



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA, PARA  
EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LAS COMPUERTAS DE  
GUILLOTINA Y MONITOREO DEL SISTEMA DE PESAJE DE  
BALANCEADOS, EN LA AVÍCOLA LA MORENITA”**

**USCA ALLAUCA LUIS GEOVANNY  
VALLEJO GONZALEZ DARWIN ADRIAN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA - ECUADOR  
2018**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

---

2017-04-28

Yo recomiendo que el trabajo de Titulación preparado por:

**USCA ALLAUCA LUIS GEOVANNY**

---

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA, PARA EL  
CONTROL AUTOMÁTICO DE LAS COMPUERTAS DE GUILLOTINA Y  
MONITOREO DEL SISTEMA DE PESAJE DE BALANCEADOS, EN LA  
AVÍCOLA LA MORENITA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño

**DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo

**DIRECTOR**

---

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos

**ASESOR**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

---

2017-04-28

Yo recomiendo que el trabajo de Titulación preparado por:

**VALLEJO GONZALEZ DARWIN ADRIAN**

---

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA, PARA EL  
CONTROL AUTOMÁTICO DE LAS COMPUERTAS DE GUILLOTINA Y  
MONITOREO DEL SISTEMA DE PESAJE DE BALANCEADOS, EN LA  
AVÍCOLA LA MORENITA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño

**DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo

**DIRECTOR**

---

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos

**ASESOR**

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** USCA ALLAUCA LUIS GEOVANNY

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA, PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LAS COMPUERTAS DE GUILLOTINA Y MONITOREO DEL SISTEMA DE PESAJE DE BALANCEADOS, EN LA AVÍCOLA LA MORENITA”

**Fecha de Examinación:** 2018-01-04

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza <b>PRESIDENTE TRIB.DEFENSA</b>			
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** VALLEJO GONZALEZ DARWIN ADRIAN

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA, PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LAS COMPUERTAS DE GUILLOTINA Y MONITOREO DEL SISTEMA DE PESAJE DE BALANCEADOS, EN LA AVÍCOLA LA MORENITA”

**Fecha de Examinación:** 2018-01-04

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza <b>PRESIDENTE TRIB.DEFENSA</b>			
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los Usca L. & Vallejo D. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Usca Allauca Luis Geovanny**

---

**Vallejo González Darwin Adrián**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, Luis Geovanny Usca Allauca y Darwin Adrián Vallejo González, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como Usca L. & Vallejo D., asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

**Usca Allauca Luis Geovanny**

**Cedula de identidad: 060442616-3**

---

**Vallejo González Darwin Adrián**

**Cedula de identidad: 060411366-2**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Luis Usca y Laura Allauca, quienes han estado siempre a mi lado a pesar de las dificultades, sin dejarme caer, enseñándome valores cada día, dándome aliento para vencer los obstáculos que se pongan en mi camino hasta llegar a cumplir el propósito anhelado.

A mis hermanas y esposa que con su apoyo moral y buenos consejos me impulsaron para seguir siempre adelante y cumplir la meta propuesta.

**Usca Allauca Luis Geovanny**

A mis familiares quienes me han proporcionado de fuerza, valor y consejos para poder terminar una meta tan anhelada y tan extensa de conseguir, con perseverancia lo he logrado para poder terminar mi carrera estudiantil

A mis padres Manuel Pacifico Vallejo Inca y María Aurora González Yuquilema por todo el esfuerzo y el apoyo incondicional que me han brindado en todo el transcurso de mi vida.  
A mis hermanos Franklin y Carlos por apoyarme siempre en lo que me eh propuesto.

**Darwin Adrián Vallejo González**



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por estar presente en todo momento, guiándome cada día, dándome fuerza y sabiduría para atravesar todas las adversidades y seguir adelante en mi formación profesional y personal.

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y a la Avícola La Morenita por la apertura brindada.

Y en especial para toda mi familia, amigos y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito otra etapa de mi vida.

**Usca Allauca Luis Geovanny**

Primero agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa de vida estudiantil, de una manera exitosa y junto a mis seres queridos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento por permitirme formarme con conocimientos para poder formarme como profesional.

A mis padres, hermanos y amigos quienes me impartieron palabras de aliento y motivación para seguir adelante para logra terminar mi carrera estudiantil.

**Darwin Adrián Vallejo González**

# CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos:</i> .....	2
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Comunicaciones industriales.....	2
2.1.1 <i>Comunicación Serial.</i> .....	5
2.1.2 <i>Interfaces de comunicación</i> .....	5
2.1.2.1 <i>Características.</i> .....	6
2.1.3 <i>Parámetros para la comunicación.</i> .....	7
2.1.3.1 <i>Velocidad de transmisión (baud rate).</i> .....	7
2.1.3.2 <i>Bits de datos.</i> .....	7
2.1.3.3 <i>Bits de parada.</i> .....	7
2.1.3.4 <i>Paridad.</i> .....	7
2.2 Topología de red.....	7
2.2.1 <i>Comunicación Punto a Punto.</i> .....	8
2.2.2 <i>Propiedades PtP.</i> .....	8
2.3 El Sistema SCADA .....	9
2.3.1 <i>Registro de datos (Tags).</i> .....	9
2.3.2 <i>Mantenimiento del sistema SCADA.</i> .....	9
2.4 Red PROFINET.....	10
2.4.1 <i>Arquitectura</i> .....	10
2.4.2 <i>Características de PROFINET.</i> .....	11
2.5 Controlador Programable S7-1200.....	11
2.5.1 <i>Capacidad de expansión.</i> .....	12
2.5.1.1 <i>Para el almacenamiento de datos, áreas de memoria.</i> .....	12
2.6 Indicador electrónico de peso .....	13

2.6.1	<i>Características</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.6.2	<i>Interface Serial MATRIX</i> .....	15
2.6.3	<i>Modo continuo</i> .....	15
2.6.3.1	<i>Modo impresión</i> .....	15
2.7	Módulo de comunicación MC 1241 (RS 232).....	16
2.7.1	<i>Protocolos de comunicación</i> .....	17
2.8	TIA Portal V13.....	19
2.8.1	<i>Vistas del TIA Portal</i> .....	19
2.8.2	<i>Vista del portal</i> .....	19
2.8.3	<i>Vista del proyecto</i> .....	19
2.9	LabVIEW 2015.....	19
2.9.1	<i>Programación en el software LabVIEW</i> .....	19
2.9.1.1	<i>Panel frontal</i> .....	20
2.9.1.2	<i>Diagrama de bloques</i> .....	20
2.9.2	<i>NI-OPC</i> .....	20
2.9.3	<i>Módulo DSC</i> .....	21
2.10	Actuadores.....	21
2.10.1	<i>Cilindro neumático</i> .....	21
2.10.1.1	<i>Cilindro de doble efecto</i> .....	21
2.10.2	<i>Electroválvulas</i> .....	22
2.10.3	<i>Sensores</i> .....	23
2.10.3.1	<i>Sensores magnéticos</i> .....	23
2.10.3.2	<i>Sensores capacitivos</i> .....	23
<b>3.</b>	<b>PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA</b>	
3.1	Configuración red Profinet con STEP 7 TIA PORTAL V13.....	25
3.1.1	<i>Creación del proyecto y selección de dispositivos</i> .....	25
3.1.2	<i>Dispositivos añadidos</i> .....	26
3.1.2.1	<i>Módulo de entradas digitales</i> .....	26
3.1.2.2	<i>Módulo de comunicación RS_232</i> .....	27
3.1.3	<i>Interfaz PROFINET</i> .....	28
3.2	Configuración del indicador de peso.....	28
3.2.1	<i>Configuración del puerto serial</i> .....	28
3.2.2	<i>Modo de configuración</i> .....	29

3.3	Configuración de puerto de comunicación y recepción de información .....	30
3.3.1	<i>Configuración de Puerto de comunicación.</i> .....	30
3.3.2	<i>Recepción de información</i> .....	31
3.3.3	<i>Transformación de tipo de datos STRING a un tipo de datos DWORD.</i> .....	32
3.4	Configuración para el accionamiento de las compuertas. ....	34
3.4.2	<i>Control de la apertura y cierre de la compuerta de la báscula.</i> .....	36
3.5	Configuración y programación de la HMI .....	38
3.6	Conexión entre LabVIEW y PLC utilizando NI-OPC Servers .....	40
3.6.1	<i>Creación del NI OPC Server.</i> .....	40
3.6.1.1	<i>Añadir y configurar el dispositivo PLC.</i> .....	41
3.6.2	<i>Creación de memorias de interfaz para comunicación de LabVIEW y PLC.</i> ..	41
3.7	Sistema SCADA en LabVIEW.....	43
3.7.1	<i>Creación y diseño de controles en DSC de LabVIEW.</i> .....	43
3.7.2	<i>Diseño del sistema SCADA en LabVIEW.</i> .....	44
3.7.2.1	<i>Comunicación de los controles DSC de LabVIEW y NI OPC Servers.</i> .....	48
<b>4.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.</b>	
4.1	Prueba del SCADA con comunicación PROFINET en la HMI .....	50
4.2	Prueba de comunicación del SCADA en LabVIEW con la HMI.....	51
<b>5.</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	
5.1	Introducción.....	54
5.2	Sistemas del proceso de producción. ....	54
5.2.1	<i>Sistema de mando.</i> .....	54
5.2.3	<i>Sistema de potencia.</i> .....	54
5.2.4	<i>Sistema eléctrico.</i> .....	55
5.3	Especificaciones técnicas .....	55
5.3.1	<i>Compresor</i> .....	55
5.3.2	<i>Electroválvula</i> .....	55
5.3.3	<i>Cilindro neumático doble efecto se63x200</i> .....	56
5.4	Normas de seguridad para la operación.....	56
5.4.1	<i>Operación</i> .....	57
5.5	Plan de mantenimiento .....	58

**6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1 Conclusiones..... 61  
6.2 Recomendaciones ..... 62

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 2-1.</b> Descripción del teclado y las señales del indicador de peso .....	14
<b>Tabla 2-2.</b> Características del MC1241 (RS-232).....	17
<b>Tabla 2-3.</b> Clavijas del conector DB-9 .....	18
<b>Tabla 2-4.</b> Características de válvula solenoide.....	22
<b>Tabla 3-1.</b> Dietas alimenticias.....	35
<b>Tabla 5-1.</b> Especificaciones técnicas del compresor.....	55
<b>Tabla 5-2.</b> Especificaciones técnicas de la electroválvula solenoide.....	55
<b>Tabla 5-3.</b> Especificaciones técnicas del cilindro neumático de doble efecto.....	56
<b>Tabla 5-4.</b> Actividades de mantenimiento eléctrico y electrónico.....	59
<b>Tabla 5-5.</b> Actividades de mantenimiento mecánico.....	59

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2-1.</b> Diagrama de comunicaciones industriales.....	2
<b>Figura 2-2.</b> Conexión típica de la interfaz RS_232 .....	6
<b>Figura 2-3.</b> Esquema básico del sistema SCADA .....	9
<b>Figura 2-4.</b> PROFINET .....	10
<b>Figura 2-5.</b> Controlador programable SIMATIC S7-1200.....	11
<b>Figura 2-6.</b> Indicador de peso electrónico .....	13
<b>Figura 2-7.</b> Módulo de comunicación MC 1241 (RS-232).....	16
<b>Figura 2-8.</b> Entorno general LabVIEW .....	20
<b>Figura 2-9.</b> Cilindro de doble efecto.....	21
<b>Figura 2-10.</b> Electroválvula 4V230 .....	22
<b>Figura 3-1</b> Creación del proyecto en TIA PORTAL .....	25
<b>Figura 3-2.</b> Determinación de dispositivo .....	25
<b>Figura 3-3.</b> Carga de dispositivo.....	26
<b>Figura 3-4.</b> Módulo de entradas digitales .....	26
<b>Figura 3-5.</b> Módulo CM 1241 (RS-232).....	27
<b>Figura 3-6.</b> Compilación del dispositivo añadido.....	27
<b>Figura 3-7.</b> Carga de dispositivo.....	28
<b>Figura 3-8.</b> Interfaz PROFINET entre PLC y HMI.....	28
<b>Figura 3-9.</b> Ingreso a modo de configuración.....	29
<b>Figura 3-10.</b> Modo de calibración .....	29
<b>Figura 3-11.</b> Transmision serial modo continuo.....	30
<b>Figura 3-12.</b> Velocidad de comunicación por puerto serial.....	30
<b>Figura 3-13.</b> Configuración bloque "PORT_CFG_DB" .....	31
<b>Figura 3-14.</b> Configuración bloque "RCV_PTP" .....	31
<b>Figura 3-15.</b> Creación de nuevo bloque en "BUFFER".....	32
<b>Figura 3-16.</b> Configuración de tipo de datos en "BUFFER" .....	32
<b>Figura 3-17.</b> Configuración BUFFER en Bloque " RCV_PTP" .....	32
<b>Figura 3-18.</b> Configuración bloque "MID" .....	33
<b>Figura 3-19.</b> Configuración bloque " STRING_VAL" .....	33
<b>Figura 3-20.</b> Configuración apertura compuerta almacén 50% .....	34
<b>Figura 3-21.</b> Configuración cierre de compuerta a 25%.....	35

<b>Figura 3-22.</b> Configuración cierre de compuerta báscula y apagado de la helicoidal.....	36
<b>Figura 3-23.</b> Apertura de compuerta báscula, encendido de la helicoidal.....	37
<b>Figura 3-24.</b> Segmentos de la programación .....	37
<b>Figura 3-25.</b> Pantalla de inicio del HMI .....	38
<b>Figura 3-26.</b> Pantalla de procesos .....	38
<b>Figura 3-27.</b> Pantalla de proceso manual.....	39
<b>Figura 3-28.</b> Pantalla de proceso automático.....	39
<b>Figura 3-29.</b> Selección de adaptador de la PC .....	40
<b>Figura 3-30.</b> Configuración OPC.....	40
<b>Figura 3-31.</b> Selección del modelo del PLC en NI OPC .....	41
<b>Figura 3-32.</b> Configuración de dirección del dispositivo en el NI OPC.....	41
<b>Figura 3-33.</b> Creación de tags en NI OPC .....	42
<b>Figura 3-34.</b> Listado de marcas en NI OPC.....	42
<b>Figura 3-35.</b> Comprobación de estado en OPC Quick Client.....	43
<b>Figura 3-36.</b> Agregación de booleano e imágenes.....	44
<b>Figura 3-37.</b> Variables de controles en DSC. ....	44
<b>Figura 3-38.</b> Insertar Tab control.....	45
<b>Figura 3-39.</b> Case Structure, While Loop y Tab Control en el Block Diagram .....	45
<b>Figura 3-40.</b> Pantalla inicio en LabVIEW .....	46
<b>Figura 3-41.</b> Visualización inicial en Block Diagram. ....	46
<b>Figura 3-42.</b> Pantalla del proceso manual en LabVIEW .....	47
<b>Figura 3-43.</b> Controles e indicadores del proceso manual en Block Diagram. ....	47
<b>Figura 3-44.</b> Pantalla del proceso automático en LabVIEW .....	48
<b>Figura 3-45.</b> Controles e indicadores del proceso automático en Block Diagram. ....	48
<b>Figura 3-46.</b> Comunicación control DSC y tag OPC .....	49
<b>Figura 4-1.</b> Visualización de peso en la HMI .....	50
<b>Figura 4-2.</b> Visualización de peso en el Indicador de peso. ....	50
<b>Figura 4-3.</b> Prueba de apertura de la compuerta al 50% .....	51
<b>Figura 4-4.</b> Visualización de peso en LabVIEW .....	52



## LISTA DE ABREVIACIONES

<b>ABREVIATURA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
SCADA	Supervisión Control y Adquisición de Datos
DCE	Equipos de Comunicación de Datos
DTE	Equipo Terminal de Datos
PtP	Punto a Punto
CM	Módulo de Comunicación
E/S	Entradas y Salidas
SB	Signal Board (Placa de Señales)
CB	Placa de Comunicación
BB	Placa de Batería
SM	Módulo de Señales
M	Marcas
DB	Bloque de Datos
CD	Detector de transmisión
RXD	Recepción de datos
TXD	Transmisión de datos
DTR	Terminal de datos listo
GND	Señal de tierra
VI	Instrumentos Virtuales
DSC	Módulo de Registro de Datos y Control de Supervisión
PACs	Controladores de Automatización Programables
Bps	Baudios por segundo

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Configuración del puerto de comunicación y recepción de información.
- B** Mando manual, automático y selección de dietas.
- C** Control de la compuerta almacenamiento en sus cuatro posiciones a través de pesos.
- D** Control de la compuerta de la báscula, y control de la helicoidal a través de pesos.
- E** Fichas Técnicas de dispositivos y equipos.

## RESUMEN

Se realizó el diseño e implementación de un sistema SCADA, para el control automático de las compuertas de guillotina y monitoreo del sistema de pesaje de balanceados, en la Avícola la Morenita. En este trabajo se investigó acerca de la comunicación a aplicar; topología y configuración para el envío y recepción de datos entre el PLC con el indicador de peso con el módulo de comunicación CM 1241 RS-232, sobre sistemas SCADA; utilizando una HMI KTP700 DP y el software LabVIEW. Creada la subred con los dispositivos, se procede a programar cada uno de los dispositivos que conforman el proceso de pesaje y control de las compuertas de guillotina con pulsadores, leds, sensores, cilindros y el indicador de peso LEXUS con el software TIA PORTAL V13. Realizada la configuración y programación en el PLC se diseñó los procesos con sus respectivos controles e indicadores para visualizar en la HMI, otorgando una interfaz sencilla con el usuario. Además, se realizó el enlace a LabVIEW mediante un servidor, realizando en este software el diseño del sistema. Al terminar la implementación del SCADA, se realizaron las pruebas de funcionamiento tanto de la transferencia de datos, como del control de las compuertas del proceso, consiguiendo un control correcto y adquisición de datos del sistema en tiempo real, tanto en la pantalla del HMI y en LabVIEW. Para el adecuado manejo y óptimo desempeño de los procesos y dispositivos, se establece un manual de operación y mantenimiento con reglas de seguridad, para mantener un buen funcionamiento de los equipos y evitar mal manejo. Los operarios deben tener conocimientos en el manejo de la HMI y LabVIEW, o recibir una capacitación por el dueño o encargado del proceso de producción, para el correcto manejo de puesta en marcha y paro de los equipos de la planta.

**PALABRAS CLAVES:** <COMUNICACIONES INDUSTRIALES>, <RED DE COMUNICACIÓN (PN: PROFINET)>, <SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA)>, <TIA PORTAL (SOFTWARE)>, <LABVIEW (SOFTWARE)>, <TRANSFERENCIA DE DATOS>, < MÓDULO DE COMUNICACIÓN (CM)>

## ABSTRACT

The design and implementation of a SCADA system were conducted, for the automatic control of the guillotine gates and monitoring of the weighing system of balanced animal feed in the poultry farm La Morenita. In this work was investigated about the communication to be applied; topology and configuration for sending and receiving data between the PLC with the weight indicator with the communication module CM 1241 RS-232, on SCADA systems; by using a KTP700 DP HMI and the LabVIEW software. Once the subnet has been created with the devices, it is proceed to program each on of the devices that make up the weighing and control process of the guillotine doors with push buttons, LEDs, sensors, cylinders and the LEXUS weight indicator with the TIA PORTAL V13 software. After the configuration and programming in the PLC, the processes were designed with its respective controls and indicators to visualize in the HMI, granting a simple interface to the user. Furthermore, the link to LabVIEW was carried out through a server, making the design of the system in this software. At the end of the implementation of the SCADA, the operation tests of both the data transfer and the control of the process gates were performed, obtaining a correct control and acquisition of system data in real time, both in the HMI screen and in the LabVIEW. For the proper handling and optimal performance of the processes and devices, an operation and maintenance manual with safety rules is established, in order to maintain a good operation of the equipment and to avoid mishandling. Operators must have knowledge in the management of HMI and LabVIEW, or to receive training by the owner or person in charge of the production process, for the correct management of start-up and stoppage of the plant equipment.

**KEY WORDS:** <INDUSTRIAL COMMUNICATIONS >, <COMMUNICATION NETWORK (PN: PROFINET)>, <SUPERVISION, CONTROL AND ACQUISITION OF DATA (SCADA)>, <TIA PORTAL (SOFTWARE)>, <LABVIEW (SOFTWARE)>, <DATA TRANSFER>, < COMMUNICATION MODULE (CM)>

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

AVÍCOLA LA MORENITA fue creada en el año 2008, se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba. Iniciando con la producción de pollos de engorde, y su planta de alimentos balanceados, mediante ésta brindan servicios de formulación de balanceado en polvo para las aves.

Con el paso de los años, la demanda fue creciendo y en la actualidad ofrece sus productos a varios clientes. Esto ha sido posible gracias a la inversión en la infraestructura y la automatización del proceso, lo cual permite agilizar tiempos de entrega y asegurar la calidad en sus productos, todo esto con la finalidad de ofrecer a sus usuarios comodidad y rapidez en la entrega.

La planta presenta la dificultad de obtener la mezcla exacta de los ingredientes según la dieta alimenticia que compone el balanceado, debido a que los accionamientos de las válvulas de guillotina son maniobrados manualmente, y los datos de peso no constan en el controlador de todo el sistema, por lo que no cuentan con la información precisa ni actualizada para la obtención de históricos de peso, y reportes del proceso productivo en tiempo real.

Los sistemas SCADA (Control con Supervisión y Adquisición de Datos), y la comunicación industrial es y será de gran relevancia, porque cubren las necesidades de un sistema de control y supervisión de los procesos en tiempo real, lo que representa en las industrias con la optimización de costos, arranques rápidos y eficientes de equipos, etc.

El presente estudio tiene como objetivo mejorar el control y monitoreo en el proceso de pesaje de los balanceados en tiempo real, con históricos de proceso y producción, con el fin de obtener los mejores balanceados e incrementar la productividad de la AVÍCOLA LA MORENITA.

## **1.2 Justificación.**

Mediante la implementación del control automático de las compuertas de guillotina para el sistema de pesaje, se generará un sistema más confiable donde la maniobra de las compuertas se convierta en un proceso sencillo para los operarios gracias a la comunicación RS-232 entre el indicador de peso y el controlador lógico programable del sistema.

Al crear un sistema SCADA, los operarios y personal administrativo contarán con históricos, reportes del proceso y producción en tiempo real, lo que permitirá disminuir en gran parte el trabajo de llevar los archivos de forma física, facilitando la recuperación y actualización de datos.

Con las instalaciones que se van a implementar en la planta de alimentos balanceados de la AVÍCOLA LA MORENITA, se mejorará el control y monitoreo en el proceso de pesaje de los balanceados, para obtener un sistema que desarrolle su función con la cantidad de materia prima adecuada, en el menor tiempo y seguridad confiable. Se generará una rápida comunicación y transmisión de datos, con históricos de proceso, lo cual proporciona información para la pronta detección y eliminación de fallos, con el fin de obtener los mejores balanceados e incrementar la productividad, ubicándose en un nivel competitivo, con los costos más bajos de producción y un alto nivel de calidad.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 *Objetivo general***

Diseñar e implementar un sistema SCADA, para el control automático de las compuertas de guillotina y monitoreo del sistema de pesaje de balanceados, en la AVÍCOLA LA MORENITA.

### **1.3.2 *Objetivos específicos:***

Identificar las entradas y salidas del controlador lógico programable mediante visitas a la fábrica para determinar el número de variables del proceso a incrementarse.

Realizar la instalación del circuito neumático con cilindros, electroválvulas neumáticas y accesorios para el control automático de las compuertas de guillotina del sistema de pesaje.

Configurar y programar el controlador lógico programable, módulo de comunicación RS-232 y HMI (Interfaz Hombre-Máquina), para el control y monitoreo del sistema de pesaje.

Realizar las correspondientes pruebas de funcionamiento del sistema de comunicación, mediante simulación de los procesos, a través de mandos en la HMI y el sistema SCADA.

Elaborar un manual de operación y mantenimiento para el sistema de la AVICOLA LA MORENITA.

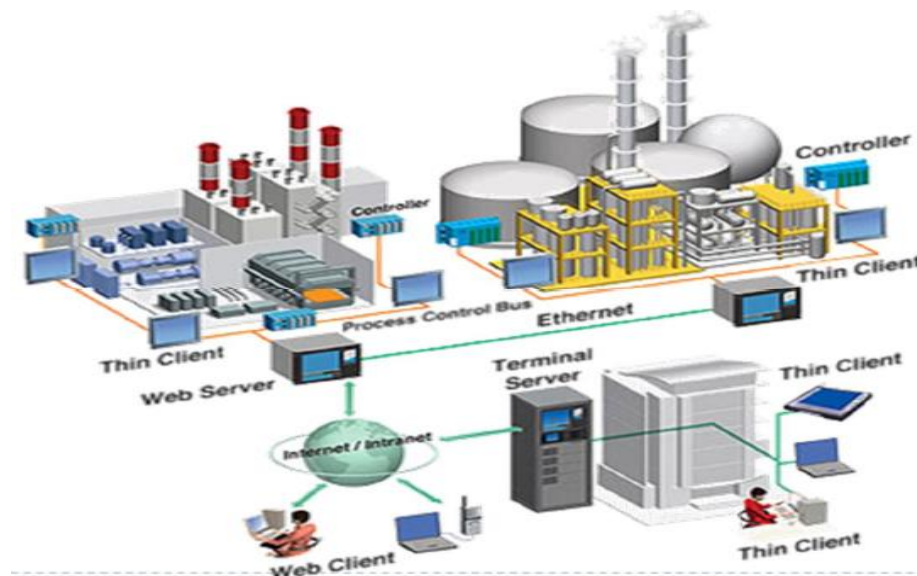
## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Comunicaciones industriales.

Las comunicaciones de datos entre diferentes sistemas, procesos e instalaciones son uno de los pilares fundamentales para que la industria se encuentre en un nivel de competitividad. Para mejorar la calidad, productividad y la efectividad de sus sistemas, reduciendo los costos de producción y de mantenimiento, el sistema de comunicaciones debe permitir sistemas que enlacen la base de datos (producción, pedidos, almacén, etc.) de la planta de producción con la de gestión e ingeniería de la empresa (GUERRERO , y otros pág. 3).

La comunicación industrial monitoriza y modifica estrategias de control desde el puesto de operación, que puede estar situado en la propia planta o en cualquier otro lugar mediante una conexión a través de redes de datos públicas o privadas, lo cual aumenta la confiabilidad y seguridad en los procesos de producción mediante: la detección temprana de condiciones de alarma, supervisión y control continuo de procesos, con una integración completa del proceso (CASTRO, y otros, 2012 pág. 52).



**Figura 2-1.** Diagrama de comunicaciones industriales.

Fuente: <http://edu-hvcom.blogspot.com/p/curso-hvcom.html>

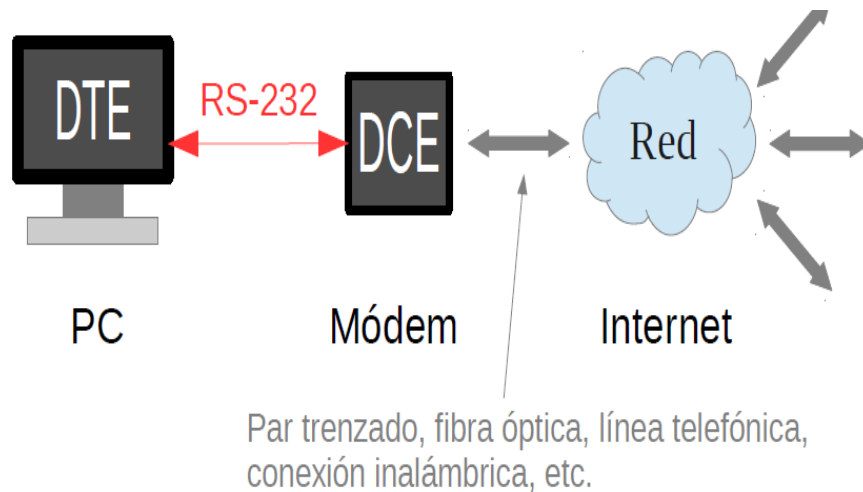


A través de la comunicación industrial se pueden enlazar dos áreas principales de una industria, el nivel de campo con el nivel de planta o fábrica. Con una comunicación hacia el SCADA, la transmisión de datos entre estos niveles se realiza en tiempo real o con un retardo insignificante. (HURTADO, 2012 pág. 6).

**2.1.1 Comunicación Serial.** La comunicación serial es un protocolo muy común para comunicación entre dispositivos, puede ser utilizada para adquisición de datos si se usa en conjunto con un dispositivo remoto de muestreo. El puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez. Aun y cuando esto es más lento que la comunicación en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo y puede alcanzar mayores distancias. Típicamente, la comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII, y se comunica utilizando 3 líneas de transmisión: (1) Tierra (o referencia), (2) Transmitir, (3) Recibir. Debido a que la transmisión es asincrónica, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra (NATIONAL INSTRUMENTS, 2006 pág. 1).

Al comunicarnos en serie, cada byte o carácter de datos que se manda o recibe, se envía bit a bit. La velocidad de transmisión de datos en serie se suele expresar como bit por segundo (bps). Los dispositivos o puertos serie son equipos de comunicación de datos (DCE) y equipo terminal de datos (DTE), la diferencia entre ellos es que cada par de señales, como transmitir o recibir están intercambiadas. Por lo que, si se conectan 2 DTEs o 2DCEs juntos, debe emplearse un cable de modem nulo (null-modem) o un adaptador para que intercambie las señales emparejadas (CHICO, María pág. 1).

**2.1.2 Interfaces de comunicación.** (CÁNEPA, y otros, 2014 pág. 5) Gran parte de los dispositivos de análisis de señales digitales poseen una capacidad de transmisión limitada, por esta razón necesitan de un DCE como un modem, para transmitir la información. Estos dispositivos (de análisis de señales digitales) de los que se hace mención se denominan comúnmente DTE. Un ejemplo típico podrá ser una computadora o una impresora. El DCE utiliza lo que se denominan circuitos de intercambio para lograr la correcta transmisión de tanto los bits de información como los de control. La siguiente figura esquematiza la conexión que permite la comunicación entre una PC o equipo terminal de datos y cualquier equipo de comunicación de datos (módem).



**Figura 2-2.** Conexión típica de la interfaz RS\_232

Fuente: <http://web.fi.uba.ar/~fferrari/tps/%5B66.02%20-%20Laboratorio%5D%20Monograf%C3%ADa%20-%20Comunicaci%C3%B3n%20Serie.pdf>

Por un lado, el equipo terminal de datos (DTE) es el responsable de la transmisión y recepción de la información, de un bit; mientras que, por el otro el equipo de comunicación de datos (DCE) debe interactuar con el DTE. Este proceso de transmisión requiere de mucha cooperación por parte de ambos equipos; es decir que ambos deben utilizar la misma codificación para los datos, la misma tasa de transferencia, etc. Por esta razón, cada par DCE/DTE debe estar diseñado para la cooperación mutua (CÁNEPA, y otros, 2014 pág. 6).

2.1.2.1 *Características.* Según (SIEMENS, 2012 pág. 589) las interfaces de comunicación serie tienen las siguientes características:

- Cuentan con un puerto aislado
- Soportan protocolos punto a punto
- Se configuran y programan mediante instrucciones avanzadas y funciones de librería
- Muestran la actividad de transmisión y recepción mediante LED
- Muestran un LED de diagnóstico (sólo CM)
- Reciben alimentación de la CPU: No necesita conexión a una fuente de alimentación externa.

**2.1.3 Parámetros para la comunicación.** Los parámetros\_necesarios\_para que dos puertos se puedan comunicarse, según (NATIONAL INSTRUMENTS, 2006 pág. 1) son:

2.1.3.1 *Velocidad de transmisión (baud rate).* Indica el número de bits por segundo que se transfieren, y se mide en baudios (*bauds*). Por ejemplo, 300 baudios representan 300 bits por segundo.

2.1.3.2 *Bits de datos.* Se refiere a la cantidad de bits en la transmisión. Cuando la computadora envía un paquete de información, el tamaño de ese paquete no necesariamente será de 8 bits. Las cantidades más comunes de bits por paquete son 5, 7 y 8 bits. El número de bits que se envía depende en el tipo de información que se transfiere. Por ejemplo, el ASCII estándar tiene un rango de 0 a 127, es decir, utiliza 7 bits; para ASCII extendido es de 0 a 255, lo que utiliza 8 bits. Si el tipo de datos que se está transfiriendo es texto simple (ASCII estándar), entonces es suficiente con utilizar 7 bits por paquete para la comunicación.

2.1.3.3 *Bits de parada.* Usado para indicar el fin de la comunicación de un solo paquete. Los valores típicos son 1, 1.5 o 2 bits, los bits de parada no sólo indican el fin de la transmisión sino además dan un margen de tolerancia para esa diferencia de los relojes. Mientras más bits de parada se usen, mayor será la tolerancia a la sincronía de los relojes, sin embargo la transmisión será más lenta.

2.1.3.4 *Paridad.* Es una forma sencilla de verificar si hay errores en la transmisión serial. Existen cuatro tipos de paridad: par, impar, marcada y espaciada. La opción de no usar paridad alguna también está disponible. Esto permite al dispositivo receptor conocer de antemano el estado de un bit, lo que serviría para determinar si hay ruido que esté afectando de manera negativa la transmisión de los datos, o si los relojes de los dispositivos no están sincronizados.

## **2.2 Topología de red**

Es una comunicación usada por los computadores que conforman una red para intercambiar datos. La topología más simple es un enlace permanente entre dos puntos finales (también conocida como *Point-to-point* o PtP) (OROZCO, 2013 pág. 1).

**2.2.1 Comunicación Punto a Punto.** La comunicación punto a punto permite la transferencia de datos en serie, entre dos equipos, por ejemplo: Dispositivo externo (impresora, lector de códigos de barras), controlador SIMATIC. La comunicación punto a punto es una buena alternativa cuando los dispositivos deben conectarse al controlador SIMATIC con interfaces serie (SIEMENS, 2009 pág. 269).

El acoplamiento punto a punto (PtP) permite el intercambio de datos a través de una interfaz serie entre:

- Sistemas de automatización y dispositivos externos
- Sistemas de automatización
- Sistemas de automatización y pg/pc

**2.2.2 Propiedades PtP.** (SIEMENS, 2009 pág. 269) detalla las siguientes propiedades del acoplamiento punto a punto:

- Definición de un procedimiento personalizado por medio de caracteres ASCII.
- Comunicación con terminales de datos (estaciones de operador, impresoras o lectores de códigos de barras).

La propiedad punto a punto ofrece una libertad y flexibilidad máximas, con numerosas posibilidades, como:

- Posibilidad de enviar directamente información a un dispositivo externo, por ejemplo: una impresora.
- Posibilidad de recibir información de otros dispositivos, por ejemplo: lectores de código de barras, lectores de identificación por radio frecuencia (RFID), cámaras o sistemas de visión de terceros, etc.
- Posibilidad de intercambiar información (enviar y recibir datos) con otros dispositivos tales como equipos GPS, cámaras o sistemas de visión de terceros, módems radio.

## 2.3 El Sistema SCADA

SCADA (Control con Supervisión y Adquisición de Datos). Es una tecnología que permite obtener y procesar información, transmitiéndola normalmente a centros de control, donde se realiza la supervisión, control y procesamiento simultáneo de los procesos productivos que se encuentren distribuidas en las diferentes áreas.

Este sistema, permite establecer una comunicación lo más clara posible entre el proceso productivo y los operarios de la planta.

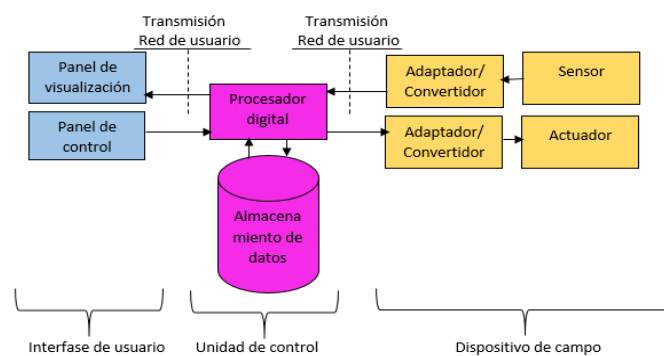


Figura 2-3. Esquema básico del sistema SCADA

Fuente: <http://www.uco.es/investiga/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/scada.pdf>

**2.3.1 Registro de datos (Tags).** Las variables de todo proceso industrial se representan en el SCADA mediante los denominados tags (o etiquetas) que permiten la definición de cada variable:

- De acuerdo a su naturaleza: continua (analógica) o discreta (binaria)
- Asociación de un nombre
- Rango de valores

**2.3.2 Mantenimiento del sistema SCADA.** El mantenimiento para un sistema SCADA son similares a los requerimientos de mantenimiento de alta tecnología de sistemas de control. Los equipos de comunicación, módems, radio y drivers de protocolo no son la excepción, calibración, validación, y servicio de estos dispositivos requieren equipos

especiales y entrenamiento de personal calificado. Suele depender de la magnitud del proyecto, pero normalmente se debe brindar un mantenimiento general regular una o dos veces al año como mínimo, donde se verifiquen los parámetros de calibración, se realicen pruebas dinámicas y estáticas a los equipos y se observe el estado físico de los mismos (HERNÁNDEZ, y otros, 2010 págs. 10-11).

## 2.4 Red PROFINET



**Figura 2-4. PROFINET**

**Fuente:** [http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC\\_net\\_introduccion3b3n-a-las-redes-de-comunicacion3b3n-industrial.pdf](http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion3b3n-a-las-redes-de-comunicacion3b3n-industrial.pdf)

Esta red se utiliza para la automatización de procesos industriales. A través de la conexión de equipos desde el nivel del campo donde se ubican los Plcs y otros dispositivos hasta el nivel de gestión, donde se trabaja con sistemas informáticos con internet. La red permite una comunicación en tiempo real con toda la planta industrial y de gestión, mejorando las tecnologías de la información hasta el nivel de los procesos productivos. (HURTADO, 2012 pág. 18).

**2.4.1 Arquitectura de PROFINET.** Según (GUERRERO, y otros, 2012 pág. 390), se tiene los siguientes aspectos:

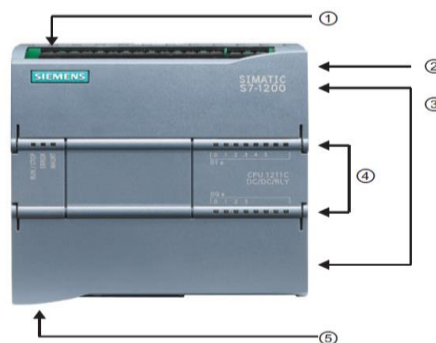
- Comunicación entre aparatos de campo como, por ejemplo: los aparatos de la periferia y los accionamientos.
- Comunicación entre autómatas como componentes de sistemas distribuidos.
- Técnica de instalación con conectores y componentes de red estandarizados.

**2.4.2 Características de PROFINET.** De las características que presenta (HURTADO, 2012 pág. 19) concuerdo con las siguientes:

- Ofrece funcionamiento en “tiempo real” para datos.
- Se establece como una red de campo.
- Los dispositivos se direccionan mediante un nombre.
- El interfaz de comunicación es fácil y rápida.
- Presenta altas velocidades de transmisión (10-100-1000 Mps).

## 2.5 Controlador Programable S7-1200

Este dispositivo propone la flexibilidad y potencia necesarias para vigilar y controlar una gran cantidad de dispositivos que se utilicen para los distintos procesos de automatización. Este controlador consta de un microprocesador, una fuente de alimentación integrada y puertos de entrada y salida. También está integrado con Profinet que al estar cargado al programa de la CPU, domina la lógica necesaria para controlar y comunicar dispositivos de cualquier aplicación industrial, vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana y temporización, así como comunicación con otros dispositivos como es el RS232. (SIEMENS, 2012 pág. 19).



**Figura 2-5.** Controlador programable SIMATIC S7-1200.

**Fuente:** <https://support.industry.siemens.com/cs/document/36932465/simatic-s7-controlador-programable-s7-1200?dti=0&lc=es-WW>

El controlador S7-1200 está compuesto por:

- Conector de corriente (1)
- Ranura para Memory Card (2)
- Conectores extraíbles para el cableado de usuario (3)
- LEDs de estado para las E/S integradas (4)
- Conector PROFINET (5)

Donde E es la entrada y S se refiere a las salidas.

**2.5.1 Capacidad de expansión.** La familia de controladores S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y tableros de señales que permiten ampliar las capacidades del controlador con entradas y salidas adicionales y otros protocolos de comunicación. También integra una placa de comunicación la cual facilita agregar un puerto de comunicación adicional. La placa de batería del controlador ofrece respaldo en tiempo real para el reloj del programador. (SIEMENS, 2012 pág. 22).

El controlador lógico programable puede agregar módulos de comunicación que ofrecen funciones adicionales para el sistema, soporta como máximo 3 módulos de comunicación.

**2.5.1.1 Almacenamiento de datos.** Para el área de memoria del controlador según (SIEMENS, 2009 pág. 60) se puede almacenar datos durante la ejecución del programa de usuario en las siguientes:

*Memoria global:* brinda algunas áreas de memoria, incluyendo las salidas, entradas y marcas. Las instrucciones pueden acceder sin prohibición alguna a estas memorias.

*Bloque de datos:* permite almacenar los datos de las instrucciones insertadas en la programación. Estos se conservan cuando finaliza la ejecución de las instrucciones establecidas. Un bloque de datos guarda información que pueden ser utilizados por todas las instrucciones.



*Memoria temporal:* al insertar una nueva instrucción en la programación, el sistema operativo del controlador asigna la memoria que debe utilizarse durante la ejecución de la instrucción. Al culminar con la ejecución de la instrucción, el controlador reasigna la memoria local para la ejecución de otras instrucciones.

## 2.6 Indicador electrónico de peso

El indicador de peso es un dispositivo digital de pesaje electrónico. Tienen un microchip y un firmware para interactuar con diferentes dispositivos como balanzas, básculas, celdas de carga, entre otros, se pueden vincular con impresoras o computadoras. A ser instalada en un proceso industrial y comunicarlo con la HMI, se puede obtener el peso registrado en esta, y así se reduce el tiempo de desplazamiento hacia el lugar donde se encuentre instalado.



**Figura 2-6.** Indicador de peso electrónico









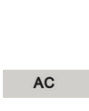





Fuente: <http://www.bci.co/productos/pesaje/indicadores-peso/abs/lexus-matrix-wall.html>

**2.6.1 Características.** Según (LEXUS, 2015 pág. 3) el indicador de peso presenta las siguientes características:

- Rango de señal de entrada: 0-3 mV.
- Velocidad de conversión A/D: 40 conv. /s.
- Excitación 5VDC (4 celdas de carga de 350  $\Omega$ / 8 de 700  $\Omega$ )
- Duración de la batería: Max. 30 horas de autonomía.

- Display tipo LED de 6 dígitos de 2 cm de altura.
- Siete teclas tipo pulsador.
- Transmisión de peso a computador en modo continuo y modo impresión.
- Velocidades de comunicación: 1200, 2400, 4800, 9600 bps.
- Acumulación manual y automática.
- Función de auto apagado.
- Voltaje de alimentación 110 VAC/60Hz (con adaptador)
- Temperatura de operación: 0 a 40 °C

**Tabla 2-1.** Descripción del teclado y las señales del indicador de peso

	Apagado del equipo		Encendido del equipo
	Acumulación e impresión de peso		Tecla de función y confirmación
	Mueve el dígito intermitente a la posición deseada		Incrementa el número sobre el dígito intermitente
	Tecla de Cero y Tara		Indica que la báscula está pesando en libras americanas.
	Indica que está conectado a la red de voltaje AC		Indica que la batería está a menos del 30% de su capacidad.
	Indica que se efectuó una acumulación automática		Indica que la lectura de peso es estable.
	Indica que la báscula tiene una tara		Indica que la báscula está en cero.

Fuente: <http://www.bci.co/productos/pesaje/indicadores-peso/abs/lexus-matrix-wall.html>

**2.6.2 Interface Serial MATRIX.** El indicador tiene incorporada una interface serial RS232 unidireccional. El indicador MATRIX puede transmitir a través del puerto serial el valor de peso en caracteres tipo ASCII, en tres modos: continuo, continuo en sentido inverso y modo impresión (LEXUS, 2015 págs. 14-15-16).

**2.6.3 Modo continuo.** El formato continuo del indicador MATRIX es de longitud fija de 8 caracteres (bytes).

El valor del parámetro “Adr” debe estar configurado en el indicador de peso con la siguiente abreviación: [**Adr 99**]

Formato de datos:

=	SP	X6	X5	X4	X3	X2	X1
---	----	----	----	----	----	----	----

Donde:

= Encabezado


X1...X6 Dato de peso (incluye punto decimal)

SP Fin de la cadena (espacio)

X 6: Dígito más significativo

X 1: Dígito menos significativo

Ejemplo: En el display se visualiza [126.35], el dato transmitido es “=53.621\_”

**2.6.3.1 Modo impresión.** Este modo permite imprimir el peso en una impresora serial. El registro de peso es acumulado y se imprime cuando se presiona la tecla .

Lo siguiente que se visualiza son los datos que se pueden imprimir:

No: X                      Consecutivo

Gross: GGGGG kg      Peso Bruto

Tare: TTTTT kg      Peso Tara

Net: NNNNN kg      Peso Neto

El formato del total es el siguiente:

No: Y      Numero de impresiones

W: WWWWW kg      Peso total

## 2.7 Módulo de comunicación MC 1241 (RS 232)

Es un dispositivo de comunicación serial asíncrono, lo que indica que no tiene un orden de envío de datos entre equipos, por lo que es necesario cuidar y evitar pérdidas de información por una mala comunicación entre los dispositivos o equipos.

Es utilizado para una gran variedad de propósitos, como conectar un ratón, impresora o modem, así como instrumentación industrial, existen aplicaciones en las que se aumenta el desempeño de RS-232 en lo que respecta a la distancia y velocidad del estándar. RS-232 está limitado a comunicaciones de punto a punto entre los dispositivos y el puerto serial de la computadora. El hardware de RS-232 se puede utilizar para comunicaciones seriales en distancias de hasta 50 pies\_(NATIONAL INSTRUMENTS, 2006 pág. 1).



**Figura 2-7.** Módulo de comunicación MC 1241 (RS-232)

Fuente: <http://www.automation24.es/sistemas-de-control/siemens-cm-1241-rs232-6es7241-1ah32-0xb0-i101-1698-0.htm>

La limitación de ser un protocolo punto a punto, indica que solamente permite la comunicación de un dispositivo con respecto a otro. El protocolo puede trabajarse de manera asíncrona o síncrona y tipos de canal simplex, half duplex o full duplex. En un canal simplex los datos siempre viajarán en una dirección, por ejemplo, desde DCE a DTE. En un canal half duplex, los datos pueden viajar en una u otra dirección, pero sólo durante un determinado periodo de tiempo; luego la línea debe ser conmutada antes que los datos puedan viajar en la otra dirección. En un canal full duplex, los datos pueden viajar en ambos sentidos simultáneamente (RAMIREZ, 2013 pág. 3).

Del manual (SIEMENS, 2014 págs. 1-2) se presenta las siguientes características técnicas:

**Tabla 2-2.** Características del MC1241 (RS-232)

<b>Tipo</b>	<b>Módulo de comunicación</b>
Clase	CM 1241
Voltaje de entrada/Suministro	24 V DC
Rango admisible	20,4...28,8 V DC
Intensidad de entrada	220 mA
Conexión	9-pin Sub-D conector
Montaje	Carril DIN 35 mm
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundidad)	30 x 100 x 75 mm
Temperatura ambiente mín.	-20 °C
Temperatura ambiente máx.	50 °C
Protección	IP20

Fuente: Siemens 2014

Hace uso de conectores de tipo DB-25, sin embargo, es común observar dispositivos con conectores de tipo DB- 9, de 9 pines debido a su menor costo. El interfaz eléctrico utiliza una conexión eléctrica asimétrica con circuitos no equilibrados, todos referenciados a tierra (RAMIREZ, 2013 pág. 4).

**2.7.1 Protocolos de comunicación.** Los protocolos de comunicación son dispositivos fundamentales que permiten con facilidad la tarea de transmisión de datos, estos disponen

de una interfaz bien definida basada en estándares, mediante los cuales se logra establecer un canal de comunicación entre dos dispositivos cualesquiera, configurados bajo una misma interfaz y norma (CÁNEPA, y otros, 2014 pág. 2).

El protocolo que es de nuestro interés y que se utilizara para la comunicación de este trabajo, es el protocolo RS-232, uno de los más comunes y usados para las comunicaciones de tipo serie. Hay 2 tipos de conectores compatibles con el protocolo RS-232: DB-25 y DB-9.

DB-25 es un conector con 25 pines que permite comunicación tanto sincrónica como asincrónica, recepción y transmisión en simultaneo (lo que se denomina `full-duplex ').

En cambio, el DB-9, posee 9 pines y es puramente asincrónico, ya que no tiene pines dedicados a la señal del `clock'. Se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona (CÁNEPA, y otros, 2014 pág. 8).

Para el conector DB-9 se define un margen de tensión de +3 V a +15 V para el “0” lógico y -3 V a -15 V para el “1” lógico; por lo que, se hace necesario que tanto en la transmisión como en la recepción se utilice un circuito de adaptación que transforme los niveles de tensión utilizados en los circuitos digitales en los que se acaban de indicar y viceversa (FORERO, Néstor, 2012 pág. 4).

**Tabla 2-3.** Clavijas del conector DB-9

Número de clavija	Nombre	Designación
1	CD	Detector de transmisión
2	RXD	Recepción de datos
3	TXD	Transmisión de datos
4	DTR	Terminal de datos listo
5	GND	Señal de tierra
6	DSR	Ajuste de datos listo
7	RTS	Solicitud de envío
8	CTS	Listo para enviar
9	RI	Indicador de llamada

Fuente: <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista-11/art13.pdf>

Los pines que portan los datos son RxD y TxD, los demás se encargan de otros trabajos, el DTR indica que el ordenador esta encendido, DSR que el dispositivo conectado al puerto esta encendido, RTS que el ordenador al no estar ocupado puede recibir datos, al revés de CTS que lo que informa es que el dispositivo puede recibir datos, DCD detecta que existen presencia de datos, etc. (MURCIA, 2006 pág. 3).

## **2.8 TIA Portal V13**

Es una aplicación de software que facilita un ambiente de fácil manejo para programar la lógica del controlador, establecer la visualización de HMI y precisar la comunicación que se desee programar, permitiendo aumentar la productividad y la eficiencia de los procesos. (SIEMENS, 2009 págs. 15-16).

**2.8.1 Vistas del TIA Portal.** Esta aplicación permite visualizar dos vistas diferentes que facilitan el ingreso a las herramientas y a otros componentes de un proyecto, estas son:

**2.8.2 Vista del portal.** Esta pantalla presenta la vista de las herramientas dirigidas a las tareas, lo que posibilita la búsqueda de las tareas y la información de proyecto.

**2.8.3 Vista del proyecto.** Facilita la visualización de todos los elementos que contiene un proyecto.

## **2.9 LabVIEW 2015**

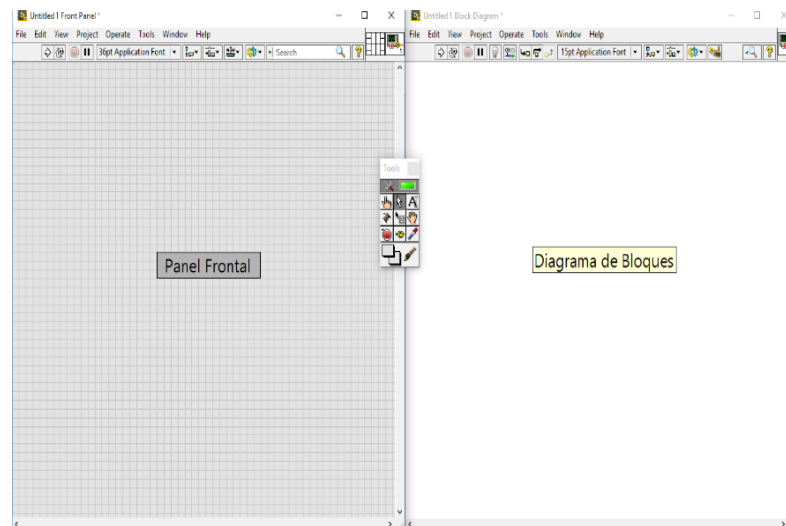
LabVIEW es un software de ingeniería de sistema para programación gráfica en aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes), simplificando la integración de hardware para aplicaciones de ingeniería. LabVIEW reduce la complejidad de la programación, permite visualizar resultados inmediatamente con la creación integrada de interfaces de usuario de clic-y-arrastre y visualizadores de datos integrados (NATIONAL INSTRUMENTS, 2015 pág. 1).

**2.9.1 Programación en el software LabVIEW.** La programación consiste en realizar una serie de funciones que se encuentran unidas por conductores y los datos que se

generen circularan a través de estos. Cuando se crea un VI, este programa se divide en dos partes que se denominan: el uno Front Panel y el otro se denomina como Blocks Diagram.

2.9.1.1 *Panel Frontal*: es la interfaz con el operario, es utilizada para interactuar con el operario cuando el programa está en operación. En esta pantalla se definen los controles como entradas, pueden ser botones, etc., e indicadores, como salidas, pueden ser gráficas, etc. (ALBÁN, y otros, 2017 pág. 27)

2.9.1.2 *Diagrama de bloques*: es la pantalla donde se define y realiza la programación, aquí se colocan íconos que se interconectan con la finalidad que realice una determinada función. (ALBÁN, y otros, 2017 pág. 27)



**Figura 2-8.** Entorno general LabVIEW  
Fuente: LabVIEW

La pantalla del VI denominada Panel Frontal con la otra pantalla del VI que se le llama Diagrama de bloques están interconectados entre sí a través de terminales, que entre las dos permiten la salida e ingreso de datos. Resumiendo se diría que si en el programa panel frontal insertamos un booleano este aparecerá en el diagrama de bloques en forma de icono.

2.9.2 *NI-OPC*. Este módulo permite realizar la comunicación del software con cualquier controlador lógico programable (PLC). También sirve para comunicar datos en tiempo real entre los dispositivos de control de una planta y las interfaces hombre-máquina. (ALBÁN, y otros, 2017 pág. 27)



**2.9.3 Módulo DSC.** El módulo amplía los beneficios de la programación gráfica al desarrollo de aplicaciones del SCADA o de registro de datos de gran cantidad de canales. Se usa para comunicar controladores lógicos programables (PLC) y controladores de Automatización programables (PACs), registrar datos, administrar alarmas, eventos y crear interfaces humano-máquina (HMI). (ALBÁN, y otros, 2017 pág. 28)

## 2.10 Actuadores

Los actuadores electro neumáticos transforman la energía acumulada del aire comprimido en trabajo mecánico de movimiento rotatorio o movimiento rectilíneo.

**2.10.1 Cilindro neumático.** Los cilindros neumáticos se utilizan para inducir un movimiento lineal de avance y retroceso de algunos elementos mecánicos, los cuales conforman un sistema integral en el que interactúan diversos dispositivos con la finalidad de automatizar algún tipo de proceso. (CORONA, y otros, 2014 pág. 26)

Existen dos tipos fundamentales de cilindros neumáticos que son de simple efecto y los más utilizados, los de doble efecto.

**2.10.1.1 Cilindro de doble efecto.** Se compone de dos entradas de alimentación de aire comprimido, cada una colocada a los extremos de la cámara hermética, provocando un movimiento rectilíneo del vástago en dos sentidos.

Es de marca AirTAC y tiene una presión de 14 Bares o 145 PSI, carrera de 200 mm y el diámetro de 63 mm y se acciona con fluido de aire.



**Figura 2-9.** Cilindro de doble efecto  
Fuente: <https://airtecvzla.com/proon.php?pro=36>

**2.10.2 Electroválvulas.** Las electroválvulas son dispositivos de mando que liberan, bloquean o desvían el paso de un fluido en función de cierre o apertura, utilizado para el accionamiento de cilindros.



**Figura 2-10.** Electroválvula 4V230  
Fuente: <https://airtecvezla.com/proon.php?pro=79>

**Tabla 2-4.** Características de válvula solenoide

<b>MODEL</b> Código de pedido	4V230C08A
<b>CODE</b> Serie de código	Serie 200
<b>VALVE</b> Tipo de válvula	Doble solenoide 5/3 posición central cerrada
<b>PORT</b> Tamaño de puerto	08
<b>U</b> Voltaje	AC220V
<b>TYPE</b> Entrada eléctrica	Terminal
<b>A</b> Tamaño de puerto	1/8" INCH
<b>B</b> Tamaño de puerto	1/4" INCH
<b>C</b> Posición de los agujeros	21 mm
<b>D</b> Posición de los agujeros	74.9 mm
<b>E</b> Posición de los agujeros	3 mm

Fuente: <https://b2b.partcommunity.com/3d-cad-models/4v230c08a-airtac/?info=airtac%2Fvalves%2Fthree%20above%20ports%2F4v200%2F4v200%20asmtab.prj>

**2.10.3 Sensores.** Para el proceso de utilizan los siguientes:

2.10.3.1 *Sensores magnéticos.* Son interruptores mecánicos accionados bien mecánicamente o bien por un campo magnético creado por un imán montado en el pistón. Se montan en los cilindros para determinar la posición del final de carrera del pistón o bien la posición en un punto intermedio de la carrera del pistón. El sensor magnético incorpora un imán en el pistón que crea un campo magnético a través de las paredes del cilindro (normalmente material de aluminio). Este campo es captado por un imán exterior del sensor cuya posición puede ser final de carrera o un punto intermedio (CREUS, 2011 pág. 32).

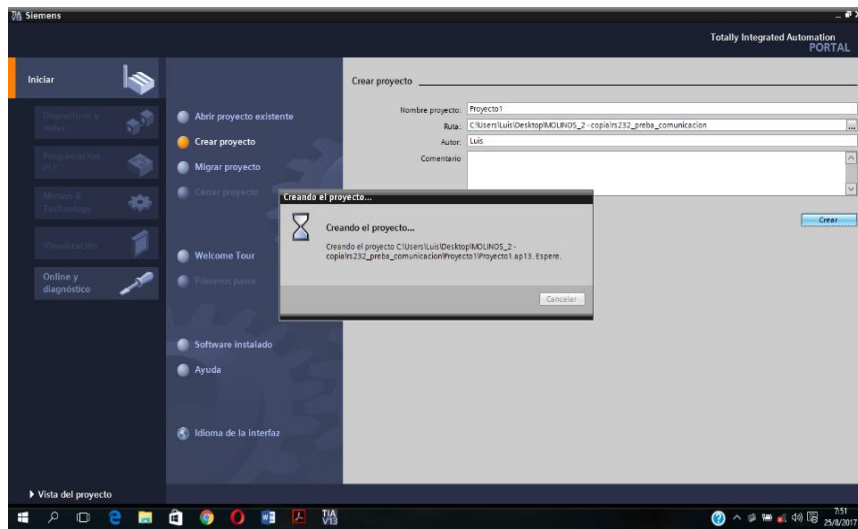
2.10.3.2 *Sensores capacitivos.* Reaccionan ante materiales que al aproximarse a la superficie activa sobrepasan una determinada capacidad. Se emplean para la identificación de objetos y para toda clase de controles de nivel de carga de materiales sólidos o líquidos, poseen una buena adaptación en procesos, y son adecuados para la detección de materiales polvorientos o granulados.

## CAPITULO III

### 3. PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA

#### 3.1 Configuración red Profinet con el software TIA PORTAL.

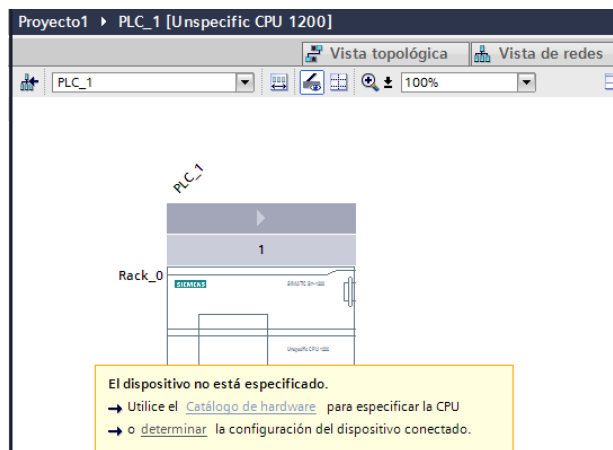
**3.1.1 Creación del proyecto.** Para iniciar con la programación de este trabajo de titulación, se inicia configurando la red Profinet, para esto se ingresa al software y generamos un proyecto nuevo, el cual tiene como nombre “RS-232”.



**Figura 3-1** Creación del proyecto en TIA PORTAL

Fuente: Autores.

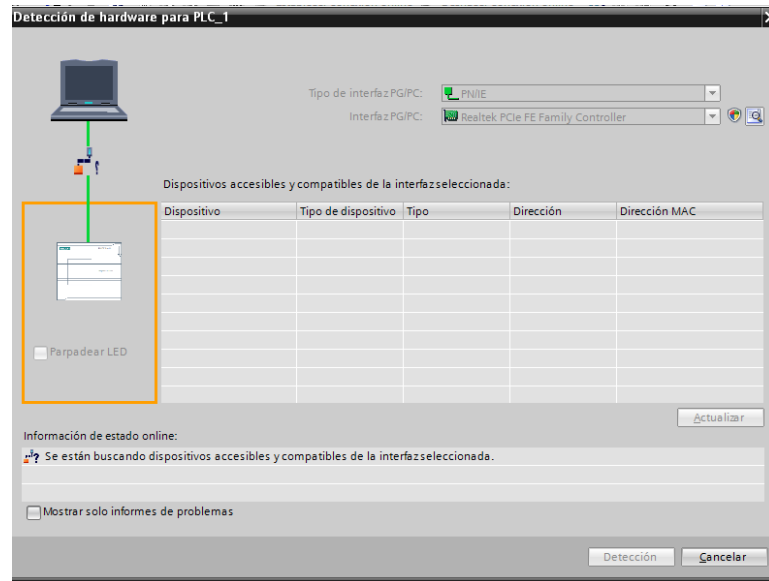
Luego en el editor de configuración de dispositivos, se selecciona la opción de detección del dispositivo conectado.



**Figura 3-2.** Determinación de dispositivo

Fuente: Autores.

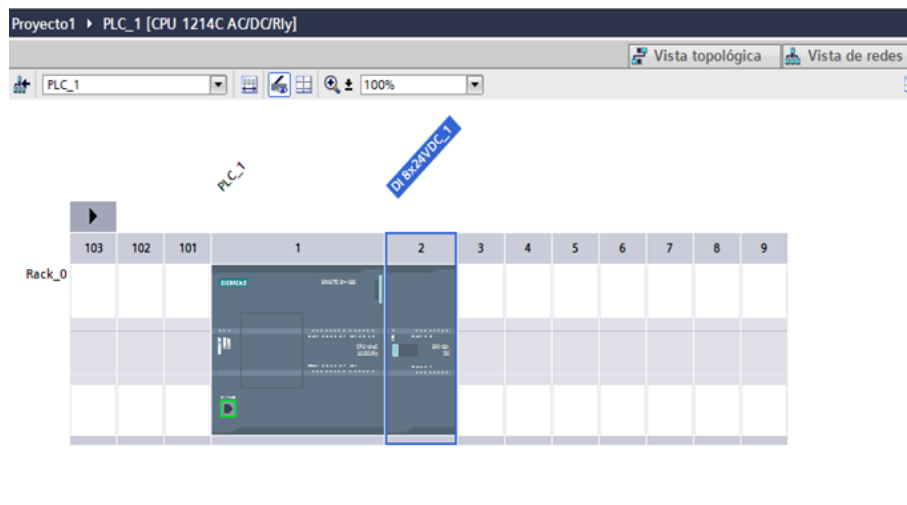
Tras seleccionar la CPU en el cuadro de diálogo online pulsar el botón de carga, STEP 7 carga la configuración de hardware de la CPU.



**Figura 3-3.** Carga de dispositivo  
Fuente: Autores.

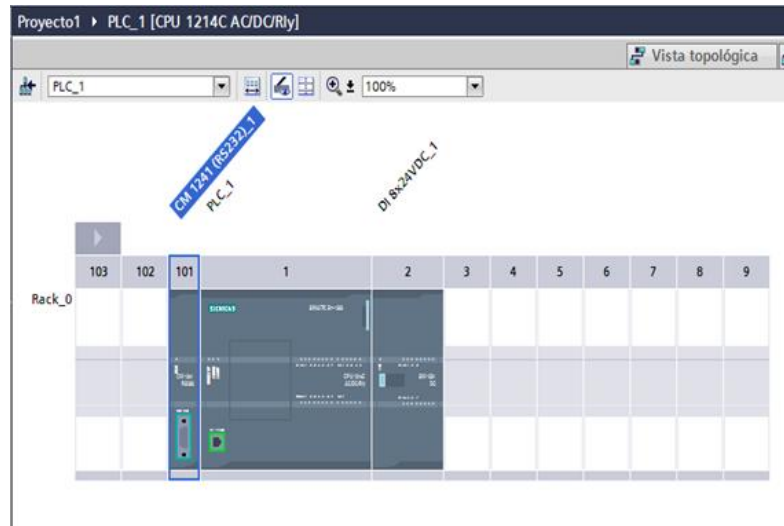
**3.1.2 Dispositivos añadidos.** Los dispositivos que se utilizan para la programación son el módulo de comunicación CM 1241 (RS-232), el módulo de entradas digitales y la interfaz HMI.

**3.1.2.1 Módulo de entradas digitales.** El módulo de entradas digitales se encuentra instalado, y utilizado para la programación existente en la avícola, el cual está conectado al lado derecho del CPU. Del mismo modo tenemos añadido la HMI.



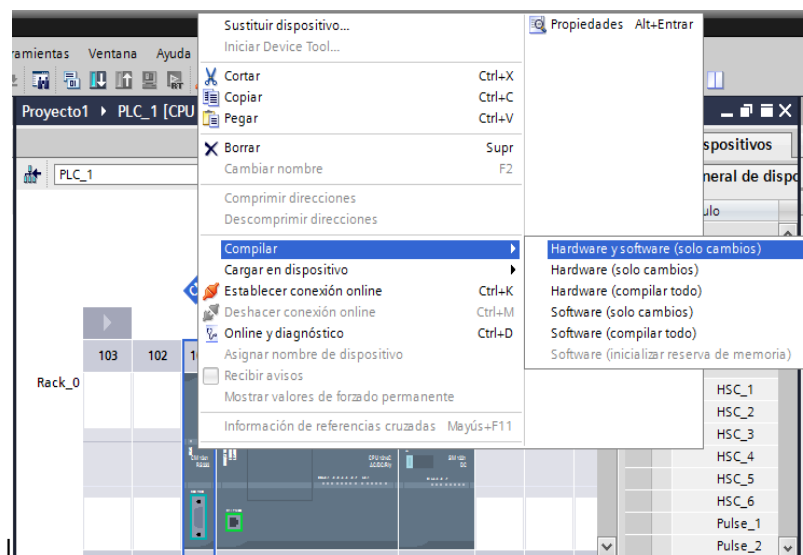
**Figura 3-4.** Módulo de entradas digitales  
Fuente: Autores.

3.1.2.2 *Módulo de comunicación RS\_232*. Para añadir el módulo de comunicación se usa al catálogo de Hardware, donde se despliega la opción módulo de comunicación, y se ingresa en la carpeta Punto a Punto, posterior se selecciona el dispositivo según la versión del modelo que se posee, el cual va conectado al lado izquierdo del CPU.



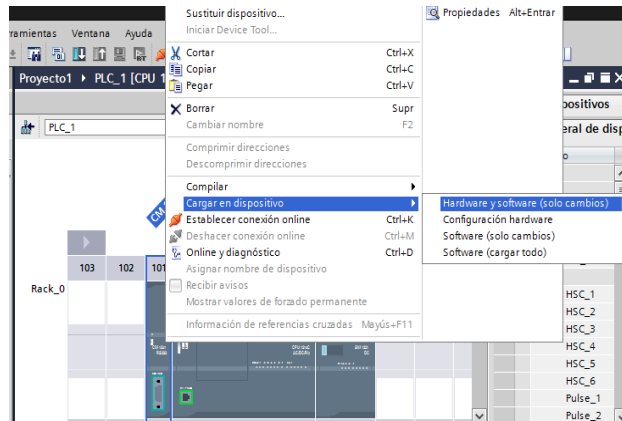
**Figura 3-5.** Módulo CM 1241 (RS-232)  
Fuente: Autores.

Luego de añadir el módulo de comunicación, se realiza la respectiva compilación de los dispositivos en (hardware y software).



**Figura 3-6.** Compilación del dispositivo añadido  
Fuente: Autores.

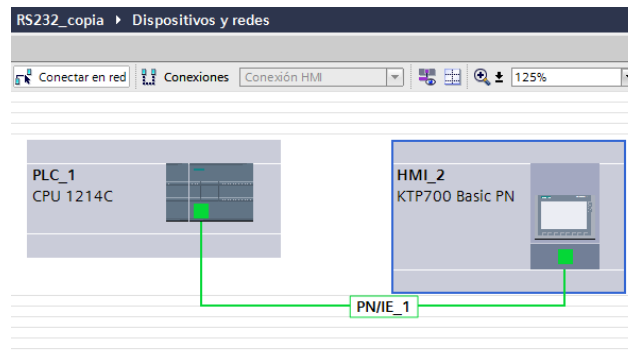
Posterior a lo realizado se procede a cargar el dispositivo al CPU, como se indica a continuación:



**Figura 3-7.** Carga de dispositivo.

Fuente: Autores.

**3.1.3 Interfaz PROFINET.** Para crear una conexión PROFINET entre dispositivos del proyecto, se ingresa en el portal “dispositivos y redes” del árbol de proyectos, y se utiliza la “vista de redes”, donde se hace clic en el cuadro verde que es el puerto PROFINET del CPU, y se traza una línea hasta el puerto PROFINET de la pantalla táctil HMI, posterior se visualiza que la pantalla se une al PLC a través de conductor PN/IE\_1.



**Figura 3-8.** Interfaz PROFINET entre PLC y HMI

Fuente: Autores.

## 3.2 Configuración del indicador de peso

**3.2.1 Configuración del puerto serial.** La configuración del puerto serial del indicador de peso electrónico MATRIX viene de la siguiente manera:



Rata de baudios: 9600 bps

Paridad: ninguna (N)

Bits de datos: 8


Bits de stop: 1

Código: ASCII

**3.2.2 Modo de configuración.** Para realizar la configuración en el indicador de peso, se inicia presionando la tecla de cero y tara , y la tecla  para encender al indicador, se mantiene hasta que muestre el conteo que se da en forma regresiva.






**Figura 3-9.** Ingreso a modo de configuración  
Fuente: Autores.


Luego se pulsa la tecla de función y confirmación  para pasar a modo de calibración. El display muestra CAL SP. Se toca la misma tecla para pasar a configuración interna y nos muestra [-Set-], se presiona nuevamente para pasar a conteo interno, y el display nos muestra [-A-d-].



**Figura 3-10.** Modo de calibración  
Fuente: Autores.

Para ingresar a la configuración interna se presiona la tecla , hasta que aparece [d XXX], donde XXX es una de las divisiones en kg disponibles del equipo. Se presiona la tecla  para cambiar a la división deseada, y se confirma con la tecla , después aparece una serie de números [000000] o un número hasta de seis dígitos, indicando la capacidad máxima en kg de la báscula.



Después se pulsa la tecla  para pasar al siguiente parámetro, y en el display aparece [Adr XX] donde XX indica el modo de transmisión serial, en este caso es [Adr 99].







**Figura 3-11.** Transmision serial modo continuo  
Fuente: Autores.

Posterior se presiona la tecla de función y configuración para pasar al siguiente parámetro en el cual aparece [b XXX] donde XXX puede ser 1200, 2400, 4800 o 9600, lo que nos indica la velocidad de comunicación por el puerto serial. Y finalizamos pulsando la tecla de función y configuración para confirmar.



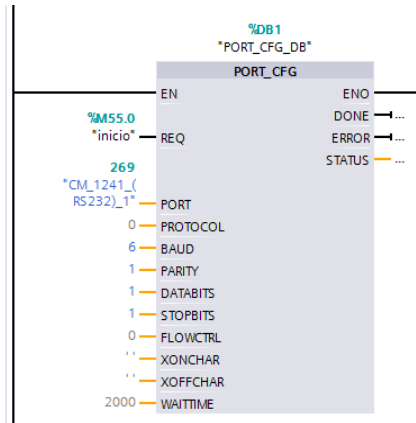
**Figura 3-12.** Velocidad de comunicación por puerto serial.  
Fuente: Autores.

Luego en el modo de configuración avanzamos hasta [-A-d-], se presiona la tecla , hasta que aparece el modo de conteo interno de la báscula, se pulsa la tecla de función y configuración hasta que aparezca el modo de calibración [CAL-SP], se presiona la tecla  y en el display aparece [CAL 00] indicando que se ajustó el cero de la báscula. Y cuando el indicador de estabilidad  se encienda se pulsa la tecla  para tomar el cero y el display muestra una línea entrecortada [-----] por unos segundos, finalmente se visualiza el peso que se encuentra en la báscula lo que nos indica que ya está ajustada.

### 3.3 Configuración de puerto de comunicación y recepción de información

**3.3.1 Configuración de Puerto de comunicación.** Para configurar el puerto de comunicación, se inicia insertando un bloque de datos DB1, para esto se ingresa a la

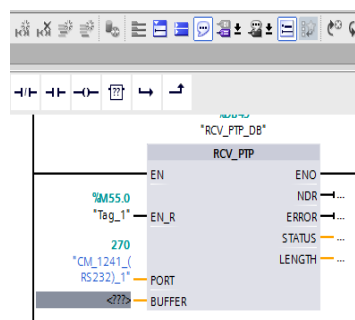
pestaña de comunicaciones del “Task Cards” del portal, donde se accede al procesador de comunicación, “punto a punto” y se selecciona la instrucción PORT\_CFG, con el fin de configurar dinámicamente los parámetros de comunicación de un puerto de comunicación punto a punto.



**Figura 3-13.** Configuración bloque "PORT\_CFG\_DB"  
Fuente: Autores.

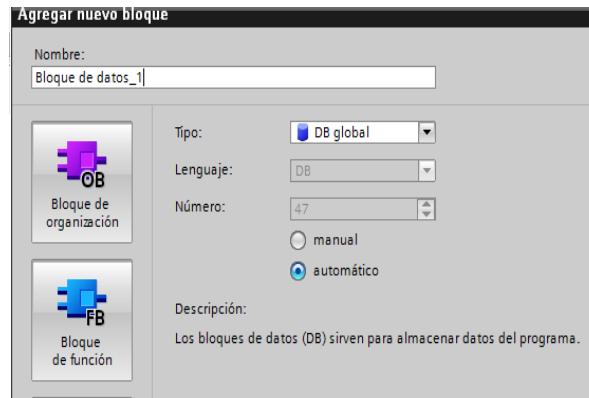
En el bloque creado, se asigna la memoria de inicio y el puerto CM\_1241\_ (RS232), con el protocolo de comunicación punto a punto que según los parámetros de la instrucción es 0, una velocidad de transmisión de datos de 9600 baudios, que de acuerdo a las instrucciones del bloque equivale a 6, y la paridad del puerto es 1, número que indica sin paridad. La configuración de este bloque se realiza con los parámetros que se encuentra configurado el indicador de peso, con la finalidad obtener una adecuada comunicación entre estos dispositivos, y poder transferir los datos del proceso.

**3.3.2 Recepción de información.** Para habilitar la recepción de los datos transmitidos, se añade un nuevo bloque del Procesador de comunicación punto a punto, en el cual se configura sus entradas, con el puerto CM\_1241\_ (RS232), y la memoria correspondiente.



**Figura 3-14.** Configuración bloque "RCV\_PTP"  
Fuente: Autores.

Para configurar el operando BUFFER se tiene que crear un nuevo bloque de datos, con una variable de tipo de datos STRING. Y por último se compila para que se cargue lo realizado.

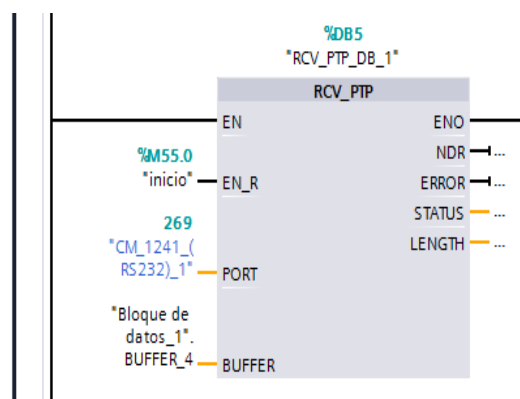


**Figura 3-15.** Creación de nuevo bloque en "BUFFER"  
Fuente: Autores.

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ...	Valor de a...	Comentario
1	Static							
2	BUFFER_4	String	"		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	PESO	String	"		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Figura 3-16.** Configuración de tipo de datos en "BUFFER"  
Fuente: Autores.

En el operando BUFFER se selecciona el bloque de datos y la variable creados. Para finalizar con la compilación del bloque programado, y con la carga en el dispositivo.

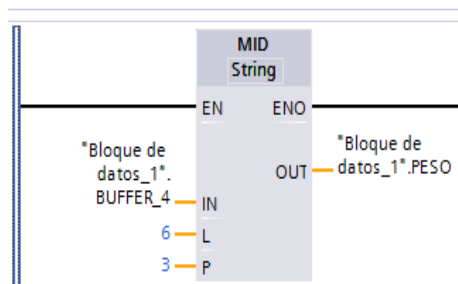


**Figura 3-17.** Configuración BUFFER en Bloque " RCV\_PTP"  
Fuente: Autores.

**3.3.3 Transformación de tipo de datos STRING a un tipo de datos DWORD.** El operando BUFFER representa el valor del peso del maíz en una serie de caracteres, y para

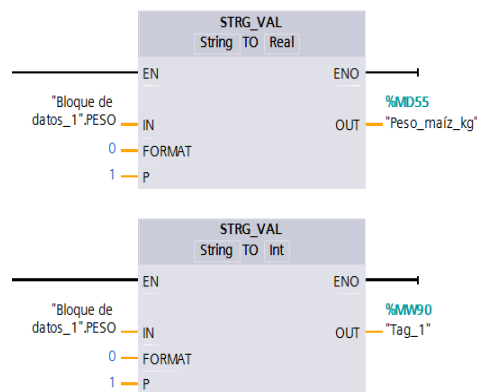
mejorar la visualización de los caracteres y obtener una mejor lectura de este peso se crea un nuevo bloque, y configuramos los datos que requiere.

Para seleccionar el nuevo bloque se dirige a las instrucciones avanzadas en string+char, la opción MID. Lo que este bloque permite es que de toda la cadena de caracteres que arroja el indicador, se puede establecer la cantidad de caracteres que se desea. Para esto se configura el bloque MID donde en la opción de entrada se selecciona la variable "Bloque de datos\_1". BUFFER\_4, en la cual está la información que se necesita extraer, reduciendo de los 8 a 6 caracteres a partir del tercero. Y para la salida se crea una nueva variable de tipo STRING, "Bloque de datos\_1". PESO, esto para guardar la nueva serie de caracteres obtenidos. Se compila y carga lo programado.



**Figura 3-18.** Configuración bloque "MID"  
Fuente: Autores.

Para obtener el valor de peso adecuado con una lectura correcta, se realiza un cambio de caracteres de tipo String a una cadena de caracteres en valor numérico. Para lo cual se utiliza la instrucción STRING\_VAL, en la entrada se ubica el "Bloque de datos\_1". PESO, y a la salida se crea una memoria con el nombre "Peso\_maíz\_kg", y se elige un formato de tipo Real, para visualizar en la HMI,



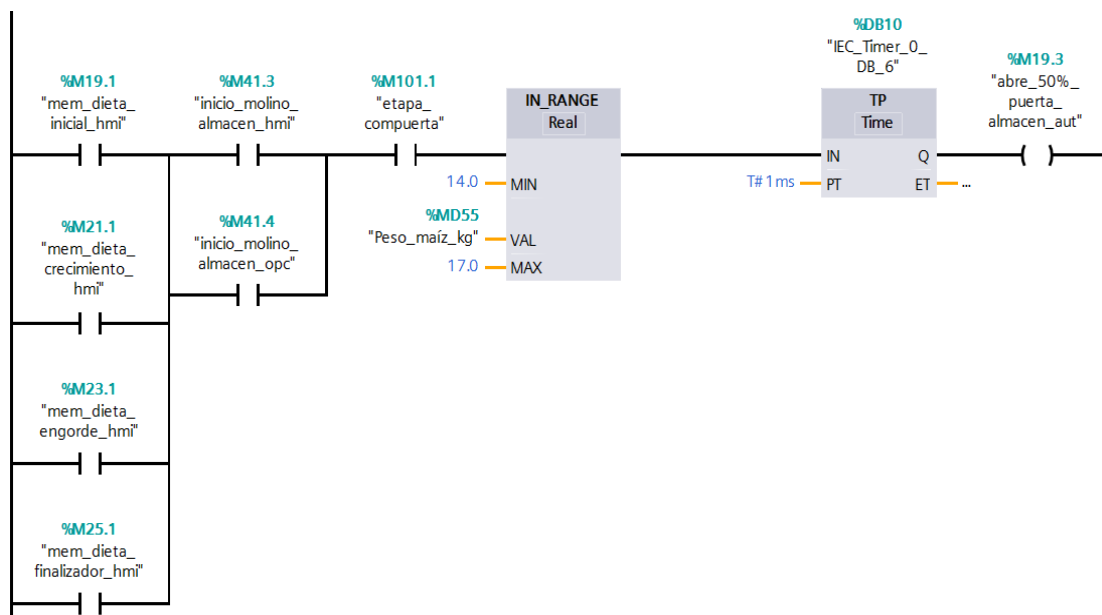
**Figura 3-19.** Configuración bloque " STRING\_VAL"  
Fuente: Autores.

De la misma forma en el otro bloque con el nombre de "Tag\_1" seleccionamos una variable de tipo entero para que se observe en LabVIEW y es así como se obtiene el valor de peso real en valor numérico, el mismo que está marcado en la balanza (indicador de peso), y se visualizara en la HMI y LabVIEW. Se Compila y se carga el programa.

### 3.4 Configuración para el accionamiento de las compuertas.

**3.4.1 Control de la apertura y cierre de la compuerta almacén según el peso de las dietas.** Para que la compuerta que está ubicada en el silo de almacenaje se ubique en la posición de un 25% para la caída de morocho molido, ya sea seleccionada del HMI o de LabVIEW, para todas las dietas, únicamente tiene que cumplirse el tiempo establecido en la instrucción TP (Impulso), tiempo que iniciara a contarse después de haber seleccionado la dieta

De la misma manera para cambiar la posición de la compuerta almacén, se inserta la instrucción IN\_RANGE (Valor dentro del rango), obtenida de la carpeta de comparación de las Instrucciones Básicas del Task Cards, el mismo que permite abrir la compuerta un porcentaje establecido, siempre y cuando el peso del maíz este dentro de los límites señalados para cada posición, ya sea 50% o 75% de apertura y se cumpla con la condición determinada en el bloque TP (Impulso). Estas posiciones se cumplen para todas las dietas al seleccionar del HMI o de LabVIEW.



**Figura 3-20.** Configuración apertura compuerta almacén 50%

Fuente: Autores.

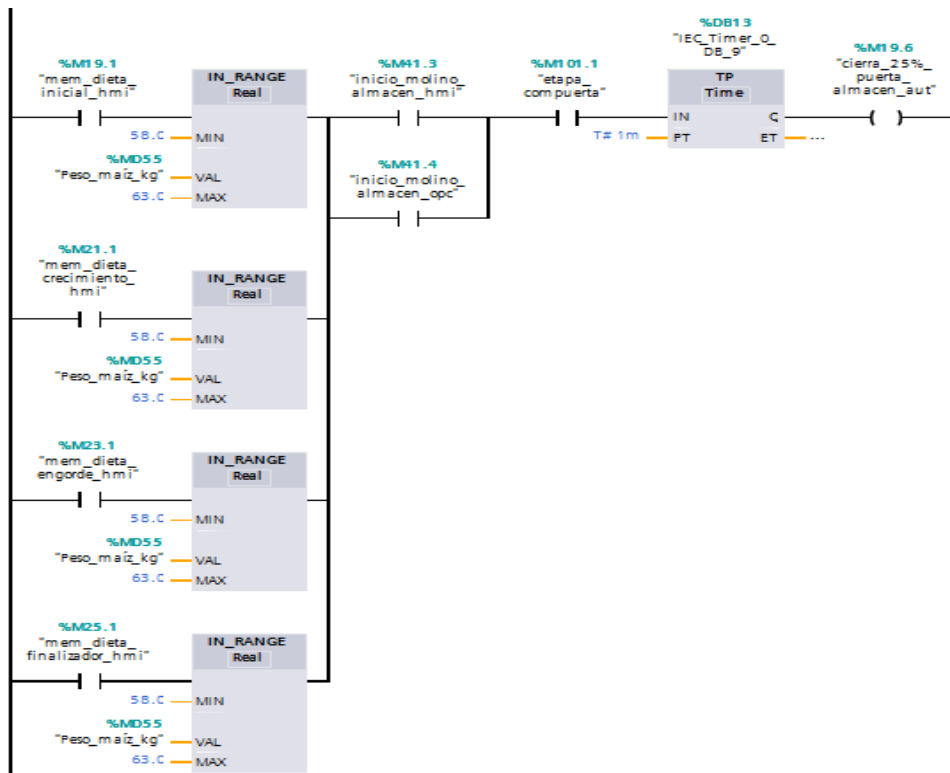
Para el cambio de posición de la compuerta se realizó los mismos esquemas de contactos, modificando los límites mínimos y máximos del bloque IN\_RANGE. Para que se abra la compuerta un 50 % y 75% los límites a ubicar son valores aproximados a los que se encuentran en la tabla 5. Del mismo modo para cerrar un 50% ubicamos las condiciones mínimos y máximos de peso en la instrucción en kg, para todas las dietas. Para establecer los límites de peso nos referenciamos en las dosis de peso establecidas por la planta.

**Tabla 3-1.** Dietas alimenticias

MATERIA PRIMAS	0-10 DIAS DE EDAD INICIAL (KG)	11-24 DIAS EDAD CRECIMIENTO (KG)	28-42DIAS EDAD ENGORDE (KG)	ULTIMA SEMANA FINALISADOR (KG)
MAIZ	590	585	635	652
P. SOYA 47% PB	351	300	250	230

Fuente: AVÍCOLA LA MORENITA

Para cerrar la compuerta a un 25%, se utilizó las instrucciones anteriores y se estableció los límites del rango de valor de comparación y se modificó los esquemas de contactos debido a que cada dieta tiene diferente peso. El mismo esquema realizado para esta apertura de la compuerta se efectúa para el cierre total de la compuerta para todas las dietas, pero con diferentes pesos.

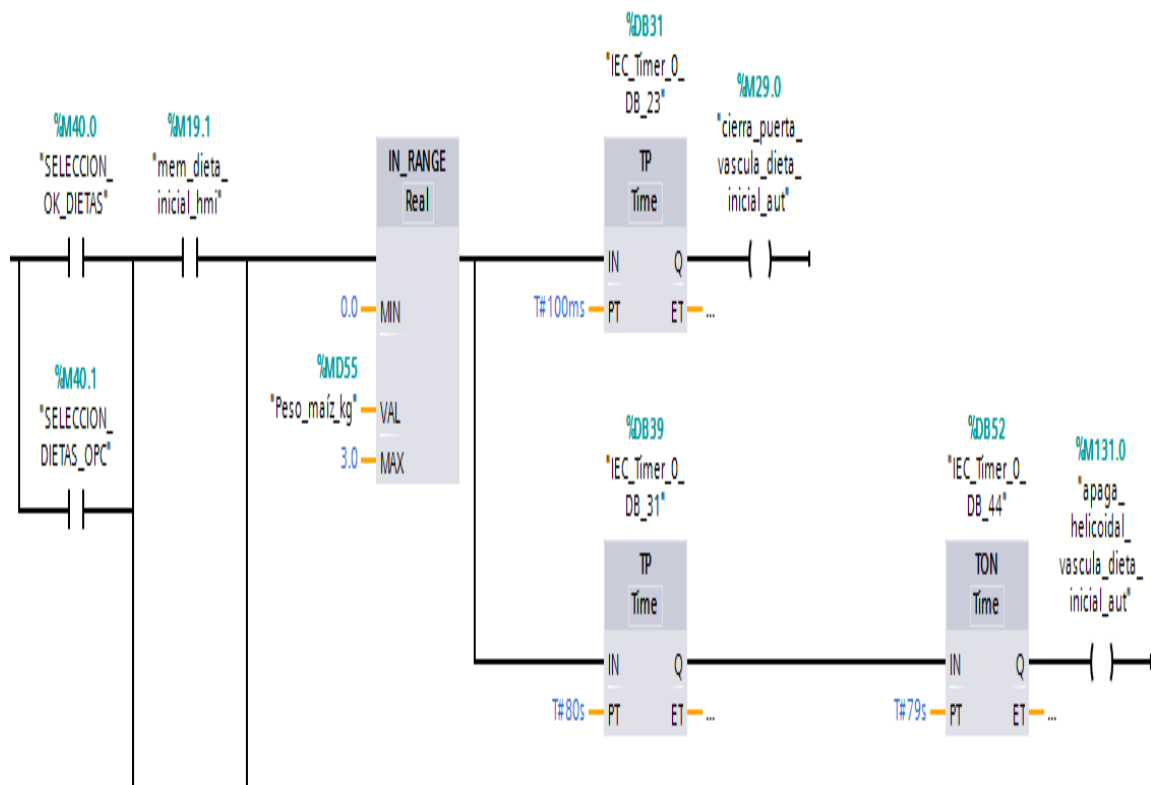


**Figura 3-21.** Configuración cierre de compuerta a 25%

Fuente: Autores.

**3.4.2 Control de la apertura y cierre de la compuerta de la báscula y encendido y apagado de la helicoidal según el peso de las dietas.** Para la configuración de la compuerta de la báscula, se utilizó la instrucción IN\_RANGE, TP (impulso) y la resta SUB, se añadió también el apagado y encendido de la helicoidal.

El cierre de la compuerta ubicada en la tolva de la báscula y apagado del motor de la helicoidal o transportados, se da al cumplirse con cada condición de pesos establecidos en las instrucciones IN\_RANGE, y los tiempos fijados.

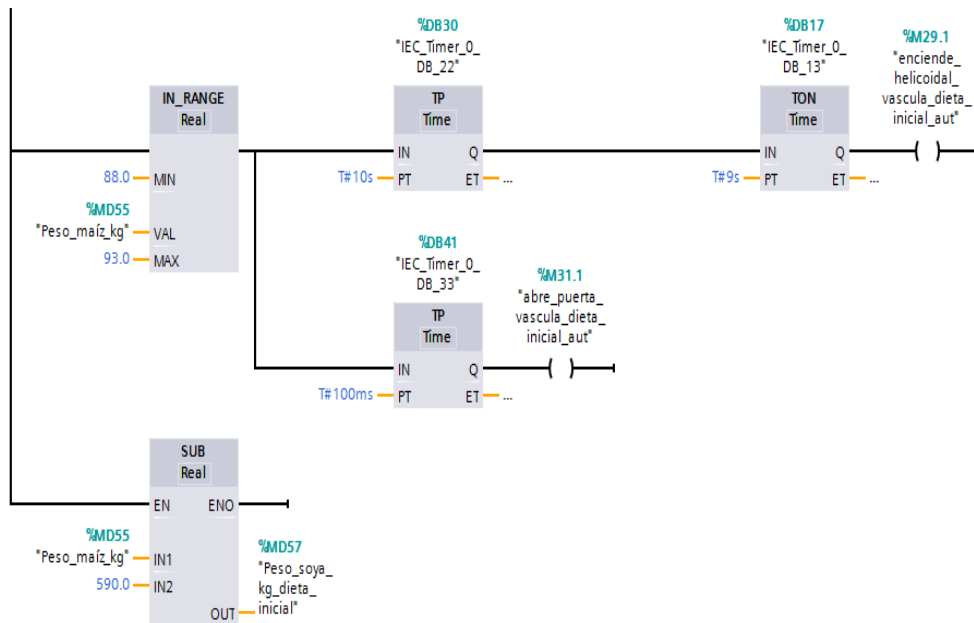


**Figura 3-22.** Configuración cierre de compuerta báscula y apagado de la helicoidal.

Fuente: Autores.

El mismo procedimiento se realiza para el encendido de la helicoidal y apertura de la compuerta, para esto se establecieron los pesos en la instrucción IN\_RANGE, y se fijaron los tiempos.

Se añade una nueva instrucción de la carpeta de funciones matemáticas para obtener el peso de la soya a través de la resta que realiza esta instrucción, este valor será visualizado en LabVIEW. Se compila y se carga el programa.



**Figura 3-23.** Apertura de compuerta báscula, encendido de la helicoidal.  
Fuente: Autores.

La programación anterior específicamente es para la dieta inicial. El mismo procedimiento se efectúa para las demás dietas, ubicando los respectivos pesos tiempos en los bloques respectivos. En el siguiente grafico se visualiza todos los segmentos que se realizó en la programación para el proceso de la planta. Todos los esquemas de contactos de estos segmentos se pueden visualizar en anexos.

- ▶ Segmento 1: Configuración de puerto de comunicación y recepción de información
- ▶ Segmento 2: Transformación de tipo de datos STRING a un tipo de datos DWORD
- ▶ Segmento 3: Mando manual y automático
- ▶ Segmento 4: Selección de dieta
- ▶ Segmento 5: Sensores capacitivos. LT1 - LT2
- ▶ Segmento 6: Encendido y apagado manual y automático del helicoidal del molino
- ▶ Segmento 7: Encendido y apagado manual y automático del molino
- ▶ Segmento 8: Apertura y cierre manual y automático de la compuerta del molino
- ▶ Segmento 9: Temporizador, apagado automático de la compuerta del molino, helicoidal molino y motor molino
- ▶ Segmento 10: Apertura y cierre manual y automático de la compuerta del almacén
- ▶ Segmento 11: Pesaje dietas y suplementos para encendido y apagado de la helicoidal vascula y apertura y cierre de puer...
- ▶ Segmento 12: Encendido y apagado manual y automático de la helicoidal vascula
- ▶ Segmento 13: Apertura y cierre manual y automático de la puerta de la vâscula
- ▶ Segmento 14: Encendido y apagado manual y automático mezcladora
- ▶ Segmento 15: .....

**Figura 3-24.** Segmentos de la programación  
Fuente: Autores.



### 3.5 Configuración y programación de la HMI

La pantalla KTP 700 PN, ya fue configurada, y para el diseño del sistema SCADA de este proyecto la denominamos HMI\_2. Hecho lo anterior se procede a configurar cada una de las imágenes de la pantalla con el TIA PORTAL, en la imagen raíz denominada HOME se colocó el tema del trabajo de titulación, y el nombre de la institución y el nombre de la carrera en la que nos formamos.



Figura 3-25. Pantalla de inicio del HMI

Fuente: Autores.

En la imagen de PROCESOS están colocados elementos de la barra de herramientas como botones de tipo pulsadores y leds que nos permite ingresar a los procesos manual o automático, el botón denominado HOME nos permite regresar a la pantalla de inicio, el otro cumple la función de emergencia y uno de reseteo. Todos los elementos fueron configurados con las memorias que están declaradas en el PLC.

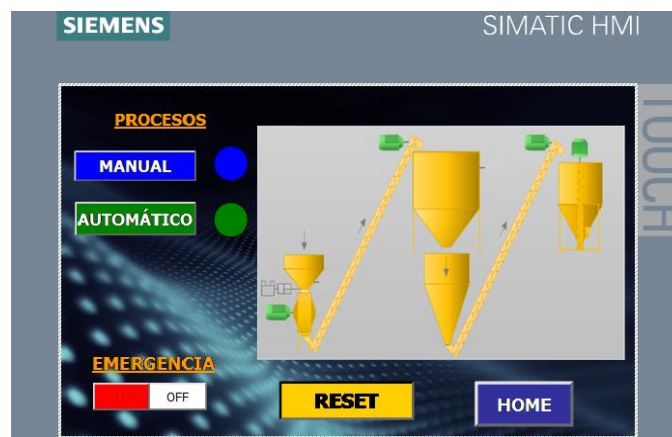
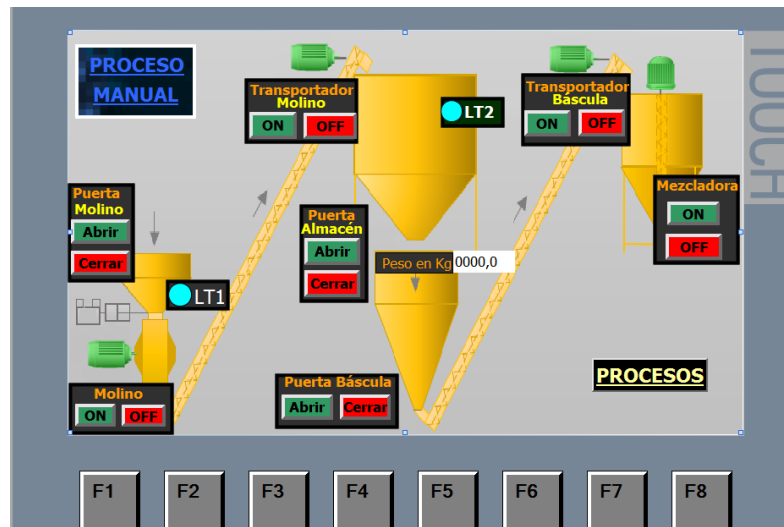


Figura 3-26. Pantalla de procesos

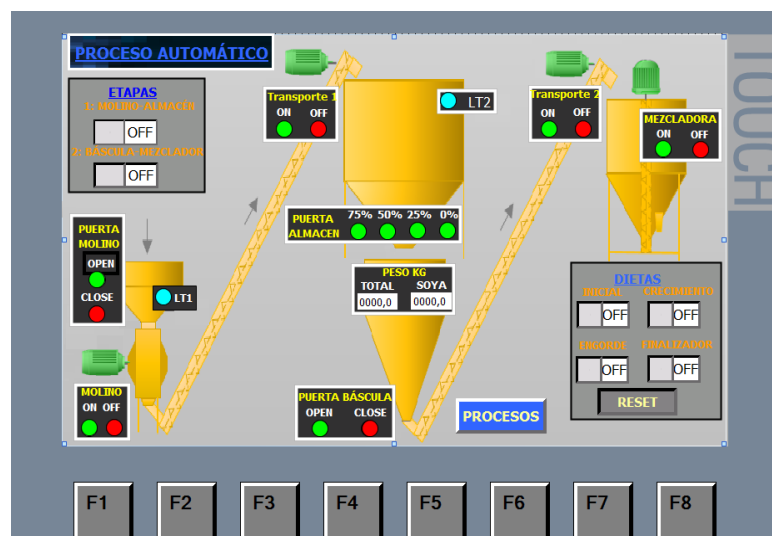
Fuente: Autores.

En la imagen del Proceso MANUAL se coloca los elementos de la barra de herramientas de tipo pulsadores, los cuales permiten encender y apagar los motores, abrir y cerrar las compuertas tanto del molino, almacenamiento y báscula, ubicamos un campo E/S el cual permite visualizar los pesos en la báscula, el mismo que va ser visualizado en el indicador de peso. Se coloca un botón denominado PROCESOS que permite regresar a la Pantalla de Procesos.



**Figura 3-27.** Pantalla de proceso manual  
Fuente: Autores.

Similar a lo realizado en el proceso manual, se hace en la imagen del proceso automático, se añade otros campos para visualizar el peso total y el peso de la soya, también se agregan indicadores que permiten observar la secuencia del proceso a través de leds, y elementos de la barra de herramientas como botones para el arranque y paro de las etapas como para la selección del tipo de dieta que se desea producir.



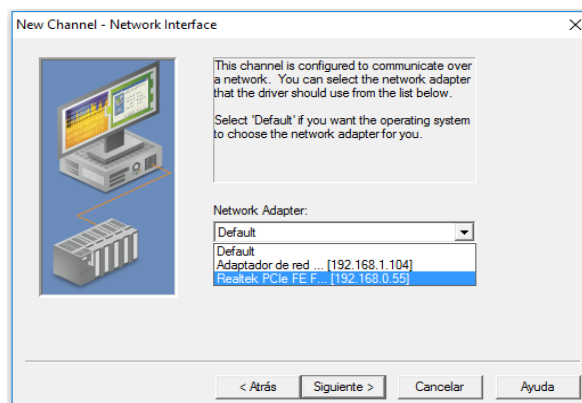
**Figura 3-28.** Pantalla de proceso automático  
Fuente: Autores.

En el cuadro de selección de dietas colocamos un botón denominado RESET, para dar inicio a otras dietas y con el botón PROCESOS regresamos a la pantalla de procesos. Al final se compila y carga lo realizado.

### 3.6 Conexión entre LabVIEW y PLC utilizando NI-OPC Servers

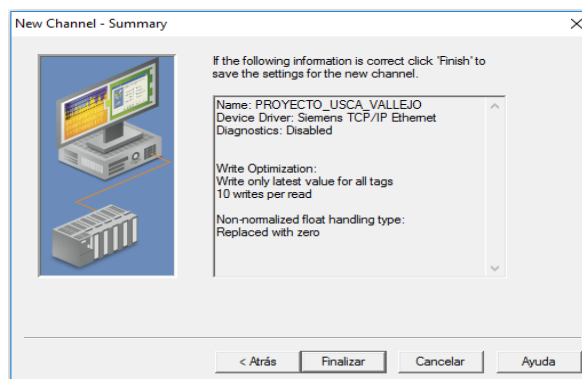
**3.6.1 Creación del módulo NI OPC Server.** Para realizar el enlace respectivo entre el software y el PLC se debe iniciar creando y configurando el módulo NI OPC Servers. A través de este enlace se obtendrá datos en tiempo real gracias a la comunicación entre los controladores del proceso con la HMI, estos se enlazan con las direcciones del controlador del proceso productivo.

Luego de haber creado el NI OPC Server, se agrega un nuevo canal, posterior a esto se despliega una pantalla en la que se configura los parámetros que se requiere, para esto seguimos el siguiente procedimiento: se asigna un nombre en la pestaña requerida, luego se elige el protocolo de transmisión, para posterior escoge el adaptador del computador.



**Figura 3-29.** Selección de adaptador de la PC

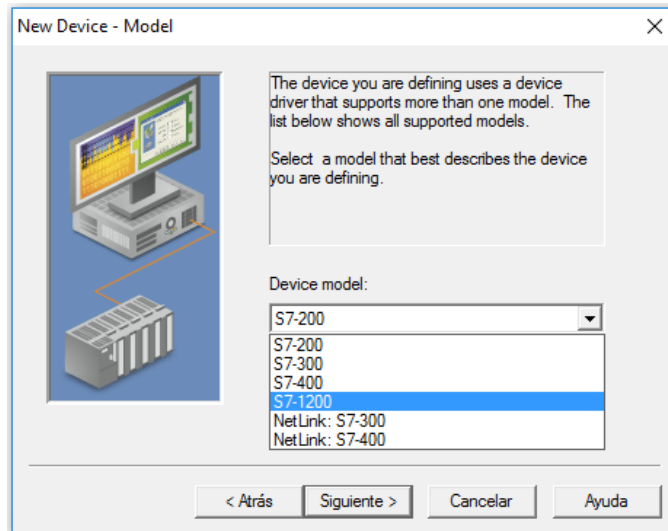
Fuente: Autores.



**Figura 3-30.** Configuración OPC

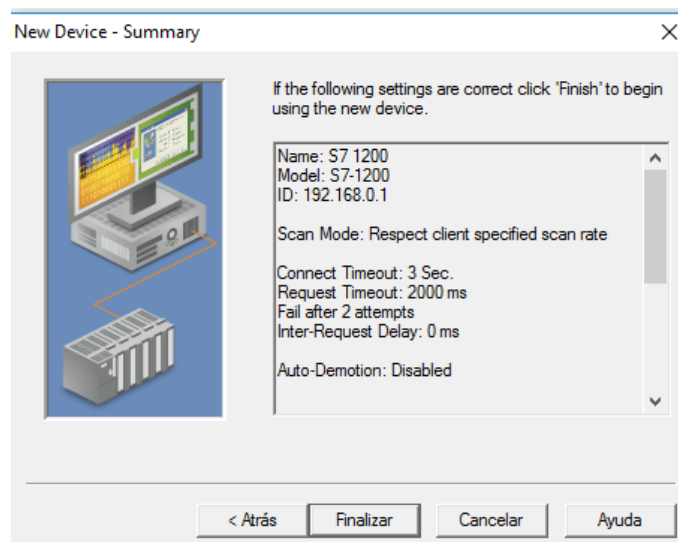
Fuente: Autores.

3.6.1.1 *Agregar el dispositivo PLC.* Para esto se agrega el controlador que se esté utilizando para la interfaz, a este se le define un nombre y se elige el dispositivo que se tiene instalado, este es un PLC S7-1200.



**Figura 3-31.** Selección del modelo del PLC en NI OPC  
Fuente: Autores.

Se asigna la dirección 192.168.0.1 del controlador lógico programable poder obtener con facilidad las variables que se encuentran registradas en el controlador.

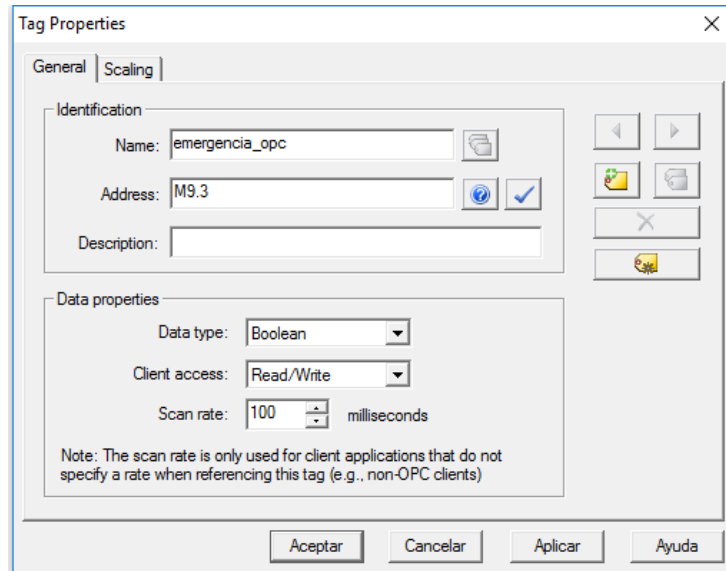


**Figura 3-32.** Configuración de dirección del dispositivo en el NI OPC  
Fuente: Autores.

### 3.6.2 *Creación de memorias de interfaz para comunicación entre LabVIEW y PLC.*

Para la creación del listado de Tags o marcas se utilizan las memorias o variables que se encuentren en el controlador lógico programable, con sus correspondientes direcciones,

para controlar el proceso productivo de la avícola. En la ventana que se despliega se designa un nombre, la dirección de la variable que se desea enlazar, se ubica el tipo de dato que es Booleano y se ubica el tipo de acceso que es de escritura y lectura.



**Figura 3-33.** Creación de tags en NI OPC  
Fuente Autores.

El mismo procedimiento se realiza con cada enlace que se requiera para el proceso, al finalizar obtendremos una lista completa de Tags o memorias.

Tag Name	Address	Data Type	Scan R...	Scaling
SELECCION_DIETAS_OPC	M40.1	Boolean	100	None
reset_opc	M9.4	Boolean	100	None
peso_kg_W	MW90	Word	100	None
PESO_CONVERTIDO	MW8	Word	100	None
on_molino_opc	M11.6	Boolean	100	None
on_mezcladora_opc	M13.0	Boolean	100	None
on_helicoidal_v_opc	M12.6	Boolean	100	None
on_helicoidal_m_opc	M12.0	Boolean	100	None
off_molino_opc	M11.7	Boolean	100	None
off_mezcladora_opc	M13.1	Boolean	100	None
off_helicoidal_v_opc	M12.7	Boolean	100	None
off_helicoidal_m_opc	M12.1	Boolean	100	None
molino_almacen	M41.4	Boolean	100	None
LT2_manual_opc	M3.1	Boolean	100	None
LT1_manual_opc	M3.0	Boolean	100	None
led_open_puerta_vascula_aut_opc	I8.2	Boolean	100	None
led_open_puerta_molino_aut_opc	I1.5	Boolean	100	None
led_open_75_puerta_almacen_aut_opc	I1.4	Boolean	100	None
led_open_50_puerta_almacen_aut_opc	I1.3	Boolean	100	None
led_open_25_puerta_almacen_aut_opc	I1.2	Boolean	100	None
led_on_molino_aut_opc	M4.6	Boolean	100	None
led_on_mezcladora_aut_opc	M5.7	Boolean	100	None
led_on_helicoidal_v_aut_opc	M5.5	Boolean	100	None
led_on_helicoidal_m_aut_opc	M4.3	Boolean	100	None
led_off_molino_aut_opc	M14.1	Boolean	100	None
led_off_mezcladora_aut_opc	M14.3	Boolean	100	None
led_off_helicoidal_v_aut_opc	M14.2	Boolean	100	None
led_off_helicoidal_m_aut_opc	M14.0	Boolean	100	None
led_manual_opc	M0.0	Boolean	100	None
led_LT2_aut_opc	M4.1	Boolean	100	None
led_LT1_aut_opc	M4.0	Boolean	100	None
led_close_puerta_vascula_aut_opc	I8.1	Boolean	100	None
led_close_puerta_molino_aut_opc	I8.0	Boolean	100	None
led_close_puerta_almacen_aut_opc	I1.1	Boolean	100	None
led_automatico_opc	M0.1	Boolean	100	None
emergencia_opc	M9.3	Boolean	100	None

**Figura 3-34.** Listado de marcas en NI OPC  
Fuente: Autores.

Una vez obtenida la lista completa de Tags, a manera de comprobar que no se encuentren con ningún tipo de error accedemos a la opción cliente rápido del OPC, lo que nos indica esta opción es el estado good cuando tiene el enlace correcto y Bad ns indica lo contrario, si todas están en good procedemos a guardar.

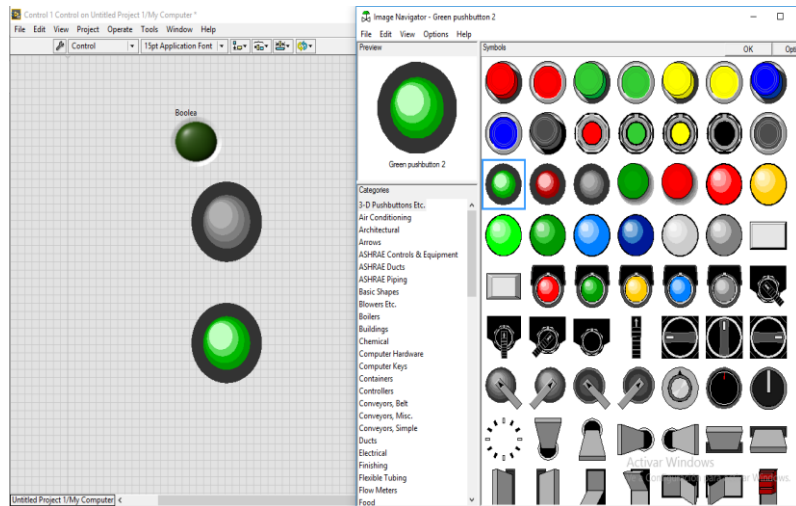
Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Up
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS_Rack	Byte	0	09:41:34.706	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS_Slot	Byte	1	09:41:34.706	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.abrir_puerta_almacen_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.abrir_puerta_molino_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.abrir_puerta_vascula_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.AUTOMATICO_MOLINO_ALMACEN	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.cerrar_puerta_almacen_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.cerrar_puerta_molino_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.cerrar_puerta_vascula_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.dieta_crecimiento_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.dieta_engorde_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.dieta_finalizador_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.dieta_inicial_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.emergencia_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_automatico_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_close_puerta_almacen_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_close_puerta_molino_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_close_puerta_vascula_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_LT1_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_LT2_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_manual_opc	Boolean	1	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_off_helicoidal_m_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_off_helicoidal_v_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_off_mezcladora_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_off_molino_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_on_helicoidal_m_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_on_helicoidal_v_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_on_mezcladora_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_on_molino_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_open_25_puerta_almacen_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_open_50_puerta_almacen_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_open_75_puerta_almacen_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_open_puerta_molino_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.led_open_puerta_vascula_aut_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1
PROYECTO_USCA_VALLEJO_S7_1200_MOLINOS.LT1_manual_opc	Boolean	0	09:41:34.992	Good	1

**Figura 3-35.** Comprobación de estado en OPC Quick Client  
Fuente: Autores.

### 3.7 Sistema SCADA en LabVIEW.

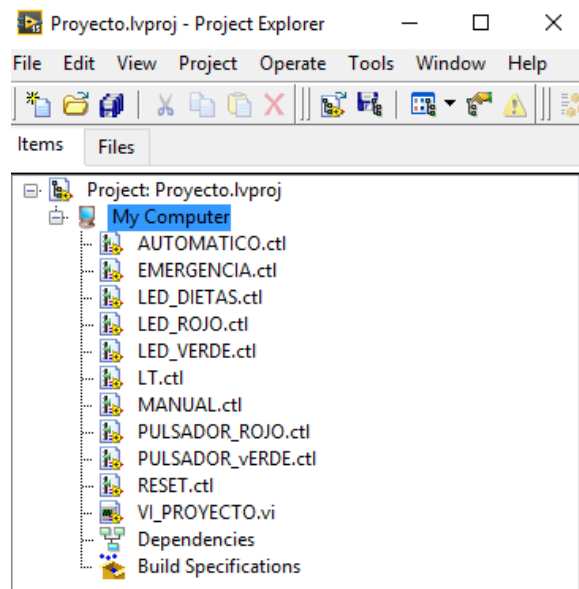
**3.7.1 Creación y diseño de controles en DSC de LabVIEW.** Para crear y diseñar de los controles, se inicia en el LabVIEW y se crea un proyecto en blanco en el cual se abre la opción my computer al lado izquierdo de la pantalla, luego se agrega interruptores, booleanos y otros.

Al agregar las imágenes, controles numéricos y booleanos, se cambia al modo de personalización, donde se escoge una imagen que necesitamos utilizar, luego copiamos la imagen en un estado y la pegamos sobre el booleano, cambiamos al modo edición para que se mantenga lo realizado, posterior copiamos la otra imagen con diferente estado para pegarle sobre el mismo booleano y así darle una simulación de animación, luego eliminamos la imágenes y guardamos el control o indicador que se realizó.



**Figura 3-36.** Agregación de booleano e imágenes.  
Fuente: Autores.

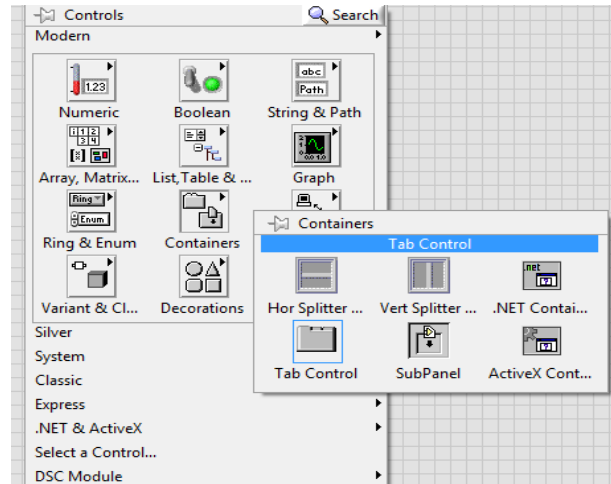
Después de haber eliminado las imágenes se deja el booleano ya editado. Al guardar este control se le designa un nombre determinado en el proyecto, de la misma manera que se creó el control anterior se realiza para el resto de controles e indicadores que son necesarios para el control del proceso productivo de la planta, y se finalizado con el guardado de estos de la misma forma.



**Figura 3-37.** Variables de controles en DSC.  
Fuente: Autores.

Para realizar la programación y diseño del proceso de la Avícola la Morenita, creamos un VI en el mismo proyecto donde se creó los controles e indicadores, esto nos ayuda para aumentar y mejorar la visualización de los controles y las animaciones que se tenga para el proceso.

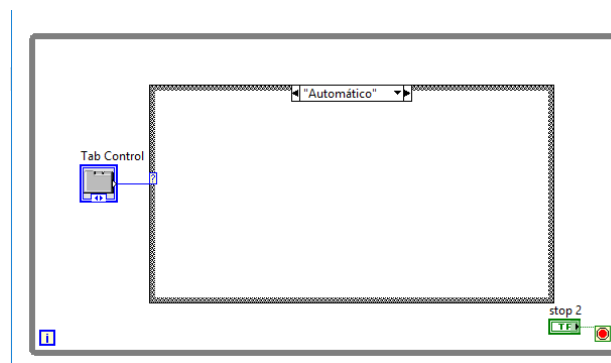
**3.7.2 Programación del sistema SCADA en LabVIEW.** Para realizar la programación o diseño en este software se inicia con insertando u control de pestaña, el cual nos indicará los parámetros que se utilizan para los procesos de la planta.



**Figura 3-38.** Insertar Tab control  
Fuente: Autores.

En el Tab control se designa un nombre a cada página, teniendo en cuenta la página principal y los procesos que tenemos en la avícola, por ende, a la página 1 se la designa como Inicio, a la página 2 como Manual, y a la tercera página como automático.

Cambiando a la pantalla de diagrama de bloques se inserta dos funciones, la una es la estructura del caso esta se utiliza para poder contar con los distintos procesos que tenemos en la avícola, a esta función le enlazamos el control de pestañas y esta es la que va a elegir o nos permite seleccionar una de las tres pestañas en la que se desee ingresar, y la otra es While Loop, esta función permitirá que la programación que se realice se ejecuta continuamente y para detener a esta continuidad se inserta un control de paro.



**Figura 3-39.** Case Structure, While Loop y Tab Control en el Block Diagram  
Fuente: Autores.



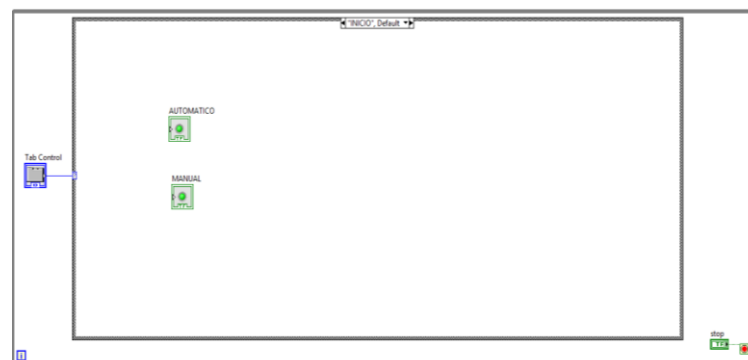
Ingresando en el Front Panel del VI, en la primera página del Tab control que se la denomina Inicio, se procede a colocar en la parte superior los respectivos sellos de la institución, el sello de la carrera Mantenimiento posterior a estos se ubicó el tema del trabajo de titulación, y para insertar los controles en este VI se busca la lista de controles creados para arrastrarlos hacia el VI, ubicamos los led creados para saber qué proceso se encuentra en operación, puede ser el manual o automático.



**Figura 3-40.** Pantalla inicio en LabVIEW

Fuente: Autores.

Cambiando al Block Diagram del VI, se procede a introducir dentro del Case Structure en la que se denomina Inicio, los indicadores tipo led que fueron arrastrados al Tab control en la pantalla del Front Panel.

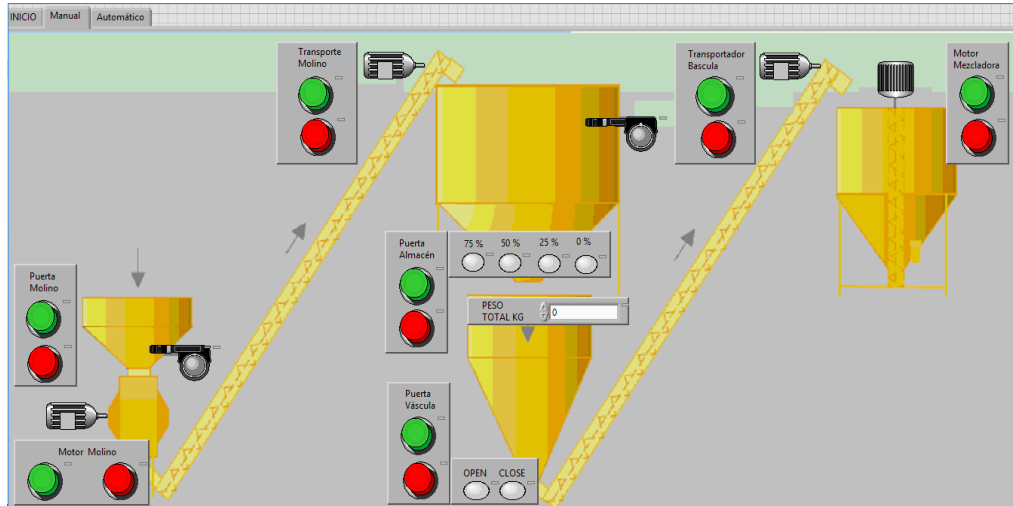


**Figura 3-41.** Visualización inicial en Block Diagram.

Fuente: Autores.

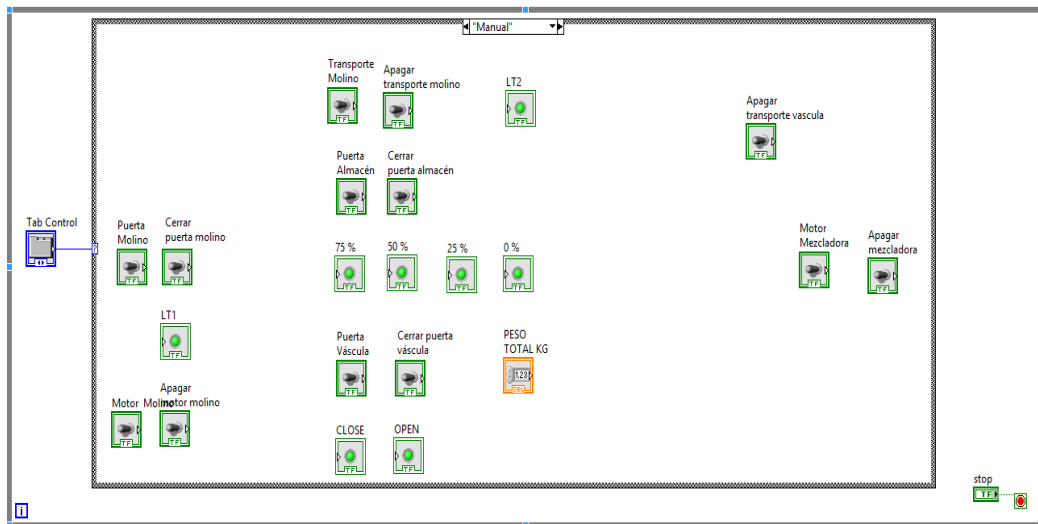
En la segunda página del Tab control denominada Manual, se agrega la imagen del proceso de la avícola, a esta se arrastra los controles e indicadores tipo led creados, se ubica en cada fase del proceso. Estos controles e indicadores nos permite controlar el encendido y apagado de los motores, el accionamiento de las compuertas, de igual manera

permiten la visualización de la posición en que se encuentra la compuerta y sensores, además agregamos un indicador que indica el peso en kilogramos que está en la báscula marcado por el indicador de peso.



**Figura 3-42.** Pantalla del proceso manual en LabVIEW  
Fuente: Autores.

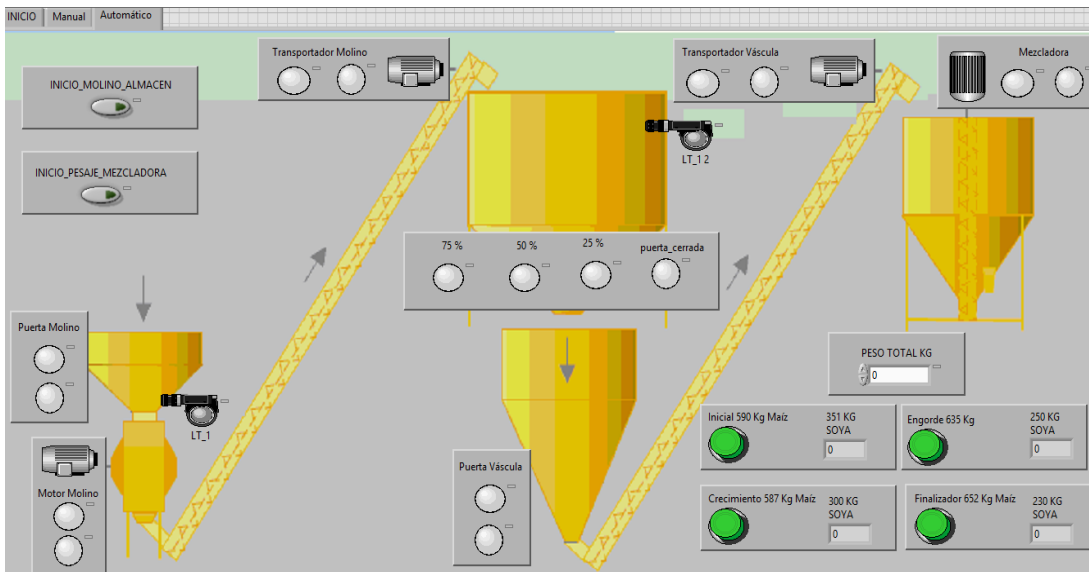
Luego se cambia de pantalla en el Block Diagram del VI, aquí se procede a introducir dentro del Case Structure que se denomina Manual, los controles e indicadores tipo led que se ubicaron al Tab control en la pantalla del Front Panel.



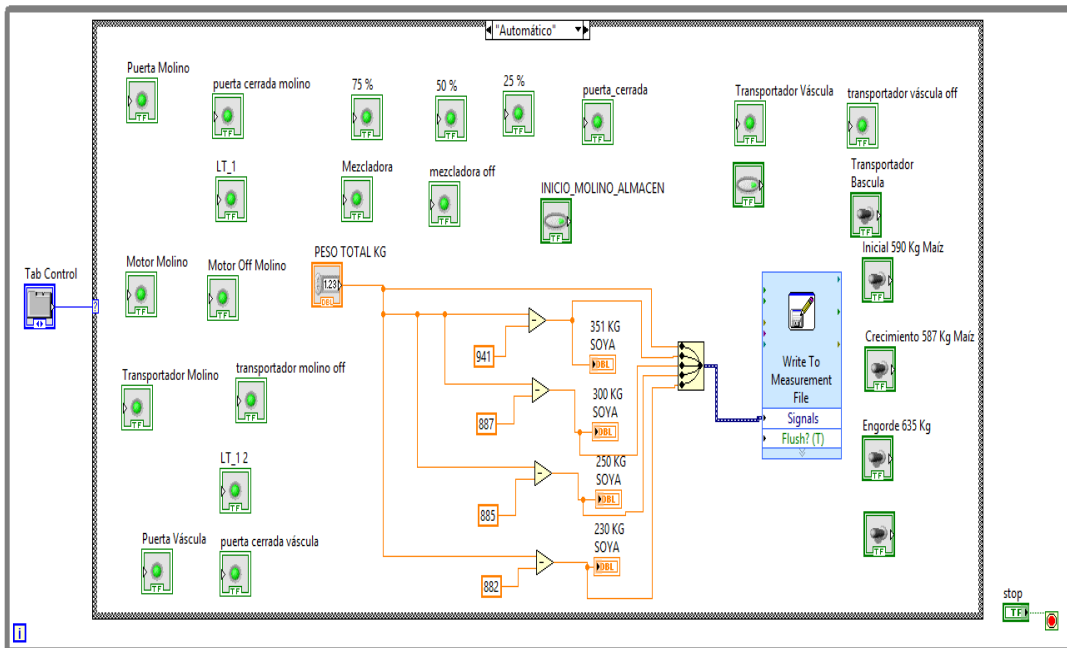
**Figura 3-43.** Controles e indicadores del proceso manual en Block Diagram.  
Fuente: Autores.

El mismo procedimiento realizado para las páginas anteriores se realiza en la página Automática del tab control, donde se usa los controles para seleccionar las dietas a producir y los indicadores tipo led para visualizar la operación que se está ejecutando,

cambiando de pantalla al Block Diagram se ingresa estos controles en indicadores al Case Structure denominado automático.



**Figura 3-44.** Pantalla del proceso automático en LabVIEW  
Fuente: Autores.

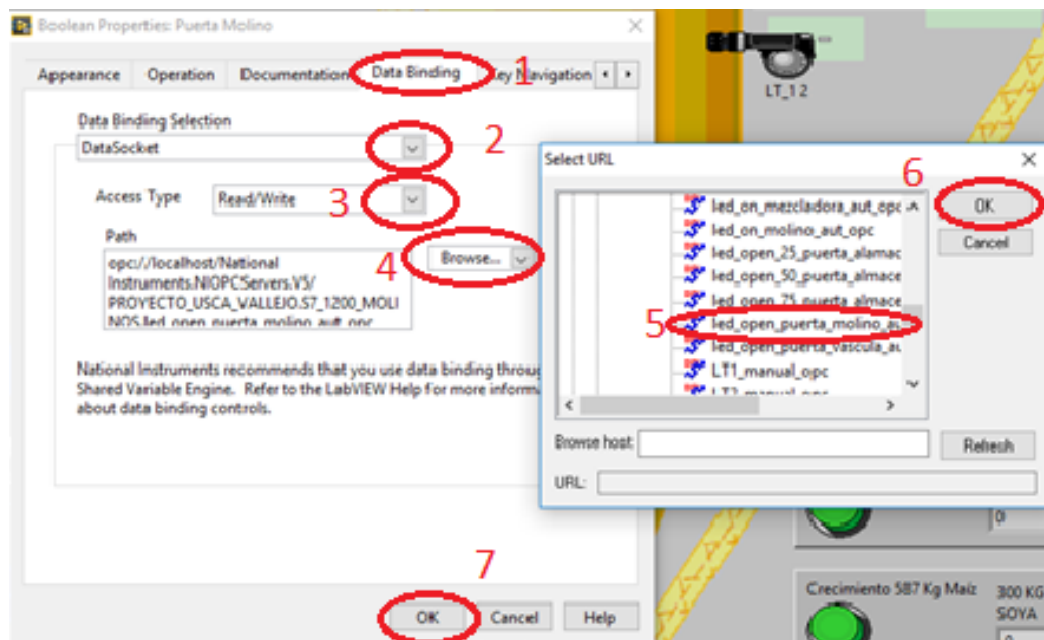


**Figura 3-45.** Controles e indicadores del proceso automático en Block Diagram.  
Fuente: Autores.

3.7.2.1 *Enlace entre los controles DSC y NI OPC Servers.* Una vez realizado la programación en el diagrama de bloques y el panel frontal, seguimos con la realización del enlace correspondiente entre los controles creado y ubicado en el programa con la lista de tags que se crearon en el NI OPC servers.

Para obtener un enlace confiable y seguro se debe realizar el siguiente procedimiento que se detalla a continuación:

Cabe indicar que este paso se está realizando para el proceso automático. Para esto se ubica en la pestaña de este proceso y seleccionamos el control o indicador que se desea enlazar. Para configurar los parámetros de este enlace se ingresa en las propiedades del control o indicador, posterior a esto se despliega una pantalla en la que se debe modificar lo siguiente: se selecciona toma de datos en la primera pestaña, en la segunda pestaña indicamos que el acceso va a ser de escritura y lectura, para luego ubicar la carpeta donde esté ubicada la lista de tags creados en el NI OPC Servers, seleccionamos la carpeta PROYECTO\_USCA\_VALLEJO\_S7\_1200\_MOLINOS, posterior a esto se despliega una pantalla donde se visualiza la lista de Tags, de esta lista seleccionamos la adecuado para este control y concluimos aceptando las dos pantallas.



**Figura 3-46.** Comunicación control DSC y tag OPC

Fuente: Autores.

El mismo procedimiento que se realizó para el enlace del control anterior se realiza con todos los controles e indicadores que se tienen en la programación de cada proceso productivo, los cuales son: la pestaña inicio, manual y automático.

## CAPÍTULO IV

### 4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

#### 4.1 Prueba del sistema desde la interfaz hombre-máquina.

Una vez culminado con el desarrollo de la programación en los programas respectivos, la configuración para la comunicación entre el indicador de peso con el PLC a través del módulo de comunicación RS-232 y la modificación para la visualización del sistema en la pantalla del HMI, se procedió a verificar el estado de funcionamiento del sistema de la planta para comprobar si el proceso realiza la función programada sin ninguna anomalía.

Se estableció la puesta en marcha de la comunicación con el modulo RS-232, donde el valor de peso que muestra en el indicador de peso se ve visualizado en la pantalla KTP 700 PN que está ubicada en la HMI.

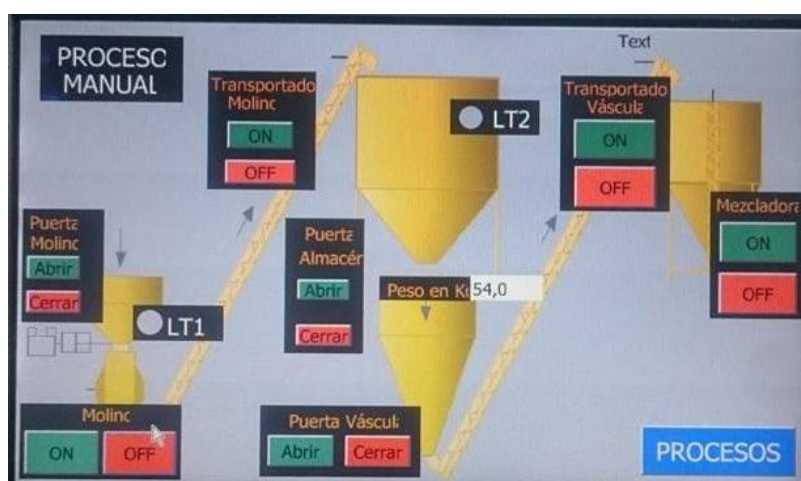


Figura 4-1. Visualización de peso en la HMI

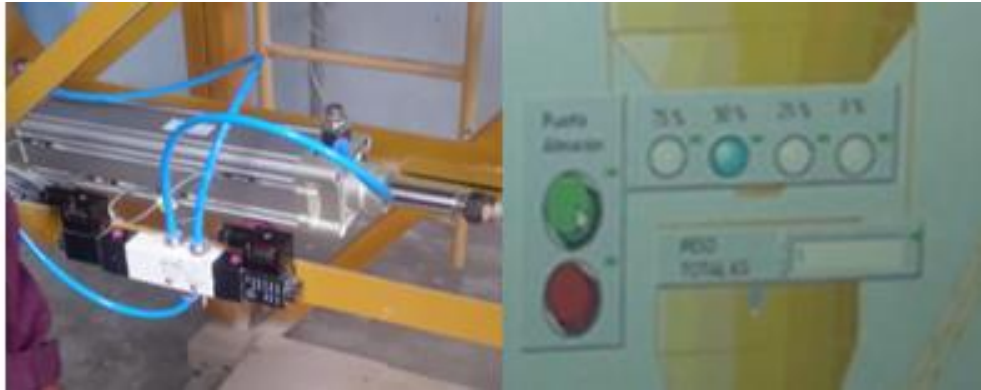
Fuente: Autores.



Figura 4-2. Visualización de peso en el Indicador de peso.

Fuente: Autores.

Para verificar si el enlace entre los dispositivos de control de la planta con la HMI era el correcto, se puso en marcha el proceso en modo manual, en la que se pudo comprobar que funcionaba correctamente sin ningún problema.



**Figura 4-3.** Prueba de apertura de la compuerta al 50%  
Fuente: Autores.

De igual manera se hizo las pruebas del mando automático del proceso, en la que se accionaron correctamente los componentes en los tiempos establecidos. En el caso de los sensores capacitivos, se simuló el accionamiento de la compuerta de la tolva del molino, la cual se abría al censar la presencia de morocho y al estar vacío se cerraba, de igual forma con el sensor ubicado en la silo de almacenaje se simuló que está lleno y al censar se apaga el motor del transportador 1 y se cierra la compuerta del molino y viceversa.

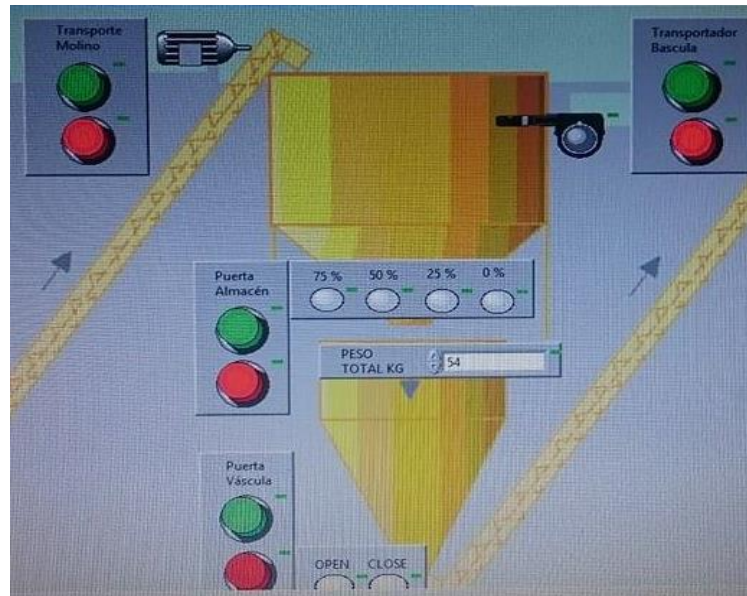
Del mismo modo con los sensores magnéticos se logró controlar la posición de las compuertas de guillotina, que al ingresar los pesos en la báscula se abre totalmente después de ubicarse en cada posición y al incrementarse el peso se cierra cuando llega al peso establecido. Al añadir los otros ingredientes y cuando llega al peso establecido para cada dieta se abrió la compuerta de la báscula encendiendo con esta acción al motor del transportador 2.

#### **4.2 Puesta en marcha del SCADA en LabVIEW con la interfaz hombre-máquina.**

Se inició con las pruebas de funcionamiento de los mandos de lo programado en el sistema SCADA que se realizó en el software LabVIEW, donde pudo visualizar el buen funcionamiento de la transferencia de información con la HMI, con la ayuda del NI OPC Servers de LabVIEW.



De igual manera como se realizó la prueba de funcionamiento tanto del control manual y automático del proceso desde el HMI se realizó desde LabVIEW, con lo que se verificó el correcto funcionamiento de la programación realizada y el exitoso enlace del LabVIEW con la HMI, la cual se consiguió con la ayuda del NI OPC Server.



**Figura 4-4.** Visualización de peso en LabVIEW  
Fuente: Autores.

El control y mando de los sub procesos que tiene el sistema se reflejó en la pantalla general de los proceso tanto en la HMI y en el software LabVIEW, con esto se evidencio que el enlace e instrucción que debe cumplir cada indicador o control, tienen el enlace correspondiente.

Por último, se comprobó el funcionamiento de la adquisición de históricos del sistema de pesaje, con lo que se pudo comprobar que se guarda los valores de peso que está en la báscula, estos pesos se muestra el indicador de peso y se registran en un archivo de EXCEL.

## CAPITULO V

### 5. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 5.1 Introducción

Es muy importante que antes de operar la maquina se realice la lectura minuciosa del manual de operación y mantenimiento. Si realizamos una adecuada instalación, se lleva a cabo el plan de mantenimiento y se opera los equipos según los manuales, la maquina no presentara problemas de ningún tipo. El plan de mantenimiento va relacionado directamente con una buena operación, ya que el usuario deberá entender y conocer las precauciones de seguridad antes de usarla.

Este manual contiene las instrucciones necesarias para la operación y mantenimiento de los equipos y dispositivos usados para el proceso productivo de la Avícola La Morenita, dirigidas al personal que haga uso de estos, siendo una guía para la óptima operación y seguridad, así como una herramienta para precautelar la funcionalidad de los mecanismos y máquinas que componen el proceso.

#### 5.2 Sistemas del proceso de producción.

**5.2.1 Sistema de mando.** El sistema de mando figura de un sistema de seguridad para los operarios, como son: un pulsador ubicado en la HMI que permite el paro de emergencia, y una botonera que cumple la función de puesta en marcha y paro del motor de la helicoidal.

**5.2.2** También consta de un pulsador que sirve para reseteo, un selector para la selección del proceso manual o automático ubicado en la HMI y sensores magnéticos ubicados en los cilindros para el accionamiento de las compuertas.

**5.2.3 Sistema de potencia.** Para proveer la energía mecánica necesaria para el funcionamiento de las compuertas en el proceso de balanceados, se cuenta con un compresor de aire, cilindros neumáticos, electroválvulas solenoides y otros accesorios.



La planta también consta con motores trifásico los cuales son de vital importancia para el funcionamiento del proceso.

**5.2.4 Sistema eléctrico.** Este sistema, consta de la alimentación y conexiones para energizar a cada uno de los equipos y máquinas, que a través de la función de cada una de ellas hacen posible elaborar el producto terminado. Este sistema es de vital importancia debido a que si existe una falla podría pararse el proceso.

### 5.3 Especificaciones técnicas

A continuación, se presenta las especificaciones técnicas de algunos equipos:

**5.3.1 Compresor.** Es una máquina de fluidos diseñada para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos compresibles tales como gases y vapor, el cual facilita su trabajo con un mínimo de esfuerzo físico, ideal para talleres mecánicos, producción e industrias en general.

**Tabla 5-1.** Especificaciones técnicas del compresor

<b>COMPRESOR</b>	
<b>Marca</b>	TRUPER
<b>Modelo</b>	COMP-50LV
<b>Capacidad</b>	50 lt
<b>Potencia máx.-min.</b>	3 1/2HP-2 1/2 HP
<b>Consumo de energía</b>	25200 Wh/día
<b>Voltaje</b>	120 V
<b>Frecuencia</b>	60 Hz

Fuente: Autores.

### 5.3.2 Electroválvula.

**Tabla 5-2.** Especificaciones técnicas de la electroválvula solenoide.

<b>Electroválvula Solenoide</b>	
<b>Marca</b>	AirTAC
<b>Modelo</b>	4V230C-08 <sup>a</sup>
<b>Número de vías y posiciones</b>	Doble solenoide 5/3 vías
<b>Serie de código</b>	200
<b>Voltaje</b>	AC220V
<b>Temperatura de trabajo</b>	-5 °C – 60 °C
<b>Presión</b>	0.15 – 0.8 MPa
<b>Grado de protección</b>	IP65

Fuente: Autores.

Las electroválvulas permiten controlar el paso de gas o fluidos. La apertura o cierre de la válvula se basa en impulsos electromagnéticos de un solenoide que trabaja junto a un muelle diseñado para devolver a la válvula a su posición neutral cuándo el solenoide se desactiva.

**5.3.3 Cilindro neumático.** Los cilindros neumáticos de doble efecto constan con dos entradas de aire comprimido ubicadas a los extremos del cilindro hermético, provocando un movimiento rectilíneo en el vástago en dos sentido.

**Tabla 5-3.** Especificaciones técnicas del cilindro neumático de doble efecto.

<b>CILINDRO DOBLE EFECTO</b>	
<b>Marca</b>	AirTAC
<b>Modelo</b>	SE63X200SG
<b>Serie</b>	63
<b>Tipo de actuación</b>	Doble efecto
<b>Fluido</b>	Aire
<b>Presión de trabajo</b>	0.1-1.0 MPa (14-145)Psi
<b>Temperatura °C</b>	-20 – 80
<b>Rango de velocidad mm/s</b>	30-800
<b>Medida del actuador</b>	3/8 in

Fuente: Autores.

#### **5.4 Normas de seguridad para la operación.**

Para la maniobra de los equipos, antes, durante y después del proceso de producción el operario debe verificar y cumplir con los siguientes ítems:

- Hacer uso obligatorio de los equipos de protección personal necesaria (EPP).
- Estar seguros de que todos los sistemas y componentes se encuentren en su estado y posición óptima para comenzar.
- Inspeccionar que los interruptores de paso de corriente, protecciones y el pulsador de emergencia estén funcionando.

- Comprobar que el valor marcado por el indicador de peso sea el correcto.
- Verificar que las máquinas y equipos se encuentren libres de artículos extraños para evitar alteraciones en su funcionamiento y fallas.
- Verificar que no exista fugas de aire.
- No manipular la parte interior de la HMI sin la presencia de un técnico.
- En caso de presentarse alguna anomalía, presionar el botón emergencia y ponerse en contacto con el personal técnico.
- Una vez terminado el ciclo de producción de un día, se debe realizar la limpieza respectiva.

El gerente de la Avícola la Morenita tiene la obligación de dar la respectiva capacitación a los nuevos operarios que contrate la empresa, para así mantener la fiabilidad y disponibilidad de los equipos, y lo más importante salvaguardar la integridad física de los mismos.

#### **5.4.1 Operación**

Para arrancar y controlar el proceso productivo, de modo manual o automático el operario puede ubicarse frente al HMI o frente a su computador, de ambas pantallas puede dar inicio con la producción.

El operario puede controlar el proceso de producción en modo manual, a través de pulsos en los botones de marcha y paros de cada etapa, tener precaución de no arrancar en vacío a los motores debido que se presenta excesiva vibración y ruido.

Para el modo automático del proceso, se debe cambiar la posición del selector de manual a automático y se pulsa en ON en la pantalla del HMI o en la programación del LabVIEW para dar inicio, luego cuando la materia prima se encuentre en la báscula con el peso indicado, se selecciona la dieta a producir y se presiona ON de la siguiente etapa para seguir con el proceso.

## 5.5 Plan de mantenimiento

El mantenimiento implantado en una industria es de gran importancia ya que prolonga la vida útil de los equipos, reduce los fallos y permite prevenir paros imprevistos.

Para tener una efectiva gestión de activos en la avícola se elabora un plan de mantenimiento donde se han determinado procedimientos generales para las rutinas de mantenimiento, constituidos por las frecuencias adecuadas, materiales y herramientas a utilizar.

El mantenimiento se puede completar con lo siguiente:

- Inspección. Se recomienda una inspección diaria de todo el equipo para encontrar piezas dañadas, fallas leves o imperfecciones de los equipos, deben ser monitoreadas durante su inspección visual para identificar anomalías durante el proceso.
- Limpieza. Se tiene que mantener todos los componentes y equipos de los sistemas completamente limpios y libres de polvo.
- Ajustes. Es indispensable analizar todos los tornillos y tuercas que pudiera llegar a aflojarse debido a las vibraciones por el proceso.
- Lubricación. Se tiene que llevar a cabo en los puntos y partes que se encuentran en constante fricción.

Después del análisis de inspección visual diario realizado por los operarios, estos deben comunicar al jefe inmediato todo sobre la inspección visual realizada, con el fin de que si se presentan anomalías en el sistema se pueda planificar las tareas de mantenimiento que se deben realizar.

Como en todo proceso industrial se presentan fallas que pueden ser ocultas, se propone los chequeos preventivos que se deben realizar, para así mantener en buenas condiciones los equipos del proceso productivo de la avícola. Estas se muestran en la siguiente página.

**Tabla 5-4.** Actividades de mantenimiento eléctrico y electrónico

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Verificar si es factible desenergizar el tablero antes de su mantenimiento.	Semanal
Inspección visual de conductores, bornes, motores y accesorios.	Semanal
Ajuste de contactos o cambio de conductores (si es necesario).	Semanal
Revisión y limpieza a contactores y tableros con una aspiradora o una brocha.	Mensual
Realizar análisis termográfico.	Anual
Medir voltajes, corrientes, temperaturas y resistencia de puesta a tierra.	Mensual
Verificar que los cables conductores estén bien asegurados, correctamente conectados y que exista continuidad eléctrica.	Semanal
<b>Equipos:</b> Multímetros, aspiradora	
<b>Herramientas:</b> Kit de Herramientas	
<b>Materiales:</b> Franela, Guaípe, brocha.	

Fuente: Autores.

**Tabla 5-5.** Actividades de mantenimiento mecánico

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Inspección y limpieza de actuadores.	Semanal
Revisar que no existan fugas de aire al cerrar las válvulas.	Semanal
Limpiar la admisión y descarga de aire del compresor	Mensual
Inspeccionar que las presiones no sean mayores a las que marcan las especificaciones.	Diaria
Lubricar el vástago de cilindro neumático.	Semanal
Verificar el estado de las mangueras.	Mensual
Realizar análisis termográfico a los motores.	Anual
Inspeccionar que la conexión de cilindros y racores no estén flojos.	Mensual
Ajustar tornillos y tuercas que puedan estar flojas.	Mensual
<b>Herramientas:</b> Kit de Herramientas	
<b>Materiales:</b> Franela, Guaípe, Brocha	

Fuente: Autores.

Si durante la ejecución de las actividades del mantenimiento preventivo, se encuentra con falla repetitivas, y que después del análisis respectivo a estas fallas dan como resultado mayor costo en mantenimiento preventivo, se planteara un mantenimiento correctivo planificando las frecuencias, para remplazarlo de acuerdo con las repeticiones de las mismas.

Para obtener mayor información acerca de las características de los equipos y dispositivos se detalla en los anexos, de igual manera se indica las actividades con la frecuencia de la tarea.

Cumpliendo con este manual de operación y mantenimiento se lograra mantener estable el funcionamiento de los elementos que compone el sistema de producción de la Avícola la Morenita.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

Se analizó los sistemas del proceso, con la finalidad de determinar las nuevas variables a incrementarse en el PLC.

Se implementó los cilindros, electroválvulas y accesorios neumáticos para el control de las compuertas de guillotina, tanto del almacenamiento como de la báscula.

Se implementó el módulo de comunicación MC 1241(RS-232) para la comunicación entre el indicador de peso y la HMI, con esto se pudo generar históricos de peso desde LabVIEW.

Se programó la respectiva comunicación y los procesos manual y automático para la producción. También se comunicó los dispositivos con la programación y configuración del SCADA desarrollado en LabVIEW.

Se realizaron las pruebas de funcionamiento del sistema SCADA, del proceso manual y automático

Se desarrolló un manual de operación y mantenimiento para que los trabajadores operen los equipos de forma correcta y conserven en perfecto estado los equipos de la Avícola.

## **6.2 Recomendaciones**

Asignar con un nombre específico a cada entrada, salida, memoria, funciones, segmentos y bloques utilizados en TIA PORTAL para facilitar su uso al momento de utilizarlo.

Los operarios deben tener conocimientos en el manejo de la HMI y LabVIEW, o recibir una capacitación por el dueño o encargado de realizar el proceso de producción de balanceado para el correcto manejo de puesta en marcha y paro de los equipos de la planta.

Verificar que los operarios utilicen los equipos de protección personal y tener en cuenta las normas de seguridad para evitar accidentes por electrocución debido a que se utiliza voltajes altos.

Usar de forma correcta el manual de operación y mantenimiento para que los operarios puedan mantener los equipos de manera óptima y cumplan con su vida útil de funcionamiento.



## BIBLIOGRAFÍA

**ALBÁN, José & PAGUAY, Nestor.** Diseño e implementación de un sistema SCADA con comunicación PROFIBUS para el control y monitoreo de procesos industriales en el laboratorio de automatización de la Facultad de Mecánica. [En línea] (Trabajo de titulación). ESPOCH, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería de Mantenimiento. Riobamba 2017. pp.27-28. [Consulta:2017-08-31]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/6496>.

**CÁNEPA, Victor; et al.** *Comunicación Serial*. [En línea]. 2014. pp.2-5-6-8. [Citado el: 14 de noviembre del 2017.] Disponible en: <http://web.fi.uba.ar/~fferrari/tps/%5B66.02%20-%20Laboratorio%5D%20Monograf%C3%ADa%20%20Comunicaci%C3%B3n%20Serie.pdf>.

**CASTRO, Manuel & DIAZ, Gabriel.** *Comunicaciones industriales: sistemas distribuidos y aplicaciones*. [En línea]. 2012. pp.52. [Citado el: 19 de 07 de 2017.]. ISSN 8436263111, 9788436263114. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=\\_C8kDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=comunicaciones+industriales&hl=es&sa=&redir\\_esc=y#v=onepage&q=comunicaciones%20industriales&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=_C8kDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=comunicaciones+industriales&hl=es&sa=&redir_esc=y#v=onepage&q=comunicaciones%20industriales&f=false).

**CHICO, María.** *La transmisión por puerto serie*. [En línea]. pp.1. [Citado el: 19 de septiembre del 2017.]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11531/fichero/15.+Anexo.pdf>.

**CORONA, Leonel; et al.** *Sensores y actuadores*. [En línea] 2014. pp.26 [Citado el: 03 de agosto de 2017.]. ISSN 978-607-438-936-4. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=wMm3BgAAQBAJ&pg=PA26&dq=cilindros+neumaticos&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=cilindros%20neumaticos&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=wMm3BgAAQBAJ&pg=PA26&dq=cilindros+neumaticos&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=cilindros%20neumaticos&f=false).

**CREUS, Antonio.** *Neumática e hidráulica*. [En línea] 2011. pp.32. [Citado el: 03 de agosto del 2017.]. ISSN 13-976-54-267-5861-7. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=V\\_RjOrxMEw4C&pg=PT65&dq=sensor+neumatico&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=sensor%20neumatico&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=V_RjOrxMEw4C&pg=PT65&dq=sensor+neumatico&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=sensor%20neumatico&f=false).

**FORERO, Néstor.** *Normas de comunicación en serie*. [En línea] 2012. pp.4. [Citado el: 18 de septiembre del 2017.]. Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/revistaingenioliubre/revista-11/art13.pdf>.

**GUERRERO, Vicenc; et al.** *Comunicaciones industriales*. [En línea] pp.3. [Citado el: 19 de julio del 2017.]. ISSN 9788426715746. Disponible en: <http://www.marcombo.com/Descargas/9788426715746/EXTRACTO%20DEL%20LIBRO.pdf>.

**GUERRERO, Vicenc; et al.** *Comunicaciones Industriales Siemens*. [En línea] 2012. pp.390. [Citado el: 25 de julio del 2017.]. ISSN 8426718620, 9788426718624. Disponi

ble en:<https://books.google.com.ec/books?id=fPCVCoDCa8IC&pg=PT728&dq=RED+PROFINET++siemens+EN+AUTOMATIZACION&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewi61MfO9fLVAhUGMyYKHek0C0UQ6AEIKzAB#v=onepage&q=RED%20PROFINET%20%20siemens%20EN%20AUTOMATIZACION&f=false>.

**HERNÁNDEZ, Maria & LEDESMA, Denis.** Desarrollo de un sistema SCADA para la medicion de voltajes con sistemas enbebidos para el laboratorio de Mecatronica de la Facultad de Mecánica. [En línea](Tesis). ESPOCH, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingenieria de Mantenimiento. Riobamba 2010. pp.10-11. [Consulta:2017-08-18]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1137>.

**HURTADO, José.** *Introducción a las Redes de Comunicación Industrial.* [En línea] 2012. pp.6-18-19. [Citado el: 22 de agosto de 2017.] Disponible en: [http://www.infoplc.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC\\_net\\_introduccion3b3n-a-las-redes-decomunicacion3b3n-industrial.pdf](http://www.infoplc.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion3b3n-a-las-redes-decomunicacion3b3n-industrial.pdf).

**LEXUS.** Matrix. *Indicador Electronico de Peso.* [En línea]. 2015. pp.3-14-15-16. [Citado el: 04 de abril del 2017.]. Disponible en: <http://www.bci.co/productos/pesaje/indicadores-peso/abs/lexus-matrix-wall.html>.

**MURCIA, José.** *Puerto serie RS-232.* [En línea] 2006. pp.3 [Citado el: 19 de septiembre del 2017.]. Disponible en: <http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/JoseManuelMurciaBarba.pdf>. 47219331D.

**NATIONAL INSTRUMENTS.** *Comunicación serial.* [En línea] 2006. pp.1. [Citado el: 14 de noviembre del 2017.] Disponible en: <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1.1M9E1L6Q>.

**NATIONAL INSTRUMENTS.** *LabVIEW.* [En línea] 2015. pp.1. [Citado el: 12 de septiembre del 2017.]. Disponible en: <http://www.ni.com/labview/labviewdsc/esa/>.

**OROZCO, Juan.** Topologias de Red. [En línea] 2013. pp.1 [Citado el: 14 de noviembre del 2017.]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/admonrecred/topologias-de-redes>.

**RAMIREZ, Angel.** *Comunicaciones por protocolo RS232.* [En línea]. 2013. pp.1. [Citado el: 19 de septiembre del 2017.]. Disponible en: [http://extropynow.weebly.com/uploads/1/6/4/1/16411724/mikroc-u\\_i-rs232-protocol.pdf](http://extropynow.weebly.com/uploads/1/6/4/1/16411724/mikroc-u_i-rs232-protocol.pdf).

**SIEMENS.** *Controlador programable S7-1200.* [En línea] 2009. pp.15-16-60-269. [Citado el: 10 de mayo del 2017.]. Disponible en:<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>.

**SIEMENS.** Controlador programable S7-1200. *Manual de sistema*. [En línea] 2012. pp.19-22-589. [Citado el: 19 de septiembre del 2017.]. Disponible en: [http://media.automation24.com/manual/es/36932465\\_s71200\\_system\\_manual.pdf](http://media.automation24.com/manual/es/36932465_s71200_system_manual.pdf).

**SIEMENS.** SIMATIC S7-1200,. *MODULO DE COMUNICACION CM 1241, RS232*,. [En línea] 2014. pp.1-2. [Citado el: 28 de septiembre del 2017.]. Disponible en: <http://media.automation24.com/datasheet/es/6ES72411AH320XB0.pdf>.