción.
- El sistema de control automático y monitoreo general tiene un diseño de control en lazo abierto debido a que las señales de salida del sistema no influyen en las acciones de control del proceso; El sistema de dosificación de alimento permitió minimizar la intervención humana, reducir el esfuerzo y los tiempos del proceso de producción, teniendo un valor medido y dosificado reduciendo en un 23 % la utilización de alimento. El sistema de control de puertas con sensores integrados permite un control de velocidad y fuerza adecuada para no producir daño al ganado. El sistema de lectura de producción de leche registra y almacena la información directamente en un medio fiable como lo son las bases de datos.
- La implementación del sistema SCADA en base a los requerimientos y necesidades de los procesos de ordeño se adaptó a las necesidades del centro experimental, pudiendo establecer la calibración en el sistema de dosificación, generar reportes de producción de leche siendo esta una de las herramientas más útiles que genera el sistema, ofreciendo la posibilidad de conocer: código de la vaca, litros producidos, hora y fecha de ordeño logrando que la planta lechera lleve un manejo adecuado del control de información y de sus procesos.
- En base a las varias pruebas realizadas en el sistema automático implementado se verificó que el funcionamiento en general mostro buenos resultados por ser una herramienta ágil que permite conocer y controlar cada uno de los procesos implementados, además de tener una interfaz amigable y sencilla de utilizar por parte de los operarios y del personal del centro experimental de Tunshi, sirviendo como medio para generar información necesaria para posteriores investigaciones y mejoramiento de sus actividades.

RECOMENDACIONES

- Para mejorar el desempeño del sistema automático de puertas se necesita rediseñar su sistema mecánico para reducir al mínimo la fricción producida y eliminar bloqueos producidos por la cercanía en su accionamiento automático. Para el sistema lectura de producción de leche debido a los cambios de iluminación en la sala de ordeño y vibraciones generadas por el sistema de ordeño requiere de calibración constante de cámaras antes de iniciar el proceso para reducir al mínimo errores de medición.
- Establecer revisiones periódicas del sistema neumático por parte del personal encargado ya que por la naturaleza del sistema tiende a acumular elementos externos como polvo e impurezas que pueden afectar su funcionamiento.
- Para obtener un registro más exacto de la producción de leche se puede optar por la utilización de cámaras con una mayor resolución y que no sean afectadas por factores externos como el ruido y la variación de iluminación en el ambiente de la planta.
- El nivel de humedad del alimento que se introduce en el sistema de dosificación debe ser el mínimo, ya que este pueden generar obstrucciones y reducir la cantidad de alimento que se dosifica.
- El sistema mecánico de dosificación de alimento y control de puertas debe ser examinado antes de iniciar con el proceso de ordeño para evitar posibles bloqueos en dichos sistemas y evitar así un mal funcionamiento por parte de estos.
- En base a lo experimentado en este trabajo de titulación, se recomienda que para eventos, investigaciones e indagaciones posteriores se tenga en cuenta que los resultados obtenidos en ocasiones pueden variar a causa de que el sistema fue diseñado para animales, los cuales presentan un comportamiento variado y poco predecible, teniendo en cuenta adicionar dispositivos al sistema y las consecuencias de su utilización en términos de bienestar animal.

BIBLIOGRAFÍA

BUSTOS, Álvaro. (2008). *Sistemas Electrónicos Para Mecatrónica*. [Web log post].

[Consulta: 20 de Febrero de 2016].

Recuperado de: <http://mecatronicabustos.blogspot.com/2008/09/sistemas-electronicos-para-mecatronica.html>.

CARDONA, Marcela. (2016). *Aire comprimido*. [Web].

[Consulta: 17 de Marzo de 2016].

Recuperado de:

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/comprimido/comprimido.htm>.

CREUS, Antonio. (2012). *Instrumentación Industrial*. 8a. ed. México DF-México: Alfaomega. Pp. 220-234.

CREUS, Antonio. (2007). *Neumática e Hidráulica*. 1a. ed. España: Marcombo. Pp. 36-40.

DANERI, Pablo. (2008). *PLC Automatización y Control Industrial*. 1a. ed. Buenos Aires: HASA. Pp. 36-37.

DE INGENIERÍA. (2014). *Siemens TIA Portal v13 en español*. [Web].

[Consulta: 29 de Marzo de 2016].

Recuperado de: <http://www.deingenieria.com/2014/11/siemens-tia-portal-v13-en-espanol.html>

FESTO DIDACTIC. (2005). *Sistema Neumáticos*. [Web].

[Consulta: 15 de Marzo de 2016].

Recuperado de:

www.festodidactic.com/ov3/media/customers/1100/00631997001135156831.pdf

GARCÍA, Emilio. (2001). *Automatización de Procesos Industriales*. 1a. ed. México: Alfaomega. Pp. 18-19.

GALEÓN, Guillesime. (2016). *Neumática*. [Web log post].

[Consulta: 25 de Marzo de 2016].

Recuperado de: http://www.guillesime.galeon.com/index_archivos/Page780.htm.

GONZÁLEZ, Victor. (2014). *Tecnologías para la Automatización Industrial Energía Negocios*. [Web].

[Consulta: 2 de Marzo de 2016].

Recuperado de: <http://isa.uniovi.es/docencia/autom3m/Temas/Tema3.pdf>

LLORET, José. (2015). *Sistemas de Visualización Industriales*. [Web log post].

[Consulta: 24 de Febrero de 2016].

Recuperado de: <http://www.bautistasanz.com/sistemas-de-visualizacion-industriales/>.

LOMBARD, Matt. (2010). *SolidWork 2010 Bible*. 1a. ed. Indianapolis: Wiley Publishing. Pp. 3-4

MADUELL, Eloi. (2014). *Visión Artificial*. 1a. ed. Catalunya: FUOC. Pp. 5-13.

MARTÍN, Juan. & GARCÍA, María. (2009). *Automatismos industriales*. Madrid-España: EDITEX. Pp. 2-318.

MUÑOZ, Carlos. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. 2a. ed. México: PEARSON. [Web].

[Consulta: 5 de Marzo de 2016].

Recuperado de: <http://esPOCH.librositio.net/libroImprime.php?libroId=9>.

NATIONAL INSTRUMENTS. (2016). *LabVIEW VISION - Fundamentos del Procesamiento Digital de Imágenes*. [Web].

[Consulta: 4 de Enero de 2016].

Recuperado de: <https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-31879>.

NAVARRETE, José. & VITERI, Luis. (2011). *Construcción de un sistema dosificador por diferencia de pesos para materiales solidos homogéneos*. [Tesis Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de ingeniería eléctrica y electrónica, Quito, Ecuador.

[Consulta: 27 de Marzo de 2016].

Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4041/1/CD-3794.pdf>.

NUEZ, Sebastián. (2000). *OLE-DDE-OPC*. [Web].

[Consulta: 20 de Febrero de 2016].

Recuperado de:

http://www.iuma.ulpgc.es/~avega/int_equipos/trab9899/ole_dde_opc/index.html#_Toc4090731.

OGATA, Katsuhiko. (2010). *Ingeniería de Control Moderna*. 5a. ed. Madrid-España: PEARSON. Pp. 1-8.

PINEDA, Manuel. & PÉREZ, Juan. (2008). *Automatización de maniobras industriales mediante autómatas programables*. México DF-México: Alfaomega. Pp. 15-30.

PRIETO, Paloma. (2007). *Principios Básicos de los PLC*. [Web].

[Consulta: 15 de Febrero de 2016].

Recuperado de:

http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/_article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2.

PONSA, Pere. & GRANOLLERS, Antoni. (2010). *Diseño y automatización industrial*. [Web].

[Consulta: 2 de Marzo de 2016].

Recuperado de: <http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>.

SALAZAR, Hugo. (2012). *Mezclador y dosificador de bajo costo de alimento para pollos*.

[Tesis Pregrado]. Universidad Técnica del Norte, Facultad de ingeniería en Ciencias Aplicadas, Ibarra, Ecuador.

[Consulta: 27 de Febrero de 2016].

Recuperado de:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1916/3/04%20MEC%20016%20TESIS.pdf>.

SERRANO, Antonio. (2009). *Neumática Práctica* 1a. ed. España: Paraninfo. Pp. 18.

TDB. (2012). *Modbus*. [Web log post].

[Consulta: 28 de Febrero de 2016].

Recuperado de: <http://tecdigitaldelbajo.com/blog/27-modbus-parte-iii-que-es-el-modbus.html>.

UNICROM. (2015). *Fusible - Protección contra sobre corrientes o corto circuitos*. [Web].

[Consulta: 15 de Marzo de 2016].

Recuperado de: <http://unicrom.com/fusible/>.

UNIVERSIDAD AUTÓMATA DE CIUDAD JUÁREZ. (2015). *Procesamiento Digital de Imágenes*. [Web]. Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

[Consulta: 1 de Abril de 2016].

Recuperado de: <http://www.uacj.mx/Publicaciones/GeneracionImagenes/%20imagenesCap8.pdf>

YANG, Yik. (2010). *LabVIEW Graphical Programming Cookbook*. 1a. ed. Reino Unido: Packt Publishing Ltda. Pp. 3-5.

ANEXOS

ANEXO A. Datos técnicos del sensor DR18-S40N

光纖傳感器
(Fiber Optic Sensors)

光纖管
(Fiber Optic Tube)

光纖聚焦鏡
(Fiber Optic Lens)

接近開關
(Proximity Switch)

光電開關
(Photoelectric Switch)

標線傳感器
(Label Sensor)

光幕傳感器
(Light Curtain)

激光對準線
(Laser Alignment)

壓力傳感器
(Pressure Sensor)

磁性開關
(Magnetic Switch)

連接器
(Connector)

激光傳感器
(Laser Sensor)

色標傳感器
(Color Sensor)

導軌式電源
(Rail Mount Power Supply)

固態繼電器
(Solid State Relay)

通用圓形光電開關DR系列 (DR Series Universal Round photoelectric switch)

Feature/特點:

- 標準偏光的鏡片反射型;
(Standard polarized lens reflex type.)
- 密封性為IP67的一體成形結構;
(IP67 sealing is the one piece structure.)
- 全新設計電路, 產品短路保護功能。
(The design of the new circuit, short circuit protection products.)
- 產品帶有紅色軟套保護, 使產品更加耐用。
(The product with a red soft protective sleeve, make the product more durable.)

Procurement guide/訂購指南

Category 類別	Model 型號	detection mode 檢出方式	detection distance 檢測距離	detect the smallest objects 檢測最小物體	entry cable 出線方式
	DR18-S500N	NPN. NO	500cm	10×10×1mm	Φ4×2M/3-wires (3線制)
	DR18-S500NC	NPN. NO. NC			Φ4×2M/2-wires (2線制)
	DR18-S500P	PNP. NO			Φ4×2M/4-wires (4線制)
	DR18-S500PC	PNP. NO. NC			引線150mm帶M8連接器 (Lead 150mm with M8 connector)
	DR18-S200N	NPN. NO	200cm	10×10×1mm	Φ4×2M/3-wires (3線制)
	DR18-S200NC	NPN. NO. NC			Φ4×2M/4-wires (4線制)
	DR18-S200P	PNP. NO			引線150mm帶M8連接器 (Lead 150mm with M8 connector)
	DR18-S200PC	PNP. NO. NC			引線150mm帶M8連接器 (Lead 150mm with M8 connector)
	DR18-S40N	NPN. NO	40cm	10×10×1mm	Φ4×2M/3-wires (3線制)
	DR18-S40NC	NPN. NO. NC			Φ4×2M/4-wires (4線制)
	DR18-S40P	PNP. NO			引線150mm帶M8連接器 (Lead 150mm with M8 connector)
	DR18-S40PC	PNP. NO. NC			引線150mm帶M8連接器 (Lead 150mm with M8 connector)
	DR18-S10N	NPN. NO	10cm	10×10×1mm	Φ4×2M/3-wires (3線制)
	DR18-S10NC	NPN. NO. NC			Φ4×2M/4-wires (4線制)
	DR18-S10P	PNP. NO			引線150mm帶M8連接器 (Lead 150mm with M8 connector)
	DR18-S10PC	PNP. NO. NC			引線150mm帶M8連接器 (Lead 150mm with M8 connector)

注A: D=感應器上直接帶M8連接器; /15D=引線150mm帶M8連接器;
(Note: D = sensor directly with M8 connector; /15D = Lead 150mm with M8 connector.)

Application/應用實例

檢測硬紙板盒
(Detection of cardboard boxes)

檢測有光澤的物體
(Detect shiny objects)

檢測牛奶盒
(Detection of milk cartons)

Wiring Diagrams/接線圖

二線NPN

接線圖 (Wiring diagram)

三線PNP

接線圖 (Wiring diagram)

四線NPN

接線圖 (Wiring diagram)

四線PNP

接線圖 (Wiring diagram)

101

ANEXO B. Datos técnicos del cilindro neumático EMC 20X100



5 IAS Series Mini Cylinder & RAL/RAS Series Mini Cylinder

IAS Series Mini Cylinder

How to Order?

A S -- [] -- [25x50] -- [S] -- []

A: Standard cylinder
D: Double-shaft type
J: Double-shaft, adjustable stroke type
SA: Single acting spring extend
SB: Single acting spring return
AC: Adjustable cushion

S: Stainless steel barrel

[]: Blank: Swiveling tail
U: Flat tail
CM: Round tail

[25x50]: Bore x Stroke
12-25mm
0-1000mm

[S]: Blank: No magnet
S: With Magnet

[]: Mounting type:
Blank: Basic type
ILB type: Foot Mounting
IFA: Flange Mounting
ISDB: Trunnion bracket Mounting

I: According to ISO6432 and CETOP RP52P standard

Order example:
* I Series Cylinder Stainless Steel Barrel, 12mm bore, 50mm stroke, Model: IAS 12X50
* I Series Cylinder Stainless Steel Barrel, Adjustable cushion, 25mm bore, 70mm stroke, with magnet, Model: IACS 25X70-S

Specifications

Bore Size(mm)	12	16	20	25
Acting type	Double Acting / Single Acting			
Working medium	Clean Air (25 μ filtration)			
Mounting type	IFA ISDB ILB			
Working pressure (Bar)	1-9.0			
Max. working pressure (Bar)	13.5			
Working temperature (°C)	0-80 (dry air-20)			
Speed range (mm/s)	10-1000			
Cushion type	16mm-25mm are with adjustable cushion, 12mm no cushion			
Material	Stainless steel barrel			
Port Size	M5 x 0.8		G 1/8	

RAL/RAS Series Mini Cylinder

How to Order?

R -- A -- L -- [] -- [40x50] -- [S] -- []

R: Round barrel cylinder mini type

A: Standard double acting type
D: Double-shaft type
J: Double-shaft, adjustable stroke type
SA: Single acting spring extend
SB: Single acting spring return
AC: Adjustable cushion type

L: Aluminium barrel
S: Stainless steel barrel

[]: Blank: Swiveling tail
U: Flat tail
CM: Round tail

[40x50]: Bore x Stroke
16-40mm
0-1000mm

[S]: Blank: No magnet
S: Magnet

[]: Mounting type:
Blank: Basic type
RLB type: Foot Mounting
RFA: Flange Mounting
RSDB: Trunnion bracket Mounting

Order example:
* R series cylinder with aluminium barrel, Standard type, 16mm bore, 50mm stroke, Model: RAL 16X50
* R series cylinder with stainless steel barrel, adjustable cushion type, 20mm bore, 80mm stroke, with magnet, Model: RAC 20x80-S

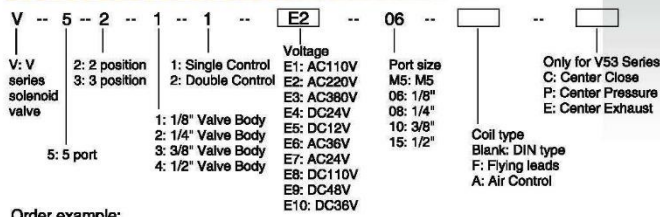
Specifications

Bore Size(mm)	16	20	25	32	40	Bore Size(mm)	16	20	25	32	40
Acting Type	Double Acting					Working temperature (°C)	-5-70				
Working Medium	Clean Air (25 μ filtration)					Speed range (mm/s)	50-800				
Mounting type	RLB RFA RSDB					Cushion type	Standard Type		Anti-bump cushion		
Range of working pressure (Bar)	1-9.0					Cushion Type	Adjustable Cushion				
Guaranteed pressure (Bar)	13.5					Port Size	M5 x 0.8		G 1/8		



V Series Solenoid Valve (5/2, 5/3) & V Series Air Control Valve (5/2, 5/3)

How to Order?



New
 Low power
 High flowrate
 High frequency
 Long lifetime
 5/2 way valve

型号:

- CN1V251-06
- CN2V251-08
- CN3V251-10
- CN4V251-15



Order example:

- * V series, 5 port, 2 position, single control, 1/8" valve body, AC110V, 1/8" port size, DIN coil, Model: V5211E1-06
- * V series, 5 port, 2 position, double control, 1/8" valve body, AC220V, 1/8" port size, flying Leads coil, Model: V5212E2-06F
- * V series, 5 port, 3 position, double control, 1/8" valve body, DC24V, 1/8" port size, DIN coil, center close, Model: V5312E4-06C

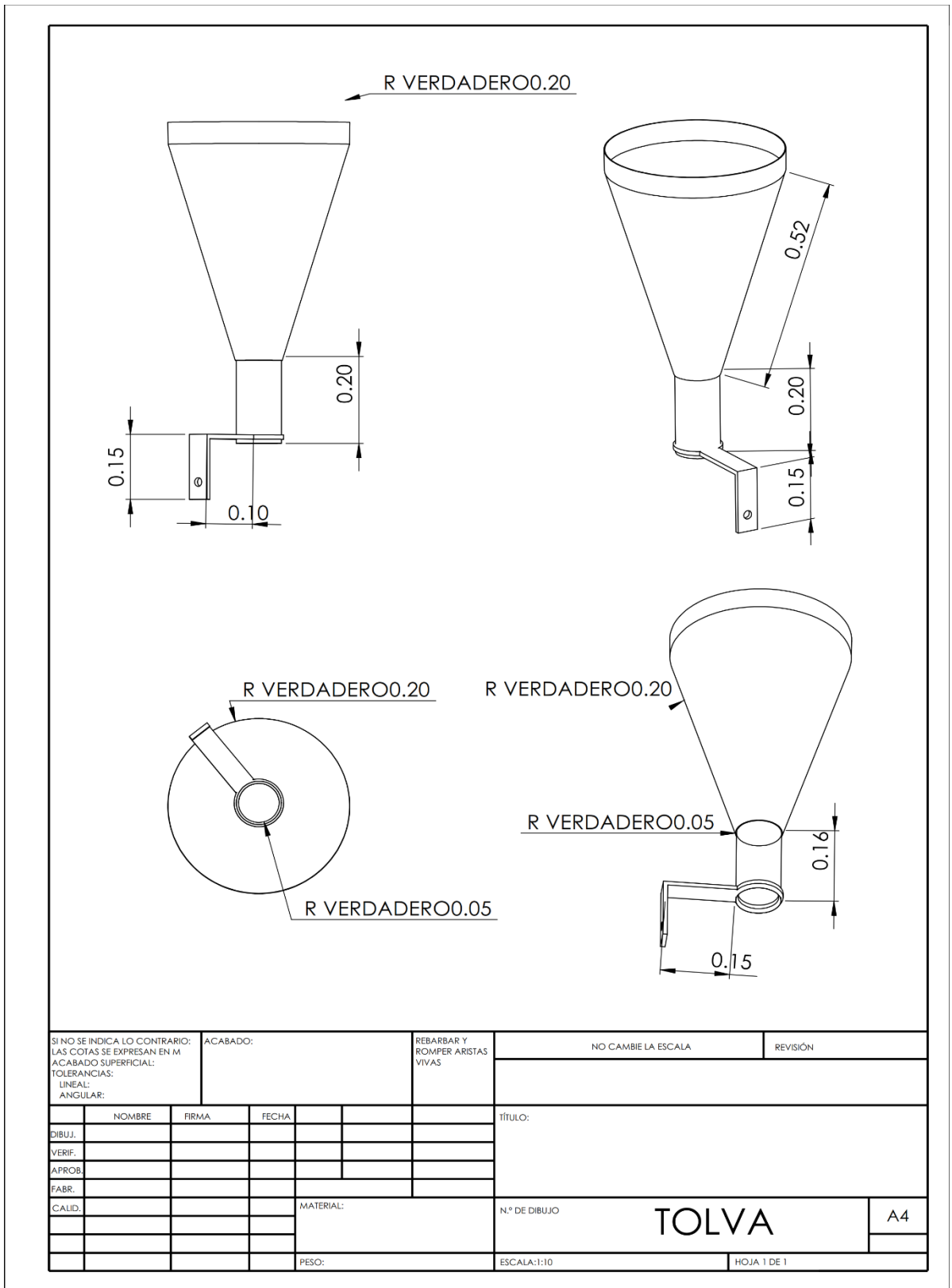
5 Port 2 Position Valve

	Model: V5211-M5 V5211-06		Model: V5221-06 V5221-08 V5231-08 V5231-10		Model: V5241-10 V5241-15		Model: V5212-M5 V5212-06
	Model: V5222-06 V5222-08 V5232-08 V5232-10		Model: V5242-10 V5242-15		Model: V5211-M5A V5211-06A V5221-06A V5221-08A V5231-08A V5231-10A		Model: V5241-10A V5241-15A
	Model: V5212-M5A V5212-06A V5222-06A V5222-08A V5232-08A V5232-10A		Model: V5242-10A V5242-15A				

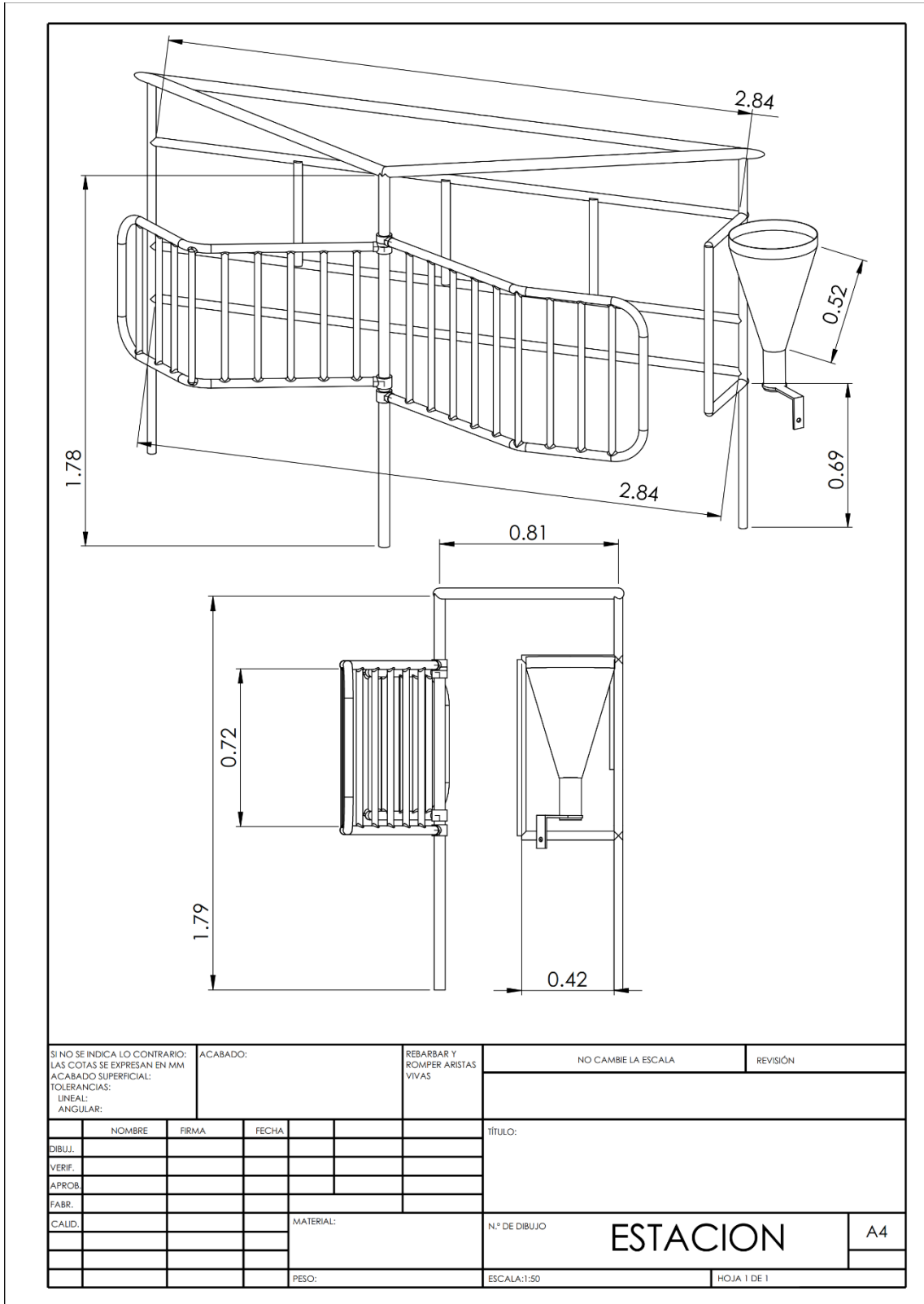
5 Port 3 Position Valve

	Model: V5312-M5AC V5312-06AC V5312-M5AP V5312-06AP V5312-M5AE V5312-06AE		Model: V5312-M5C V5312-06C V5312-M5P V5312-06P V5312-M5E V5312-06E		Model: V5322-06C V5322-06E V5322-06C V5322-06E V5332-06C V5332-06E V5332-10C V5332-10E V5322-06P V5322-08P V5332-08P V5332-10P		Model: V5342-10C V5342-10P V5342-10E V5342-15C V5342-15P V5342-15E
	Model: V5322-06AC V5322-06AP V5322-06AE V5322-08AC V5322-08AP V5322-08AE V5332-08AC V5332-08AP V5332-08AE V5332-10AC V5332-10AP V5332-10AE		Model: V5342-10AC V5342-10AP V5342-10AE V5342-15AC V5342-15AP V5342-15AE		Manifold V521-NF(N=1,2,3.....14) V522-NF(N=1,2,3.....14) V523-NF(N=1,2,3.....14) V524-NF(N=1,2,3.....14)		

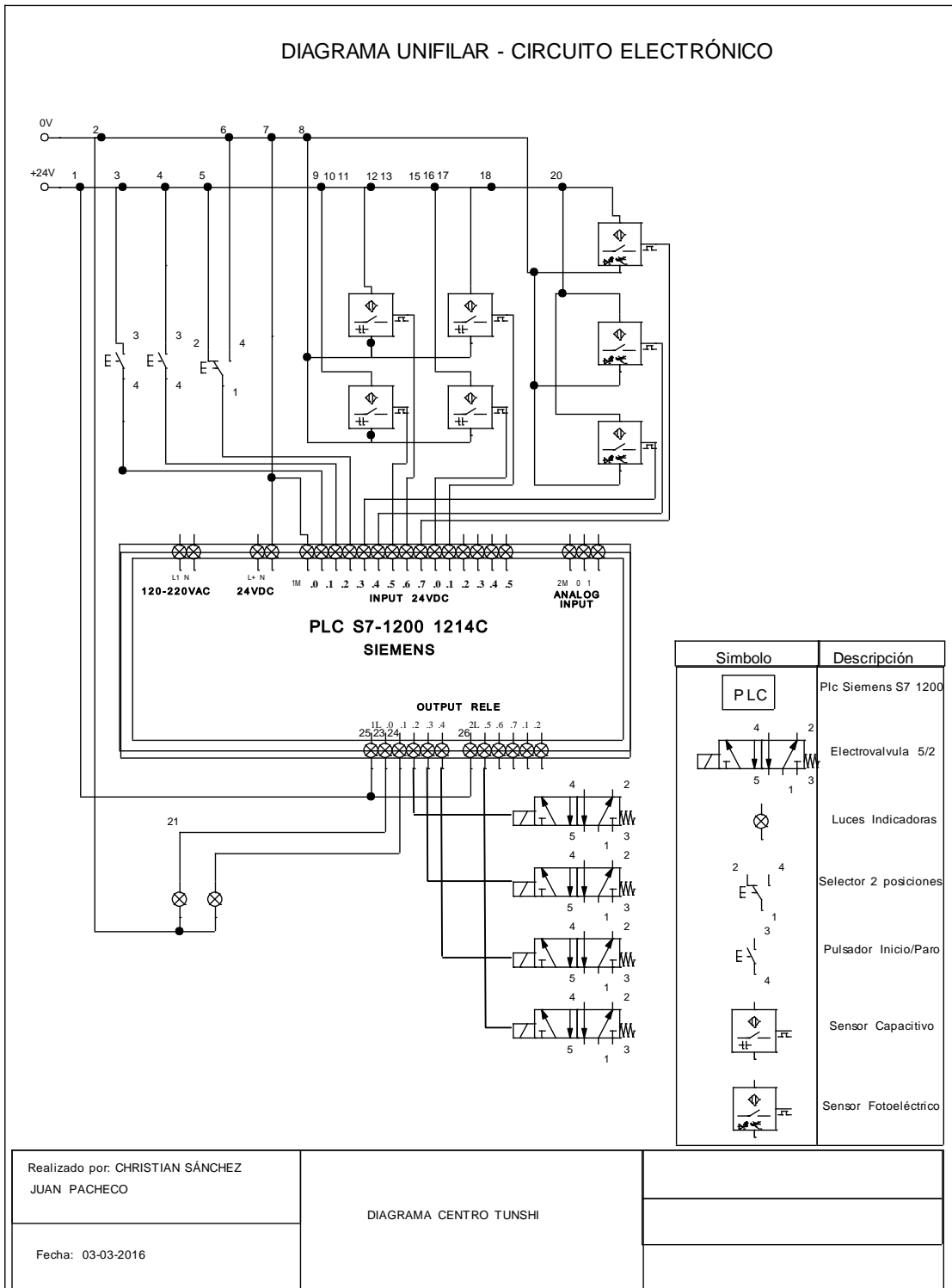
ANEXO C. Plano de Tolva



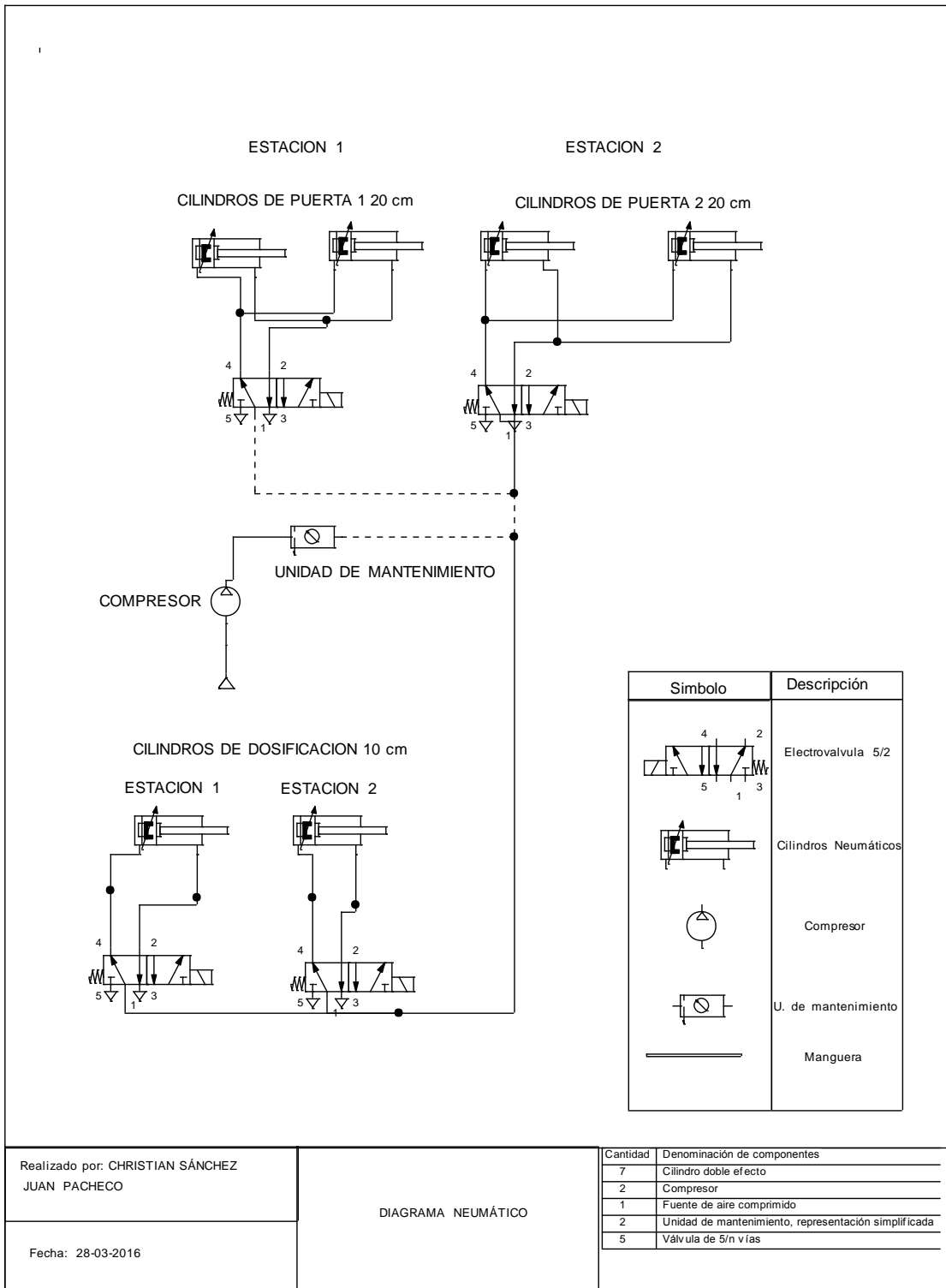
ANEXO E. Planos de Estación de Ordeño



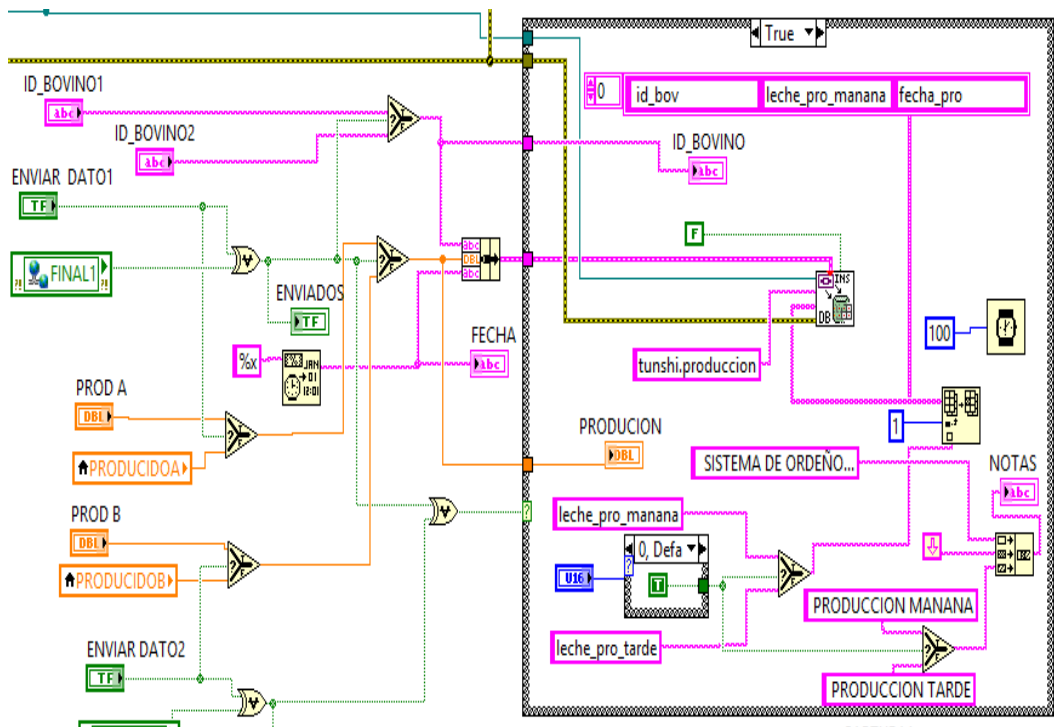
ANEXO F. Diagrama unifilar electrónico



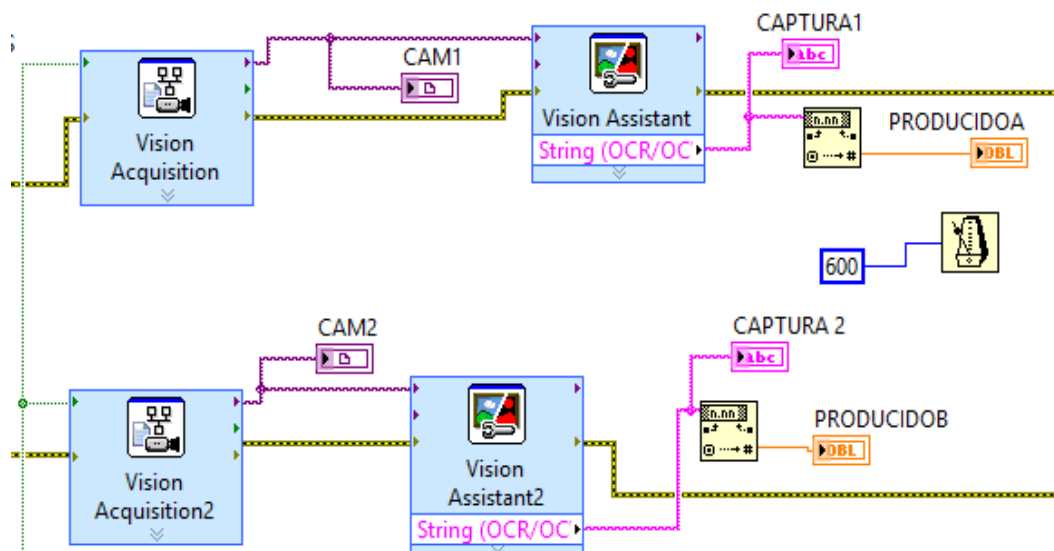
ANEXO G. Diagrama neumático general



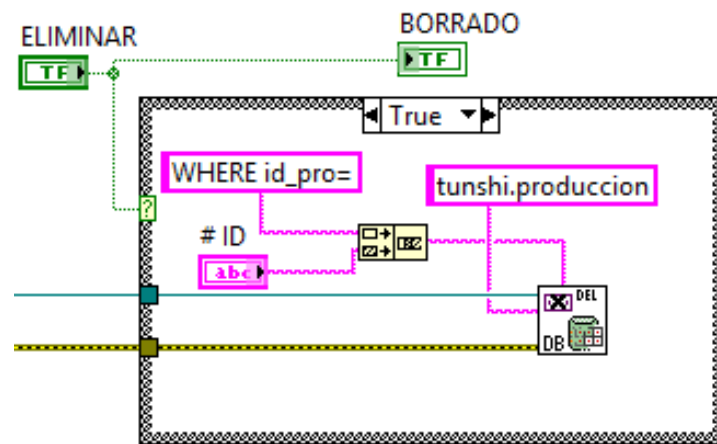
ANEXO H. Comunicación de Labview con la Base de Datos



ANEXO I. Adquisición y el procesamiento de imágenes en Labview



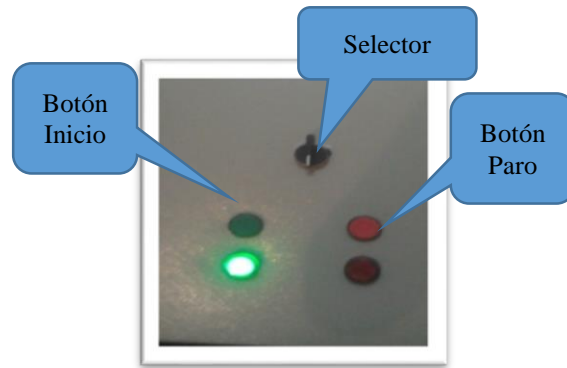
ANEXO J. Eliminación de registros desde Labview a la Base de Datos.



ANEXO K. Manuales de Operación y Mantenimiento

MANUAL DE OPERACIÓN

TABLERO DE CONTROL



Consta de las siguientes funciones:

SELECTOR: Permite elegir el modo de funcionamiento del sistema, existen dos modos Aplicación o Automático.

El modo aplicación nos permite controlar el sistema desde la aplicación realizada en Labview.

El modo automático realiza las operaciones acorde a las instrucciones programadas esto es una vez que detecta el ingreso de una vaca por la puerta principal se activa un sensor el cual envía una señal al PLC el mismo que envía una señal a los actuadores neumáticos los cuales abren las puertas para el ingreso del animal hacia el cubículo de ordeño una vez dentro otro

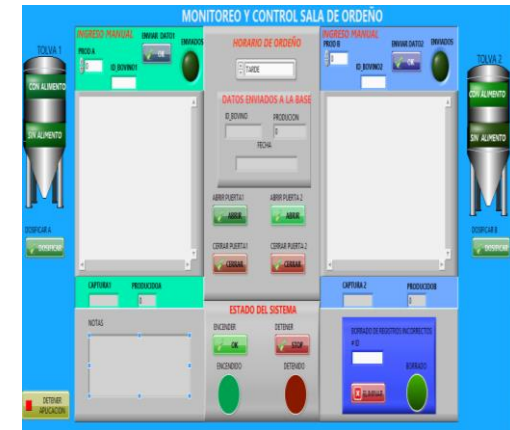
sensor detecta la presencia de la vaca y envía una señal al controlador el cual permite la activación del actuador neumática para la dosifica el alimento, a continuación se realiza el ordeño un sensor detecta el final de este y envía una señal al controlador el cual envía información a la aplicación para la captura y registro de la leche producida como también para la apertura de la puerta para la salida de la vaca, y así sucesivamente continua el proceso.

BOTON INICIO: Este sirve para poner en marcha el sistema el cual una vez en ejecución dependiendo del estado del selector realiza automáticamente el proceso o permite la ejecución desde la aplicación en labview, el estado de marcha lo indica una luz piloto verde ubicada bajo el mismo botón.

BOTON PARO: detiene el funcionamiento del sistema, al ser activado todo el sistema regresara a su posición inicial y no permitirá la ejecución hasta que nuevamente se active el inicio, su estado lo indica una luz piloto roja ubicada bajo el mismo botón.

APLICACIÓN EN LABVIEW

Dentro de Nuestra HMI tenemos la siguiente pantalla de interfaz:

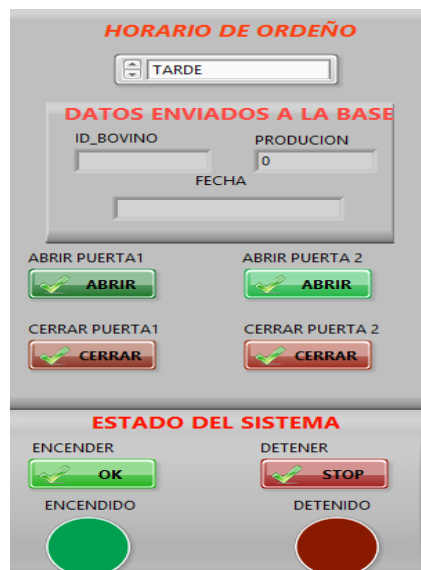


A continuación su funcionamiento por partes:



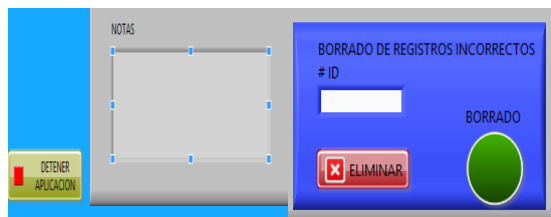
En la imagen anterior de muestra un recuadro donde se indica la imagen captada del display que indica la producción, en el campo CAPTURA2 el valor captura en formato de string mientras que convertido a número son mostrados en el campo PRODUCCIONB. El

campo PROD B es donde se debe ingresar los litros producidos cuando se trata en estado manual así también el campo ID_BOVINO2 donde se ingresa el código de la vaca, el Botón OK al ser activado envía los datos anteriores a la base de datos y el led indica el envío. También tenemos la figura de una tolva donde tenemos led indicadores que muestran cuando la tolva posee alimento y cuando esta sin alimento. El botón dosificación permite proveer de alimento acorde al tiempo que se lo tenga activado. Esto es igual para ambos casos mostrados en la pantalla.



Como se puede ver en la imagen anterior existe un campo donde se selecciona el horario de ordeño que es Mañana o Tarde. Otra sección donde se muestra los campos el ID_BOVINO que es el código de la vaca la PRODUCCION y la FECHA que son los datos enviados.

Además tenemos los botones que nos permite la apertura o cierre de las puertas como también botones para el encendido o detención del sistema.



En la imagen anterior tenemos el campos notas donde se mostrara el horario de ordeno seleccionado, el botón detener aplicación el cual una vez activado detiene el programa.

La otra parte mostrada que es la sección de borrado de registros incorrectos posee un campo #ID en el cual se inserta el ID del registro y activando el botón eliminar procedemos a borrar el registro de la base de datos y el led se encenderá al ejecutarse esta acción.



MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE TUNSHI



Realizado por:

CHRISTIAN SÁNCHEZ

JUAN CARLOS PACHECO

SENSORES:

Los sensores como elementos expuestos al medio de la planta donde se presentan elementos como polvo y suciedad necesitan de los siguientes métodos de cuidado para su correcto funcionamiento:

- Limpieza de sensores, se tiene que dar importancia al lugar donde se realiza el sensado.



Sensores Fotoeléctricos



Sensores Capacitivos

Dicha limpieza se lo debe realizar antes y después de iniciar el proceso, con paños secos.

El mantenimiento de los sensores capacitivos se los debe realizar con un nivel bajo de alimento en la tolva.

- Comprobar el correcto funcionamiento del sensor.

Una vez inicializado el sistema comprobar que las luces leds en la parte de posterior de los sensores se encuentran encendidos.

ELEMENTOS NEUMÁTICOS

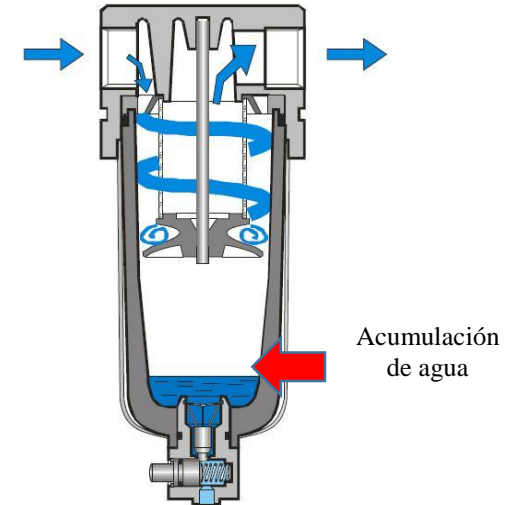
UNIDAD DE MANTENIMIENTO

La unidad de mantenimiento consta de 3 partes que lo constituyen teniendo en cuenta la función de cada una se deber realizar un mantenimiento periódico.

FILTRO DE AIRE

Verificar que no exista exceso de agua acumulada en el contenedor localizado en la parte inferior, caso contrario presionar la

válvula para sacar del contenedor el agua acumulada en el interior.



REGULADOR DE PRESIÓN

El regulador de presión puede variar con el tiempo en su medición de presión y su regulación, entonces se debe visualizar en el manómetro que la lectura de presión no sobrepase de 20 psi, valor el cual fue calibrado el sistema; Caso contrario se deber girar la válvula en la parte superior ajustando hacia la

derecha o reduciendo la regulación hacia la izquierda según corresponda el caso para calibrar la presión al valor anteriormente dicho.

UNIDAD DE LUBRICACIÓN

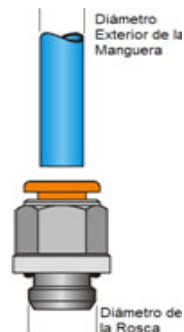
En la parte derecha de la Unidad de mantenimiento se encuentra la unidad de lubricación la cual se encarga de mantener un ambiente no seco al sistema neumático, dicho aceite tiene que mantenerse en un nivel no menor a la tercera parte del contenedor.

MAGUERAS Y CONECTORES

Se debe examinar el sistema de distribución de aire comprimido para determinar si existen fugas, al momento de existir fugas se reduce la presión del aire provocando un mal funcionamiento de los actuadores.

Si existen fugas en la conexión entre manguera y racor se tiene que presionar el anillo de

desconexión y la manguera con fuerza para no permitir fugas, debido a que el racor es de conexión rápida no existirá problemas de ajuste.



CILINDROS NEUMÁTICOS

Debido a que los cilindros neumáticos no presentan sensibilidad a factores externos no se requieren de cuidado especial, Debiendo tener cuenta que el sistema mecánico no tenga ningún tipo de obstrucción que pueda ocasionar un mal funcionamiento por parte de los cilindros.



MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE TUNSHI

Mantenimiento



Realizado por:

CHRISTIAN SÁNCHEZ

JUAN CARLOS PACHECO