



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**DESARROLLO DE UN ENTORNO VIRTUAL 3D DE UN PROCESO  
BATCH PARA LA DISTRIBUCION DE ALIMENTOS DE UNA  
GRANJA APLICANDO UNA COMUNICACIÓN TCP/IP**

Propuesta tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingenieros en  
Electromecánica.

**AUTOR:**

Pullopaxi Lema Fredy Rene

**TUTOR:**

Ing.M.sc Luigi Orlando Freire Martínez

**LATACUNGA-ECUADOR**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Pullopaxi Lema Fredy Rene declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica **“DESARROLLO DE UN ENTORNO VIRTUAL 3D DE UN PROCESO BATCH PARA LA DISTRIBUCION DE ALIMENTOS DE UNA GRANJA APLICANDO UNA COMUNICACIÓN TCP/IP”**, siendo el Ing. M.sc. Luigi Orlando Freire Martínez, tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto 2022

---

Fredy Rene Pullopaxi Lema

CC: 0504261298



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Propuesta Tecnológica sobre el título:

**“DESARROLLO DE UN ENTORNO VIRTUAL 3D DE UN PROCESO BATCH PARA LA DISTRIBUCION DE ALIMENTOS DE UNA GRANJA APLICANDO UNA COMUNICACIÓN TCP/IP”**, de **Pullopaxi Lema Fredy Rene**, de la carrera de **Ingeniería Electromecánica**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2022

El Tutor

---

Ing.M.sc Luigi Orlando Freire Martínez

CC: 0502529589



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** ; por cuanto, el postulante: **Pullopaxi Lema Fredy Rene** con el título de Proyecto de titulación: **“DESARROLLO DE UN ENTORNO VIRTUAL 3D DE UN PROCESO BATCH PARA LA DISTRIBUCION DE ALIMENTOS DE UNA GRANJA APLICANDO UNA COMUNICACIÓN TCP/IP”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2022

Para constancia firman:

**Lector 1 (Presidente)**

Ing. M.sc Byron Paul Corrales Bastidas

CC: 0502347768

**Lector 2**

Ing. M.sc Carlos Francisco Pacheco Mena

CC: 0503072902

**Lector 3**

Ing. M.sc Luis Miguel Navarrete López

CC: 1803747284



## AVAL DE IMLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNÓLOGICA

Latacunga, agosto 2022

Quien suscribe, Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina. M.sc., en calidad de Director de la carrera de Electromecánica, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, CERTIFICO que el Sr. Fredy Rene Pullopaxi Lema, realizo en las instalaciones de la Facultad el proyecto tecnológico titulado: **“DESARROLLO DE UN ENTORNO VIRTUAL 3D DE UN PROCESO BATCH PARA LA DISTRIBUCION DE ALIMENTOS DE UNA GRANJA APLICANDO UNA COMUNICACIÓN TCP/IP”**. En la ejecución de dicho proyecto el Sr. Demostró habilidades y conocimientos en su especialidad; así también genero resultados que les serán de gran utilidad al área electromecánica, por cuanto se enfocó en solucionar problemas inherentes a la automatización, control industrial, sistemas de control y diseño de interfaces.

Durante el trabajo de campo el Sr. En mención se hizo acreedor de nuestra confianza por la responsabilidad, honestidad y profesionalismo demostrado.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso a este documento como estimen conveniente.

Atentamente;

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina  
DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

CC: 050284769-2

## **AGRADECIMIENTO**

*En el presente trabajo quiero expresar todo mi reconocimiento y eterna gratitud hacia mi madre la cual es mi ejemplo diario de lucha perseverancia y superación, como también a cada uno de mis hermanos y hermana quienes me brindan su apoyo incondicional día a día, siendo ellos los principales gestores de mi formación personal como también académica. A todos mis amigos y familiares que me ofrecieron una ayuda sincera desde el primer momento en el que comencé mi formación, y al culminarla no me quedan más que sentimientos de gratitud hacia cada uno de ellos.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi por acogerme y otorgarme la valiosa oportunidad para mi formación profesional, como también a cada uno de los docentes que me brindaron sus conocimientos y me prepararon para enfrentar una vida laboral.*

Fredy Rene

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo de tesis previo a la obtención del título de Ingeniero va dedicado al esfuerzo y trabajo duro de mi madre BLANCA LEMA, quien día a día lucha por brindarnos un mejor futuro para mí y mis hermanos, el coraje, la lucha diría, las noches de desvelo, y sobre todas las cosas el amor y apoyo incondicional que me brinda hicieron que logre alcanzar este sueño.*

*A mis hermanos que han estado para mí en los momentos más difíciles de mi vida, gracias por su apoyo incondicional, sus consejos y experiencias fueron de suma importancia ya que me motivaron a seguir y poder alcanzar mis metas.*

Fredy Rene

## ÍNDICE GENERAL

|  |     |
|--|-----|
| DECLARACIÓN DE AUTORIA .....                                       | ii  |
| AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....                     | ii  |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....                         | iv  |
| AGRADECIMIENTO .....   | v   |
| DEDICATORIA.....   | vi  |
| ÍNDICE GENERAL.....  | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | x   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | xi  |
| RESUMEN.....   | xiv |
| ABSTRACT .....   | xv  |
| AVAL DE TRADUCCIÓN.....  | xvi |
| INFORMACIÓN GENERAL .....  | 1   |
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 3   |
| 1.1 EL PROBLEMA.....   | 3   |
| 1.1.1 Planteamiento del Problema .....                             | 3   |
| 1.2.2 Formulación del problema .....                               | 3   |
| 1.2 BENEFICIARIOS.....   | 3   |
| 1.2.1 Beneficiarios directos .....                                 | 3   |
| 1.2.2 Beneficiarios indirectos .....                               | 3   |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN.....   | 4   |
| 1.4 HIPÓTESIS .....  | 4   |
| 1.5 OBJETIVOS.....   | 5   |
| 1.5.1 Objetivo general .....                                       | 5   |
| 1.5.2 Objetivos específicos.....                                   | 5   |
| 1.6 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS ..... | 6   |
| 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....                                    | 8   |
| 2.1 ANTECEDENTES.....  | 8   |
| 2.2 MARCO REFERENCIAL .....  | 10  |
| 2.3 Realidad Virtual, Aumentada y Mixta .....                      | 10  |
| 2.3.1 Realidad Virtual .....                                       | 10  |
| 2.3.2 Realidad Aumentada .....                                     | 10  |
| 2.3.3 Realidad Mixta .....   | 11  |



|   |           |
|---|-----------|
| 2.4 Software educativo .....  | 11        |
| 2.5 Hardware in the loop .....  | 12        |
| 2.6 Sistemas CAD .....  | 12        |
| 2.7 Técnicas de modelado 3D .....                                       | 13        |
| 2.7.1 Modelado.....   | 13        |
| 2.7.2 Composición del ambiente .....                                    | 14        |
| 2.7.3 Renderizado.....  | 14        |
| 2.8 Motor gráfico Unity 3D.....   | 14        |
| 2.9 Automatización .....  | 15        |
| 2.10 Procesos Industriales .....  | 15        |
| 2.10.1 Proceso Continuo .....   | 16        |
| 2.10.2. Proceso Discreto.....   | 16        |
| 2.10.3 Proceso Batch.....   | 16        |
| 2.11 Controladores Industriales.....                                    | 16        |
| 2.11.1 Control ON-OFF .....   | 16        |
| 2.12 Controlador Lógico Programable.....                                | 17        |
| 2.12.1 Funciones de un PLC .....  | 17        |
| 2.13 PLC S7-1200 .....  | 18        |
| 2.14 TIA Portal.....  | 20        |
| 2.15 Comunicación TCP/IP.....   | 21        |
| 2.16 Sistema HMI .....  | 22        |
| 2.17 Sistema de Control .....   | 22        |
| <b>3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>                              | <b>24</b> |
| <b>3.1 METODOLOGÍA .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>3.2 DESCRIPCIÓN.....</b>   | <b>25</b> |
| 3.2.1 Etapas del sistema .....  | 25        |
| 3.2.2 Modelado del entorno 3D en el software CAD.....                   | 30        |
| 3.2.3 Conversión del formato del modelo 3D .....                        | 31        |
| 3.2.4 Diseño del HMI.....   | 32        |
| 3.2.5 Programación del entorno virtual.....                             | 33        |
| 3.2.6 Diseño en UNITY 3D .....  | 34        |
| 3.2.7 Configuración del protocolo de comunicación en Visual Studio..... | 35        |
| 3.2.8 Configuración de la Comunicación TCP/IP en el PLC S7-1200 .....   | 38        |

|   |    |
|---|----|
| 3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....                              | 40 |
| 3.3.1 Prueba del botón de rayos X .....                       | 44 |
| 3.3.2 Prueba de Control SIN PLC .....                         | 45 |
| 3.3.3 Prueba de Control CON PLC .....                         | 46 |
| 3.3.4 Prueba del desgaste .....                               | 51 |
| 3.3.5 Pruebas de traslación del avatar por el entorno.....    | 54 |
| 3.3.6 Resultados del registro de datos .....                  | 55 |
| 3.4 EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA ..... | 62 |
| 3.4.1 Análisis de Costos .....                                | 62 |
| 3.4.2 Factibilidad económica .....                            | 62 |
| 3.4.3 Impacto Práctico.....                                   | 64 |
| 3.4.4 Impacto tecnológico .....                               | 64 |
| 4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....                            | 65 |
| 4.1 CONCLUSIONES .....  | 65 |
| 4.2 RECOMENDACIONES .....                                     | 65 |
| 5. BIBLIOGRAFIA.....  | 66 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 2.1 Actividades por objetivos .....                                     | 6  |
| Tabla 3.1 Principales características de las CPUs S7-1200.....                | 19 |
| Tabla 4.1 Variables de entrada y salida utilizadas en el sistema. ....        | 37 |
| Tabla 6.1 Porcentaje de aceptación de la aplicación de realidad virtual ..... | 61 |
| Tabla 6.2 Costos económicos del sistema .....                                 | 63 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1.1 Matriz causa efecto .....   | 4  |
| Figura 2.1 Grafico 3D por ordenador .....  | 13 |
| Figura 2.3 Estructura de un sistema automatizado .....                               | 15 |
| Figura 2.4 Partes fundamentales del SINAMIC S7-1200 .....                            | 18 |
| Figura 2.5 Esquema de conexión usando TIA Portal .....                               | 20 |
| Figura 2.6 Niveles de los Protocolos TCP/IP .....                                    | 21 |
| Figura 2.7 Esquema de un sistema HMI.....  | 22 |
| Figura 2.8 Esquema general de un sistema de control .....                            | 23 |
| Figura 3.1 Diagrama de bloques del sistema virtual .....                             | 24 |
| Figura 3.2 Sensor y actuador del llenado del tanque .....                            | 25 |
| Figura 3.3 Pantalla 1 del HMI para control manual del sistema de bebederos .....     | 26 |
| Figura 3.4 Pantalla 1 del HMI para control Automático del sistema de bebederos ..... | 26 |
| Figura 3.5 Indicador de Estado activado/desactivado del control automático .....     | 26 |
| Figura 3.6 Sensor y actuador de los bebederos .....                                  | 27 |
| Figura 3.7 Estado de válvulas del HMI con botones de control.....                    | 27 |
| Figura 3.8 Pantalla 2 para control del sistema de alimentación .....                 | 28 |
| Figura 3.9 Estado del botón de llenado de la tolva en el HMI .....                   | 29 |
| Figura 3.10 Sistema de alimentación.....   | 29 |
| Figura 3.11 Botones para activación/desactivación de actuadores.....                 | 30 |
| Figura 3.12 Motor y estructura 3D creados en software CAD .....                      | 30 |
| Figura 3.13 Diseño del sistema de alimentación de pollos en el software CAD.....     | 31 |
| Figura 3.14 Diseño del sistema de control de bebida en el software CAD .....         | 31 |
| Figura 3.15 Modelo en 3D en el software blender .....                                | 32 |
| Figura 3.16 Creación de la Pantalla 1 con la herramienta Canvas .....                | 33 |
| Figura 3.17 Creación de la Pantalla 2 con la herramienta Canvas .....                | 33 |
| Figura 3.18 Creación de Scripts en Unity 3D.....                                     | 34 |
| Figura 3.19 Pantalla principal de Unity 3D para importar objetos fbx .....           | 35 |
| Figura 3.20 Ambiente de realidad virtual 3D en Unity .....                           | 35 |
| Figura 3.21 Archivo de comunicación Sharp7 en Unity 3D .....                         | 36 |
| Figura 3.22 Configuración de la dirección IP del PLC S7-1200 en TIA PORTAL.....      | 38 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 3.23 Creación del Bloque de datos DB1 denominado Comunicación .....                | 39 |
| Figura 3.24 Variables de comunicación en TIA PORTAL .....                                 | 39 |
| Figura 3.25 Ventana inicial del sistema.....  | 40 |
| Figura 3.26 Ventana de Información de Unity 3D .....                                      | 40 |
| Figura 3.27 Ventana de conexión con el controlador PLC.....                               | 41 |
| Figura 3.28 Ventana de conexión con el controlador PLC en modo “Con Conexión de PLC”      | 41 |
| Figura 3.29 Diálogos de conexión del PLC.....   | 42 |
| Figura 3.30 Control de traslación del avatar.....   | 42 |
| Figura 3.31 Control de rotación de la cámara según teclas presionadas .....               | 43 |
| Figura 3.32 Cambios entre primera y tercera persona del avatar al presionar TAB .....     | 43 |
| Figura 3.33 Distribución de los sistemas en Unity 3D .....                                | 44 |
| Figura 3.34 Comparación entre recipientes con y sin rayos X .....                         | 44 |
| Figura 3.35 Encendido de la bomba de forma manual .....                                   | 45 |
| Figura 3.36 Encendido de la tolva de forma manual.....                                    | 45 |
| Figura 3.37 Llenado de bebederos de forma manual.....                                     | 46 |
| Figura 3.38 Llenado de comederos de forma manual .....                                    | 46 |
| Figura 3.39 Conexión del PLC S7-1200 al computador con cable ethernet .....               | 47 |
| Figura 3.40 Llenado del Tanque automáticamente con el PLC S7-1200.....                    | 48 |
| Figura 3.41 Llenado de los bebederos automáticamente con el PLC S7-1200 .....             | 49 |
| Figura 3.42 Control ON-OFF de la tolva utilizando el PLC S7-1200.....                     | 50 |
| Figura 3.43 Llenado de comederos en Unity 3D.....   | 51 |
| Figura 3.44 Prueba de desgaste de bebederos al presionar las teclas .....                 | 52 |
| Figura 3.45 Prueba de desgaste de comederos al presionar las teclas.....                  | 52 |
| Figura 3.46 Desgaste automático y aleatorio de bebederos.....                             | 53 |
| Figura 3.47 Desgaste automático y aleatorio de comederos .....                            | 53 |
| Figura 3.48 visualización de tiempo y modificaciones de horario .....                     | 54 |
| Figura 3.49 Pruebas de traslado del avatar .....  | 54 |
| Figura 3.50 Pruebas de apertura de malla de protección.....                               | 55 |
| Figura 3.51 Despliegue de canvas con niveles según los botones Comederos y Bebederos ...  | 55 |
| Figura 3.52 Curvas del SP y PV del control de nivel del tanque .....                      | 56 |
| Figura 3.53 Curvas del comportamiento de la bomba en el control de nivel del tanque ..... | 56 |
| Figura 3.54 Curvas del llenado de los bebederos .....                                     | 57 |
| Figura 3.55 Curvas del control de nivel de la tolva.....                                  | 58 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 3.56 Curvas del suministro de comida en el control de nivel de la tolva.....              | 58 |
| Figura 3.57 Curvas del llenado de los comederos .....  | 59 |
| Figura 3.58 Interacción y evaluación de la aplicación con estudiantes .....                      | 60 |
| Figura 3.59 Gráfica de los resultados de la aceptación de la aplicación de realidad virtual .... | 60 |



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

#### TÍTULO: “DESARROLLO DE UN ENTORNO VIRTUAL 3D DE UN PROCESO BATCH PARA LA DISTRIBUCION DE ALIMENTOS DE UNA GRANJA APLICANDO UNA COMUNICACIÓN TCP/IP”

**Autor:**

Pullopaxi Lema Fredy Rene

#### RESUMEN

La presente propuesta tecnológica tiene como fin elaborar un entorno virtual 3D basado en un sistema de distribución de alimentos para aves mediante un proceso batch, el mismo que será simulado en un software específico de realidad virtual, a su vez se ejecutará usando una comunicación TCP/IP. La implementación de este sistema está basado en controladores ON-OFF de nivel, que serán codificados en un autómata programable físico, por lo que la programación será previamente cargada en el PLC para de esta manera poder conseguir una distribución uniforme del alimento dentro del proceso batch, este procedimiento será monitoreado mediante el entorno virtual y a su vez mediante indicadores en un sistema HMI. El desarrollo de este entorno permite al usuario tener un registro y adquisición de datos de los niveles para el posterior análisis del sistema. A través del protocolo de comunicación TCP/IP se consigue la transmisión bidireccional de datos para que el usuario pueda tener el control manual y automático del proceso. Con la ejecución de este proyecto los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica pueden desarrollar prácticas que permitan fortificar sus habilidades de automatización.

**Palabras clave:** sistemas de control, proceso BATCH, desarrolló de procesos, entorno virtual.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TOPIC:** “A 3D VIRTUAL ENVIRONMENT DEVELOPMENT OF A BATCH PROCESS FOR FOOD DISTRIBUTION ON A FARM APPLYING TCP/IP COMMUNICATION”.

**Author:**

Pullopaxi Lema Fredy Rene

**ABSTRACT**

The current technological proposal has as end to elaborate a 3D virtual environment based on a food distribution system for birds, through a batch process, the same one that will be simulated in a specific virtual reality software, in turn, it will be executed by a communication TCP/ IP. The implementation this system is based on level ON-OFF controllers, which will be encoded in a physical programmable controller, so the programming will be previously loaded into the PLC, in order to achieve a food uniform distribution within the batch process, this procedure will be monitored, through the virtual environment and in turn, through indicators in an HMI system. The development this environment allows the user to have a record and levels data acquisition, for the later, system analysis. Through the TCP/IP communication protocol, it is achieved bidirectional data transmission, so that the user can have process manual and automatic control. With the execution this project, the students from electromechanical engineering career could develop practices, which allow them to strengthen their automation skills.

**Keywords:** Control systems, BATCH process, process development, virtual environment.



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

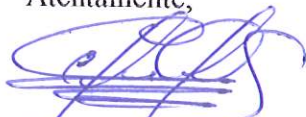
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UN ENTORNO VIRTUAL 3D DE UN PROCESO BATCH PARA LA DISTRIBUCION DE ALIMENTOS DE UNA GRANJA APLICANDO UNA COMUNICACIÓN TCP/IP**, presentado por: **Pullopaxi Lema Fredy Rene**, estudiante de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, septiembre del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0502666514**

## INFORMACIÓN GENERAL

### **Título:**

Desarrollo de un entorno virtual 3D de un proceso batch para la distribución de alimentos de una granja aplicando una comunicación TCP/IP.

### **Tipo de proyecto:**

Propuesta Tecnológica

### **Fecha de inicio:**

Marzo 2022

### **Fecha de finalización:**

Agosto 2022

### **Lugar de ejecución:**

Universidad Técnica de Cotopaxi, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia San Felipe.

### **Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería en Electromecánica

### **Proyecto de investigación vinculado:**

No vinculado

### **Director del proyecto de titulación:**

Ing.M.sc Luis Miguel Navarrete López

### **Equipo de trabajo**

#### **Tutor**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <i>Nombres:</i>             | <i>Luigi Orlando</i>  |
| <i>Apellidos:</i>           | <i>Freire Martínez</i>  |
| <i>Cedula de identidad:</i> | <i>0502529589</i>   |
| <i>Correo electrónico:</i>  | <a href="mailto:luigi.freire@utc.edu.ec"><i>luigi.freire@utc.edu.ec</i></a> |

**Coordinador 1:**

*Nombre:* Pullopaxi Lema Fredy Rene

*Cédula de Ciudadanía:* 0504261298

*Correo electrónico:* [fredy.pullopaxi1298@utc.edu.ec](mailto:fredy.pullopaxi1298@utc.edu.ec)

*Dirección:* Parroquia Ignacio Flores, Latacunga, Cotopaxi.

**Línea de investigación:** Procesos industriales.

**Sub línea de investigación de la Carrera:** El proyecto de investigación se acoge a la sub línea de investigación: diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 EL PROBLEMA**

### **1.1.1 Planteamiento del Problema**

En la preparación académica de un Ingeniero Electromecánico es de suma importancia el conocimiento sobre la automatización en procesos industriales por lo que es necesario que pueda realizar prácticas mediante el uso de equipos de control y así desarrolle habilidades y destrezas en la elaboración de procesos, siendo capaz de solucionar problemas en la vida profesional. La dificultad más grande que se presenta a los estudiantes al acceder a estos dispositivos es la limitada cantidad de equipos debido a sus costos elevados de adquisición y mantenimiento para su implementación, por lo que acuden al uso de softwares especializados en control y simulación de procesos industriales, los cuales permiten al usuario la posibilidad de crear o elaborar procesos antes de construirlos o implementarlos y de esta manera tener una visión aproximada del funcionamiento de un proceso real mediante la manipulación de variables en el entorno diseñado.

### **1.2.2 Formulación del problema**

El limitado acceso a los equipos de control para elaboración de procesos industriales debido a sus altos costos de adquisición e implementación, emerge la necesidad de elaborar ambientes virtuales que simulen los procesos reales.

## **1.2 BENEFICIARIOS**

### **1.2.1 Beneficiarios directos**

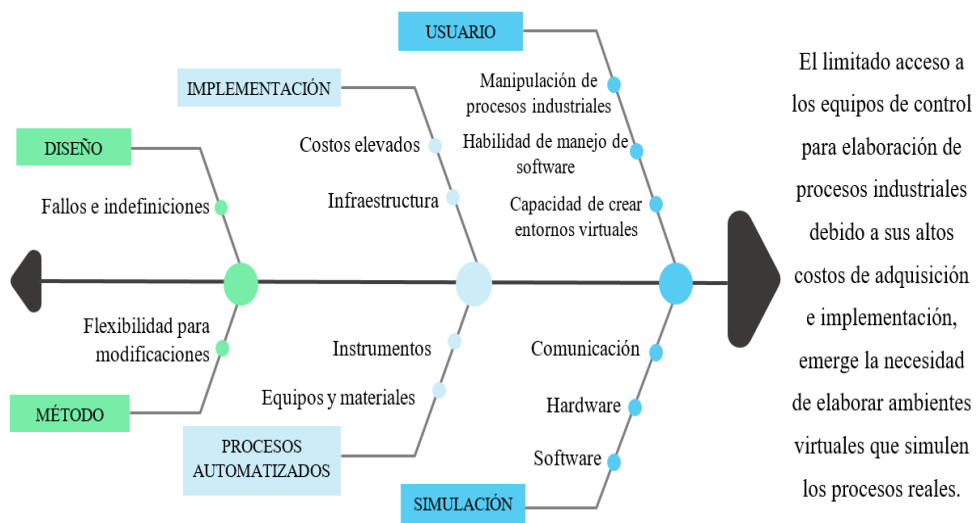
Estudiantes de la facultad de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **1.2.2 Beneficiarios indirectos**

Todas aquellas personas que cursen asignaturas afines a Control de Autómatas Programable y control industrial, además todo el personal administrativo y de servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El avance tecnológico en la industria emerge una necesidad de uso de nuevas aplicaciones para el desarrollo de técnicas de control industrial por lo que es de suma importancia la practica en la elaboración de sistemas, con el fin de generar destrezas y habilidades técnicas se crean ambientes 3D de procesos, los mismos que poseen un gran aporte a la preparación académica de los futuros profesionales ya que brindan la oportunidad de probar antes de construir, otorgando así conocimientos que puedan aplicar en un futuro y dar solución a problemas, por lo cual se desarrolla un entorno virtual para la distribución de alimentos mediante proceso batch aplicando protocolos de comunicación lo cual permite el entrenamiento en el uso de controladores lógicos programables como la interacción con los elementos de control.



**Figura 1.1** Matriz causa efecto

### 1.4 HIPÓTESIS

Con el desarrollo de un entorno virtual para la distribución de alimentos mediante un proceso batch aplicando comunicación TCP/IP permitirá el entrenamiento en procesos industriales mediante la elaboración de ambientes virtuales 3D.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

Desarrollar un entorno virtual 3D de un proceso batch para la distribución de alimentos de una granja aplicando una comunicación TCP/IP con un PLC, para el monitoreo y manipulación de las variables del proceso desde un sistema HMI.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Investigar los fundamentos teóricos relacionados a la creación de entornos virtuales 3D.
- Diseñar el entorno virtual para los procesos de distribución de alimentos y bebidas.
- Establecer una comunicación del entorno 3D y el autómata programable mediante el protocolo TCP/IP.
- Validar el funcionamiento del sistema por medio de pruebas y el desarrollo de prácticas.

## 1.6 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2.1** Actividades por objetivos

| <b>Objetivo</b> | <b>Actividades</b>   | <b>Tareas por objetivo</b>   | <b>Resultado de la actividad</b>   | <b>Descripción de la actividad</b>  |
|-----------------|--|--|--|---|
| Objetivo 1      | Investigar los fundamentos teóricos relacionados a la creación de entornos virtuales 3D. | Indagar en documentaciones, revistas científicas, informes, libros físicos u electrónicos, tesis e información coherente a la elaboración de ambientes 3D. | Conceptualización de los temas relacionados para la elaboración del sistema.                   | Desarrollo de la fundamentación teórica de acuerdo al progreso del sistema                |
|                 |  | Investigar en libros, informes, tesis e información relacionada a procesos batch y el uso de softwares específicos.  | Compilación de la información bibliográfica necesaria para la sustentación del tema propuesto. | Descripción teórica de los procesos para elaboración del entorno virtual.                 |
| Objetivo 2      | Diseñar el entorno virtual para los procesos de distribución de alimento y bebida.       | Desarrollar de los modelos matemáticos del tanque y de la tolva.   | Características de los modelos que se usaran tanto del tanque como de la tolva.                | Modelado de los sistemas de distribución y exportación para ensamblar su estructura base. |
|                 |  | Elaborar la estructura del proceso de distribución de comida y bebida.   | Pre diseño de los sistemas independientes de distribución.                                     |   |
|                 |  | Elección de Softwares (Unity) (Tia Portal)   | Inmersión y manipulación del software para elaborar el entorno virtual, recrear el ambiente y  | Manipulación del entorno creado.  |

|            |  |  |   |  |
|------------|--|--|---|--|
|            |  |  | programación de los controladores.  |  |
| Objetivo 3 | Establecer una comunicación del entorno 3D y el autómata programable mediante el protocolo TCP/IP. | Elaborar el entorno virtual y la comunicación TCP/IP para el monitoreo y control del sistema por el usuario.               | Comunicación entre el autómata y el entorno virtual 3D.                       | Comunicación bidireccional entre los programas para el control del sistema.                                      |
|            |  | Fabricar el código de control para los controladores de nivel para cada elemento del sistema.                              | Definición del código IP que establecerá la comunicación.                     | Definir una dirección IP para el control automático del proceso.   |
|            |  | Conformar la comunicación entre los softwares de control, monitoreo y simulación del proceso de distribución de alimentos. | Manipulación de librerías que establecen la comunicación entre programas.     | Elaboración de códigos de programación para establecer una comunicación bidireccional mediante protocolo TCP/IP. |
| Objetivo 4 | Validar el funcionamiento del sistema por medio de pruebas y el desarrollo de prácticas.           | Establecer la dirección IP, para establecer la comunicación.   | Pruebas de funcionamiento del entorno creado de manera manual y automática.   | Desarrollo de pruebas de funcionamiento.   |
|            |  | Verificar los datos que se obtiene mediante el funcionamiento del proceso.   | Visualización del comportamiento del sistema a través de los datos obtenidos. | Graficas de comportamiento de variables.   |



## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

Por medio de una investigación ejecutada en repositorios universitarios, informes técnicos y artículos académicos se estableció que existen trabajos bibliográficos realizados en 2021; tales como “Desarrollo de un entorno virtual 3D para el control de nivel de agua”, el mismo que consiste en desarrollar un proceso de nivel 3D mediante el uso de un motor gráfico en unity mediante la aplicación de la técnica hardware in the loop(HIL) el cual permitirá un análisis a comportamiento de los sistemas de control de nivel dentro de la industria [1].

Como también se investigó que en 2013 se desarrolló “Sistema de control de una planta embebida en FPGA empleando hardware-in-the-loop” el proyecto tiene por objeto desarrollar las fases de diseño además del uso de una estructuración para el sistema que permita la implementación de una planta térmica en una FPGA la misma que desafía el comportamiento real y a su vez permite al usuario la evaluación y los beneficios de la aplicación de la técnica HIL. Por otra parte, existe el desarrollo de un controlador de tipo PID en un software(LabView) estableciendo una comunicación serial para la comparación y experimentación del comportamiento del sistema. Han desarrollado un modelo mediante un protocolo de fabricación y programación la cual permite la comunicación por medio de una interfaz gráfica [2].

Tuve en consideración la investigación realizada por David Yépez de la Escuela Politécnica Nacional con el tema de “Diseño e implementación del sistema de control de iluminación de una vivienda, controlado por el dispositivo Leap Motion, basado en realidad virtual” el cual consiste a un previo diseño estructural de la vivienda por medio de herramientas graficas CAD para su posterior ensamblaje y modelado 3D, este proyecto tiene como finalidad principal la iluminación de una vivienda, misma que podrá ser recorrida dentro del entorno virtual usando un elemento principal de control y reconocimiento de movimientos gestuales de las extremidades superiores por medio del uso de cámaras. Cada punto de luz tendrá un control de iluminación y la diferenciación del nivel de iluminación mediante un control ON-OFF controlado por medio del ordenador haciendo uso de la interfaz establecida entre el entorno virtual y el dispositivo LEAP MOTION, este proceso asume al control más particular que se encuentra en el mercado [3].

“Diseño de red Industrial ethernet, con autómatas programables, HMI SIEMENS y sistemas de control Inteligente aplicado a sistemas Mecatrónicas en entorno de Realidad Virtual” El trabajo tiene como objeto la aplicación y combinación de las TICS, por medio de elementos industriales como también a su vez por autómatas programables en la parte de industrialización mediante redes de comunicación ETHERNET aplicando controles perspicaces a estos sistemas, mediante la interfaz de conexión de un autómata SIEMENS PLC S7-1200 y un HMI se pretende elaborar sistemas que permitan al usuario realizar prácticas de laboratorio enfocados en el control eléctrico industrial mediante la manipulación de entornos virtuales. Para lograr el objetivo propuesto, en primer lugar, obtener un sistema que integre hardware y software, que permita el desarrollo de diversas configuraciones de redes industriales Ethernet y la aplicación de control inteligente de estos sistemas, analizándose las posibles soluciones o métodos existentes [4].

“Implementación de un sistema de monitoreo y control de actuadores eléctricos AUMA utilizando protocolos de comunicación industrial Modbus RTU y Modbus TCP/IP” El siguiente artículo creado en la Universidad Central del Ecuador, trata sobre un monitoreo de actuadores eléctricos mediante un sistema de control el mismo que consiente la revisión de las variables de cada actuador mediante interfaces de comunicación Modbus RTU. Mediante el uso de un autómata programable SIMATIC S7-1200 de Siemens, se tiene el control por medio de buses de campo para la automatización de los actuadores eléctricos, además de la programación por medio de herramientas y librerías de software TIA portal y aplicación de tarjetas de comunicación CM 1241, además se hace el uso de pantalla Red Lion G306A para la visualización de los resultados del proceso usando protocolos de comunicación industrial Modbus RTU y Modbus TCP/IP [5].

“Diseño e Implementación de un Sistema Scada Usando Comunicación Ethernet y Devicenet en Sistemas de Bombeo para Interceptación de Agua de Relaves” la presente propuesta de investigación adquiere el objetivo de implementar un sistema SCADA, para el control de un sistema d bombeo eléctrico el mismo que se pretende automatizar para la obtención de datos del monitoreo mediante un control PID además del uso de equipos como son variadores de velocidad los cuales permiten setear valores de nivel de agua por medio de una lógica de control y comunicación Ethernet y DiveNet, la comunicación para la adquisición de datos se da por medio del uso de protocolos de comunicación que establecen una información bidireccional entre programas [6].

## 2.2 MARCO REFERENCIAL

### 2.3 Realidad Virtual, Aumentada y Mixta

#### 2.3.1 Realidad Virtual

El entorno virtual es un ambiente que puede o no parecer real que permite al usuario una sensación de inmersión. Este ambiente comúnmente es generado por un sistema informático y el operador lo ve a través de dispositivos específicos, tales como anteojos o un casco [7].

El escenario virtual se puede catalogar según el nivel de inmersión en el entorno o ambiente que se está trabajando, estos pueden ser [8]:

- **Realidad virtual no inmersiva.** Se dice no inmersiva ay que el operario tiene absoluta conciencia de que se trabaja en un ambiente simulado.
- **Realidad virtual semi inmersiva.** En este tipo de realidad existe la clara distinción del mundo real con el ambiente virtual, para lograr la inmersión en los entornos virtuales se requiere el uso de equipos virtuales conjuntamente con elementos físicos obteniendo de esta manera una realidad mixta, estas aplicaciones son más de uso frecuente en el ámbito industrial como en el de la educación ya que facilitan la interacción con el ambiente simulado.
- **Realidad virtual inmersiva.** En esta realidad se obtiene la máxima sensación de inmersión, considerada como una inmersión “futurista”, ya que permite la interacción con las obras de ficción [8].

#### 2.3.2 Realidad Aumentada

Al inverso de la realidad virtual, en la realidad aumentada no se tiene la capacidad de estar inmerso en el ambiente, sino que se suele utilizar dispositivos externos como los teléfonos móviles, tabletas desde donde nuestro enfoque del ambiente real se realizara por medio de las cámaras [7].

### **2.3.3 Realidad Mixta**

Se especifica que para definir a la realidad mixta existe cierta complejidad debido a que comprende todo lo que se encuentre en la realidad virtual, es decir la inmersión sin contacto con el exterior y la realidad aumentada, esta realidad es la composición del mundo real y los elementos virtuales [7].

### **2.4 Software educativo**

La expresión software en la instrucción académica hace referencia a los programas educativos y didácticos comúnmente los programas por ordenador creados con el propósito específico de ser manipulados de forma pedagógica, es decir, para garantizar y prever los procesos de instrucción y aprendizaje.

Esto engloba a todos los programas que han sido diseñados con el fin de otorgar una instrucción didáctica, como programas de Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO), como también programas experimentales de Enseñanza Inteligentes Asistidas por Ordenador (EIAO), los mismos que hacen uso de sistemas de campo e inteligencia artificial, que pretenden asumir el rol tutorial que efectúan los docentes en la difusión del conocimiento de algún tema en general y desarrollar los procesos cognitivos en los estudiantes.

Los programas didácticos para la instrucción académica abordan muchos temas (matemáticas, dibujo, control eléctrico industrial, manufactura, automatización.) ofreciendo un ambiente de trabajo más accesible para los estudiantes y otorgándoles muchas posibilidades de interacción, poseyendo especialidades principales como [9]:

- Son materiales prediseñados con una finalidad didáctica.
- Hacen uso de un ordenador el cual permite que los estudiantes puedan elaborar procesos que ellos se planteen.
- Son interactivos, responden a las instrucciones que ejecutan los estudiantes y establecen una comunicación entre el ordenador y el usuario.
- Establecen el trabajo individual del estudiante, debido a que se adecuan al ritmo de trabajo de cada usuario y se pueden ajustar de acuerdo a las necesidades de cada estudiante.

- Son de fácil maniobrabilidad aplicando los conocimientos informáticos, la mayoría de estos programas tienen mucha similitud con los procesos electrónicos que se efectúan de manera física [9].

## **2.5 Hardware in the loop**

La metodología HIL es una forma en la que se pueden ejercer pruebas a un controlador, el mismo que está conectado a un sistema de simulación virtual, ofreciendo al usuario una inmersión en el ambiente virtual y otorgándole la sensación de un producto enlazado. Las pruebas de funcionamiento se efectúan emulando la interacción con el mundo real, lo cual permite elaborar un sin número de ambientes para ejecutar prácticas a un controlador ahorrando costos y daños que se realizan de manera física [10].

La simulación HIL debe integrar la simulación de la parte eléctrica de sensores y actuadores, estos ambientes simulados funcionan como interfaz entre la planta o sistema previamente diseñado y la técnica formada sometida a pruebas. El valor de cada actuador (sensor) es examinado por el patrón de la planta y leído por el sistema embebido. De la misma manera, el método embebido sometido a prueba elabora el algoritmo de control mediante la obtención de las señales de cada actuador. Los cambios en las señales de control efectúan cambios indicadores en los valores de las variables en el ambiente virtual de la planta previamente elaborada [11].

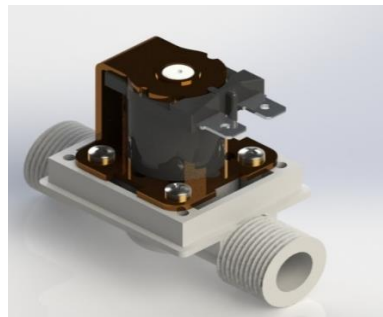
## **2.6 Sistemas CAD**

Son sistemas que facilitan el diseño de elementos o herramientas por medio del uso de un ordenador, otorgando al usuario un sinnúmero de ventajas como son la interacción directa con los modelos a diseñar, la factibilidad de poder elaborar el funcionamiento del modelo antes de proceder a elaborar la estructura de cualquier prototipo, además permite su modificación si se lo requiere, como también los cambios en sus parámetros, también brinda la posibilidad de elaborar planos con sus distintas vistas, como también existe la posibilidad de establecer una interfaz de conexión con softwares de elaboración de ambientes asistidas por ordenador.

Los sistemas CAD en la actualidad son de gran importancia debido a que contribuyen al mejoramiento continuo de los procesos de elaboración y fabricación de elementos y prototipos de diseño, en los cuales se refleja un gran aporte en la reducción de trabajo horas-hombre y disminuye costos económicos al tener la oportunidad de crear y probar antes de instalar un sistema o un prototipo mecánico o eléctrico [12].

## 2.7 Técnicas de modelado 3D

Los gráficos 3D elaborados por computador u ordenador (3D computer graphics) son manifiestos que se usan de manera tridimensional a base de figuras o datos geométricos que se disponen en el computador con el fin de ejecutar cálculos y simbolizar dibujos 2D, se pueden guardar para visualizarlos al instante o mirarlos tiempo después, estos gráficos se difieren de otro bidimensional por lo general de la manera en la que ha sido elaborado. Estos se originan por medio de procesos de cálculos matemáticos de sus geometrías tridimensionales elaboradas en un ordenador, los mismos que tienen por objeto obtener una proyección visual en varias dimensiones que posteriormente pueden visualizarse en una pantalla o ser impresas de forma digital [13].



**Figura 2.1** Grafico 3D por ordenador

### 2.7.1 Modelado

Es el procedimiento por el cual se efectúa una representación matemática ya sea de cualquier objeto o superficie haciendo uso de un grupo de puntos específicos para el diseño del ambiente tridimensional, estos enlazados de manera geométrica como figuras como triángulos, en la sección de modelado se le establece la forma del objeto para secuencialmente adaptarle a una escena virtual. Estos procesos conllevan las descripciones del objeto, tal es el caso de la textura que adoptara y las características del material, también se le asignan características de movimiento y direccionamiento según en los ejes en los que se le coloquen al gráfico [14].

### 2.7.2 Composición del ambiente

En esta fase se colocan los objetos previamente diseñados, como dispositivos virtuales tales como cámaras, luces, sonido, entre otros, los que servirán para elaborar las ilustraciones y animaciones. En este punto se determina la iluminación que tendrá el ambiente virtual ya que es de vital importancia ya que da una forma estética de visualización del entorno.

### 2.7.3 Renderizado

En esta etapa final en la que se elabora o se establece la animación mediante las ilustraciones o imágenes. Esto representa a una acción de la vida real tal como grabar el funcionamiento de algún proceso industrial, en esta etapa es necesario el conocimiento computacional para emular procesos de la vida real, la calidad del ambiente dependerá de las animaciones que se le den además de las características del equipo en las que se efectúen las mismas.

## 2.8 Motor gráfico Unity 3D

Unity 3d es un motor gráfico 3D lanzado para la elaboración de videojuegos y otros contenidos como procesos dentro de la industria y la automatización elaborando animaciones 3D en tiempo real. Este motor permite la creación de juegos o procesos de automatización obteniendo recursos gráficos, animaciones, iluminación, sonido de una manera óptima, permite la elaboración de ambientes o entornos virtuales por medio de un lenguaje de programación mediante scripts otorga al usuario la interacción y movimiento dentro del sistema inmerso.

Las escenas se van creando mediante la elaboración de niveles y permite al operador elegir su lenguaje de programación tales como el java Script o el lenguaje de programación C#, la elaboración de los ambientes parte del modelamiento de elementos que se requieran dentro de un sistema o de ser el caso un videojuego. [15].

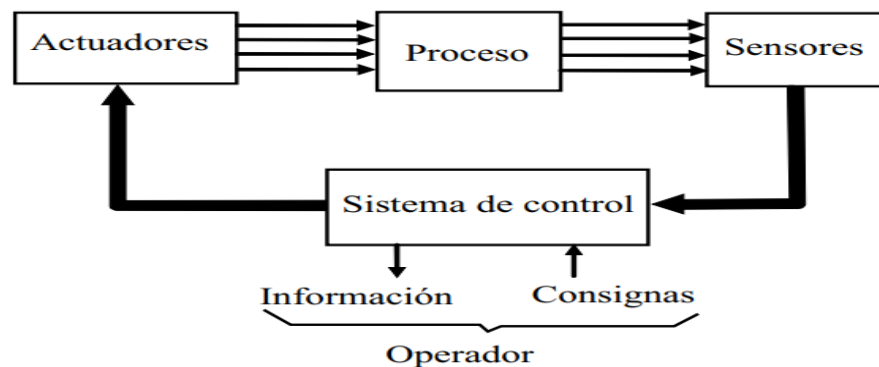
La interfaz está separada en 4 regiones primordiales, las mismas que se pueden contrastar en la sección de pie de página, estas regiones permiten alternar las pestañas entre SCENE y GAME. A cada una de estas ventanas se les conoce como vistas y tienen la finalidad de:

1. **Scene View** - Es la ventana o vista del proyecto que se está creando, en la que permite agregar nuevos elementos u objetos, modificarlos, editar el ambiente, etc. Es la ventana donde el usuario editara escenas del proyecto y se le conoce como vista de Escena.

2. **Game View** - Es la ventana que nos permite verificar como quedara estructurado nuestro proyecto o videojuego cuando se ejecute. Conocido como vista de Juego.
3. **Hierarchy View** - Es una ventana tipo jerárquica la cual permite visualizar todos los elementos que se encuentran en el entorno. Se van ordenando de acuerdo a la secuencia de elaboración del ambiente, pero también permite su modificación cuando se arrastren y modifiquen la posición de los elementos. Conocida como ventana jerárquica.
4. **Project View** – es la ventana en donde se visualizan todos los assets(RECURSOS) disponibles dentro del proyecto a ejecutar bien sea modelos 3D, sonidos, texturas ... y un sin número de archivos multimedia que conformaran el proyecto. También conocida como vista de Proyecto.
5. **Inspector View** – en esta ventana nos permite modificar cualquier recurso mientras se lo seleccione. Conocida también como vista de Inspector [16].

## 2.9 Automatización

Se entiende como un sistema automatizado al cual es capaz de responder de manera autónoma sin ninguna participación de algún operador, a los cambios que se efectúen en su estructura, ejecutando maniobras para las cuales fueron creadas [17].



**Figura 2.3** Estructura de un sistema automatizado  
Fuente: [17]

## 2.10 Procesos Industriales

Por proceso se tiene entendido que la sección del sistema en el cual, a partir del ingreso de un material, energía e información como también indicaciones, se efectúa un cambio que este sujeto a movimientos del entorno en sí, la misma que otorga una salida al material que se ingresó al inicio en una forma de producto o elemento terminado.



A los procesos industriales también se les conoce como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch.

### **2.10.1 Proceso Continuo**

Estos procesos son muy característicos por las salidas del mismo en una manera de flujo constante de material, un claro ejemplo es la generación de energía eléctrica.

### **2.10.2. Proceso Discreto**

Este tipo de proceso es característico por la contemplación de la salida en forma de unidades o un sin número finito de piezas o elementos, siendo un claro ejemplo la fabricación de electrodomésticos.

### **2.10.3 Proceso Batch**

Son aquellos procesos en los cuales la salida del proceso se efectúa de manera de lotes o de cantidades de material, como por ejemplo la distribución de alimentos o la producción de cerveza [18].

## **2.11 Controladores Industriales**

Los métodos van desde unos pocos controladores modulares en un panel hasta grandes sistemas de control distribuido interconectados e interactivos con miles de vínculos de campo. Todos los sistemas reciben señales de sensores remotos que miden las variables del proceso (PV), las comparan con los puntos de ajuste deseados (SP) y controlan el proceso a través de los elementos de control finales (FCE), como las válvulas de control [19].

### **2.11.1 Control ON-OFF**

Este tipo de controlador, también conocido como todo o nada, utiliza un algoritmo simple para verificar si la variable del proceso está por encima o por debajo de un determinado punto de ajuste. En particular, la señal de control de la variable manipulada o del regulador cambia entre “totalmente ON” o completamente OFF, sin estados intermedios. Este tipo de activación induce un control de variables de proceso muy erróneo, un ejemplo muy frecuente es el control de temperatura mediante termostatos en acondicionadores de aire. El termostato activará el aire frío si (ON) la temperatura es superior a la referencia o punto de consigna y se apagará (OFF) cuando la temperatura sea inferior (o igual) al punto de consigna [20].

## 2.12 Controlador Lógico Programable

Un controlador lógico programable, también conocido por sus siglas en inglés PLC, es una computadora utilizada en ingeniería de automatización o en la automatización industrial, para realizar automáticamente operaciones electromecánicas, como controlar máquinas de fabricación en línea o en atracciones mecánicas [21].

### 2.12.1 Funciones de un PLC

El uso de los PLCs industriales es cada vez más notorio en la parte de la automatización industrial a medida en la que avanza la electrónica y las comunicaciones. Se destacan las funciones básicas, y nuevas funciones integradas en estos autómatas, teniendo una gran acogida en los procesos de la industria, además de que estos ofrecen una gran variedad de prestaciones al momento de emplearlos en cualquier sistema.

Funciones básicas:

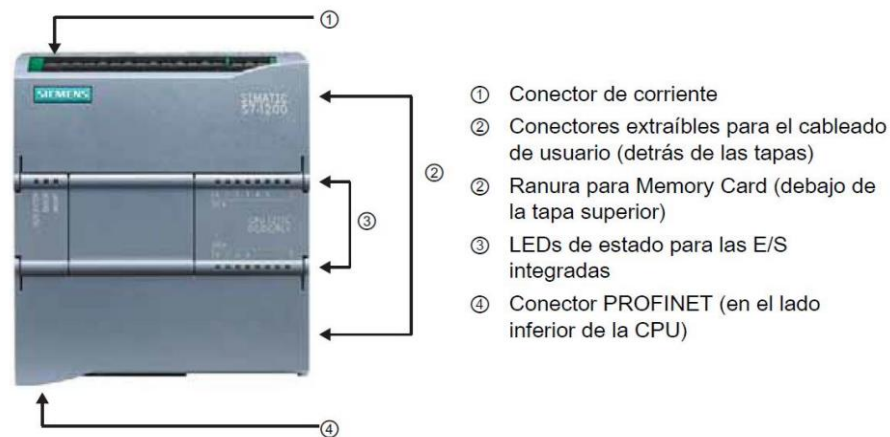
- **Detección:** Ofrece la lectura de las señales de cada captador distribuidos por todo el sistema.
- **Mando:** obtención y remisión de indicaciones al sistema mediante accionadores.
- **Interacción hombre-máquina:** Guardar una relación con los operadores de producción, cumpliendo las ordenes y comunicando el estado del proceso en un sistema.
- **Programación:** Introducción, elaboración y cambios en bloques de programa de la aplicación del autómata programable.
- **Redes de comunicación:** Establece la comunicación entre varias zonas de control, además que brindan el proceso de comunicaciones e intercambio y obtención de datos con otros autómatas en tiempo actual.
- **Sistemas de supervisión:** conceden permisos de comunicación con ordenadores provistos de software expertos en la supervisión automática industrial, esto se logra por la conexión del puerto serial del computador o por medio de redes industriales.
- **Control de procesos continuos:** estos dispositivos tienen en su interior funciones integradas que permiten el control de procesos continuos, como pueden ser: adición de módulos de entradas y salidas análogas y ejecutar controles PID previamente programados en el autómata.
- **Entradas-Salidas distribuidas:** Los módulos de Entradas-Salidas (E/S), toman una ubicación física distinta a la del Autómata, pero estos pueden ser conectados y comunicarse con la unidad central mediante cable de red.

- **Buses de campo:** por medio del uso de cables de comunicación se puede establecer una conexión con el bus de sensores y actuadores [22].

### 2.13 PLC S7-1200

El autómata programable S7-1220 es un controlador perteneciente a la familia SINEMATICS S7 de la empresa SIEMENS, es un dispositivo creado para ejercer controles de media y alta gama en la industria, su flexibilidad para elaborar procesos le hacen ideal para el uso en un sin número de aplicaciones. Este dispositivo trabaja con módulos y funciones de dispositivos tecnológicos lo cual permite elaborar redes de comunicación con otros dispositivos o a su vez con otros controladores.

Este dispositivo posee un microcontrolador en su CPU, circuitos de entrada y salida, interfaces de comunicación, disposición para implementar memorias externas; lo cual hace que este controlador se eficaz al momento de usarlo en procesos de automatización industrial. La computadora es la que se encarga de ejecutar el programa que se diseñe y se cargue a su interfaz, como a su vez monitorea las entradas y delimita los niveles salida según la lógica programada, además posee instrucciones de conteo y ciclos de temporización, funciones matemáticas, funciones binarias, instrucciones para establecer comunicaciones industriales entre otras acciones [23].



**Figura 2.4** Partes fundamentales del SINAMIC S7-1200

**Fuente:** [23]

Se dice que las CPU de los autómatas S7-1200 tienen tres versiones con características específicas lo que permite la selección de cada dispositivo de acuerdo al uso que se requiera, en la siguiente tabla se detalla algunas de las características físicas que poseen las CPU 1211C, 1212C y la 1214C.

**Tabla 3.1** Principales características de las CPUs S7-1200

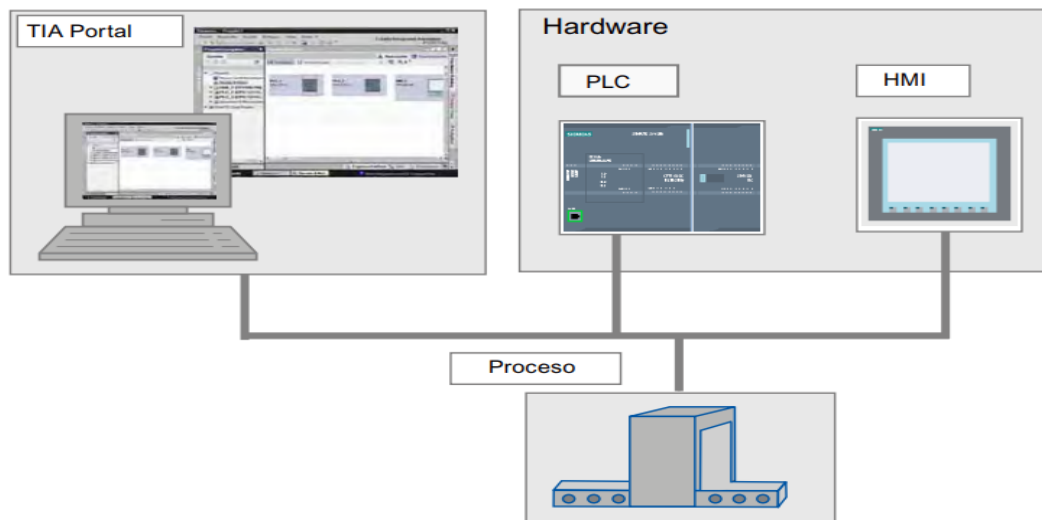
| <b>FUNCIÓN</b>  | <b>CPU 1211C</b>   | <b>CPU 1212C</b>   | <b>CPU1214C</b>  |
|---|--|--|--|
| Dimensiones físicas(mm)   | 90 x 100 x 75  |  | 110 x 100 x 75   |
| Memoria de Usuario<br>● Memoria de trabajo<br>● Memoria de carga<br>● Memoria remanente | ● 25 KB<br>● 1 MB<br>● 2KB                               |  | ● 50 KB<br>● 2 MB<br>● 2KB                                     |
| E/S integradas locales<br>● Digitales<br>● Analógicas                                   | ● 6 Ent. /4 Sal.<br>● 2 entradas                         | ● 8 Ent. /6 Sal.<br>● 2 entradas                               | ● 14 Ent. /10 Sal.<br>● 2 entradas                             |
| Tamaño de la memoria imagen de proceso  | 1024 bytes para entradas (I) 1024 bytes para salidas (Q) |  |  |
| Área de marcas (M)  | 4096 bytes   |  | 8192 bytes   |
| Ampliación con módulos de señales   | Ninguna  | 2  | 8  |
| Signal Board  | 1  |  |  |
| Módulos de comunicación   | 3 (ampliación en el lado izquierdo)                      |  |  |
| Contadores rápidos<br>● Fase simple<br><br>● Fase en cuadratura                         | 3<br>● 3 a 100 kHz<br><br>● 3 a 80 kHz                   | 4<br>● 3 a 100 kHz<br>1 a 30 kHz<br>● 3 a 80 kHz<br>1 a 20 kHz | 6<br>● 3 a 100 kHz<br>3 a 30 kHz<br>● 3 a 80 kHz<br>3 a 20 kHz |
| Salidas de impulsos   | 2  |  |  |
| Memory Card   | SIMATIC Memory Card (opcional)                           |  |  |
| Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real   | Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C                 |  |  |
| PROFINET  | 1 puerto de comunicación ETHERNET                        |  |  |
| Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales                      | 18 µs / instrucción                                      |  |  |
| Velocidad de ejecución  | 0.1 µs / instrucción                                     |  |  |

**Fuente:** [23]

## 2.14 TIA Portal

Compone muchos servicios SIMATIC mediante una aplicación de software la cual permite acrecentar la producción en un proceso industrial. Internamente en TIA Portal, los productos interactúan entre si brindando soluciones para la parte de automatización abarcando soluciones típicas como [24]:

- Un controlador de procesos mediante un programa.
- Un cuadro de operación para manejo y visualización de un proceso.



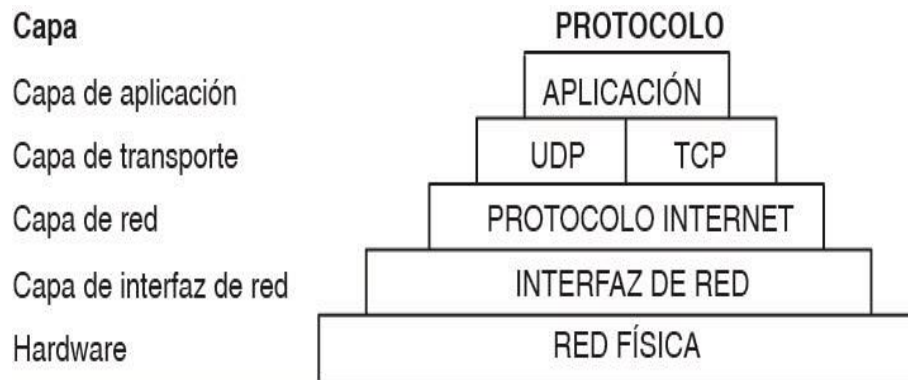
**Figura 2.5** Esquema de conexión usando TIA Portal  
**Fuente:** [24]

El TIA Portal ofrece una gran solución en el ámbito industrial en la parte automática, por medio de algunas configuraciones:

- Elaboración del proyecto.
- Disposición del hardware.
- Dispositivos conectados a la red.
- Sistematización del controlador.
- Carga de datos
- Visualización de datos.

## 2.15 Comunicación TCP/IP

Se conoce a los procedimientos de comunicación a los grupos de normas para determinar formatos de mensaje o señales que permiten a los ordenadores y softwares la aplicación de información por interfaces que facilitan la comunicación bidireccional. Los conjuntos de protocolos TCP/IP se interpretan en métodos de niveles [25].



**Figura 2.6** Niveles de los Protocolos TCP/IP  
**Fuente:** [25]

El protocolo de comunicación TCP/IP es una asociación de varios protocolos los dos importantes para la comunicación por internet son: el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP). Todos estos guardan relación debido a que se han transformado en patrones de comunicación en red. El patrón TCP/IP se constituye de cuatro niveles diferentes. A los niveles del modelo TCP/IP se les asignan distintas tareas y protocolos [26].

- **Capa de acceso de red.** En este nivel no se ha definido ningún protocolo; en las aplicaciones prácticas como pueden ser Ethernet o por radiofrecuencia. Este nivel sirve para vincular varias subredes y conectarlas, como puede ser la de una red doméstica WLAN con un router.
- **Capa de Internet.** En este nivel actúa el protocolo de Internet y se encarga de que los datos trasladados lleguen al destino correcto usando la dirección IP.
- **Capa de transporte.** Este nivel permite una comunicación de terminal a terminal, para poder establecer la conexión de dos dispositivos.
- **Capa de aplicación.** En este nivel se examina la comunicación de los programas, los cuales utilizan protocolos HTTP y FTP. La información por correos electrónicos (con POP o SMTP) ocupan un lugar en este nivel.

## 2.16 Sistema HMI

La definición de un HMI viene del acrónimo Human-Machine Interface, lo cual se refiere a un cuadro en el que el usuario establece una comunicación con una máquina, sistema o software, esto permite al operador del panel tener un control del proceso además de la visualización de datos en tiempo real. En el ámbito de control industrial el HMI puede adoptar diversas formas ya que se aplican normas para su creación, los mismos estándares que ofrecen una interacción más fácil al usuario [27].



**Figura 2.7** Esquema de un sistema HMI

**Fuente:** [27]

## 2.17 Sistema de Control

Un método de control es un tipo de sistema caracterizado por la representación de muchos factores que le permiten influir en el procedimiento del sistema. El propósito de un sistema de control es manipular una variable de control para controlar una variable de salida para alcanzar un valor proporcionado (punto de referencia) [28].

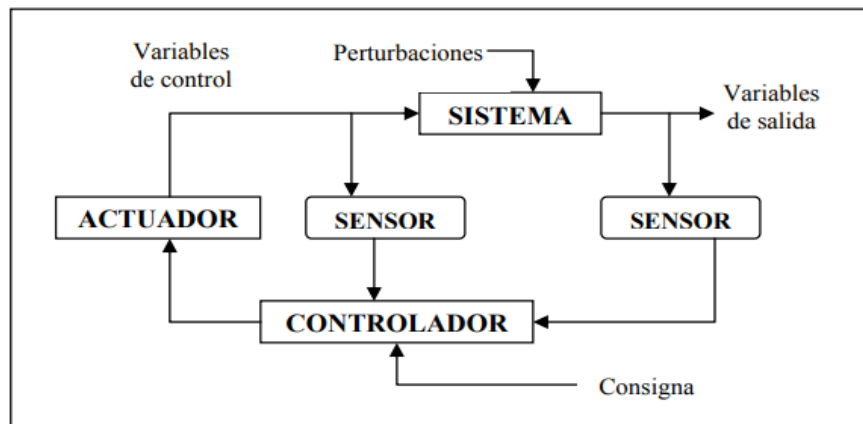
Un sistema de control ideal debería ser capaz de alcanzar sus objetivos cumpliendo los siguientes requisitos:

- A. Asegurar la estabilidad y, en particular, ser robusto frente a las perturbaciones y errores del modelo
- B. Ser lo más eficiente posible de acuerdo con los estándares preestablecidos. Por lo general, el criterio es que las acciones de control sobre las variables de entrada se pueden realizar evitando un comportamiento abrupto y poco realista.

C. Fácil de implementar y fácil de operar en tiempo real usando una computadora.

Los elementos básicos que forman parte del sistema de control y permiten su procesamiento son:

- **Sensor.** Permite conocer los valores de las variables de medida del sistema.
- **Controlador.** A partir de los valores establecidos por los sensores y el *Set Point* impuesto, calcula la acción que se aplicará para ajustar las variables de control de acuerdo a una estrategia dada.
- **Actuador.** Es el mecanismo que realiza la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control [28].



**Figura 2.8** Esquema general de un sistema de control

Fuente: [28]



### 3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3.1 METODOLOGÍA

En el presente capítulo se detalla el desarrollo del sistema de realidad virtual elaborado en Unity 3D, que se realizó en base a una investigación bibliográfica en documentos de relevancia tecnológica como: artículos científicos, revistas indexadas, entre otros. Se desarrolló un sistema de alimentación y control de bebida automático de pollos, empleando la técnica Hardware in The Loop para interactuar con un ambiente simulado en tres dimensiones y realizar el control automático en tiempo real con un autómata programable (PLC siemens S7-1200), con el objetivo de tener acceso a sensores y actuadores necesarios para una automatización industrial. En la Figura 3.1 se muestra el sistema desarrollado.

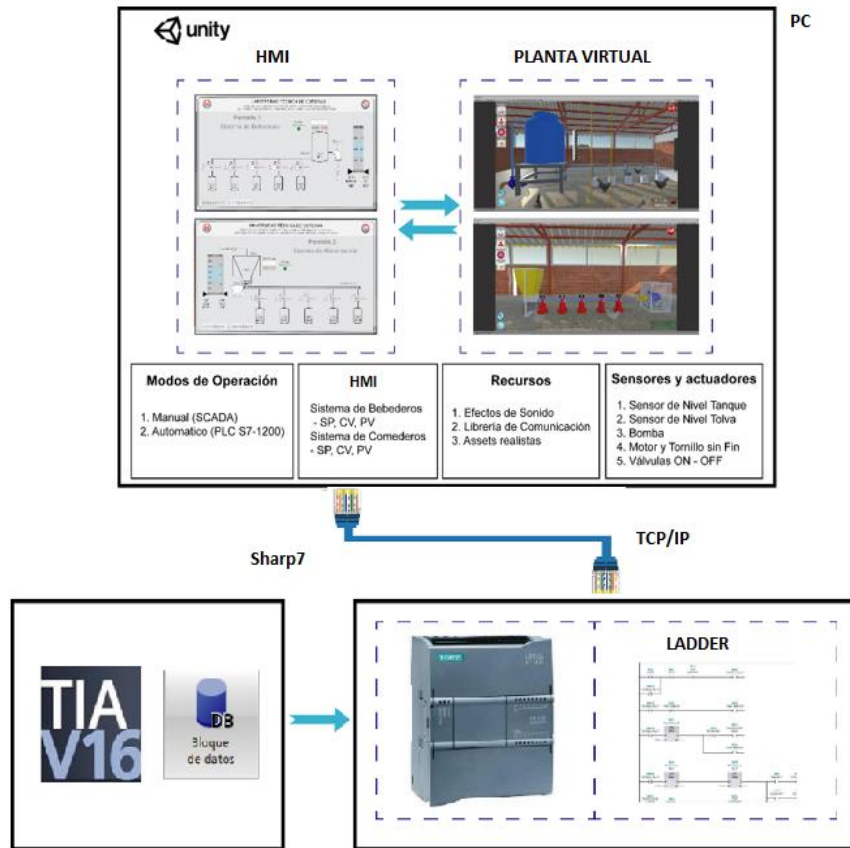


Figura 3.1 Diagrama de bloques del sistema virtual

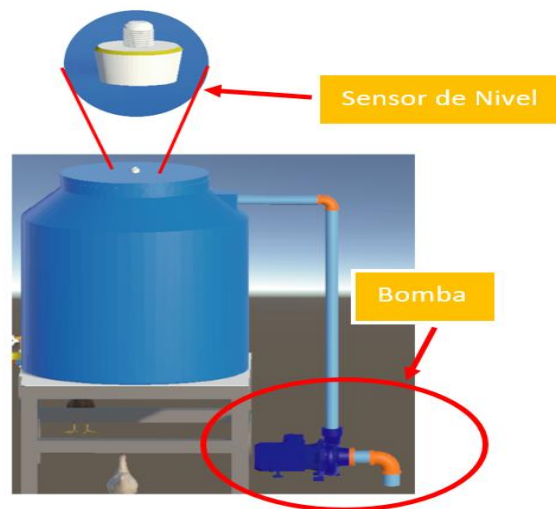
## 3.2 DESCRIPCIÓN

### 3.2.1 Etapas del sistema

Los sistemas de distribución de comida como de bebida están designadas por etapas características las cuales son:

#### ***Etapa 1: Llenado del Tanque de nivel***

En esta etapa de llenado se tiene un sensor de nivel colocado en la parte superior del tanque al igual que los bebederos y como actuador una bomba para el suministro de líquido como se muestra en la Figura 3.2; sin embargo, hay dos formas de controlar el encendido de la misma como se describe a continuación:



**Figura 3.2** Sensor y actuador del llenado del tanque

#### **Modo Manual**

Para controlar el llenado del Tanque de nivel se debe ingresar en la Pantalla 1 del HMI que se encuentra en el entorno virtual, presionando sobre el botón BEBEDEROS como se muestra en la Figura 3.3, después se debe interactuar con el HMI presionando los botones ON para el encendido de la bomba y OFF para el apagado, en donde se puede verificar el correcto llenado a través de indicadores numéricos ubicados sobre el tanque.

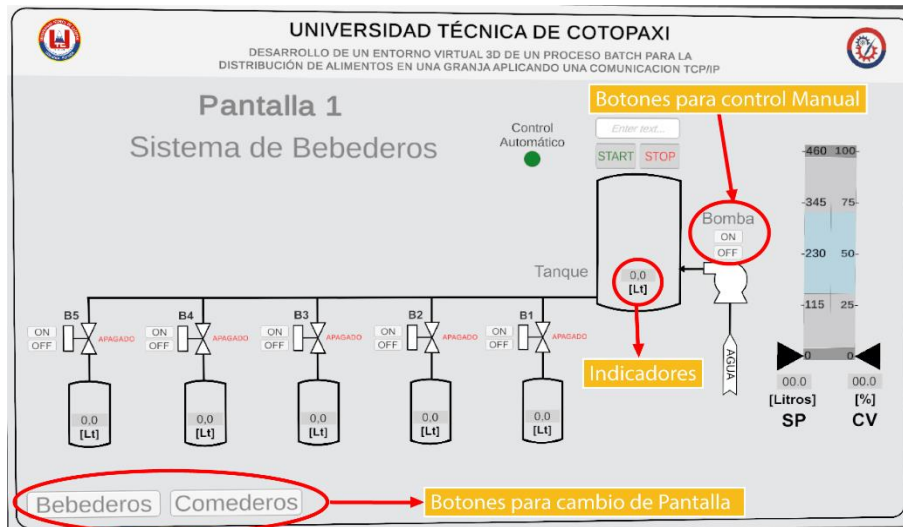


Figura 3.3 Pantalla 1 del HMI para control manual del sistema de bebederos

### Modo Automático

En este modo es necesario utilizar la *Entrada de texto* del HMI para ingresar por teclado el valor del Set Point o utilizar el *Slider de SP* para definir la cantidad de Litros de referencia que se desea tener en el tanque como se muestra en la Figura 3.4; y al presionar el botón de Start con el que se inicia el modo de control automático, además se puede visualizar en un led indicador, si el modo automático está activado o desactivado, como se muestra en la Figura 3.5.



Figura 3.4 Pantalla 1 del HMI para control Automático del sistema de bebederos

*Activado*

*Desactivado*



Figura 3.5 Indicador de Estado activado/desactivado del control automático

## Etapa 2: Llenado de Bebederos

En esta etapa se posee cinco bebederos con un sensor de nivel ultrasónico que van colocados en la parte superior de cada bebedero y una electroválvula de solenoide para permitir o limitar el suministro de líquido hacia los bebederos como se muestra en la Figura 3.6, y además las electro-válvulas pueden ser controladas de manera manual o de forma automática como se describe a continuación:

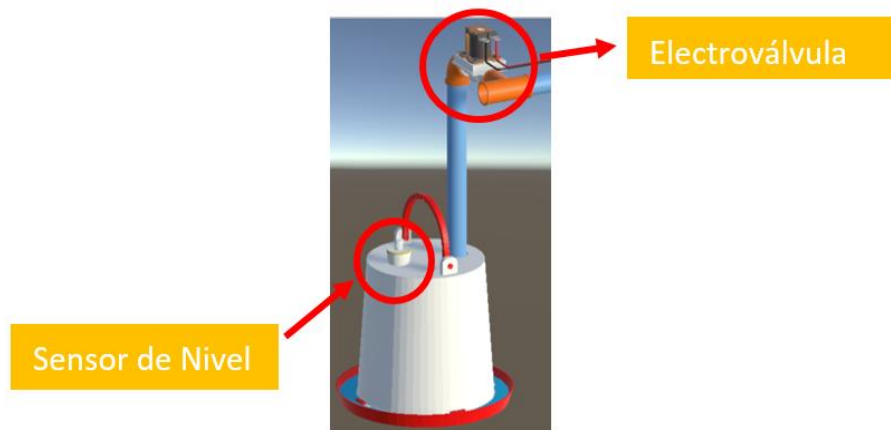


Figura 3.6 Sensor y actuador de los bebederos

### Modo Manual

Para controlar el llenado de los bebederos de manera manual es necesario interactuar con los botones del HMI, en donde al presionar el botón ON, la válvula cambia de color a verde para indicar el estado de activación que corresponde a una apertura del 100% y al presionar el botón OFF regresar a su color original (blanco) que indica desactivación o una apertura de 0% como se muestra en la Figura 3.7.

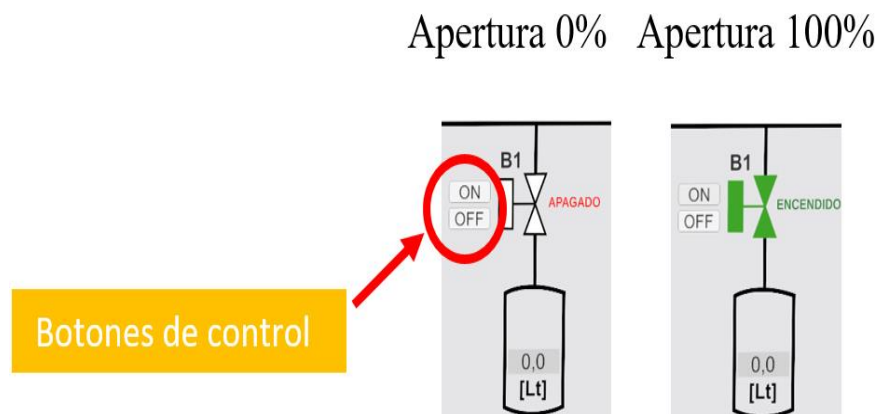


Figura 3.7 Estado de válvulas del HMI con botones de control

### Modo Automático

Esta etapa inicia al terminar la Etapa 2, por lo que en este modo todas las válvulas son activadas por el PLC S7-1200 para permitir el paso del líquido y el controlador realiza la comparación siguiente:

- Cuando el nivel de los bebederos es 0 Litros, se activa la válvula.
- Cuando el nivel de los bebederos es 6 Litros, se desactivan las válvulas

Todo este proceso se realiza constantemente para que los bebederos siempre se mantengan con el líquido vital.

### Etapa 3: Llenado de la Tolva de alimento

Para iniciar la etapa de llenado es necesario dirigirse a la Pantalla 2 que corresponde al Sistema de alimentación, presionando el botón ubicado en la parte inferior izquierda denominado *Comederos* del HMI como se muestra en la Figura 3.8, sin embargo, existen dos modos para realizar esta etapa que son: el modo manual y el modo automático como se muestra a continuación.

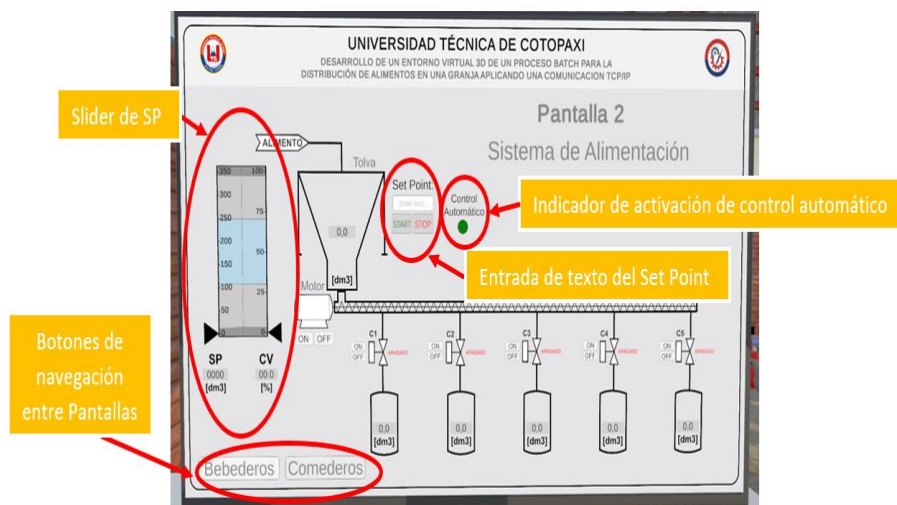
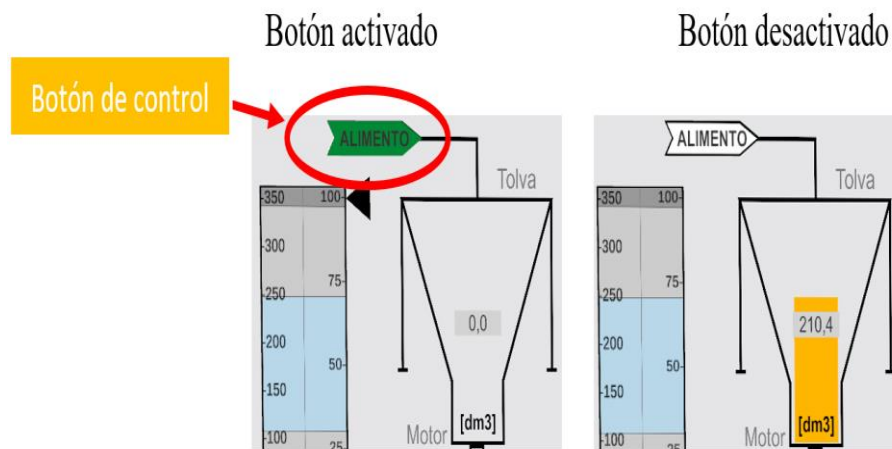


Figura 3.8 Pantalla 2 para control del sistema de alimentación

### Modo Manual

En este modo, el llenado de la tolva se realizará presionando el botón de *ALIMENTO* que se encuentra en el HMI y se detiene el llenado al presionar nuevamente sobre el mismo botón como se muestra en la Figura 3.9, también se puede visualizar el crecimiento del nivel al momento en el que ingresa el alimento hacia la tolva, en el indicador numérico del HMI.



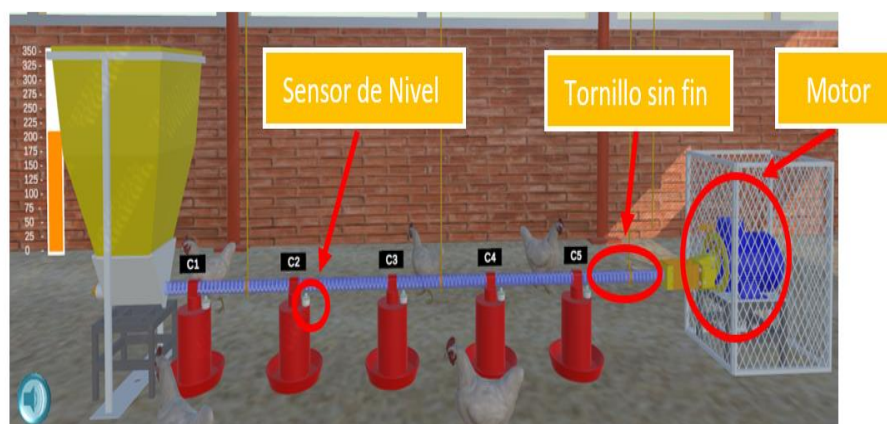
**Figura 3.9** Estado del botón de llenado de la tolva en el HMI

### Modo Automático

Para este modo se debe colocar el Set Point directamente en la Entrada de texto de la Figura 3.4 o variando el *Slider de SP*, y luego presionar el botón *START* para activar el control automático del sistema de alimentación, entonces el PLC S7-1200 enviará las señales para realizar el llenado de la tolva, considerando que el nivel máximo es de 350 dm<sup>3</sup> y el nivel mínimo es 1 dm<sup>3</sup>.

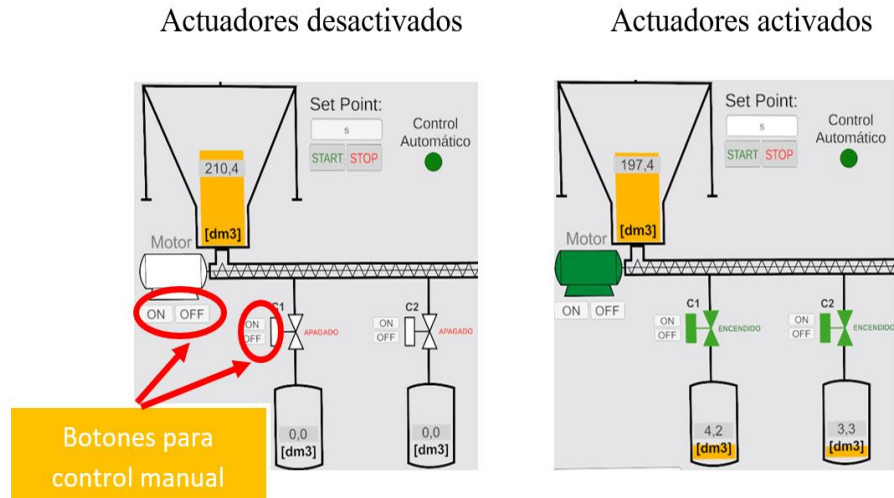
### Etapa 4: Llenado de los comederos

Esta etapa posee un sensor de tipo ultrasónico para verificar el nivel de cada uno de los comederos y dos actuadores: el primer actuador corresponde al motor, a este motor esta acoplado un tornillo sin fin que rota para transportar alimento por medio de la tubería y el segundo actuador corresponde a la válvula de apertura para suministro de alimento hacia los comederos, como se muestra en la Figura 3.10.



**Figura 3.10** Sistema de alimentación

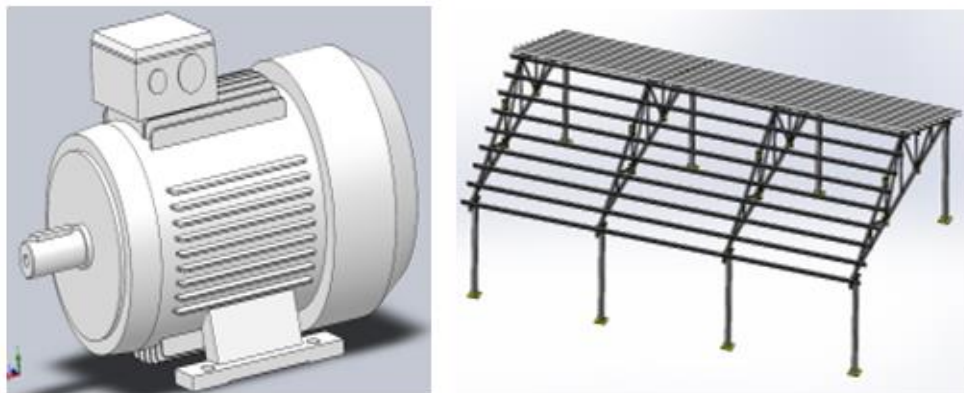
De igual forma estos actuadores pueden ser controlados de manera manual manipulando los botones ON para activar y OFF para desactivar ya sea el motor o las electro-válvulas que existen en el HMI como se muestra en la Figura 3.11, pero también de forma automática ingresando un nivel de Set Point ya que en este modo el control lo realiza el PLC S7-1200, previamente programado.



**Figura 3.11** Botones para activación/desactivación de actuadores

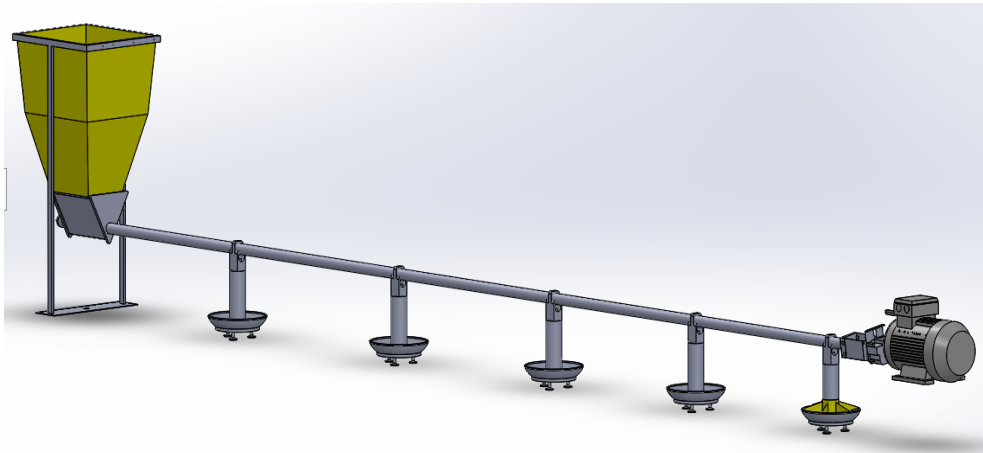
### 3.2.2 Modelado del entorno 3D en el software CAD

El modelado en 3D de los elementos estructurales (bebederos, comederos, tanque y tolva) e industriales tales como: sensores de tipo ultrasónico y actuadores (motor, electro-válvulas, bomba), se realizó en un software CAD ya que permite el diseño de sólidos en tres dimensiones de manera precisa y muy semejantes a la realidad, en la Figura 3.12 se puede observar los elementos elaborados en el software CAD.

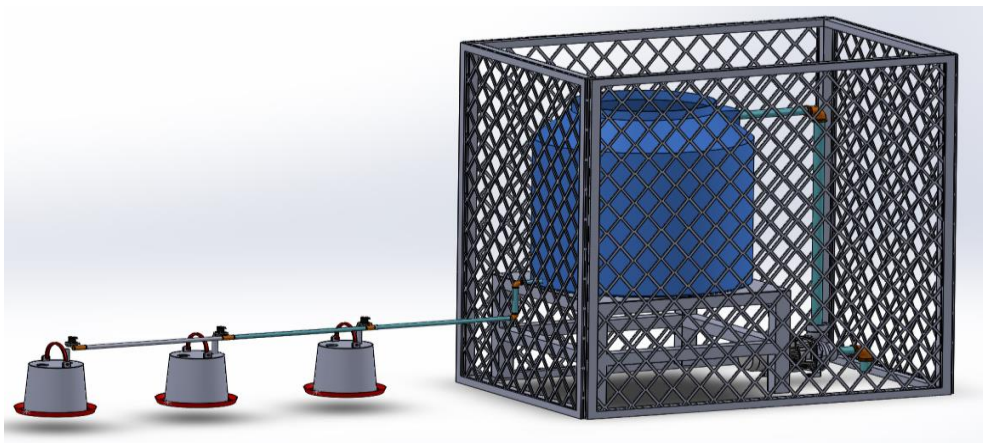


**Figura 3.12** Motor y estructura 3D creados en software CAD

Es necesario diseñar en el software CAD cada componente que va a formar parte del sistema de realidad virtual y ensamblarlo en conjunto como se muestra en la Figura 3.13 el sistema de alimentación que consta de varios comederos, la tolva de almacenamiento y el motor para dar el giro al tornillo sin fin y en la Figura 3.14 que muestra el sistema de bebida en donde se visualiza varios bebederos, el tanque de líquido y un mallado de protección.



**Figura 3.13** Diseño del sistema de alimentación de pollos en el software CAD



**Figura 3.14** Diseño del sistema de control de bebida en el software CAD

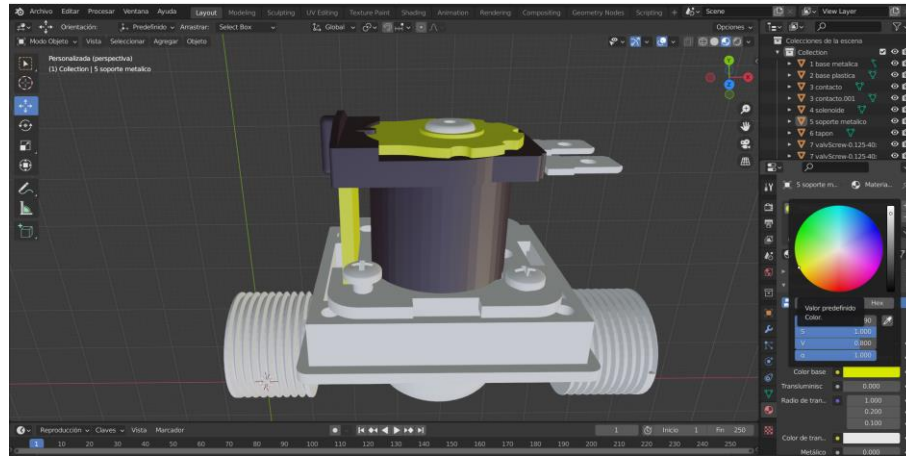
### 3.2.3 Conversión del formato del modelo 3D

Una vez elaborados los modelos 3D del sistema en el software CAD se guardan cada uno de ellos en formato STL como se muestra en el Anexo 02, para que se realice un mallado estructural del sólido y se pueda abrir en otros softwares de animación tales como Unity 3D.

El modelo en stl es importado por el software blender para colocarle las respectivas texturas y colores como se muestra en la Figura 3.15.



Una vez terminada la edición se guarda el sólido en formato fbx para que pueda ser leído por el software Unity, como se muestra en el Anexo 03.



**Figura 3.15** Modelo en 3D en el software blender

### 3.2.4 Diseño del HMI

Para realizar el HMI se utiliza la herramienta *Canvas* que permite contener todo lo relacionado con los objetos en dos dimensiones tales como:

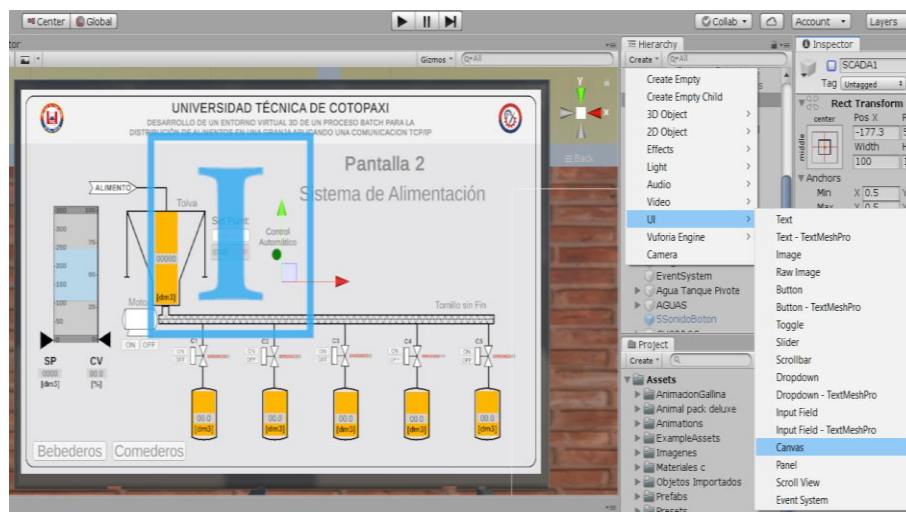
- Textos (Text – Mesh Pro)
- Botones (Button)
- Imágenes (Image)

Por lo que teniendo estas herramientas se diseña la Pantalla 1 del SCADA correspondiente al Control de bebida (Figura 3.16) y la Pantalla 2 (Figura 3.17) que corresponde al sistema de alimentación.

Una vez creadas las dos pantallas se configura el *Canvas* como objeto de tipo escalable para para que pueda visualizarse en un lugar fijo del entorno virtual como se muestra en el Anexo 04.



**Figura 3.16** Creación de la Pantalla 1 con la herramienta Canvas

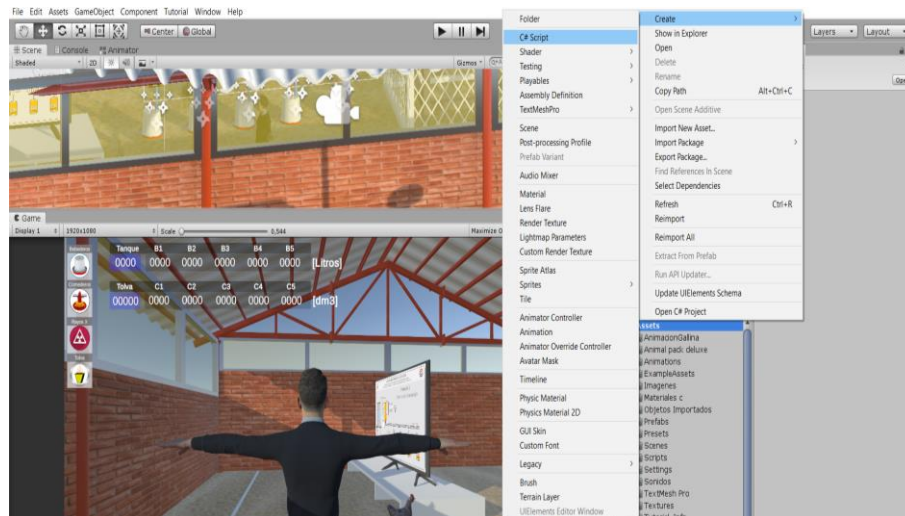


**Figura 3.17** Creación de la Pantalla 2 con la herramienta Canvas

### 3.2.5 Programación del entorno virtual

Para animar el entorno virtual se utiliza el compilador Visual Studio en donde se ejecuta el lenguaje de programación C# que tiene grandes prestaciones ya que es muy completo por ser orientado a objetos. En la ventana principal de Unity 3D se crean los objetos de tipo Script para realizar la programación como se muestra en la Figura 3.18.

Posteriormente se ingresa en el script creado para realizar la respectiva programación de las animaciones como se muestra en el Anexo 05.

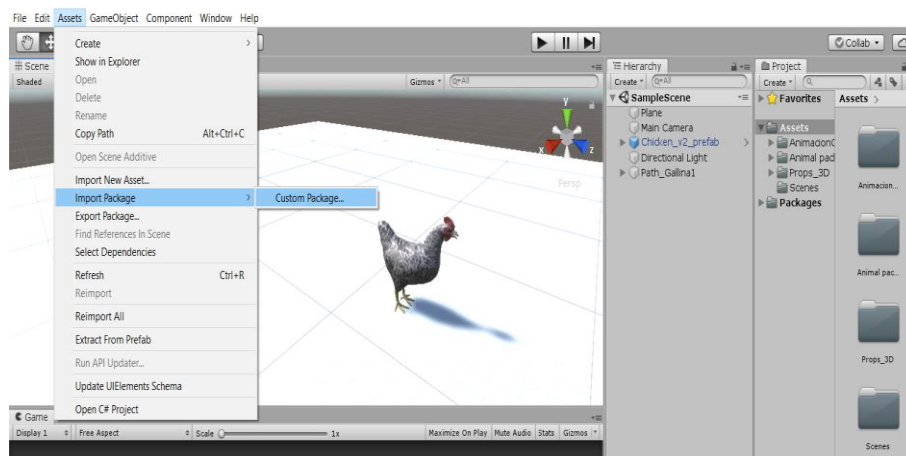


**Figura 3.18** Creación de Scripts en Unity 3D

En Visual Studio también se realiza la programación de los modos de funcionamiento del sistema de realidad virtual, ya sea para que actúe de manera *manual* en donde se da funcionalidades a los botones para la activación de los actuadores o para que el sistema actúe de manera *automática* y el control sea realizado por el PLC S7-1200 a través de una comunicación TCP/IP y usando la librería Sharp7.

### 3.2.6 Diseño en UNITY 3D

Todos los sólidos elaborados en el software CAD deben pasar por el proceso anterior y una vez que se tiene todos los archivos en formato fbx se importan a Unity 3D para ir formando el ambiente de realidad virtual como se muestra en la Figura 3.19, además es necesario ordenar cada elemento importado para que se forme un ambiente ordenado y claramente estructurado conforme a lo que se requiere de la aplicación, como en la Figura 3.20.



**Figura 3.19** Pantalla principal de Unity 3D para importar objetos fbx



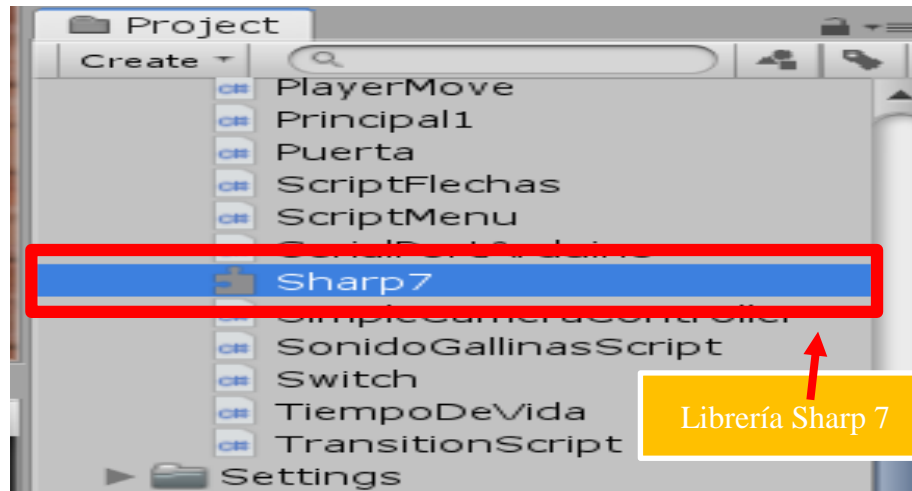
**Figura 3.20** Ambiente de realidad virtual 3D en Unity

### 3.2.7 Configuración del protocolo de comunicación en Visual Studio

El protocolo de comunicación entre el PLC S7-1200 y Unity 3D es el TCP/IP por lo que es necesario colocar el nombre de la librería que permite la transferencia de datos entre dichos programas denominado “Sharp7”, en la programación que se realiza en el compilador Visual Studio como se muestra en el Anexo 06.

Posteriormente es necesario agregar la librería Sharp7 en la raíz del proyecto de Visual Studio ingresando en *Administrar paquetes NuGet para la solución* como se muestra el Anexo 07. En el buscador se coloca la palabra Sharp7 y se Instala como se muestra en la Anexo 08.

Al terminar la instalación en Unity se crea un archivo denominado Sharp7 como el que se muestra en la Figura 3.21, y con el que se establece la comunicación entre el PLC S7-1200 y Unity 3D.



**Figura 3.21** Archivo de comunicación Sharp7 en Unity 3D

Una vez agregada la librería Sharp 7, se procede a realizar la programación en Visual Studio en donde como primera instancia se crean las variables que se utilizan en el control del sistema tanto de alimentación como de bebida. Para la creación de las variables de control se utilizan datos de tipo digital (bool) que tiene como espacio de memoria 1bit y el tipo Real (float) que tiene 4 Bytes de memoria, y las variables utilizadas se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 4.1** Variables de entrada y salida utilizadas en el sistema.

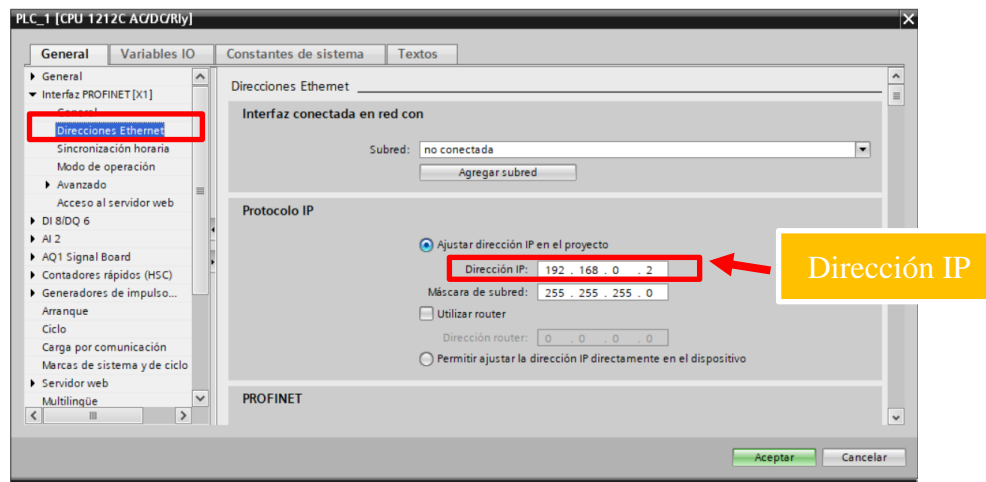
| Tipo    | 1. Llenado del Tanque  |                       | 2. Llenado de bebederos |                    | 3. Llenado de Tolva                    |   | 4. Llenado de comederos |                    |
|---------|------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|--|---|-------------------------|--------------------|
|         | Entradas/Salidas       |                       | Entradas/Salidas        |                    | Entradas/Salidas                       |   | Entradas/Salidas        |                    |
|         | E                      | S                     | E                       | S                  | E                                      | S | E                       | S                  |
| Real    | Consigna de nivel (SP) |                       | Nivel de bebedero 1     |                    | Valor de consigna de nivel (SP)        |   | Nivel de comedero 1     |                    |
|         | Nivel Tanque (PV)      |                       | Nivel de bebedero 2     |                    | Nivel de Tolva (PV)                    |   | Nivel de comedero 2     |                    |
|         |                        |                       | Nivel de bebedero 3     |                    |  |   | Nivel de comedero 3     |                    |
|         |                        |                       | Nivel de bebedero 4     |                    |  |   | Nivel de comedero 4     |                    |
|         |                        |                       | Nivel de bebedero 5     |                    |  |   | Nivel de comedero 5     |                    |
| Digital |                        | Control de bomba (CV) |                         | Válvula Bebedero 1 | Control de suministro de alimento (CV) |   |                         | Tornillo Sin Fin   |
|         |                        |                       |                         | Válvula Bebedero 2 |  |   |                         | Válvula comedero 1 |
|         |                        |                       |                         | Válvula Bebedero 3 |  |   |                         | Válvula comedero 2 |
|         |                        |                       |                         | Válvula Bebedero 4 |  |   |                         | Válvula comedero 3 |
|         |                        |                       |                         | Válvula Bebedero 5 |  |   |                         | Válvula comedero 4 |
|         |                        |                       |                         |                    |  |   |                         | Válvula comedero 5 |

En Visual Studio se definen las variables utilizando los tipos de datos de la Tabla 4.1 pero en líneas de código utilizando el lenguaje C# como se muestra en el Anexo 09, estas variables se pueden utilizar en las diferentes funciones de programación como las funciones utilizadas en este proyecto (Start, Update, IEnumerator).

### 3.2.8 Configuración de la Comunicación TCP/IP en el PLC S7-1200

La programación del PLC S7-1200 se realiza en el programa TIA PORTAL por lo que todas las configuraciones para la comunicación se realizan modificando varios parámetros importantes.

Primero debe configurarse una dirección IP para PLC S7-1200 dirigiéndose a las *propiedades* del dispositivo y posteriormente a *Direcciones Ethernet* como se muestra en la Figura 3.22; en donde se coloca la dirección IP que es 192.168.0.2.



**Figura 3.22** Configuración de la dirección IP del PLC S7-1200 en TIA PORTAL

Para la comunicación entre el PLC S7-1200 y Unity 3D se crea un Bloque de datos DB con el nombre *Comunicación* como se muestra en la Figura 3.23, y además se crean las variables necesarias para la comunicación especificando el tipo de dato sea de tipo *Bool* o *Real* como se muestra en la Figura 3.24, en donde se crean 30 variables cada una con sus respectiva etiqueta y valor de inicio.

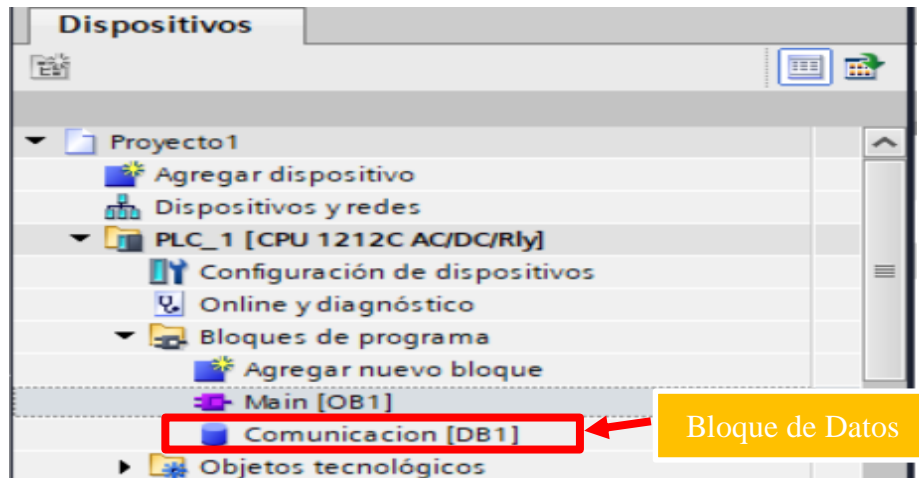


Figura 3.23 Creación del Bloque de datos DB1 denominado Comunicación

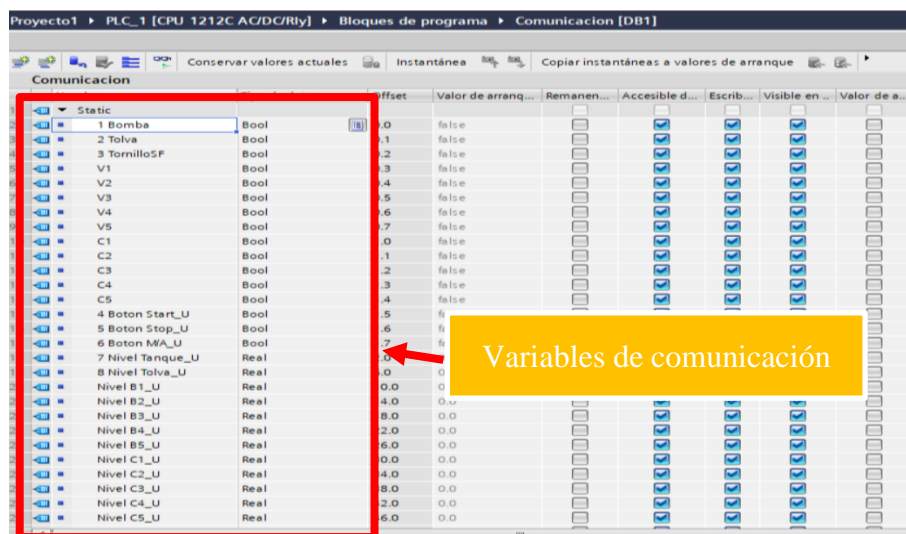


Figura 3.24 Variables de comunicación en TIA PORTAL

Para poder acceder a los parámetros y variables del PLC es necesario cambiar la configuración de seguridad dirigiéndose a *Protección y Seguridad* ahí se debe seleccionar *Acceso completo (sin protección)* y también *Permitir acceso vía comunicación PUT/GET del interlocutor remoto*, como se muestra en Anexo 10.

El bloque de Datos también debe ser configurado por lo que en la configuración debe desmarcarse el *Acceso Optimizado al Bloque* y debe marcarse la opción de *Bloque de datos accesible desde OPC UA*, como se muestra en la siguiente Anexo 11.



### 3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las pruebas del sistema de realidad virtual inician con la pantalla principal en donde se tienen varias opciones para elegir como: Iniciar, Info, Salir, como se indica en la Figura 3.25.

- **Iniciar:** Permite iniciar una ventana para configurar varios parámetros como el modo de control, entre Manual y Automático, así como para designar una dirección IP en caso de utilizar un controlador.
- **Info:** Despliega una ventana de información para conocer la forma de operación del teclado en el entorno, como se muestra en la Figura 3.26.
- **Salir:** Cierra toda la aplicación.



Figura 3.25 Ventana inicial del sistema

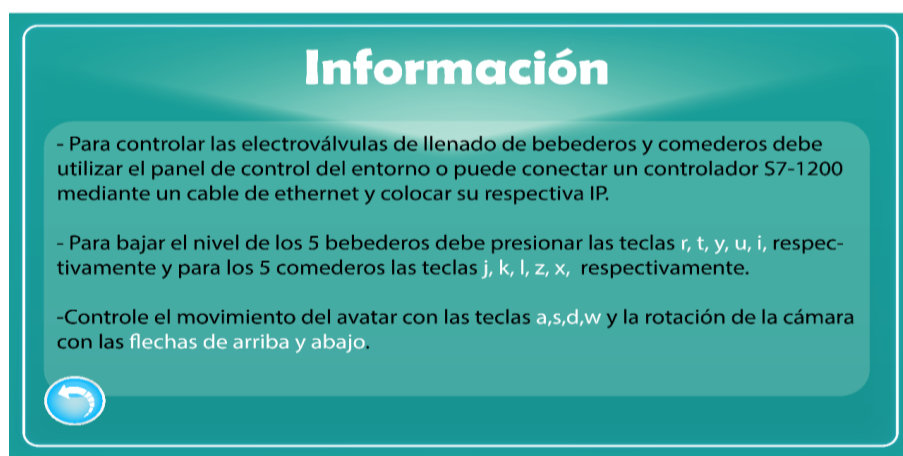


Figura 3.26 Ventana de Información de Unity 3D

Cuando se presiona el botón iniciar se despliega una ventana para elegir la modalidad de ingreso hacia el entorno de realidad virtual por lo que se tiene dos opciones:

1. **Sin Conexión de PLC:** Permite ingresar en el entorno virtual sin necesidad de poseer un controlador S7-1200 conectado al computador, por lo que se podrá conocer de mejor manera el entorno y controlar los actuadores con los botones del HMI, así como visualizar los valores de los sensores en los Canvas de Unity 3D, como se muestra en la Figura 3.27



Figura 3.27 Ventana de conexión con el controlador PLC

2. **Con Conexión de PLC:** Para elegir este modo es presionar sobre el *Toggle* de la Figura necesario colocar una dirección IP del PLC en el *Input Text* de la ventana para establecer la comunicación del autómatas con Unity 3D.



Figura 3.28 Ventana de conexión con el controlador PLC en modo "Con Conexión de PLC"

Si se ingresa una dirección IP válida y el PLC está correctamente programado, la conexión se establece y aparece un dialogo en letras verdes indicando *Conexión Correcta*, mientras que, si la IP no está bien escrita o el PLC no está conectado al computador, aparece en letras rojas *No se ha establecido la conexión*, como se muestra en la Figura 3.29, en donde se muestran los dos casos dependiendo de la dirección IP colocada en el Input Text.



**Figura 3.29** Diálogos de conexión del PLC

Una vez ingresado en el entorno virtual se presenta un avatar con movimientos de traslación con capacidad de moverse por todo el espacio de trabajo como se muestra en la Figura 3.30, que dependiendo de la tecla que se presione, puede realizar las siguientes acciones:

- A: Camina hacia la izquierda
- S: Camina hacia atrás
- W: Camina hacia el frente
- D: Camina hacia la derecha



**Figura 3.30** Control de traslación del avatar

Para tener una visión más amplia del entorno se designó un control de rotación de la cámara que se obtiene presionando las teclas de arriba y abajo como se muestra en la Figura 3.31, en donde se visualiza que al presionar la tecla de *arriba* la cámara gira el enfoque hacia el techo, mientras que al presionar la tecla de *abajo* la cámara gira hacia el suelo para visualizar objetos más pequeños y se coloquen dentro del campo de visión.



**Figura 3.31** Control de rotación de la cámara según teclas presionadas

Y además para mejorar la experiencia de realidad virtual y que el avatar no oculte los objetos que se encuentran al frente, la aplicación tiene la capacidad de cambiar la vista del avatar entre primera y tercera persona al presionar la tecla *TAB* como se muestra en la Figura 3.32, en donde se comprueba que cuando se presiona la tecla *TAB* el avatar desaparece y cuando se vuelve a presionar la misma tecla el personaje aparece nuevamente.



**Figura 3.32** Cambios entre primera y tercera persona del avatar al presionar TAB

Una vez ingresado al entorno virtual se puede definir tres zonas distinguibles como son:

**La zona del HMI:** Esta permite realizar el control manual y automático de los sistemas de alimentación y de bebida.

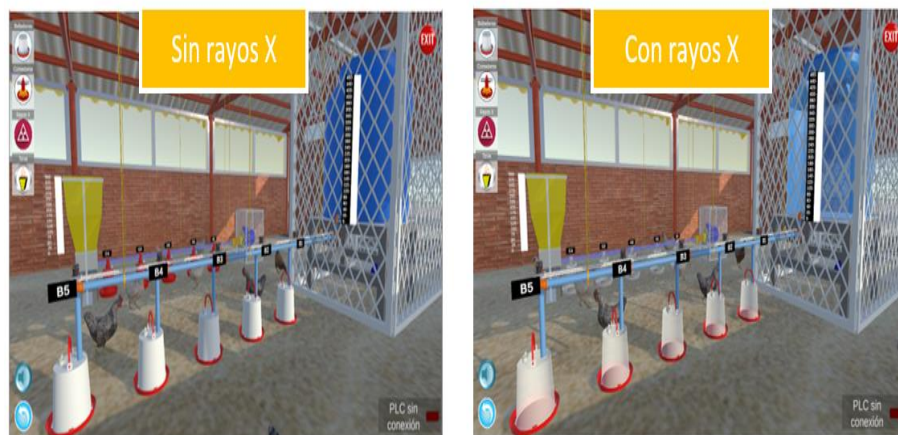
**La zona del sistema de bebida y la zona del sistema de alimentación:** Son los procesos que se van a controlar, en donde se encuentran los comederos, bebederos, sensores y actuadores, como se muestra en la Figura 3.33.



**Figura 3.33** Distribución de los sistemas en Unity 3D

### 3.3.1 Prueba del botón de rayos X

El llenado del tanque, la tolva, los comederos y bebederos no se pueden visualizar fácilmente, por lo que se creó un botón de rayos X para observar en el interior de todos los contenedores y comprobar la presencia o ausencia de líquido en caso del tanque y los bebederos, así como de comida en caso de los comederos como se muestra en la Figura 3.34, en donde se muestra que al activar la visión de rayos X los bebederos se encuentran vacíos.



**Figura 3.34** Comparación entre recipientes con y sin rayos X

### 3.3.2 Prueba de Control SIN PLC

Cuando se utiliza la opción “SIN PLC” solo se puede hacer control manual de los actuadores utilizando el HMI del sistema de realidad virtual, por lo que se realiza el llenado del Tanque presionando los botones ON (encender bomba) y OFF (apagar bomba) como se muestra en la Figura 3.35, y el llenado de la tolva presionando el botón de *Suministro* como se muestra en la Figura 3.36.

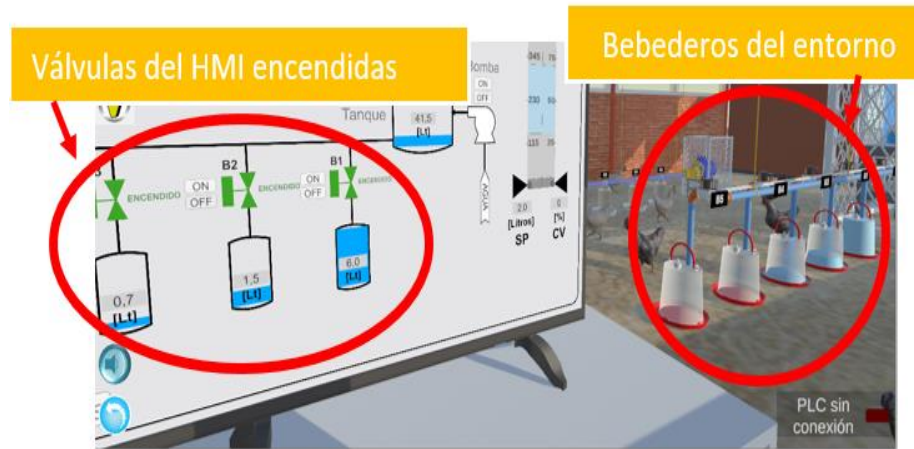


Figura 3.35 Encendido de la bomba de forma manual

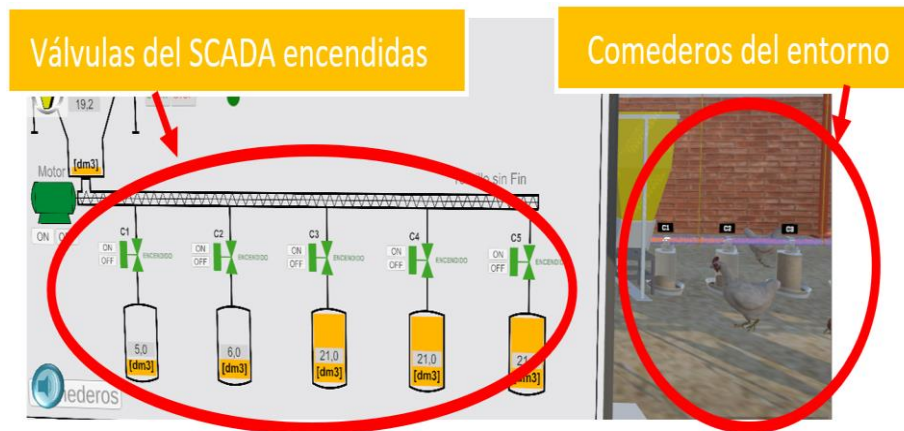


Figura 3.36 Encendido de la tolva de forma manual

De igual forma para realizar el llenado de los bebederos se debe presionar los botones ON (activar electro-válvula) y OFF (desactivar electro-válvula) como se muestra en la Figura 3.37 y para el llenado de los comederos se debe utilizar la Pantalla 2 del HMI y presionar los botones ON y OFF para activar y desactivar las válvulas que permiten el paso de comida como se muestran en la Figura 3.38.



**Figura 3.37** Llenado de bebederos de forma manual



**Figura 3.38** Llenado de comederos de forma manual

### 3.3.3 Prueba de Control CON PLC

Para utilizar este modo de control es necesario conectar el PLC S7-1200 al computador utilizando un cable ethernet como se muestra en la Figura 3.39.

Una vez realizada la conexión física se realiza la programación del PLC en el programa TIA PORTAL para automatizar las diferentes etapas tales como:

1. Proceso de llenado del tanque utilizando un control ON-OFF con histéresis.
2. Llenado de los bebederos siempre que el nivel sea menor a 0.1 Litros de líquido.
3. Llenado de la tolva de comida por medio de un control ON-OFF con histéresis.
4. Llenado de los comederos cuando baje el nivel de  $0.1 \text{ dm}^3$ .



**Figura 3.39** Conexión del PLC S7-1200 al computador con cable ethernet

## **Programación y pruebas de las etapas**

### **Etapa 1: Llenado del Tanque**

El tanque se controla utilizando un control ON-OFF con histéresis, por lo que es necesario ingresar un valor de Set Point y el valor la histéresis para calcular el valor de *Set Point máximo en alto* y el *Set Point mínimo en bajo*. En esta aplicación se designa un valor de histéresis de 40 Litros por lo que para calcular los valores constantemente se utilizan los bloques de suma y resta en TIA PORTAL como se muestra en el Anexo 12.

Para encender la bomba existen dos restricciones que debe cumplirse.

1. La marca M2.0 (Automático Bebederos) correspondiente al bit de habilitación debe estar en *true*.
2. El Nivel del Tanque debe ser menor o igual que el valor del Set Point mínimo en bajo que se calculó anteriormente.

Si cualquiera de las restricciones anteriores no se cumple la bomba se apaga como se en el Anexo 13.

Y la prueba de estos segmentos de programación en Unity 3D se realiza ingresando un valor de Set Point de 100 Litros y presionando el botón *Start* del HMI, como se muestra en la Figura 3.40, en donde se observa que el valor máximo llega a 120 Litros.





**Figura 3.40** Llenado del Tanque automáticamente con el PLC S7-1200

## **Etapa 2: Llenado de los bebederos**

Una vez que el valor de nivel del tanque llega al punto de consigna deseado, se activa una marca M2.1 denominada *Start Llenar Bebederos*, para dar inicio a la activación de las 5 válvulas que permiten el paso de líquido a cada bebedero como se muestra en el Anexo 14, además debe cumplirse que, si el nivel del bebedero es menor o igual a 0.1 Litros. Y para desactivar las válvulas el nivel de los bebederos debe ser igual o mayor a 6 Litros.

En Unity 3D se puede observar el cambio de color de las válvulas del HMI como señal de activación, además se verifica el crecimiento del nivel de agua de los bebederos tanto en el ambiente de realidad virtual como en el HMI, el crecimiento de los niveles de líquido se muestra con sliders que van incrementándose proporcionalmente al valor de los sensores y en color celeste como se muestra en la siguiente Figura.



**Figura 3.41** Llenado de los bebederos automáticamente con el PLC S7-1200

### **Etapa 3: Llenado de la Tolva**

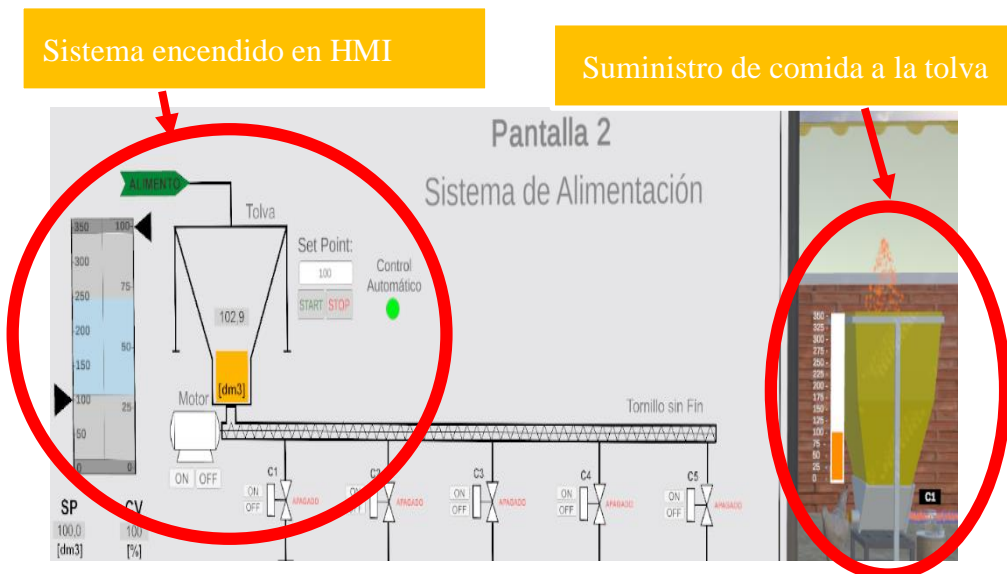
Para el llenado de la tolva se utiliza un control ON-OFF con histéresis de  $20 \text{ dm}^3$  por lo que se debe calcular el valor de *Set Point máximo en alto* y el valor de *Set Point mínimo en bajo* de la tolva, ya que son valores indispensables con los cuales se va a ir activando y desactivado el suministro de comida, por lo que en la programación del TIA PORTAL utilizando los bloque *ADD* y *SUB* como se muestra en el Anexo 15.

Luego, para activar el suministro de comida hacia la tolva deben cumplirse las siguientes restricciones.

1. La marca M2.5 (“Automático Comida”) que es el bit de habilitación debe estar en true.
2. El nivel de la Tolva debe ser menor o igual que el *Set Point mínimo en bajo*.

Y si, cualquiera de las restricciones anteriores no se cumple, se detiene el suministro de alimento hacia la tolva como se muestra en la Anexo 16.

Y en Unity 3D se puede comprobar el funcionamiento de esta programación, visualizando en el HMI la activación del suministro de alimento (color verde) y el crecimiento del nivel de comida en indicadores numéricos, así también se puede comprobar en el slider que se encuentra junto a la tolva del sistema de realidad virtual como se muestra en la siguiente Figura.



**Figura 3.42** Control ON-OFF de la tolva utilizando el PLC S7-1200

#### **Etapa 4: Llenado de comederos**

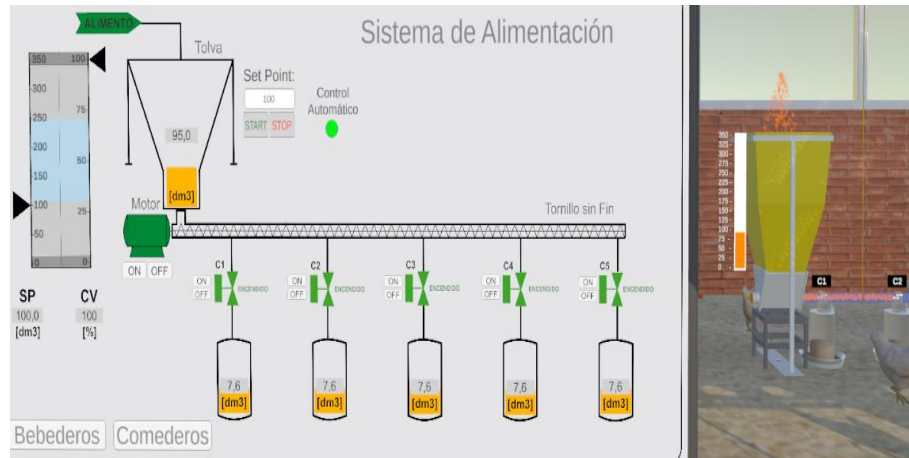
Una vez que se haya comprobado que el nivel de comida en la tolva ha llegado a su nivel de *Set point máximo en alto*, se activa el tornillo sin fin para trasladar el alimento por la tubería hacia los comederos, para ello es necesario programar en TIA PORTAL como se muestra en el Anexo 17, en donde se indica que el tornillo sin fin se activa si cualesquiera de las válvulas de los comederos están activadas, con el fin de garantizar el movimiento de la comida.

Luego de la activación del tornillo sin fin es necesario encender las válvulas que permiten el paso de comida, pero su activación depende del cumplimiento de las siguientes restricciones:

1. La marca M2.2 (Start Llenar Comederos) que es el bit de habilitación debe estar encendida (true).
2. El nivel de los comederos debe ser menor o igual que  $0.1 \text{ dm}^3$ .

Y para desactivar las válvulas de los comederos cualquiera de las restricciones no debe cumplirse como se muestra en Anexo 18.

En Unity 3D se visualiza las activaciones del tornillo sin fin cambiando de color blanco a color verde y de las válvulas de forma similar en el HMI y a su vez se puede observar en cada comedero el incremento de comida como se muestra en la Figura 3.43, en donde se muestra que todo el sistema de alimentación está activado y los niveles se muestran de manera correcta en indicadores numéricos.



**Figura 3.43** Llenado de comederos en Unity 3D

Para apagar el modo de control automático tanto del sistema de bebida como el de alimentación se utiliza la función reset del TIA PORTAL como se muestra en el Anexo 19, pero adicionalmente deben cumplirse dos restricciones:

1. La marca M0.1 (Button Stop Tanque Físico) debe estar en true, esto para desactivar el sistema de bebida.
2. La marca M0.3 (Button Stop Tolva Físico) debe estar en true, esto para desactivar el sistema de alimentación.

Es decir, deben activarse dichas marcas para apagar el sistema completo.

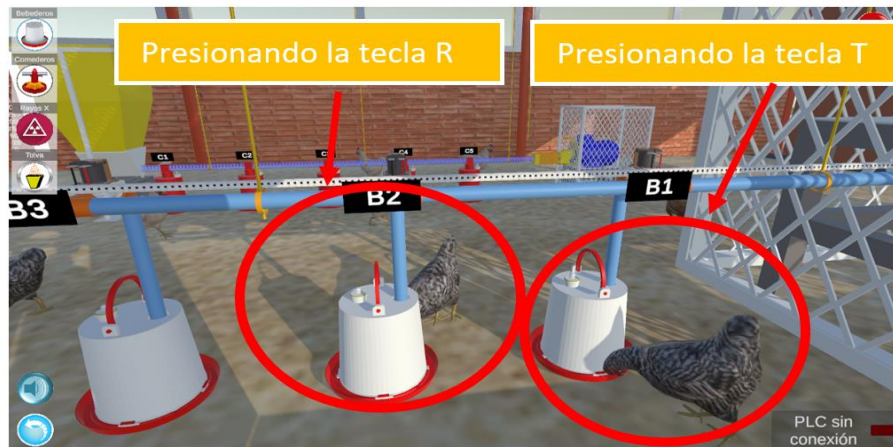
### 3.3.4 Prueba del desgaste

#### Modo manual

Para que los niveles de los bebederos puedan disminuir, se realizan desgastes utilizando las siguientes teclas:

- **R**: Desgaste del bebedero 1.
- **T**: Desgaste del bebedero 2.
- **Y**: Desgaste del bebedero 3.
- **U**: Desgaste de bebedero 4.
- **I**: Desgaste del bebedero 5.

En donde al presionar estas teclas las gallinas se dirigen hacia los y al beber el líquido se desgasta el agua como se muestra en la Figura 3.44.



**Figura 3.44** Prueba de desgaste de bebederos al presionar las teclas

También para el desgaste de los comederos se deben presionar las siguientes teclas:

- **J**: Desgaste del comedero 1
- **K**: Desgaste del comedero 2
- **L**: Desgaste del comedero 3
- **Z**: Desgaste del comedero 4
- **X**: Desgaste del comedero 5

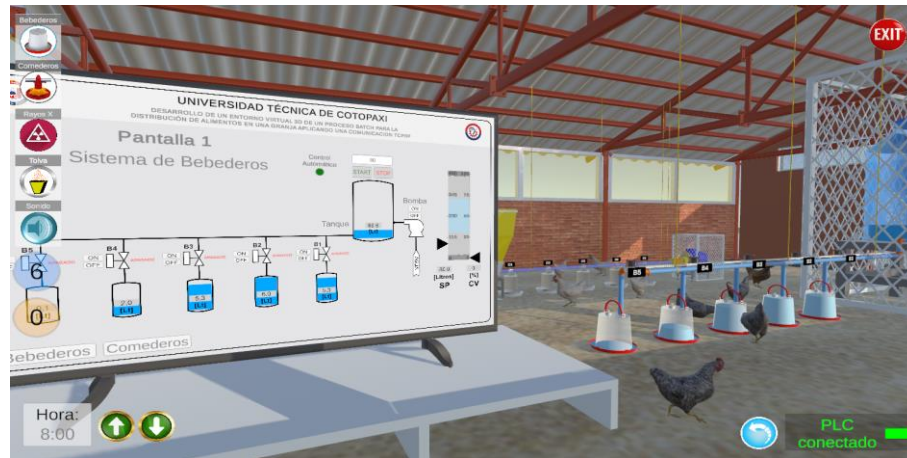
Y al presionar dichas teclas la gallina realiza el desgaste como se muestra en la Figura siguiente.



**Figura 3.45** Prueba de desgaste de comederos al presionar las teclas

### **Modo Automático**

Una vez lleno los bebederos de manera automática se procede a realizar su desgaste mediante la herramienta Random la cual permite que de manera aleatoria llevar a la o las gallinas hacia un bebedero y beber el líquido produciendo un desgaste, después de un tiempo establecido procede a desgastar el siguiente bebedero de la misma manera en forma aleatoria como se muestra en la siguiente Figura.



**Figura 3.46** Desgaste automático y aleatorio de bebederos

El desgaste en el sistema de comederos trabaja de la misma forma que el de los bebederos, una vez llegado al valor de consigna de nivel procede a llenar los comederos y transcurrido cierto tiempo procede a vaciarse cada comedero de manera aleatoria como se muestra en la Figura 3.47.



**Figura 3.47** Desgaste automático y aleatorio de comederos

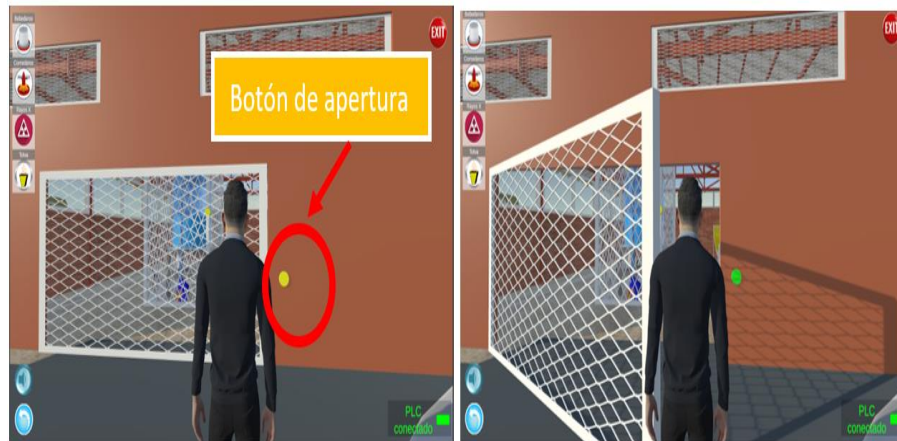
Adicionalmente, en la pantalla principal del entorno virtual se pueden visualizar dos contadores (color azul y naranja) los cuales cuentan el tiempo de intermitencia con el que se realizan los desgastes tanto de los comederos (contador de color naranja) como de los bebederos (color azul) como se muestra en la Figura 3.48.



**Figura 3.48** visualización de tiempo y modificaciones de horario

### 3.3.5 Pruebas de traslación del avatar por el entorno

El avatar tiene la capacidad de trasladarse por todo el entorno libremente, pero considerando los sólidos que tiene en su paso por lo que se ha realizado pruebas desde el ingreso hacia el galpón para tener una mejor experiencia virtual como se muestran en la Figura 3.49, en donde al presionar con el mouse el botón de ingreso, la puerta principal se abre durante 5 segundos y luego se cierra por lo que se debería repetir el proceso constantemente.



**Figura 3.49** Pruebas de traslado del avatar

Así mismo para visualizar el tanque se puede abrir una de las mallas que lo protegen presionando el botón verde de la Figura 3.50.



**Figura 3.50** Pruebas de apertura de malla de protección

Adicionalmente se realiza las pruebas de los botones denominados *Bebederos* y *Comederos* ubicados en la parte superior izquierda del entorno, ya que, al presionarlos con el mouse estos despliegan los niveles tanto de bebederos como de comederos por lo que, se pueden monitorear los mismos desde cualquier parte del entorno y no necesariamente desde el HMI como se muestra en la siguiente Figura.



**Figura 3.51** Despliegue de canvas con niveles según los botones Comederos y Bebederos

### 3.3.6 Resultados del registro de datos

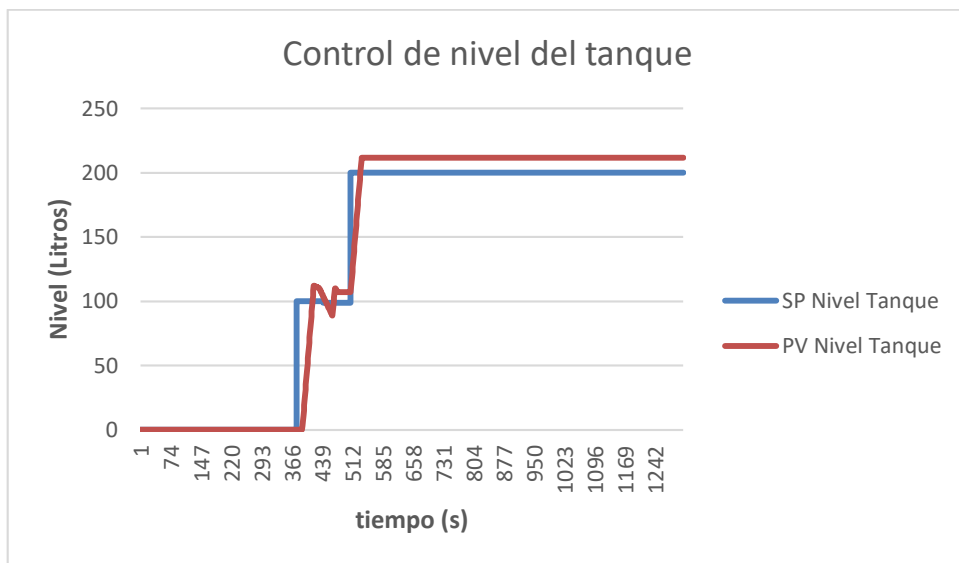
Unity 3D tiene la capacidad de generar un registro de los datos (archivos de texto que pueden ser modificados desde Excel), ya que es necesario conocer el comportamiento del sistema de alimentación y de bebida con el fin poder visualizar las curvas características que tuvieron en el tiempo, además debido a que los controles utilizados para el nivel son de tipo ON-OFF con histéresis es necesario visualizar los valores de *Set point (SP)*, *Nivel real (PV)*, y *Control (CV)*.



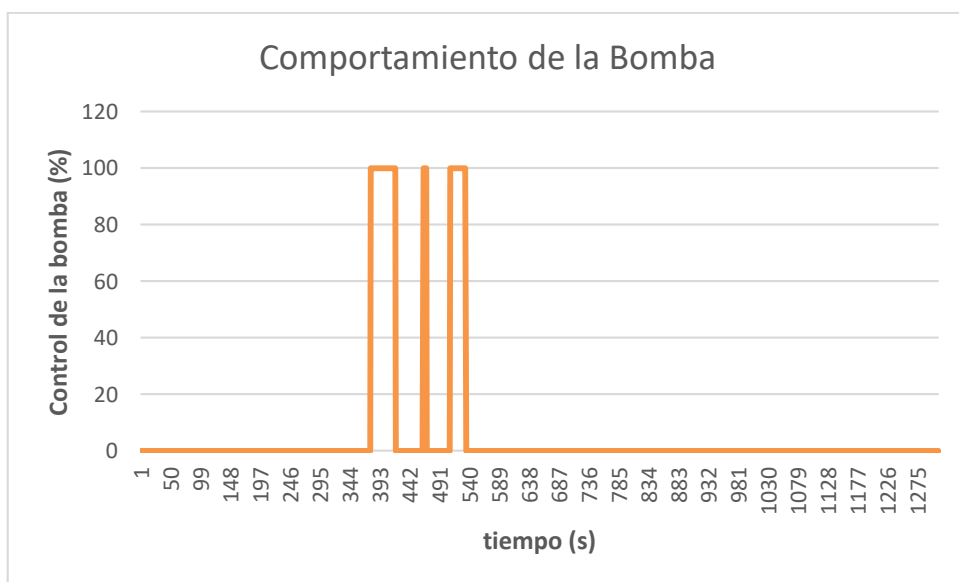
Unity 3D guarda el registro de datos con la fecha y hora a la que fue ejecutado el programa en la misma carpeta de ejecución como se muestra en el Anexo 20.

### Curva 1: Control de nivel del Tanque

Las curvas del control ON-OFF con histéresis del tanque de líquido se puede visualizar en la Figura 3.52, en donde se puede identificar las curvas del Set Point (SP color azul) y Variable del Proceso (PV color rojo) con respecto al tiempo, y en la Figura 3.53 se puede observar el comportamiento de la bomba siendo 100% el valor de encendido y 0% el valor de apagado de igual forma con respecto al tiempo.



**Figura 3.52** Curvas del SP y PV del control de nivel del tanque

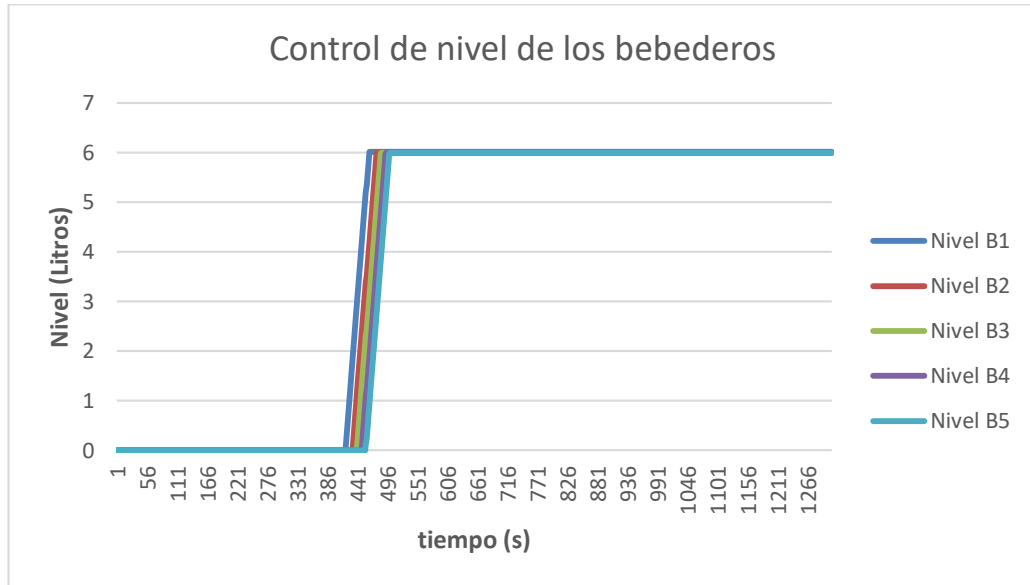


**Figura 3.53** Curvas del comportamiento de la bomba en el control de nivel del tanque

**Análisis:**

Se puede observar que el valor del *PV Nivel Tanque* se incrementa en el momento en el que el *CV Nivel Tanque* está al 100% es decir la bomba está encendida, y presenta un decremento cuando la bomba está apagada, sin embargo, existe un punto en donde el nivel se mantiene constante en el tiempo debido a que el sistema ya no se desgasta.

**Curva 2: Control de nivel de los bebederos**



**Figura 3.54** Curvas del llenado de los bebederos

**Análisis:**

Se puede observar que los niveles de los bebederos se incrementan linealmente ya que no existe perturbaciones, por lo que llega a su valor máximo de 6 Litros de manera consecutiva.

### Curva 3: Control de nivel de la Tolva

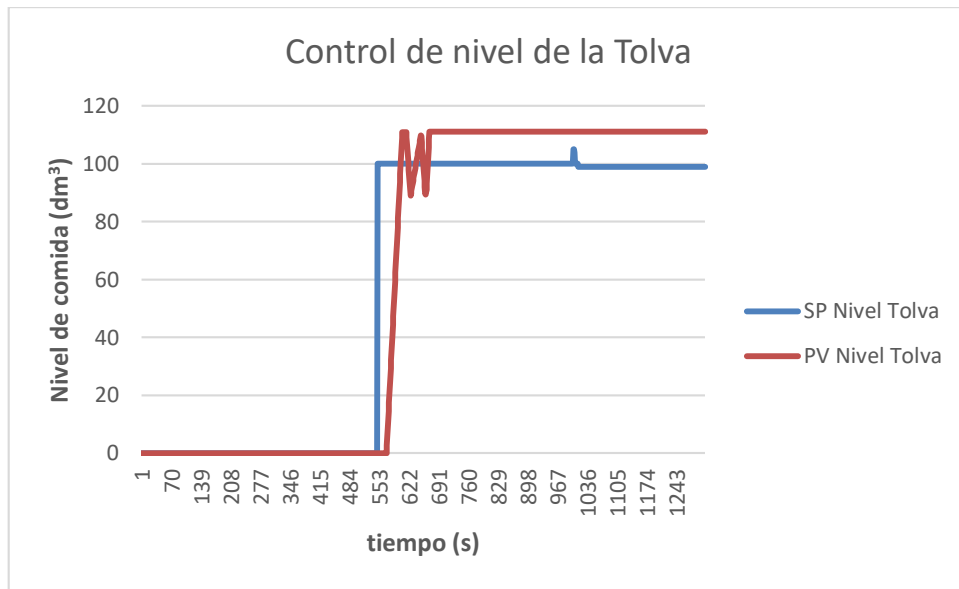


Figura 3.55 Curvas del control de nivel de la tolva

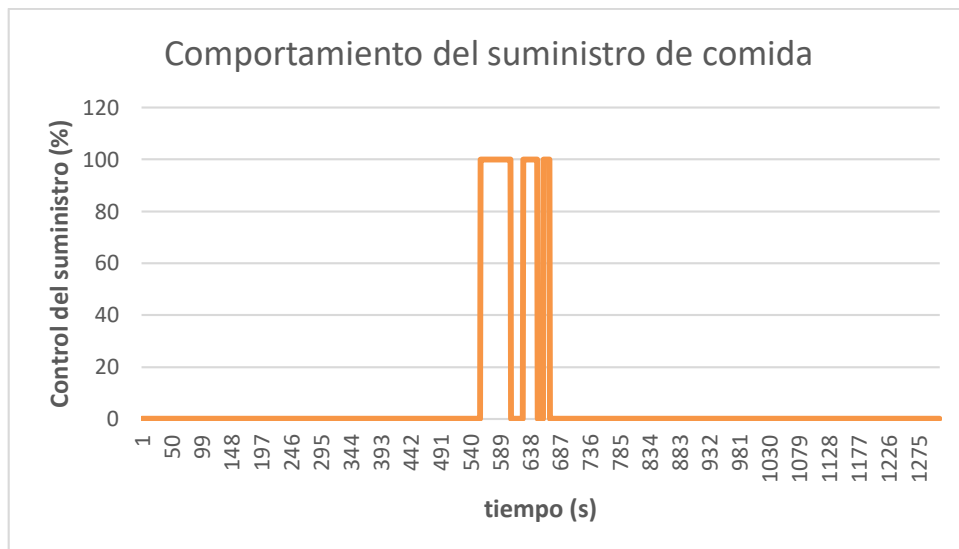


Figura 3.56 Curvas del suministro de comida en el control de nivel de la tolva

#### Análisis:

En la Figura 3.55; se muestra el comportamiento del control de la tolva en donde se presentan valores como: el Set Point (color azul) y el nivel real (PV color rojo), este último inicia en 0 dm<sup>3</sup> y va creciendo hasta llegar al valor de Set point establecido, luego se descarga dando a entender que en ese instante se empiezan a llenar los comederos, por lo que el control de suministro (color naranja) de la Figura 3.56 empieza a actuar nuevamente (100%) para que el nivel llegue al valor deseado.

#### Curva 4: Control de nivel de los comederos

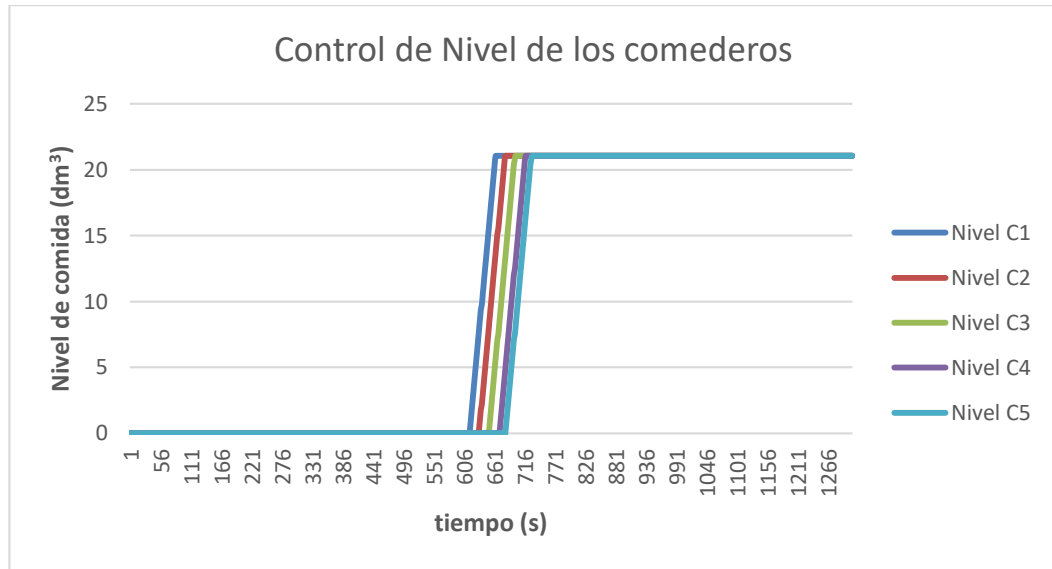


Figura 3.57 Curvas del llenado de los comederos

#### Análisis:

El comportamiento del nivel de los comederos en el tiempo se muestra en la Figura 3.57, en donde llegan a su nivel máximo de 21 dm<sup>3</sup> dando a entender que mientras los comederos se llenan no existe carga en el sistema, sin embargo, se puede observar un crecimiento lineal y secuencial de cada uno de los comederos.

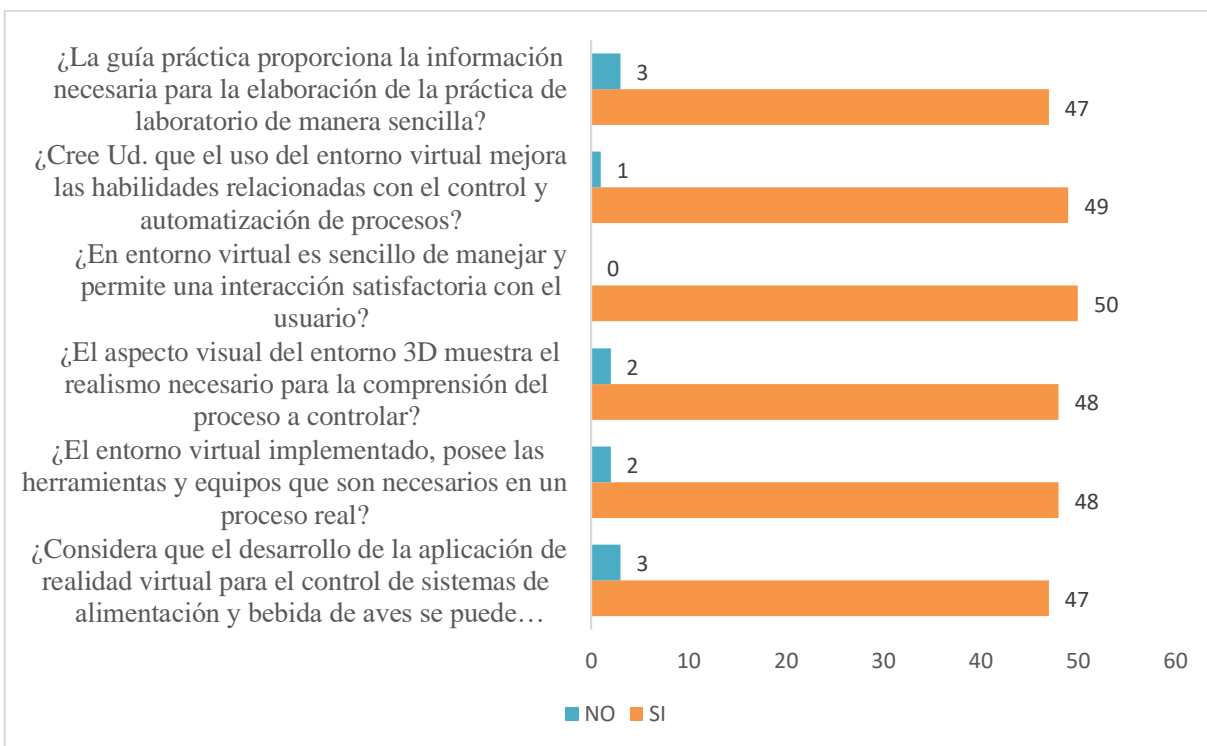
#### Encuestas de validación

En el Anexo 21 se encuentra la encuesta que fue aplicada en agosto del 2022 con una muestra de 50 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en donde se evalúa la usabilidad y aporte de la aplicación de realidad virtual por medio de varias preguntas que son contestadas por los estudiantes como se muestra en la Figura 3.58.



**Figura 3.58** Interacción y evaluación de la aplicación con estudiantes

En la Figura 3.59 se muestran los resultados de la evaluación realizada a los estudiantes después de la interacción con la aplicación de realidad virtual en donde se indica que existen una gran cantidad de aceptación de la aplicación, lo que indica que tiene grandes prestaciones, flexibilidad y permite el mejoramiento de las habilidades y destrezas en el ámbito de la automatización industrial, de manera más detallada se puede observar la Tabla en donde se confirma estadísticamente que el porcentaje de aceptación total es del 96.33% siendo 100% la calificación más alta y 0% la calificación más baja.



**Figura 3.59** Gráfica de los resultados de la aceptación de la aplicación de realidad virtual

**Tabla 6.1** Porcentaje de aceptación de la aplicación de realidad virtual

| <b>PREGUNTAS</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b> | <b>Aceptación</b> |
|--|-----------|-----------|-------------------|
| ¿Considera que el desarrollo de la aplicación de realidad virtual para el control de sistemas de alimentación y bebida de aves se puede implementar como herramienta complementaria de capacitación? | 47        | 3         | 94.00%            |
| ¿El entorno virtual implementado, posee las herramientas y equipos que son necesarios en un proceso real?  | 48        | 2         | 96.00%            |
| ¿El aspecto visual del entorno 3D muestra el realismo necesario para la comprensión del proceso a controlar?   | 48        | 2         | 96.00%            |
| ¿En entorno virtual es sencillo de manejar y permite una interacción satisfactoria con el usuario?   | 50        | 0         | 100.00%           |
| ¿Cree Ud. que el uso del entorno virtual mejora las habilidades relacionadas con el control y automatización de procesos?  | 49        | 1         | 98.00%            |
| ¿La guía práctica proporciona la información necesaria para la elaboración de la práctica de laboratorio de manera sencilla?   | 47        | 3         | 94.00%            |
| <b>PROMEDIO TOTAL</b>  |           |           | <b>96.33%</b>     |

### **Validación de la Hipótesis**

En base a los resultados obtenidos en la encuesta realizada a los estudiantes sobre la aplicación de realidad virtual implementada, se presenta que un 96.33% de los estudiantes aprueban y dan la respectiva aceptación, además se observa que el sistema de realidad virtual propuesto mejora las habilidades relacionadas con el control y automatización de procesos industriales por lo que la hipótesis planteada es validada.

## **3.4 EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA**

### **3.4.1 Análisis de Costos**

#### **Diseño**

Para del diseño de este proyecto se utilizó un computador de gama media con las siguientes características:

- 4 RAM
- 500GB SSD
- Intel Core i5

#### **Simplicidad**

El manejo del sistema de realidad virtual puede ser realizado por cualquier persona ya que es bastante intuitivo, por lo que la probabilidad de errores o fallos es casi nula.

#### **Materiales**

- Computador
- PLC S7-1200
- Cable de alimentación de 110V
- Cable ethernet

### **3.4.2 Factibilidad económica**

En base a la realización del proyecto se ha tomado como referencia algunos gastos para ejecutar el mismo, algunos de estos gastos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 6.2** Costos económicos del sistema

| <b>Mano de obra</b>             |          |                  |                  |             |
|---------------------------------|----------|------------------|------------------|-------------|
| Descripción                     | Cantidad | Horas de trabajo | Costo (USD/Hora) | Valor Total |
| Programador                     | 1        | 20               | 20,00            | 400,00      |
| Imprevistos                     |          |                  |                  | 30,00       |
| TOTAL                           |          |                  |                  | 430,00      |
| <b>Materiales indirectos</b>    |          |                  |                  |             |
| Descripción                     | Cantidad | Unidad           | Costo (USD/Hora) | Valor Total |
| Transporte                      | 20       | Viajes           | 20,00            | 20,00       |
| Imprevistos                     |          |                  |                  | 20,00       |
| TOTAL                           |          |                  |                  | 40,00       |
| <b>Materiales Directos</b>      |          |                  |                  |             |
| Descripción                     | Cantidad | Valor Unitario   | Valor Total      |             |
| Cable ethernet                  | 1        | 5,00             | 5,00             |             |
| Cable de poder                  | 1        | 3,50             | 3,50             |             |
| TOTAL                           |          |                  | 8,50             |             |
| <b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b> |          |                  |                  |             |
| Mano de obra                    |          | 430,00           |                  |             |
| Materiales Indirectos           |          | 40,00            |                  |             |
| Materiales Directos             |          | 8,50             |                  |             |
| TOTAL                           |          | <b>\$478,50</b>  |                  |             |



### **3.4.3 Impacto Práctico**

El sistema de realidad virtual implementado permite realizar un entrenamiento en cuanto a programación de PLCs ya que consta de actuadores como: bomba, motor, tornillo sin fin y válvulas On-Off, así como de sensores analógicos de nivel, con los que se puede realizar prácticas de control en la Carrera de Ingeniería Electromecánica, con el objetivo de fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje y perfeccionar las destrezas y conocimientos de los estudiantes.

### **3.4.4 Impacto tecnológico**

Al implementar este sistema se fomenta el uso de las nuevas tecnologías industriales de capacitaciones y entrenamientos a través de la realidad virtual, ya que este proyecto tiene la capacidad de inmiscuir al usuario en un ambiente de realidad virtual en donde se encuentra tecnología y procesos que pueden ser controlados físicamente utilizando autómatas programables.

## **4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- A través de la investigación teórica meticulosa se estableció la estructura de un entorno de realidad virtual en Unity 3D para realizar controles de nivel de líquido y comida utilizando elementos físicos programables.
- El diseño de los elementos 3D utilizados en un sistema de alimentación y bebida de aves virtual, requiere de un software CAD con capacidad de modelar todos los componentes físicos de manera realista y estandarizada.
- La comunicación entre el entorno Unity 3D y el PLC S7-1200 se fundamentó en la librería Sharp7 desarrollada para el envío y recepción de datos en tiempo real utilizando el protocolo de comunicación TCP/IP.
- El sistema de realidad virtual implementado permite capacitar y mejorar las destrezas de los estudiantes en el ámbito del control, ya que promueve el desarrollo de prácticas solo con el uso de un computador y un PLC S7-1200.

### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Antes de realizar las pruebas leer la ventana de información que se encuentra en la pantalla principal de la aplicación.
- Para tener una comunicación estable del PLC con el programa Unity se debe utilizar cables de calidad alta y configurar el PLC a una velocidad óptima.
- Para mejorar los efectos visuales de los elementos 3D es necesario utilizar el software blender con el que se puede incluir colores y texturas a los sólidos creados.

## 5. BIBLIOGRAFIA:

- [1] J. T. J. Intriago, «Repositorio UTC,» Agosto 2021. [En línea]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8165>. [Último acceso: 20 06 2022].
- [2] S. J. E. M. O. A. D. H. O. caldaz, «SciELO,» Junio 2013. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532013000300006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532013000300006). [Último acceso: 20 04 2020].
- [3] D. Yepez, «BIBDIGITAL,» febrero 2016. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532013000300006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532013000300006). [Último acceso: 20 04 2020].
- [4] D. P. Pumasupa, «CONCYTEC,» UANCV-Institucional, 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1485>. [Último acceso: 20 05 2022].
- [5] A. G. R. Defas, «Revista ANALES,» Universidad Central del Ecuador, 25 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/view/1592>. [Último acceso: 12 05 2022].
- [6] A. Velásquez, «Universidad Católica de Santa María,» Abril 2019. [En línea]. Available: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8807>. [Último acceso: 20 05 2022].
- [7] A. M. J. M. M. F. Navarro, Realidad Virtual y Realidad Aumentada, España: RA-MA Editorial, 2018.
- [8] «Pragma Engineering,» Autmix, 2019. [En línea]. Available: <https://pragma-a.com/que-es-la-realidad-virtual-y-cuales-son-sus-aplicaciones/>. [Último acceso: 16 05 2022].
- [9] P. Marqués, «Comunicación educativa y Nuevas Tecnologías,» 1996. [En línea]. Available: [https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/educativo\\_de\\_pere\\_MARQUES.pdf](https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/educativo_de_pere_MARQUES.pdf). [Último acceso: 25 04 2022].
- [10] NATIONAL INSTRUMENTS, «National Instrument,» 18 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.ni.com/es-cr/innovations/white-papers/17/what-is-hardware-in-the-loop-.html>. [Último acceso: 29 05 2022].
- [11] «Wikipedia-SistemasEmbebidos,» Wikipedia®, Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Hardware-in-the-loop>. [Último acceso: 29 05 2022].
- [12] J. S. O. Rojas, «"Producción automatizada. Sistemas CAD/CAE/CAM",» Industrial Data, vol. vol. 2, n° núm. 1, pp. pp. 38-47, 1999.
- [13] «ECURED "Gráficos 3D por computadora ",» 2018. [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Gr%C3%A1ficos\\_3D\\_por\\_computadora](https://www.ecured.cu/Gr%C3%A1ficos_3D_por_computadora). [Último acceso: 30 05 2022].
- [14] J. Villaroel, «Gráficos 3D en Interfaces Web,» Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, La Laguna (España), Julio 2014.
- [15] M. Lidon, Unity 3D "Programacion orientada a objetos;Creación y Animación de objetos 3D", España: MARCOMBO, 2019.

- [16] I. G. Subero, "La Interfaz de Unity 3D ", Zaragoza: TRINIT Asoc. Infomaticos de Zaragoza, Julio 2015.
- [17] J. R. C. V. R. Sanchis, Automatización Industrial, Universitat Jaume I, 2010.
- [18] A. G. P. Ponsaa, DISEÑO Y AUTOMATIZACION INDUSTRIAL, Cataluña.: ACADEMIA, 2009.
- [19] «Wikipedia,» Noviembre 2020. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_control\\_industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control_industrial). [Último acceso: 10 06 2022].
- [20] J. Villajulca, «InstrumentacionyControl.net,» 2018. [En línea]. Available: <https://instrumentacionycontrol.net/control-on-off-o-todo-nada/>. [Último acceso: 17 06 2022].
- [21] Lifelong Learning, «Ieec.Uned,» [En línea]. Available: [http://www.ieec.uned.es/investigacion/dipseil/pac/archivos/informacion\\_de\\_referencia\\_ise6\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/dipseil/pac/archivos/informacion_de_referencia_ise6_1_1.pdf). [Último acceso: 28 05 2022].
- [22] R. M. O. M. Redondo Sol, «Diseño e implantación de un sistema SCADA para una planta de producción y envasado de líquidos,» Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona (España), 2008.
- [23] D. S. F. Calero, «Implementación de los protocolos de comunicación industrial mediante Simatic S7-1200 para el laboratorio de automatización de la Universidad del Azuay,» Universidad del Azuay, Cuenca, 2016.
- [24] P. C. Pomareta, «"INTRODUCCIÓN A TIA PORTAL CON S-7 1500",» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, Madrid, 2017.
- [25] IBM Corporation, «Protocolos TCP/IP,» Madrid, 2020.
- [26] IONOS , «TCP/IP: el protocolo que hace posible Internet,» 2020.
- [27] COPADATA, 2020, [En línea]. Available: <https://www.copadata.com/es/productos/zenon-software-platform/visualizacion-control/que-significa-hmi-interfaz-humano-maquina-copa-data/>. [Último acceso: 08 2022].
- [28] X. Alvarez, «AUTYCOM,» 2004. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3330/34059-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. [Último acceso: 19 05 2022].
- [29] «MASKANA,» 05 01 2016. [En línea]. Available: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/551>. [Último acceso: 28 04 2022].
- [30] Wikipedia , «Wikipedia,» Wikipedia®, Septiembre 2019. [En línea]. [Último acceso: 29 05 2022].
- [31] M. Lidon, Unity 3D "Programacion orientada a Objetos77".
- [32] S. C. M. L. d. I. H. S. Lopez, "Análisis de agua Potable y Residual", España: ELEARNING S.L., 2015.

- [33] L. C. Paucar, «Interfaces de comunicación industrial,» Octubre 2007. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10020>. [Último acceso: 20 05 2022].
- [34] A. F. Azcona, «Estimación del Caudal de Descarga de un Tanque Abierto,» INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, México, 2011.
- [35] S. F. C. Irwin Palmer, MATEMÁTICAS PRÁCTICAS, Barcelona: Reverte, S.A., 2003.

# ANEXOS

## Document Information

|                   |   |
|-------------------|---|
| Analyzed document | TESIS BATCH_URKUND_PULLOPAXI FREDDY.docx (D143408472) |
| Submitted         | 2022-08-30 21:25:00                                   |
| Submitted by      |   |
| Submitter email   | luigi.freire@utc.edu.ec                               |
| Similarity        | 2%  |
| Analysis address  | luigi.freire.utc@analysis.orkund.com                  |

## Sources included in the report

|           |  |   |
|-----------|--|---|
| <b>SA</b> | <b>Proyecto Titulación Luggi Freire.pdf</b><br>Document Proyecto Titulación Luggi Freire.pdf (D121334772)  | 2 |
| <b>SA</b> | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS FINALIZADA .pdf</b><br>Document TESIS FINALIZADA .pdf (D143408313)<br>Submitted by: luigi.freire@utc.edu.ec<br>Receiver: luigi.freire.utc@analysis.orkund.com                                       | 2 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/educativo_de_pere_MARQUES.pdf">https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/educativo_de_pere_MARQUES.pdf</a><br>Fetched: 2022-08-30 21:26:00                       | 2 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://instrumentacionycontrol.net/control-on-off-o-todo-nada/">https://instrumentacionycontrol.net/control-on-off-o-todo-nada/</a><br>Fetched: 2022-08-30 21:26:00   | 1 |
| <b>SA</b> | <b>Regatto Del Pezo José Leonidas-Propuesta final.docx</b><br>Document Regatto Del Pezo José Leonidas-Propuesta final.docx (D30131022)   | 1 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3330/34059-5.pdf?sequence=5&amp;isAllowed=y">https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3330/34059-5.pdf?sequence=5&amp;isAllowed=y</a><br>Fetched: 2022-08-30 21:27:00 | 3 |
| <b>SA</b> | <b>TESIS ELECTRICA PERALTA Y MEZA.pdf</b><br>Document TESIS ELECTRICA PERALTA Y MEZA.pdf (D76346789)   | 1 |
| <b>SA</b> | <b>"DISEÑO Y SIMULACION DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE NECTAR DE MAN GO"-signed.pdf</b><br>Document "DISEÑO Y SIMULACION DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE NECTAR DE MAN GO"-signed.pdf (D133872818)      | 1 |

## Entire Document

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. RESUMEN

La presente propuesta tecnológica tiene como fin elaborar un entorno virtual 3D basado en un sistema de distribución de alimentos para aves mediante un proceso batch, el mismo que será simulado en un software específico de realidad virtual, a su vez se ejecutará usando una comunicación TCP/IP. La implementación de este sistema está basado en controladores ON-OFF de nivel, que serán codificados en un autómata programable físico, por lo que la programación será previamente cargada en el PLC para de esta manera poder conseguir una distribución uniforme del alimento dentro del proceso batch, este procedimiento será monitoreado mediante el entorno virtual y a su vez mediante indicadores en un sistema HMI. El desarrollo de este entorno permite al usuario tener un registro y adquisición de datos de los niveles para el posterior análisis del sistema. A través del protocolo de comunicación TCP/IP se consigue la transmisión bidireccional de datos para que el usuario pueda tener el control manual y automático del proceso. Con la ejecución de este proyecto los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica pueden desarrollar prácticas que permitan fortificar sus habilidades de automatización.

#### 1.2 EL PROBLEMA

##### 1.2.1 Planteamiento del Problema

En la preparación académica de un Ingeniero Electromecánico es de suma importancia el conocimiento sobre la automatización en procesos industriales por lo que es necesario que pueda realizar prácticas mediante el uso de equipos de control y así desarrolle habilidades y destrezas en la elaboración de procesos, siendo capaz de solucionar problemas en la vida profesional.

77%

**MATCHING BLOCK 1/13**

**SA** Proyecto Titulación Luggi Freire.pdf (D121334772)

La dificultad más grande que se presenta a los estudiantes al acceder a estos dispositivos es la limitada cantidad de equipos debido a sus costos

elevados de adquisición y mantenimiento para su implementación, por lo que acuden al uso de softwares especializados en control y simulación de procesos industriales, los cuales permiten al usuario la posibilidad de crear o elaborar procesos antes de construirlos o implementarlos y de esta manera tener una visión aproximada del funcionamiento de un proceso real mediante la manipulación de variables en el entorno diseñado.

##### 1.2.2 Formulación del problema

El limitado acceso a los equipos de control para elaboración de procesos industriales debido a sus altos costos de adquisición e implementación, emerge la necesidad de elaborar ambientes virtuales que simulen los procesos reales.

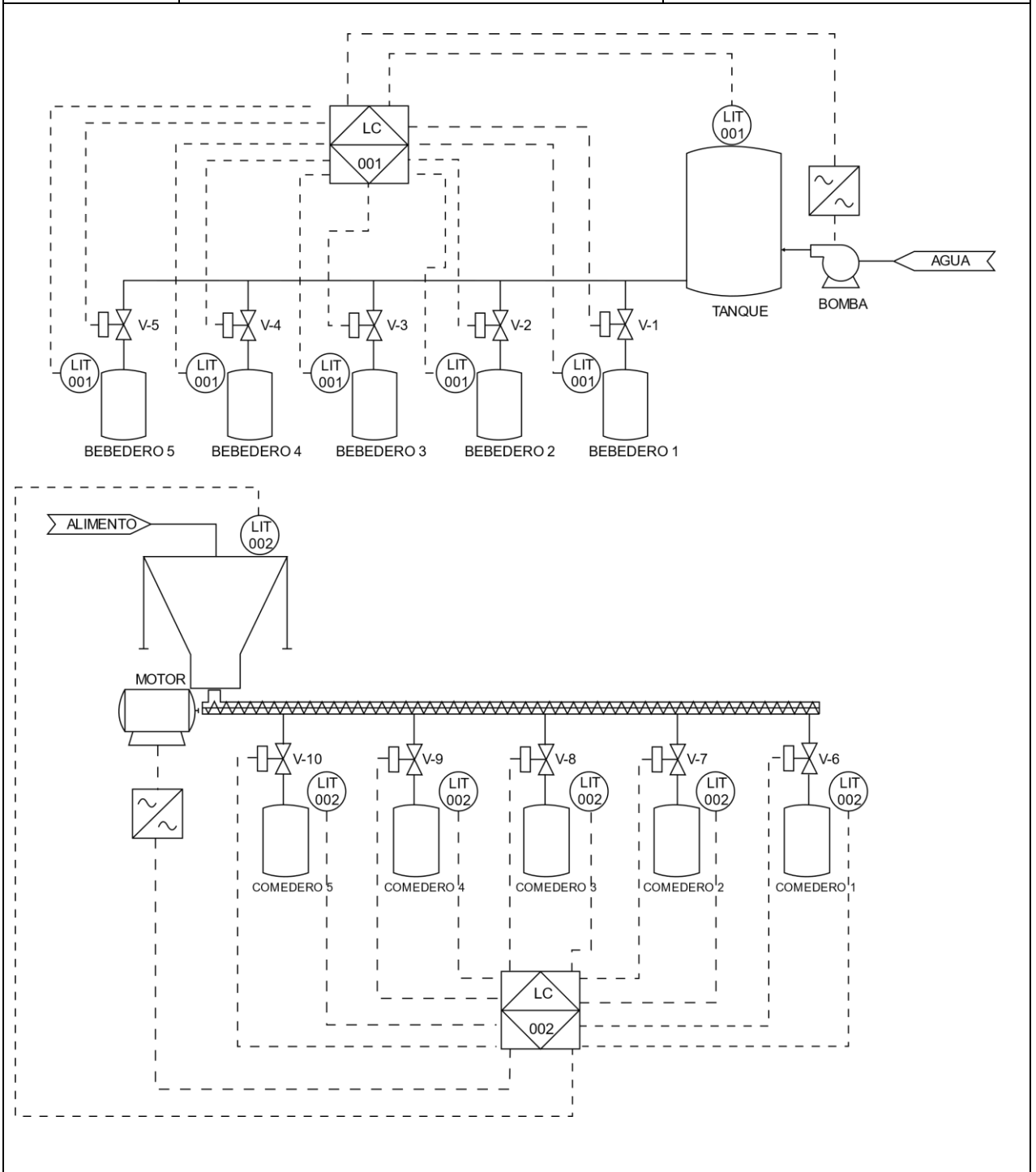
#### 1.3 BENEFICIARIOS

1.3.1 Beneficiarios directos Estudiantes de la facultad de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

1.3.2 Beneficiarios indirectos Todas aquellas personas que cursen asignaturas afines a Control de Automatas Programable y control industrial, además todo el personal administrativo y de servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

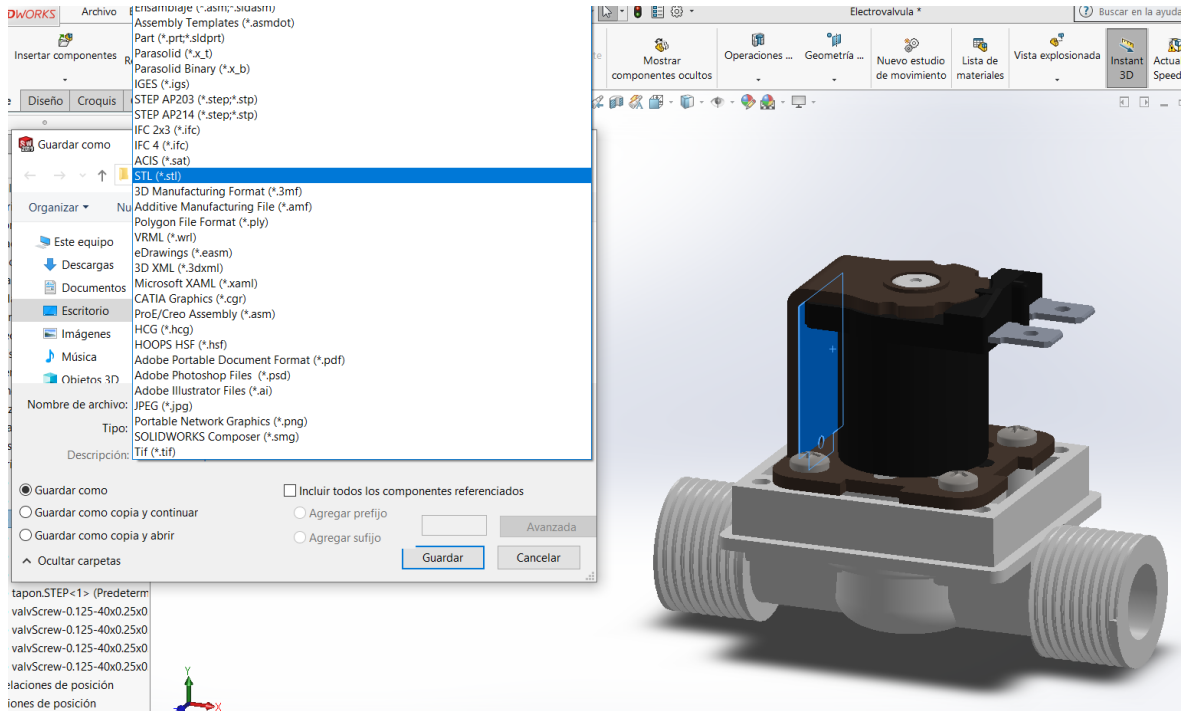
#### 1.4 JUSTIFICACIÓN

El avance tecnológico en la industria emerge una necesidad de uso de nuevas aplicaciones para el desarrollo de técnicas de control industrial por lo que es de suma importancia la practica en la elaboración de sistemas, con el fin de generar destrezas y habilidades técnicas se crean ambientes 3D de procesos, los mismos que poseen un gran aporte a la preparación académica de los futuros profesionales ya que brindan la oportunidad de probar antes de construir, otorgando así conocimientos que puedan aplicar en un futuro y dar solución a problemas, por lo cual se desarrolla un entorno virtual para la distribución de alimentos mediante proceso batch aplicando protocolos de comunicación lo cual permite el entrenamiento en el uso de controladores lógicos programables como la interacción con los elementos de control.

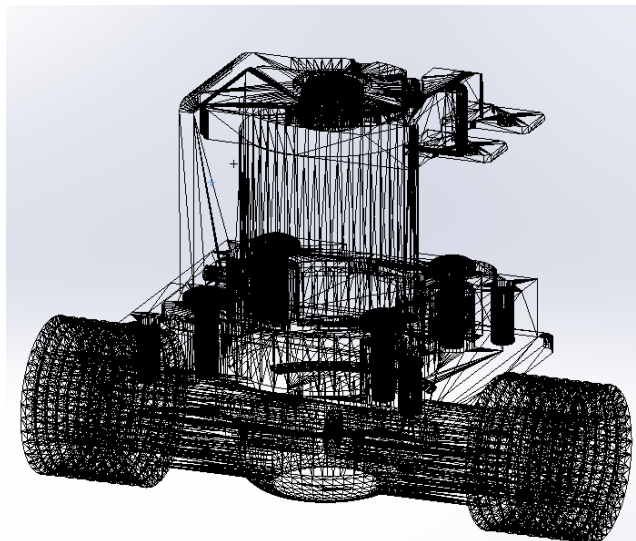




a) Guardado

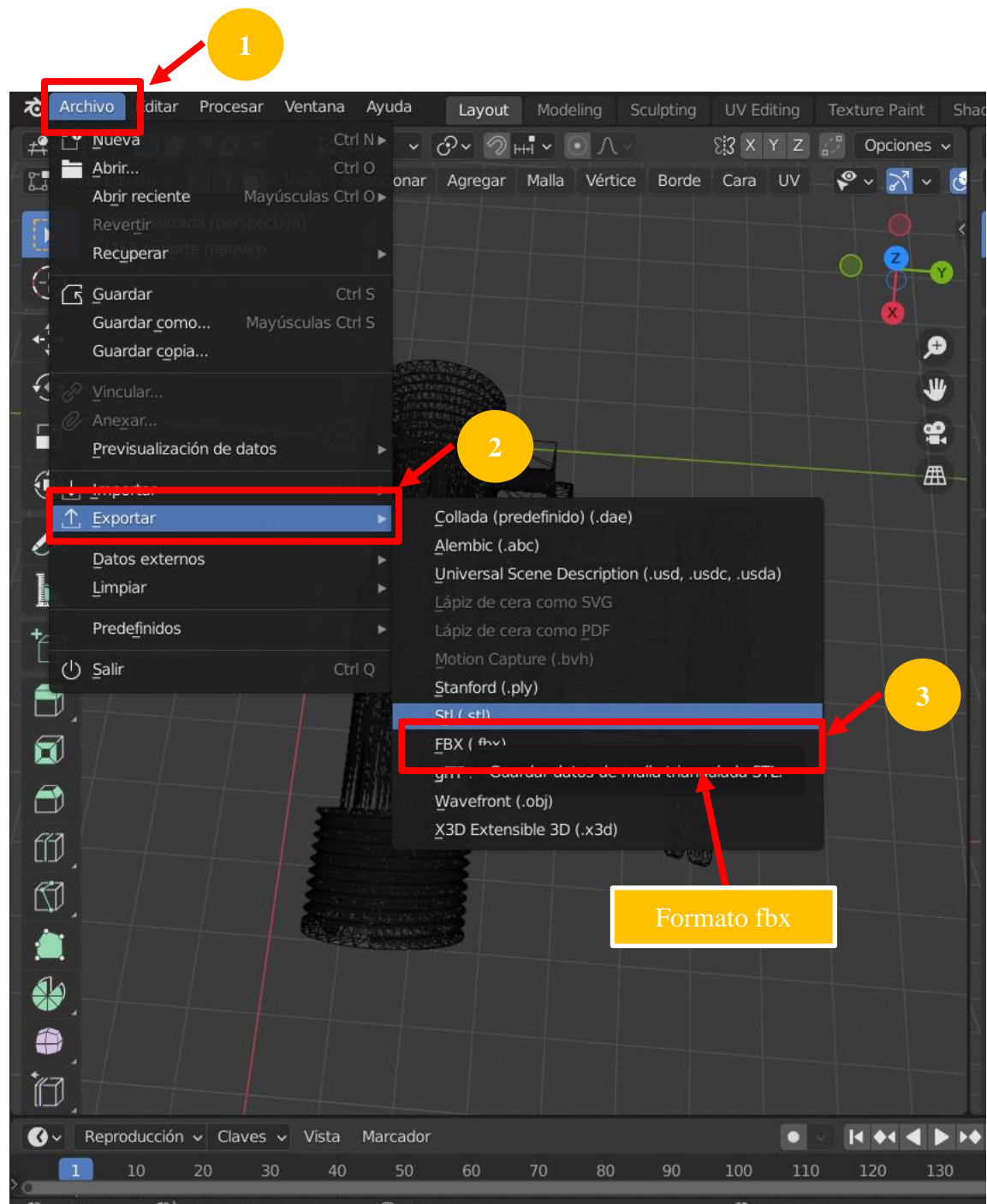


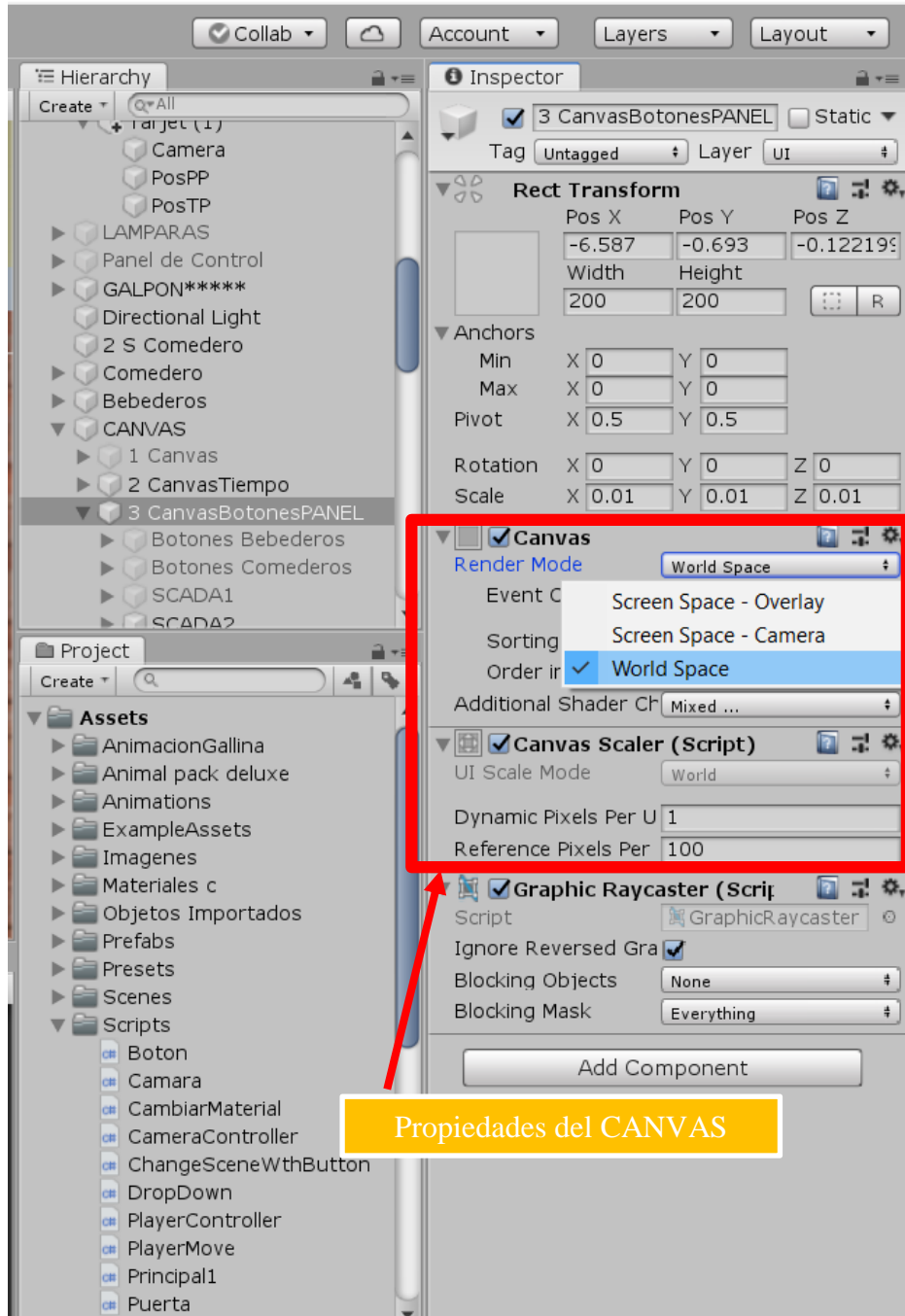
b) Creación de malla de objeto 3D



**Anexo 03**

**Pasos para exportar el modelo 3D desde blender en formato fbx**





## Anexo 05

Ventana principal de Visual Studio para programación en C#



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class Boton : MonoBehaviour
6 {
7     public bool showMenu;
8     // Start is called before the first frame update
9     public void ButtonShowMenu()
10    {
11        if (!showMenu)
12            showMenu = true;
13        else if (showMenu)
14            showMenu = false;
15    }
16
17 }
```

Programación en Lenguaje C#

## Anexo 06

Definición de Librerías utilizadas en Visual Studio

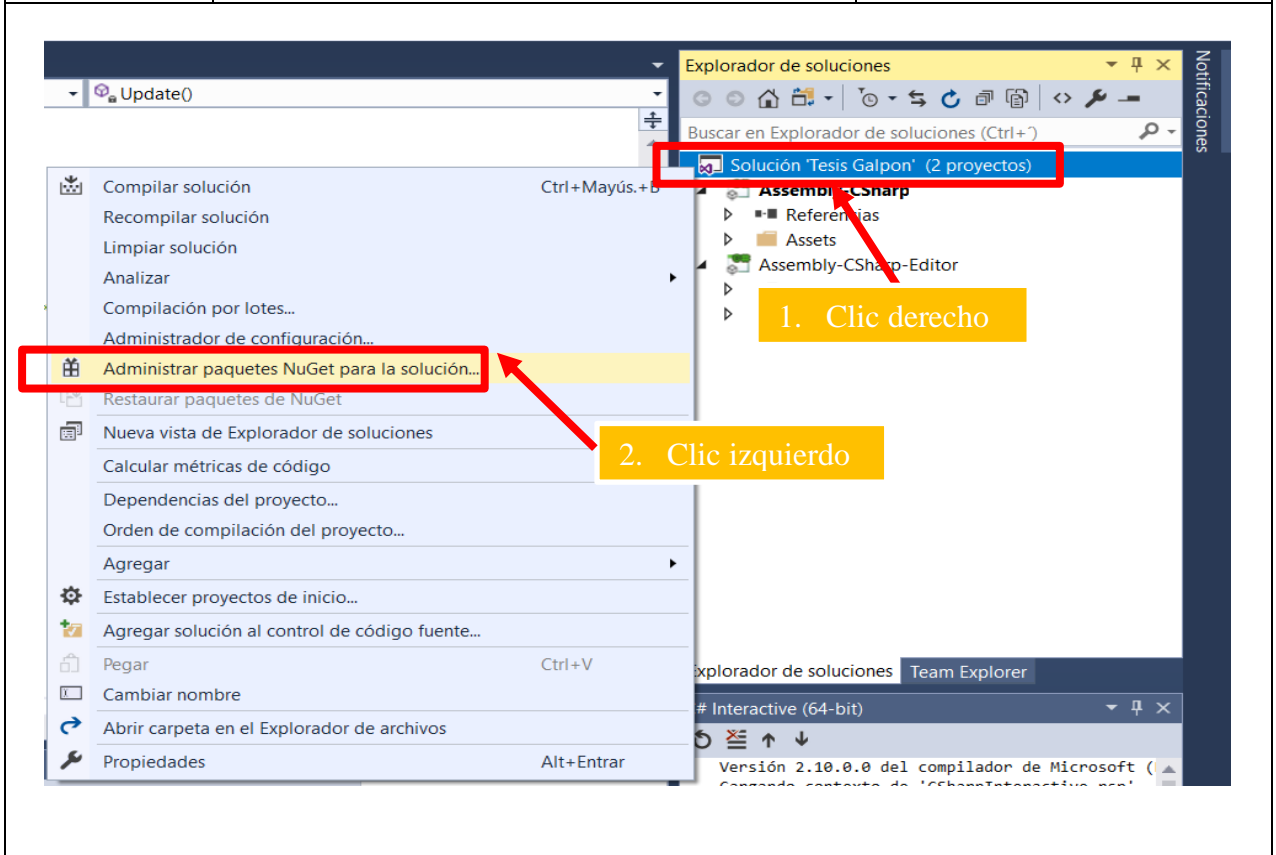


```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using TMPro;
5 using Sharp7;
6 using UnityEngine.UI;
7 using System.Threading;
8 using System.IO.Ports;
9 using System.IO;
10 using UnityEngine.SceneManagement;
```

Librería Sharp 7

**Anexo 07**

Ingreso a la ventana de Administrar NuGet de Visual Studio



## Anexo 08

## Pasos para instalación de la librería Sharp7 en Visual Studio



1. Escribir Sharp 7 para la solución

2. Seleccionar la librería

3. Dar clic en Instalar

Visual Studio NuGet interface showing the search for 'sharp7' and the selection of the 'Sharp7' package. The search bar contains 'sharp7' and the 'Instalar' button is highlighted. The package details for 'Sharp7' are visible on the right, including the version 'v1.1.82' and the 'Instalar' button.

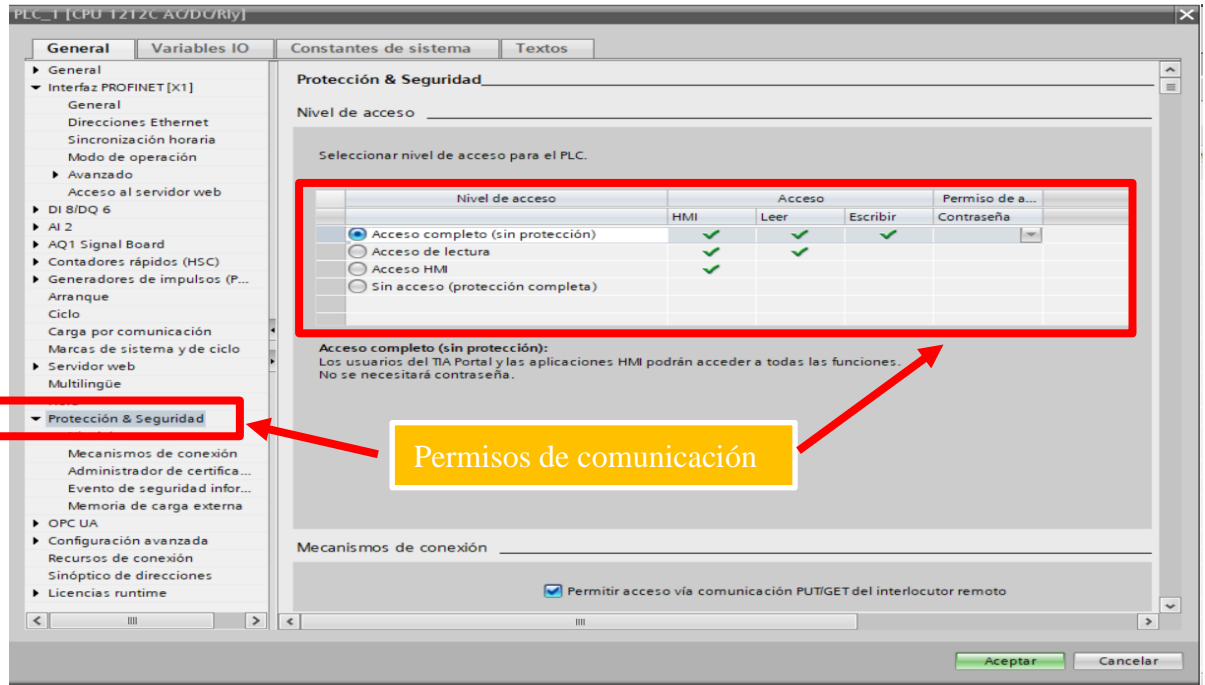
```
harp
Principal1
///Recepcion del PLC
public bool TIABomba;
public bool TIATolva;
public bool TIATornilloSF;
public bool TIAV1;
public bool TIAV2;
public bool TIAV3;
public bool TIAV4;
public bool TIAV5;
public bool TIAC1;
public bool TIAC2;
public bool TIAC3;
public bool TIAC4;
public bool TIAC5;
public bool E_TIA_BotonStart_U;
public bool E_TIA_BotonStop_U;
public bool E_TIA_BotonMA_U;
public float E_TIA_NivelTanque_U;
public float E_TIA_NivelTolva_U;
public float E_TIA_NivelB1_U;
public float E_TIA_NivelB2_U;
public float E_TIA_NivelB3_U;
public float E_TIA_NivelB4_U;
public float E_TIA_NivelB5_U;
public float E_TIA_NivelC1_U;
public float E_TIA_NivelC2_U;
public float E_TIA_NivelC3_U;
public float E_TIA_NivelC4_U;
public float E_TIA_NivelC5_U;
public float E_TIA_SPTanque_U;
public float E_TIA_SPTolva_U;
public bool E_TIA_BotonStart_U_Tolva;
public bool E_TIA_BotonStop_U_Tolva;
/*
```

Variables digitales

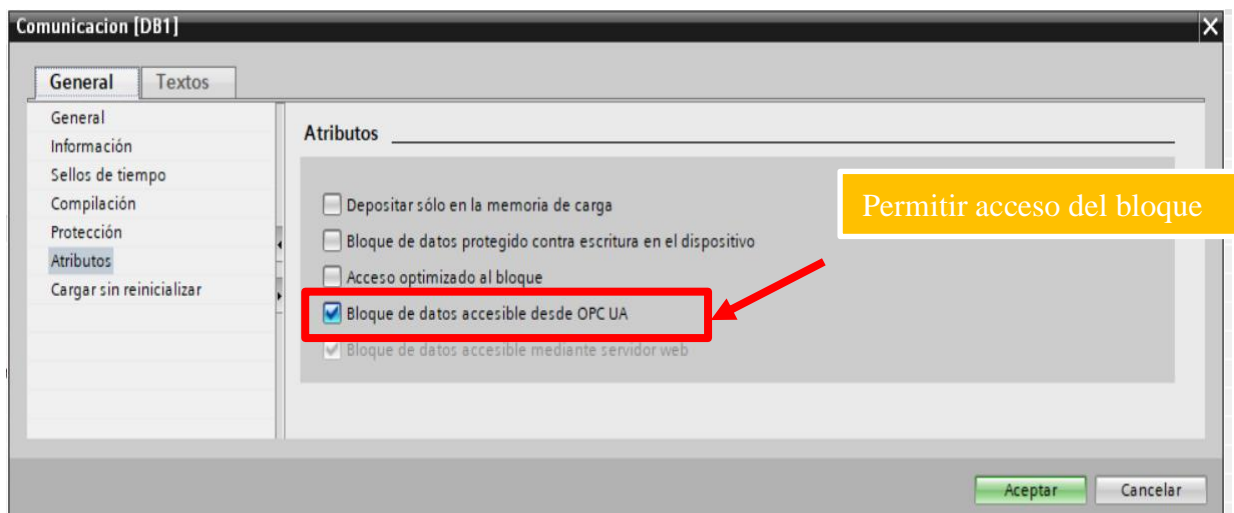
Variables analógicas

**Anexo 10**


Configuración del nivel de protección del PLC.

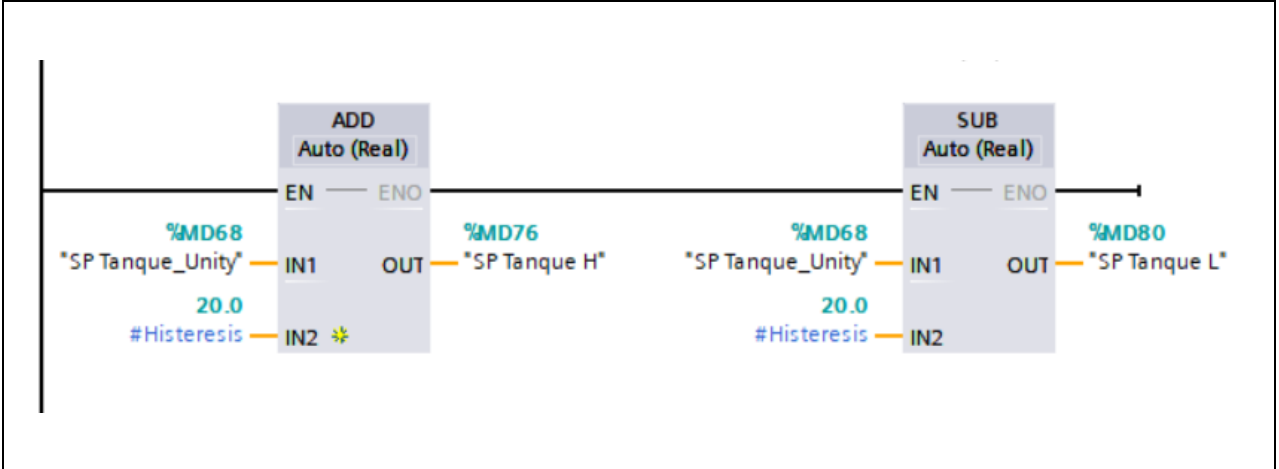
**Anexo 11**


Configuración en TIA PORTAL el Acceso al bloque.

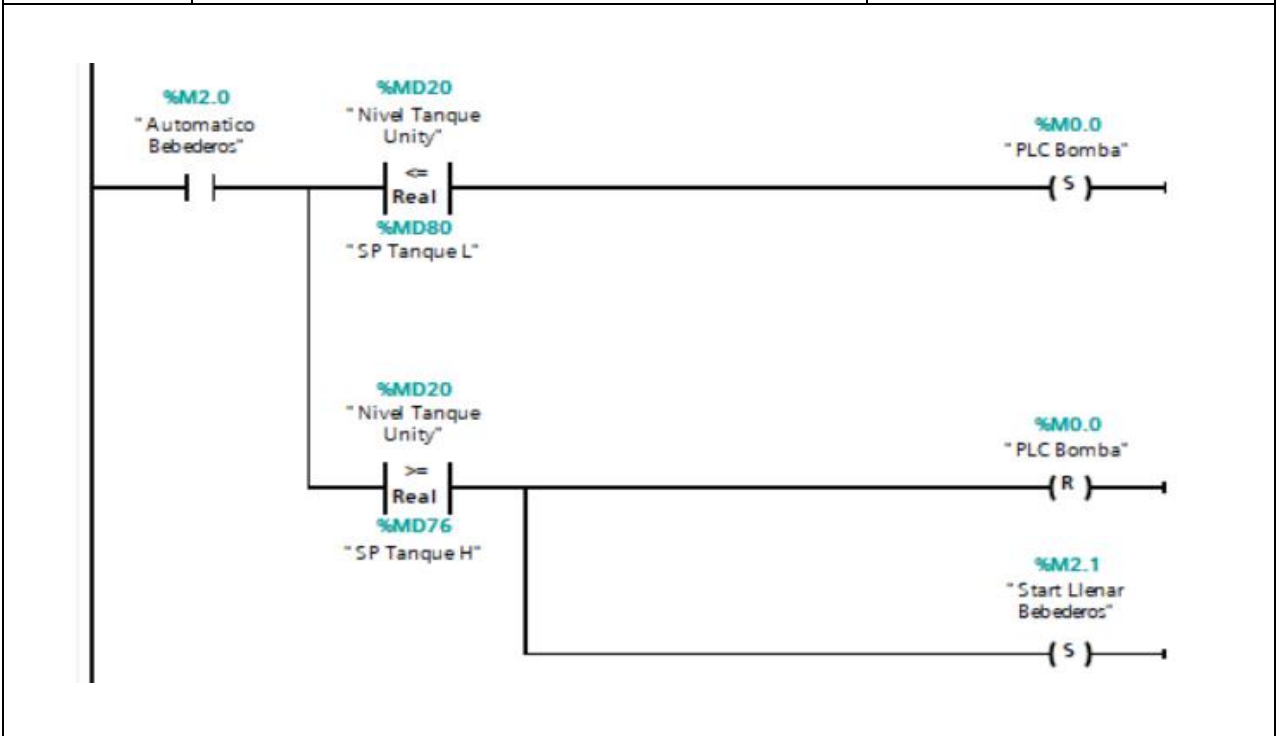




|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| <b>Anexo 12</b> | Cálculo del Set point en alto y Set point en bajo en TIA PORTAL. |  <b>UNIVERSIDAD<br/>TÉCNICA DE<br/>COTOPAXI</b> |
|-----------------|--|--|

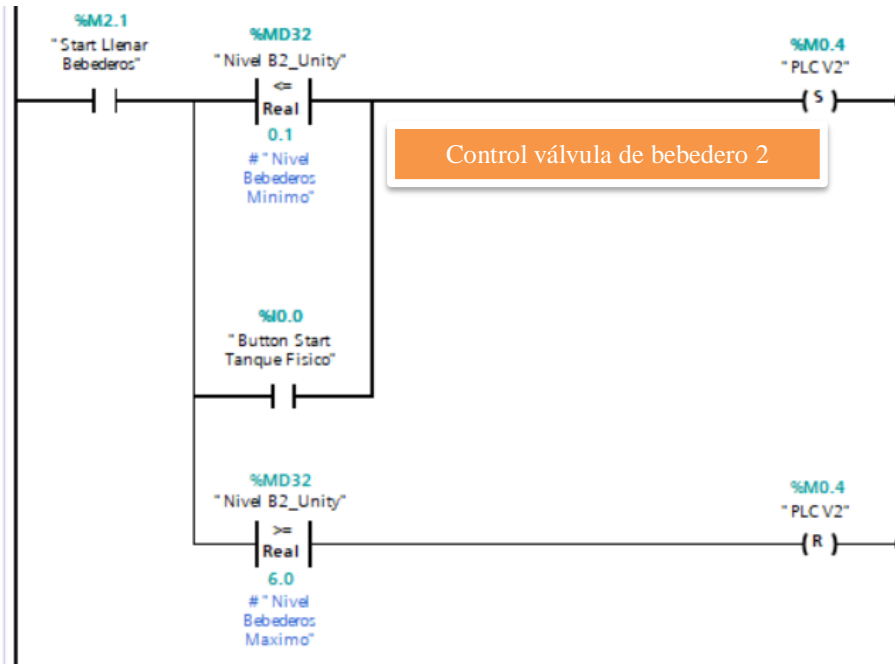
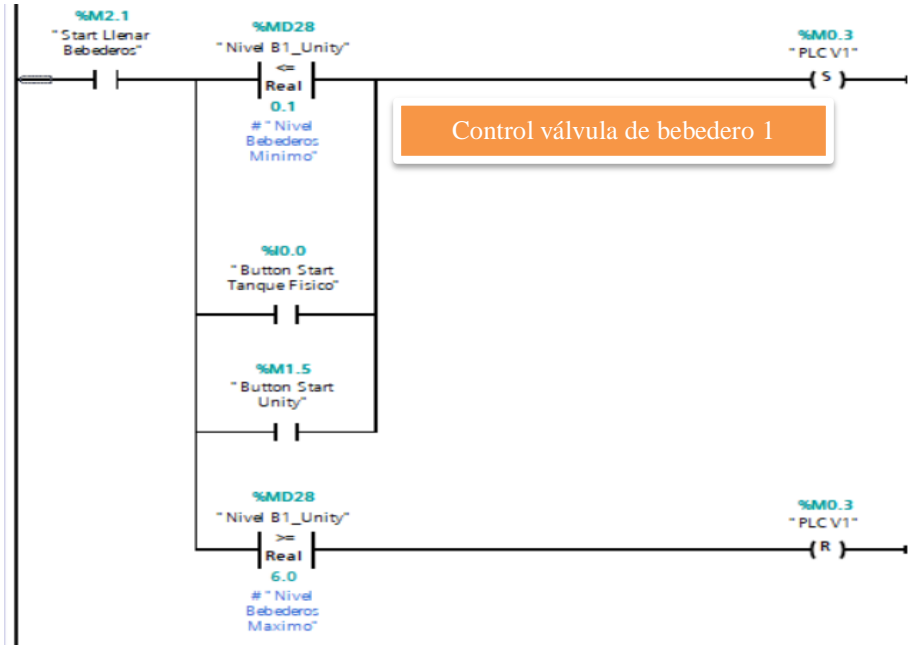


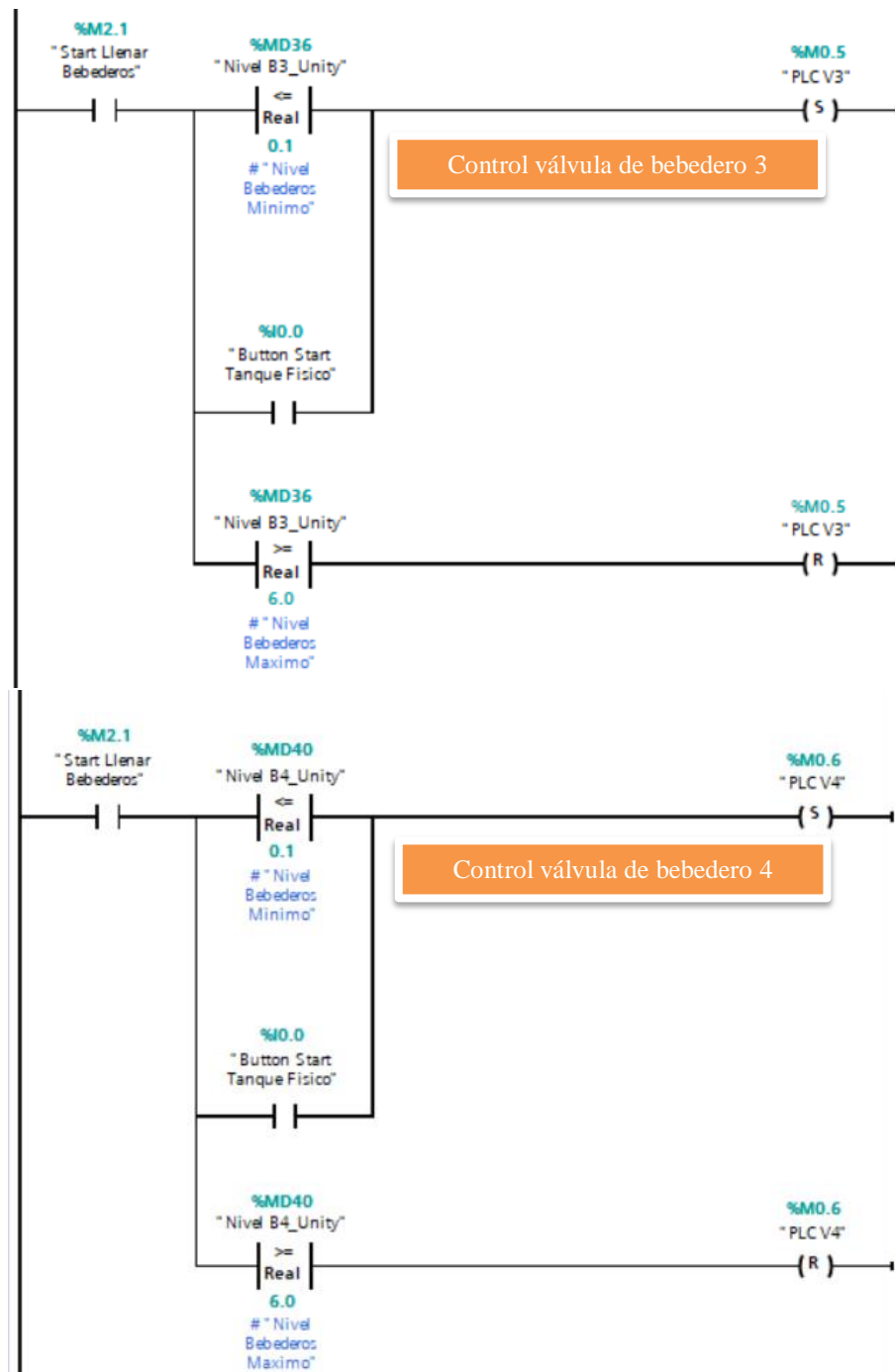
|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| <b>Anexo 13</b> | Comparaciones para encender y llenar el tanque |  <b>UNIVERSIDAD<br/>TÉCNICA DE<br/>COTOPAXI</b> |
|-----------------|--|--|

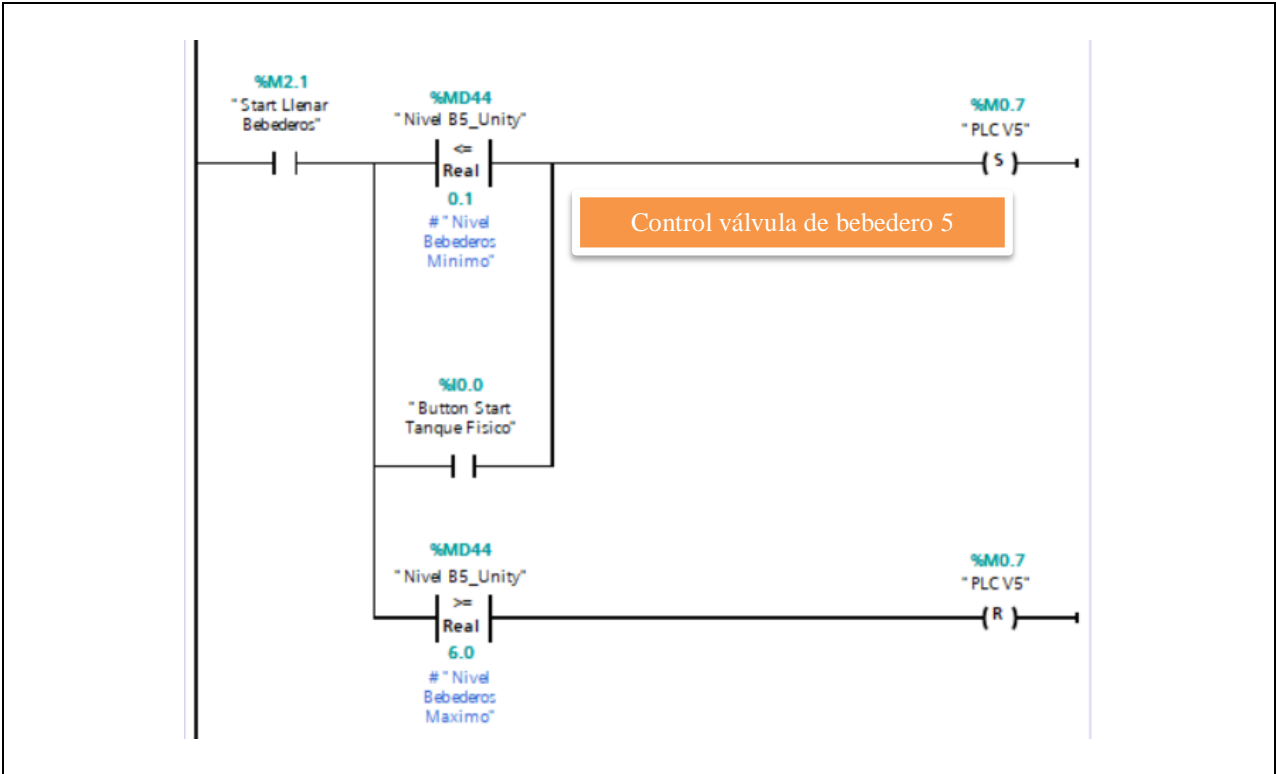


Anexo 14

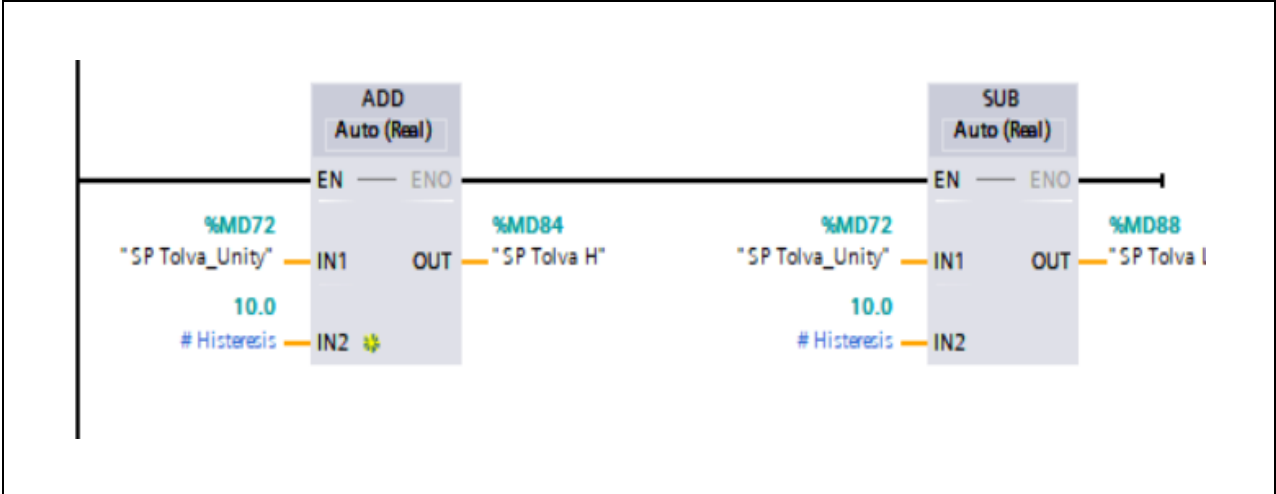
Activación de las válvulas de los bebederos en TIA PORTAL




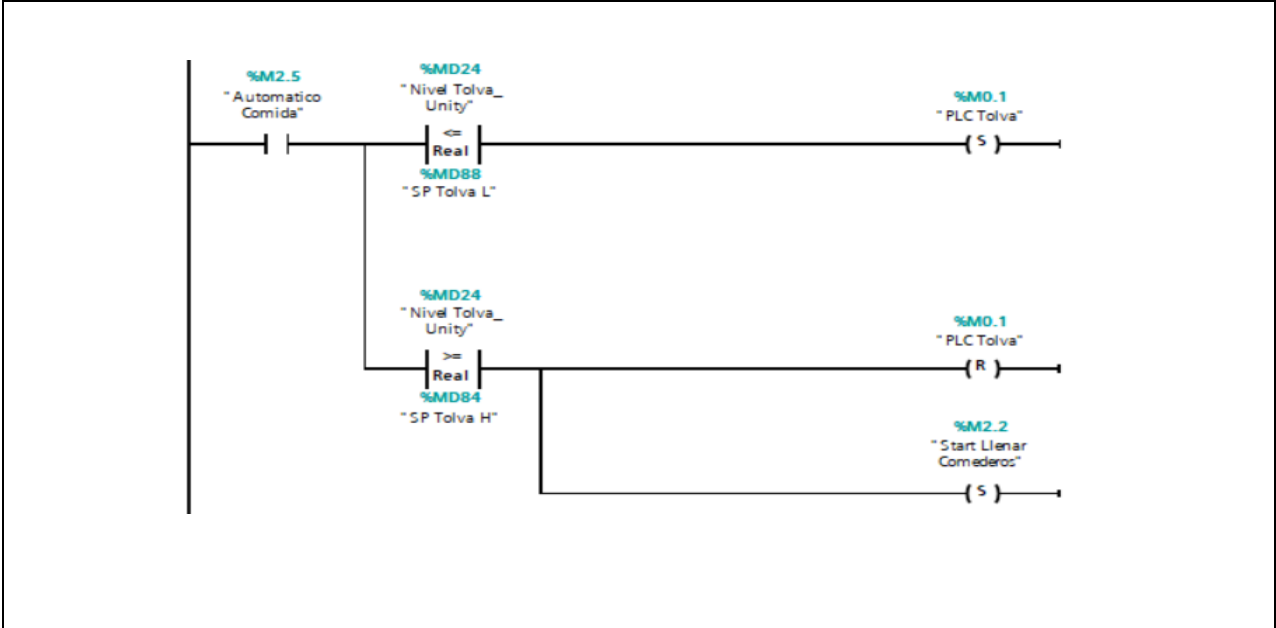





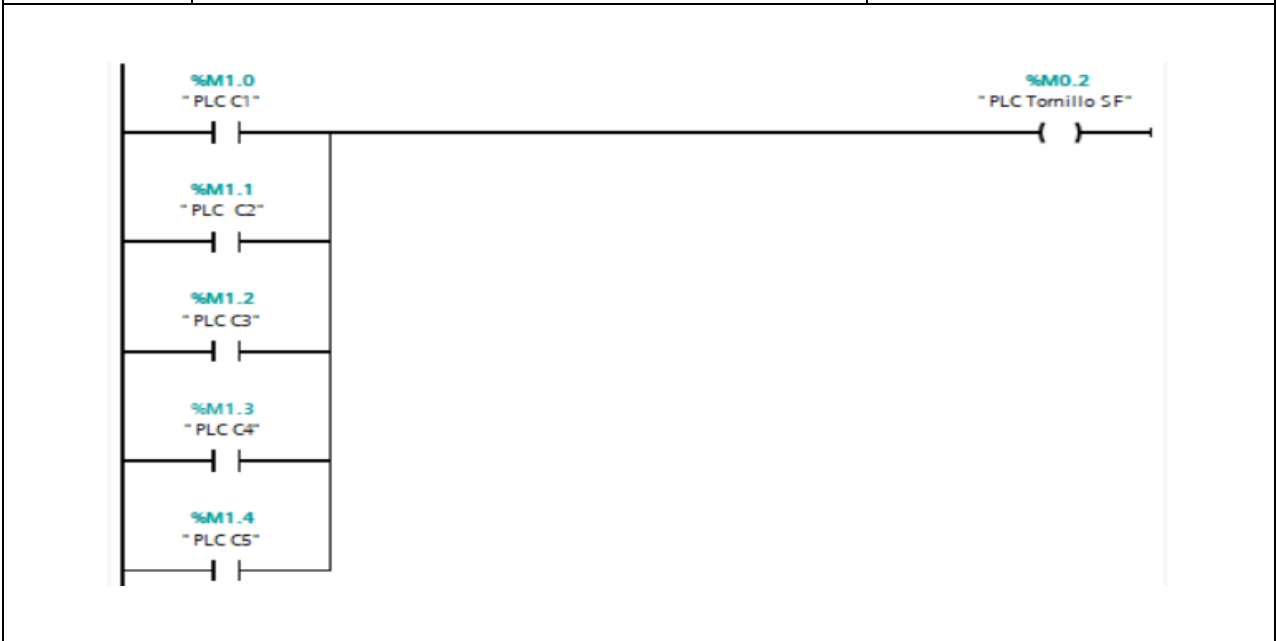
|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| <b>Anexo 15</b> | Cálculo del Set point alto y bajo de la tolva en TIA PORTAL |  |
|-----------------|---|--|

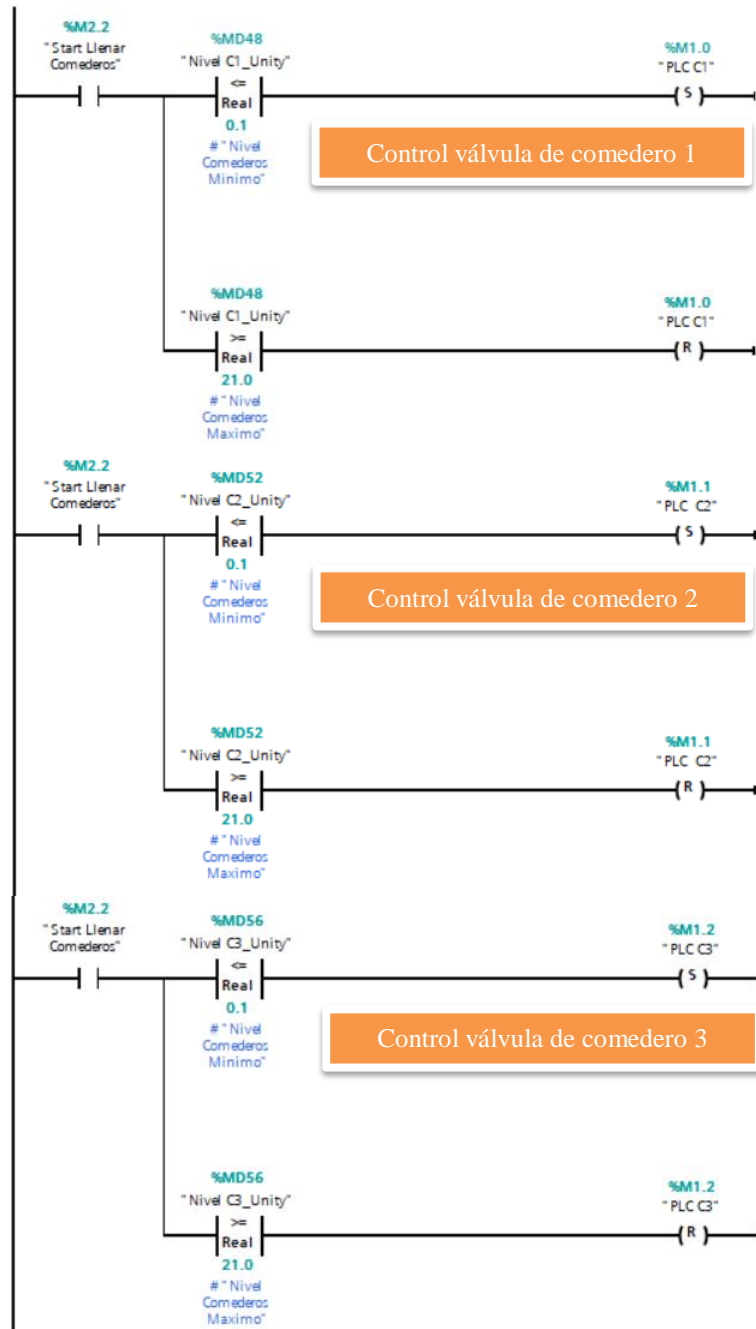


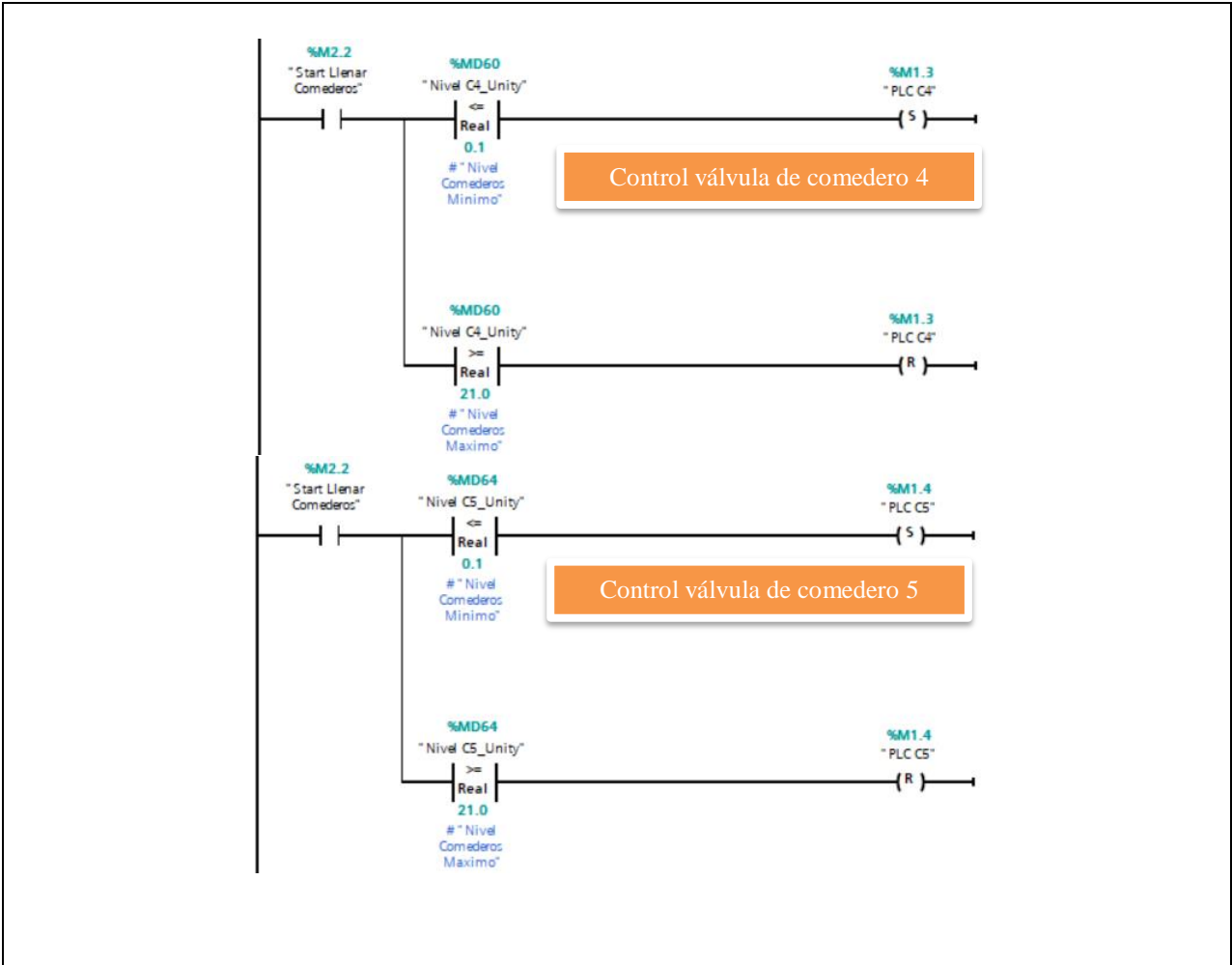
|                 |  |   |
|-----------------|--|---|
| <b>Anexo 16</b> | Comparaciones para control ON-OFF con histéresis de la tolva |  |
|-----------------|--|---|

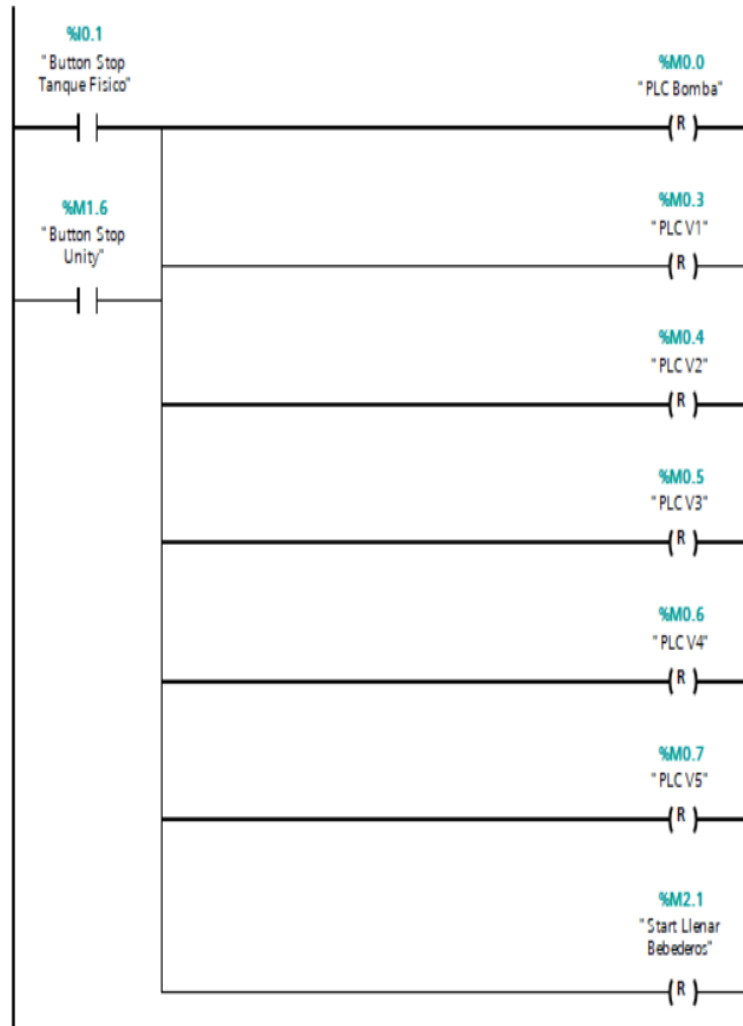


|                 |   |   |
|-----------------|---|---|
| <b>Anexo 17</b> | Encendido el tornillo sin fin en TIA PORTAL |  |
|-----------------|---|---|



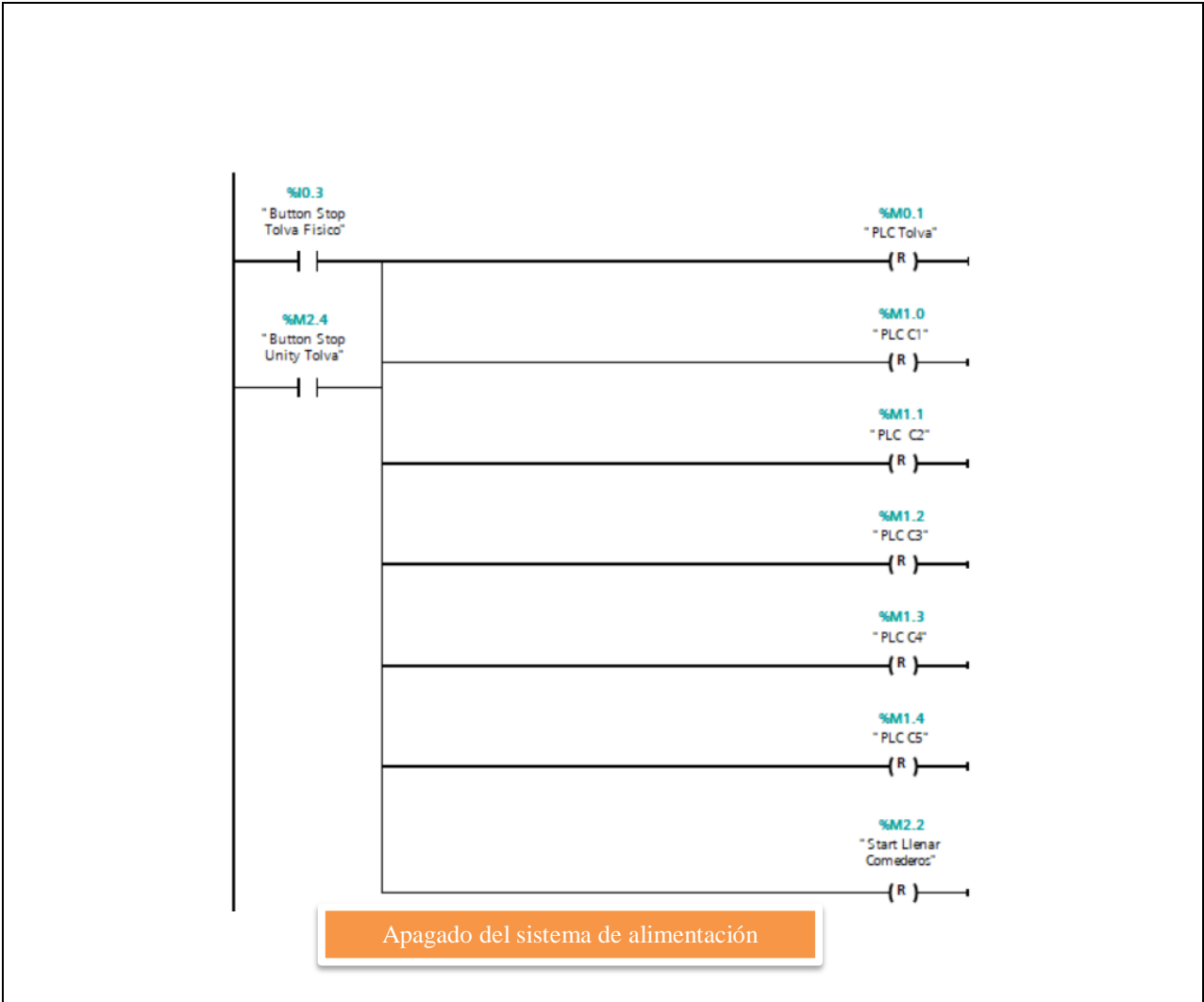




























Apagado del sistema de bebida





| Anexo 20   | Registro de datos del sistema según la hora y fecha |  <b>UNIVERSIDAD<br/>TÉCNICA DE<br/>COTOPAXI</b> |
|--|---|--|
|  Dia 5 Hora3 29 50.txt  | 5/8/2022 03:32                                      | Documento de tex... 20 KB  |
|  Dia 5 Hora3 44 0.txt   | 5/8/2022 03:47                                      | Documento de tex... 35 KB  |
|  Dia 5 Hora3 54 33.txt  | 5/8/2022 03:54                                      | Documento de tex... 1 KB   |
|  Dia 5 Hora3 55 31.txt  | 5/8/2022 03:57                                      | Documento de tex... 17 KB  |
|  Dia 5 Hora3 58 16.txt  | 5/8/2022 03:59                                      | Documento de tex... 11 KB  |
|  Dia 5 Hora4 1 36.txt   | 5/8/2022 04:01                                      | Documento de tex... 1 KB   |
|  Dia 5 Hora4 2 49.txt   | 5/8/2022 04:03                                      | Documento de tex... 4 KB   |
|  Dia 5 Hora4 3 29.txt   | 5/8/2022 04:04                                      | Documento de tex... 8 KB   |
|  Dia 5 Hora4 7 7.txt    | 5/8/2022 04:08                                      | Documento de tex... 11 KB  |
|  Dia 5 Hora4 11 58.txt  | 5/8/2022 04:14                                      | Documento de tex... 20 KB  |
|  Dia 5 Hora4 27 11.txt  | 5/8/2022 04:28                                      | Documento de tex... 15 KB  |
|  Dia 5 Hora4 34 28.txt  | 5/8/2022 04:46                                      | Documento de tex... 113 KB   |
|  Dia 5 Hora4 53 41.txt  | 5/8/2022 04:54                                      | Documento de tex... 11 KB  |
|  Dia 5 Hora4 54 57.txt  | 5/8/2022 04:54                                      | Documento de tex... 1 KB   |
|  Dia 5 Hora5 19 1.txt   | 5/8/2022 05:21                                      | Documento de tex... 22 KB  |
|  Dia 5 Hora5 21 56.txt  | 5/8/2022 05:23                                      | Documento de tex... 15 KB  |
|  Dia 5 Hora6 51 47.txt  | 5/8/2022 06:52                                      | Documento de tex... 4 KB   |
|  Dia 5 Hora7 32 15.txt  | 5/8/2022 07:32                                      | Documento de tex... 5 KB   |
|  Dia 6 Hora12 14 37.txt | 6/8/2022 12:15                                      | Documento de tex... 5 KB   |
|  Dia 6 Hora12 15 14.txt | 6/8/2022 12:25                                      | Documento de tex... 89 KB  |
|  Dia 7 Hora19 22 3.txt  | 7/8/2022 19:29                                      | Documento de tex... 70 KB  |

**ENCUESTA SOBRE EL SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL**

1. ¿Considera que el desarrollo de la aplicación de realidad virtual para el control de sistemas de alimentación y bebida de aves se puede implementar como herramienta complementaria de capacitación?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
  
2. ¿El entorno virtual implementado, posee las herramientas y equipos que son necesarios en un proceso real?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
  
3. ¿El aspecto visual del entorno 3D muestra el realismo necesario para la comprensión del proceso a controlar?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
  
4. ¿En entorno virtual es sencillo de manejar y permite una interacción satisfactoria con el usuario?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
  
5. ¿Cree Ud. que el uso del entorno virtual mejora las habilidades relacionadas con el control y automatización de procesos?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
  
6. ¿La guía práctica proporciona la información necesaria para la elaboración de la práctica de laboratorio de manera sencilla?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

## COMEDERO TOLVA ROJA 12 KG



\* El diseño de platon sin aletas hace que no existan rincones donde no se acumulen y se descomponga el alimento o que dificulten su limpieza evitando propagacion de enfermedades y desperdicio.

\* La robusta y dimensionada pestaña interior del plato evita el desperdicio del alimento por el picoteo o el pataleo de aves, motivandolas a comer mas cerca mejorando la rotacion del alimento y maximizando la eficiencia en el consumo.

\* El bastago compacta evita que el alimento se pierda de la tolva.

\* Apilables para su comodo almacenamiento.

|               |   |                       |   |
|---------------|---|-----------------------|---|
| REFERENCIA:   | 305010020                                       | MATERIAL:             | Polielileno altamente resistente  |
| PRESENTACIÓN: | 12 kilos  | CAPACIDAD:            | 30-40 aves  |
| COLORES:      | Rojo  | DIÁMETRO:             | 39.5 cm   |
| DIMENSIONES:  | 34 cms de alto                                  | PESO:                 | 1120 gr   |
| USO:          | Pollos de iniciacion y adulto                   | EMPAQUE:              | Local bolsa - Envio lona  |
| VIDA ÚTIL:    | 3años   | GARANTÍA:             | 6 meses   |
| SUBPRODUCTOS: | 1 gancho plastico, 1 bastago, 1 tolva, 1 platon | MEDIDAS DE SEGURIDAD: | Desinfectar en cada cambio de camada de pollo, o cuando sea necesario por limpieza. |

# BEBEDERO



### Características:

100% nuevo y de alta calidad  
Conveniente para añadir agua, diseño razonable  
Protección del Medio Ambiente, no tóxico  
Adecuado para Ganso, pollo, pato.  
JERS IMPORT

\*\*\*\*\*

Bebedero Manual de Pollo de 6 Litros

Somos empresa te damos absoluta garantía!!

Visite nuestros demás productos!!

### Capacidad



### Partes



### Dimensiones



15/8/22, 14:48

Hoja de datos del producto

**VEGAPULS C 11**

De dos hilos 4 ... 20 mA

Sensor de radar para la medición continua de nivel

**Campo de aplicación**

El VEGAPULS C 11 es el sensor de radar ideal para la medición de nivel sin contacto en todas las aplicaciones estándar en las que se requiere un alto tipo de protección. Es especialmente apropiado para la medición de nivel en el tratamiento de aguas, en estaciones de bombeo y en depósitos de contención, para la medición de caudal en canales abiertos y para la monitorización de nivel y para muchos sectores de la industria.

El sensor es apropiado tanto para la medición de líquidos como para el empleo libre de mantenimiento en pequeños silos de sólidos a granel o en contenedores de sólidos a granel.

**Su ventaja**

- Operación libre de mantenimiento mediante tecnología de radar de 80 GHz sin contacto
- Resultados exactos de medición independientemente de las condiciones del producto, de proceso y ambientales
- Sensor económico para tareas sencillas de medición

**Función**

El equipo emite una señal de radar continua a través de su antena. La señal enviada es reflejada por el producto y captada en forma de eco por la antena.

La diferencia de frecuencia entre la señal enviada y la señal recibida es proporcional a la distancia y depende de la altura de llenado. La altura de llenado determinada de esta forma es convertida en una señal de salida correspondiente y entregada como valor de medición.

**VEGA****Datos técnicos**

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Rango de medición       | hasta 8 m (26.25 ft)                                 |
| Error de medición       | ≤ 5 mm   |
| Ángulo de haz           | 8°   |
| Señal de salida         | 4 ... 20 mA  |
| Conexión a proceso      | Rosca G1½, 1½ NPT, R1½                               |
| Unión de montaje        | Rosca G1, 1 NPT, R1                                  |
| Presión de proceso      | -1 ... 3 bar (-100 ... 200 kPa/-14.5 ... 43.51 psig) |
| Temperatura de proceso  | -40 ... +60 °C (-40 ... +140 °F)                     |
| Temperatura ambiente    | -40 ... +60 °C (-40 ... +140 °F)                     |
| Tensión de alimentación | 12 ... 35 V DC                                       |

**Materiales**

Las partes del equipo en contacto con el medio están hechas de PVDF. La junta de proceso es de FKM. El cable de conexión está aislado con PVC.

Un resumen completo de todos los materiales y juntas disponibles se encuentran en el "Configurador" en [www.vega.com](http://www.vega.com) y "Productos".

**Versiónes de carcasas**

La carcasa está optimizada para aplicaciones en el área de aguas/aguas residuales y está hecha de PVDF. Gracias al prensaestopas sellado se alcanza el tipo de protección IP66/IP68 (3 bar).

**Versiónes electrónicas**

Los equipos tienen una electrónica de dos hilos 4 ... 20 mA.

## Válvula Solenoide 1/2 pulg Electroválvula 12v Agua Aire



### Descripción

#### ESPECIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Tensión: DC 12 V

Corriente: 0.6A

Potencia: 8 W

Modo de operación: normalmente cerrado

Tipo de válvula: diafragma (operado por servo)

Material: metal y plástico

Entrada y salida: Manguera para 1/2 "(diámetro exterior) manguera

Uso: fluidos de agua y baja viscosidad

Presión: 0.02 a 0.8 mPa

Temperatura máxima del fluido: 100 °C

Dimensiones:

Diámetro del tornillo: aprox. 20mm

Tamaño: 84mmx57mm aprox.

Tamaño de la bobina: 34mmx23mm aprox.

**Vista 1**



**Vista 2**



BilbaoElectronics.com

TANQUE CILÍNDRICO VERTICAL / TIPO BOTELLA

USO SUPERFICIAL

- Hermético, tapa de traba con seguro giratorio.



Especificaciones Técnicas



| Capacidad litros | A   | B    | H    |
|------------------|-----|------|------|
|                  | mm  | mm   | mm   |
| 250              | 550 | 695  | 880  |
| 500              | 550 | 860  | 1165 |
| 1100             | 550 | 1120 | 1465 |
| 1500             | 550 | 1568 | 1520 |

TANQUE CILÍNDRICO VERTICAL DE GRAN VOLUMEN

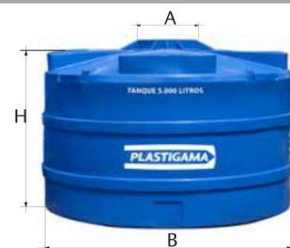
USO SUPERFICIAL

- Reemplaza tanques de acero al carbono para almacenar agua potable en comunidades y recintos.

Reemplaza tanques de acero inoxidable para almacenar productos que son altamente corrosivos o con grado alimenticio.



Especificaciones Técnicas



| CAPACIDAD LITROS | A mm | B mm | H mm | USO ESTANDAR |                  | USO INDUSTRIAL |                  |
|------------------|------|------|------|--------------|------------------|----------------|------------------|
|                  |      |      |      | Peso kg      | Peso con agua kg | Peso kg        | Peso con agua kg |
| 5000             | 550  | 2500 | 1580 | 104,30       | 5104,30          |                |                  |
| 10000            | 550  | 2500 | 2420 | 262          | 10262            | 272            | 10272            |
| 15000            | 550  | 2500 | 3470 | 367          | 15367            | 382            | 15382            |
| 20000            | 550  | 2500 | 4520 | 472          | 20472            | 497            | 20497            |

ADAPTADORES PARA TANQUES DE GRAN VOLUMEN



**Adaptador EPDM**  
Disponibles de 3" y 4" para tanques de 10000, 15000 y 20000 litros.

\*Se venden por separado.

## Bomba de agua 1/2 HP TOTAL 110V



### Descripción

Bomba de Agua 1/2 HP TOTAL 110V 1"x1"  
impeler de bronce

Voltaje: 110-120V~60Hz

Potencia: 1/2 HP (370 w)

Altura máxima: 35 m.

Caudal máximo: 35 L /min

Succión máxima: 8 m

Cable de motor: cobre

Impeler periférico: bronce

Longitud de cable: 15 cm.

Nuevo diseño de paletas de refrigeración del motor y tapa de ventilador de plástico color gris.

Presentación en caja de color

### Vista 1



### Características

- Bobinado de cobre.
- Protección de sobrecarga térmica.
- Clase de aislamiento: F
- Clase de protección: IPX4
- Temperatura ambiente de hasta 40 °C



**Anexo 28****Programación Principal del entorno en Visual Studio**

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using TMPro;
using Sharp7;
using UnityEngine.UI;//Libreria para Toggle
using System.Threading;
using System.IO.Ports;
using System.IO;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class Principal1 : MonoBehaviour
{
    public int cvTanque = 0;
    public int cvTolva = 0;
    public float tiempoGuardar = 0.5f;
    TextWriter Escribe;
    public bool activarBotonStartBebederos = false;
    public bool activarBotonStartComederos = false;
    public GameObject ledAutomaticoONB;
    public GameObject ledAutomaticoFFB;
    public GameObject ledAutomaticoONC;
    public GameObject ledAutomaticoFFC;
    public GameObject pantalla1;
    public GameObject pantalla2;
    public GameObject sliderNivelTanque;
    public GameObject textoEncendidoC1; public GameObject textoApagadoC1;
    public GameObject textoEncendidoC2; public GameObject textoApagadoC2;
    public GameObject textoEncendidoC3; public GameObject textoApagadoC3;
    public GameObject textoEncendidoC4; public GameObject textoApagadoC4;
    public GameObject textoEncendidoC5; public GameObject textoApagadoC5;
    public GameObject textoEncendidoB1; public GameObject textoApagadoB1;
    public GameObject textoEncendidoB2; public GameObject textoApagadoB2;
    public GameObject textoEncendidoB3; public GameObject textoApagadoB3;
    public GameObject textoEncendidoB4; public GameObject textoApagadoB4;
    public GameObject textoEncendidoB5; public GameObject textoApagadoB5;
    public GameObject advertencia;
    public TextMeshProUGUI inputFieldSPTolvaTouch;
    public TextMeshProUGUI inputFieldSPTanqueTouch;
    //*****ELEMENTOS DEL SCADA
    //*****TEXTO DEL SCADA
    public Slider slideSPTanqueSCADA; public Slider slideSPTolvaSCADA;
    public GameObject flechaCVTanque; public GameObject flechaCVTolva;
    public Text textSPTanqueSCADA; public Text textSPTolvaSCADA;
    public Text textCVTanqueSCADA; public Text textCVTolvaSCADA;
    public Text nivelTanqueSCADA; public Text nivelB1SCADA; public Text nivelB2SCADA;
    public Text nivelB3SCADA; public Text nivelB4SCADA; public Text nivelB5SCADA;
    public Text nivelTolvaSCADA; public Text nivelC1SCADA; public Text nivelC2SCADA;
    public Text nivelC3SCADA; public Text nivelC4SCADA; public Text nivelC5SCADA;
    //*****AGUAS DEL SCADA
    public GameObject aguaTanqueSCADA;
    public GameObject aguaB1SCADA; public GameObject aguaB2SCADA;
    public GameObject aguaB3SCADA; public GameObject aguaB4SCADA;
    public GameObject aguaB5SCADA;
    //*****COMIDAS DEI SCADA
    public GameObject comidaTolvaSCADA; public GameObject comidaC1SCADA;
    public GameObject comidaC2SCADA; public GameObject comidaC3SCADA;
    public GameObject comidaC4SCADA; public GameObject comidaC5SCADA;
```

```

public GameObject supplyComidaON; public GameObject supplyComidaOFF;
public GameObject bombaON; public GameObject bombaOFF;
public GameObject motorON; public GameObject motorOFF;
public GameObject valvulaB1ON; public GameObject valvulaB1OFF;
public GameObject valvulaB2ON; public GameObject valvulaB2OFF;
public GameObject valvulaB3ON; public GameObject valvulaB3OFF;
public GameObject valvulaB4ON; public GameObject valvulaB4OFF;
public GameObject valvulaB5ON; public GameObject valvulaB5OFF;
public GameObject valvulaC1ON; public GameObject valvulaC1OFF;
public GameObject valvulaC2ON; public GameObject valvulaC2OFF;
public GameObject valvulaC3ON; public GameObject valvulaC3OFF;
public GameObject valvulaC4ON; public GameObject valvulaC4OFF;
public GameObject valvulaC5ON; public GameObject valvulaC5OFF;

//*****
public GameObject sonidoGallinas; private bool esSonidoGallinas = false;
//COMUNICACION SERIAL
public bool desgasteB1, desgasteB2, desgasteB3, desgasteB4, desgasteB5;
public bool desgasteC1, desgasteC2, desgasteC3, desgasteC4, desgasteC5;
private int potB1, potB2, potB3, potB4, potB5;
private int potC1, potC2, potC3, potC4, potC5;
private int switchTanque, switchTolva;
private string sendstring;//Datos enviados en cadena
public bool enableComunicacionSerial = false;
private string receivedstring;//Datos recibidos
public GameObject indicadorConexionSerial;
public GameObject indicadorNoConexionSerial;
public TextMeshProUGUI textoConexion;
public GameObject canvasSerial;
private bool enableCanvasSerial;
SerialPort puerto;
[SerializeField] Dropdown myDrop;
//[SerializeField] Button iniciarBtn;
//string valor = "";
//INDICADORES DE CONEXION CON PLC
public GameObject indicadorConexion;
public GameObject indicadorDesconexion;

//TOGGLES
private bool boolToggleSin = false;
private bool boolToggleCon = false;

private GameObject toggle_sinPLC;
private GameObject toggle_conPLC;
//Variables SONIDOS
public GameObject sonidoBoton;
private GameObject sonidoBotonPr;
public GameObject sonidoBoton2;
private GameObject sonidoBotonPr2;
//Variables para control de Unity con PLC
private bool bombaEncendida = false;
//Variables de comunicacion con S7 1200
public GameObject GamaCanvasConexion;
private int variableMensajes = 0;
public GameObject mensajeConectado;
public GameObject mensajeNoConectado;
private string ipPLC = "";
//private string ipPLC = "";
//private string ipPLC = "";
public bool stateComunicacion = false;
private S7Client CLIENT = new S7Client();
///Recepcion del PLC
public bool TIABomba;
public bool TIATolva;
public bool TIATornilloSF;
public bool TIAV1; public bool TIAV2;

```

```

public bool TIAV3; public bool TIAV4;
public bool TIAV5; public bool TIAC1;
public bool TIAC2; public bool TIAC3;
public bool TIAC4; public bool TIAC5;
////Envio al PLC
public bool E_TIA_BotonStart_U;
public bool E_TIA_BotonStop_U;
public bool E_TIA_BotonMA_U;
public float E_TIA_NivelTanque_U;
public float E_TIA_NivelTolva_U;
public float E_TIA_NivelB1_U; public float E_TIA_NivelB2_U;
public float E_TIA_NivelB3_U; public float E_TIA_NivelB4_U;
public float E_TIA_NivelB5_U; public float E_TIA_NivelC1_U;
public float E_TIA_NivelC2_U; public float E_TIA_NivelC3_U;
public float E_TIA_NivelC4_U; public float E_TIA_NivelC5_U;
public float E_TIA_SPTanque_U; public float E_TIA_SPTolva_U;
public bool E_TIA_BotonStart_U_Tolva; public bool E_TIA_BotonStop_U_Tolva;
//hilos
Thread comunicacionPLCThread = null;
//Thread comunicacionSerialThread = null;
//
public GameObject gameButtonONTolva;
public GameObject gameButtonOFFTolva;
public GameObject comidaTolva;
private bool stateAlime = false;
public bool particulasComidaActivas;
private int ultimovalor = 0;
//private bool unaVezComidaTubo = false;
public ParticleSystem[] particulas = new ParticleSystem[16];
public GameObject[] comidasTubo = new GameObject[16];
public GameObject sonidoBomba;
private GameObject sonidoBombaPr;
public GameObject sonidoAgua;
public GameObject sonidoTornillo;
public GameObject sonidoComidaTolva;
private GameObject sonidoComidaTolvaPr;
private GameObject sonidoAguaPr1; private GameObject sonidoAguaPr2;
private GameObject sonidoAguaPr3; private GameObject sonidoAguaPr4;
private GameObject sonidoAguaPr5; private GameObject sonidoAguaPr6;
private GameObject sonidoAguaPr7; private GameObject sonidoAguaPr8;
private GameObject sonidoAguaPr9; private GameObject sonidoAguaPr10;
private GameObject sonidoTornilloPr;
public GameObject canvasNivelesBebederos;
public bool stateCanvasBebederos = false;
public GameObject canvasNivelesComederos;
public bool stateCanvasComederos = false;
public Material materialVerdeON;
public Material materialVerdeOFF;
//private Renderer rend;
public GameObject LamparaBomba;
public GameObject LamparaTornilloSF;
public GameObject[] Lamparas = new GameObject[10];
public GameObject[] LamparasComederos = new GameObject[10];

public Switch[] interruptores = new Switch[10];
public GameObject Rotor;
public GameObject TornilloSF;
public GameObject chorro;
private bool stateAlimentadora = false;
public bool stateLlenarTolva = false;
public bool stateVaciarTolva = false;
public bool stateLlenarTanque = false;
public bool stateVaciarTanque = false;
public bool stateEncenderBomba = false;
public float timer, timerTolva;
public float timerB1, timerB2, timerB3, timerB4, timerB5, timerB6, timerB7, timerB8, timerB9, timerB10;

```

```

public float timerC1, timerC2, timerC3, timerC4, timerC5, timerC6, timerC7, timerC8, timerC9, timerC10;

public TextMeshProUGUI textoTimerPro, textoTimerProTolva;
public TextMeshProUGUI textoNivelPro, textoNivelProTolva;
public TextMeshProUGUI textoTimerProB1, textoTimerProB2, textoTimerProB3, textoTimerProB4, textoTimerProB5,
textoTimerProB6, textoTimerProB7, textoTimerProB8, textoTimerProB9, textoTimerProB10;
public TextMeshProUGUI textoNivelProB1, textoNivelProB2, textoNivelProB3, textoNivelProB4, textoNivelProB5,
textoNivelProB6, textoNivelProB7, textoNivelProB8, textoNivelProB9, textoNivelProB10;
public TextMeshProUGUI textoTimerProC1, textoTimerProC2, textoTimerProC3, textoTimerProC4, textoTimerProC5,
textoTimerProC6, textoTimerProC7, textoTimerProC8, textoTimerProC9, textoTimerProC10;
public TextMeshProUGUI textoNivelProC1, textoNivelProC2, textoNivelProC3, textoNivelProC4, textoNivelProC5,
textoNivelProC6, textoNivelProC7, textoNivelProC8, textoNivelProC9, textoNivelProC10;

private float nivel, nivelTolva;
private float factorNivel, factorNivelTolva;
public GameObject AguaTanque;
//COMEDEROS
private float EscalaH = 57.66f;
private float EscalaL = 0.88f;
private float LitrosL = 0.0f;
private float LitrosH = 460.0f; //Nivel de Agua del Tanque
private float LitrosHTolva = 350.0f; //Nivel de Comida Tolva
private float escala = 0.0f;
private float tiempoLlenado = 60.0f;
private float tiempoLlenadoTolva = 60.0f;
private float EscalaHC = 0.001f;
private float EscalaLC = 0.00001f;
private float LitrosLC = 0.0f;
private float LitrosHC = 21.0f; //Nivel de comida de los COMEDEROS
private float EscalaHB = 0.14f;
private float EscalaLB = 0.001f;
private float LitrosLB = 0.0f;
private float LitrosHB = 6.0f; //Nivel de agua de los BEBEDEROS

private float escalaB1, escalaB2, escalaB3, escalaB4, escalaB5;//, escalaB6, escalaB7, escalaB8, escalaB9, escalaB10;
private float escalaC1, escalaC2, escalaC3, escalaC4, escalaC5, escalaC6, escalaC7, escalaC8, escalaC9, escalaC10;

public bool state_Llenar_B1, state_Vaciar_B1; public bool state_Llenar_B2, state_Vaciar_B2;
public bool state_Llenar_B3, state_Vaciar_B3; public bool state_Llenar_B4, state_Vaciar_B4;
public bool state_Llenar_B5, state_Vaciar_B5; public bool state_Llenar_B6, state_Vaciar_B6;
public bool state_Llenar_B7, state_Vaciar_B7; public bool state_Llenar_B8, state_Vaciar_B8;
public bool state_Llenar_B9, state_Vaciar_B9; public bool state_Llenar_B10, state_Vaciar_B10;

public bool state_Llenar_C1, state_Vaciar_C1; public bool state_Llenar_C2, state_Vaciar_C2;
public bool state_Llenar_C3, state_Vaciar_C3; public bool state_Llenar_C4, state_Vaciar_C4;
public bool state_Llenar_C5, state_Vaciar_C5; public bool state_Llenar_C6, state_Vaciar_C6;
public bool state_Llenar_C7, state_Vaciar_C7; public bool state_Llenar_C8, state_Vaciar_C8;
public bool state_Llenar_C9, state_Vaciar_C9; public bool state_Llenar_C10, state_Vaciar_C10;

private float factorRestaComederos = 2.4f; private float factorBebederos = 0.0f;
private float factorComederos = 0.0f; private float tiempoBebederos = 23.0f;
private float tiempoComederos = 25.0f;
public float nivelB1, nivelB2, nivelB3, nivelB4, nivelB5, nivelB6, nivelB7, nivelB8, nivelB9, nivelB10;
public float nivelC1, nivelC2, nivelC3, nivelC4, nivelC5, nivelC6, nivelC7, nivelC8, nivelC9, nivelC10;

public GameObject ImagenNivelComida;
public GameObject aguaG1, aguaG2, aguaG3, aguaG4, aguaG5, aguaG6, aguaG7, aguaG8, aguaG9, aguaG10;
public GameObject agua1, agua2, agua3, agua4, agua5, agua6, agua7, agua8, agua9, agua10;

public GameObject comidaG1, comidaG2, comidaG3, comidaG4, comidaG5, comidaG6, comidaG7, comidaG8, comidaG9,
comidaG10;
public GameObject comida1, comida2, comida3, comida4, comida5, comida6, comida7, comida8, comida9, comida10;

public float delay, delayB2, delayB3, delayB4, delayB5, delayB6, delayB7, delayB8, delayB9, delayB10;
public float delayC, delayC2, delayC3, delayC4, delayC5, delayC6, delayC7, delayC8, delayC9, delayC10;

public float delayT = 0.0f, delayTolva = 0.0f;

```

```

public GameObject chorroB1, chorroB2, chorroB3, chorroB4, chorroB5, chorroB6, chorroB7, chorroB8, chorroB9,
chorroB10;

//private float Timer = 1f;

private bool variableONTanque = false;
private bool variableONTolva = false;
private bool llenandoTolva = false;

private bool valvula1ON = false; private bool valvula2ON = false;
private bool valvula3ON = false; private bool valvula4ON = false;
private bool valvula5ON = false;

private bool vTornilloSFON = false; private bool vComedero1ON = false;
private bool vComedero2ON = false; private bool vComedero3ON = false;
private bool vComedero4ON = false; private bool vComedero5ON = false;

/*
private bool vComedero6ON = false; private bool vComedero7ON = false;
private bool vComedero8ON = false; private bool vComedero9ON = false;
private bool vComedero10ON = false;
*/
private bool enviarStop = true;

void Start()
{
string fecha = "Dia " + System.DateTime.Now.Day + " Hora" + System.DateTime.Now.Hour + " " +
System.DateTime.Now.Minute + " " + System.DateTime.Now.Second + ".txt";
Escribe = new StreamWriter(fecha); //Escribe = new StreamWriter("Test2.txt");

Escribe.Write("SP Nivel Tanque");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("PV Nivel Tanque");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("CV Nivel Tanque");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel B1");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel B2");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel B3");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel B4");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel B5");
Escribe.Write("\t");

Escribe.Write("SP Nivel Tolva");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("PV Nivel Tolva");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("CV Nivel Tolva");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel C1");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel C2");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel C3");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel C4");
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write("Nivel C5\n");
//outputFile.WriteLine(line);

//*****fin txt

```

```
textoEncendidoC1.SetActive(false);
textoApagadoC1.SetActive(true);
textoEncendidoC2.SetActive(false);
textoApagadoC2.SetActive(true);
textoEncendidoC3.SetActive(false);
textoApagadoC3.SetActive(true);
textoEncendidoC4.SetActive(false);
textoApagadoC4.SetActive(true);
textoEncendidoC5.SetActive(false);
textoApagadoC5.SetActive(true);
```

```
textoEncendidoB1.SetActive(false);
textoApagadoB1.SetActive(true);
textoEncendidoB2.SetActive(false);
textoApagadoB2.SetActive(true);
textoEncendidoB3.SetActive(false);
textoApagadoB3.SetActive(true);
textoEncendidoB4.SetActive(false);
textoApagadoB4.SetActive(true);
textoEncendidoB5.SetActive(false);
textoApagadoB5.SetActive(true);
```

```
slideSPTanqueSCADA.wholeNumbers = true;
slideSPTanqueSCADA.value = 0;
```

```
slideSPTolvaSCADA.wholeNumbers = true;
slideSPTolvaSCADA.value = 0;
```

```
valvulaB1OFF.SetActive(true);   valvulaB1ON.SetActive(false);
valvulaB2OFF.SetActive(true);   valvulaB2ON.SetActive(false);
valvulaB3OFF.SetActive(true);   valvulaB3ON.SetActive(false);
valvulaB4OFF.SetActive(true);   valvulaB4ON.SetActive(false);
valvulaB5OFF.SetActive(true);   valvulaB5ON.SetActive(false);
```

```
valvulaC1OFF.SetActive(true);   valvulaC1ON.SetActive(false);
valvulaC2OFF.SetActive(true);   valvulaC2ON.SetActive(false);
valvulaC3OFF.SetActive(true);   valvulaC3ON.SetActive(false);
valvulaC4OFF.SetActive(true);   valvulaC4ON.SetActive(false);
valvulaC5OFF.SetActive(true);   valvulaC5ON.SetActive(false);
```

```
sonidoGallinas.SetActive(false);
```

```
//*****COMUNICACION SERIAL
```

```
desgasteB1 = false; desgasteB2 = false; desgasteB3 = false; desgasteB4 = false; desgasteB5 = false;
desgasteC1 = false; desgasteC2 = false; desgasteC3 = false; desgasteC4 = false; desgasteC5 = false;
```

```
potB1 = 0; potB2 = 0; potB3 = 0; potB4 = 0; potB5 = 0;
```

```
potC1 = 0; potC2 = 0; potC3 = 0; potC4 = 0; potC5 = 0;
```

```
switchTanque = 0; switchTolva = 0;
```

```
textoConexion.text = "";
```

```
//REFRESCAR PUERTOS COM - SERIAL
```

```
buttonRefreshPorts();
```

```
//CANVAS
```

```
GamaCanvasConexion.SetActive(true);
```

```
//TOGGLES
```

```
toggle_sinPLC = GameObject.Find("ToggleSin");
```

```
toggle_sinPLC.GetComponent<Toggle>().isOn = false;
```

```
toggle_conPLC = GameObject.Find("ToggleCON");//Este nombre entre comillas es el nombre del Toggle NOO el tag
```

```
toggle_conPLC.GetComponent<Toggle>().isOn = false;
```

```
TIABomba = false; TIATolva = false; TIATornilloSF = false; TIAV1 = false; TIAV2 = false; TIAV3 = false; TIAV4 =
false; TIAV5 = false;
```

```
TIAC1 = false; TIAC2 = false; TIAC3 = false; TIAC4 = false; TIAC5 = false;
```

```
E_TIA_BotonStart_U_Tolva = false; E_TIA_BotonStop_U_Tolva = false;
```

```

E_TIA_BotonStart_U = false; E_TIA_BotonStop_U = false; E_TIA_BotonMA_U = false; E_TIA_NivelTanque_U = 0.0f;
E_TIA_NivelTolva_U = 0.0f;
E_TIA_NivelB1_U = 0.0f; E_TIA_NivelB2_U = 0.0f; E_TIA_NivelB3_U = 0.0f; E_TIA_NivelB4_U = 0.0f;
E_TIA_NivelB5_U = 0.0f; E_TIA_NivelC1_U = 0.0f;
E_TIA_NivelC2_U = 0.0f; E_TIA_NivelC3_U = 0.0f; E_TIA_NivelC4_U = 0.0f; E_TIA_NivelC5_U = 0.0f;
E_TIA_SPTanque_U = 0.0f; E_TIA_SPTolva_U = 0.0f;

state_Llenar_B1 = false; state_Vaciar_B1 = false; state_Llenar_B2 = false; state_Vaciar_B2 = false; state_Llenar_B3 =
false; state_Vaciar_B3 = false;
state_Llenar_B4 = false; state_Vaciar_B4 = false; state_Llenar_B5 = false; state_Vaciar_B5 = false; state_Llenar_B6 =
false; state_Vaciar_B6 = false;
state_Llenar_B7 = false; state_Vaciar_B7 = false; state_Llenar_B8 = false; state_Vaciar_B8 = false; state_Llenar_B9 =
false; state_Vaciar_B9 = false;
state_Llenar_B10 = false; state_Vaciar_B10 = false;

state_Llenar_C1 = false; state_Vaciar_C1 = false; state_Llenar_C2 = false; state_Vaciar_C2 = false; state_Llenar_C3 =
false; state_Vaciar_C3 = false;
state_Llenar_C4 = false; state_Vaciar_C4 = false; state_Llenar_C5 = false; state_Vaciar_C5 = false; state_Llenar_C6 =
false; state_Vaciar_C6 = false;
state_Llenar_C7 = false; state_Vaciar_C7 = false; state_Llenar_C8 = false; state_Vaciar_C8 = false; state_Llenar_C9 =
false; state_Vaciar_C9 = false;
state_Llenar_C10 = false; state_Vaciar_C10 = false;

comunicacionPLCThread = new Thread(new ThreadStart(comunicacionPLC));
comunicacionPLCThread.IsBackground = true;
comunicacionPLCThread.Start();

comidaTolva.SetActive(false);
particulasComidaActivas = false;
for (int i = 0; i < comidasTubo.Length; i++)
{
    comidasTubo[i].SetActive(false);
}
canvasNivelesBebederos.SetActive(false);
canvasNivelesComederos.SetActive(false);

for (int i = 0; i < 10; i++)
{
    interruptores[i] = FindObjectOfType<Switch>();
}

nivel = 10.0f; nivelTolva = 20.0f;
factorNivel = 0.0f; factorNivelTolva = 0.0f;

timer = 0; timerTolva = 0;

delay = 0.0f; delayB2 = 0.0f; delayB3 = 0.0f; delayB4 = 0.0f; delayB5 = 0.0f; delayB6 = 0.0f; delayB7 = 0.0f; delayB8 =
0.0f; delayB9 = 0.0f; delayB10 = 0.0f;
delayC = 0.0f; delayC2 = 0.0f; delayC3 = 0.0f; delayC4 = 0.0f; delayC5 = 0.0f; delayC6 = 0.0f; delayC7 = 0.0f; delayC8 =
0.0f; delayC9 = 0.0f; delayC10 = 0.0f;
timerB1 = 0; timerB2 = 0; timerB3 = 0; timerB4 = 0; timerB5 = 0; timerB6 = 0; timerB7 = 0; timerB8 = 0; timerB9 = 0;
timerB10 = 0;
nivelB1 = 0.0f; nivelB2 = 0.0f; nivelB3 = 0.0f; nivelB4 = 0; nivelB5 = 0.0f; nivelB6 = 0.0f; nivelB7 = 0.0f; nivelB8 = 0.0f;
nivelB9 = 0.0f; nivelB10 = 0.0f;
escalaB1 = 0.0f; escalaB2 = 0.0f; escalaB3 = 0.0f; escalaB4 = 0.0f; escalaB5 = 0.0f; //escalaB6 = 0.0f; escalaB7 = 0.0f;
escalaB8 = 0.0f; escalaB9 = 0.0f; escalaB10 = 0.0f;
//TANQUE
factorNivel = LitrosH / tiempoLlenado;
chorro.SetActive(false);

//TOLVA
factorNivelTolva = LitrosHTolva / tiempoLlenadoTolva;

//BEBEDEROS
factorBebederos = LitrosHB / tiempoBebederos;

```

```

//COMEDEROS
factorComederos = LitrosHC / tiempoComederos;

//AGUAS
AguaTanque.SetActive(false);
agua1.SetActive(false); aguaG1.SetActive(false);   agua2.SetActive(false); aguaG2.SetActive(false);
agua3.SetActive(false); aguaG3.SetActive(false);   agua4.SetActive(false); aguaG4.SetActive(false);
agua5.SetActive(false); aguaG5.SetActive(false);   agua6.SetActive(false); aguaG6.SetActive(false);
agua7.SetActive(false); aguaG7.SetActive(false);   agua8.SetActive(false); aguaG8.SetActive(false);
agua9.SetActive(false); aguaG9.SetActive(false);   agua10.SetActive(false); aguaG10.SetActive(false);
//CHORROS
chorroB1.SetActive(false); chorroB2.SetActive(false); chorroB3.SetActive(false); chorroB4.SetActive(false);
chorroB5.SetActive(false);
chorroB6.SetActive(false); chorroB7.SetActive(false); chorroB8.SetActive(false); chorroB9.SetActive(false);
chorroB10.SetActive(false);
//COMIDAS
comida1.SetActive(false);
comida2.SetActive(false);
comida3.SetActive(false);
comida4.SetActive(false);
comida5.SetActive(false);

//sliderSpTanque = GetComponentInParent<Slider>();
}

void Update()
{
    if (stateComunicacion)
    {
        if (enviarStop == true)
        {
            StartCoroutine("tiempoBotonStopTanque");
            StartCoroutine("tiempoBotonStopTolva");
            enviarStop = false;
        }
    }
}

//GUARDAR DATOS EN TXT
tiempoGuardar -= Time.deltaTime;
if (tiempoGuardar <= 0)
{
    tiempoGuardar = 0.5f;

    Escribe.Write(E_TIA_SPTanque_U.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(nivel.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(cvTanque.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(nivelB1.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(nivelB2.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(nivelB3.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(nivelB4.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(nivelB5.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");

    Escribe.Write(E_TIA_SPTolva_U.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(nivelTolva.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
    Escribe.Write(cvTolva.ToString("f2"));
    Escribe.Write("\t");
}

```



```

Escribe.Write(nivelC1.ToString("f2"));
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write(nivelC2.ToString("f2"));
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write(nivelC3.ToString("f2"));
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write(nivelC4.ToString("f2"));
Escribe.Write("\t");
Escribe.Write(nivelC5.ToString("f2"));
Escribe.Write("\n");
}

//PONER DATOS DEL UNITY EN VARIABLES DEL PLC
E_TIA_NivelTanque_U = nivel;
E_TIA_NivelTolva_U = nivelTolva;
E_TIA_NivelB1_U = nivelB1;
E_TIA_NivelB2_U = nivelB2;
E_TIA_NivelB3_U = nivelB3;
E_TIA_NivelB4_U = nivelB4;
E_TIA_NivelB5_U = nivelB5;
E_TIA_NivelC1_U = nivelC1;
E_TIA_NivelC2_U = nivelC2;
E_TIA_NivelC3_U = nivelC3;
E_TIA_NivelC4_U = nivelC4;
E_TIA_NivelC5_U = nivelC5;

//Llenar la TANQUE con Switch de la 1) Comunicacion Serial o 2) con PLC S7 1200
if (TIABomba == true || switchTanque == 1)
{
    variableONTanque = true;
}
else
{
    if (TIABomba == false || switchTanque == 0)
    {
        variableONTanque = false;
    }
}

if (variableONTanque == true && bombaEncendida==false)
{
    botonEncenderBomba();
    bombaEncendida = true;
}
if (variableONTanque == false && bombaEncendida == true)
{
    botonApagarBomba();
    bombaEncendida = false;
}

//-----
//Llenar la TOLVA con Switch de la 1) Comunicacion Serial o 2) con PLC S7 1200

//*****
if(TIATolva==true || switchTolva == 1)
{
    variableONTolva = true;
}
else
{
    if (TIATolva==false || switchTolva == 0)
    {
        variableONTolva = false;
    }
}

```

```

    }
  }
  if (variableONTolva == true && llenandoTolva == false)
  {
    buttonLlenarTolva();
    llenandoTolva = true;
  }
  if(variableONTolva == false && llenandoTolva == true)
  {
    buttonLlenarTolvaOFF();
    llenandoTolva = false;
  }
}

//-----CONTROL DE BEBEDEROS CON PLC
//***** Llenar Bebedero 1
if (TIAV1 == true && valvula1ON==false)
{
  buttonEncenderV1();
  valvula1ON = true;
  //Debug.Log("Llenar B1 ON");
}
if (TIAV1 == false && valvula1ON == true)
{
  buttonApagarV1();
  valvula1ON = false;
  //Debug.Log("Llenar B1 OFF");
}
//***** Llenar Bebedero 2
if (TIAV2 == true && valvula2ON == false)
{
  buttonEncenderV2();
  valvula2ON = true;
  //Debug.Log("Llenar B2 ON");
}
if (TIAV2 == false && valvula2ON == true)
{
  buttonApagarV2();
  valvula2ON = false;
  //Debug.Log("Llenar B2 OFF");
}
//***** Llenar Bebedero 3
if (TIAV3 == true && valvula3ON == false)
{
  buttonEncenderV3();
  valvula3ON = true;
  //Debug.Log("Llenar B3 ON");
}
if (TIAV3 == false && valvula3ON == true)
{
  buttonApagarV3();
  valvula3ON = false;
  //Debug.Log("Llenar B3 OFF");
}
//***** Llenar Bebedero 4
if (TIAV4 == true && valvula4ON == false)
{
  buttonEncenderV4();
  valvula4ON = true;
  //Debug.Log("Llenar B4 ON");
}
if (TIAV4 == false && valvula4ON == true)
{
  buttonApagarV4();
  valvula4ON = false;
  //Debug.Log("Llenar B4 OFF");
}
}

```

```

//***** Llenar Bebedero 5
if (TIAV5 == true && valvula5ON == false)
{
    buttonEncenderV5();
    valvula5ON = true;
    //Debug.Log("Llenar B5 ON");
}
if (TIAV5 == false && valvula5ON == true)
{
    buttonApagarV5();
    valvula5ON = false;
    //Debug.Log("Llenar B5 OFF");
}

//-----CONTROL DE COMEDEROS CON PLC
//***** Encender Tornillo SIN FIN
if (TIATornilloSF == true && vTornilloSFON == false)
{
    buttonONAlimentadora();
    vTornilloSFON = true;
    Debug.Log("Tornillo SF ON");
}

if (TIATornilloSF == false && vTornilloSFON == true)
{
    buttonOFFAlimentadora();
    vTornilloSFON = false;
    Debug.Log("Tornillo SF OFF");
}
//***** Llenar Comedero 1
if (vTornilloSFON)
{
    if (TIAC1 == true && vComedero1ON == false)
    {
        buttonEncenderC1();
        vComedero1ON = true;
        Debug.Log("Llenar C1 ON");
    }
}
if (TIAC1 == false && vComedero1ON == true)
{
    buttonApagarC1();
    vComedero1ON = false;
    Debug.Log("Llenar C1 OFF");
}
//***** Llenar Comedero 2
if (vTornilloSFON)
{
    if (TIAC2 == true && vComedero2ON == false)
    {
        buttonEncenderC2();
        vComedero2ON = true;
        Debug.Log("Llenar C2 ON");
    }
}
if (TIAC2 == false && vComedero2ON == true)
{
    buttonApagarC2();
    vComedero2ON = false;
    Debug.Log("Llenar C2 OFF");
}
//***** Llenar Comedero 3
if (vTornilloSFON)
{
    if (TIAC3 == true && vComedero3ON == false)
    {

```

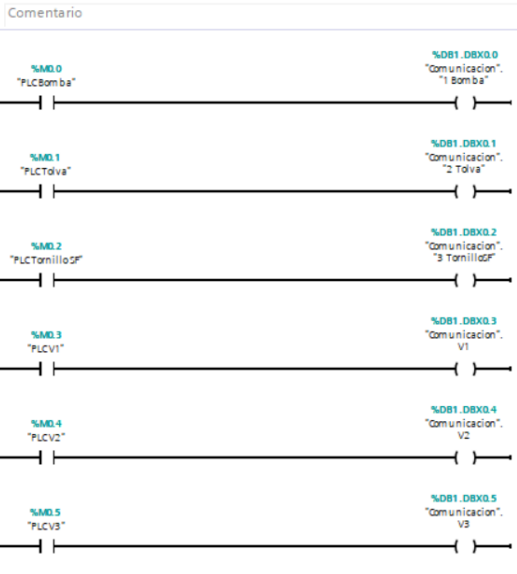
```

        botonEncenderC3();
        vComedero3ON = true;
        Debug.Log("Llenar C3 ON");
    }
}
if (TIAC3 == false && vComedero3ON == true)
{
    botonApagarC3();
    vComedero3ON = false;
    Debug.Log("Llenar C3 OFF");
}
//***** Llenar Comedero 4
if (vTornilloSFON)
{
    if (TIAC4 == true && vComedero4ON == false)
    {
        botonEncenderC4();
        vComedero4ON = true;
        Debug.Log("Llenar C4 ON");
    }
}
if (TIAC4 == false && vComedero4ON == true)
{
    botonApagarC4();
    vComedero4ON = false;
    Debug.Log("Llenar C4 OFF");
}

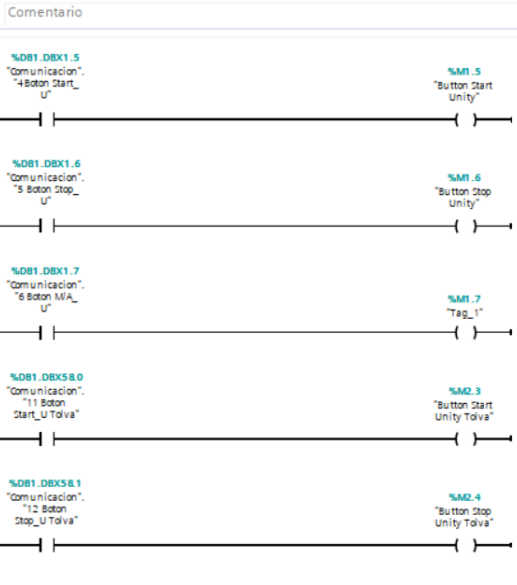
//***** Llenar Comedero 5
if (vTornilloSFON)
{
    if (TIAC5 == true && vComedero5ON == false)
    {
        botonEncenderC5();
        vComedero5ON = true;
        Debug.Log("Llenar C5 ON");
    }
}
if (TIAC5 == false && vComedero5ON == true)
{
    botonApagarC5();
    vComedero5ON = false;
    Debug.Log("Llenar C5 OFF");
}
}
_1_funcionControlTanque();
_2_funcionEncenderTornillo();
_3_funcionBebedero1();
_4_funcionBebedero2();
_5_funcionBebedero3();
_6_funcionBebedero4();
_7_funcionBebedero5();
/*_8_funcionBebedero6();
_9_funcionBebedero7();
_10_funcionBebedero8();
_11_funcionBebedero9();
_12_funcionBebedero10();
_13_funcionControlTolva();
_14_funcionComedero1();
_15_funcionComedero2();
_16_funcionComedero3();
_17_funcionComedero4();
_18_funcionComedero5();
_24_funcionCanvasConexionPLC();
}

```

▼ Segmento 1: .....

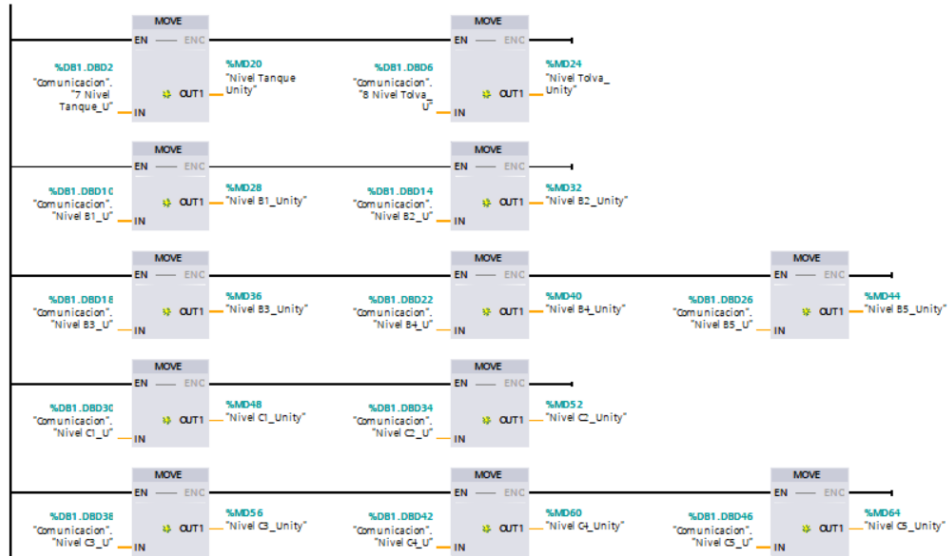


▼ Segmento 2: .....



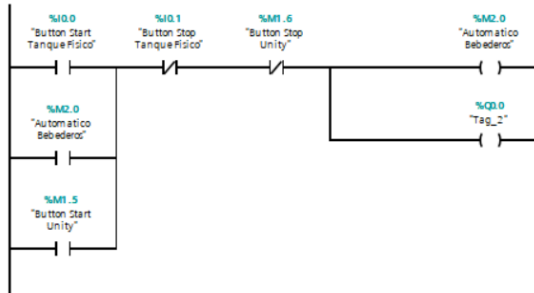
**Segmento 3:** .....

Comentario



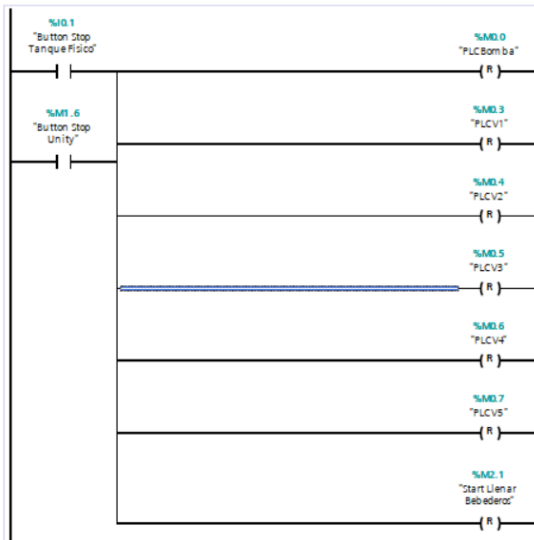
**Segmento 4:** .....

Comentario



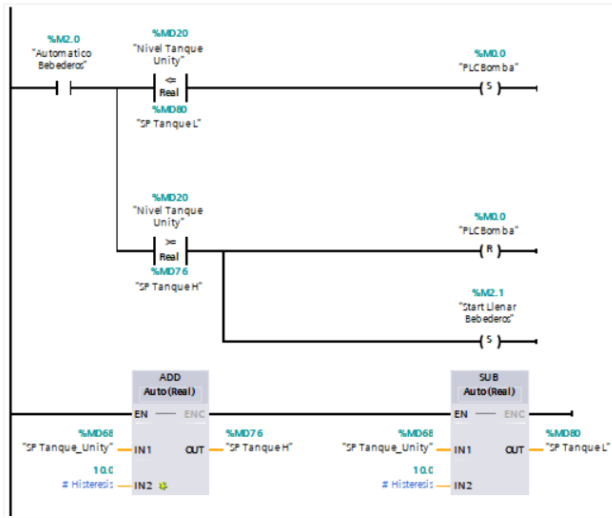
**Segmento 5:** .....

Comentario



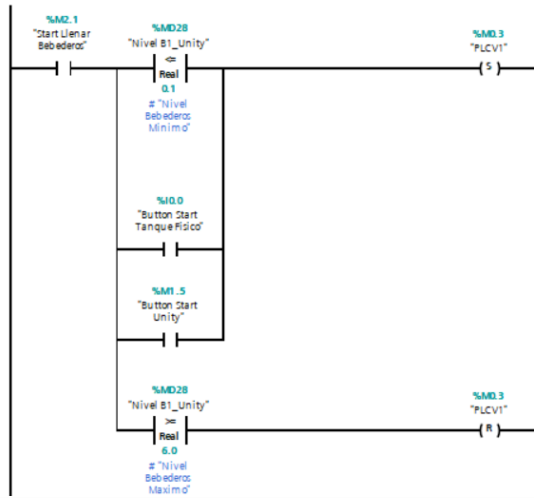
**Segmento 6:** .....

Comentario



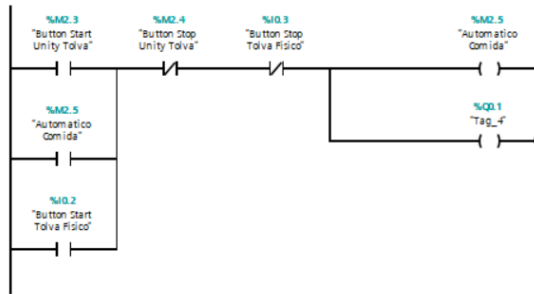
**Segmento 7:** .....

Comentario



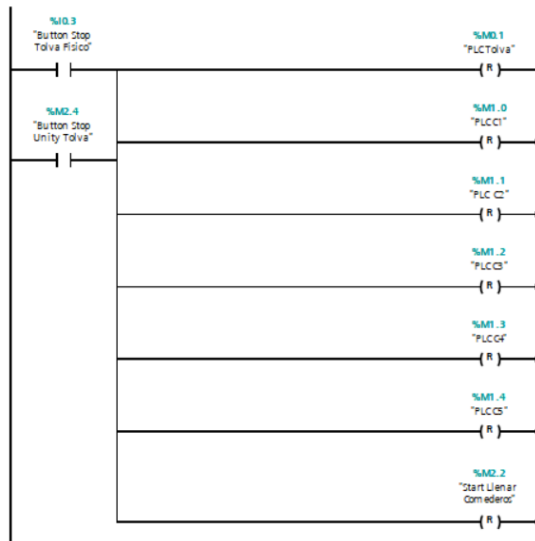
**Segmento 8:** .....

Comentario



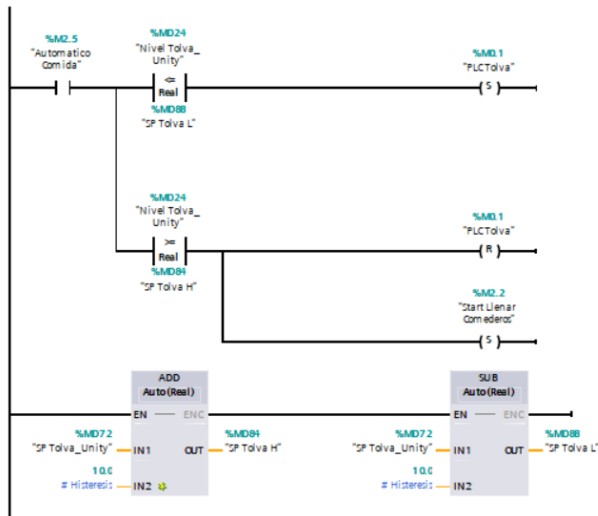
**Segmento 9: .....**

Comentario



**Segmento 10: .....**

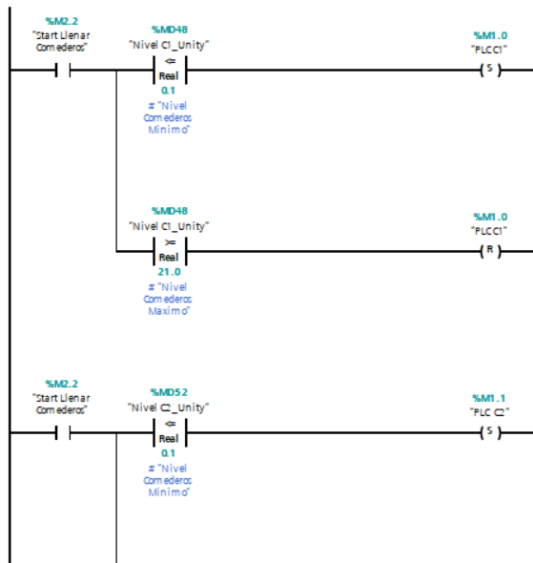
Comentario





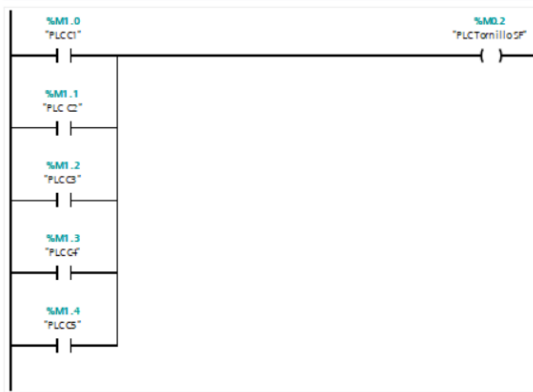
▼ Segmento 11: .....


Comentario



▼ Segmento 12: .....

Comentario



|                                |  |   |
|--------------------------------|--|---|
| <b>Anexo 30</b>                | <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> |  |
| <b>PRÁCTICA DE LABORATORIO</b> |  |   |

| <b>CARRERA</b>              | <b>CÓDIGO DE LA ASIGNATURA</b> | <b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA</b> |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA | ILM702M2                       | Sistemas de Control            |

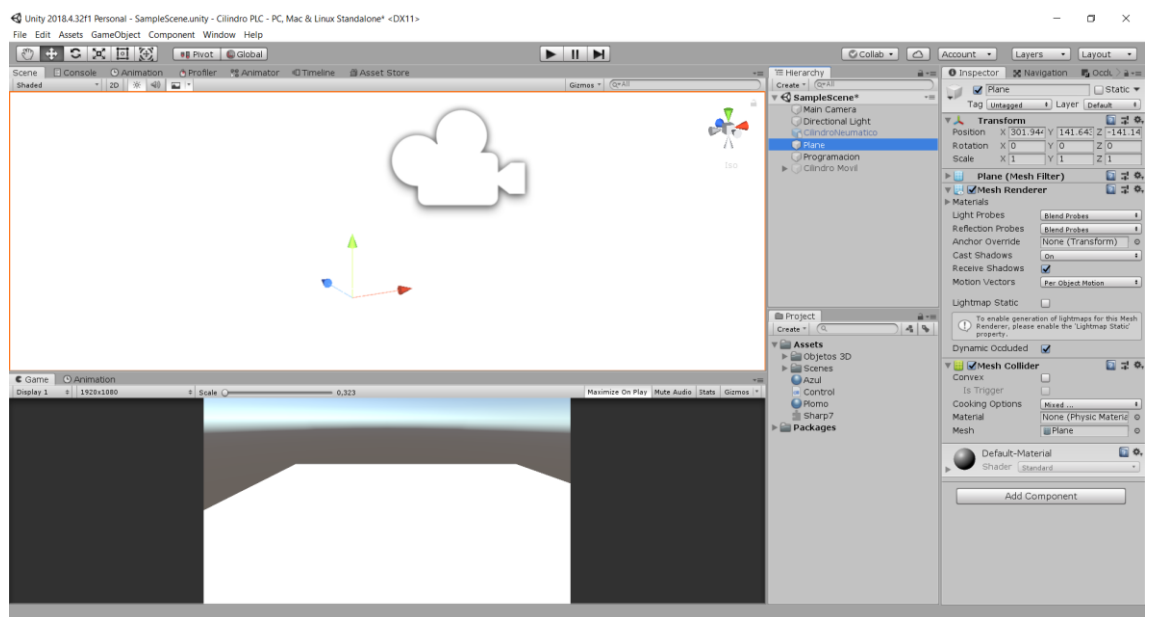
| <b>PRÁCTICA N°</b> | <b>LABORATORIO:</b>   | Sistemas de Control  | <b>DURACIÓN (HORAS)</b> |
|--------------------|-----------------------|--|-------------------------|
| 01                 | NOMBRE DE LA PRÁCTICA | Control Automático con PLC S7-1200 de un sistema de alimentación y control de bebida de aves | 2                       |

| <b>1</b> | <b>OBJETIVOS</b>   |
|----------|--|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar el uso de Unity 3D con el PLC S7-1200 para el control automático de procesos.</li> <li>• Realizar el control ON-OFF con histéresis de un tanque de nivel de liquido utilizando un PLC S7-1200 y programando en TIA PORTAL.</li> <li>• Realizar el llenado automático de bebederos con niveles de referencia en alto y bajo.</li> <li>• Realizar el control ON-OFF con histéresis de una tolva de alimento utilizado un PLC S7-1200 y programando en TIA PORTAL.</li> <li>• Realizar el encendido automático del tornillo sin fin y el llenado automático de comederos en el PLC s7-1200 con niveles de referencia en alto y bajo.</li> <li>• Utilizar el SCADA del entorno virtual en Unity 3D para controlar el sistema de alimentación y control de bebida de aves.</li> </ul> |

| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>   |
|----------|---|
|          | <p style="text-align: center;"><b>Unity 3D</b></p> <p>En un motor gráfico y una de las plataformas más completas para desarrollar videojuegos. Este motor permite crear juegos varias plataformas con solo desarrollar una sola vez cualquier aplicación, incluyendo las aplicaciones para consola como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PlayStation</li> <li>• Xbox</li> <li>• Wifi</li> </ul> <p>Y aplicaciones para computadores con sistemas operativos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linux</li> <li>• Pc</li> <li>• Y MAC</li> </ul> |

Unity 3D es uno de los más potentes del mercado y consta de cinco vistas principales que son:

1. **Explorador:**  
Aquí se encuentran todos los elementos del proyecto
2. **Inspector:**  
En este se muestran las propiedades de cada elemento creado en el proyecto.
3. **Jerarquía**  
Lista de elementos de la escena
4. **Escena**  
Lugar en donde se realiza el diseño del entorno virtual
5. **Juego**  
Aquí se puede previsualizar como va a quedar el ambiente de realidad virtual en diferentes resoluciones de pantalla.



**Figura 1.** Entorno de Unity 3D

### **PLC S7-1200**

Es un controlador de muchas prestaciones compacto y además con capacidad modular, además de ser de tamaño reducido con el que se puede dar solución a simples procesos a nivel industrial [2].

#### **Elementos del PLC S7-1200**

- Entradas y salidas analógicas compuestas para módulos
- Profinet incorporado
- Entradas analógicas
- Módulos para funciones especiales

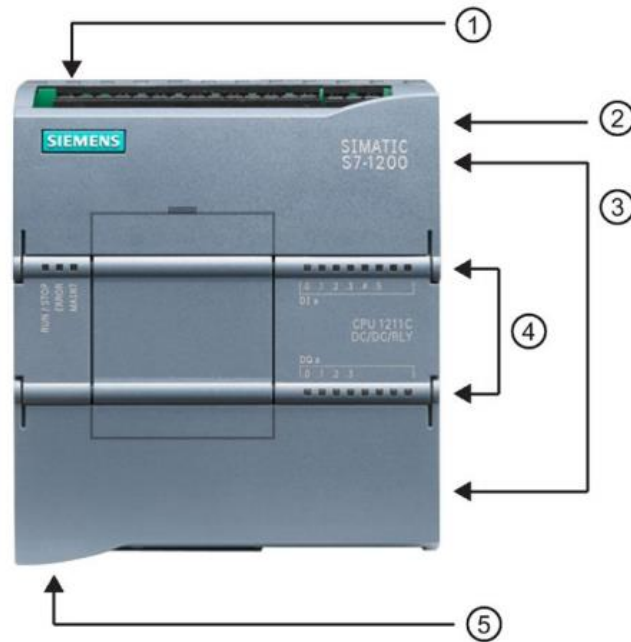
Las partes físicas del PLC S7-1200 son las siguientes:

1. Conector de alimentación
2. Ranura para Tarjeta de memoria, esta se encuentra debajo de la tapa.
3. Conectores extraíbles para el cableado.
4. Indicadores luminosos (LEDS) para las entradas y salidas.
5. Conector para la comunicación PROFINET

Tienes varias funciones de seguridad para proteger la accesibilidad al CPU pero también a la programación.

Adicionalmente posee lo siguiente:

- Protección por contraseña.
- Protección de know – how para ocultar el código.
- Protección anticopia



### 3 MATERIALES Y EQUIPOS

#### SOFTWARE

- Tia Portal
- Unity 3D

#### HARDWARE

- PLC S7 – 1200
- Cable Ethernet
- Cable de alimentación de 110V
- Computador Portátil Core I5, 4Gb RAM.

### 4 ACTIVIDADES A DESARROLLAR

1. Conectar el PLC S7-1200 a la computadora utilizando cable ethernet.
2. Alimentar el PLC S71200 AC/DC/RELAY con 110V.
3. Abrir con TIA PORTAL el programa Proyecto 1 y cargar en el PLC.
4. Abrir el archivo ejecutable denominado “Tesis Galpón” en Unity 3D.
5. Leer la información de manejo del entorno, en la página principal del ejecutable.
6. Elegir la modalidad de Conexión con PLC S71200, y colocar la dirección IP del PLC.

7. Dirigirse con el Avatar utilizando las teclas a,s,w,d hacia el SCADA del entorno.
8. Colocar un Set Point para iniciar el control automático del sistema de bebida de aves, y presionar el botón Start.
9. Dirigirse a la Pantalla de Comederos.
10. Colocar un Set Point de nivel de comida, para iniciar el control automático del sistema de alimentación de aves y presionar el botón Start.
11. Presionar las teclas Y,U,I,O,P para comprobar el desgaste de los bebederos.
12. Presionar las teclas J,K,L,Z,X para comprobar el desgaste de los comederos.

## 5 CONCLUSIONES

## 6 RECOMENDACIONES

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

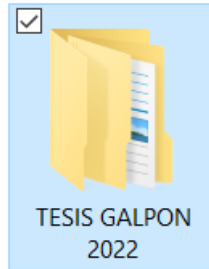
- [1] Desarrollo de juegos con Unity 3D. Cómo funciona esta herramienta. Recuperado de: <https://www.yeeply.com/blog/desarrollo-de-juegos-con-unity-3d/>
- [2] S7 Controlador Programable S7-1200. Manual de sistema. Recuperado de: [https://media.automation24.com/manual/es/91696622\\_s71200\\_system\\_manual\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://media.automation24.com/manual/es/91696622_s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf)

## 8 ANEXOS



## 1. PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-1200

Inicie encendiendo el computador y busque la carpeta “TESIS GALPON 2022” en su sistema operativo, para encontrar la aplicación necesaria.



La carpeta posee varios archivos por lo que debe elegir la Carpeta “1 TIA PORTAL”

Documentos > TESIS GALPON 2022 >

| <input type="checkbox"/>            | Nombre       | Fecha de modificación | Tipo                |
|-------------------------------------|--------------|-----------------------|---------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 TIA PORTAL | 17/8/2022 10:51       | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/>            | 2 UNITY      | 17/8/2022 10:52       | Carpeta de archivos |

Dentro encontrará la carpeta Proyecto 1 en donde va a dar doble clic para que se abra el proyecto con TIA PORTAL V16

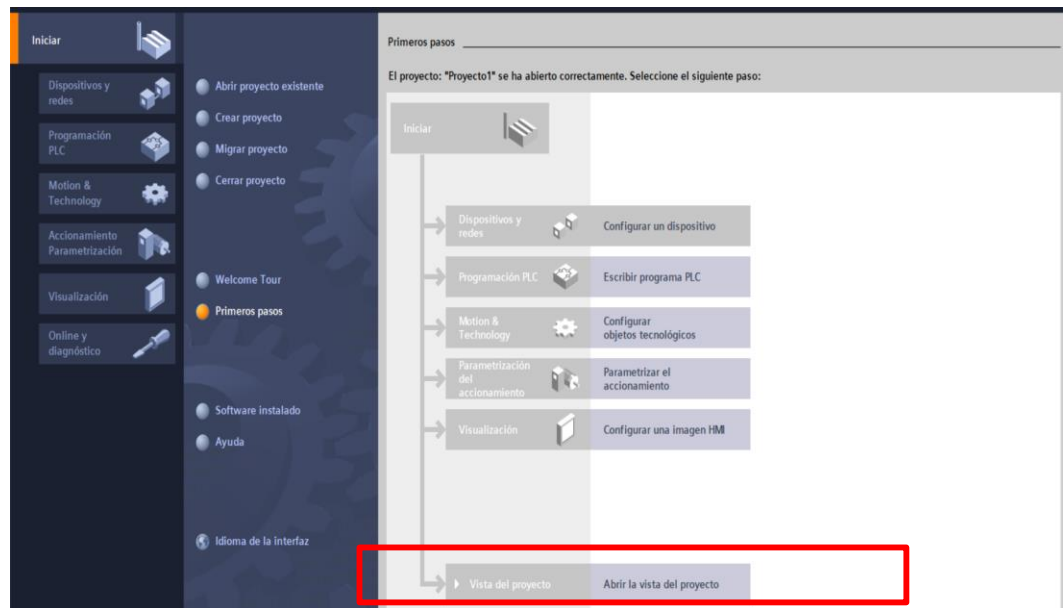
Documentos > TESIS GALPON 2022 > 1 TIA PORTAL >

| <input type="checkbox"/>            | Nombre    | Fecha de modificación | Tipo                | Tamaño |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------|---------------------|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Proyecto1 | 17/8/2022 10:51       | Carpeta de archivos |        |

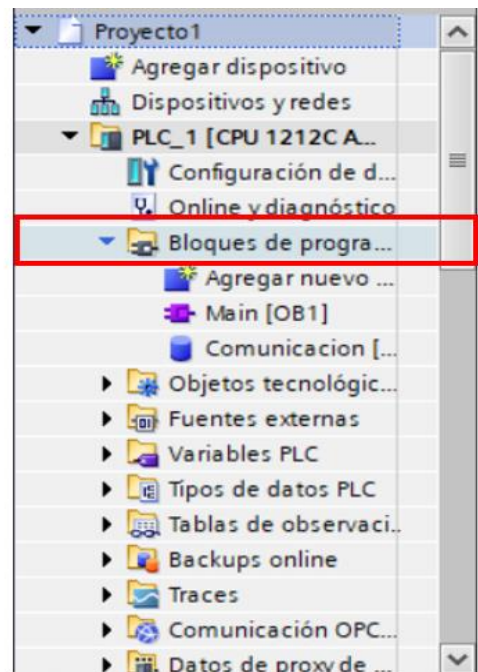
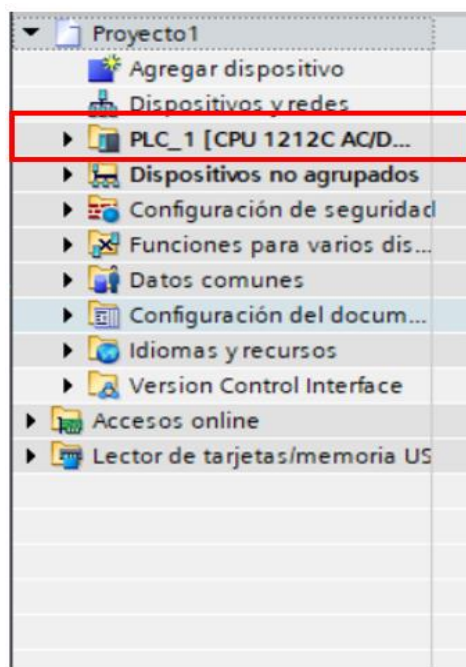
Documentos > TESIS GALPON 2022 > 1 TIA PORTAL > Proyecto1 >

| <input type="checkbox"/> | Nombre          | Fecha de modificación | Tipo                       | Tamaño |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------------|--------|
| <input type="checkbox"/> | AdditionalFiles | 17/8/2022 10:51       | Carpeta de archivos        |        |
| <input type="checkbox"/> | IM              | 17/8/2022 10:51       | Carpeta de archivos        |        |
| <input type="checkbox"/> | Logs            | 12/7/2022 13:26       | Carpeta de archivos        |        |
| <input type="checkbox"/> | System          | 17/8/2022 10:51       | Carpeta de archivos        |        |
| <input type="checkbox"/> | TMP             | 12/7/2022 13:26       | Carpeta de archivos        |        |
| <input type="checkbox"/> | UserFiles       | 12/7/2022 13:26       | Carpeta de archivos        |        |
| <input type="checkbox"/> | Vci             | 17/8/2022 10:51       | Carpeta de archivos        |        |
| <input type="checkbox"/> | XRef            | 17/8/2022 10:51       | Carpeta de archivos        |        |
| <input type="checkbox"/> | Proyecto1.ap16  | 5/8/2022 04:15        | Siemens TIA Portal V16 ... | 8 KB   |

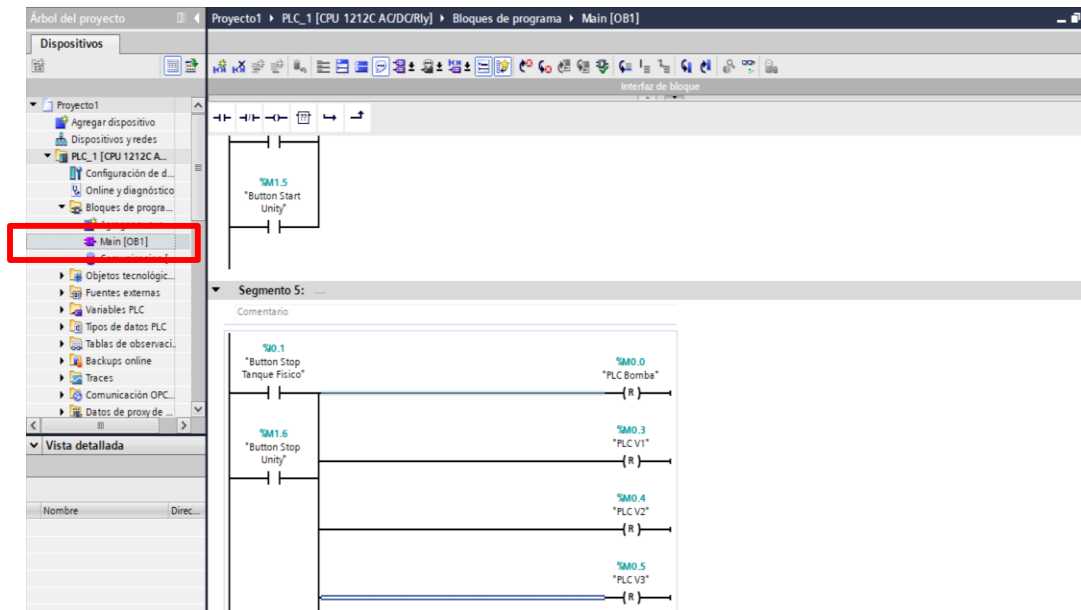
Una vez abierto el TIA PORTAL, se debe elegir “Abrir la vista del proyecto”



Luego se debe elegir “PLC\_1 “CPU 1212C AC/DC/RLY” para abrir los bloques de programación.



Dar doble clic en “Main” para abrir la programación en Ladder.



Conecte el PLC S7-1200 por medio de un cable ethernet a la computadora.

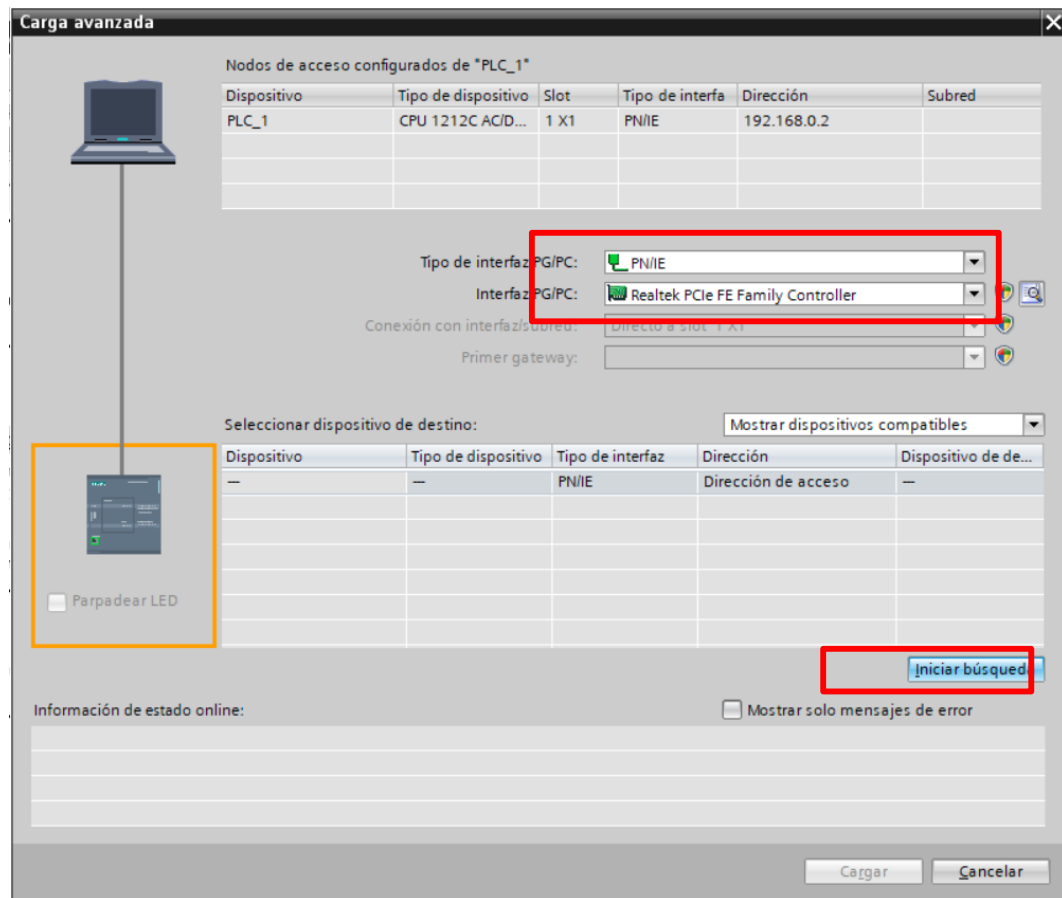


Posteriormente presione el ícono para cargar el programa en el PLC.

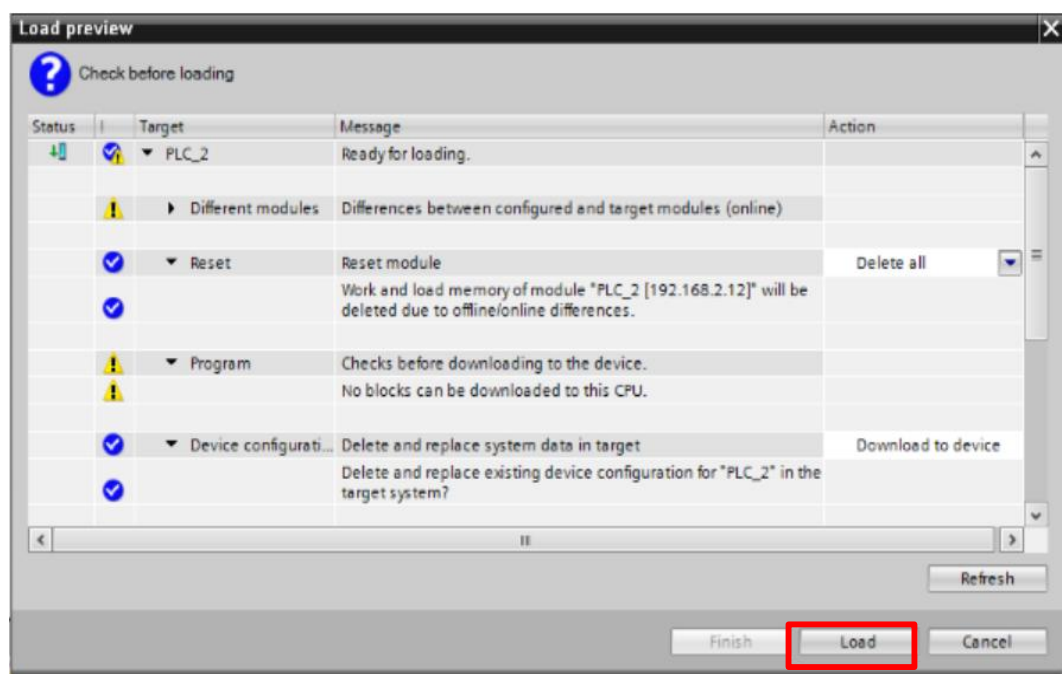




Ahí elija la interfaz PN/IE y el tipo de tarjeta de Red que posea su computador, una vez elegidos estos parámetros dele clic en “Iniciar Búsqueda”.

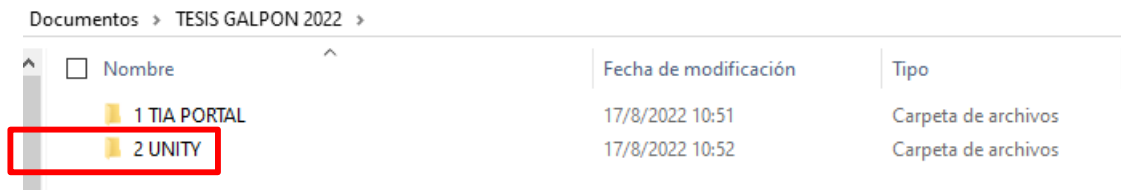


Dar clic en cargar para que se grabe el programa en el PLC.



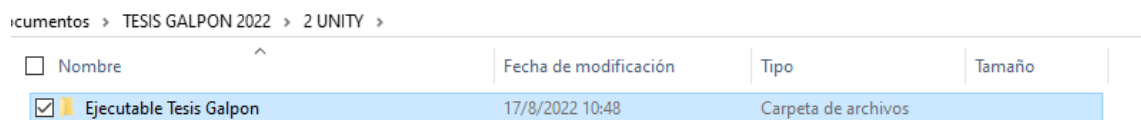
## 2. EJECUTAR EL PROGRAMA DE REALIDAD VIRTUAL

Dirigirse a la carpeta “TESIS GALPON 2022” e ingresar en la Carpeta “2 UNITY”.



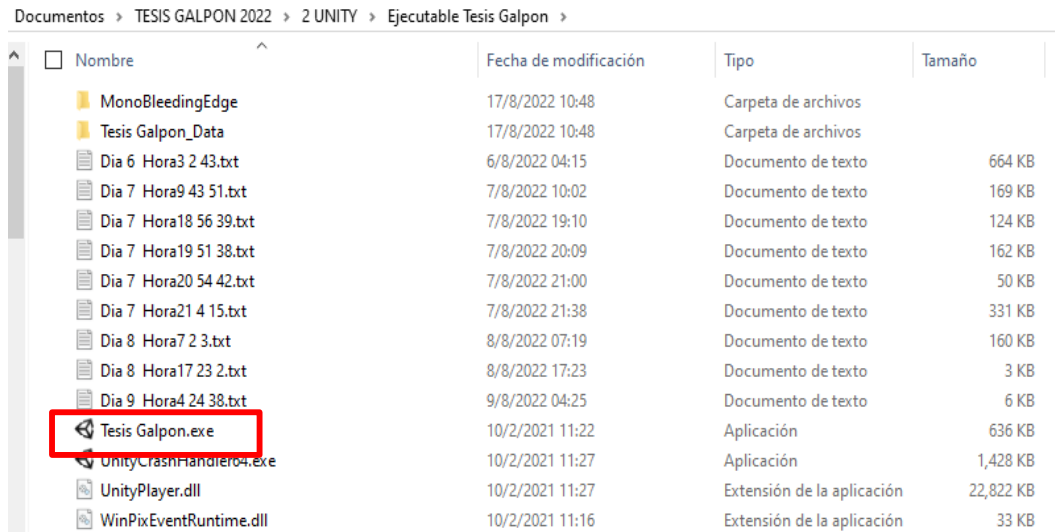
| Nombre       | Fecha de modificación | Tipo                |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 TIA PORTAL | 17/8/2022 10:51       | Carpeta de archivos |
| 2 UNITY      | 17/8/2022 10:52       | Carpeta de archivos |

Entrar en la Carpeta “Ejecutable Tesis Galpon”



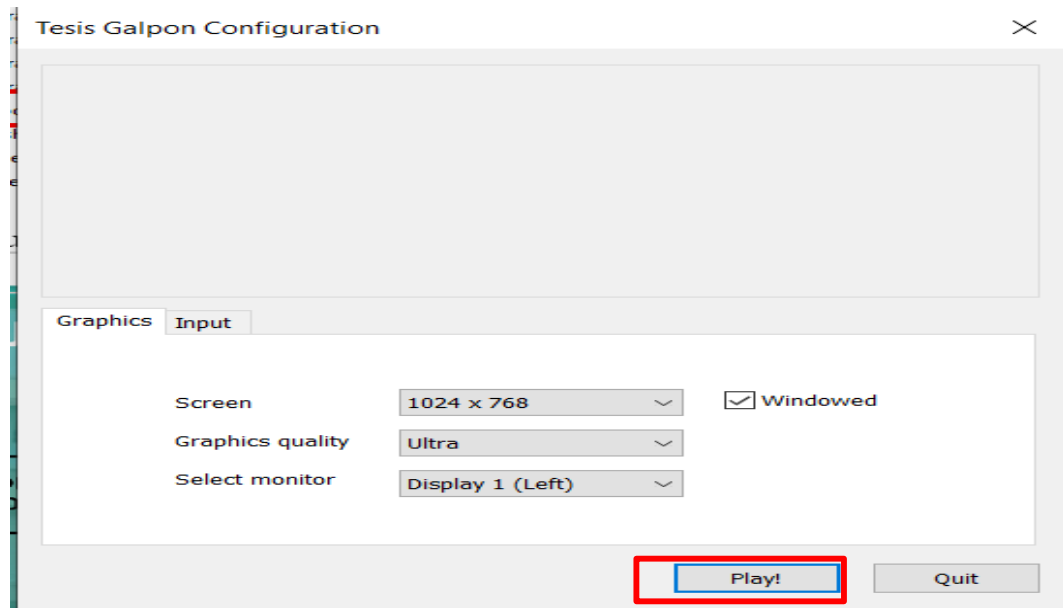
| Nombre                  | Fecha de modificación | Tipo                | Tamaño |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|--------|
| Ejecutable Tesis Galpon | 17/8/2022 10:48       | Carpeta de archivos |        |

Adentro encontrará varios archivos, y debe dar doble clic en el denominado “Tesis Galpon.exe”



| Nombre                  | Fecha de modificación | Tipo                       | Tamaño    |
|-------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|
| MonoBleedingEdge        | 17/8/2022 10:48       | Carpeta de archivos        |           |
| Tesis Galpon_Data       | 17/8/2022 10:48       | Carpeta de archivos        |           |
| Dia 6 Hora3 2 43.txt    | 6/8/2022 04:15        | Documento de texto         | 664 KB    |
| Dia 7 Hora9 43 51.txt   | 7/8/2022 10:02        | Documento de texto         | 169 KB    |
| Dia 7 Hora18 56 39.txt  | 7/8/2022 19:10        | Documento de texto         | 124 KB    |
| Dia 7 Hora19 51 38.txt  | 7/8/2022 20:09        | Documento de texto         | 162 KB    |
| Dia 7 Hora20 54 42.txt  | 7/8/2022 21:00        | Documento de texto         | 50 KB     |
| Dia 7 Hora21 4 15.txt   | 7/8/2022 21:38        | Documento de texto         | 331 KB    |
| Dia 8 Hora7 2 3.txt     | 8/8/2022 07:19        | Documento de texto         | 160 KB    |
| Dia 8 Hora17 23 2.txt   | 8/8/2022 17:23        | Documento de texto         | 3 KB      |
| Dia 9 Hora4 24 38.txt   | 9/8/2022 04:25        | Documento de texto         | 6 KB      |
| Tesis Galpon.exe        | 10/2/2021 11:22       | Aplicación                 | 636 KB    |
| UnityCrashHandler04.exe | 10/2/2021 11:27       | Aplicación                 | 1,428 KB  |
| UnityPlayer.dll         | 10/2/2021 11:27       | Extensión de la aplicación | 22,822 KB |
| WinPixEventRuntime.dll  | 10/2/2021 11:16       | Extensión de la aplicación | 33 KB     |

¡Dar clic en el botón Play!



Al abrir la interfaz se debe dar clic en el Botón Iniciar.



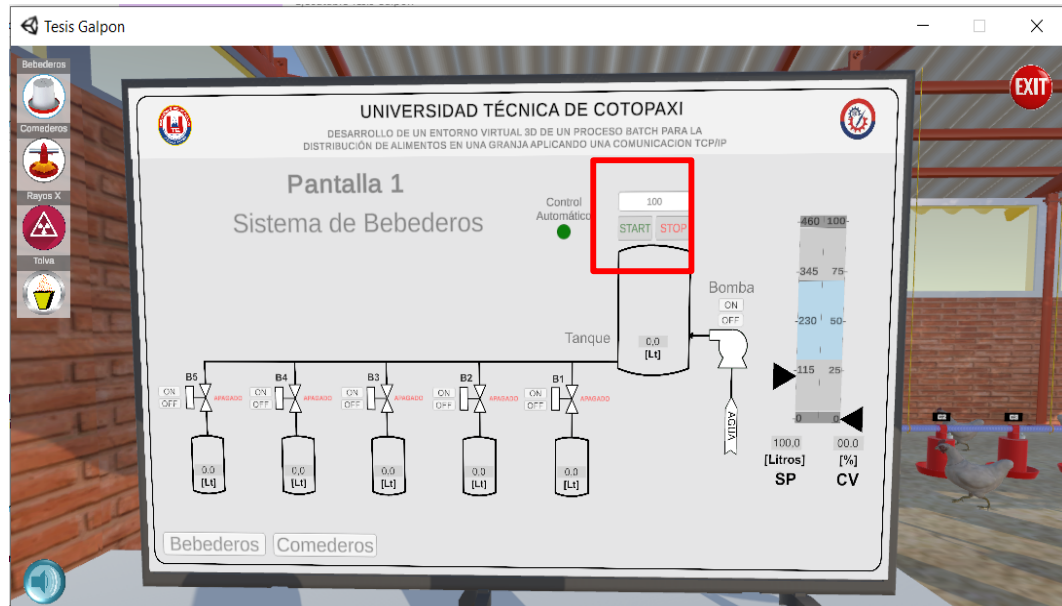
Elegir el modo con conexión a PLC y colocar la dirección IP, dar clic en el botón conectar, y presionar el botón con la flecha a la derecha (Botón siguiente).



Una vez en el entorno diríjase al HMI presionando las teclas A,S,W,D..



Presione la tecla TABULADOR para cambiar de primer a tercera persona y cambie el Set Point del HMI y presione el Botón Start.



Cambie la pantalla del HMI presionando el botón Comedores, luego cambie el valor del Set Point y presione el botón Start.

