



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB SERVER PARA EL  
MONITOREO DE UNA ESTACIÓN DE NIVEL”**

**Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
Electromecánico.**

**Autores:**

Basantes Osorio Edison Paul

Calapiña Landa Paola Alexandra

**Tutor Académico:**

Ing. Byron Paúl Corrales Bastidas M.Sc

**LATACUNGA-ECUADOR**

**2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Basantes Osorio Edison Paul y Calapiña Landa Paola Alexandra declaramos ser autores del presente proyecto de investigación “**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB SERVER PARA EL MONITOREO DE UNA ESTACIÓN DE NIVEL**”, siendo el Ing. M.Sc. Corrales Bastidas Byron Paúl 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.

---

Basantes Osorio Edison Paul

C.I.0503628282-1

---

Calapiña Landa Paola Alexandra

C.I. 185025439-0

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB SERVER PARA EL MONITOREO DE UNA ESTACIÓN DE NIVEL”**, de Basantes Osorio Edison Paul y Calapiña Landa Paola Alexandra 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, 2021

---

Ing. M.Sc. Byron Paúl Corrales Bastidas

C.C. 050234776-8

Tutor

## 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 de la Carrera de Ingeniería Electromecánica; por cuanto, los postulantes: Basantes Osorio Edison Paul y Calapiña Landa Paola Alexandra, el título de Proyecto de titulación: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB SERVER PARA EL MONITOREO DE UNA ESTACIÓN DE NIVEL”** han 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.

---

Lector 1 (Presidente)

Ing. M.Sc. Jefferson Alberto Porras Reyes

C.C 0700440044-9

---

Lector 2

Ing. M.Sc. Cristian Fabián Gallardo

Molina

C.C.050284769-2

---

Lector 3

Ing. M.Sc. Luigi Orlando Freire Martínez

C.C.050252558-9

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres Patricio y Marcia por ser mi apoyo incondicional en el transcurso de mi vida, a mis amigos de la Universidad y a todos mis familiares cercanos.

A mi hermana Paola por ser mi apoyo acompañándome en todas las noches de esfuerzo y siendo mi pilar fundamental para culminar esta meta.

A la Universidad técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y permitirme ser parte de esta prestigiosa institución por haber compartido una educación de calidad, para desenvolverme ante la sociedad como un profesional.

A mi tutor Ing. M.Sc. Paúl Corrales por ser un excelente docente y guiarme en el transcurso del proyecto de titulación, al Ing. M.Sc. Luigi Freire por ser un gran docente y por brindarme el apoyo para poder culminar esta etapa universitaria.

A todas las personas mencionadas anteriormente agradezco por ser mi apoyo en este lapso de vida.

Edison Basantes

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de titulación se lo dedico a mis padres Patricio y Marcia que son el pilar fundamental de mi vida, quienes me inculcar valores fundamentales, por siempre apoyarme y se mi sustento para cumplir mis metas siendo ellos el pilar fundamental de mi vida.

A mis amigos que siempre me han apoyado sin esperar nada a cambio para seguir adelante para cumplir mis metas y seguir adelante en la formación académica.

Edison Basantes

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por los maravillosos padres que me regalo Ignacio Calapiña y Luisa Landa quienes han dedicado todos sus esfuerzos para acompañarme y guiarme en el transcurso de mi vida. A mis hermanos Maribel y Wilson por todo su apoyo por el amor brindado desde el día que nací, por ser mis ejemplos a seguir, a mis amigos que se han convertido en mi segunda familia en el transcurso de nuestra carrera, quiero también a esa persona especial que siempre estuvo a mi lado y nunca me dejo caer que me acompañó en esos días de cansancio.

Agradezco a mi Tutor, Ingeniero M.Sc. Paúl Corrales que ha sido una gran guía para mí, ya que se convirtió más que un docente un amigo con quien pudimos confiar y sobre todo nos proporcionó un voto de confianza, al Ingeniero M.Sc. Luigi Freire por siempre ser un gran apoyo y siempre motivarnos a no dar nos por vencidos. También quiero agradecer a cada uno de los docentes de esta hermosa carrera quienes fueron grandes maestros de cátedra que compartieron sus conocimientos y me brindaron su amistad. De manera especial a Edison que con el paso de tiempo se convirtió en un gran amigo hemos logrado finalizar nuestro trabajo. Y por supuesto a mi amada Universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida

Alexandra Calapiña

## DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mis padres mis pilares fundamentales que son mis ejemplos de lucha perseverancia que con su amor han sabido guiar mi camino a mis hermanos por ser mi motivación de no rendirme.

A mis eternos amigos que los llevare en mi corazón y en mis más preciados recuerdos con sus risas con su apoyo incondicional que a pesar que la vida nos lleve por distintos caminos nos volveremos a ver y sé que celebraran conmigo este triunfo

A tanta gente especial que forma parte de mi vida que han estado incondicionalmente en este proceso, aunque una de ellas hoy ya no se encuentre a mi lado sé que desde el cielo ella estará feliz de ver me culminado esta etapa y dándome la bendición.

Alexandra Calapiña

## INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	I
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
DEDICATORIA.....	VII
INDICE.....	VIII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT .....	XVII
<b>1 INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2 INTRODUCCION .....</b>	<b>2</b>
2.1 El Problema.....	2
2.1.1 Situación Problémica:.....	3
2.1.2 Matriz de Ishikawa .....	3
2.1.2 Formulación del Problema.....	4
2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	4
2.2.1 Objeto de estudio .....	4
2.2.2 Campo de acción .....	4
2.3 BENEFICIARIOS: .....	4
2.4 JUSTIFICACIÓN .....	4
2.5 HIPÓTESIS .....	5
2.6 OBJETIVOS .....	5
2.6.1 General: .....	5
2.6.2 Específicos:.....	5
2.7 SISTEMA DE TAREAS .....	6
<b>3 FUNDAMENTACION TEORICA .....</b>	<b>7</b>
3.1 PROCESO INDUSTRIALES .....	9
3.1.1 Procesos de Nivel .....	9
3.2 Sistemas de Control .....	9
3.2.1 Sistema de Control de Lazo abierto.....	10
3.2.2 Sistema de control de lazo cerrado .....	10
3.3 Tipos de Controladores .....	10
3.4 Análisis de Sistema .....	11
3.5 Control de procesos industriales .....	11
3.6 Medición .....	11

3.7	Sensores .....	12
3.8	Control Lógico Programable .....	12
3.9	Control PID .....	12
3.10	Método de Sintonización.....	13
3.10.1	Método Lambda.....	13
3.10.2	Sintonización con el Método Lambda .....	13
3.10.3	Acción proporcional .....	13
3.10.4	Acción integral .....	13
3.11	Base de Datos .....	13
3.11.1	Tipo de base de datos.....	14
3.12	Páginas Web.....	14
3.12.1	Tipos de Páginas Web .....	14
3.13	NODE-RED .....	15
3.13.1	Entorno de Ejecución y multiplataforma.....	15
3.13.2	Lenguaje de Programación .....	15
3.14	IBM CLOUD.....	15
3.14.1	Componentes de la plataforma IBM Cloud.....	15
3.14.2	Características del SM1234.....	16
3.14.3	MODULO SM1234 [29] .....	16
3.14.4	Características del SM124.....	17
3.15	Lenguaje de Programación JAVA.....	17
3.16	Programa UNIT.....	17
3.16.1	Características de UNIT .....	17
3.16.2	Lenguaje de Programación en Unity .....	18
4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1	Introducción .....	19
4.2	Matriz de operacionalización de variables.....	19
4.3	Operacionalización de las variables.....	19
4.3.1	Modalidad Bibliográfica.....	20
4.3.2	Modalidad Experimental .....	20
4.3.3	Proyecto Factible .....	20
4.3.4	Nivel de Investigación .....	20
4.3.5	Investigación Correlacional.....	21
4.3.6	Investigación Exploratorio: .....	21
4.3.7	Investigación Explicativo: .....	21
4.4	Métodos de investigación .....	21
4.4.1	La Observación.....	21

4.4.2	Método Inductivo .....	22
4.4.3	Método Deductivo .....	22
4.5	DESCRIPCIÓN MECÁNICA DE LA ESTACIÓN DE NIVEL .....	22
4.6	OBTENCIÓN DEL MODELO DINÁMICO DE LA ESTACIÓN DE NIVEL 24	
4.6.1	Obtención de datos .....	24
4.6.2	Graficar los datos en Excel .....	25
4.6.3	Obtención del Modelo de la estación de nivel.....	25
4.7	Desarrollo e implementación .....	28
4.7.1	Pasos de Ejecución Node-Red.....	28
1.	Instalación de la Node-Red en la mini PC .....	28
4.7.2	Pasos de Ejecución Tía Portal .....	37
4.7.3	Encender el Variador .....	38
4.7.4	Recibir Set Point desde Node-Red .....	38
4.7.5	Salida del PID .....	39
4.7.6	Lectura del Sensor Analógico o Modulo (SM1234) .....	39
4.7.7	Envío de datos al sensor de nivel.....	39
4.7.8	Escala del Sensor de 0-100%.....	40
4.7.9	PID basa de Datos .....	40
4.7.10	Pasos de Ejecución Unity .....	40
4.8	DIAGRAMA DE FLUJO .....	42
5	ANÁLISIS DE RESULTADO .....	43
5.1	Ejecutable Unity .....	43
5.1.1	Panel de control ejecutable .....	43
5.1.2	Botón Ingresar. ....	44
5.2	Botón información .....	44
5.2.1	Niveles de acceso (administrador).....	45
5.2.2	Panel de control administrador .....	45
5.2.3	Nivel de acceso operador.....	46
5.2.4	Panel de monitoreo .....	46
5.2.5	Menú información modo administrador .....	47
5.2.6	Información del manejo de la estación de nivel. ....	47
5.1.1	Información del manejo modo operador .....	48
5.2.7	Señales de error en el ejecutable Unity .....	48
5.1.2	Introducción de SP fuera de rango (Modo administrador) .....	48
5.1.3	Introducción SP con caracteres especiales .....	49
5.3	Tiempos de respuesta de la Pagina Web con respecto al proceso .....	49

5.3.1	Velocidad de internet y tiempo de respuesta .....	49
5.1.4	Control de estación de estación de nivel de manera remota.....	50
5.1.5	Comparación del tanque de nivel .....	51
5.3.2	Comportamiento de PID control de nivel.....	51
5.3.3	Tiempo establecimiento de la estación de nivel con un Set Point de 55cm 52	
5.4	Estabilidad ante una perturbación de 30% .....	53
5.5	PRESUPUESTO .....	54
5.6	Análisis Financiero .....	54
5.6.1	Costos Directos.....	54
5.6.2	Costo indirecto.....	55
5.6.3	Costos Tecnológicos.....	55
5.6.4	Presupuesto total.....	55
5.7	Cálculo del VAN y TIR .....	56
5.8	Análisis de Impacto .....	57
5.8.1	Impacto Práctico .....	57
5.8.2	Impactos tecnológicos .....	57
6	CONCLUSIONES.....	58
7	RECOMENDACIONES .....	58
8	BIBLIOGRAFÍA .....	59
9	ANEXOS.....	62
9.1	Anexo I (Programación de comunicación software unity para el ejecutable).	62
9.2	Anexo II (Programación de gráficos para software unity para el ejecutable)	73
9.3	Anexo I (Programación de software para recopilación de datos).....	77
	PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....	78
	DIAGRAMAS DE CONEXIÓN.....	98
	Manuales de mantenimiento.....	99

## INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO 2

Figura 2. 2: Matriz de Diagrama de Ishikawa .....	4
---	---

### CAPITULO 3

Figura 3. 1: Sistema de control .....	9
Figura 3. 2: Esquema de un sistema de control de lazo abierto .....	10
Figura 3. 3: Diagrama de un sistema de control de lazo cerrado .....	10
Figura 3. 4: Diseño de un PID .....	12
Figura 3. 5: Esquema PID .....	13
Figura 3. 6: Node-Red .....	15

### CAPITULO 4

Figura 4. 1: Diagrama de la Estación de Nivel .....	22
Figura 4. 2: Programa en LabVIEW para guardar los datos de reacción de la planta en archivo .txt .....	24
Figura 4. 3: Gráfico en Excel del comportamiento de la estación de nivel .....	25
Figura 4. 4: Gráfico en Excel de los puntos necesarios para el modelamiento .....	25
Figura 4. 5: Paquete de descarga para la Node-Red .....	28
Figura 4. 6: Vinculación de la Node-Red con la Mini Pc .....	29
Figura 4. 7: Descarga de librerías para comunicación con el PLC .....	29
Figura 4. 8: Elección del inject para darle un tiempo de respuesta .....	30
Figura 4. 9: Descarga de librerías para comunicación con el PLC .....	30
Figura 4. 10: Ruta de comunicación con el PLC Ethernet .....	31
Figura 4. 11: Variables de comunicación .....	31
Figura 4. 12: Variables del PLC .....	32
Figura 4. 13: Empaquetado de las variables de la Node-Red local .....	32
Figura 4. 14: Descarga del IBM Watson para la Interfax .....	33
Figura 4. 15: Creación de la IBM Cloud para la Node-Red Local .....	33
Figura 4. 16: Canales de recibido y envío de la información .....	34
Figura 4. 17: Ejecución de comunicación con la API .....	34
Figura 4. 18: IBM IOT ejecutándose con la API .....	35
Figura 4. 19: Librerías de interacción .....	35
Figura 4. 20: Librerías complementarias para la ejecución .....	36
Figura 4. 21: Node Red Local y su interfaz de comunicación .....	36
Figura 4. 22: Node-Red Global .....	37

Figura 4. 23: Programación en el TIA PORTAL .....	37
Figura 4. 24: Programación del Encendido del variador .....	38
Figura 4. 25: Set Point-Node Red .....	38
Figura 4. 26: Salida PID para la base de datos .....	39
Figura 4. 27: Lectura del sensor analógico .....	39
Figura 4. 28: Envío de Datos a la Node Red .....	39
Figura 4. 29: Escala del Sensor 0-100% .....	40
Figura 4. 30: Entrada y salida del envío de datos .....	40
Figura 4. 31: Interfaz Unity .....	40
Figura 4. 32: Lenguaje de programación Unity .....	41
Figura 4. 33: Ejecutable de Unity .....	41
Figura 4. 34: Diagrama de Flujo Conexión de la Node-Red .....	42
<b>CAPITULO 5</b>	
Figura 5. 1: Propuesta de diseño .....	43
Figura 5. 4: Botón ingresar .....	44
Figura 5. 5: Botón Información .....	44
Figura 5. 6: Nivel acceso administrador .....	45
Figura 5. 7: Panel de control y monitoreo modo administrador .....	45
Figura 5. 8: Nivel de acceso operador .....	46
Figura 5. 9: Panel de monitoreo modo operador .....	46
Figura 5. 10: Información modo administrador .....	47
Figura 5. 11: Información del manejo de la estación de nivel .....	47
Figura 5. 12: Información modo operador .....	48
Figura 5. 13: Señal de error valor fuera de rango .....	48
Figura 5. 14: Señal de error con ingreso de caracteres especiales .....	49
Figura 5. 15: Control y monitoreo de manera local .....	50
Figura 5. 16: Control y monitoreo de la estación de nivel de manera remota .....	50
Figura 5. 17: Grafica del comportamiento PID control de nivel .....	51
Figura 5. 18: Tiempo de estabblizacion de la Estación de nivel con un set Point de 55cm .....	52
Figura 5. 19: Tiempo de estabilización ante una perturbación del 30% .....	53
Figura 5. 20: Pico sobre impulso ante perturbación del 30% .....	53

## INDICE DE TABLA

### CAPITULO 3

Tabla 3. 2:Características del Módulo 1231 [28] .....16

Tabla 3. 3:Características de SM1234 [28] .....17

### CAPITULO 4

Tabla 4. 1: Variable Independiente.....19

Tabla 4. 2:Variable Dependiente .....20

Tabla 4. 3:Características de los Tanques de la Estación de Nivel .....23

Tabla 4. 4:Características del sensor de nivel.....23

Tabla 4. 5:Características del Variador de Frecuencias .....23

Tabla 4. 6:Características de la Bomba .....24

Tabla 4. 7:Métodos de sintonización.....27

Tabla 4. 8: Ecuaciones.....28

### CAPITULO 5

Tabla 5. 1:Tiempos de respuesta con diferentes velocidades de internet .....49

Tabla 5. 2: Comparación de Valores .....50

Tabla 5. 3: Comparación de datos de forma global con la estación de nivel .....51

Tabla 5. 4: Comparación del valor de nivel.....51

Tabla 5. 5: Desglose de elementos .....544

Tabla 5. 6: Desglose de los materiales de la Node Red.....554

Tabla 5. 7: Costos indirectos .....554

Tabla 5. 8: Costos Tecnológicos .....555

Tabla 5. 9: Presupuesto total .....565

Tabla 5. 10: Calculo del VAN Y TIR.....566

## INDICE DE ECUACIONES

### CAPITULO 4

Ecuación 4. 1:Obtención de la Constante de la Planta .....	26
Ecuación 4. 2:Obtención del Tiempo Muerto .....	26
Ecuación 4. 3 :Métodos Integrado FORD .....	27
Ecuación 4. 4: Método Integrado HAY .....	27
Ecuación 4. 5: Método Integrado ASTROM AND HAGGLUND .....	27

### CAPITULO 5

Ecuación 5. 1: Tiempo de establecimiento.....	52
Ecuación 5. 2: Tiempo de establecimiento ante perturbación.....	54

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
INGENIERIA Y APLICADAS  
TITULO: “DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB SERVER PARA EL  
MONITOREO DE UNA ESTACIÓN DE NIVEL”**

**Autores:**

Basantes Osorio Edison Paul  
Calapiña Landa Paola Alexandra

**RESUMEN**

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo el diseño de una página web y un ejecutable que permite una mejor interacción, para el control y monitoreo de una estación de nivel, el cual se puede visualizar en cualquier dispositivo electrónico que establezca una conexión a internet, esto permite obtener los datos que envíe la estación en tiempos reales, la programación se la realizó mediante el lenguaje de JavaScript la cual es utilizado por el software Node-Red, permitiendo el interfaz con el PLC S7-1200 y la mini Pc I5 de marca Lenovo de cuarta generación, mientras tanto para el ejecutable que fue realizado en el programa Unity con el lenguaje de programación de C#, en esta ejecución el usuario podrá ser el administrador o el operador con su respectiva clave, el programa permite la interacción de nuestros usuarios observando los datos en la página y en el ejecutable en tiempo real sin la necesidad de estar en el lugar de trabajo, esto quiere decir que el operador podrá recibir los datos en cualquier parte del mundo.

En la actualidad estas herramientas modernas en el área industrial, son más aceptadas por que prefieren ya el control de una estación por la WEB, además al presentar estas opciones de control y monitoreo minimizan los costos en su elaboración por la implementación de herramientas con softwares libres, permitiendo la adquisición de datos en tiempos reales, para gerencia.

Palabras Claves: Node-Red, Unity, Mini Pc, Usuario, Pagina

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY FACULTY OF ENGINEERING  
SCIENCES AND APPLIED**

**TITLE: “DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB SERVER PARA EL  
MONITOREO DE UNA ESTACIÓN DE NIVEL”**

**Authors:**

Basantos Osorio Edison Paul  
Calapiña Landa Paola Alexandra

**ABSTRACT**

*The present degree work had as objective the design of a web page and an executable that allows a better interaction, for the control and monitoring of a level station, which can be visualized in any electronic device that establishes a connection to internet, this allows to obtain the data that sends the station in real times, the programming was carried out by means of the language of JavaScript which is used by the software Node-Red, allowing the interface with the PLC S7-1200 and the mini Pc I5 of mark Lenovo of fourth generation, meanwhile for the executable that was realized in the program Unity with the language of programming of C#, in this execution the user will be able to be the administrator or the operator with his respective key, the program allows the interaction of our users observing the data in the page and in the executable in real time without the need to be in the place of work, this means that the operator will be able to receive the data in any part of the world.*

*Nowadays these modern tools in the industrial area, are more accepted because they prefer the control of a station through the WEB, also when presenting these options of control and monitoring they minimize the costs in their elaboration by the implementation of tools with free softwares, allowing the acquisition of data in real time, for management.*

*Keywords: Node-Network, Unity, Mini Pc, User, Page*

## ***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 del proyecto de investigación al Idioma Inglés cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB SERVER PARA EL MONITOREO DE UNA ESTACIÓN DE NIVEL”**, presentado por: **Basantes Osorio Edison Paul y Calapiña Landa Paola Alexandra**, egresados de la Carrera de **Ingeniería Electromecánica**, pertenecientes a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuando puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Atentamente,



Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna Mg.  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0502617350**

## 1 INFORMACIÓN GENERAL

### **Título:**

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB SERVER PARA EL MONITOREO DE UNA ESTACIÓN DE NIVEL”**

### **Fecha de inicio:**

5 de abril del 2021

### **Fecha de finalización:**

12 de agosto 2021

### **Lugar de ejecución:**

Laboratorio de Automatización y Control perteneciente a la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

### **Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Electromecánica.

### **Equipo de Trabajo**

#### **Tutor**

Nombres: Byron Paúl  
Apellidos: Corrales Bastidas  
Cedula de identidad: 050234776-8  
Correo electrónico: byron.corrales@utc.edu.ec

#### **Coordinador 1:**

Nombre: Basantes Osorio Edison Paul  
Cédula de Ciudadanía: 050362828-1  
Correo electrónico: edison.basantes8281@utc.edu.ec  
Dirección: Eloy Alfaro, Latacunga, Cotopaxi

#### **Coordinador 2:**

Nombre: Calapiña Landa Paola Alexandra  
Cédula de Ciudadanía: 185025439-0  
Correo electrónico: paola.calapina4390@utc.edu.ec  
Dirección: La matriz, Píllaro, Tungurahua

**Área del conocimiento**

<b>Área conocimiento</b>	<b>Subárea Conocimiento</b>	<b>Subárea Específica conocimiento</b>
3300 Ciencias Tecnológicas	3304 Tecnología de los Ordenadores	3304.12 Dispositivos de Control
		3304.13 Dispositivos de Transmisión de Datos
		3304.16 Diseño Lógico
	3307 Tecnología Electrónica	3307.03 Diseño de Circuitos
	3311 Tecnología de la Instrumentación	3311.01 Tecnología de la Automatización
		3311.02 Ingeniería de Control
		3311.05 Equipos Eléctricos de Control
		3311.06 Instrumentos Eléctricos
		3311.15 Técnicas de Manipulación a Distancia

**Línea de investigación:**

De acuerdo por lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, la línea de investigación del presente proyecto es: Procesos industriales

**Sub líneas de investigación:**

La carrera de Ingeniería Electromecánica acoge a las sublínea de investigación: Automatización, control y protección de sistemas electromecánicos.

**2 INTRODUCCION****2.1 El Problema**

Los bancos de pruebas para instrumentos y flujo de nivel de las industrias del Ecuador presentan la necesidad de ser monitoreados, accionados y controlados por un ente no propio de la máquina (humano). Esto ocasiona que diversos factores intervengan y provoquen una posible mala

interpretación de resultados, manipulación y control de datos de los equipos de los bancos de prueba.

### **2.1.1 Situación Problémica:**

En el Ecuador los sistemas de automatización industrial conforman las crecientes demandas de control descentralizado su complejidad ha acelerado el paso de paradigmas de diseño monolíticos y centralizados hacia enfoques de ingeniería más reconfigurables y distribuidos. Actualmente los procesos de control no abordan las nuevas exigencias de los sistemas industriales complejos, que incluyen la portabilidad, la interoperabilidad, el aumento de la reutilización y la distribución. Además, la portabilidad, la configurabilidad, la interoperabilidad, la reconfiguración y la distribución se han identificado en como las exigencias y requisitos de alto nivel para futuros sistemas de automatización.

Los denominados Web server son un elemento base para la comunicación de sistemas que procesan información, ejemplo de ellos son algunos sistemas industriales de manufactura con arquitecturas sencillas que se modelan con el sistema, la complejidad que caracteriza los sistemas de manufactura en la actualidad obliga a un replanteo y desarrollo de nuevos procesos de control que respondan al dinamismo y versatilidad en las aplicaciones. La semántica del lenguaje de programación también genera un problema ya que no está definida estrictamente, por lo que esto conlleva a la incompatibilidad del software de control entre los diferentes procesos de manufactura, por lo tanto, no es posible transferir la configuración de una herramienta a otra y de esta manera preservar toda la información requerida para una ejecución correcta del algoritmo de control

En la actualidad la industria ecuatoriana experimenta cambios en los procesos de automatización, impulsado por el mejoramiento constante de diferentes técnicas de producción, optimización de uso de materias primas, ahorro energético y mejoramiento de la calidad de los productos, todo esto se lograría con la implementación de sistemas automatizados de control.

### **2.1.2 Matriz de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa contempla las principales deficiencias de control y monitoreo de la estación de nivel

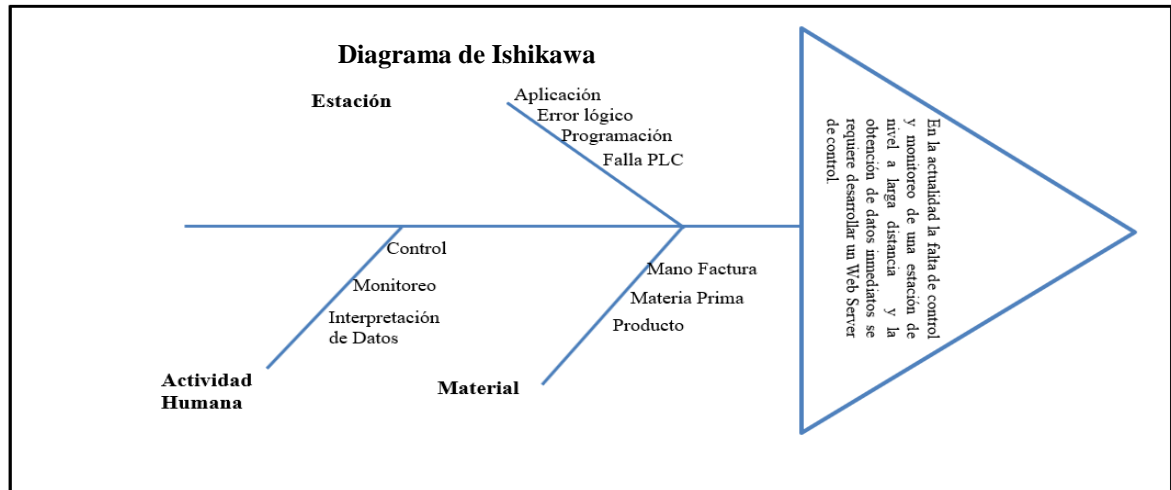


Figura 2. 1: Matriz de Diagrama de Ishikawa

### 2.1.2 Formulación del Problema

En la actualidad la falta de control y monitoreo de una estación de nivel a larga distancia y la obtención de datos inmediatos se requiere desarrollar un Web Server de control para la obtención de la información en tiempo real

## 2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

### 2.2.1 Objeto de estudio

Web Server para el monitoreo de un proceso de nivel.

### 2.2.2 Campo de acción

Tecnología de los Ordenadores

Tecnología Electrónica

Tecnología de la Instrumentación

## 2.3 BENEFICIARIOS:

- Los beneficiarios directos son, la Universidad Técnica de Cotopaxi, el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, los docentes, estudiantes internos y externos de la Universidad.
- Los beneficiarios indirectos son los lectores quienes se interesen por el desarrollo del presente escrito.

## 2.4 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se ha venido desarrollando diversas formas de llevar un monitoreo de control de forma inalámbrica, con un entorno virtual creado mediante un Web Server el cual permitirá la obtención de datos en tiempos reales y el monitoreo de la estación de trabajo a una larga distancia, con esta nueva herramienta virtual se podrá controlar y monitorear de manera rápida y real.

El proyecto busca la implementación de un Web Server para el control y monitoreo de una estación de nivel con la ayuda de una Mini Pc CORE i5 de marca Lenovo la implementación de esta herramienta digital permitirá la verificación del funcionamiento óptimo del proceso industrial el cual se podrá observar en una página web y la interacción con el ejecutable la cual obtendrá valores reales en cualquier parte que se encuentre el usuario sin estar presente en el lugar de trabajo, se busca generar un aporte de conocimiento e interacción para los usuarios .

## **2.5 HIPÓTESIS**

El desarrollo de un sistema Web Server a una estación de nivel permitirá el monitoreo y control de la estación de trabajo y la obteniendo de los datos, en tiempo real estos serán reflejados en forma local y global con su ejecutable.

## **2.6 OBJETIVOS**

### **2.6.1 General:**

Desarrollar un sistema Web Server para el monitoreo y control de una estación de nivel para que los datos puedan ser observados en tiempos reales en una página Web, con la interacción del ejecutable con los usuarios que realicen el control del módulo.

### **2.6.2 Específicos:**

- Investigar sobre procesos de nivel y servidores web en procesos industriales.
- Seleccionar los componentes que se van a implementar para el sistema de un Web Server.
- Diseñar el sistema de comunicación entre la estación de nivel y la página web para la creación de la base datos.
- Validar el funcionamiento del sistema Web Server en la estación de nivel.

**2.7 SISTEMA DE TAREAS**

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividades (Tareas)</b>	<b>Resultados Esperados</b>	<b>Técnicas, Medios e Instrumentos</b>
Investigar sobre procesos de nivel y servidores web en procesos industriales.	-Revisar fuentes bibliográficas verídicas acerca de procesos de nivel. -Indagar si hay existen más prototipos de un web server en procesos industriales	Obtener la mayor información acerca de la implantación de un web server el monitoreo de procesos y su funcionalidad	-Documentación, tesis, artículos.
Seleccionar los componentes a utilizar en el proyecto.	Estudio y análisis de los equipos tecnológicos que mejor se adapten a las necesidades de la estación de nivel.	-Adquirir los equipos electrónicos que sean más adecuados para el proceso. -Adquirir licencias y permisos para uso de softwares.	-Consulta de catálogos de diferentes proveedores
Diseñar el sistema de comunicación entre la estación de nivel y la página web para la creación de la base datos.	-Establecer la condición deseada del monitoreo de un proceso de nivel a larga distancia de forma global.	Desarrollar el sistema estructural de la comunicación entre la estación de nivel y un mini pc -Programación de la base de datos para su almacenamiento. -Diseño de la página web donde se reflejarán los resultados.	Lenguaje de programación C#
Validar el funcionamiento del sistema Web Server en la estación de nivel.	Visualizar las distintas variables que arroja en su funcionamiento una estación de nivel.	Realizar el control y monitoreo de las variables de la estación de nivel y verificar el funcionamiento de la Web Server a distancia. -Generar pruebas y ajustes del sistema según necesidades de los usuarios.	Programación del sistema. Confirmación de los datos en la página mediante dispositivos electrónicos digitales conectadas a una red de Ethernet (computadoras, celulares inteligentes, Tablet.)

### 3 FUNDAMENTACION TEORICA

La interpretación de la norma IEC-61499 en la implementación de sistemas de control ha sido ampliamente analizada en varios proyectos como lo son: las redes inteligentes, los mecanismos, el control en la mecatrónica y los procesos industriales. Estos estudios han confirmado muchas ventajas sobre la aplicación de la normativa y sus acercamientos a las industrias 5.0.

La falta de conocimientos en herramientas digitales limita el monitoreo y control de procesos industriales. Dice Sánchez G., Custodio A. en su investigación de un **“Servidor para un Sistema de Supervisión y Control de Procesos Industriales bajo Software Libre”** de la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre- Venezuela que tan solo con la web y con un sistema operativo llamado Linux, se consigue monitorear en cualquier momento el estado de un proceso tan solo con contar con un computador y una conexión a Internet, esto facilita la disminución significativa del tiempo para descubrir el mal funcionamiento del proceso industrial, este sistema está configurado con una aplicación llamada SCADA la cual permite al usuario conocer cuáles son las variables existen en este proceso, accediendo a lo que es la recopilación de los datos que se están generando en el proceso de una forma gráfica con el fin de facilitar la interpretación al usuario. [1]

Quinte J. menciona a través de su estudio **“Monitoreo de Procesos Industriales a través del Servidor Web del Controlador LOGO V8”** Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva que mediante la implementación de un control y monitoreo con la ayuda de una página web se puede obtener una información de manera rápida y eficaz de un sistema de producción indica que la información debe ser analizada, procesada y a su vez tiene que ser almacenada, para así llevar a cabo una evaluación constante de un proceso industrial el mismo que debe garantizar y ajustarse de una forma óptima la capacidad y el tiempo de producción, esta investigación detalla cómo se llevó a cabo la construcción de un módulo de monitoreo de un procesos industrial mediante la implementación un servidor web basado en el controlador LOGO V8, para el accionamiento y supervisión de los actuadores, receptores del sistema industrial, este sistema puede ser accedido desde cualquier parte del mundo, el módulo tendrá que tener la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de proceso industrial la programación que se utilizó es este proyecto es el lenguaje (SCADA) el cual garantizar la seguridad para así proteger los datos de las variables que se puede obtener en cualquier proceso de producción de la empresa. [2]

En el caso de Almache C. en su investigación de un **“Diseño de un HMI en Web Servers del PLC S7- 1200/1500 para el Control de un proceso multivariable de un Módulo Didáctico para el Laboratorio de Hidrónica y Neutrónica”** de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) detalla que el diseño de una página web para el monitoreo y control de un módulo didáctico el mismo que es controlado por un PLC S7-1500, usando el lenguaje AWP y JavaScript que es un lenguaje que es parecido al lenguaje de programación C este permite al cambio imágenes, y también se puede hacer animaciones, entre otras etc. En la actualidad esta es una herramienta moderna y a su vez revolucionaria en el área industrial, ya que a un nivel mundial los usuarios de estaciones industriales prefieren poder controlar una planta por medio de la web. [3]

El desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas permite buscar numerosas formas para optimizar el tiempo, Sailema C. cita en su proyecto de **“Diseño e Implementación de un Sistema Web Server para el Monitoreo y Balance Energético en un Colector Solar Plano”**, de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) que aprovechar de manera óptima las distintas oportunidades tecnológicas que otorga la web server, con una tarjeta Shield Ethernet de Arduino las mismas que son implementadas en un microcontrolador el cual recibe, envía y guarda datos en la red para posterior visualizar los datos, estas tarjetas hacen uso de un software de arquitectura abierta y transmiten los datos a través de un protocolo de Ethernet. El sistema es implementado con un colector solar plano y las variables temperatura y caudal a la entrada del equipo y la temperatura a la salida son monitoreadas y mostrados por medio de un computador o un dispositivo móvil inteligente el usuario puede acceder a dicha información por medio de un ID de usuario o número de canal asignado en un portal web. [4]

El siguiente análisis de La Cruz F. Granados M, Zerpa S, Giménez D. en su **“Web-Labai: Laboratorio remoto de Automatización Industrial”** trata de que los alumnos puedan interactuar y a su vez realizar, desde el internet, sus prácticas de automatización y control de los procesos. Por ende, han desarrollaron un sistema de Hardware-Software el cual permite monitorear y controlar variables, mediante una página Web, de un proceso industrial el cual se encuentra localizado en las instalaciones del Laboratorio de Automatización Industrial del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica “Antonio José de Sucre”, UNEXPO, Barquisimeto, Venezuela. La comunicación cuenta con Controlador Lógico Programable o PLC y una cámara IP que permite el desarrollo de las prácticas. [5]

Simmonds A, Cabrera N, Berdugo N, Roldan J. y Yime E. de la Universidad del Atlántico implementaron “Un control PID de nivel en laboratorio usando PLC SIEMENS S7-300” donde detallan que la instalación de un controlador PID didáctico a un control de nivel de agua mediante la ayuda de un hardware refleja el actuar del proceso de nivel con mayor precisión. [6]

### 3.1 PROCESO INDUSTRIALES

Un proceso industrial es conocido como un desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados y sobre todo minuciosamente organizados. De tal manera, que, al acogerse al conjunto de operaciones ya específicamente diseñadas para la obtención y la transformación de uno o varios productos primarios. Esto con lleva a un aprovechamiento absoluta de los recursos naturales de tal forma que éstos se han convertidos en materiales como por ejemplo herramientas, sustancias que se han capaces de brindar la satisfacción llenar las necesidades que las personas necesitan para mejorar su calidad de vida.

#### 3.1.1 Procesos de Nivel

Los procesos de medición y control de nivel se pueden basarse en diferentes tecnologías como son: mecánica, capacitiva, conductiva, por presión, y también pueden ser por ultrasonidos, microondas, óptica y radar.

Los sensores ultrasónicos con su tecnología de radar, pueden ser usados para las mediciones sin contacto con el entorno, mientras que, con las demás tecnologías, los otros sensores tendrán un contacto con el entorno. [7]

### 3.2 Sistemas de Control

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema como está demostrada en la figura 3.1. [8]

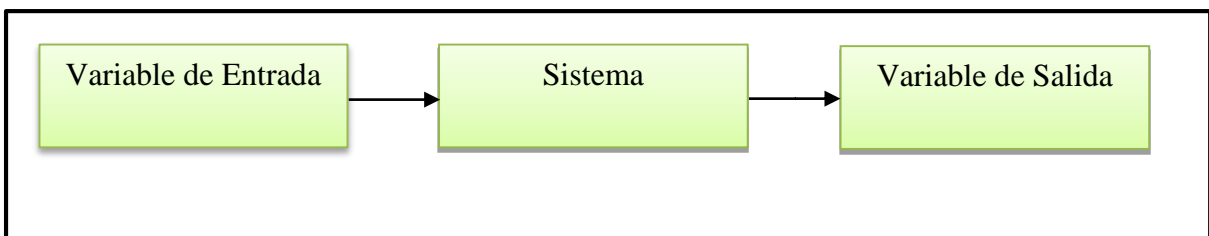


Figura 3. 1: Sistema de control

El sistema de control ideal debe ser capaz de alcanzar el objetivo propuesto cumpliendo los requisitos especificados a continuación:

1. Garantizan una estabilidad y sobre todo deben ser particularmente, robustos frente algún tipo de perturbaciones y sobre todo de errores en los modelos.
2. Deben ser eficientes como sea posible, según y el criterio establece que la acción de control sobre las variables de entrada debe ser realizables, para así que se pueda evitar comportamientos bruscos e irreales.
3. Deben ser fácilmente implementados, sencillos de operar en tiempos reales guiados con la ayuda de algún ordenador.

### 3.2.1 Sistema de Control de Lazo abierto

Un sistema de control de lazo abierto es aquél en el cual la salida censada de un proceso no se la compara con la señal de una referencia. [9]

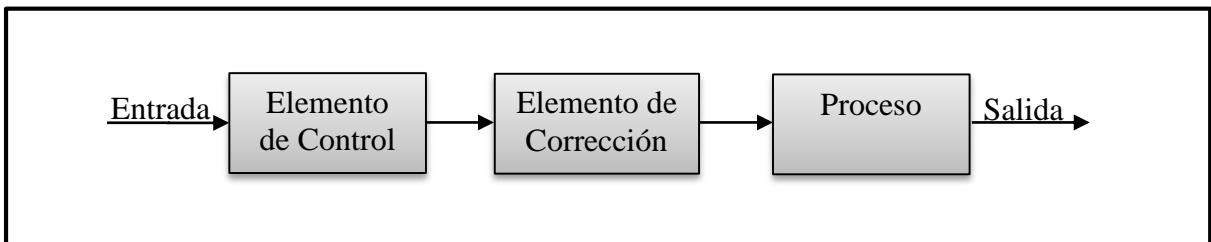


Figura 3. 2: Esquema de un sistema de control de lazo abierto

### 3.2.2 Sistema de control de lazo cerrado

Los sistemas de lazo cerrado son conocidos como sistemas de control con realimentación la diferencia que existe entre la señal de entrada y la de salida es denominada como señal de error del sistema; esta misma señal es la que actúa sobre el sistema de modo que llevar la salida a un valor deseado.

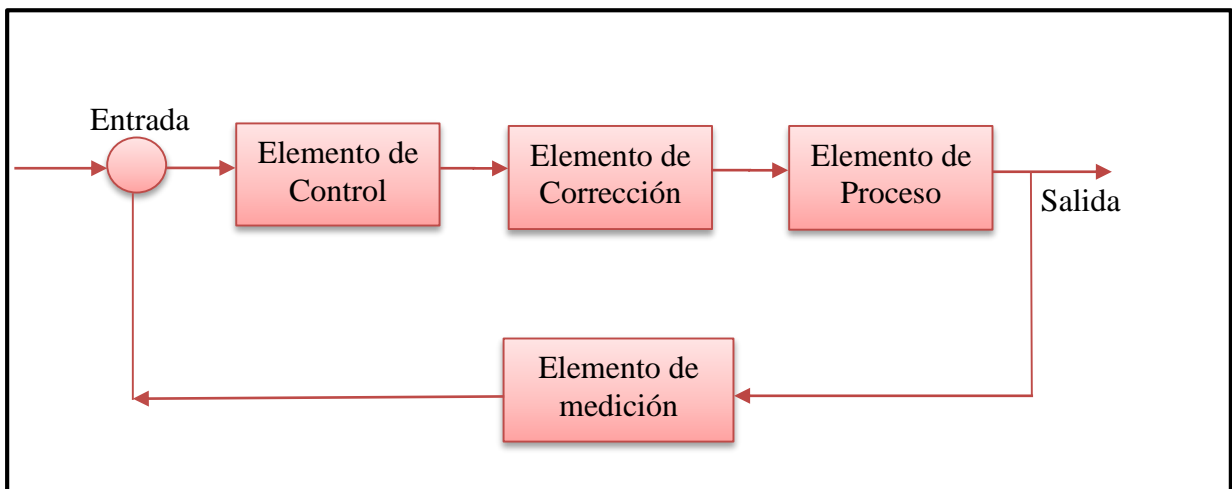


Figura 3. 3: Diagrama de un sistema de control de lazo cerrado

## 3.3 Tipos de Controladores

- **Controlador de dispositivo (o hardware):** Es un software que es usado por el mismo sistema para la interacción con el hardware. [10]
- **Controlador de impresora:** Convierte los datos para que sean impresos con la respectiva específico para la impresora.
- **Controlador de clase:** Es un controlador para los dispositivos que se puedan operar en varios dispositivos del mismo tipo. [11]
- **Controlador lógico programable (PLC en inglés):** Es un dispositivo electrónico usados principalmente en la automatización industrial.
- **Controladora de periférico (controller):** Es el hardware que está incluido en los dispositivos que permiten la interacción con la CPU.
- **Controlador wrapper o driver wrapper:** Es un controlador que permite la implementación de un dispositivo desde un sistema operativo que no esté soportado.
- **Controlador o driver JDBC:** Es un componente de software que permite que las aplicaciones como JAVA puedan acceder a una base de datos.

### 3.4 Análisis de Sistema

El Análisis de un Sistemas trata acerca de poder determinar los objetivos, límites del sistema para el análisis, de las características de la estructura y el funcionamiento, para marcar las directrices que van permitir alcanzar todos objetivos ya propuestos y así puedan ser evaluados y dependiendo de los objetivos que sean analizados se podrán encontrar problemáticas distintas: [12]

- El análisis de un sistema es para poder comprender, mejorar, ajustar y/o predecir su comportamiento.
- Se Analiza como paso previo para el diseño del nuevo sistema-producto.

### 3.5 Control de procesos industriales

El control de los procesos industriales tiene como finalidad la obtención del producto final con las características determinadas donde cumplan con todas las especificaciones y sobre todo los niveles de calidad que determinan la empresa correspondiente por cada lote de la producción. Un sistema de control de procesos busca corregir todas las desviaciones que puedan surgir durante el proceso con relación a los valores ya determinados que son óptimos para que se pueda conseguir las propiedades solicitadas en el producto final [14].

### 3.6 Medición

La medición es un componente crítico de un lazo de control cerrado, ya que capta la señal de la variable de proceso y la lleva a la entrada del controlador para que sea comparada con el punto

de consigna, determinando el error y la acción de control. Como el controlador lee una señal eléctrica en un rango determinado, la señal física debe ser transformada y acondicionada para que pueda ser interpretada por el controlador, por lo cual la etapa de medición consta de 3 elementos: sensor, transductor y transmisor [15].

### 3.7 Sensores

Un sensor es dispositivo electrónico que detecta cambios en el entorno y responde inmediatamente algún tipo de salida en el sistema.

### 3.8 Control Lógico Programable

Es un Control Lógico Programable conocido por sus iniciales como PLC es básicamente una computadora programable que se la utiliza para las tareas que traten de automatización, como como son las líneas de ensamblaje en las fábricas, también en los sistemas de iluminación o cualquier otro tipo de proceso que con lleve la automatización. El PLC cuenta con un software que le permite ser actualizado, y tener múltiples entradas y salidas, una vez que se realiza la programación de la una tarea, se revisa que las entradas que tiene y según sea el programa que demande la activación de las salidas, esto activa o desactiva maquinaria u otro tipo de equipos. Ya que en su mayoría se utiliza en ambiente industrial es resistente a condiciones extremas como alta y bajas temperaturas, corriente eléctrica anómala, humedad, polvo, vibraciones y golpes. [16]

### 3.9 Control PID

Es un regulador que permite poder controlar los sistemas de lazo cerrado para así alcanzar el estado de salida anhelado. El controlador PID está conformado por tres elementos que prestan una acción Ajustada, Completa y Derivativa. Estas tres acciones son las que dan nombre al controlador PID. [17]

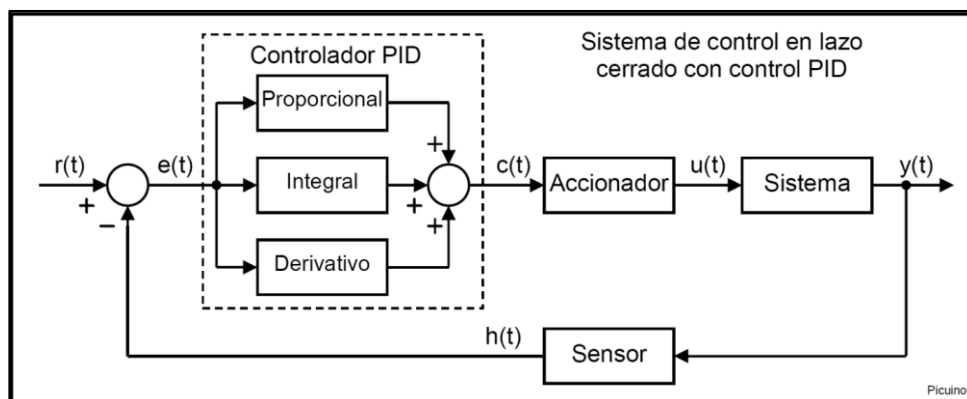


Figura 3. 4: Diseño de un PID

Fuente [17]

### 3.10 Método de Sintonización

Los métodos de sintonización de control de PID son aquellas determinaciones de los ajustes de los parámetros, para lograr un comportamiento del sistema aceptable y robusto conforme del criterio del que se necesite. [17]

#### 3.10.1 Método Lambda

Lambda es, fundamentalmente, un método anónimo. Sin embargo, este no se ejecuta solo. Pero se lo usa para implementar una interfaz funcional. Por lo tanto, da como resultado el control de los sobre impulsos.

#### 3.10.2 Sintonización con el Método Lambda

- Requerimiento: Modelo de primer orden que estable e integra con tiempo muerto
- Diseño: Consta de tiempo de lazo cerrado.

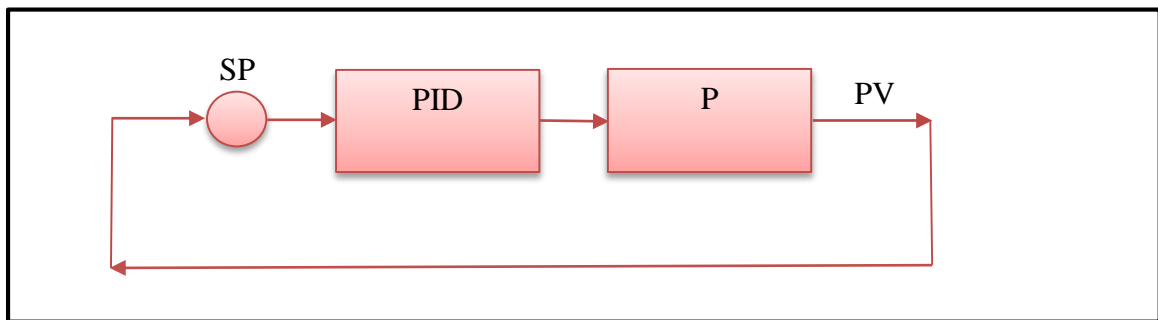


Figura 3. 5: Esquema PID

#### 3.10.3 Acción proporcional

La acción proporcional es la base de tres modos de control, donde se puede observar que dos modos están presentes, y están sumados a la respuesta proporcional. La acción proporcional hace referencia al cambio en la salida del controlador, proporcional al intercambio en la variable del proceso, este es conocido como “ganancia” del controlador [18].

#### 3.10.4 Acción integral

La acción integral provee una respuesta proporcional, esta acción elimina todo error en el régimen estacionario lo que induce a una acción. Sin embargo, también se puede obtener un mayor tiempo de conexión, y una respuesta más lenta a un periodo de oscilación mayor [18].

### 3.11 Base de Datos

Es conocida como banco de datos, a un conjunto de información que pertenece a un mismo contexto, de forma ordenada y de modo sistemático para su posterior recuperación, análisis y/o transmisión. [19].

Actualmente existen muchas bases de datos, que van desde una biblioteca hasta los extensos conjuntos de datos de información de los usuarios de una empresa .

### **3.11.1 Tipo de base de datos**

Existen diversas clasificaciones acerca de las bases de datos, con características puntuales:

Según su la necesidad. Los procesos de la recuperación y preservación de los datos, se puede especificar de la siguiente manera: [20]

- Bases de datos estáticas: Son utilizadas para la incorporación de la inteligencia empresarial y encargadas de otras áreas de los análisis históricos, son bases de datos de lectura, las cuales se puede extirpar información, pero no se puede realizar modificaciones existentes.
- Bases de datos dinámicas: Esta base de datos operan procesos de actualización, y de reorganización, añadidura y en esta se puede efectuar el borrador de la información.

### **3.12 Páginas Web**

Una Página Web es muy conocida como un documento de tipo electrónico, el cual contiene información digital, la cual puede venir dada por datos visuales y sonoros, o una mezcla de ambos, a través de los textos, también puede ser por medio de imágenes, gráficos, audio o vídeos y otros tantos materiales dinámicos o estáticos. Toda esta información se ha configurado para adaptarse a la red informática mundial, también conocida como World Wide Web. [21]

#### **3.12.1 Tipos de Páginas Web**

Estas son las más características de una página web: [22]

- Página web estática: Son páginas en las que no se puede cambiar el contenido. El cual se puede observar una información permanente, delimitando al usuario al no poder interactuar.
- Página web dinámica: En esta página los usuarios pueden crear y sobre todo colaborar en el contenido del desarrollo. Es todo lo contrario a las anteriores. En esta podemos mencionar los blogs, foros, tiendas online donde el usuario interactúa.
- Blogs: Son portales donde el autor publica artículos informativos con una temática en concreto. Los blogs son muy populares en nuestra actualidad ya que sirven para aportar información a la audiencia y demostrar el conocimiento de los profesionales que los escriben.
- Tiendas online: Son páginas orientadas para la compra-venta de artículos. Existen muchas plataformas físicas que optado por el potencial de internet y crear sus propias tiendas online para que puedan comprar toda clase de productos desde cualquier parte del mundo.
- Buscadores: Son páginas donde los cibernautas puedan realizar la búsqueda del

contenido que sea de su interés de un tema en concreto.

### 3.13 NODE-RED

La node-red es un punto de conexión y comunicación que recibí, crea, almacena o enviar datos a lo largo de las rutas de la red distribuidas. [23]

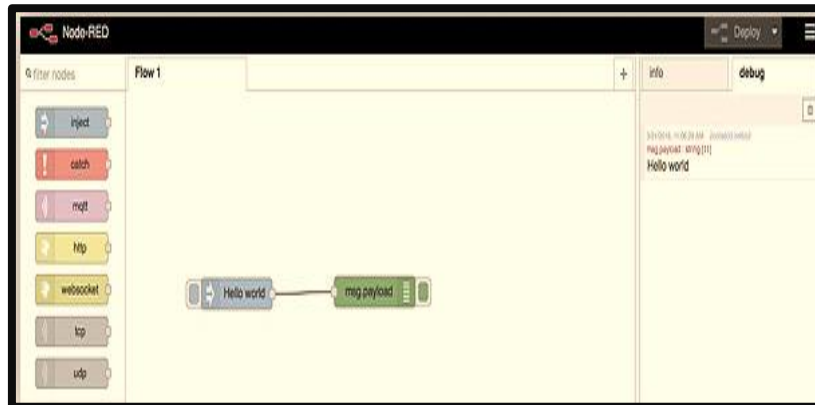


Figura 3. 6: Node-Red

#### 3.13.1 Entorno de Ejecución y multiplataforma

Como se ha indicado, Node-RED está construido en Node.js, aprovechando así las distintivas características de dicho lenguaje: su modelo 'no-bloqueante', 'orientado a eventos asíncronos' Esto dota a Node-RED de dos importantes características: [24]

- Un runtime es muy liviano con bajo derroche de recursos.
- Posee la capacidad de poder ser ejecutada en todos aquellos dispositivos y sistemas operativos en los que pueda ejecutarse la Node.js

#### 3.13.2 Lenguaje de Programación

Node-RED está ejecutada en NodeJS y en la librería de JavaScript D3. js. NodeJS facilita la potencia necesaria para que la Node-RED pueda ser fiable y escalable. NodeJS es un software muy potente el cual permite que la programación en JavaScript del lado del servidor. [25]

### 3.14 IBM CLOUD

IBM Cloud es una plataforma la cual permite al usuario desarrollar, crear y ejecutar aplicaciones y servicios modernos. El IBM Cloud es una de las plataformas ideales para impulsar las aplicaciones innovadoras que están basadas en datos. [26]

#### 3.14.1 Componentes de la plataforma IBM Cloud

Esta plataforma está compuesta de varios componentes que trabajan colectivamente para poder brindar una experiencia excelente con la nube de forma coherente y sobre todo que sea fiable. [27]

- Sirve como principales actuadores para así poder crear, vincular y sobre todo observar y gestionar los aspectos más importantes de la nube.
- Es componente en el cual se puede mencionar acerca del caso de gestión de identidad y acceso el cual permite a los usuarios de forma segura la interacción con los servicios de la plataforma y así poder efectuar el control del acceso a los recursos de una manera más coherente en la plataforma de IBM Cloud.
- Un catálogo que consta de cientos de ofertas de IBM Cloud.

### 3.14.2 Características del SM1234

Se procede a detallar las características del módulo SM 1231 en la Tabla 3.4

**Tabla 3. 1:** Características del Módulo 1231 [28]

Modelo	SM 1231 AI 4 x RTD x 16bit
Referencia (MLFB)	6ES7 231-5PD30-0XB0
Dimensiones An. x Al. x P. (mm)	45 x 100 x 75
Peso	220 g
Pérdidas	1,5 W
Consumo (bus SM)	80 mA
Consumo (24 V DC) <sup>1</sup>	40 mA
Número de entradas	4
Tipo	RTD referenciado
Rango	Ver tabla de selección de sensores RTD

### 3.14.3 MODULO SM1234 [29]

Tiene 4 entradas y 2 salidas con un rango de señal de 4 a 20mA. Admite salida en forma de corriente y tensión.

### 3.14.4 Características del SM124

**Tabla 3. 2:** Características de SM1234 [28]

Tensión de alimentación	
24 V DC	Sí
Consumo, típ.	60 mA
fondo 5 V DC, típ.	80 mA
Pérdidas, típ.	2 W

### 3.15 Lenguaje de Programación JAVA

Java es un lenguaje muy utilizado en la programación de una plataforma informática, existen diversas aplicaciones y sitios web que funcionan con Java, este lenguaje es usado continuamente ya que representa una programación rápida, eficaz y confiable. La podemos encontrar desde las portátiles hasta los centros de una base de datos, también se la encuentra en consolas para juegos hasta a su vez en súper computadoras, en otro ámbito también los podemos ver desde teléfonos. [30]

### 3.16 Programa UNITY

Unity es una de las herramientas que te permite al usuario crear videojuegos ejecutables que interactúan con para diferentes plataformas como son las PC, videoconsola, node-res mediante el editor visual y la programación de vía scripting, donde se puede conseguir resultados de forma profesional. [31]

Las funcionalidades más típicas que tiene Unity son las siguientes:

- Motor gráfico para renderizar gráficos 2D y 3D
- Animaciones
- Sonidos
- Inteligencia Artificial
- Programación o scripting

#### 3.16.1 Características de UNITY

Unit presta sus servicios desde la obtención de información hasta la opción de crear. Las características, más mencionadas son: [32]

- **Analíticas:** Permite la obtención analítica sobre cómo es la interacción de los usuarios con su creación.
- **Colaboración:** Permite la colaboración de la ejecución del proyecto con otras colaboraciones.

- **Certificación de Unity:** Permite la validación del conocimiento acerca de esta herramienta.
- **Multijugador:** Permite la implementación de distan colaboraciones e interacciones distintos usuarios.
- **Documentación del software:** Cuenta con los mejores manuales existentes, que se van actualizando a razón que se actualice el software, para que no aparezca ninguna diferencia, también está incluido la información de las actualizaciones, las guías para usuarios de un nivel avanzado, pueda encontrar todo el historial de la documentación por si se da el caso de que lo necesite.
- **Soporta la exportación a diversas plataformas:** Estas es una de las características más relevantes de Unity ya que permite crear diferentes aplicaciones para varias plataformas, sin ninguna limitación, lo que permite una mayor expansión de conocimientos de la aplicación.
- **Comunidad de usuarios:** Unity cuenta no solo con foros internos, cuenta con otros blogs de usuarios del internet, facilitando los conocimientos entre los navegadores.

### 3.16.2 Lenguaje de Programación en Unity

El lenguaje de programación que se utiliza en Unity se lo conoce como C#. Los lenguajes de programación que Unity maneja son de scripting encaminados a objetos de entorno virtual. Al igual q cualquier lenguaje, de scripting tienen partes de diálogo, mientras las partes principales son denominadas variables, funciones y clases.

## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Introducción

El proyecto de tesis a tratar consiste en el monitoreo y control de una Estación de Nivel a una larga distancia, se pretende utilizar la versatilidad de las herramientas tecnológicas para la ejecución del proceso industrial permitiendo al usuario visualizar el proceso mediante una página web.

### 4.2 Matriz de operacionalización de variables

- **Variable independiente**

Sistema Web Server

- **Variable dependiente**

Monitoreo y control de una estación de nivel de forma global.

### 4.3 Operacionalización de las variables

Las variables independientes y dependientes consideradas en el proyecto tecnológico se detallan a continuación en las tablas 4.1 y 4.2

**Tabla 4. 1:** Variable Independiente

Variable independiente	Categorías	Unidad	Técnicas	Instrumentos
Sistema de Web Server	Automatización	Programación en Ladder	Observación	PLC
	Sistemas de control	La ley de Ohm Voltaje, (V) Corriente (A) Resistencia ( $\Omega$ )	Observación	Sensor Interruptores Variador
	Controlador	Adimensional	Selección de acuerdo al número de entradas y salidas	Diagrama de Flujo
	Sensor de Nivel	Voltaje, (V) Distancia(cm)	Medición	Sensor

**Tabla 4. 2:** Variable Dependiente

Variable Dependiente	Categorías	Unidad	Técnicas	Instrumentos
Monitoreo y el control de una estación de nivel de forma global.	Visualización del Proceso	Monitoreo	Observación	Página Web
	Control del Proceso	La ley de Ohm Voltaje, (V) Corriente (A) Resistencia ( $\Omega$ )	Observación	Programación
	Global y Local	Distancia(m)	Observación	Usuario

Para el desarrollo del presente proyecto tecnológico se utiliza las siguientes modalidades: bibliográficas, experimental, proyecto factible.

Los métodos implementados en este proyecto se los presentan de una forma clara y explícita, adecuada con la recopilación de la información para la conceptualización de las temáticas acerca del monitoreo el control y la descripción de los componentes para el desarrollo del proceso.

#### 4.3.1 Modalidad Bibliográfica

La investigación bibliográfica, se implementa debido a que es el punto inicial en la propuesta mediante la indignación de la información de los antecedentes, que redacten acerca de la temática que se está tratando en la propuesta tecnológica.

#### 4.3.2 Modalidad Experimental

La investigación experimental es un proceso en la cual se manipula una variable experimental la misma que no es comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular.

#### 4.3.3 Proyecto Factible

La implementación de la propuesta tecnológica planteada otorgara la medición de valores factibles en la estación de nivel sustentado su viabilidad con la automatización del monitoreo y control del proceso.

#### 4.3.4 Nivel de Investigación

En la propuesta tecnológica se precisa implementar el nivel correlacional, el nivel exploratorio, y el nivel explicativo.

#### **4.3.5 Investigación Correlacional**

La investigación correlacional implica medir dos variables y evaluar la relación entre ellas, sin manipulación de una variable independiente.

Con el concepto ya especificado anteriormente procederemos a implementar esta investigación a nuestra propuesta tecnológica por lo que estaremos trabajando con las variables mencionadas en el capítulo.

#### **4.3.6 Investigación Exploratorio:**

La investigación exploratoria se implementado ya que es la primera etapa del proceso investigativo que ayuda a proporcionar información y conocimiento de las investigaciones ya existentes, de un modo sistemático, a través: indagación, conocimientos y técnicas sobre un tema determinado. El resultado de un buen proceso investigativo bibliográfico permite la publicación de un documento que acompañe al conocimiento científico que instruya al usuario en la metodología de investigación

#### **4.3.7 Investigación Explicativo:**

La investigación explicativa será implementada en la propuesta tecnológica debido a que es fundamental ya que permite realizar comparaciones de proyectos similares mejorando aspectos que se consideran válidos, evitando errores en base a experiencias de proyectos pasados con la aplicación de la investigación experimental se lograra la manipulación de variables intervención directa a ellas, observando el desarrollo y las consecuencias durante el proceso de la implementación del sistema.

### **4.4 Métodos de investigación**

En la propuesta tecnológica se implementaron los métodos de investigación que son: observación, inductivo y deductivo.

#### **4.4.1 La Observación**

El método de la observación se implementó, en base al uso de la visión media, se obtiene veracidad sobre cada uno de los datos obtenidos, de esta forma se logra las respectivas variables reales que determinen la factibilidad sobre el uso de los equipos y accesorios para la obtención del control y monitoreo. El cual establece una relación concreta e intensiva entre el investigador y la máquina de los que se obtienen datos que luego se sintetizan para desarrollar la investigación, como es el caso, de las influencias producidas son más difíciles de someter a un estudio experimental.

#### 4.4.2 Método Inductivo

El método inductivo desarrollado en la propuesta tecnológica permitió clasificar la información obtenida, estableciendo patrones, para ir clasificando la información teórica conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios

#### 4.4.3 Método Deductivo

El método deductivo se detalla las conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios, que se pudo obtener por un razonamiento estratégico

#### 4.5 DESCRIPCIÓN MECÁNICA DE LA ESTACIÓN DE NIVEL

Se procederá a realizar una descripción detallada y precisa de cada uno de los elementos que forman a la Estación de nivel.

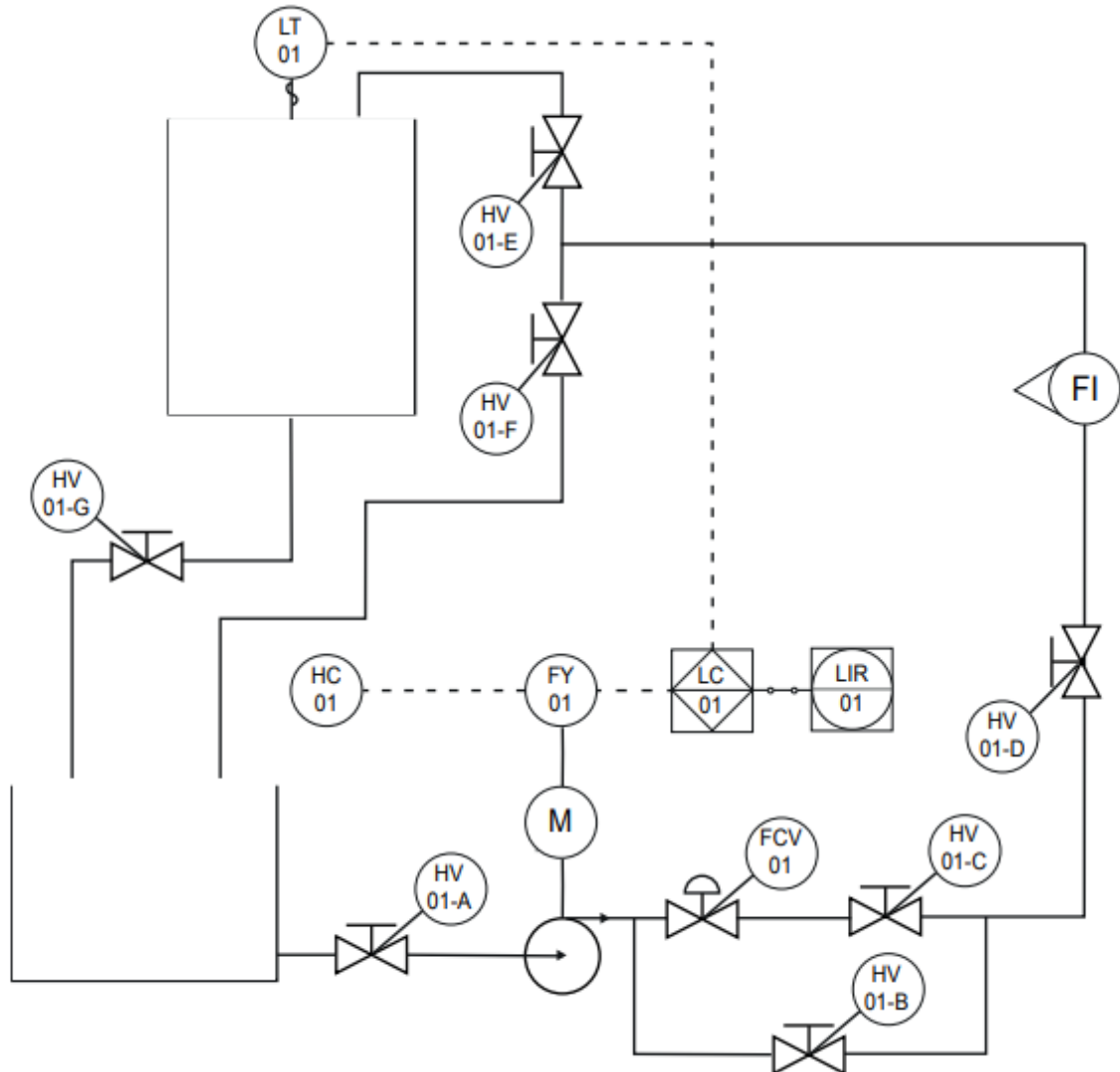


Figura 4. 1: Diagrama de la Estación de Nivel

Los tanques a utilizar tienen las siguientes características y mediciones que se encuentran detallada en la Tabla 4.3.

**Tanque de reserva y Tanque principal**

**Tabla 4. 3:** Características de los Tanques de la Estación de Nivel

Características de los Tanques de la estación de Nivel		
Tipo de Material	Policarbonato, Acrílico	
Forma	Paralelogramo	
Medidas	Tanque principal	Tanque de Reserva
	Largo= 1200mm Ancho= 400mm Alto= 200mm	Largo= 1000mm Ancho= 25mm Alto= 250mm
	Capacidad	96 litros

**Sensor de nivel**

Se detalla cada una de las características del transmisor de nivel ultrasónico Banner T3UXDB. en la tabla 4.4

**Tabla 4. 4:** Características del sensor de nivel

CARACTERISTICAS ESENCIALES DEL SENSOR DE NIVEL	
Rango máximo	2m
Zona muerta	10% del rango máximo
Alimentación	24VDC
Salida analógica	4-20 mA
Tiempo de respuesta	96ms

**Variador de Frecuencia.**

**Tabla 4. 5:** Características del Variador de Frecuencias

CARACTERISTICAS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA	
Tipo	iG5A
Entradas/Salidas	0-10v
	4-20mA
Voltaje	200-230V
Potencia	0.5-30HP
Frecuencia	60Hz (+-5%)

**Bomba centrífuga (M1)**

En la tabla 4.6 se detalla las características de la bomba que se estará utilizando.

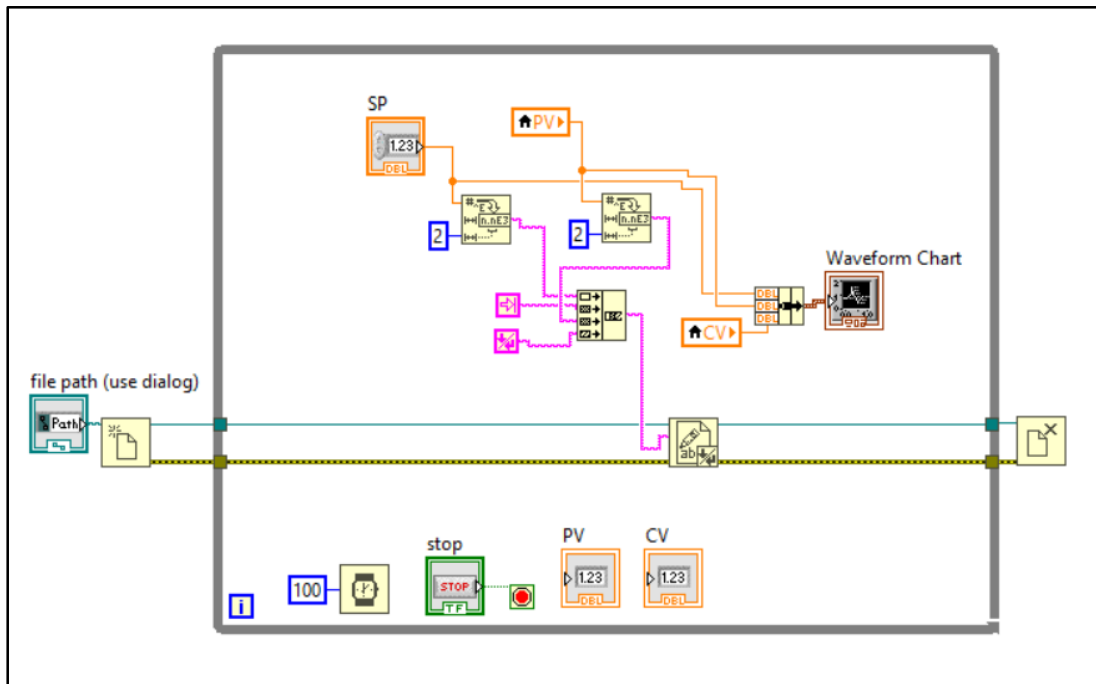
**Tabla 4. 6:** Características de la Bomba

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA	
Tipo	Centrífuga
Flujo	100 l/min
Voltaje	Trifásica 220v
Potencia	1 HP

**4.6 OBTENCIÓN DEL MODELO DINÁMICO DE LA ESTACIÓN DE NIVEL**

**4.6.1 Obtención de datos**

Para la obtención del modelo dinámico de la estación de nivel es necesario utilizar el método de la curva de reacción, considerando que este es un proceso integrante. Para ello se debe utilizar un programa en LabVIEW como se muestra en la Figura 4.2, para la obtención de los datos al ingresar en el sistema una entrada escalón.



**Figura 4. 2:** Programa en LabVIEW para guardar los datos de reacción de la planta en archivo .txt

#### 4.6.2 Graficar los datos en Excel

Una vez obtenidos los datos respectivos en un archivo, se procede a graficarlos como se muestra en la Figura 4.3.

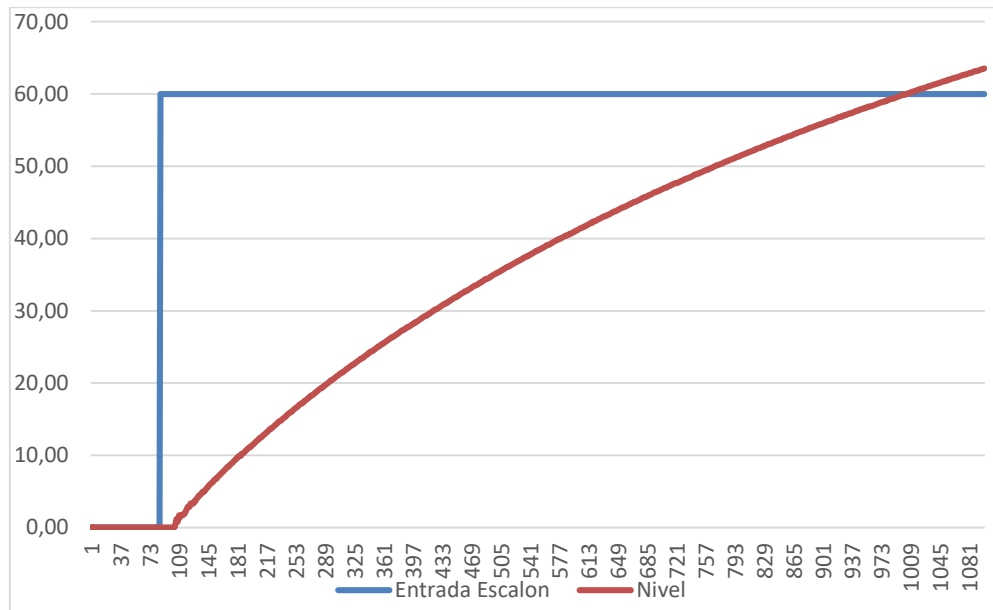


Figura 4. 3: Gráfico en Excel del comportamiento de la estación de nivel.

#### 4.6.3 Obtención del Modelo de la estación de nivel

Una vez graficado se deben tomar los puntos y datos respectivos como se muestra en la Figura 4.4, para reemplazarlos en las fórmulas respectivas.

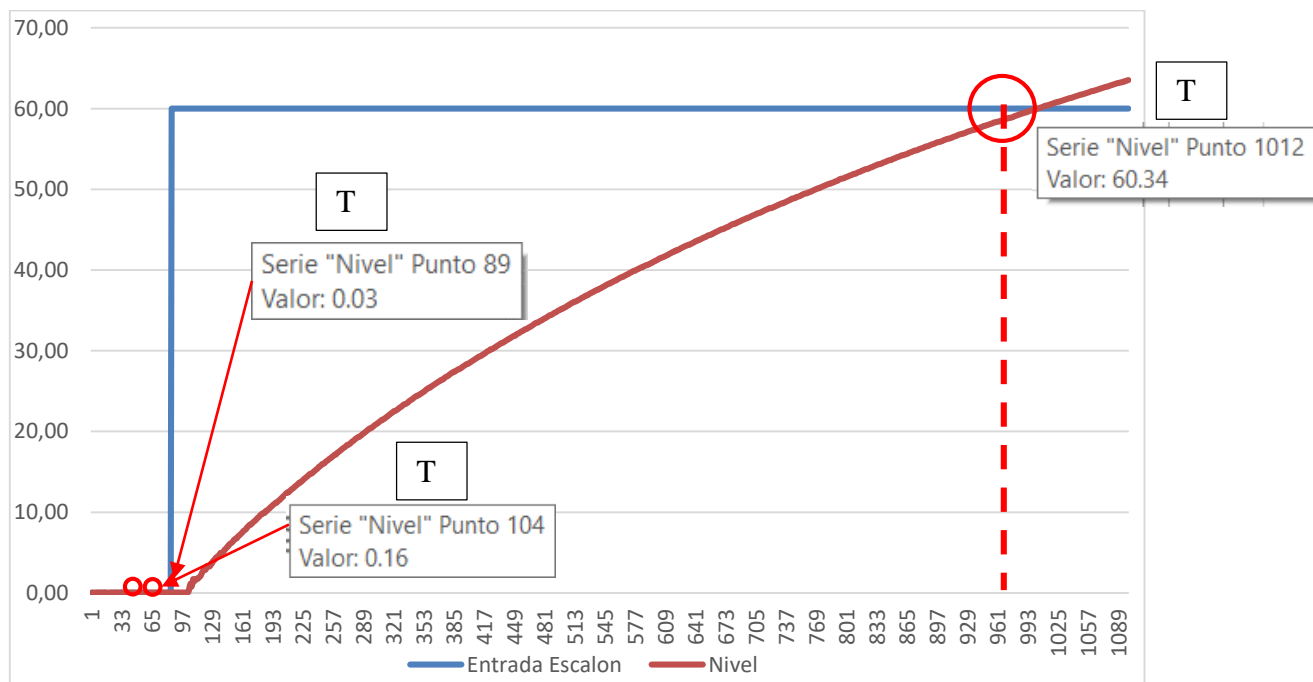


Figura 4. 4: Gráfico en Excel de los puntos necesarios para el modelamiento.

Obteniendo los puntos necesarios de la curva, se reemplaza en las siguientes ecuaciones.

**Ecuación 4. 1:** Obtención de la Constante de la Planta

Fórmula	Descripción
$Km = \frac{O2 - O1}{(I2 - I1) * (T3 - T2)}$	Km: Constante de la Estación O2: Punto Máximo de la curva O1: Valor entrada I2: Porcentaje I1 inicio de escalamiento T3: Inicio de la Curva T2: Voltaje de escalonamiento

$$Km = \frac{O2 - O1}{(I2 - I1) * (T3 - T2)}$$

$$Km = \frac{60.34 - 0}{(60 - 0) * (1012 - 104) * 0.1}$$

$$Km = 0.01106897$$

**Ecuación 4. 2:** Obtención del Tiempo Muerto

Fórmula	Descripción
$\tau m = T2 - T1$	$\tau m$ : Tiempo muerto T3: Inicio de la Curva T2: Voltaje de escalonamiento

$$\tau m = T2 - T1$$

$$\tau m = (104 - 89) * 0.1$$

$$\tau m = 1.5$$

- De donde se obtiene el modelo de la Ecuación 4.2.1, por ser un proceso integrante.

$$G(s) = \frac{0.011066897e^{-1.5s}}{s}$$

#### 4.2 Método de sintonización

Una vez obtenida la función de transferencia del sistema, se procede a sintonizar el PID con los métodos presentados en la Tabla 4.7

**Ecuación 4. 3 :Métodos Integrado FORD**

Método	Fórmula	Descripción
<i>FORD</i>	$\frac{1.48}{km * \tau m}$	Km: Constante de la Estación $\tau m$ : Tiempo muerto

**Ecuación 4. 4: Método Integrado HAY**

Método	Fórmula	Descripción
<i>HAY</i>	$\frac{0.4}{km * \tau m}$	Km: Constante de la Estación $\tau m$ : Tiempo muerto

**Ecuación 4. 5: Método Integrado ASTROM AND HAGGLUND**

Método	Fórmula	Descripción
<i>ASTROM AND HAGGLUND</i>	$\frac{0.94}{km * \tau m}$	Km: Constante de la Estación $\tau m$ : Tiempo muerto

**Tabla 4. 7:**Métodos de sintonización

<i>Método</i>	<i>Kc</i>	<i>Ti</i>	<i>Td</i>
<b>FORD</b>	$\frac{1.48}{km * \tau m}$	$2 * \tau m$	$0.37 * \tau m$
<b>HAY</b>	$\frac{0.4}{km * \tau m}$	$3.2 * \tau m$	$0.8 * \tau m$
<b>ASTROM AND HAGGLUND</b>	$\frac{0.94}{km * \tau m}$	$2 * \tau m$	$0.5 * \tau m$

Al reemplazar los valores de la Ecuación 3 en la Tabla 4.8 se obtienen los siguientes resultados.

**Tabla 4. 8:** Ecuaciones

<b>Método</b>	<b>Kc</b>	<b>Ti</b>	<b>Td</b>
<b>FORD</b>	<b>89.13</b>	<b>3</b>	<b>0.555</b>
<b>HAY</b>	<b>24.09</b>	<b>4.8</b>	<b>1.2</b>
<b>ASTROM AND HAGGLUND</b>	<b>56.62</b>	<b>3</b>	<b>0.75</b>

#### 4.7 Desarrollo e implementación

A continuación, se especifica cada uno de los pasos y procesos secuenciales para la creación del Web Server con el fin de controlar y monitorear la estación de nivel.

La ejecución del desarrollo de la Node-Red se la describirá mediante pasos los que estarán claramente detallados de cómo se realizó el trabajo práctico.

##### 4.7.1 Pasos de Ejecución Node-Red

###### 1. Instalación de la Node-Red en la mini PC

Para generar la comunicación de la mini Pc se procede a instalar la Node-Red la cual permitirá la comunicación con el PLC, accediendo al intercambio de datos entre la nube.



**Figura 4. 5:** Paquete de descarga para la Node-Red

Una vez instalada la Node- Red en la mini Pc se manda a correr, recién ahí empieza la interfaz para la conexión para empezar a interactuar al momento de la vinculación nos genera un enlace que nos comunica a la página donde se empezará la respectiva programación.

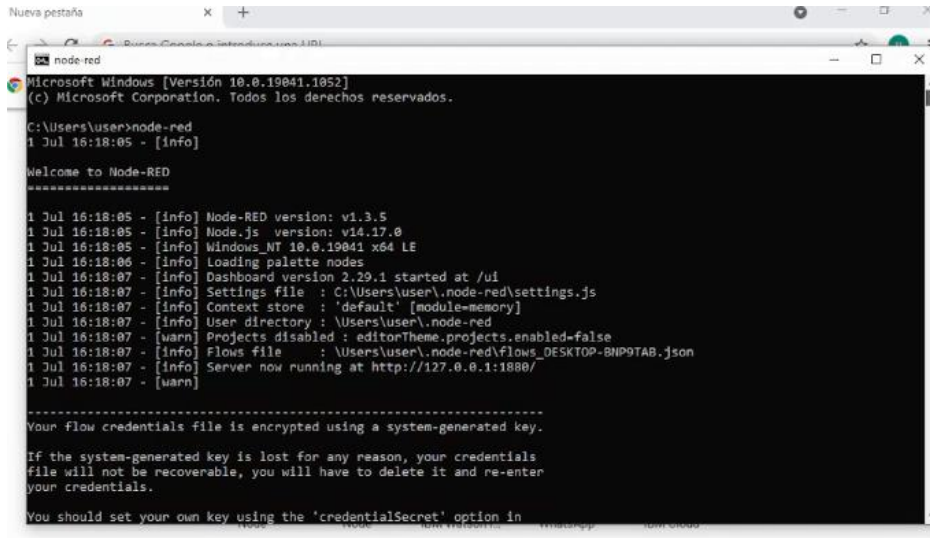


Figura 4. 6: Vinculación de la Node-Red con la Mini Pc

## 2. Descargar de los paquetes de comunicación

Para la interacción de la Node-Red local con el PLC siemens necesitamos unos paquetes para podernos conectarnos, nos dirigimos al Manage Palette donde descargamos la librería de NODE RED- CONTRIC-S7-1200 una vez que se instala nos aparece los elementos necesarios para la lectura de los datos del PLC, y las habilitaciones de interfaz.

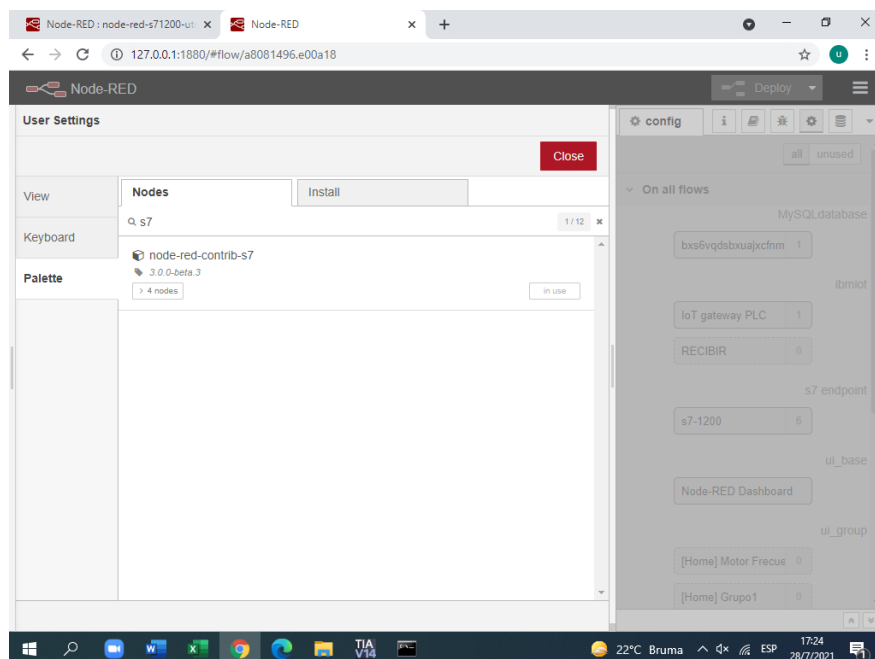
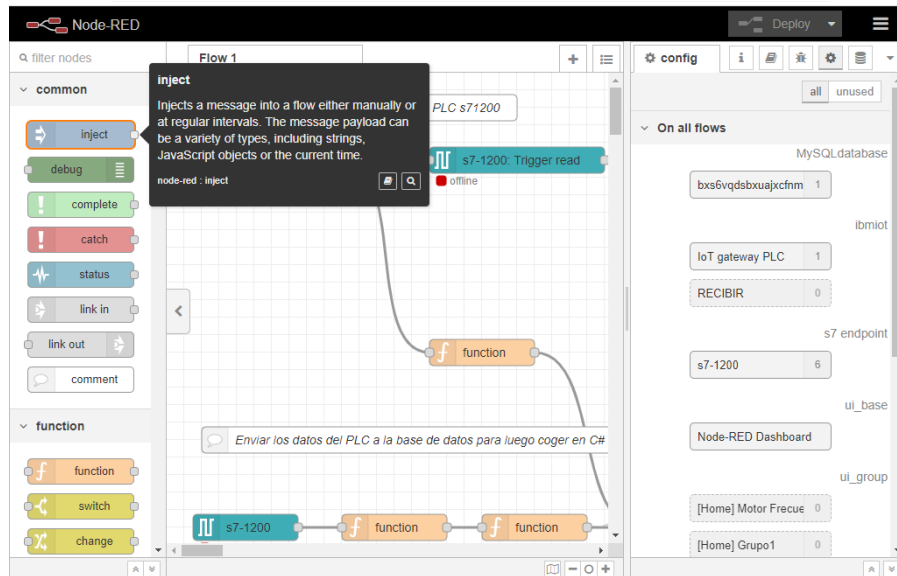


Figura 4. 7: Descarga de librerías para comunicación con el PLC

Una vez instalada el paquete del PLC este instalado debemos darle un tiempo para esto nos

dirigimos a common y escogemos inject para darle un flujo manual para la interacción en este caso le dimos cada segundo para leer y recibir las variables.

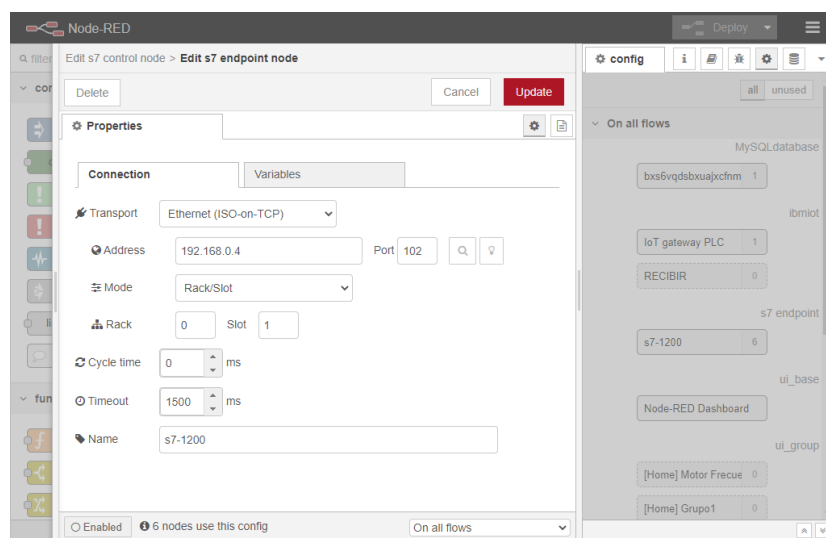


**Figura 4. 8:** Elección del inject para darle un tiempo de respuesta

Para el interfaz de comunicación necesitamos una variable la misma que está ya en los paquetes que descargamos, esta se enlazara con PLC, pero debemos poner el medio de comunicación en este caso es el ethernet una vez elegido eso nos pedirá la dirección IP del PLC se empezará la respectiva programación.

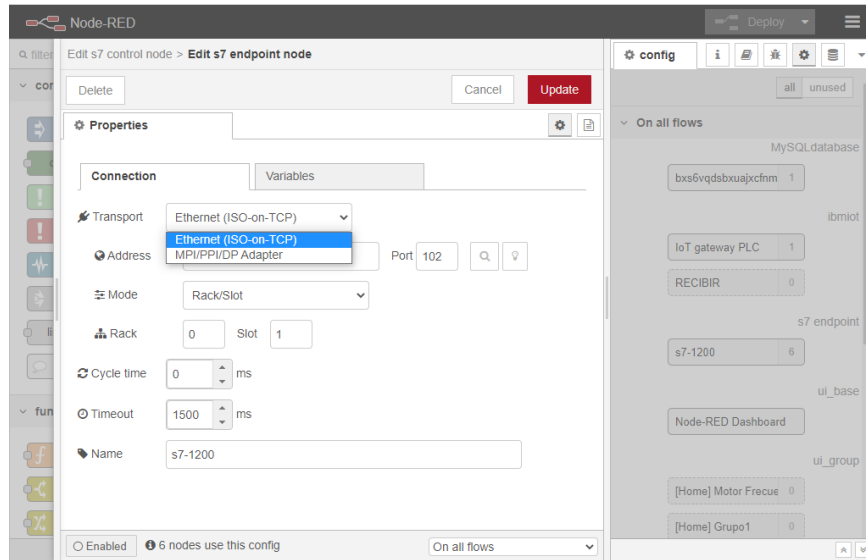
### 3. Descargar de los paquetes de comunicación

Para la interacción de la Node-Red local con el PLC siemens necesitamos unos paquetes para podernos conectarnos, nos dirigimos al Manage Palette donde descargamos la librería de NODE RED- CONTRIC-S7-1200 una vez que se instala nos aparece los elementos necesarios para la lectura de los datos del PLC, y las habilitaciones de interfaz.



**Figura 4. 9:** Descarga de librerías para comunicación con el PLC

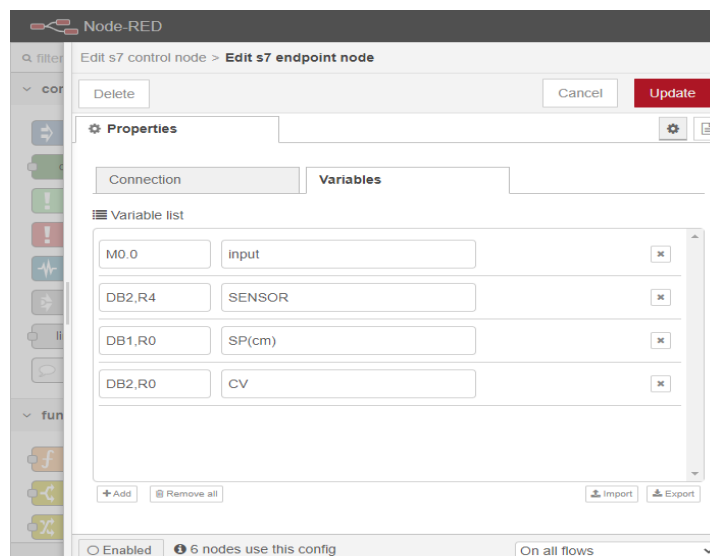
Para el interfaz de comunicación necesitamos una variable la misma que está ya en los paquetes que descargamos, esta se enlazara con PLC, pero debemos poner el medio de comunicación en este caso es el ethernet una vez elegido eso nos pedirá la dirección IP del PLC



**Figura 4. 10:** Ruta de comunicación con el PLC Ethernet

#### 4. Variables Node-Red PLC

Se crean los datos que efectuaran la comunicación desde el PLC para la Node-Red se crean unas variables para enviar en este caso creamos un CV porcentaje, estas variables están sujetas a las tablas especificadas por la plata forma Node-Red para obtener datos reales, para la interfaz de comunicación.



**Figura 4. 11:** Variables de comunicación

En la Node-Red se crea las variables con las que nos vamos a comunicar con el PLC, las mismas que están enlazadas directamente con la base DB2, R4 que representa a nuestro sensor, lo mismo para nuestra variable del SP, pero DB1, R0 para la interacción.

## 5. Variables en el TIA PORTAL

Creamos nuestras variables en la tía portal con las bases que ya mencionamos en el paso 3 para nuestro sensor R4 para poder enviar valores reales y que no marquen el error de datos flotantes los mismos que pueden interferir con la comunicación.

	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...
1	Static			
2	SP(cm)DB	Real	0.0	0.0
3	Motor	Bool	4.0	false
4	Stop	Bool	4.1	false
5	Start	Bool	4.2	false

Figura 4. 12: Variables del PLC

El mismo procedimiento se ejecuta con el dato del SP (cm) utilizamos la base que nos da la tabla de codificación de la Node-Red para crear la variable real y general la interacción, también se crea la variable CV con la base que ejecuta el intercambio de datos en este caso R0 una vez terminado todo el proceso recién ahí tenemos las variables, pero dentro del PLC de la Node Red para la comunicación.

## 6. Empaquetado de las Variables

Una vez terminado la creación de las variables, en PV tomamos una única variable en este caso la del sensor empaquetamos la variable con el nombre "real" identificando el dato dentro de la red, para enviar, el mismo procedimiento se repite con el CV, pero con el nombre "real 1" esto se realiza para que no se presente ningún error y el PLC pueda reconocer de que variable se trata.

```

1 msg.payload = {
2   d: {
3     "Real": msg.payload
4   }
5 }
6 return msg;

```

Figura 4. 13: Empaquetado de las variables de la Node-Red local

## 7. Instalación del IBM WATSON

Ingresamos a Manage Palette y descargamos el paquete de “ node-red-contrib-ibm-wtason-iot” descargamos esta librería específica ya que es la que se necesita para la ejecución de envío de datos a nuestra red global para eso necesitamos crear una cuenta en IBM.

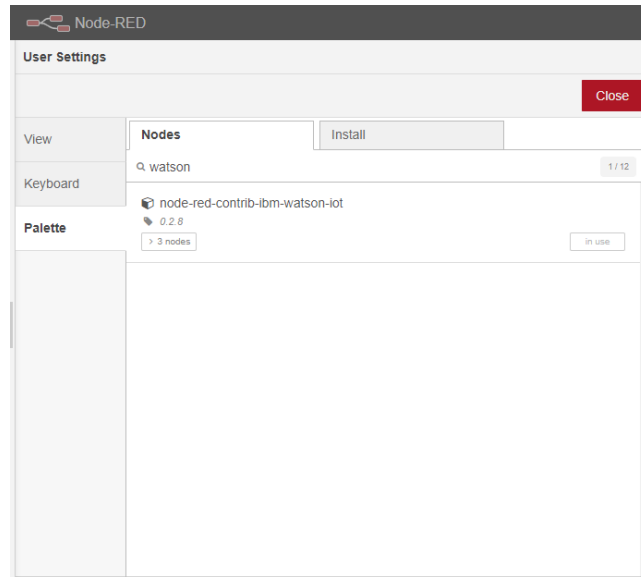


Figura 4. 14: Descarga del IBM Watson para la Interfaz

## 8. Creación del IBM Cloud

Para la creación del IBM Cloud debemos registrarnos para acceder a todos los beneficios que nos da esta plataforma, una vez registrados podremos acceder a la lista de recursos donde creamos el servicio de Node- Red global, y también nos permite descargar lo que es el IBM Watson Study quien es el intermediario de la comunicación de la Node Red local que envía los datos para Node-Red global permitiendo el interfaz de comunicación.

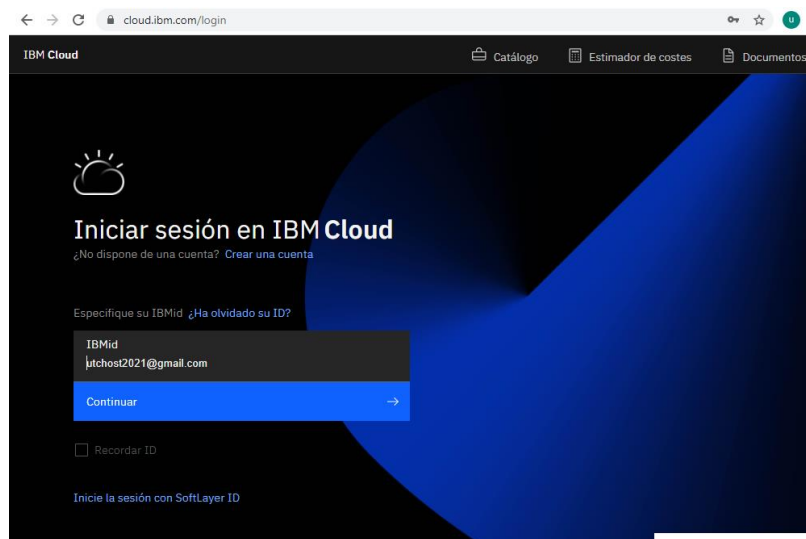


Figura 4. 15: Creación de la IBM Cloud para la Node-Red Local

## 9. IBM Watson Dispositivos.

Para la comunicación de entre las dos Node-Red debemos creamos dos dispositivos para que se han reconocidas al momento de recibir la información y de igual forma al momento de enviar la información desde la Node-Red global a la local esto se realiza para no utilizar el mismo canal para no generar conflictos.

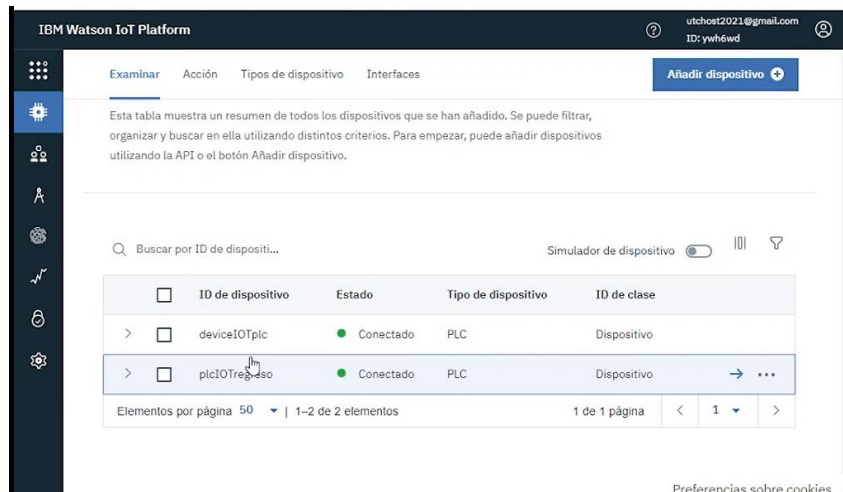


Figura 4. 16: Canales de recibido y envió de la información

## 10. Watson-API Connect

La Api es un dispositivo intermediario que envía los datos esta se encuentra en los paquetes del IBM Cloud la creamos para leer y escribir hacia el Iot Gateway local que se encuentra en la Mini Pc.

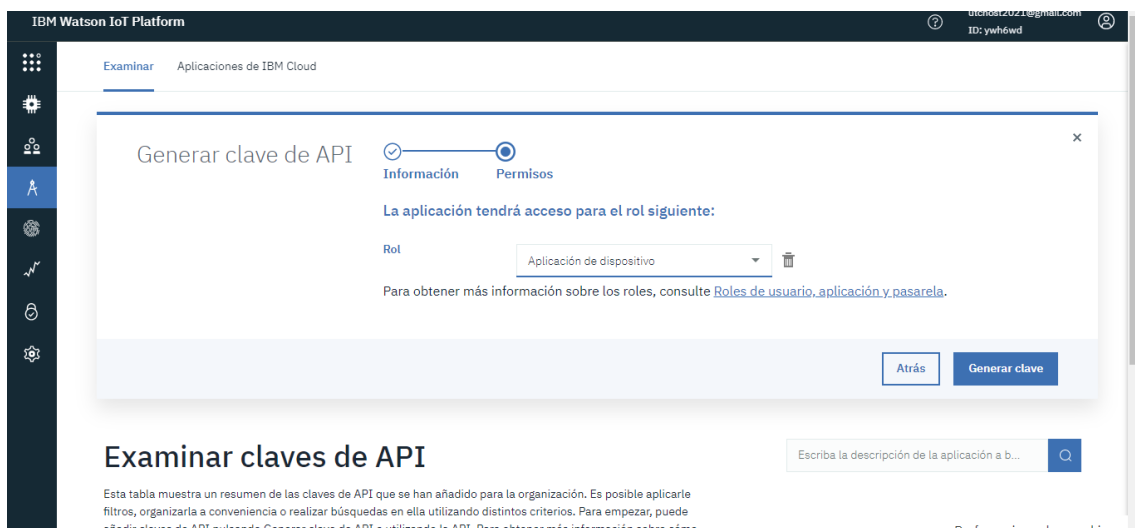


Figura 4. 17: Ejecución de comunicación con la API.

## 11. IBM IOT

Se instala IBM IOT en la Node-Red global para enlazarse y enviar los datos para la Node-Red local enlazándose entre sí en tiempos reales junto a la API una vez comunicados se puede recibir

las variables que estaban encapsuladas por el IBM Watson local para poder ser abiertas en con el IBM Watson Study global.

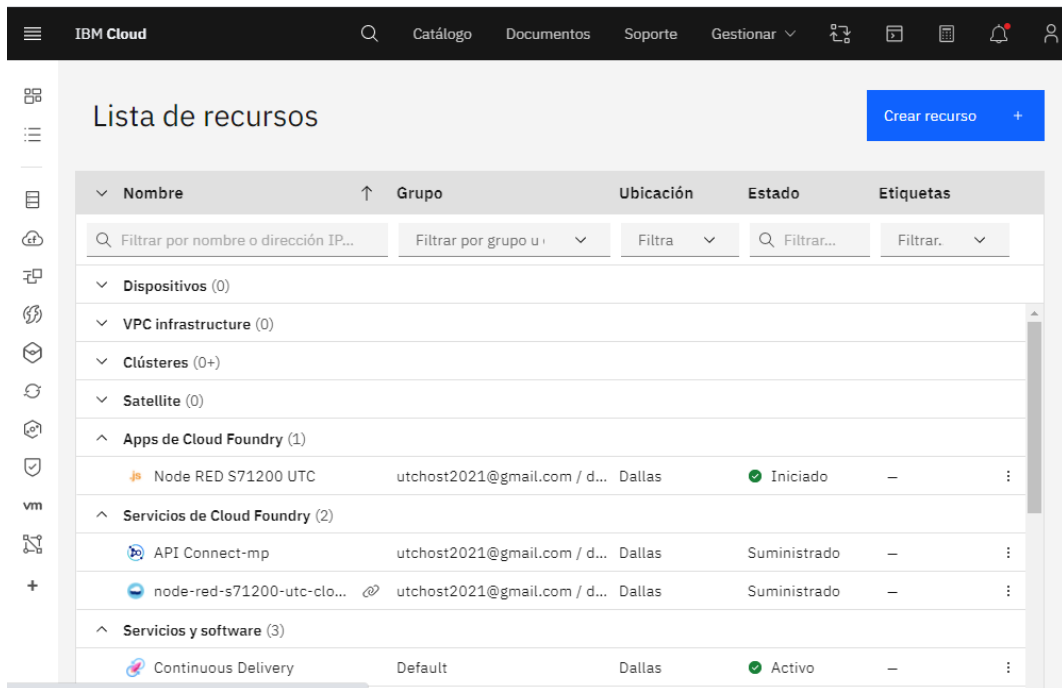


Figura 4. 18: IBM IOT ejecutándose con la API

## 12. Instalación del Dashboard

Es un paquete de visualización para la interacción de encender o apagar son complementarias para la página web

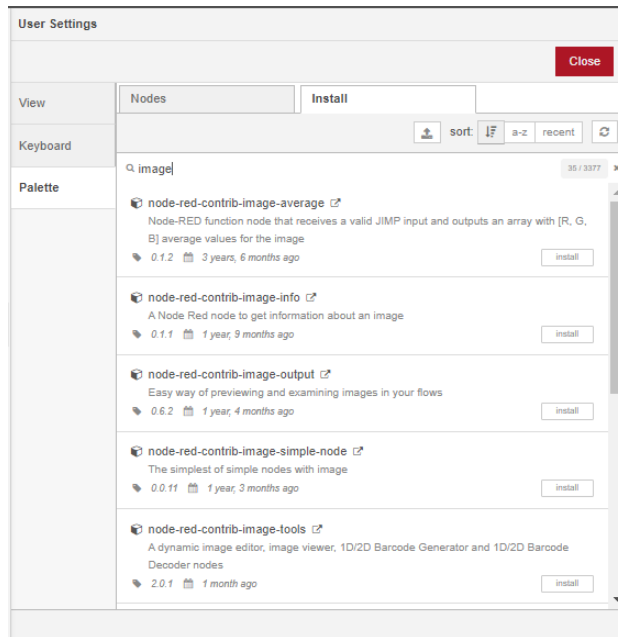


Figura 4. 19: Librerías de interacción

## 13. Librerías complementarias

Por defecto se cuenta ya con librerías en la plataforma, pero para la programación de nuestra

red son necesarias otras librerías complementarias como son: gráficas, para el texto y la librería de Led, según sea la necesidad del programador.

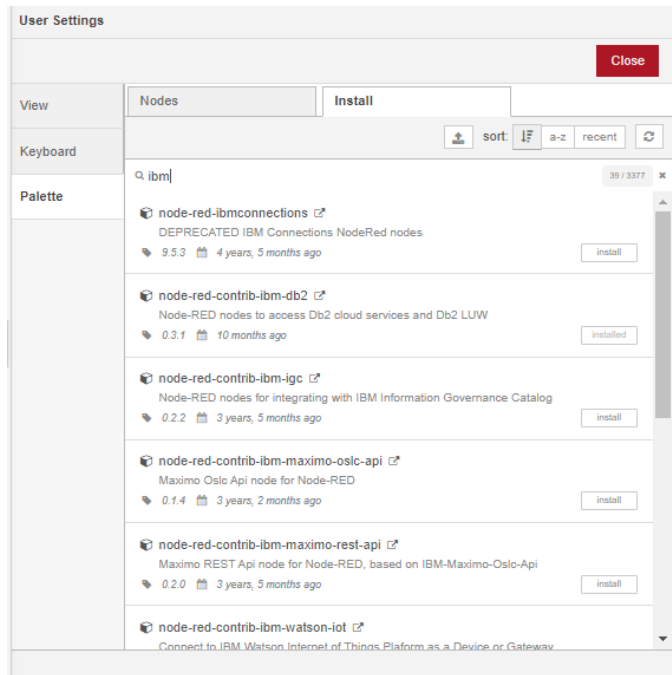


Figura 4. 20: Librerías complementarias para la ejecución

#### 14. Programación final Note-Red Local

Una vez finalizado las descargas pertinentes y las variables que se comunicaran entre la Node Red local con el PLC el resultado es una programación de bloques.

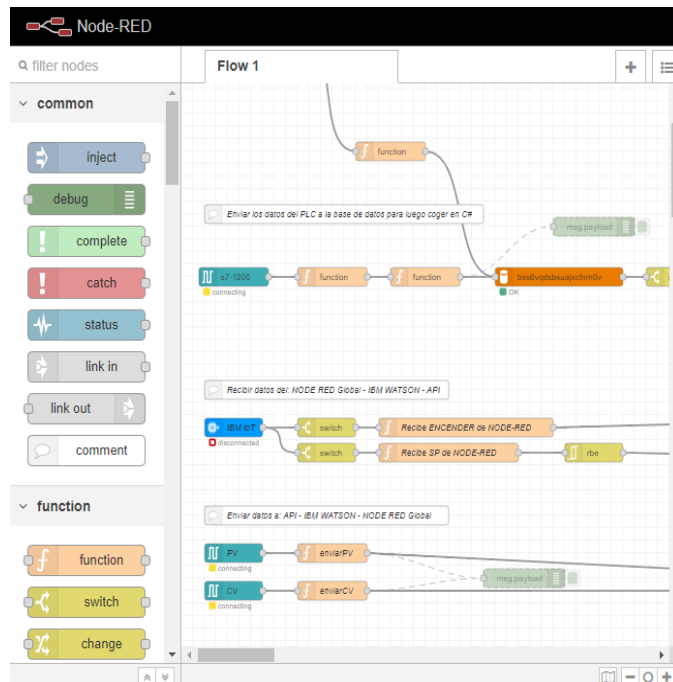


Figura 4. 21: Node Red Local y su interfaz de comunicación

**15. Programación Final Node-Red Global** Una vez configurado la API con el IBM Watson Study y descargado las librerías complementarias para la creación de la interfaz y obtener los canales de recibimiento y envío de las variables, la ejecución de la Interfax comienza desde la Node-Red local con el PLC y la Node Red Global.

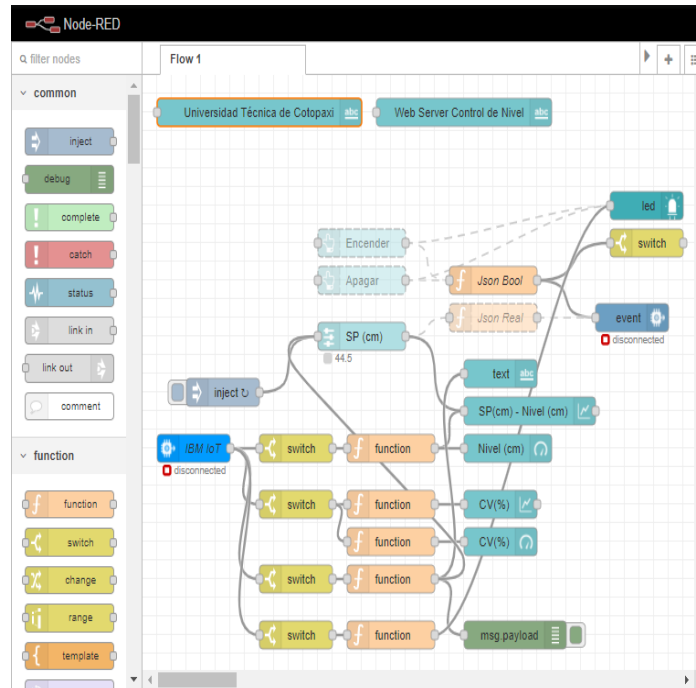


Figura 4. 22: Node-Red Global

#### 4.7.2 Pasos de Ejecución Tía Portal

Para la programación de lo que en la tía portal se ejecuta ya con las variables que detallamos en los pasos de la Node-Red con las normativas que dirige esta plataforma

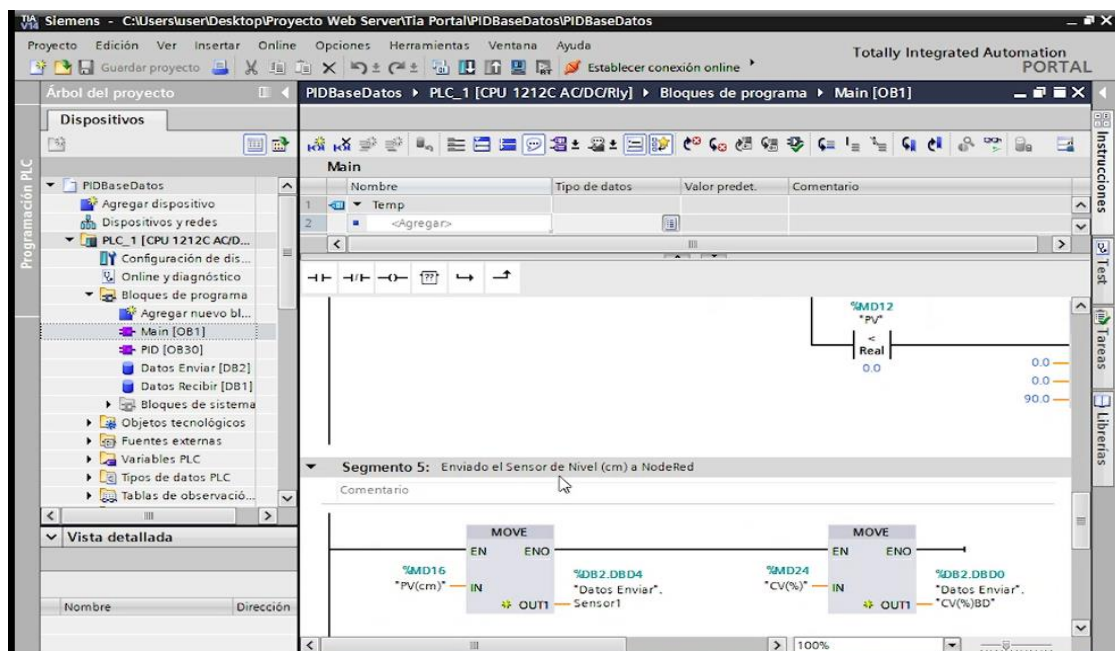


Figura 4. 23: Programación en el TIA PORTAL

### 4.7.3 Encender el Variador

Empezamos con la programación de bloques para la comunicación del PLC con la estación de nivel, en este caso tenemos segmento del encendido del variador con un contactor para que el usuario pueda ponerle en pause al variador cuando lo dese este bloque se encuentra desactivado se lo puso en caso de emergencia o si el usuario necesita para la operación.

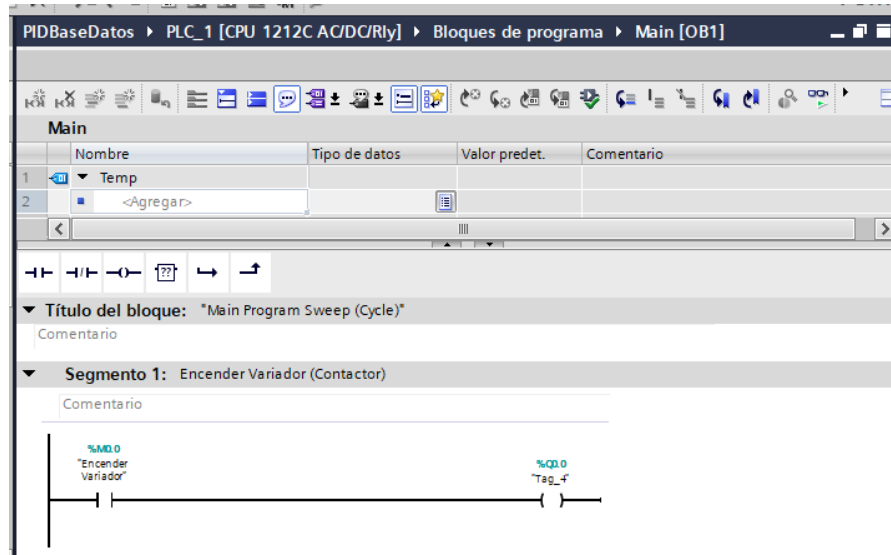


Figura 4.24: Programación del Encendido del variador

### 4.7.4 Recibir Set Point desde Node-Red

Una vez que se creó las variables en nuestra Node-Red- y en nuestra programación del TIA PORTAL respetando las bases que demanda la tabla de comunicación de la Node -Red como podemos observar se encuentra la base DB2 que representa al SP (cm) que se refiere a los valores que enviara nuestro sensor, en el mismo segmento se realiza un escalamiento para la lectura.

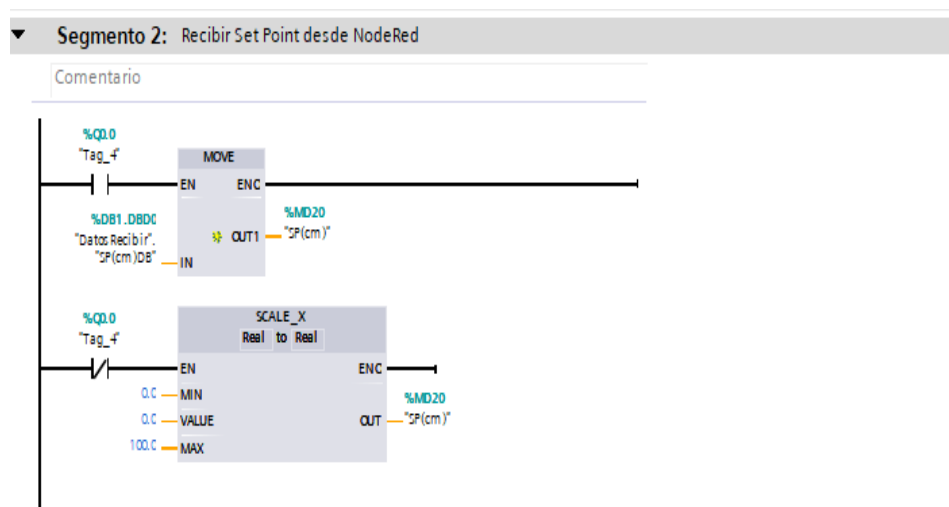


Figura 4.25: Set Point-Node Red

#### 4.7.5 Salida del PID

Para controlar y verificar las variables reales para la comunicación en el lenguaje de bloques, respetando las condiciones de interacción para no generar variables flotantes con la variable de comunicación MD24 que se visualizara en el PID.

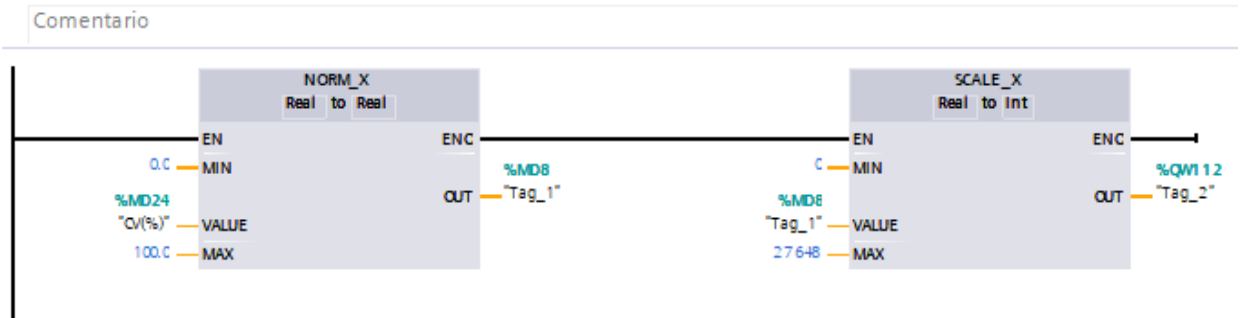


Figura 4. 26: Salida PID para la base de datos

#### 4.7.6 Lectura del Sensor Analógico o Modulo (SM1234)

Se realiza un escalamiento ya que empieza desde 1 voltio, para colocar el valor mínimo, también se consideró los aspectos de si llegara pasar que el sensor este fluctuando se realiza una comparación, que si el sensor es mayor que cero realicé el escalamiento 0 a 82 cm al PV si es mayor de 0 pero si es menor ejecuté la acción de enviar cero.

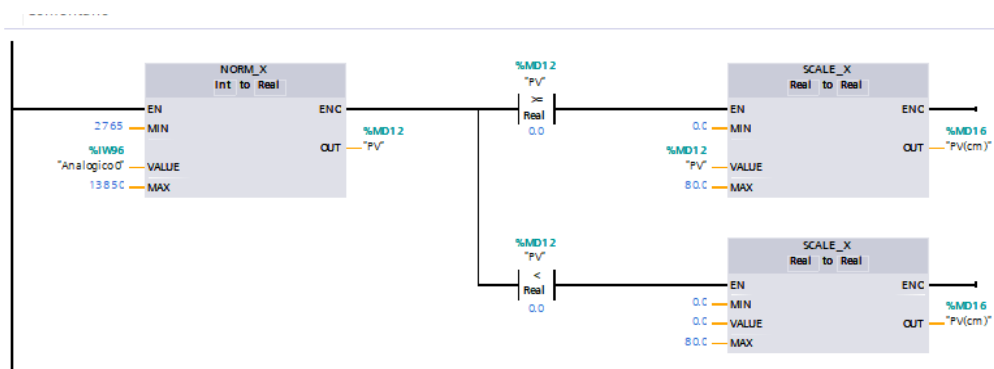


Figura 4. 27: Lectura del sensor analógico

#### 4.7.7 Envió de datos al sensor de nivel

La ejecución del envío de datos de nuestro sensor con las variables de comunicación para poder ser visualizadas en nuestra página y el ejecutable

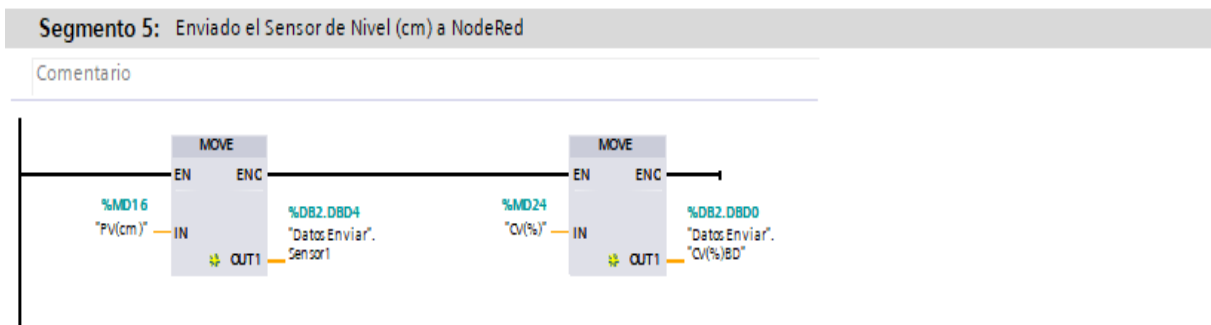


Figura 4. 28: Envió de Datos a la Node Red

#### 4.7.8 Escala del Sensor de 0-100%

Este segmentó se creó por el motivo si la quieren comunicar con el LabVIEW con las marcas correspondientes.

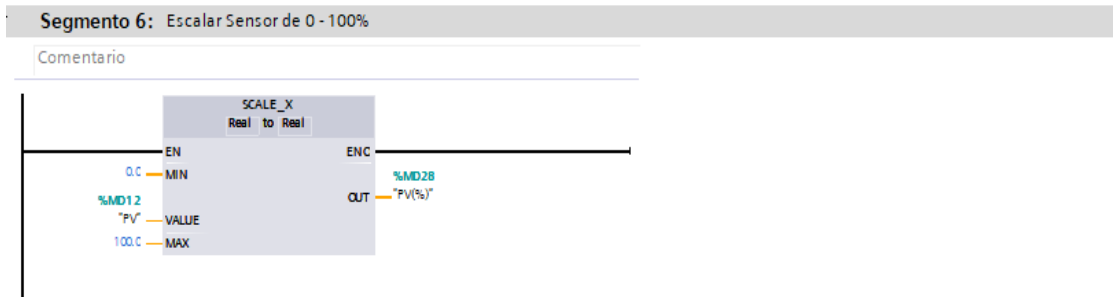


Figura 4. 29: Escala del Sensor 0-100%

#### 4.7.9 PID basa de Datos

Esta comunicación es desde la Node-Red donde el PID recibe el Set Point en la variable MD20, de nuestro sensor también recibe nuestras variables reales con MD24 envía directo los datos.

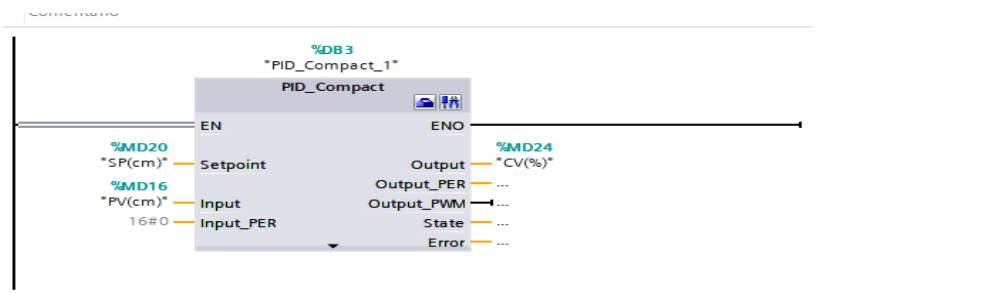


Figura 4. 30: Entrada y salida del envío de datos

#### 4.7.10 Pasos de Ejecución Unity

##### 1. Interfax del Unity

La interfaz fue creada en el programa ilustrador vectorizado para que no se pixele ni se distorsione la imagen, también se creó los botones de encendido de apagado los botones de los Led los tanques animados.

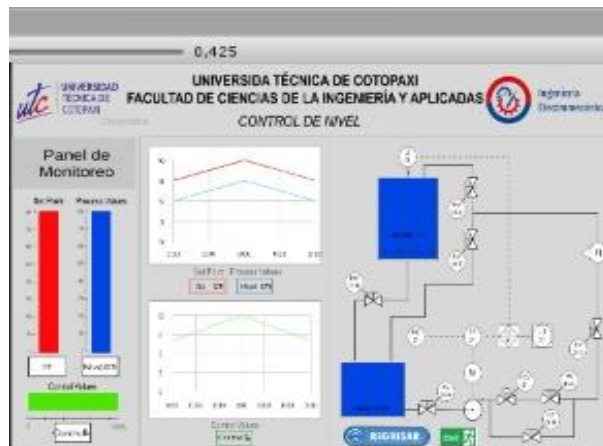


Figura 4. 31: Interfax Unity

## 2. Programación

Como explicamos en la programación de la Node-Red se crea un enlace donde nosotros recibimos la información de los datos con ese mismo enlace podemos comenzar lo que es la programación, el método utilizado es recibirlos y dividirlos los configuramos para visualizarlos en la pantalla, para enviar los datos utilizamos la función escribir tenemos la opción de que vamos a enviar lo hacemos por método post

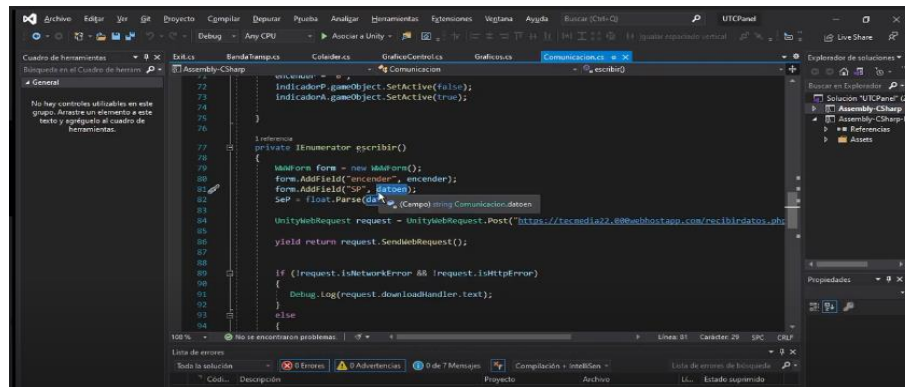


Figura 4. 32: Lenguaje de programación Unity

## 3. Cajas Complementarias

Para la ejecución de la programación Unity es necesario acceder unas cajas apartes para seguir con la ejecución virtual en este caso necesitamos lo que son las gráficas de la curva del SP.

## 4. WebHost

Dentro del Host existe un archivo que se lo encuentra como recibir datos en el método post el cual permite la conexión de la base de datos, donde lo almacena en la variable de la tabla recibe, para la interacción.

## 5. Ejecutable.

Ya que le programa Unity es muy pesado y su descargar es complicada se optó por una opción más factible que son los ejecutables los cuales se pueden descargar más fácilmente y ser visualizados de una mejor manera.

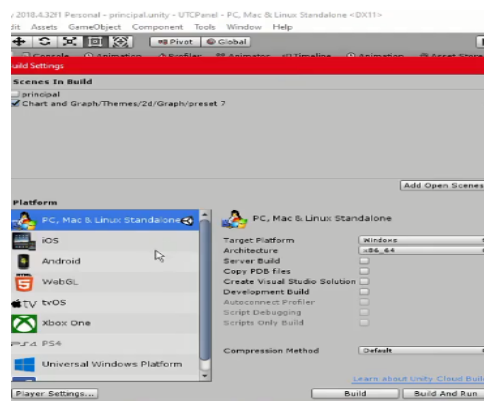


Figura 4. 33: Ejecutable de Unity

#### 4.8 DIAGRAMA DE FLUJO

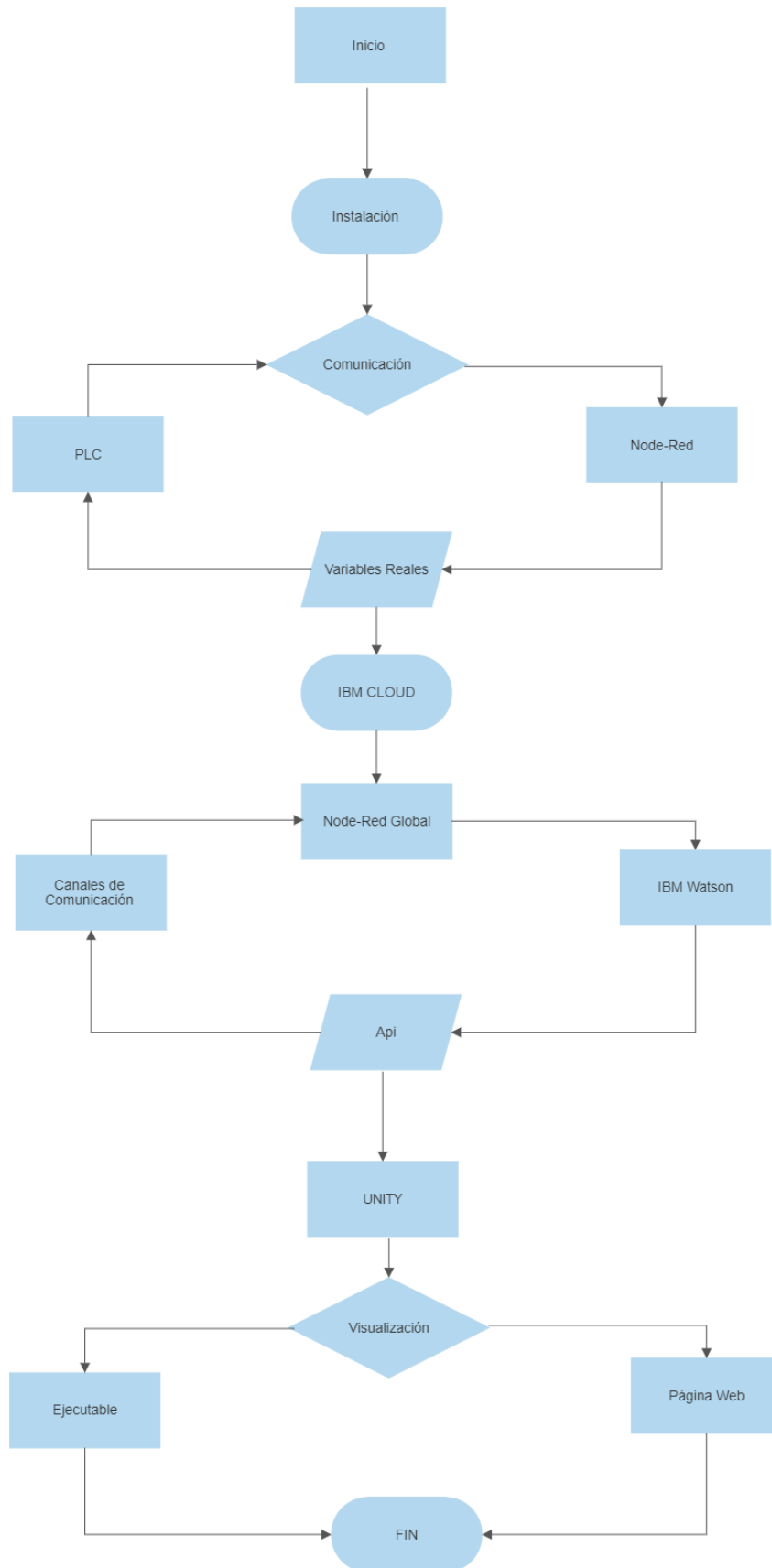


Figura 4. 34: Diagrama de Flujo Conexión de la Node-Red

## 5 ANÁLISIS DE RESULTADO

Finalizado la implementación, de la página Web creada por los usuarios para la habilitación del servidor Web, la configuración de un Node-RED local como también la de una global para la visualización de un proceso de nivel en ejecutable de Unity que nos permitirá controlar y visualizar desde cualquier dispositivo móvil conectado a cualquier red de internet o datos móviles.

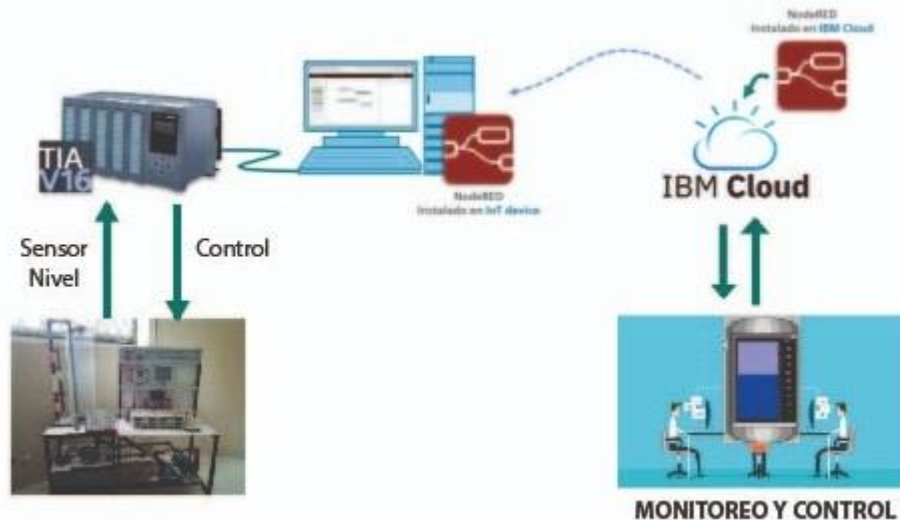


Figura 5. 1: Propuesta de diseño

### 5.1 Ejecutable Unity

#### 5.1.1 Panel de control ejecutable



Figura 5. 2: Panel de control

En la Figura 5.2 del panel de control de nuestro ejecutable podemos encontrar tres botones que ayuda a la interacción entre el usuario y proceso como se observa en la figura existe tres opciones 1. Ingresar: nos permite ingresar al nivel de acceso (administrador y usuario) 2. Información: se desplegará un menú con información sobre el uso de la estación de nivel y 3. Exit: Este botón nos permite cerrar la aplicación.

### 5.1.2 Botón Ingresar.

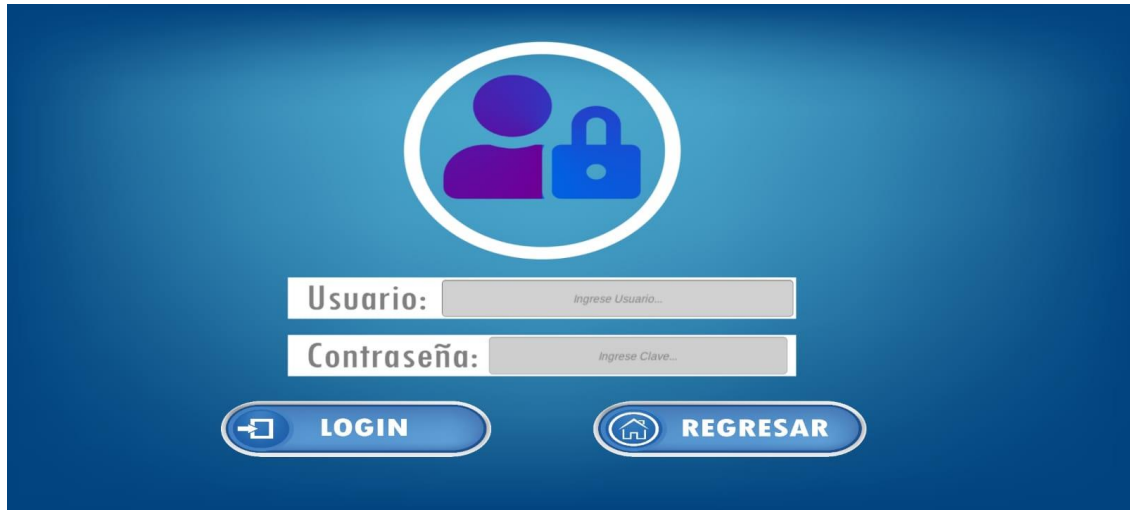


Figura 5. 3: Botón ingresar

En la Figura 5.3 Se despliega un panel que nos indica los niveles de acceso que se encuentra en el panel de control, los niveles de accesos son Administrador y operado.

### 5.2 Botón información



Figura 5. 4: Botón Información

En la Figura 5.4 se describe el panel de información que nos ayudará a la comprensión del funcionamiento de la estación de nivel donde se describirá que se puede realizar en cada uno de los modos generados en nuestro ejecutable.

### 5.2.1 Niveles de acceso (administrador)

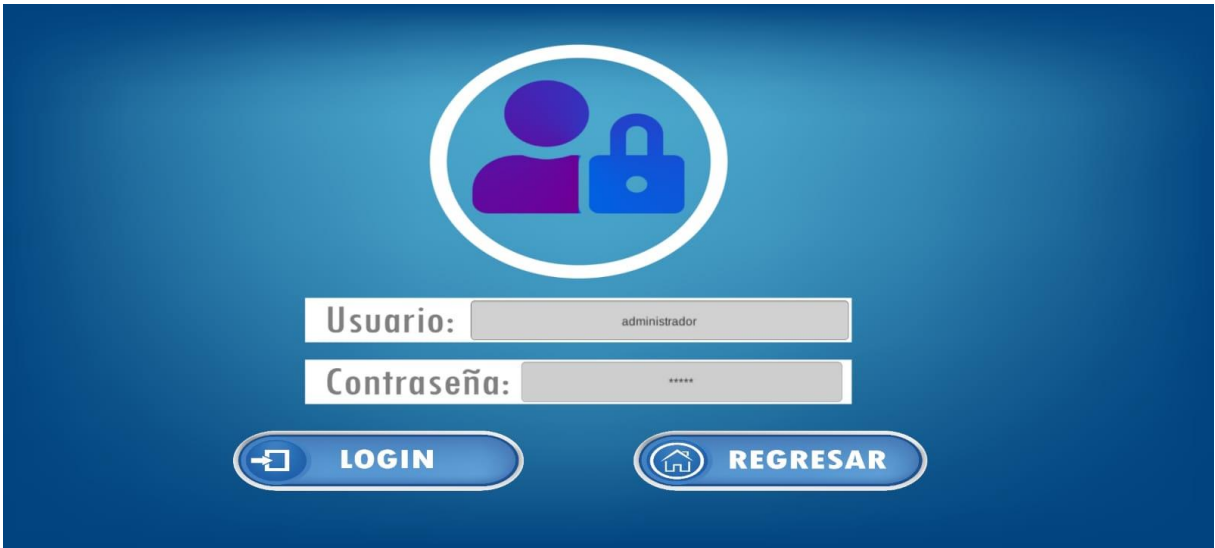


Figura 5. 5: Nivel acceso administrador

En la Figura 5.5 se nos muestra la configuración de los niveles de acceso en este caso el administrador. Para ingresar como Modo Administrador (Control y Monitoreo de Estación de Nivel) debe ingresar en Usuario: **administrador** y en Contraseña: **12345**.

### 5.2.2 Panel de control administrador

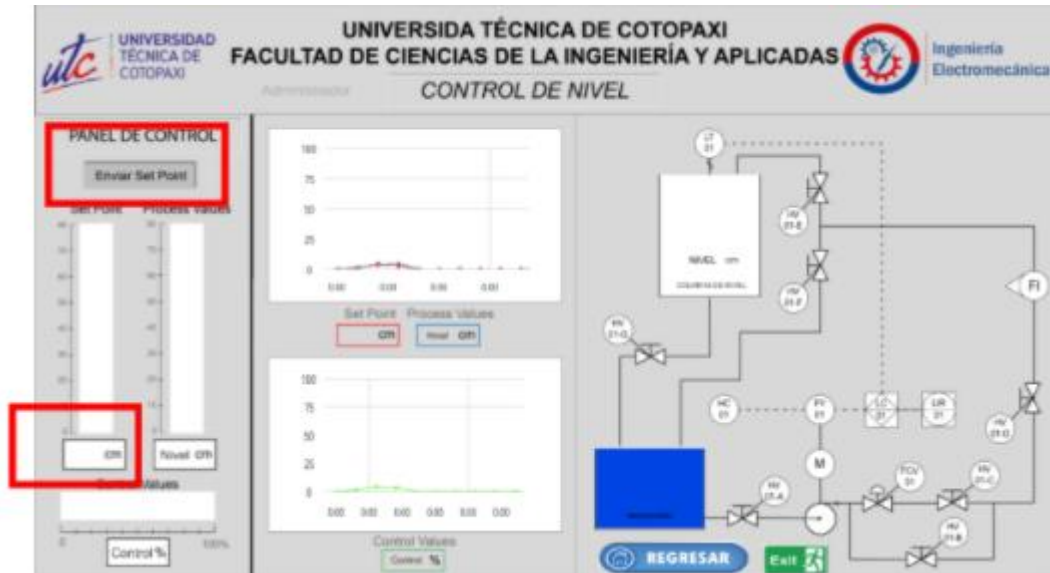


Figura 5. 6: Panel de control y monitoreo modo administrador

### 5.2.3 Nivel de acceso operador



Figura 5. 7: Nivel de acceso operador

En la Figura 5.7 se muestra el nivel de acceso del operador en este modo operador solo se puede monitorear las variables: Set Point, Control Values y Process Values. Para ingresar como Modo Operador (Monitoreo de Estación de Nivel) debe ingresar en Usuario: **operador** y en Contraseña: **1234**.

### 5.2.4 Panel de monitoreo

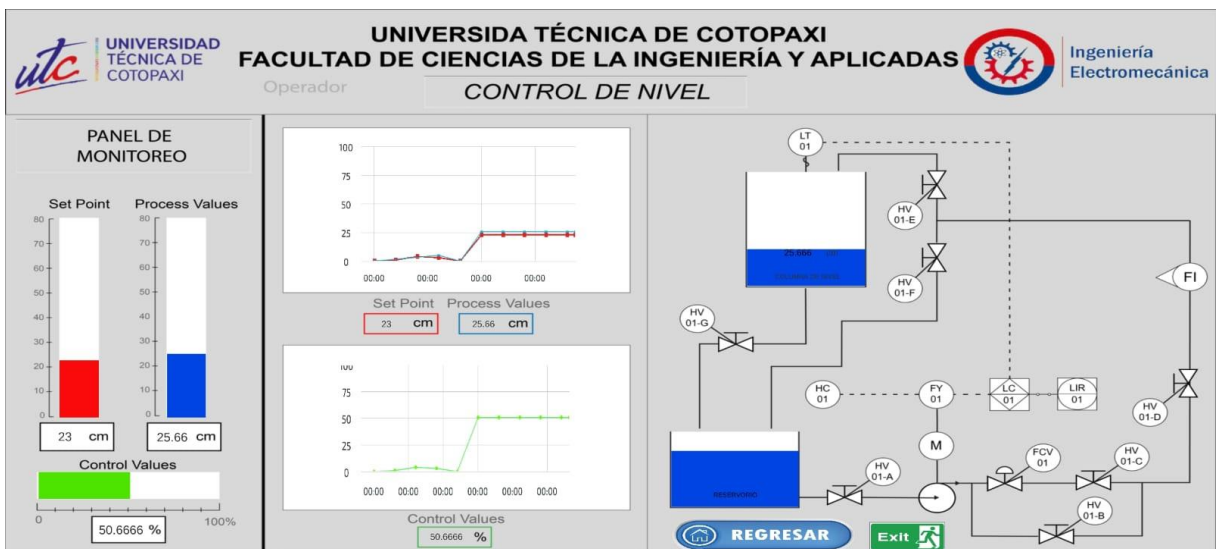


Figura 5. 8: Panel de monitoreo modo operador

### 5.2.5 Menú información modo administrador

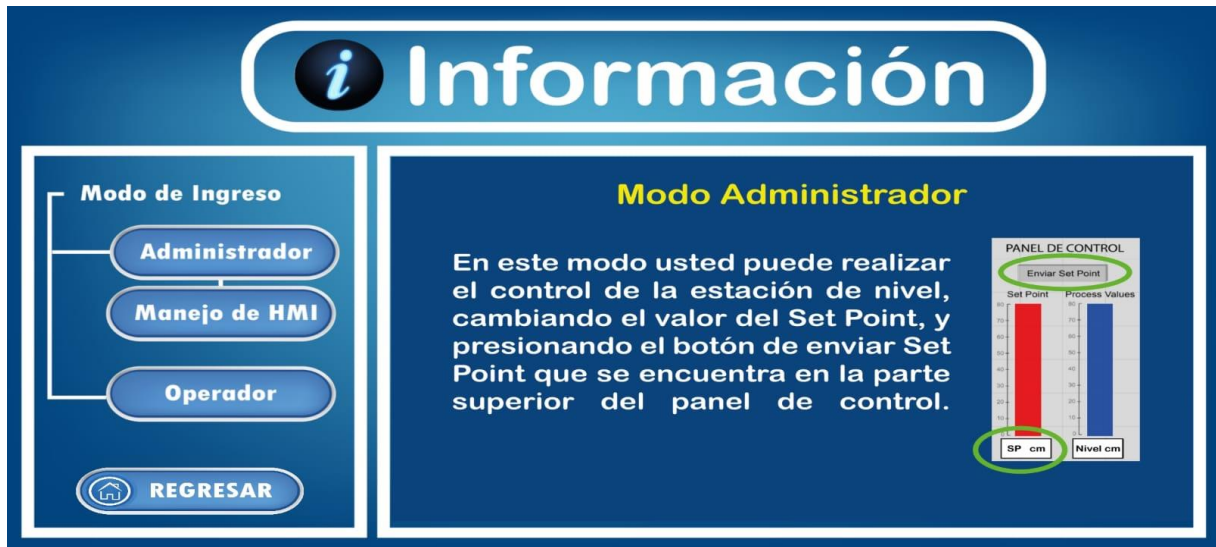


Figura 5. 9: Información modo administrador

En la Figura 5.9 se muestra el menú y las indicaciones que puede realizar el operador como ingresar y cambiar el Set Point y presionar el botón Enviar Set Point para controlar la estación de nivel.

### 5.2.6 Información del manejo de la estación de nivel.



Figura 5. 10: Información del manejo de la estación de nivel

En la Figura 5.10 se observa cual van a ser las condiciones de trabajo óptimo de la estación de nivel.

### 5.1.1 Información del manejo modo operador



Figura 5. 11: Información modo operador

En la Figura 5.11 se observa cual va a ser la función que va poder cumplir el operador.

### 5.2.7 Señales de error en el ejecutable Unity

#### 5.1.2 Introducción de SP fuera de rango (Modo administrador)



Figura 5. 12: Señal de error valor fuera de rango

En la figura 5.12 se demuestra que el valor de SP se encuentra fuera de rango no arroja una advertencia del valor esta fuera de rango ya que no cumple con las dimensiones adecuadas de la estación de nivel.

### 5.1.3 Introducción SP con caracteres especiales



Figura 5. 13: Señal de error con ingreso de caracteres especiales

Como se muestra en la Figura 5.13 nos indica que el valor ingresado al SP es incorrecto o tiene caracteres especiales.

## 5.3 Tiempos de respuesta de la Pagina Web con respecto al proceso

### 5.3.1 Velocidad de internet y tiempo de respuesta

Tabla 5 1: Tiempos de respuesta con diferentes velocidades de internet

Velocidad de internet Mb	Tiempo respuesta PLC	Tiempo respuesta Ejecutable Unity
40Mb	1.5s	1.8s
33Mb	2.5s	2.8s
15Mb	3.8s	4s

Como se muestra en la Tabla 5.1 la velocidad del internet que disponga el usuario va influir en el tiempo de respuesta de conexión del ejecutable Unity el cual se encuentra enlazado en a la estación de nivel. Con una velocidad de 40Mb el tiempo de respuesta es de 1.5 segundos en la toma de datos en el Web Server y 1.8 segundos en la transmisión al ejecutable de Unity, con una velocidad de 33Mb el tiempo de respuesta es de 2.5 segundos en la toma de datos en el Web Server y 2.8 segundos en la transmisión al el ejecutable de Unity y con una velocidad de 15Mb el tiempo de respuesta es de 3.8 segundos en la toma de datos en el Web Server y 4 segundos en la transmisión al el ejecutable de Unity.

### 5.1.4 Control de estación de estación de nivel de manera remota

Para la comprobación del funcionamiento de la página Web de una manera remota y en una red de internet diferente a la que se encuentra conectada el Web Server, se podrá observar las variables a controlar y monitorear desde cualquier lugar del país.

#### Control y monitoreo a local.

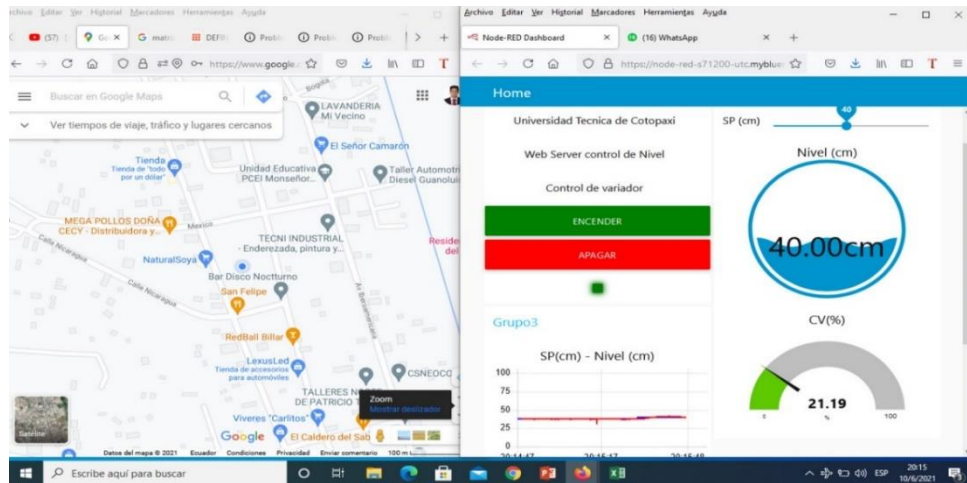


Figura 5. 14: Control y monitoreo de manera local

Tabla 5 2: Comparación de Valores

Observador	Ubicación	Nivel Server	Web	Nivel PID	Nivel Tanque
Usuario 1	Latacunga	40cm		39.77cm	40cm

#### Control y monitoreo a nivel interprovincial.

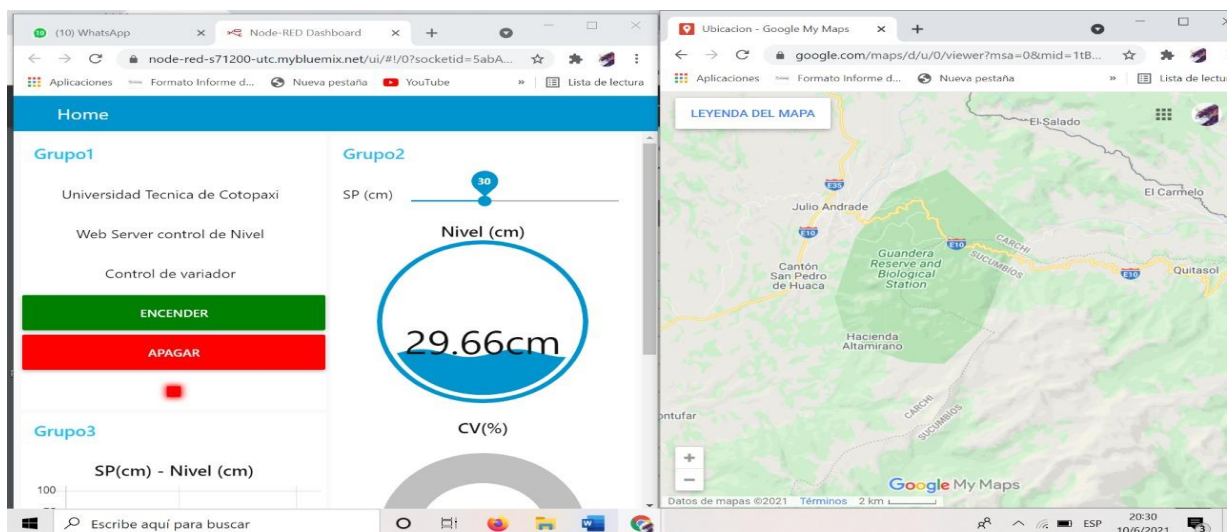


Figura 5. 15: Control y monitoreo de la estación de nivel de manera remota

**Tabla 5 3:** Comparación de datos de forma global con la estación de nivel

Observador	Ubicación	Nivel Web Server	Nivel PID	Nivel Tanque
Usuario 2	Sucumbíos	29.66cm	30.66cm	30cm

En la tabla 5.2 y 5.3 se compara los valores de comparación del sensor entre la página Web y la estación de nivel el control que se realiza es de una manera remota por lo que el usuario se encuentra fuera de la red a la que se encuentra conectado nuestra estación de nivel.

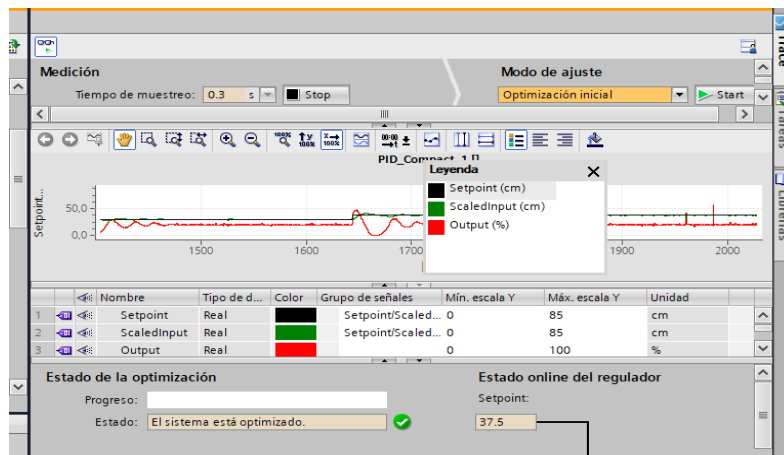
**5.1.5 Comparación del tanque de nivel**

**Tabla 5 4:** Comparación del valor de nivel

Datos Real (Sp)	PID	Ejecutable Unity
10 cm	9.98cm	9.9cm
20 cm	19.89cm	19.9cm
50 cm	49.78cm	49.8cm

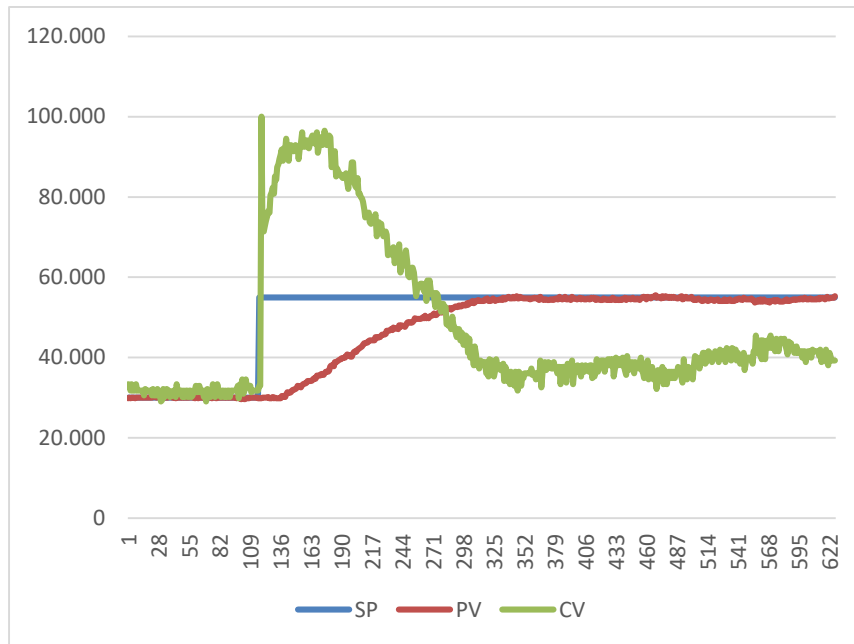
En la tabla. Demuestra que no existe variación en la toma de datos de nivel a los 10cm dato real se compara con el PID de 9.98cm y con el ejecutable Unity de 9.9cm., en los 20cm dato real se compara con el PID de 19.89cm y con el ejecutable Unity de 19.9cm. En los 50 cm dato real se compara con el PID de 49.78cm y con el ejecutable Unity de 49.9cm.

**5.3.2 Comportamiento de PID control de nivel**



**Figura 5. 16:** Grafica del comportamiento PID control de nivel

**5.3.3 Tiempo establecimiento de la estación de nivel con un Set Point de 55cm**



**Figura 5. 17:** Tiempo de establecimiento de la Estación de nivel con un set Point de 55cm

En la Figura 5.17 se puede observar el comportamiento de la estación de nivel que posee en dentro del lazo un control PID programado en el PLC S7-1200, en donde el Web Server envía una señal de Set Point de 55 cm y la respuesta ante esa entrada escalón del sistema es de un tiempo de establecimiento de 31,4 segundos obtenida utilizando la ecuación 5.1, y adicionalmente se puede observar que no existe sobre impulso. Este comportamiento muestra que el sistema logra estabilizarse sin la necesitada de sobrepasarse del valor de consigna establecido.

**Ecuación 5. 1** Tiempo de establecimiento.

Formula	Descripción
te= punto de tiempo de establecimiento * tiempo de muestreo	te =Tiempo de establecimiento

$$te = \text{punto de tiempo de establecimiento} * \text{tiempo de muestreo}$$

$$te = 314 * 100mS$$

$$te = 41,4 \text{ segundos}$$

### 5.4 Estabilidad ante una perturbación de 30%

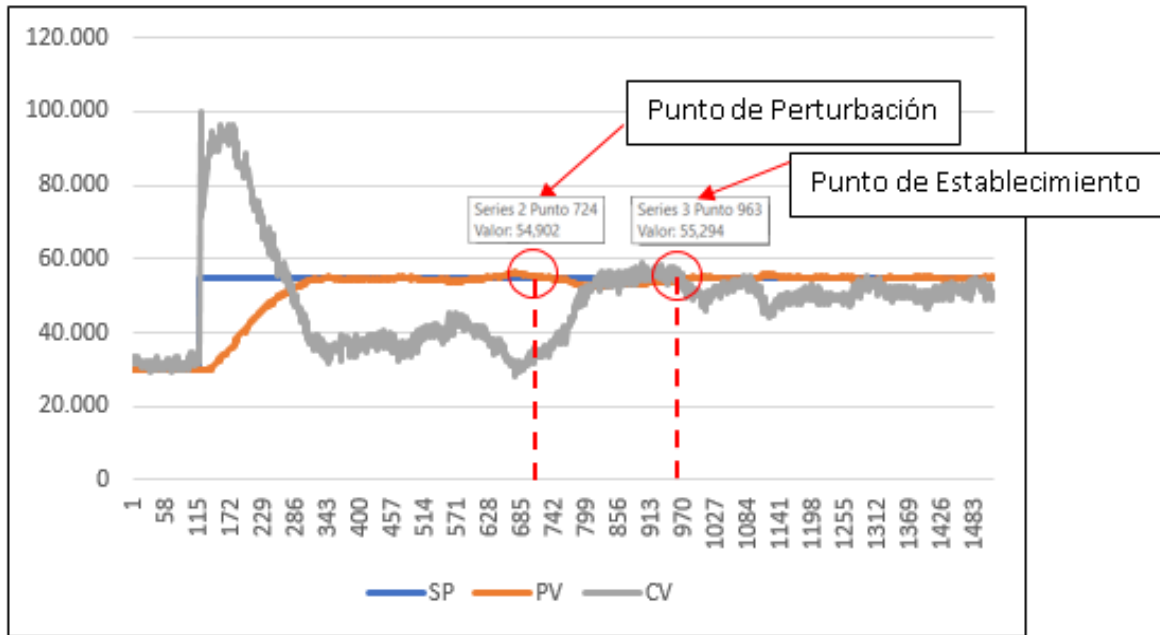


Figura 5. 18: Tiempo de estabilización ante una perturbación del 30%

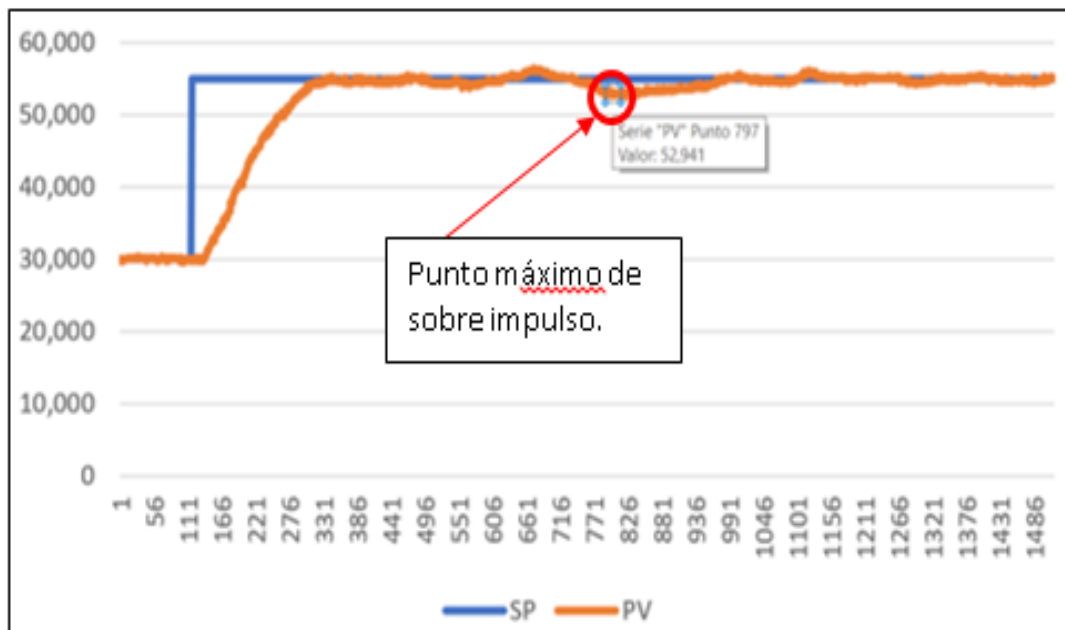


Figura 5. 19: Pico sobre impulso ante perturbación del 30%

En la Figura 5.19 muestra el comportamiento de la estación de nivel cuando se le aplica una perturbación del 30% que corresponde a cerrar la válvula manual HV 01-C de la Figura 5.18, en donde la respuesta ante dicha perturbación son los siguientes resultados: tiempo de establecimiento de 41,1 segundos obtenida utilizando la ecuación 5. 1. Este comportamiento muestra que el controlador del sistema logra estabilizar el nivel del tanque al valor de Set Point aun cuando existen cambios en el sistema.

**Ecuación 5. 2:** Tiempo de establecimiento ante perturbación.

Formula	Descripción
$tep = te - tp$	$tep$ = Tiempo de establecimiento ante perturbación $tp$ = Tiempo de perturbación $te$ = Tiempo de establecimiento

$$\text{Tiempo de establecimiento ante perturbación} = tep$$

$$\text{Tiempo de perturbación} = tp$$

$$tep = te - tp$$

$$tep = (963 * 100mS) - (724 * 100mS)$$

$$tep = 23,9 \text{ segundos}$$

**5.5 PRESUPUESTO**

En el siguiente literal se detallará un análisis financiero del desarrollo de un sistema Web Server para el monitoreo de una estación de nivel.

**5.6 Análisis Financiero****5.6.1 Costos Directos**

En la tabla 5.5 se observa los costos de los materiales que se implementaron en la ejecución del desarrollo del sistema.

- **Estación de Nivel**

**Tabla 5 5:** Desglose de elementos

ITEM	Valor UNIT (\$)	PROCEDENCIA	CANTIDAD	COSTOS TOTAL(\$)
Transmisor de nivel	342,96	China	1	342,96
Rotámetro	140	China	1	140
<b>TOTAL</b>				482,96

- **Web Server**

**Tabla 5 6:** Desglose de los materiales de la Node Red

ITEM	Valor UNIT (\$)	PROCEDENCIA	CANTIDAD	COSTOS TOTALES (\$)
Mini Pc	400	Ecuador	1	400
SMAR TV	400	Ecuador	1	400
<b>TOTAL</b>				800

**5.6.2 Costo indirecto****Tabla 5 7:** Costos indirectos

<b>Costos Indirectos</b>	
ITEM	Costo Total (\$)
Transporte	30
Tutoría Externa	100
Otros	100
<b>TOTAL</b>	<b>230</b>

**5.6.3 Costos Tecnológicos**

En la tabla 5.8 se detalla un Asset Graph And Chart como complemento para la visualización en motor gráfico Unity.

**Tabla 5. 8:** Costos Tecnológicos

ITEM	VALOR UNT (\$)	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Asset Graph And Chart	70	1	70
<b>Total</b>			70

**5.6.4 Presupuesto total**

En la tabla 5.9 se detalla el costo total del proyecto en el diseño de un servidor Web para el monitoreo de una estación de nivel.

**Tabla 5. 9:** Presupuesto total

<b>Presupuesto total</b>	
<b>ITEM</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Costos Directo	800
Costos Indirectos	230
Costos Tecnológicos	70
<b>TOTAL</b>	<b>1,100</b>

Como se puede apreciar en la tabla 5.9, la inversión del proyecto es de 1,100 (mil cien) dólares.

### 5.7 Cálculo del VAN y TIR

En el ámbito económico para el desarrollo de un sistema Web Server para el monitoreo y control de la estación de nivel es de importancia tomar en cuenta que dentro de cinco años se debe recuperar la inversión.

**Tabla 5.10:** Calculo del VAN Y TIR

<b>DATOS</b>	<b>VALORES</b>
Números de Periodo	5
Tipo de Periodo	Anual
Tasa de Descuento	10%

<b>DETALLE</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>PERIODO</b>						
Flujo Neto Efectivo Proyecto	-1025	500	500	400	600	700

Nro.	FNE	(1+i)^	NE/(1+i)^
0	-1025		-1025
1	500	1,10	454,55
2	500	1,21	413,22
3	400	1,33	300,53
4	600	1,46	409,81
5	700	1,61	434,64
			430,31

Tasa de Descuento	VAN
0%	912,75
5%	645,02
10%	430,31
15%	255,72
20%	111,97
25%	-7,75
30%	-108,5
35%	-194,1
40%	-267,48

## 5.8 Análisis de Impacto

El desarrollo del web server para el control y monitoreo de la Estación de Nivel para obtener los datos de la información que arroje la estación de nivel en tiempo real en el ámbito de gerencia y obteniéndolo al instante, es de gran ayuda para el control, de emergencia al encontrar alguna falla que se lo pueda controlar a una larga distancia.

### 5.8.1 Impacto Práctico

Con la implementación de un entorno virtual de control de una estación de nivel para cumplir con las necesidades y requerimientos que permitirá fortalecer los conocimientos teóricos, en un ambiente virtual que no solo nos permite controlar y visualizar las variables, este proceso hace que la información sea más accesible en cualquier parte del mundo con la ayuda de herramientas tecnológica.

### 5.8.2 Impactos tecnológicos

La implementación de servidores Web para el monitoreo y control d una e manera remota tiene un gran impacto tecnológico por su aplicación en procesos industriales ya que permite adentrarse en el internet de las cosas con aplicaciones reales con la creación de espacios virtuales que nos permitan la interacción entre el un proceso de nivel y la interacción del mismo con aplicaciones que puedan controlar el proceso de manera remota.

## 6 CONCLUSIONES

- Se diseñó un Web Server utilizando una mini PC como servidor y varias herramientas de Node-Red, para el enlace del PLC S7-1200 con el motor gráfico Unity 3D y así controlar y monitorear la Estación de nivel de forma remota desde cualquier dispositivo electrónico con acceso a internet.
- Se desarrolló la estrategia de control PID sobre la estación de nivel, partiendo de un modelamiento analítico y experimental de la planta en LabVIEW, esta estrategia fue implementada en el PLC S7-1200 teniendo resultados óptimos de control tanto con perturbaciones como sin ellas.
- Se obtuvo un modelo matemático de la Estación de Nivel mediante la estrategia de la curva de reacción del proceso integrante de nivel para encontrar las constantes de sintonización del PID óptimas para el sistema.
- Se realizó un archivo ejecutable del HMI elaborado en el motor gráfico Unity 3D para tener una interacción y visualización de las variables del proceso tales como: Set Point, Variable del Proceso y Variable de Control con diferentes modos de acceso para una mayor seguridad del sistema.

## 7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda al programador la ejecución de dos canales en la IBMCloud uno de envío y el otro que recibe las variables encapsuladas para evitar que el PLC lance una señal de error por no saber cual es la variable a la que debe responder y ejecutar el procedimiento
- Para la mejor interacción del módulo y del ejecutable se debe tener una conexión de internet no menos a 20Mp para que no exista un retraso en el envío y recepción de señales con nuestro servidor.



**8 BIBLIOGRAFÍA**

- [1] C. R. Á. H. Z. Sánchez Briceño Gabriel, «SERVIDOR PARA UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES BAJO SOFTWARE LIBRE,» Marzo 2010. [En línea]. Available: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212010000100004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212010000100004). [Último acceso: 15 Mmayo 2021].
- [2] C. R. Ruiz Guangaje, «Repositorio Digital Tecnológico Superior Vida Nueva,» Enero 2018. [En línea]. Available: <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/handle/123456789/66>. [Último acceso: 12 Mayo 2021].
- [3] V. C. Almache Barahona, «Repositorio Dspace,» Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/13718>. [Último acceso: 13 Mayo 2021].
- [4] C. P. Sailema Moreta, «Repositorio Dspace,» 30 Julio 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15001>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [5] D. G. FranciscoDe La Cruz F.Sergio Zerpa, «Journals & Books,» Enero 2010. [En línea]. Available: [sciedirect.com/science/article/pii/S1697791210700133](http://sciedirect.com/science/article/pii/S1697791210700133). [Último acceso: 13 Mayo 2021].
- [6] N. C. L. N. B. B. J. R. M. E. Y. R. Armando Simmonds Mendoza, «Dialnet,» Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6469087>. [Último acceso: 13 Mayo 2021].
- [7] M. B. S. L. Ingeniero Industrial, «Ingeniería Industrial,» 5 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/procesos-industriales/que-es-un-proceso-industrial/>. [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [8] S. Moya, «Intech México,» Isa México, 24 Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2018/12/24/conceptos-basicos-sistemas-de-control/>. [Último acceso: 27 Mayo 2021].
- [9] meautomatismos, «AUTOMATISMOS,» Enero 2018. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/03fmeautomatismos/home/tipos-control>. [Último acceso: 28 Mayo 2021].
- [10] CIENCIA & TECNOLOGIA, «Tipos de Controladores,» Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.tiposde.com/tipos-de-controladores.html>. [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [11] Ciencia, «Tipo de controladores,» Abril 2007. [En línea]. Available: <https://www.clasificacionde.org/tipos-de-controladores/>. [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [12] Fundamentos de Sistema, «Análisis de Sistema,» 26 Enero 2012. [En línea]. Available: [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [13] C. d. -. C. Control, «Control de procesos industriales.,» [En línea]. Available:
- [14] I. E. Néstor, «Introducción a la instrumentaci,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/48240383/instrumentacion-sensores-transmisor-y-transductor>.
- [15] Bricos, «Procesos Industriales,» 30 Agosto 2012. [En línea]. Available: <https://bricos.com/2012/08/que-es-un-plc-control-logico-programable/>. [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [16] Tecno de Recursos , «PID,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.picuino.com/es/arduprog/control-pid.html>. [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [17] UNADM, «Metodos de Sintonizacion de Procesos Industriales,» 18 Febrero 2018. [En línea]. Available:

- <https://issuu.com/jazinaruizhernandez/docs/unidad3.metodosdesintonizacionecon>.  
[Último acceso: 13 Junio 2021].
- [18] D. d. u. c. P. a. p. u. c. R. d. s. o. m. l. S. d. Matlab., «¿Qué son los lazos de control PID?,» [En línea]. Available:  
[En línea]. Available:
- [19] M. E. Raffino, «"Base de datos",» 24 Junio 2020. [En línea]. Available:  
<https://concepto.de/base-de-datos/>. [Último acceso: 2021 Mayo 2021].
- [20] ORACLE, «BASE DE DATOS,» Enero 2019. [En línea]. Available:  
<https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>. [Último acceso: 2021 Mayo 2021].
- [21] Conceptos, «Paginas Web,» 30 Enero 2020. [En línea]. Available:  
<https://conceptodefinicion.de/pagina-web/>. [Último acceso: Mayo 26 2021].
- [22] HOSTINPLUS, «PAGUINAS WEB,» Noviembre 2016. [En línea]. Available:  
<https://www.hostingplus.pe/blog/cuales-son-los-tipos-de-paginas-web-que-existen-y-a-que-se-debe-su-clasificacion/>. [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [23] Programa Facil, «Node-Red,» 6 Febrero 2016. [En línea]. Available:  
<https://programarfacil.com/blog/raspberry-pi/introduccion-node-red-raspberry-pi/>. [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [24] techedge, «Fundamentos de la Node-Red,» Mayo 2015. [En línea]. Available:  
<https://www.techedgegroup.com/es/blog/fundamentos-node-red>. [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [25] NODE-RED, «LIBRERY,» 2015. [En línea]. Available: <https://flows.nodered.org/>.  
[Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [26] GTI DIODE, «IBM Cloud,» Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.gti.es/es-es/Cloud-Publica-CSP/Paginas/ibm-cloud.aspx#:~:text=IBM%20Cloud%2C%20la%20nube%20para,ejecutar%20aplicaciones%20y%20servicios%20modernos.&text=IBM%20Cloud%20es%20la%20plataforma,inno vadoras%20aplicaciones%20basadas%20en%20datos..> [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [27] Sistemas akubica, «Componentes IBM Cloud,» Junio 2015. [En línea]. Available:  
<https://akubica.com/que-es-la-plataforma-ibm-cloud/>. [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [28] Manual Siemens, «Modulo SM 1231,» Junio 2016. [En línea]. Available:  
[file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/S71200\\_SM\\_1231\\_RTD\\_Product\\_info\\_es-ES\\_es-ES.pdf](file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/S71200_SM_1231_RTD_Product_info_es-ES_es-ES.pdf). [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [29] SIEMENS, «Industry Online Support,» Marzo 2009. [En línea]. Available:  
<https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/91696622?c=61290177035&dl=es&lc=de-CH>. [Último acceso: 13 Junio 2021].
- [30] SIEMENS, «Catalogo Siemens,» 06 2010. [En línea]. Available:  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/925/43346925/att\\_61976/v1/S71200\\_SM\\_1231\\_RTD\\_Product\\_info\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/925/43346925/att_61976/v1/S71200_SM_1231_RTD_Product_info_es-ES_es-ES.pdf). [Último acceso: 15 Mayo 2021].
- [31] Manual siemens, «Modulo SM 1234,» Junio 2016. [En línea]. Available:  
[file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/S71200\\_SM\\_1231\\_RTD\\_Product\\_info\\_es-ES\\_es-ES.pdf](file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/S71200_SM_1231_RTD_Product_info_es-ES_es-ES.pdf). [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [32] Tecnologia Java, «Java,» Julio 2014. [En línea]. Available:  
[https://www.java.com/es/download/help/whatis\\_java.html](https://www.java.com/es/download/help/whatis_java.html). [Último acceso: 20 Mayo 2021].
- [33] Master.D, «UNIT,» 02 Diciembre 2019. [En línea]. Available:  
<https://www.masterd.es/blog/que-es-unity-3d-tutorial/>. [Último acceso: 8 Julio 2021].

- [34] Unity, «Características Unity,» 11 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://unity.com/es>. [Último acceso: 13 Junio 2021].
- [35] [En línea].
- [36] J. Rodríguez, «Análisis de respuesta transitoria y estacionaria,» [En línea]. Available: [https://www.academia.edu/24918727/ANALISIS\\_DE\\_LA\\_RESPUESTA\\_TRANSITORIA\\_Y\\_ESTACIONARIA](https://www.academia.edu/24918727/ANALISIS_DE_LA_RESPUESTA_TRANSITORIA_Y_ESTACIONARIA).
- [37] ACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, «Función Transferencia,» Febrero 2019. [En línea]. Available: [https://catedras.facet.unt.edu.ar/sistemasdecontrol/wp-content/uploads/sites/101/2015/12/CL03\\_Funci%C3%B3n\\_Transferencia\\_Modelado\\_y\\_an%C3%A1lisis\\_de\\_sistemas\\_2015.pdf](https://catedras.facet.unt.edu.ar/sistemasdecontrol/wp-content/uploads/sites/101/2015/12/CL03_Funci%C3%B3n_Transferencia_Modelado_y_an%C3%A1lisis_de_sistemas_2015.pdf). [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [38] M. E. Raffino, «"Base de datos",» 24 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://concepto.de/base-de-datos/>. [Último acceso: 26 Mayo 2021].
- [39] TECNOLOGIAVAO, «Tecnología para la industria,» 31 Julio 2009. [En línea]. Available: <https://tecnologiaparalaindustria.com/cual-es-el-mejor-metodo-de-control-de-flujo-de-bombas/>. [Último acceso: 26 Mayo 2021].

## 9 ANEXOS

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA</b> <b>INGENIERÍA Y APLICADAS</b>	 <b>Ingeniería</b> <b>Electromecánica</b>
<b>9.1 Anexo I (Programación de comunicación software unity para el ejecutable)</b>	<b>Pág. 1-11</b>	
<pre> using System.Collections; using System.Collections.Generic; using UnityEngine; using UnityEngine.UI; using UnityEngine.Networking; using System.Globalization;  public class Comunicacion : MonoBehaviour {      int b =0;     public int EN;     public GameObject ImagenAdvertencia;     public GameObject ImagenAdvertenciaCaracteres;     public GameObject ButtonOK;      public GameObject indicadorP;     public GameObject indicadorA;      public float nivelcontrol;     public float niveltanque1;     public float SeP;     public float inputFielFloat;     //public InputField fuy;      public Image tanque1; </pre>		

```
public float nivel1actual;
public float nivel1maximo=80;

public Image nivelTanque;

public Image tanque2;
//public float nivel2actual;
//public float nivel2maximo = 80;

public string entrada;
public string encender="1";

public bool Status = false;
public bool bandera = false;

private int a = 0;

string datoen;

public Text nivel;
public Text nivel1;
public Text nivel2;
public Text control;
public Text control1;

public float tanquePrincipal = 0.0f;
public string n = "3.3";
public float nf;
void Start()
{

    ImagenAdvertencia.SetActive(false);
    ButtonOK.SetActive(false);
```

```

ImagenAdvertenciaCaracteres.SetActive(false);
//indicadorP.gameObject.SetActive(false);
//indicadorA.gameObject.SetActive(false);

//indicadorP.gameObject.SetActive(false);
//indicadorA.gameObject.SetActive(true);
}

void Update()
{
    //Debug.Log(nivel1actual);
    //nf = float.Parse(n, CultureInfo.InvariantCulture.NumberFormat);
    //Debug.Log(nf+0.1f);

    //Llenar Slider de Variable de Proceso (Nivel) y Llenar Tanque
    tanquePrincipal = nivel1actual / 100.0f;
    tanque1.fillAmount = tanquePrincipal * 1.25f;
    nivelTanque.fillAmount = tanquePrincipal * 1.25f;
    tanque2.fillAmount = 1-tanquePrincipal;

    if (b == 4)
    {
        // StartCoroutine(escribir());
        b = 0;
    }
    b++;

    if (a == 5)
    {
        StartCoroutine(recibe());

        StartCoroutine(recibeen());
        a = 0;
    }
}

```

```
a++;
if (EN == 1)
{
    //indicadorP.gameObject.SetActive(true);
    //indicadorA.gameObject.SetActive(false);
}
else
{
    //indicadorP.gameObject.SetActive(false);
    //indicadorA.gameObject.SetActive(true);
}
}
public void buttonOK()
{
    ImagenAdvertencia.SetActive(false);
    ImagenAdvertenciaCaracteres.SetActive(false);
    ButtonOK.SetActive(false);
}
public void EntraDatos(string g)
{
    datoen = g;
    for(int i=0;i< datoen.Length; i++)
    {
        if(((int)datoen[i] == 46) || ((int)datoen[i]>47 && (int)datoen[i] < 58))
        {
            bandera = true;
        }
        else
        {
            bandera = false;
            ImagenAdvertenciaCaracteres.SetActive(true);
            ButtonOK.SetActive(true);
        }
    }
}
```

```

    }
}

if (bandera == true)
{
    inputFielFloat = float.Parse(datoen,
CultureInfo.InvariantCulture.NumberFormat);
    Debug.Log(inputFielFloat);
    if (inputFielFloat < 0.0f || inputFielFloat > 80.0f)
    {
        ImagenAdvertencia.SetActive(true);
        ButtonOK.SetActive(true);
        inputFielFloat = 0;
        datoen = "0";
    }
}
}

public void buttonenviarsp()
{
    //f.text = "";
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
    StartCoroutine("escribir");
}

```





```

StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
StartCoroutine("escribir");
}

private IEnumerator escribir()
{
    WWWForm form = new WWWForm();
    form.AddField("encender", encender);
    form.AddField("SP", datoen);
    SeP = float.Parse(datoen);

    UnityWebRequest request
    UnityWebRequest.Post("https://tecmedia22.000webhostapp.com/recibirdatos.php",
    form);

    yield return request.SendWebRequest();
}

```

```

if (!request.isNetworkError && !request.isHttpError)
{
    Debug.Log(request.downloadHandler.text);
}
else
{
    Debug.Log("HUBO UN PROBLEMA ");
}

}

//Recibe de la Base de Datos el [ Nivel (0-80) y Control (0-100)]
IEnumerator recibe()
{

    UnityWebRequest                               recibe
    UnityWebRequest.Get("https://tecmedia22.000webhostapp.com/indexch.php");

    yield return recibe.SendWebRequest();

    if (!recibe.isNetworkError && !recibe.isHttpError)
    {
        string webb = (recibe.downloadHandler.text);
        //Debug.Log("si entra ");
        //Debug.Log((webb));
        if (webb.Length>6)
        {
            string[] partes = webb.Split('*');
            if( partes[0] != null && partes[1] != null)
            {
                string ni = partes[0];
                string con = partes[1];
            }
        }
    }
}

```

```

        nivel.text = ni;
        nivel1.text = ni;
        nivel2.text = ni;
        control.text = con;
        control1.text = con;

        nivel1actual = float.Parse(ni,
CultureInfo.InvariantCulture.NumberFormat);
        niveltanque1 = float.Parse(ni,
CultureInfo.InvariantCulture.NumberFormat);
        nivelcontrol = float.Parse(con,
CultureInfo.InvariantCulture.NumberFormat);
    }

}

}
else
{
    Debug.Log("HUBO UN PROBLEMA ");
}
}

//Recibe de la Base de DATos el [ Encendido (0-1) y Set Poitn (0-80)]
IEnumerator recibeen()
{
    UnityWebRequest recibe =
UnityWebRequest.Get("https://tecmedia22.000webhostapp.com/mostrartodo.php");



    yield return recibe.SendWebRequest();

    if (!recibe.isNetworkError && !recibe.isHttpError)
    {
        string webb = (recibe.downloadHandler.text);

```

```
//Debug.Log("si entra ");
//Debug.Log(webb);
//Debug.Log((webb.Length));
//Debug.Log("dimension="+webb.Length);
if (webb.Length > 2)
{
    string[] partes = webb.Split('*');
    if (partes[0] != null && partes[1] != null)
    {
        string en = partes[0];
        string sp = partes[1];

        EN = int.Parse(en);
        //Debug.Log(en);
    }
}
else
{
    Debug.Log("HUBO UN PROBLEMA ");
}
}
```

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS</b>  <b>Ingeniería Electromecánica</b>
<b>9.2 Anexo II (Programación de gráficos para software unity para el ejecutable)</b>	<b>Pag 1-4</b>
<pre> using ChartAndGraph; using System.Collections; using System.Collections.Generic; using UnityEngine; using UnityEngine.UI; using UnityEngine.Networking; using System.Globalization;  public class Graficos : MonoBehaviour {     public string sp;     public int a;     public float SEP;     public Text prueba;     public Comunicacion datos;     public string SP;     public float Set Point;     public float nivel;     private float Timer = 1f;     private float X = 4f;     public Text setpoin;     public Text setpoin2;      public GraphChart chart;      public Image imaset; </pre>	

```
public float nivel1actual;
public float nivel1maximo = 80/100;
public float tanquePrincipal = 0.0f;
void Start()
{
    //SP = datos.SeP;
    //nivel = datos.niveltanque1;
    //sep point
    chart.DataSource.ClearCategory("SP");
    chart.DataSource.AddPointToCategory("SP", 0, 0);
    chart.DataSource.AddPointToCategory("SP", 1, 1);
    chart.DataSource.AddPointToCategory("SP", 2, 4);
    chart.DataSource.AddPointToCategory("SP", 3, 3);

    //nivel
    chart.DataSource.ClearCategory("nivel");
    chart.DataSource.AddPointToCategory("nivel", 0, 0);
    chart.DataSource.AddPointToCategory("nivel", 3, 5);

    chart.DataSource.EndBatch();
}

void Update()
{
    //Llenado de Slider de Set Point color Rojo del Panel de Control
    tanquePrincipal = nivel1actual / 100.0f;
    imaset.fillAmount = tanquePrincipal * 1.25f;

    if (a == 10)
    {
        StartCoroutine(recibe());

        a = 0;
    }
}
```

```

a++;

//Graficacion en CHARTS (Tendencias)
Timer -= Time.deltaTime;
if (Timer <= 0f)
{
    Timer = 1f;
    chart.DataSource.AddPointToCategoryRealtime("limite", X, 100.0f, 1f);

    //Graficar SP en CHART 1 , parte Superior
    setpoin.text = sp;
    setpoin2.text = sp;
    chart.DataSource.AddPointToCategoryRealtime("SP", X, SEP, 1f);
    //Recibe en la variable 'datos.niveltanque1' el nivel del tanque del Script -
    >'Comunicacion' y Grafica en el mismo
    //Chart del Set Point
    chart.DataSource.AddPointToCategoryRealtime("nivel", X,
datos.niveltanque1, 1f);
    X++;
}
}

IEnumerator recibe()
{

    UnityWebRequest recibe =
UnityWebRequest.Get("https://tecmedia22.000webhostapp.com/mostrartodo.php")
;

    yield return recibe.SendWebRequest();

    if (!recibe.isNetworkError && !recibe.isHttpError)
    {
        string webb = (recibe.downloadHandler.text);

```

```

//Debug.Log("si entra ");
//Debug.Log((webb));
//Debug.Log((webb.Length));
if (webb.Length >= 3)
{
    string[] partes = webb.Split('*');
    if (partes[0] != null && partes[1] != null)
    {
        string en= partes[0];
        sp = partes[1];

        SEP = float.Parse(sp, CultureInfo.InvariantCulture.NumberFormat);
        if (SEP >= 80)
        {
            SEP = 80;
        }
        nivel1actual = float.Parse(sp,
CultureInfo.InvariantCulture.NumberFormat);
        //Debug.Log(nivel1actual + 0.1f);
        //Debug.Log(SEP);
    }

}

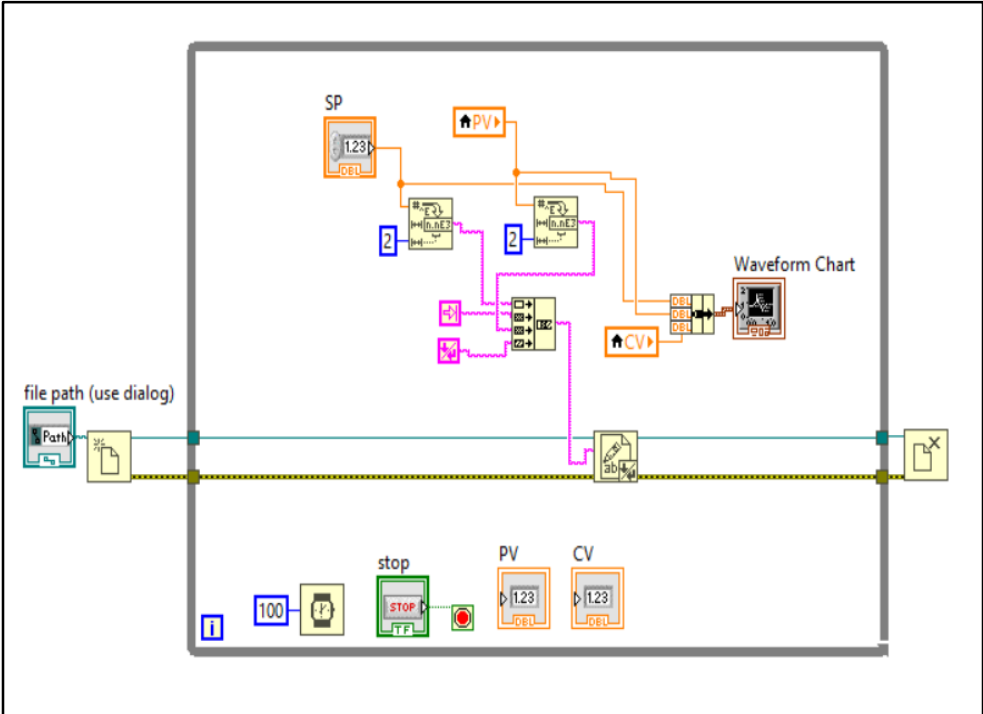
}
else
{
    Debug.Log("HUBO UN PROBLEMA “);
}
}
}

```



9.3 Anexo I (Programación de software para recopilación de datos)

Pag 1-1



# **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

	<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>	
<p>PRÁCTICA DE LABORATORIO</p> <p>LABORATORIO DE LA</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</p>		

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Basantes Paúl	Ing. Paúl Corrales	Ing. Paul Corrales
Landa Alexandra		

CARRERA:	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA:	NOMBRE DE LA ASIGNATURA:
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	IELM 703	PLC

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	DURACIÓN (HORAS)
1	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	CONTROL CON NODE RED	2

### 1. OBJETIVOS:

**General:**

- ❖ Desarrollar una práctica en donde se pueda combinar el uso de Equipos Industriales con el Internet de las cosas (IOT) para el monitoreo y control de una estación de nivel.

**Específicos:**

- ❖ Investigar sobre el uso de NODE-RED en combinación con el PLC S7-1200.
- ❖ Realizar la programación del NODE-RED para la lectura y escritura de datos hacia el PLC.
- ❖ Efectuar las conexiones necesarias y la correspondiente programación del PLC en el software TIA PORTAL.

- ❖ Implementar un controlador PID para la estación de nivel.
- ❖ Elaborar un HMI en NODE-RED para visualizar las variables del proceso.

## 2. MARCO TEÓRICO

### **NODE-RED**

Node-RED es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware, API y servicios en línea de formas nuevas e interesantes.

Proporciona un editor basado en navegador que facilita la interconexión de flujos utilizando la amplia gama de nodos de la paleta que se pueden implementar en su tiempo de ejecución con un solo clic.

#### **Edición de flujo basada en navegador**

Node-RED proporciona un editor de flujo basado en navegador que facilita la conexión de flujos utilizando la amplia gama de nodos de la paleta. Luego, los flujos se pueden implementar en el tiempo de ejecución con un solo clic.

Las funciones de JavaScript se pueden crear dentro del editor usando un editor de texto enriquecido.

Una biblioteca incorporada le permite guardar funciones, plantillas o flujos útiles para su reutilización.

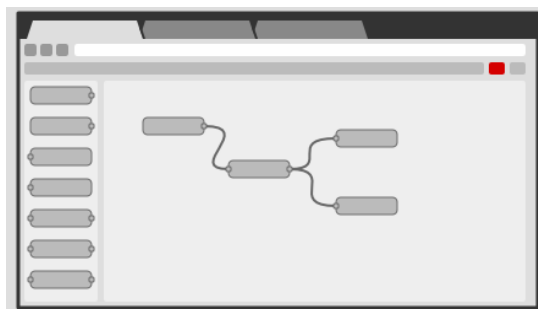


Ilustración 1. Pantalla principal de Node-Red

#### **Construido sobre Node.js**

El tiempo de ejecución liviano se basa en Node.js, aprovechando al máximo su modelo sin bloqueo impulsado por eventos. Esto lo hace ideal para ejecutarse en el borde de la red en hardware de bajo costo como Raspberry Pi, así como en la nube.

Con más de 225.000 módulos en el repositorio de paquetes de Node, es fácil ampliar la gama de nodos de paleta para agregar nuevas capacidades.

### **Desarrollo Social**

Los flujos creados en Node-RED se almacenan usando JSON que se puede importar y exportar fácilmente para compartir con otros. Una biblioteca de flujos en línea le permite compartir sus mejores flujos con el mundo.

### **MODELO DINAMICO DE LA PLANTA**

El proceso se puede conocer mejor si se analiza la respuesta de la variable controlada a un paso escalón en la salida del controlador

$$Gp(S) = \frac{Kp e^{-\theta pS}}{\tau pS + 1}$$

donde,

**$Kp$**  = es la ganancia estática, la relación entre el cambio de la respuesta a la magnitud del escalón.

**$\tau p$**  = Constante de tiempo

**$\theta p$**  = Tiempo muerto

#### **❖ PLC SIEMENS S7-1200**

El controlador modular SIMATIC S7-1200 es el núcleo de la nueva línea de productos Siemens para tareas de automatización sencillas, pero de alta precisión.

#### **❖ Características Generales:**

- ✓ Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits.
- ✓ Interfaz Ethernet / PROFINET integrado.
- ✓ Entradas analógicas integradas.
- ✓ Bloques de función para control de ejes conforme a PLCopen.
- ✓ Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic v13 para la configuración y programación no sólo del S7-1200, sino de manera integrada los paneles de la gama Simatic Basic Panels.

- ✓ El sistema S7-1200 desarrollado viene equipado con cinco modelos diferentes de CPU (CPU 1211C, CPU 1212C, CPU 1214C, CPU 1215C y CPU 1217C) que se podrán expandir a las necesidades y requerimientos de las máquinas.



Ilustración 2. PLC Siemens S7-1200

### MODULO ANALOGICO

El módulo analógico SM 1234 consta de las siguientes características técnicas que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características técnicas SM 1234

Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 24 V DC	Si
Intensidad de entrada	
Consumo, tip.	60 mA
de bus de fondo 5 V DC, tip.	80 mA
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	2 W
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	4; Entradas diferenciales tipo corriente o tensión
Tensión de entrada admisible para entrada de intensidad (límite de destrucción), máx.	± 35 V
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión (límite de destrucción), máx.	35 V
Intensidad de entrada admisible para entrada de intensidad (límite de destrucción), máx	40 mA

Intensidad de entrada admisible para entrada de corriente (límite de destrucción), máx	40 mA
Tiempo de ciclo (todos los canales), máx.	625 µs
<b>Rangos de entrada</b>	
• Tensión	Sí; ±10 V, ±5 V, ±2,5 V
• Intensidad	Sí; 4 a 20 mA, 0 a 20 mA
<b>Rangos de entrada (valores nominales), tensiones</b>	
• -10 V a +10 V	Sí
• Resistencia de entrada (-10 V a +10 V)	≥ 9 MOhm
• -2,5 V a +2,5 V	Sí
• Resistencia de entrada (-2,5 V a +2,5 V)	≥ 9 MOhm
• -5 V a +5 V	Sí
• Resistencia de entrada (-5 V a +5 V)	≥ 9 MOhm
<b>Rangos de entrada (valores nominales), intensidades</b>	
• 0 a 20 mA	Sí
• Resistencia de entrada (0 a 20 mA)	280 Ω
• 4 mA a 20 mA	Sí
<b>Salidas analógicas</b>	
Nº de salidas analógicas	2; Tipo corriente o tensión
<b>Rangos de salida, tensión</b>	
• -10 V a +10 V	Sí
<b>Rangos de salida, intensidad</b>	
• 0 a 20 mA	Sí
• 4 mA a 20 mA	Sí
<b>Resistencia de carga (en rango nominal de la salida)</b>	
• con salidas de tensión, mín.	1 000 Ω
• con salidas de intensidad, máx.	600 Ω
<b>Longitud del cable</b>	
• apantallado, máx.	100 m; apantallado, par trenzado

## METODOS DE SINTONIZACION

### ✓ Método Lambda

Es un caso especial de asignación de polos que se utiliza con frecuencia en la industria de procesos. El proceso se modela por el modelo FOTD:

$$G(s) = \frac{K_p}{Ts + 1} e^{-Ls}$$

La elección de  $T_{cl}$  es crítica. Una regla heurística muy común es escoger  $T_{cl} = 3T$  para un controlador robusto y  $T_{cl} = T$  para sintonía agresiva cuando los parametros del proceso estan bien determinados.

$$K = \frac{1}{K_p} \frac{\frac{L}{2} + T}{\frac{L}{2} + T_{cl}}$$

$$T_i = T + \frac{L}{2}$$
$$T_d = \frac{TL}{L + 2T}$$

### 3. MATERIALES Y EQUIPOS:

- ✓ Software: TIA Portal V14, NODE RED.
- ✓ PLC S7-1200-1212 C/AC/DC/R19
- ✓ Módulo de Salidas analógicas 1234 A1/AQ
- ✓ Variador de frecuencia iG5A
- ✓ Estación didáctica de Nivel (Modulo N°3)
- ✓ Multímetro
- ✓ Cables de alimentación (Mini PC).
- ✓ Cable Ethernet
- ✓ 19 cables Jack Banana
- ✓ Destornillador tipo estrella
- ✓ Mini Computadora core i5 de cuarta generación
- ✓ Teclado
- ✓ Mouse
- ✓ Monitor Smart Tv 40"

**4. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:**

2. Realice la conexión de la parte de potencia como se presenta en la Figura 1 y 2.

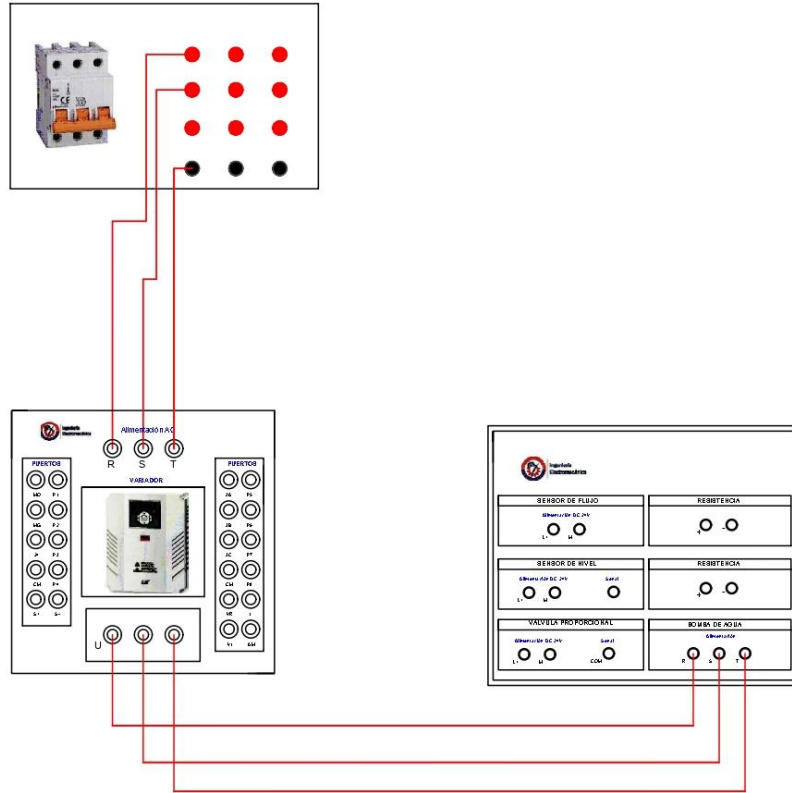


Figura 1 Conexión Sistema de potencia.

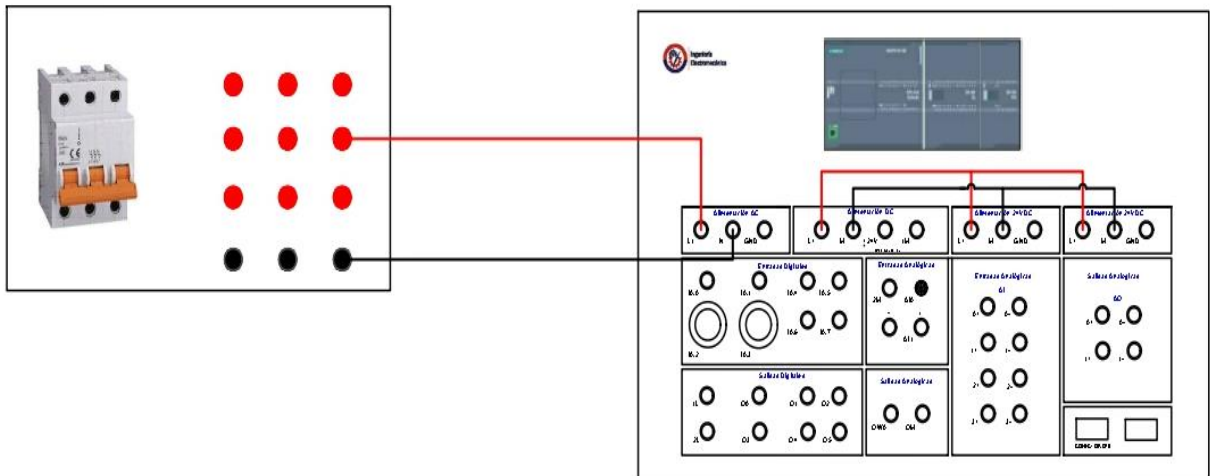


Figura 2 Conexiones PLC S7-1200 salidas analógicas

3. Realice la conexión del sensor de nivel de tres hilos hacia el PLC como se muestra en la Figura 3.

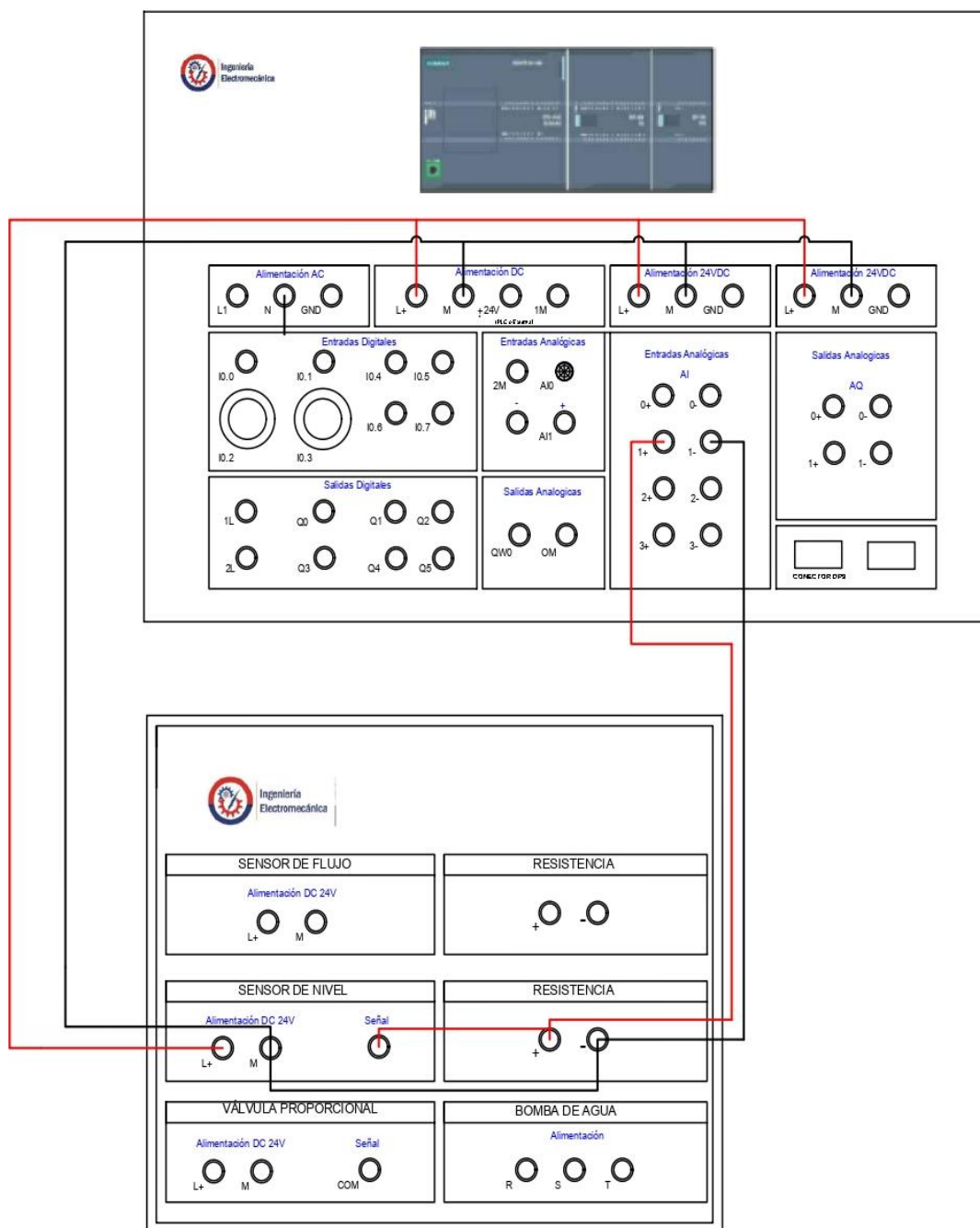


Figura 3 Conexión del PLC S7-1200 entradas analogicas



5. Para la conexión del PLC con la mini PC utilice un cable Ethernet con conectores RJ45 en los extremos, como se indica en la Figura 5

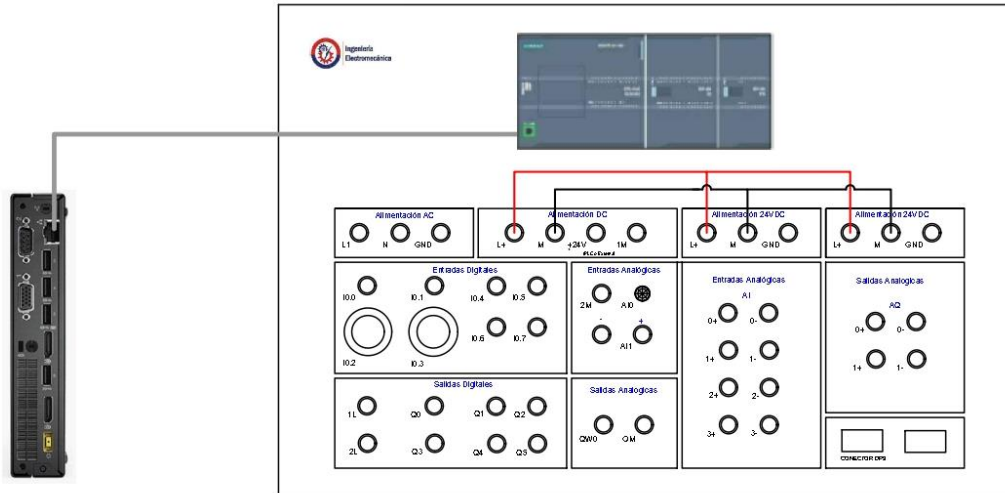


Figura 5 Conexión PLC con mini PC

6. Conexiones Mini pc se establecera la conexión con todos los perifericos de la Mini PC como se muestra en la Figura 5.



Figura 6 Conexiones de Minie Pc

**Nota:** Ya realizadas las conexiones necesarias procederemos a energizer nuestro Sistema de potencia como nuestra mini PC core i5 de 4 cuarta generacion.

## PROGRAMACION DEL PLC SIEMES S7-1200

7. En el escritorio de nuestra Mini Pc se encuentra instalado el programa TIA PORTAL V14 ingresamos dando doble clic sobre el icono.

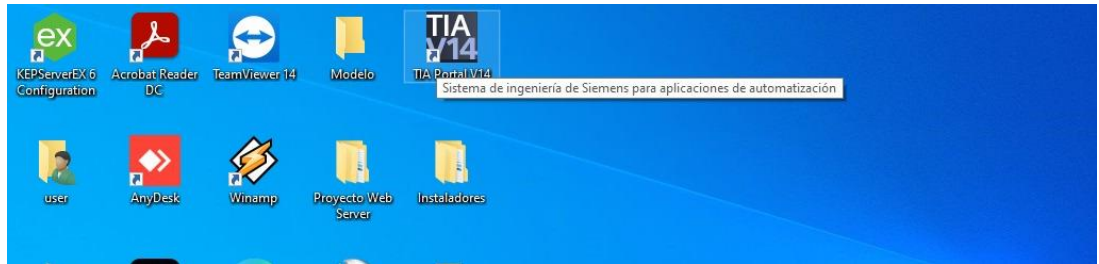


Figura 7 Panel de inicio programa TIA PORTAL V14

8. Seleccionamos nuestro proyecto PID\_BASE\_DATOS

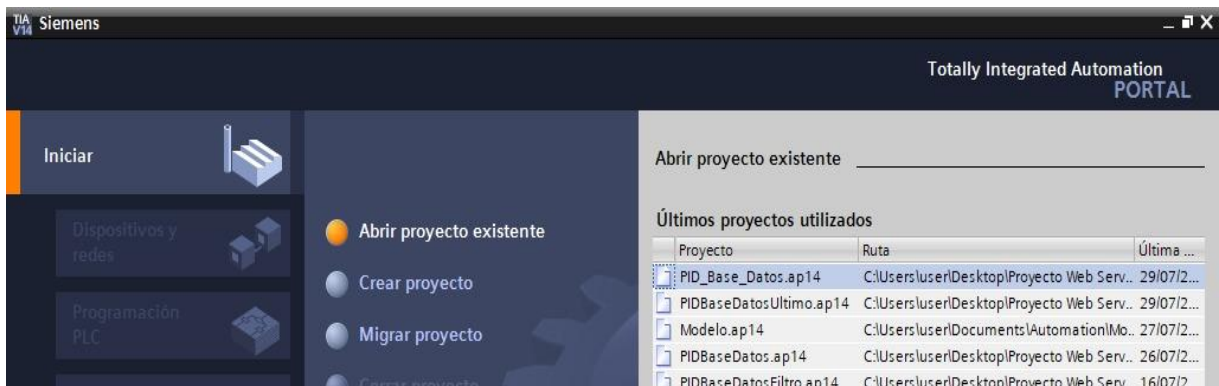


Figura 8 Programa TIA PORTAL V14

9. Abra el proyecto dando clic en abrir y luego para visualuzar damos clic en vista del programa

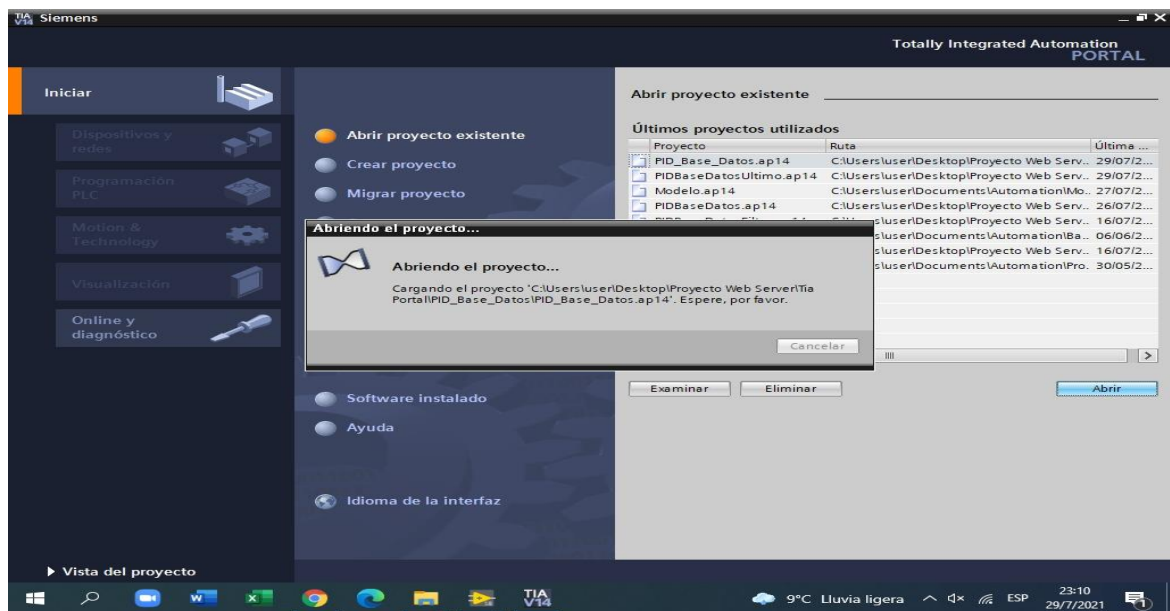


Figura 9 Programa del TIA PORTAL V14, pantalla inicial.

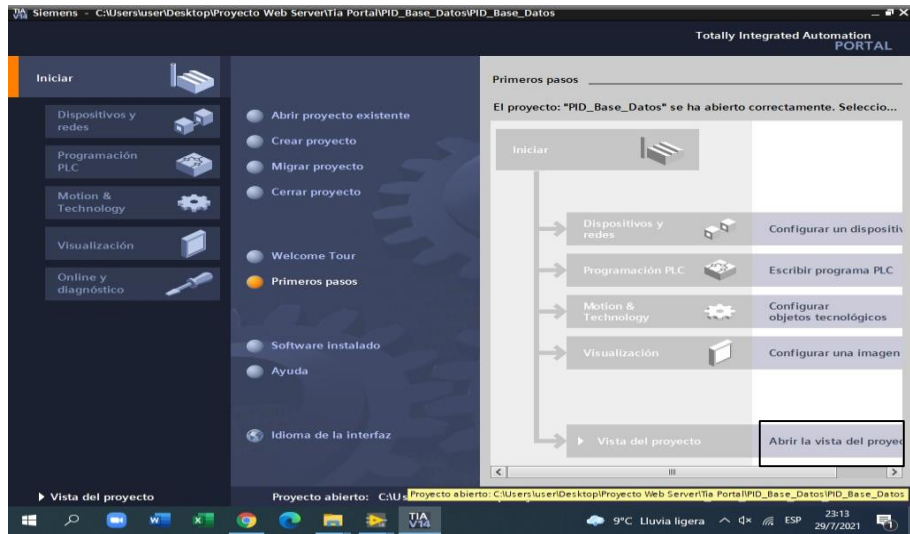


Figura 10 Panel de inicio TIA PRATAL V14

10. Nos dirigimos hacia nuestra pestaña de main OB1

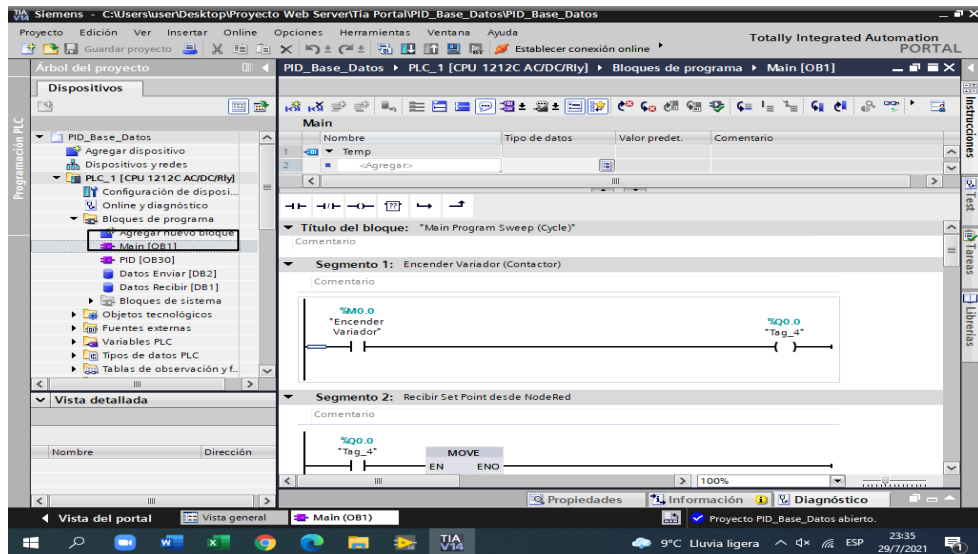


Figura 11 Programación TIA PORTAL pantalla de programación

11. Cargue el programa en el PLC s71200.

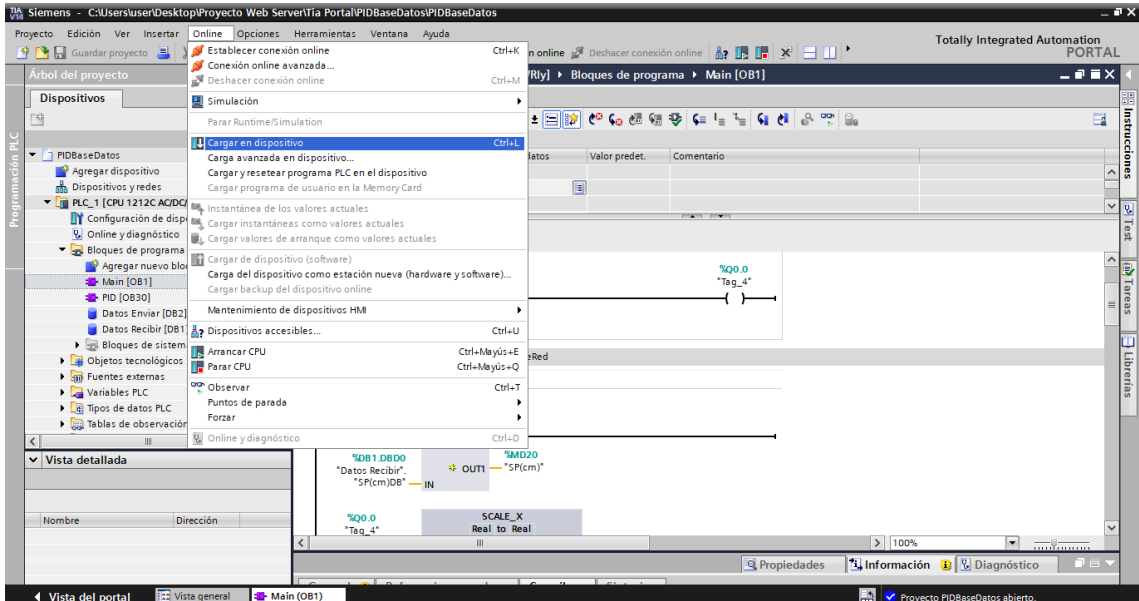


Figura 12 Pantalla de programación TIA PORTAL V14

**Conexión con la NODE-RED**

12. Abrir Símbolo del Sistema del menú Inicio.

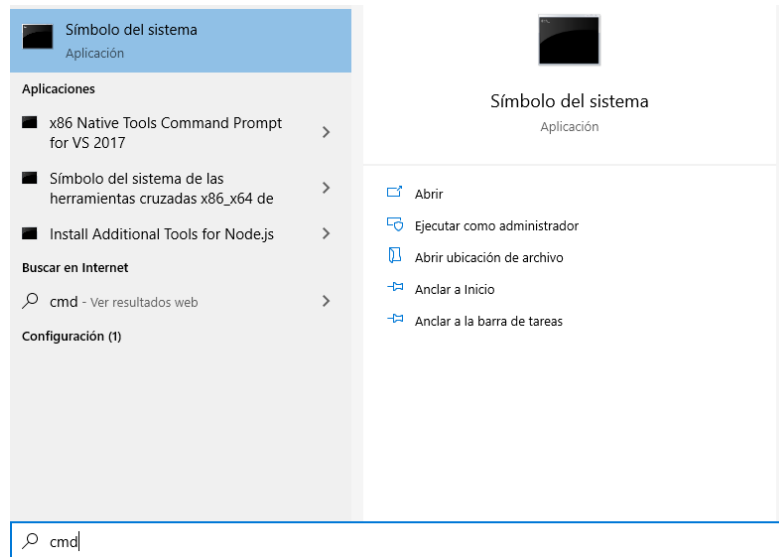


Figura 13 Símbolo del sistema

13. Escriba el comando: node-red y presione enter

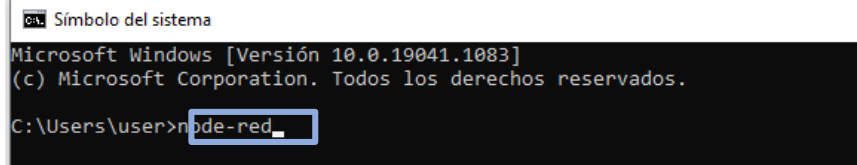


Figura 14 Ventana principal de node-red

14. Verificamos que nuestra NODE-RED este conectada con nuestra estacion de nivel.

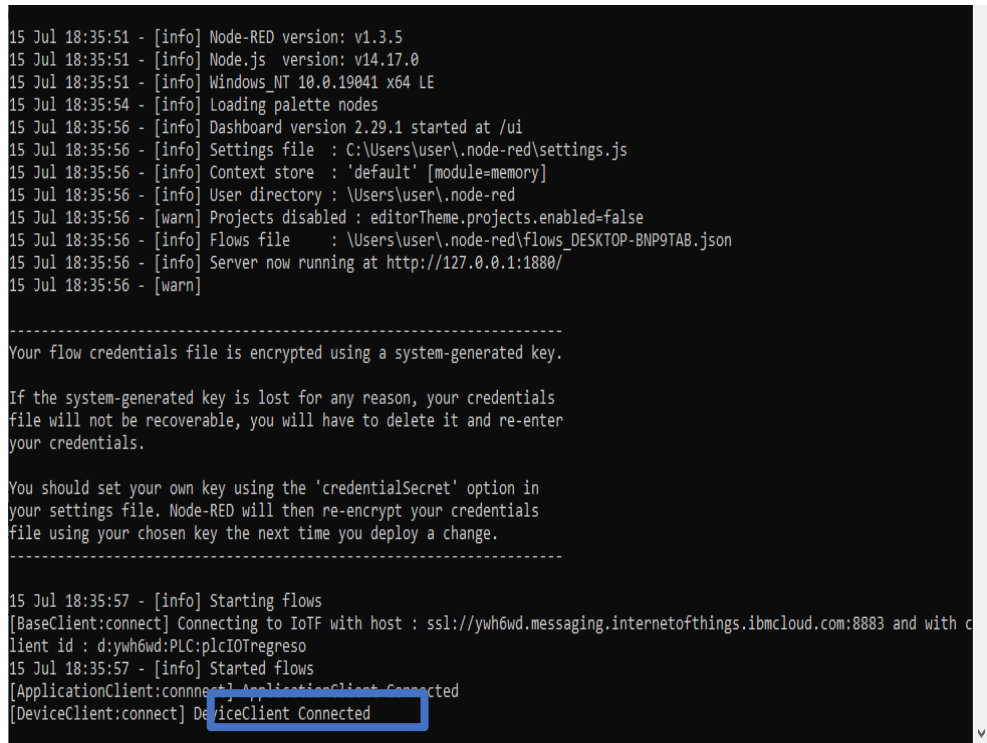


Figura 15 Ejecución de node-red en la Mini PC

15. Cargamos nuestras constantes en nuestro PID para optimizar nuestro Sistema con diferentes metodos de comprobación.

Tabla 2 Constantes de métodos estudiados

	<b>Kp</b>	<b>Ti</b>	<b>Td</b>
<b>FORD</b>	25,133	9,6	0.78
<b>HAY</b>	13,586	15,36	1.84
<b>ASTR Y HAGG</b>	21,284	9,6	1.2

16. En el programa TIA PORTAL V14 nos dirigimos a la pestaña de PID

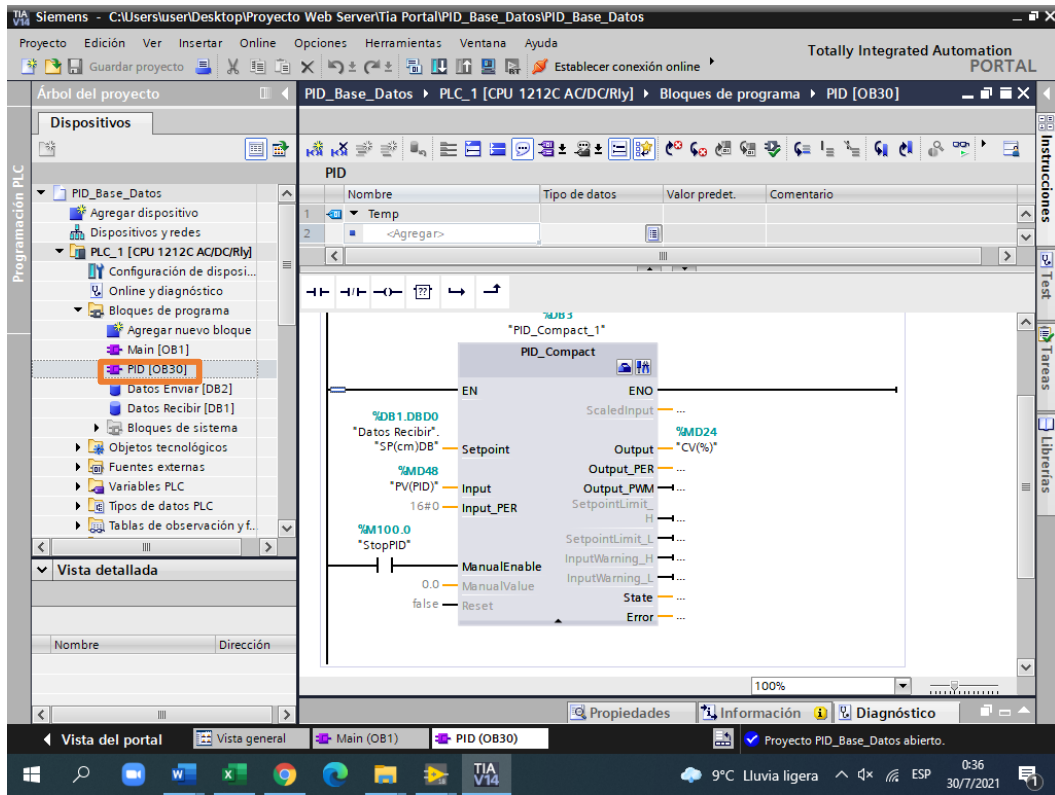


Figura 16 Ventana de programación PID

17. Nos dirigimos en la configuración del PID y verificamos nuestras constantes

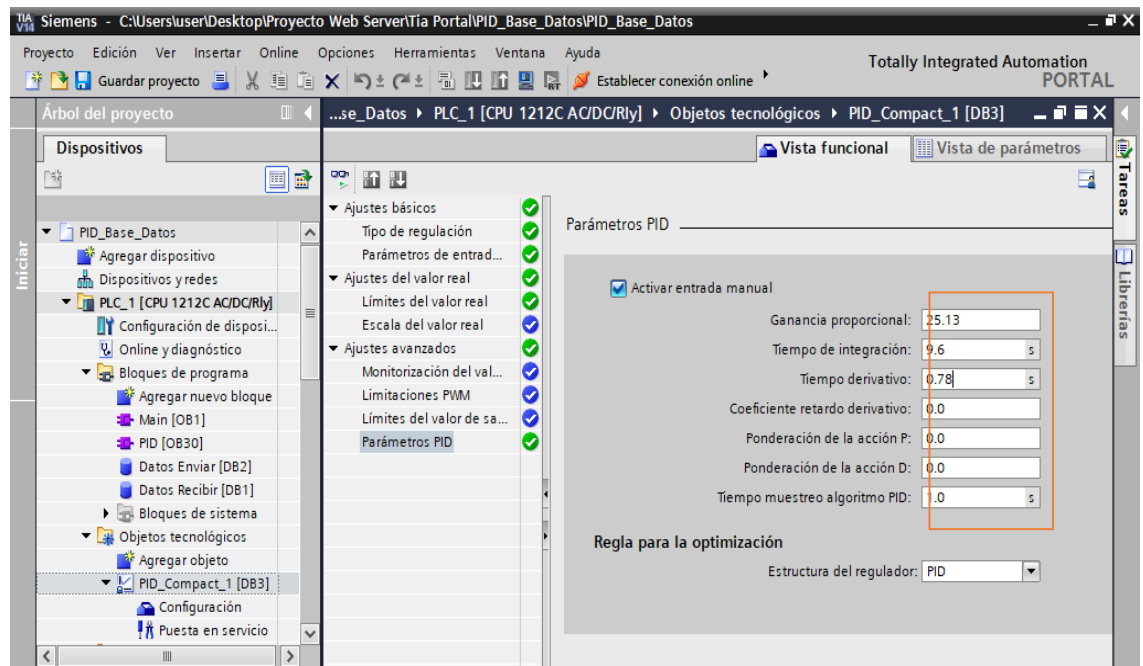


Figura 16 Constantes del PID

18. Luego nos dirigimos a puesta en servicio desde la pestaña de PID\_compact luego presionamos Star para comenzar la simulación.

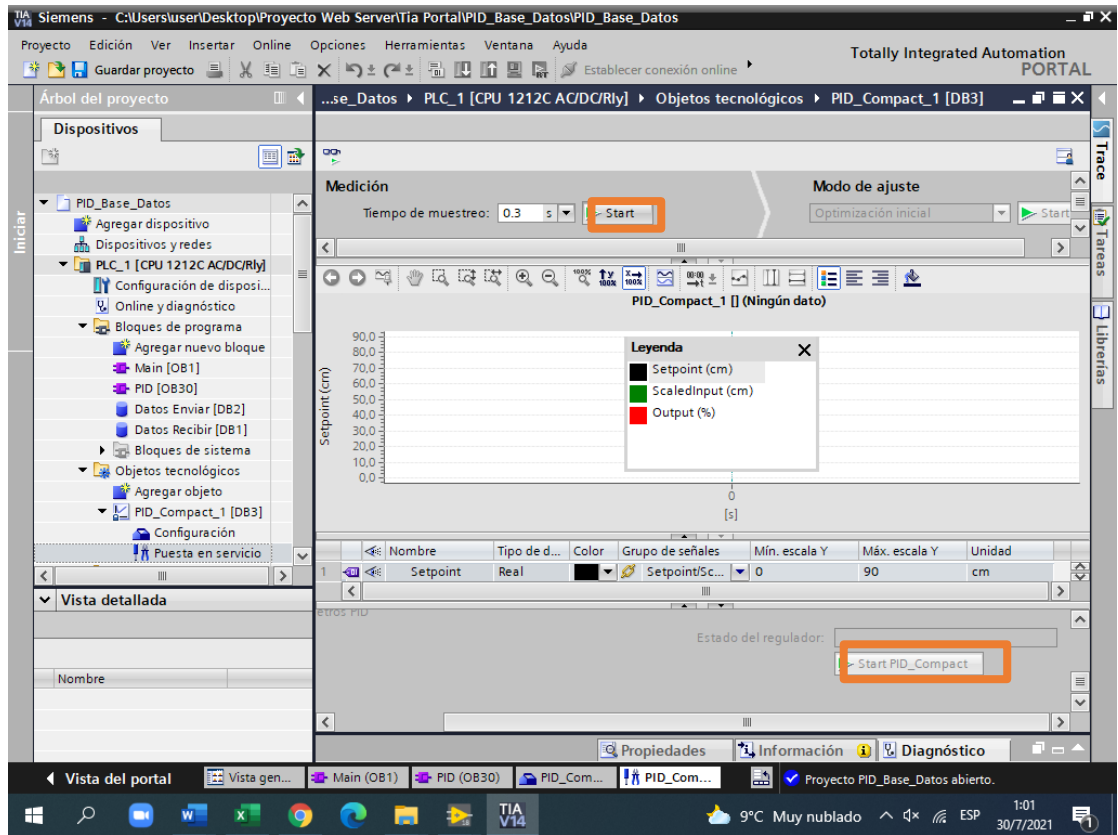


Figura 17 Ventana de inicio PID

### CONTROL CON UNITY 3D

19. Abra el archivo Ejecutable de la caperta que se encuentra en el escritorio del panel de inicio de la Mini PC.

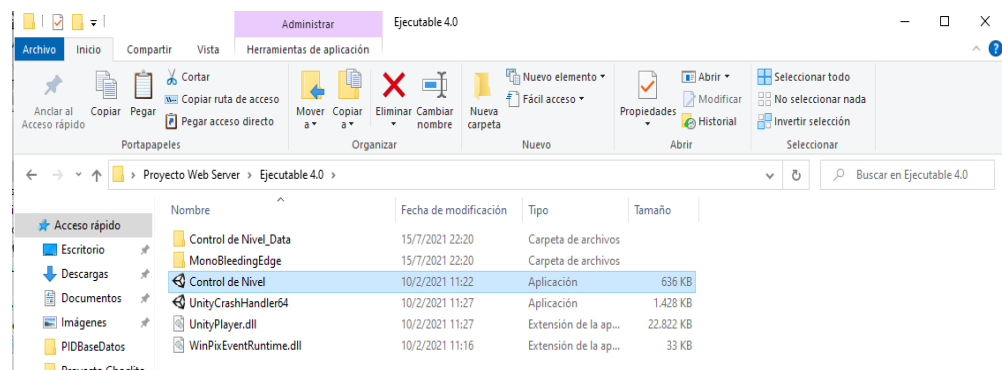


Figura 18 Archivo ejecutable de Unity 3D

20. Para obtener información sobre el programa de clic en “Información”, pero para ingresar al programa de clic en “Ingresar”.



Figura 19 Menú del Ejecutable de Unity 3D

21. Para ingresar como Modo Administrador (Control y Monitoreo de Estación de Nivel) debe ingresar en Usuario: **administrador** y en Contraseña: **12345**. Pero para ingresar en modo Operador (Solo Monitoreo de la Estación) debe ingresar en Usuario: **operador** y en Contraseña: **1234**.

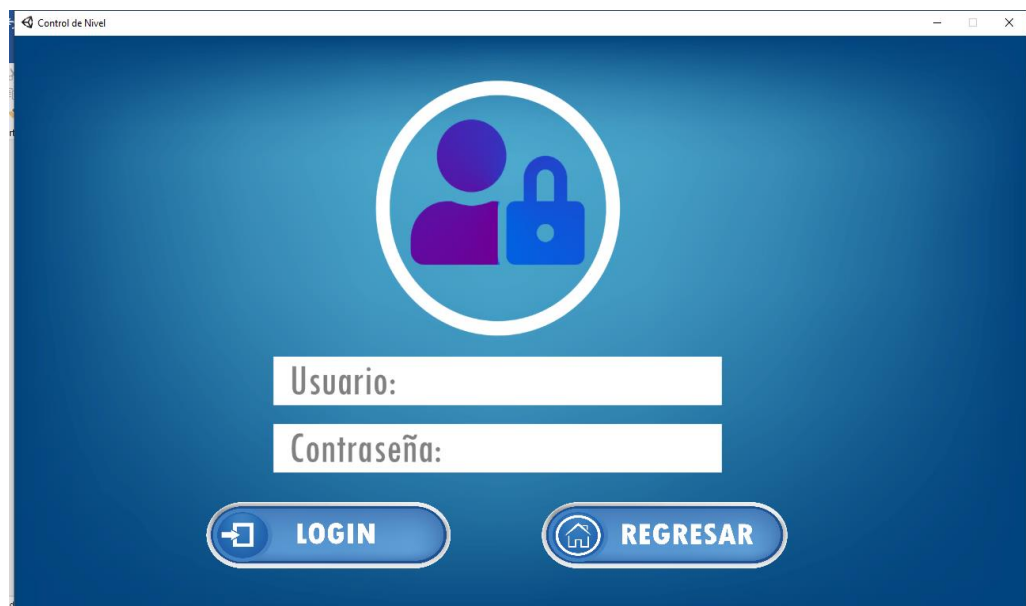


Figura 20 Pantalla de Login de Unity 3D

22. En modo **administrador** usted puede cambiar el Set Point y presionar el botón Enviar Set Point para controlar la estación.

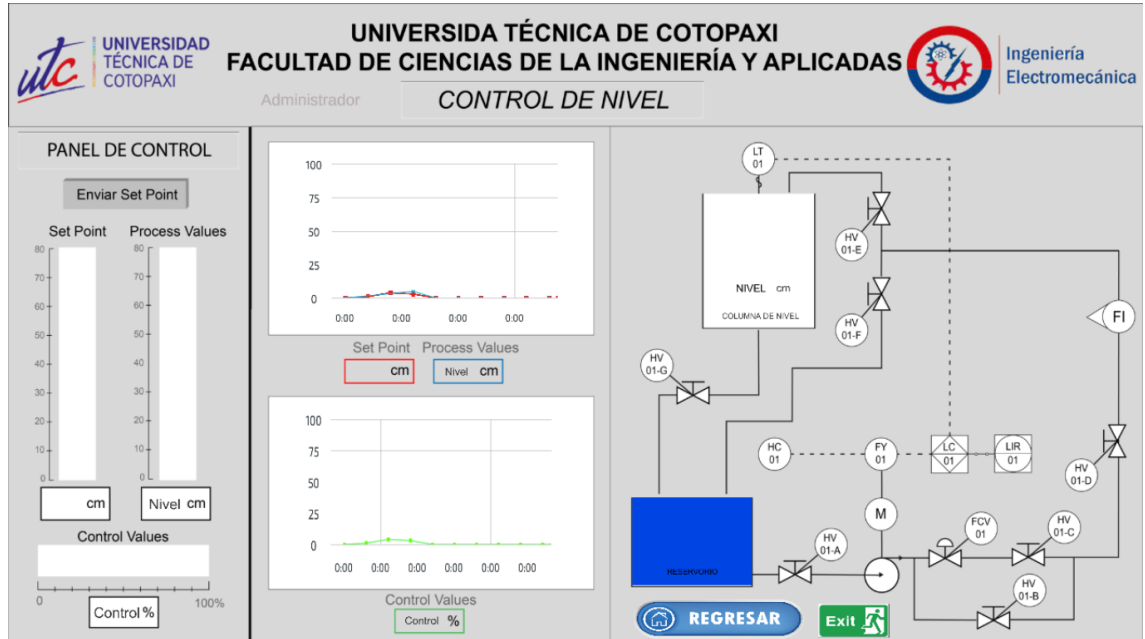


Figura 21 Pantalla modo Administrador

23. En modo **operador** usted solo puede monitorear las variables: Set Point, Control Values y Process Values, como se muestra en la figura 21

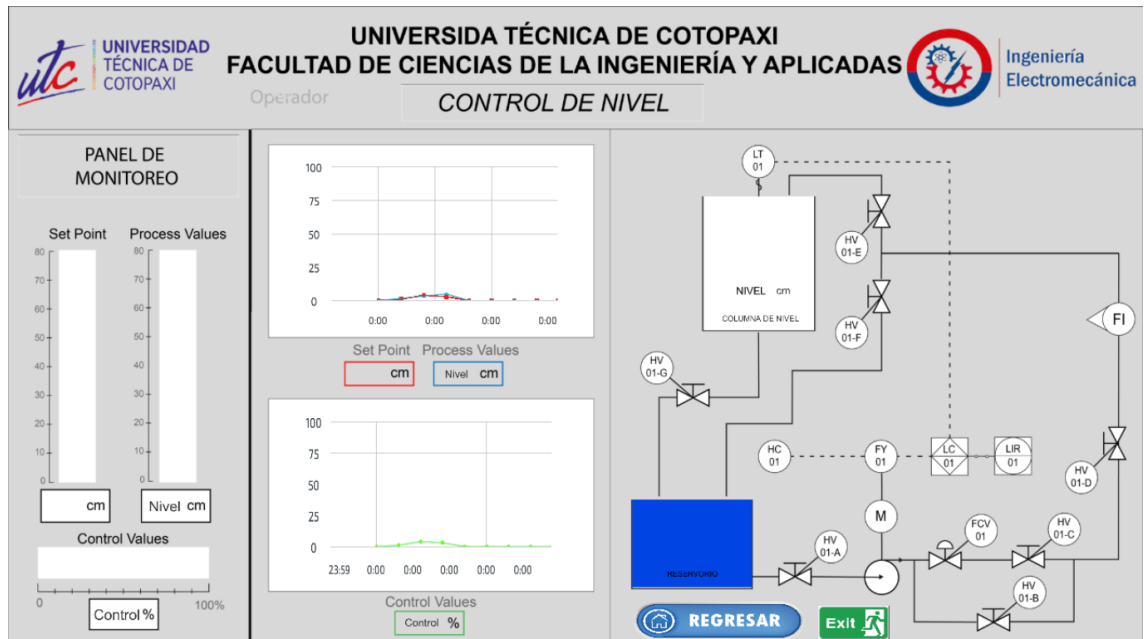


Figura 21 Pantalla modo operador

## 5. ANALISIS RESULTADOS:

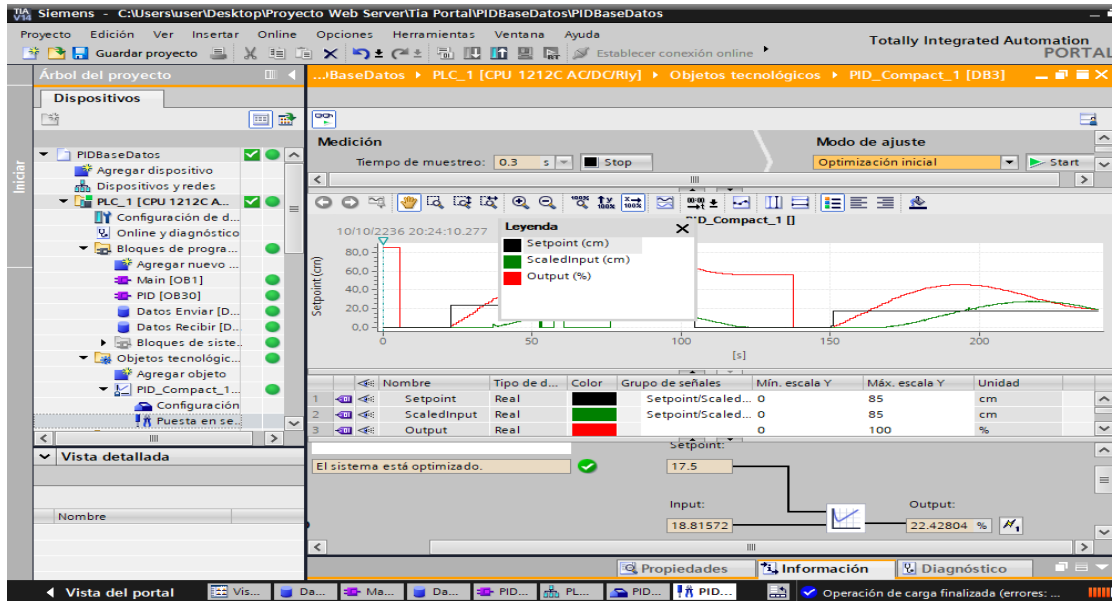


Figura 22 TIA PORTAL en mod Conexión Establecida

## 6. CONCLUSIONES:

Se ha concluido que:

- El Web Server creado permite un monitoreo y control casi instantáneo de la estación de nivel a través de una conexión de red, por lo que puede realizarse remotamente.
- La velocidad de control de la estación de nivel desde un Web Server se limita a la velocidad de internet con la que se esté trabajando, por lo que, velocidades altas y una conexión estable, mejora notablemente la rapidez de control del Web Server.

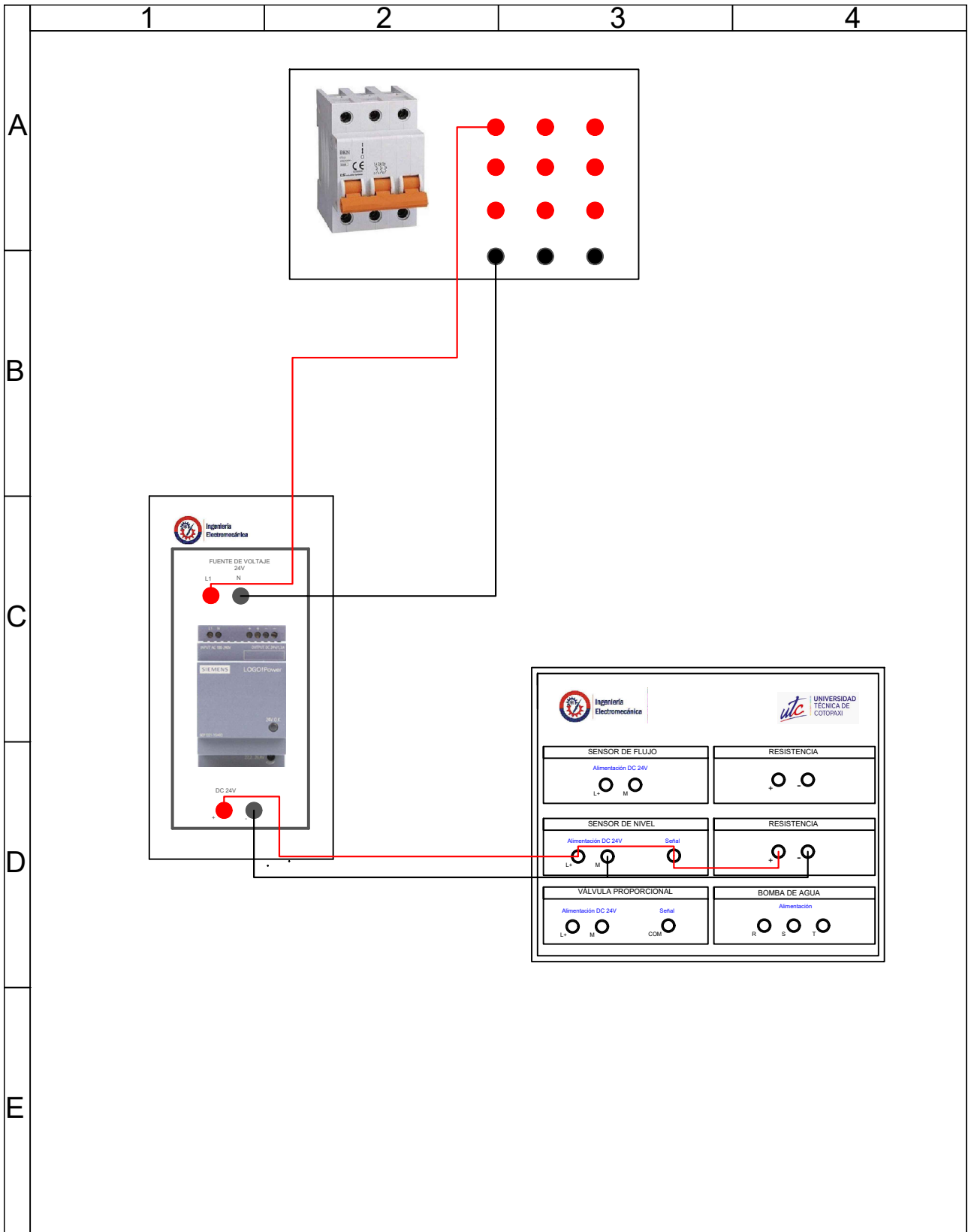
## 7. RECOMENDACIONES:

Se recomienda que:

- ❖ Se utilice cables de conexión Ethernet de buenas características para que no se pierda la comunicación en el momento de realizar el control del proceso de nivel.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE LA WEB:

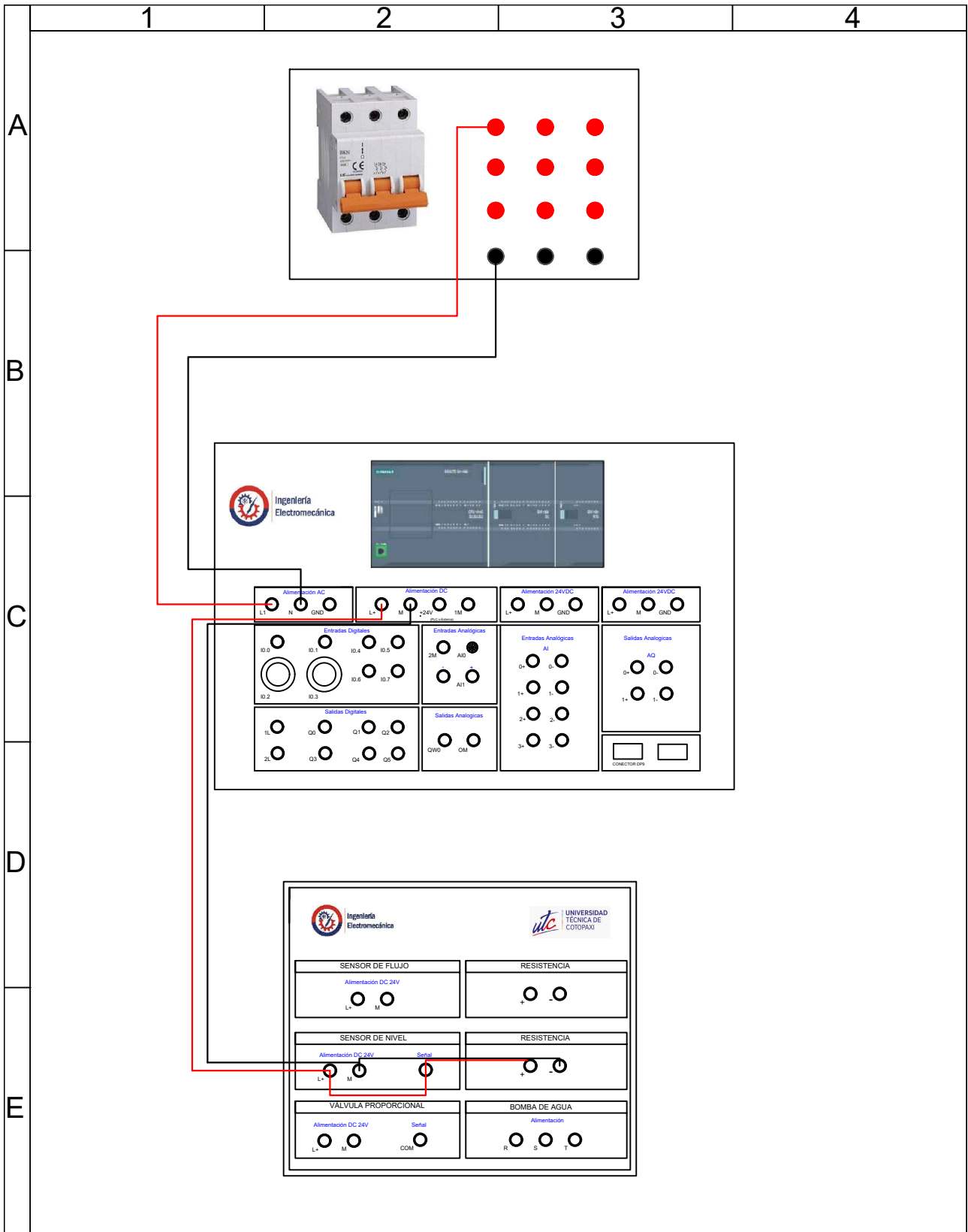
- Disponible en: <https://www.fing.edu.uy/iq/cursos/dcp/teorico/1Introduccion.pdf>
- Siemens, Modulo SM 1234, disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10045710>
- [http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/documentos/pub\\_inv/articulos/valfaro02B.pdf](http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/documentos/pub_inv/articulos/valfaro02B.pdf)
- <http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0714t.pdf>
- <https://es.slideshare.net/quasar.0360.7912/sintonizacion-de-controladores-pid>
- [http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/ajuste\\_empirico.pdf](http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/ajuste_empirico.pdf)



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



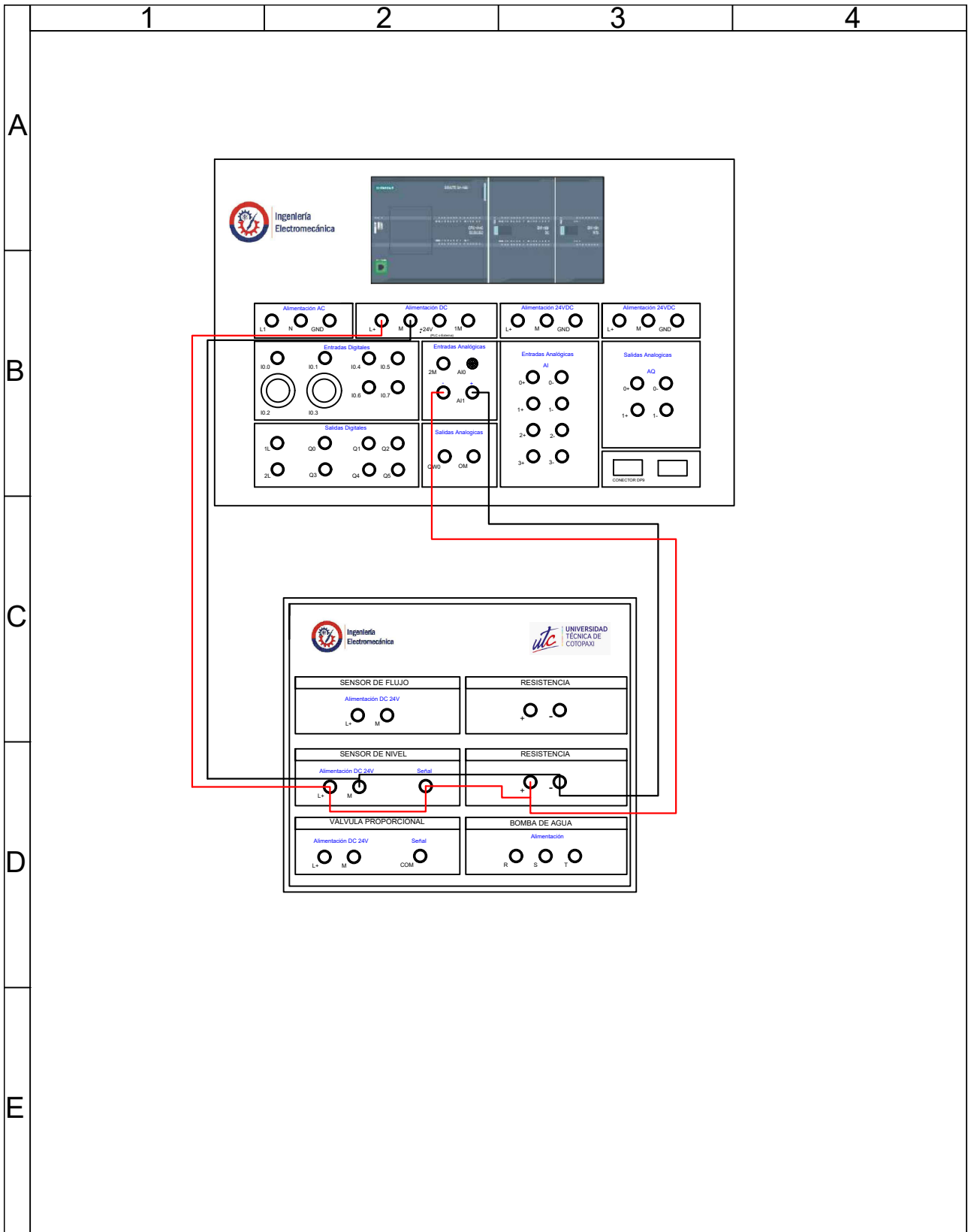
Dibujo: BASANTES, CALAPIÑA	<b>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</b>	Escala: ESCALA
Revisado: ING. PAUL CORRALES		Hoja 1 De 6
Aprobado: ING. PAUL CORRALES	Contiene: DIAGRAMA DE CONEXIÓN SENSOR DE NIVEL CON FUENTE EXTERNA	Asignatura: CONTROL
Fecha: 16/7/2021		S.U.: UNIDADES



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



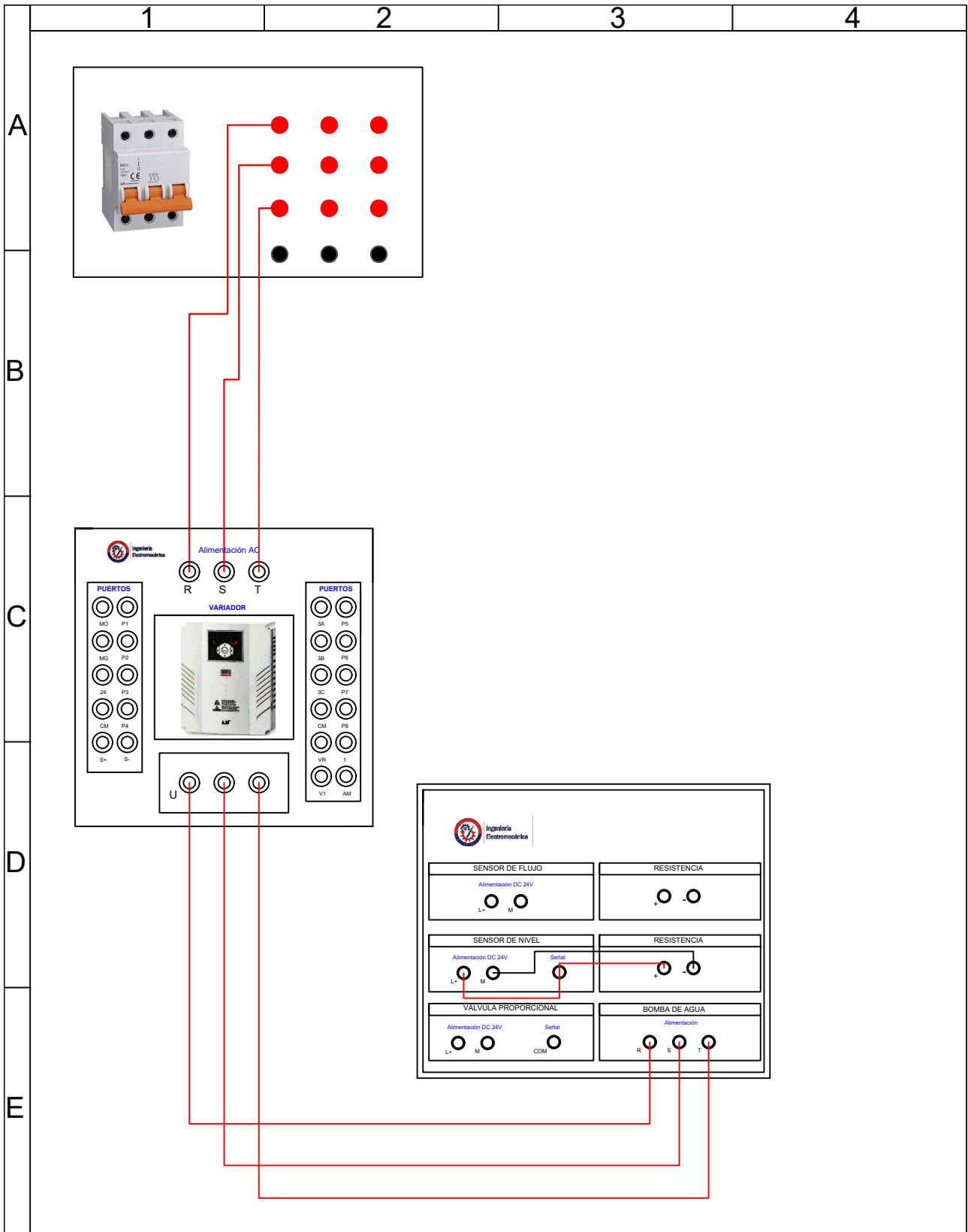
Dibujo: BASANTES, CALAPIÑA	<b>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</b>	Escala: ESCALA
Revisado: ING. PAUL CORRALES		Hoja 2 De 6
Aprobado: ING. PAUL CORRALES	Contiene: DIAGRAMA DE CONEXIÓN SENSOR DE NIVEL CON FUENTE PROPIA DEL PLC S7-1200	Asignatura: CONTROL
Fecha: 16/7/2021		S.U.: UNIDADES



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



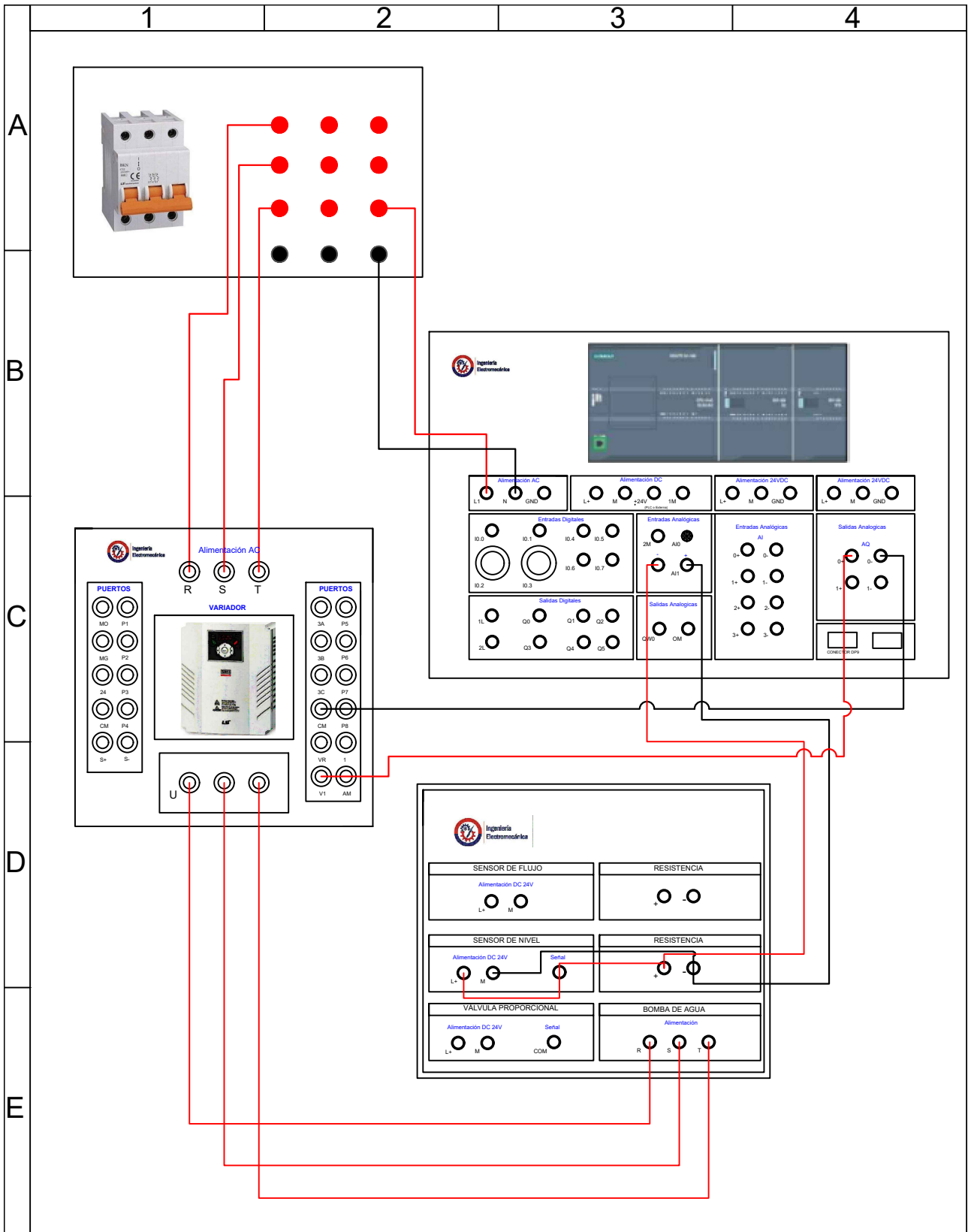
Dibujo: BASANTES, CALAPIÑA	<b>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</b>	Escala: ESCALA
Revisado: ING. PAUL CORRALES		Hoja 3 De 6
Aprobado: ING. PAUL CORRALES	Contiene: DIAGRAMA DE CONEXIÓN SENSOR DE NIVEL CON PLC S7-1200	Asignatura: CONTROL
Fecha: 16/7/2021		S.U.: UNIDADES



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



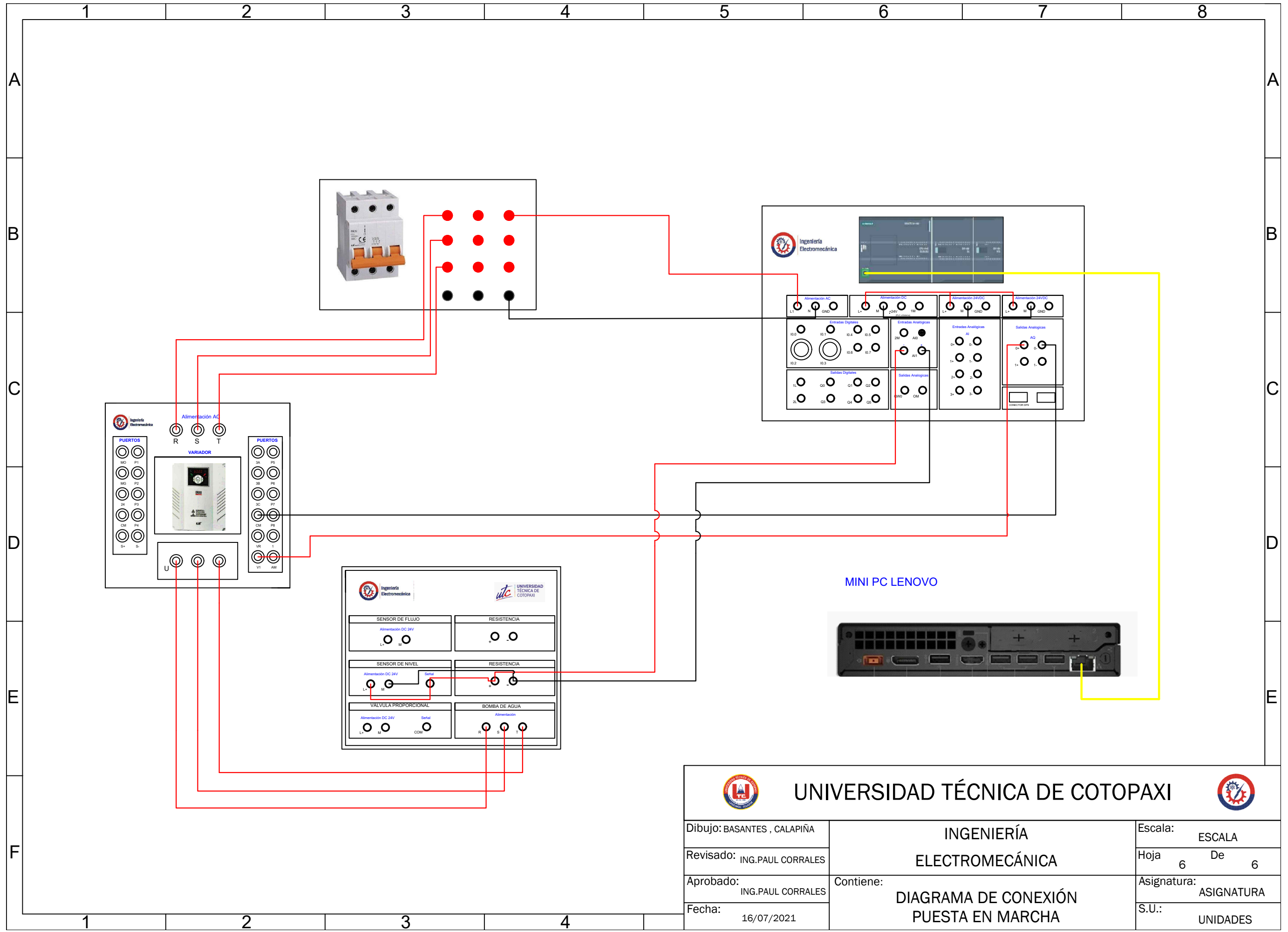
Dibujado: BASANTES, CALAPIÑA	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	Escala: ESCALA
Revisado: ING. PAUL CORRALES		Hoja 4 De 6
Aprobado: ING. PAUL CORRALES	Contiene: <b>DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA iG5A CON EL SENSOR DE NIVEL</b>	Asignatura: ASIGNATURA
Fecha: FECHA		S.U.: UNIDADES



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dibujo: BASANTES, CALAPIÑA	<b>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</b>	Escala: ESCALA
Revisado: ING. PAUL CORRALES		Hoja 5 De 6
Aprobado: ING. PAUL CORRALES	Contiene: <b>DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA CON EL SENSOR DE NIVEL Y PLC S7 1200</b>	Asignatura: ASIGNATURA
Fecha: FECHA		S.U.: UNIDADES



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 		
Dibujo: BASANTES, CALAPIÑA	<b>INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA</b>	Escala: ESCALA
Revisado: ING. PAUL CORRALES	<b>DIAGRAMA DE CONEXIÓN PUESTA EN MARCHA</b>	Hoja 6 De 6
Aprobado: ING. PAUL CORRALES		Asignatura: ASIGNATURA
Fecha: 16/07/2021		S.U.: UNIDADES

# MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA MINI PC



Índice .....	I
1 INTRODUCCION.....	1
1.1 Manual de mantenimiento .....	1
2 Instrucciones de Seguridad.....	1
3 Características de la Mini Pc. ....	2
4 Mantenimiento Interno de la Mini Pc.....	2
4.1 Vaciar la Papelera .....	2
4.2 Eliminar temporales y caches .....	2
4.3 Revisar los Programas de inicio.....	3
4.4 Limpieza de la Mini Pc .....	3
4.5 Modo de Apagado.....	3
4.6 Modo de Conexión.....	3

# 1 INTRODUCCION

## 1.1 Manual de mantenimiento



En nuestra sociedad los computadores son una herramienta que se encuentran presente en casi toda la actividad humana, simplificando la gestión de información, y facilitando el proceso de comunicación con la maquinaria industrial. A todo esto, se le suma las progresivas posibilidades de producción, socialización y dirección a grandes cantidades de información gracias a la presencia del Internet, el cual permite el acceso a la información, entrenamiento etc. Estos componentes, hacen que los computadores se han una herramienta central para el progreso de la humanidad y el desarrollo industrial. El presente manual de mantenimiento busca dar a conocer y a su vez explicar las diferentes etapas del respectivo mantenimiento de la Mini Pc, para garantizar el funcionamiento correcto dando como resultado el correcto monitoreo y control de la estación de nivel y mantener la vida útil de la Mini Pc. El manual de mantenimiento debe ser seguido tal como lo esta estipulado, para garantizar el buen desempeño de la Mini Pc y por ende brindar la seguridad de la persona responsable del uso. Es recomendable seguir correctamente los procedimientos ya que los mismos son importantes para el funcionamiento del equipo.

## 2 Instrucciones de Seguridad

Al momento de realizar el mantenimiento se debe tomar en cuenta los cuidados con los equipos que van a estar directamente vinculados con el interfaz de comunicación por ello se sugiere seguir con cuidado los pasos que se redactan a continuación y de la forma que se explica evitar los daños en los equipos o la integridad del usuario.

Antes de cualquier manipulación del equipo para el mantenimiento se desenergizar así se evitará que se quemara algo internamente.

### 3 Características de la Mini Pc.

DESCRIPCION	
Procesador	Intel Core i5 de 4ta generación
Memoria Instalada (RAM)	8,00 GB
Tipo de Sistema	Sistema operativo de 64 bits
Puerto	LAN
Entrada	VGA y DisplayPort Bluetooth Entrada para micrófono Entrada para audífono
Puertos	5 puertos USB
Disco Solido	240 gb

### 4 Mantenimiento Interno de la Mini Pc

Para el mantenimiento de la Mini Pc es recomendable empezar con las tareas mensuales

#### 4.1 Vaciar la Papelera

En primer lugar, se recomienda vaciar la papelera una vez al mes para evitar documentos perjudiciales que dañen el sistema operativo.

- Buscar el icono de la papelera
- Haga clic con el izquierdo seleccionando la papelera de reciclajes

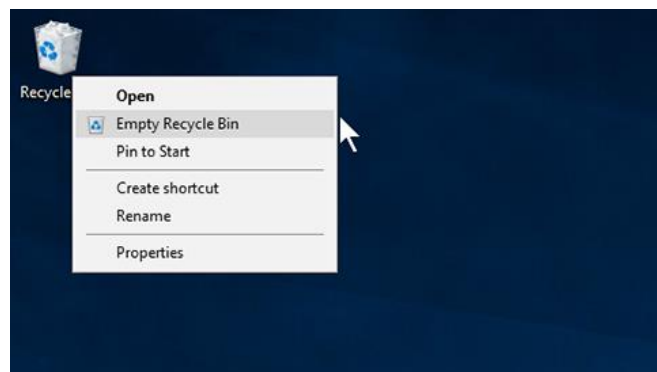


Figura 1 Papelera de la Mini Pc

#### 4.2 Eliminar temporales y caches

Se recomienda que con la herramienta de Windows se proceda a brindar el mantenimiento del disco también se puede realizarlo con el programa CCleaner, es recomendable una vez al mes para deshacernos de restos de programas que puedan perjudicar al propio sistema.

Para esto procederemos a dirigirnos a “Inicio” o presionar la tecla “Windows” en el teclado físico.

- Luego de esto procedemos a escribir “Limpieza de disco”.
- A continuación, presiona en “Liberador de espacio en disco”.
- Se tiene que marcar la opción “Archivos de programas descargados” y “Archivos temporales de internet”. También elije “Miniaturas”.

Esta es una forma bastante sencilla de limpiar todos los archivos temporales y basura que tengas en tu disco duro.

### **4.3 Revisar los Programas de inicio**

Se recomienda la revisión de los programas que estén instalados en la Mini Pc para su respectiva ejecución.

Evitar conectar memorias USB contaminadas ya que estas pueden causar daños internos en la Mini Pc

### **4.4 Limpieza de la Mini Pc**

Se recomienda realizarle una limpieza a la Mini Pc con cierta frecuencia teniendo mucho cuidado de forzarla al momento de destaparla su desmontaje es muy sencillo lo cual permite un fácil acceso a su interior, es recomendable usar aire comprimido para su limpieza evitar limpiarla con brochas o con las manos ya que esto puede causar un daño interno irremediable.

### **4.5 Modo de Apagado**

Evitar apagar nuestra Mini Pc usando el botón de encendido, ya que puede producir daños en los datos almacenados en el disco por que se quedan operaciones a medias.



*Figura 2 Mini Pc*

### **4.6 Modo de Conexión**

Para la conexión de la Mini Pc tener mucho cuidado al momento de energizar, revisar cada una de sus conexiones cuando esté conectada al PLC.

- Revisar a que voltaje está conectada
- Revisar la alimentación de nuestro PLC

- Revisar la conexión de la parte superior de la Mini Pc, en la entrada del cable ethernet para evitar, que no se comunice con la Mini Pc.

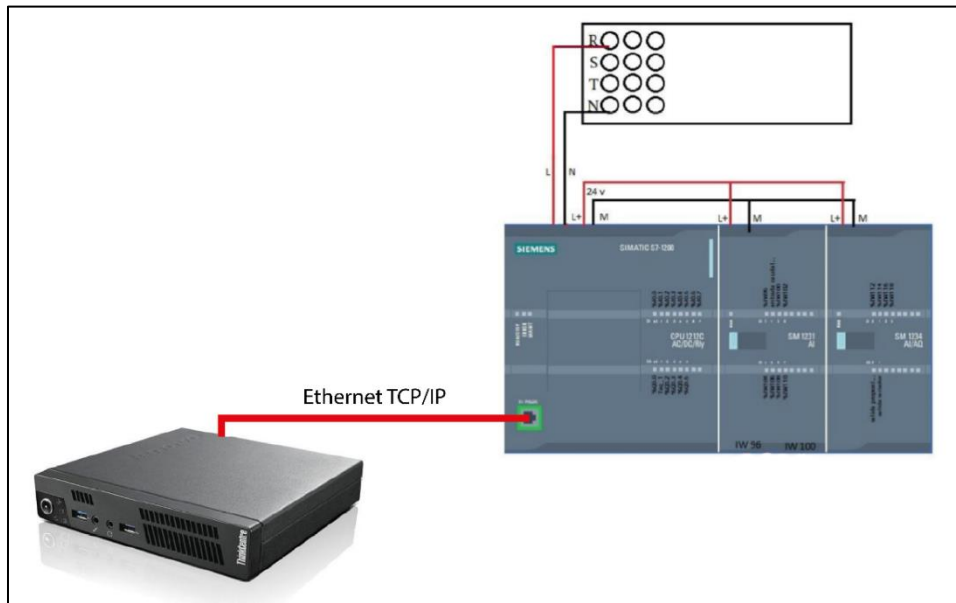
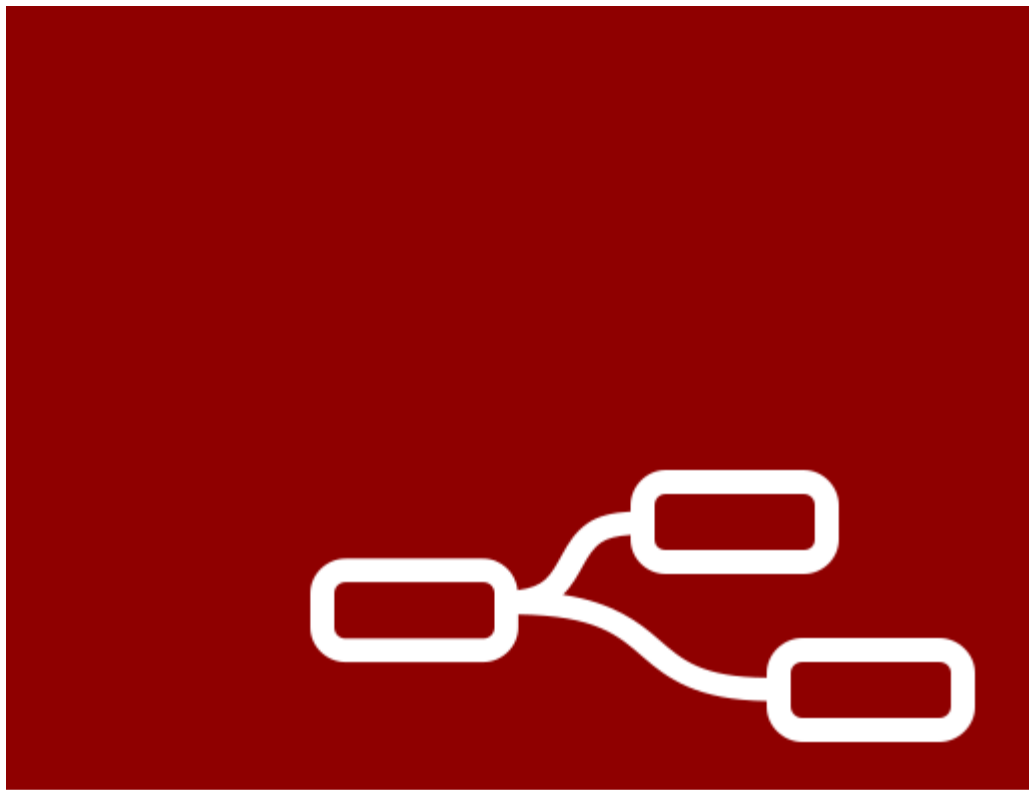


Figura 3: Conexión de la Mini PC y el PLC

MANUAL  
INTALACION  
SERVIDOR NODE-  
RED



**Node-RED**

1	INSTALACION DEL SERVIDOR NODE-RED .....	1
1.1	Selección del instalador .....	1
1.2	Aplicación descargada .....	2
1.3	Instalación del Software Node-Red .....	2
1.4	Permisos de Administrador .....	3
1.5	CDM .....	3
1.6	Dirección IP .....	4
1.7	Panel Node-Red .....	4

# 1 INSTALACION DEL SERVIDOR NODE-RED

En nuestro navegador de preferencia buscamos node-js

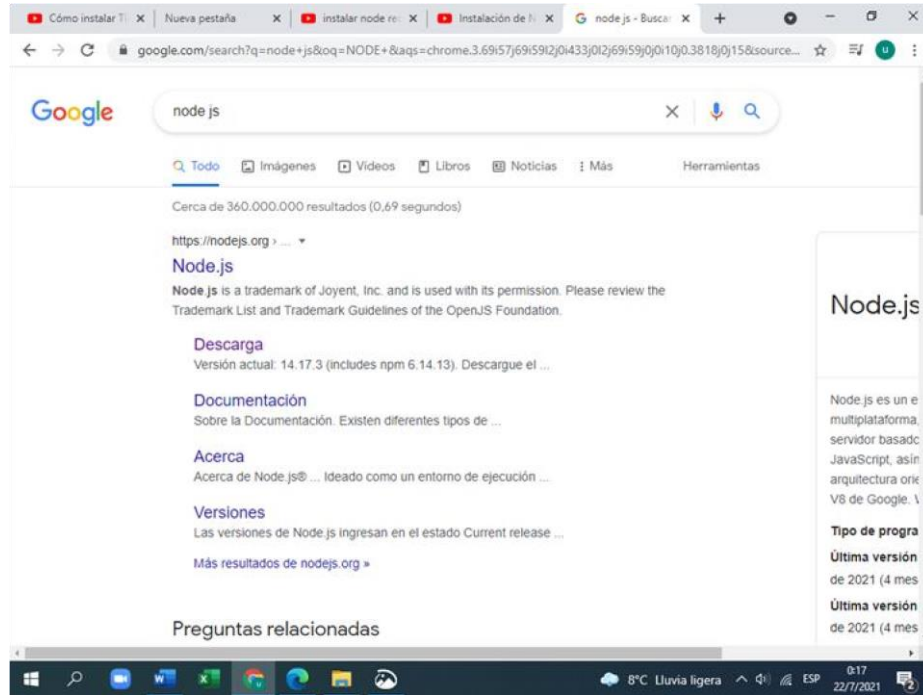


Figura 1 1 Navegador Web

## 1.1 Selección del instalador

Seleccionamos nuestro instalador de la aplicación según la versión necesaria en este caso la versión que se implemento es la de JavaScript V8 Chrome para Windows (x64).

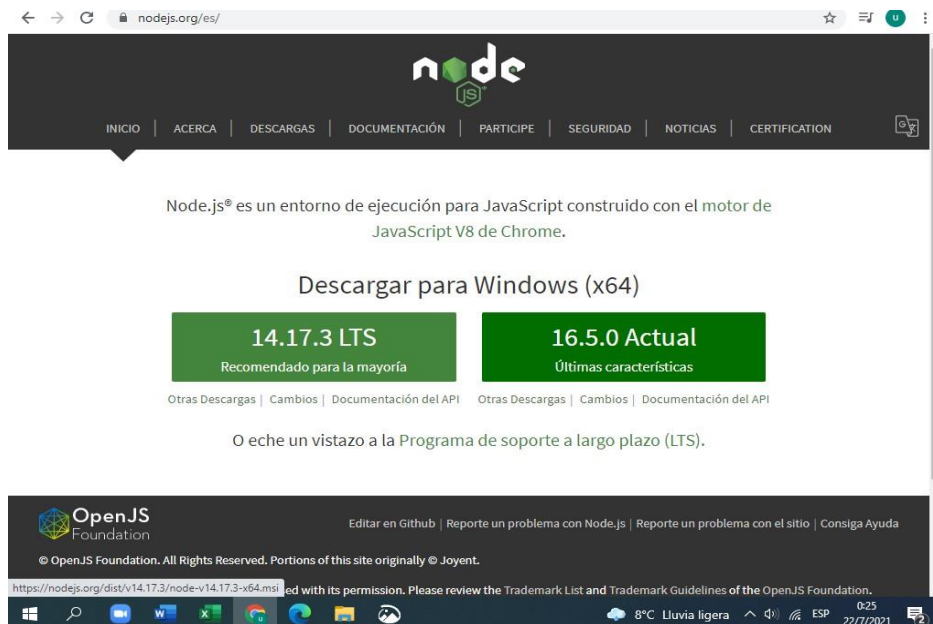


Figura 1 2 Selección de versión de NODE-RED

## 1.2 Aplicación descargada

Una vez descargado nuestra Node.js procedemos a instalarla en nuestra mini Pc

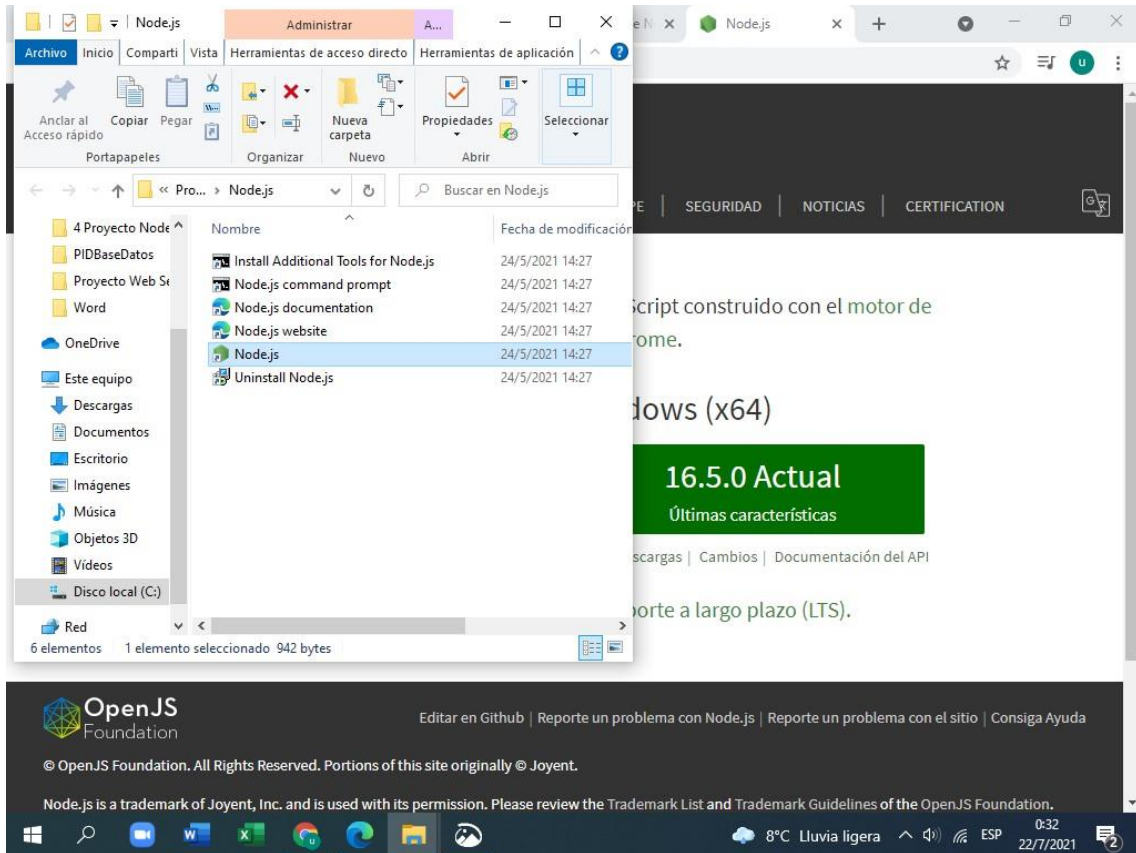


Figura 1 3 Instalador descargado

## 1.3 Instalación del Software Node-Red

Instalamos nuestra aplicación otorgando todos los permisos necesarios



Figura 1 4 Instalacion del programa

## 1.4 Permisos de Administrador

Otorgamos permisos de administrador e instalamos, si no se da la autorización no se podrá mandar a correr el software



Figura 1 5 Instalación NODE-RED

## 1.5 CDM

Digitamos CMD en nuestro buscador de nuestra PC para iniciar la conexión de la Mini Pc y la Node-Red

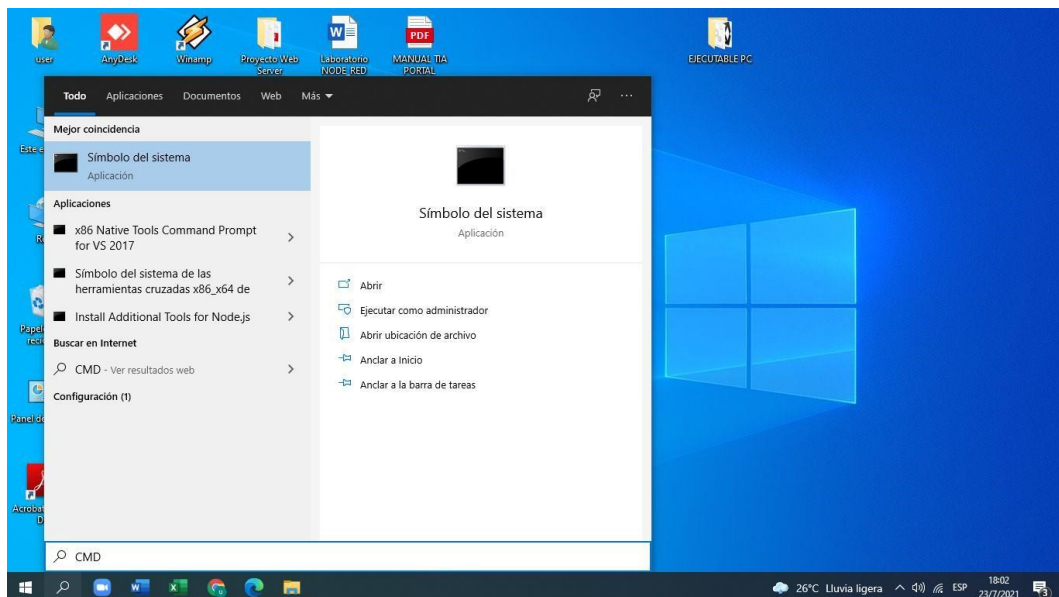
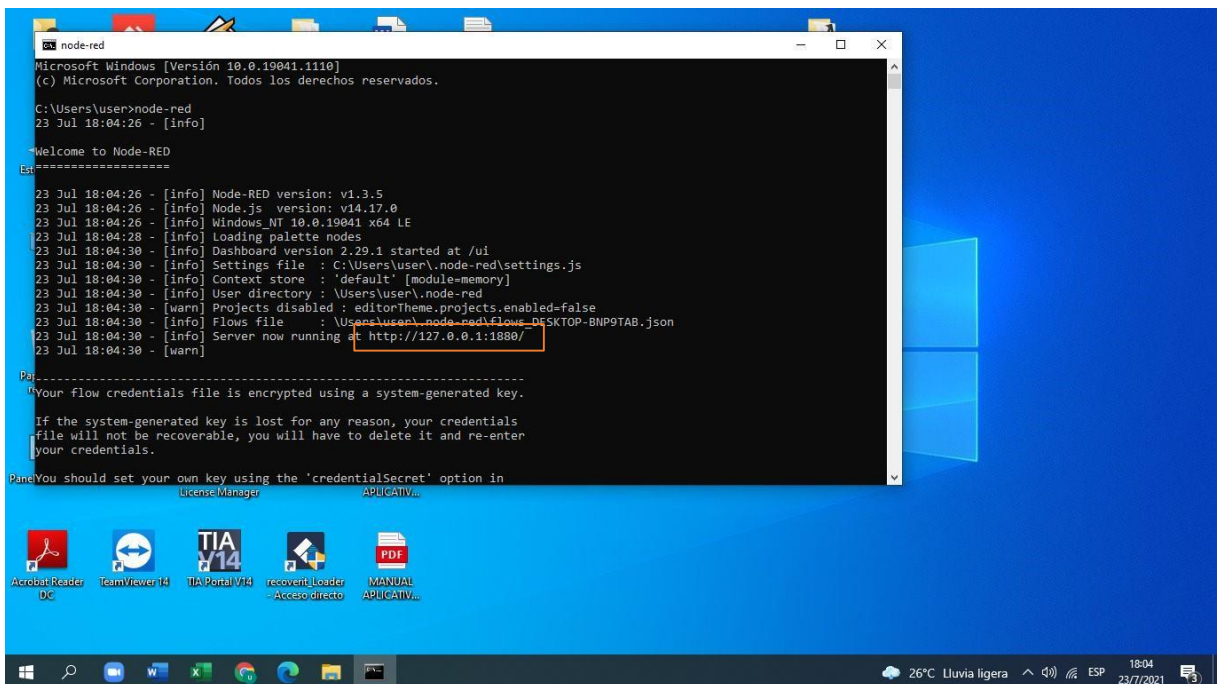


Figura 1 6 Panel CMD

## 1.6 Dirección IP

Una vez mandado a correr el software digitamos node-red se nos desplegara una ventana con una dirección IP



```
node-red
Microsoft Windows [Versión 10.0.19041.1110]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\user>node-red
23 Jul 18:04:26 - [info]

Welcome to Node-RED
=====
23 Jul 18:04:26 - [info] Node-RED version: v1.3.5
23 Jul 18:04:26 - [info] Node.js version: v14.17.0
23 Jul 18:04:26 - [info] Windows_NT 10.0.19041 x64 LE
23 Jul 18:04:28 - [info] Loading palette nodes
23 Jul 18:04:30 - [info] Dashboard version 2.29.1 started at /ui
23 Jul 18:04:30 - [info] Settings file : C:\Users\user\.node-red\settings.js
23 Jul 18:04:30 - [info] Context store : 'default' [module-memory]
23 Jul 18:04:30 - [info] User directory : \Users\User\.node-red
23 Jul 18:04:30 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
23 Jul 18:04:30 - [info] Flows file : \Users\User\.node-red\Flows_DESKTOP-BNP9TAB.json
23 Jul 18:04:30 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
23 Jul 18:04:30 - [warn]

-----
Pa:
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

PanelYou should set your own key using the 'credentialSecret' option in
License Manager
APU/GATIV...
```

Figura 1 7 Dirección IP

## 1.7 Panel Node-Red

Una vez corrido el programa y obtenido la dirección IP obtenemos el Panel de inicio servidor NODE-RED. Se procede con la programación requerida.

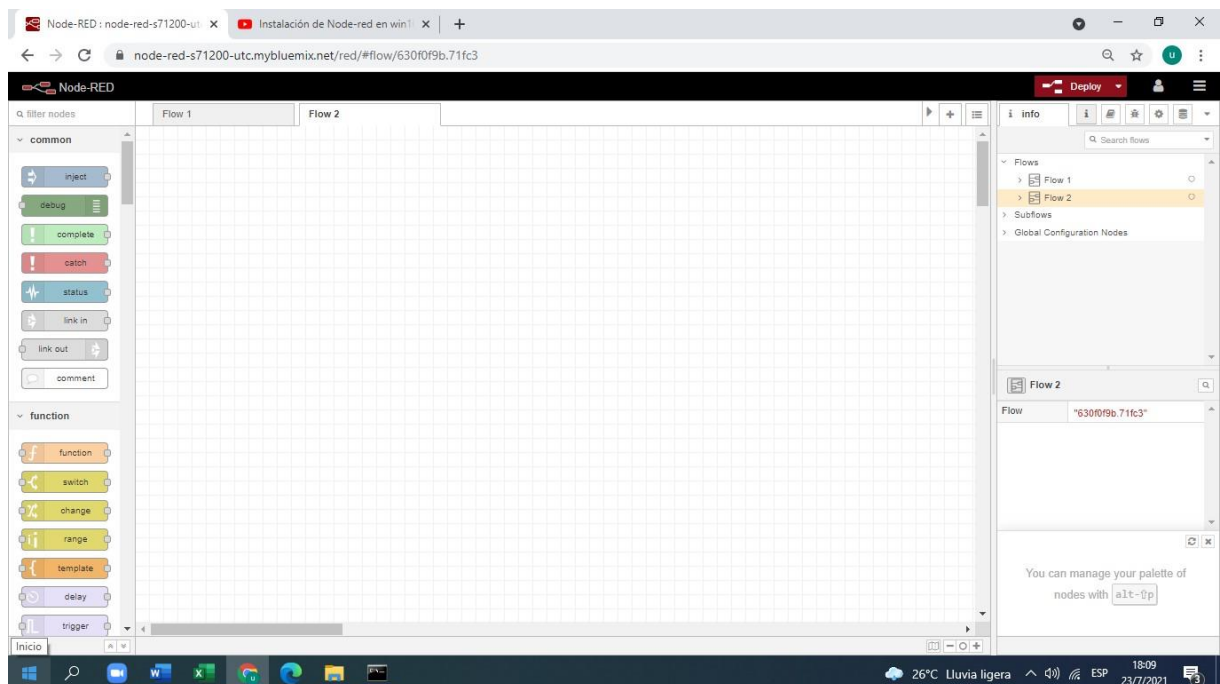


Figura 1 8 Servidor NODE-RED

MANUAL  
INTALACION  
SOTFWARE TIA  
PORTAL V14



1	INSTALACION DEL TIA PORTAL V14 .....	1
1.1	Ejecución .....	1
1.2	Información.....	2
1.3	Menú de Información.....	2
1.4	Selección de Idiomas .....	3
1.5	Carpeta de Instalación.....	3
1.6	Términos de Instalación.....	4
1.7	Condiciones .....	4
1.8	Ubicación del Programa.....	5
1.9	Instalación TIA PORTAL V14.....	5

# 1 INSTALACION DEL TIA PORTAL V14

Nos dirigimos a nuestra carpeta TIA PORTAL la misma que ya esta en nuestra mini PC

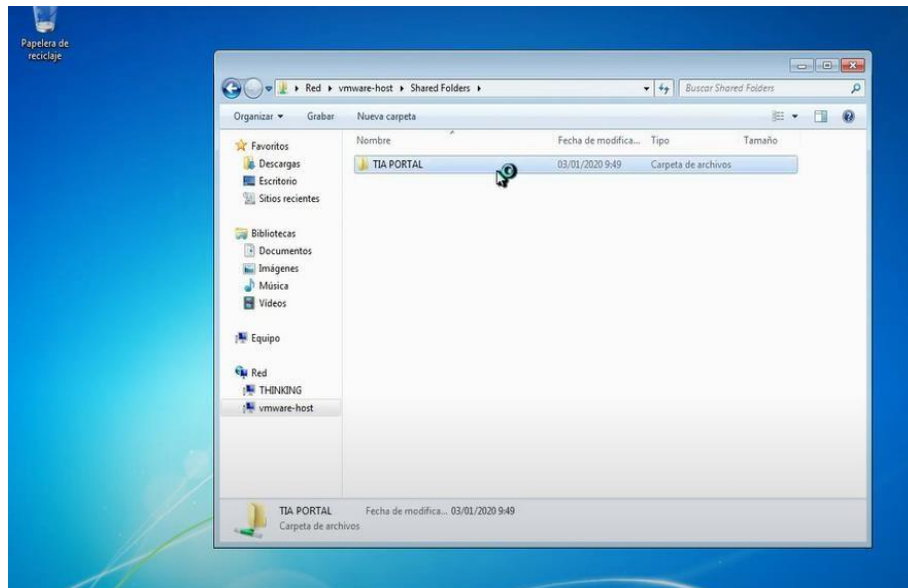


Figura 1 1: Carpeta TIA PORTAL

## 1.1 Ejecución

Una vez ingresada a la carpeta procedemos a dar clic en el archivo ejecutable instalación en este caso Star.

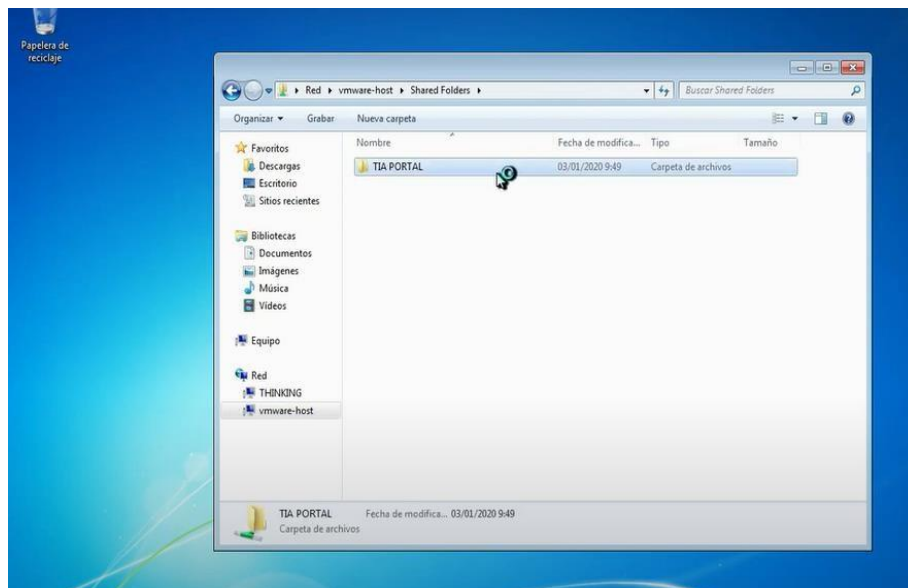


Figura 1 2: Archivo ejecutable TIA PORTAL

## 1.2 Información

Una vez que se manda a ejecutar se desplegara un menú de espera hasta que se cargue la información.

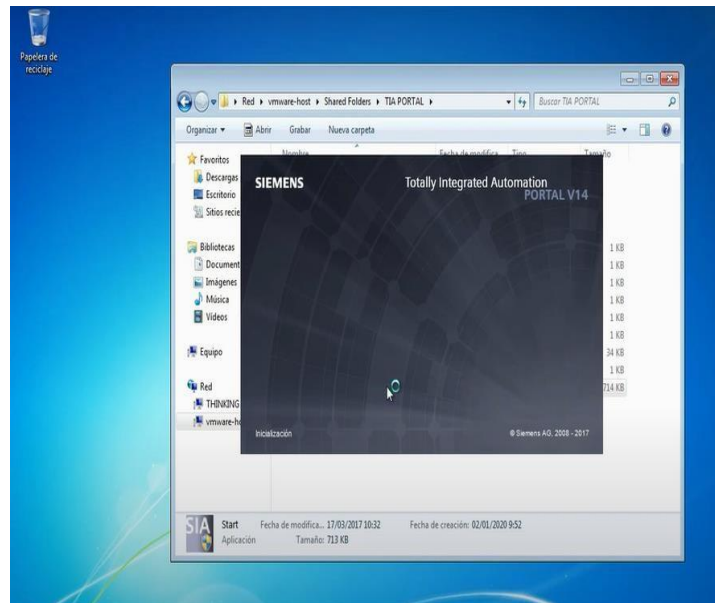


Figura1. 3: Menú de espera instalación TIA PORTAL V14

## 1.3 Menú de Información.

Se desplegará el siguiente menú seleccionamos el idioma y procedemos presionar siguiente.

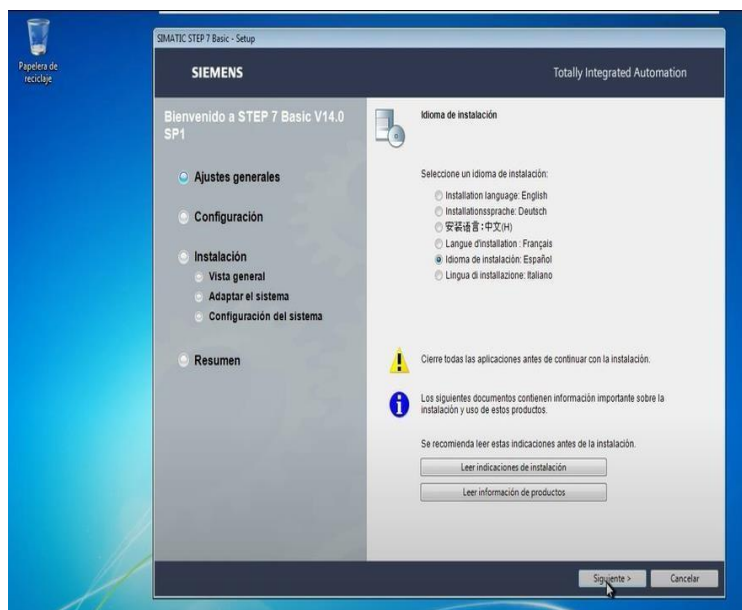
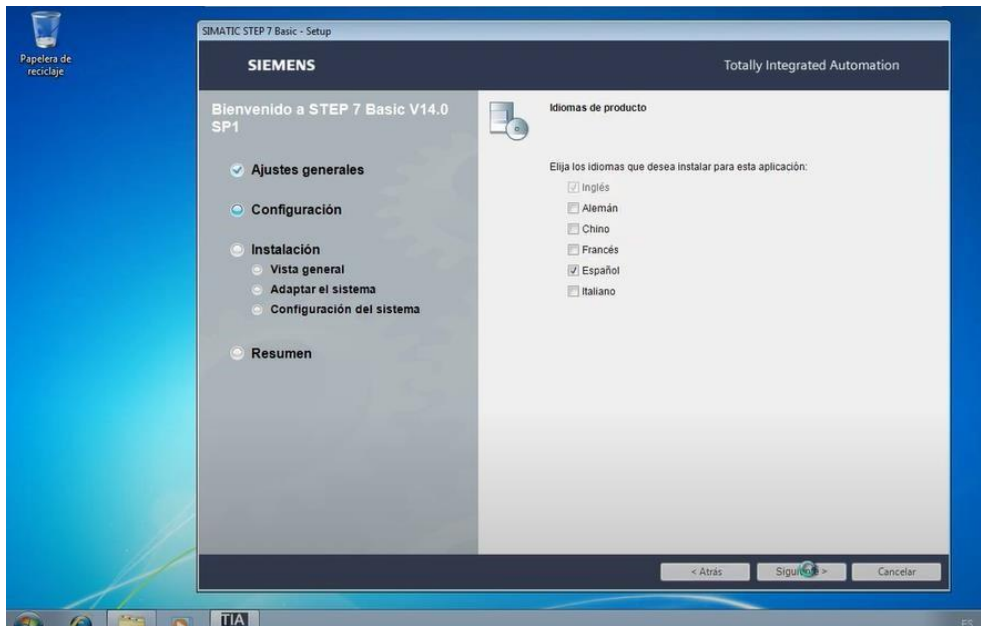


Figura1. 4: Selección de idioma

## 1.4 Selección de Idiomas

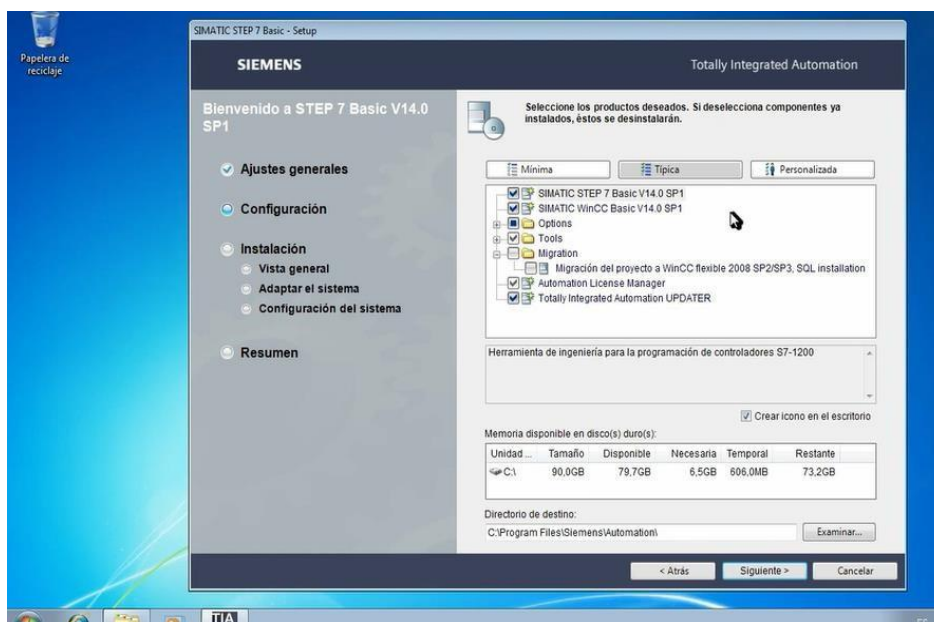
Se desplegará un menú con los diferentes idiomas seleccionamos español y procedemos a presionar siguiente



Figural. 4: Selección de idioma

## 1.5 Carpeta de Instalación

Una vez seleccionado nuestro idioma nos aparece una ventana de selección de la dirección de la carpeta donde se procede a instalar el programa TIA PORTAL.



Figural. 6 :Panel de selección de carpeta donde se instala el Programa

## 1.6 Términos de Instalación

Procedemos a aceptar todos los términos para seguir configurando la instalación del programa TIA PORTAL.

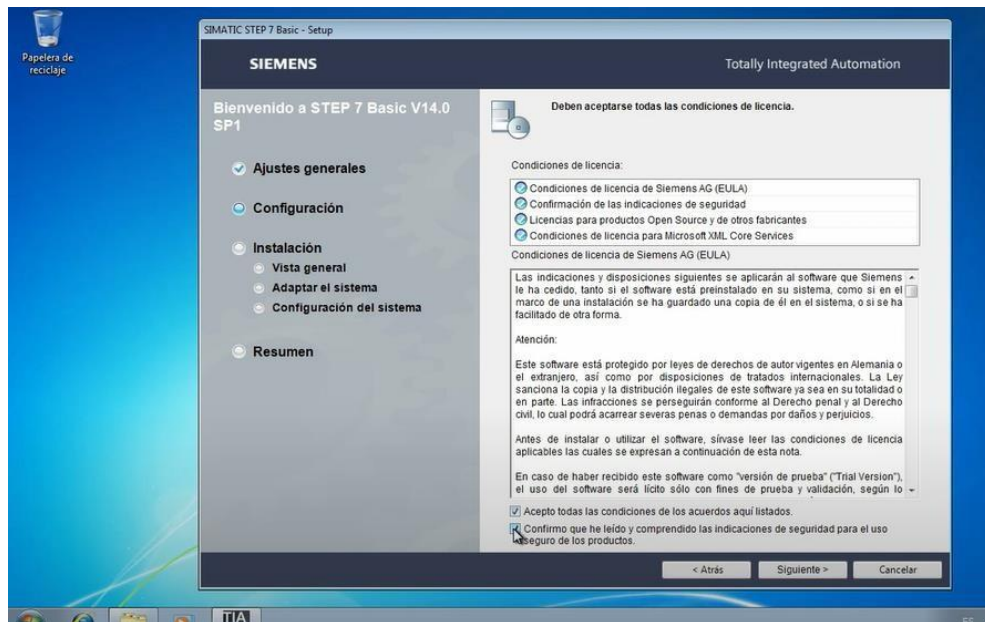


Figura 1. 7 :Panel de aceptación de términos programa TIA PORTAL

## 1.7 Condiciones

En la siguiente Ventana aceptamos las condiciones y pensionados siguientes

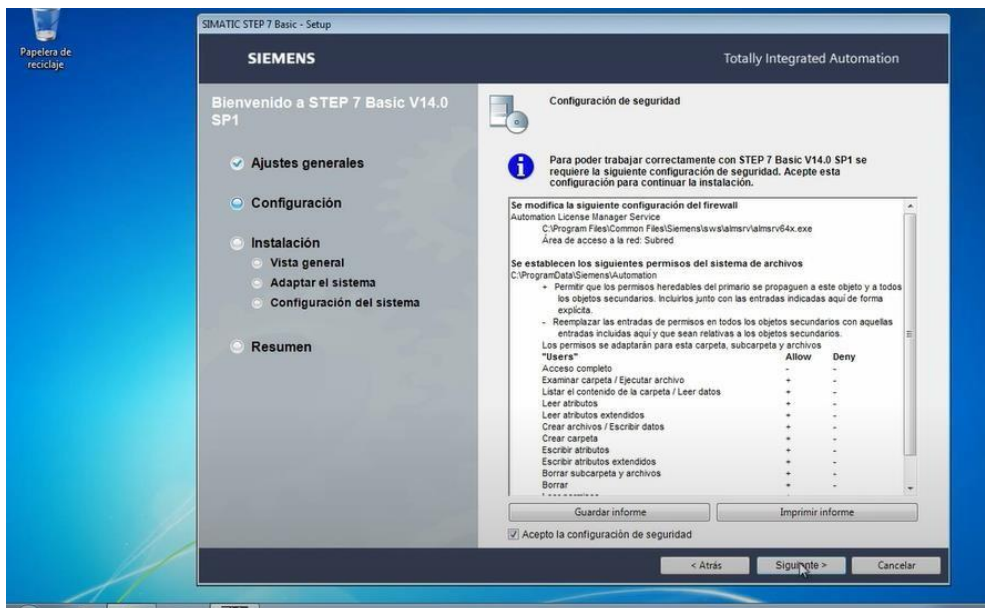
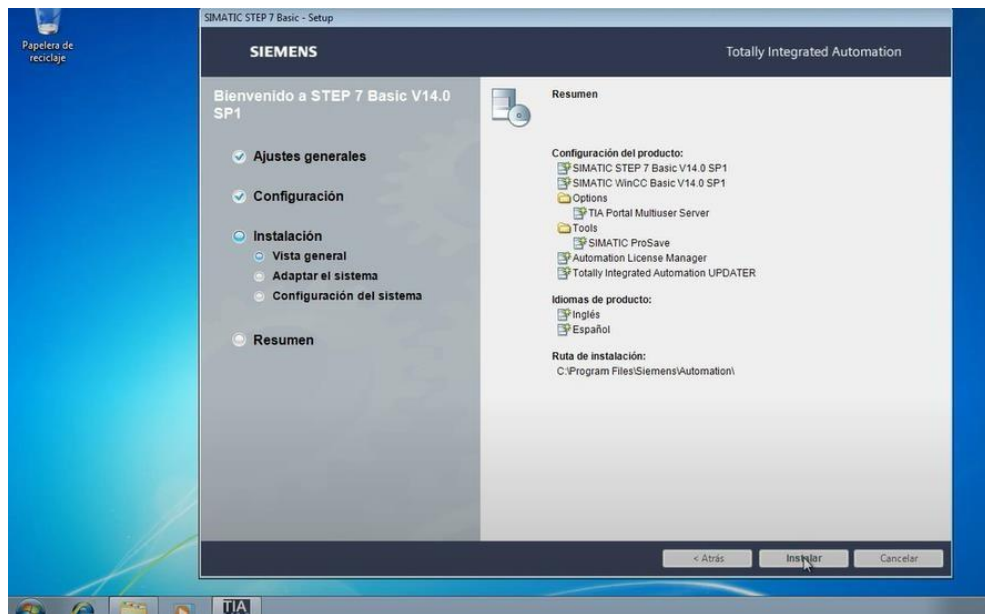


Figura 1. 8: Ventana aceptación de condiciones

## 1.8 Ubicación del Programa

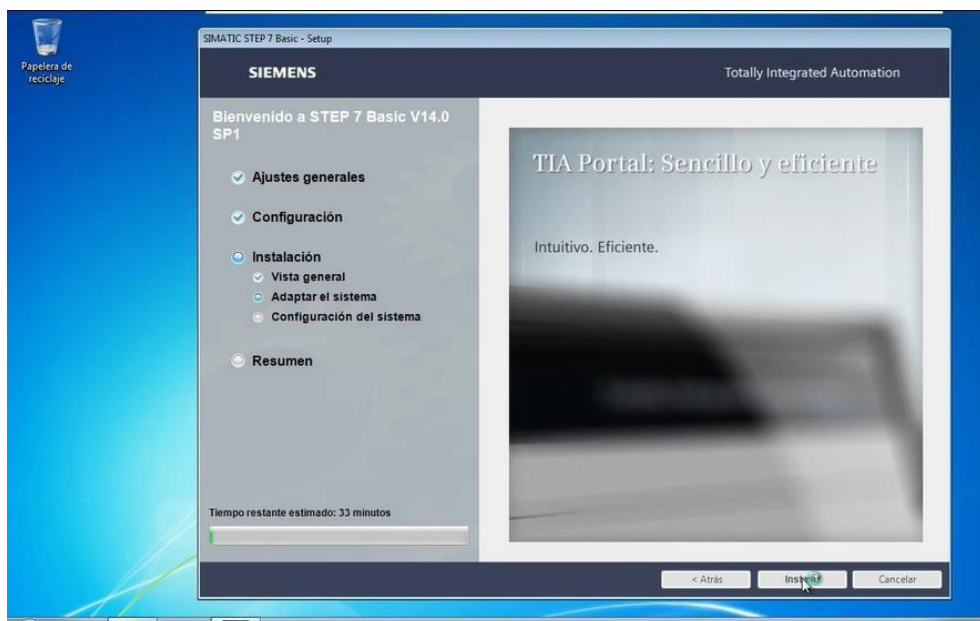
Se procederá a instalar el programa ya con la ubicación y aceptado las condiciones necesarias para su instalación.



Figural. 9 proceso de instalación y comprobación del lugar de instalación

## 1.9 Instalación TIA PORTAL V14

Una vez completa todos los pasos se nos desplegara la ventana de instalación del software TIA PORTAL V14



Figural. 10: Ventana de instalación TIA PRAL V14

Al finalizar deberemos reiniciar nuestro sistema para que se configure nuestro software en nuestro pc.

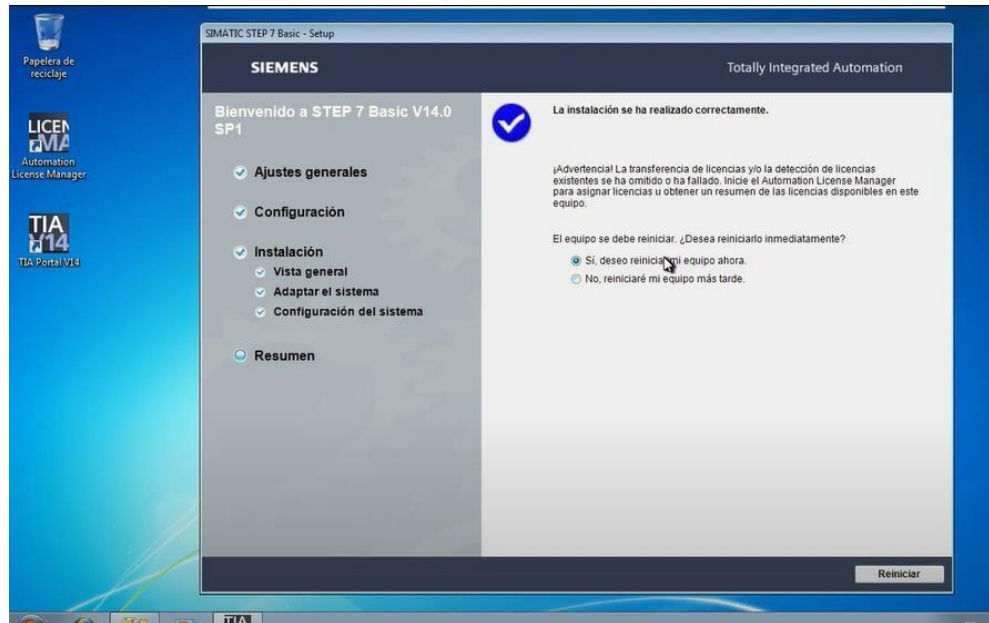


Figura 1. 11: Reinicio de sistema para guardar la configuración.

# MANUAL INTALACION EJECUTABLE UNITY



1	INSTACION EJECUTABLE UNITY .....	1
1.1	Enlace para la descarga del ejecutable “Unity” .....	1
1.2	Dirigirse a Google drive. ....	1
1.3	Carpeta dentro del Drive “EJECUTABLE UNITY” .....	1
1.4	Carpeta con el ejecutable a utilizar.....	2
1.5	Seleccionamos la carpeta del ejecutable.....	2
1.6	Extracción la carpeta “EJECUTABLE UNITY” .....	3
1.7	Inicio ejecutable “CONTROL DE NIVEL” .....	3
1.8	Panel de inicio Unity .....	4
1.9	Ventana de inicio del ejecutable Unity.....	4
2.	Instalación ejecutable Unity en dispositivos móviles .....	5
2.1	Enlace para la descarga del ejecutable “Unity” .....	5
2.2	Seleccionamos la carpeta ejecutable móvil. ....	5
2.3	Descargue la aplicación móvil “Control Nivel” .....	5
2.4	Instalación el aplicativo móvil.....	6
2.5	Ventana de inicio del ejecutable Unity.....	6

# 1 INSTACION EJECUTABLE UNITY

## 1.1 Enlace para la descarga del ejecutable “Unity”

Clic en el enlace para proceder a la descarga del ejecutable.

[https://drive.google.com/drive/folders/1azZW8gwuMAQILHwKKm7xoASg8S\\_WwEO-?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1azZW8gwuMAQILHwKKm7xoASg8S_WwEO-?usp=sharing)

## 1.2 Dirigirse a Google drive.

Ingresamos a google drive desde nuestra Mini Pc.

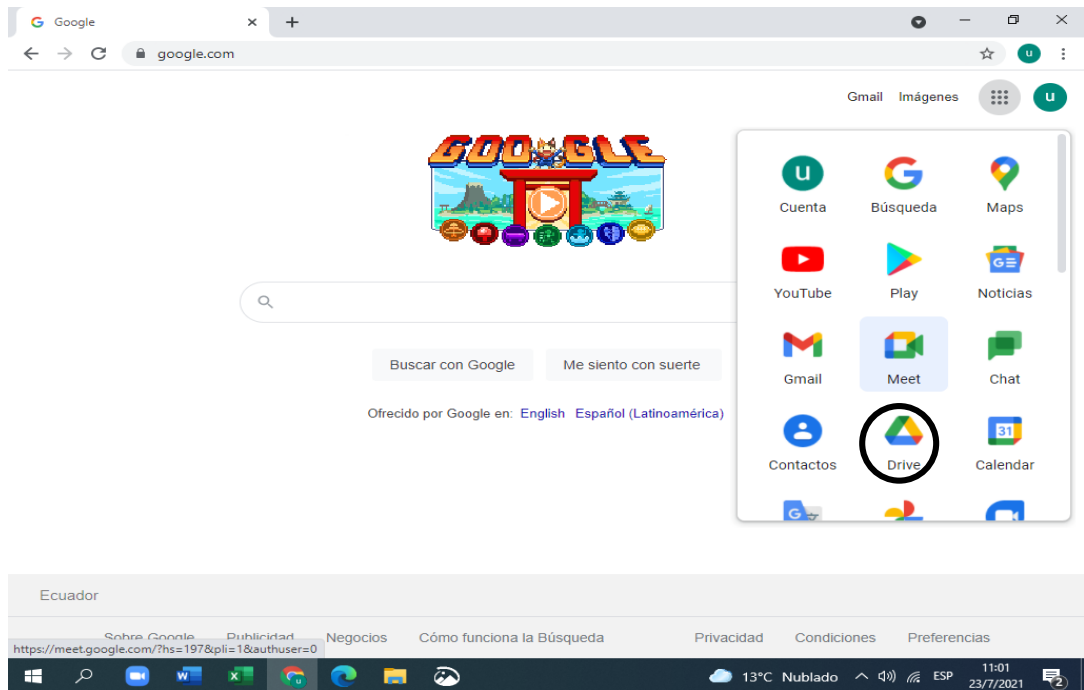


Figura1. 1 Ventana Google Drive

## 1.3 Carpeta dentro del Drive “EJECUTABLE UNITY”

Seleccionamos nuestro ejecutable y verificamos en que dispositivo lo vamos a instalar



Figura1. 2 Selección de carpeta "EJECUTABLE UNITY"

## 1.4 Carpeta con el ejecutable a utilizar.

Seleccionamos nuestro ejecutable tanto para dispositivo móvil como para una Pc.

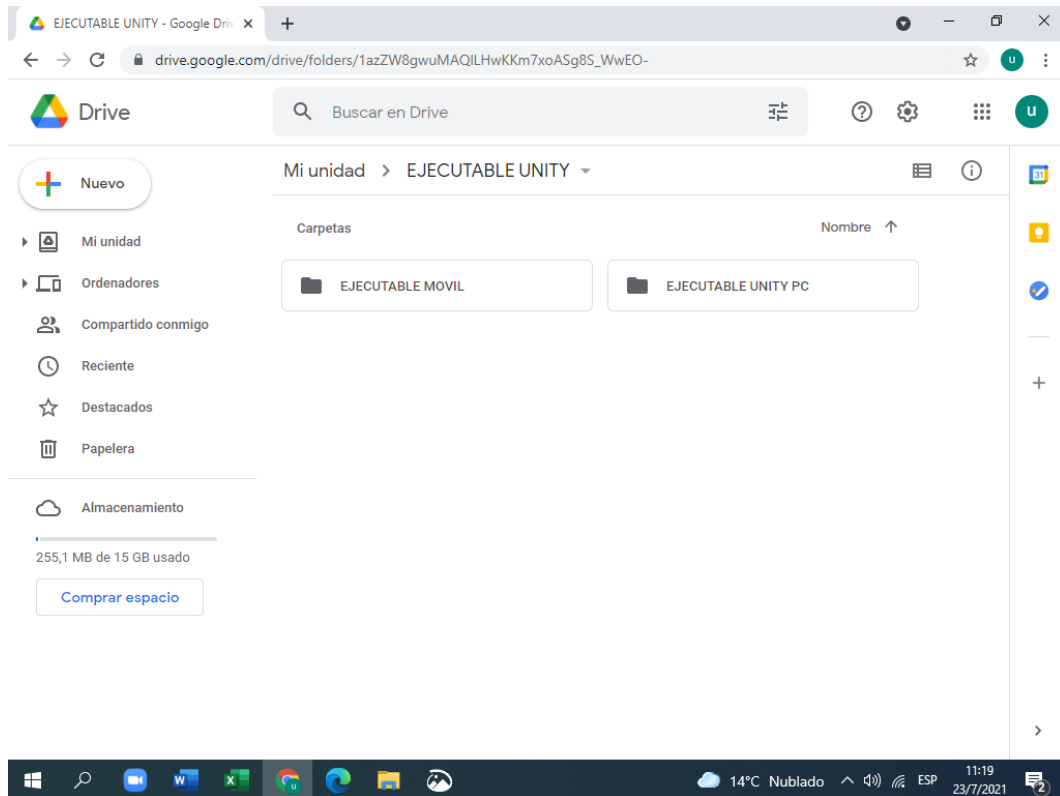


Figura 1. 3 Selección de carpeta del ejecutable

## 1.5 Seleccionamos la carpeta del ejecutable

Descargamos nuestro ejecutable para los para PC

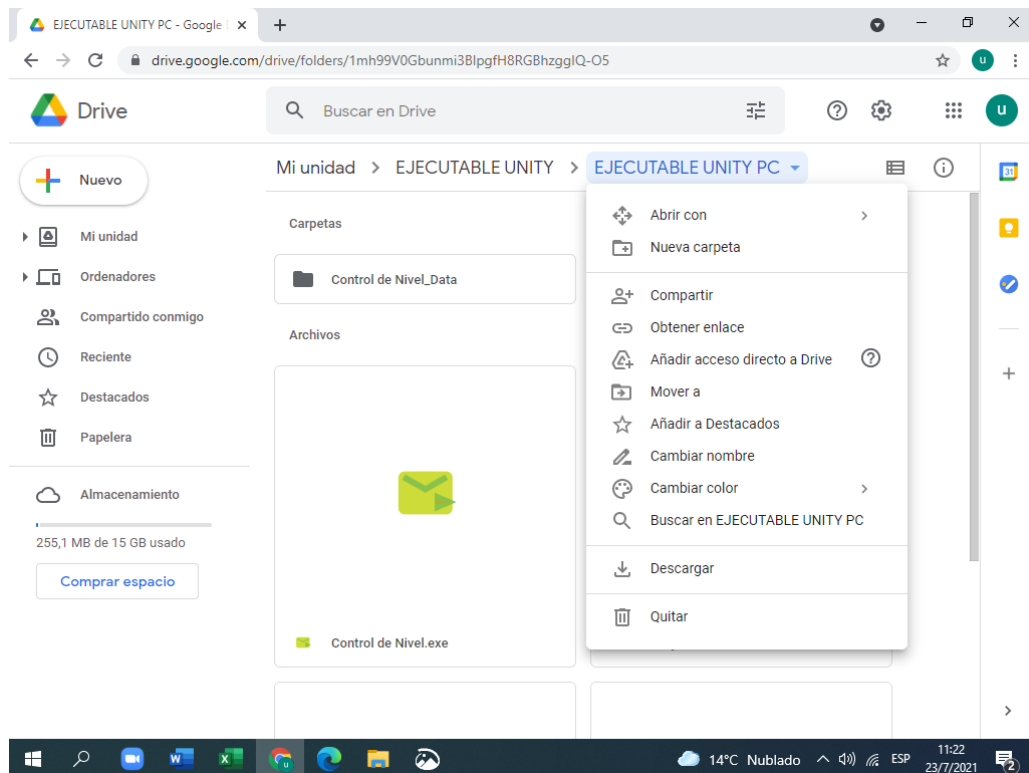


Figura 1. 4 Descarga de la carpeta del ejecutable

## 1.6 Extracción la carpeta “EJECUTABLE UNITY”

Luego de la descarga nos dirigimos a descargas y extraemos nuestra aplicación para la Pc.

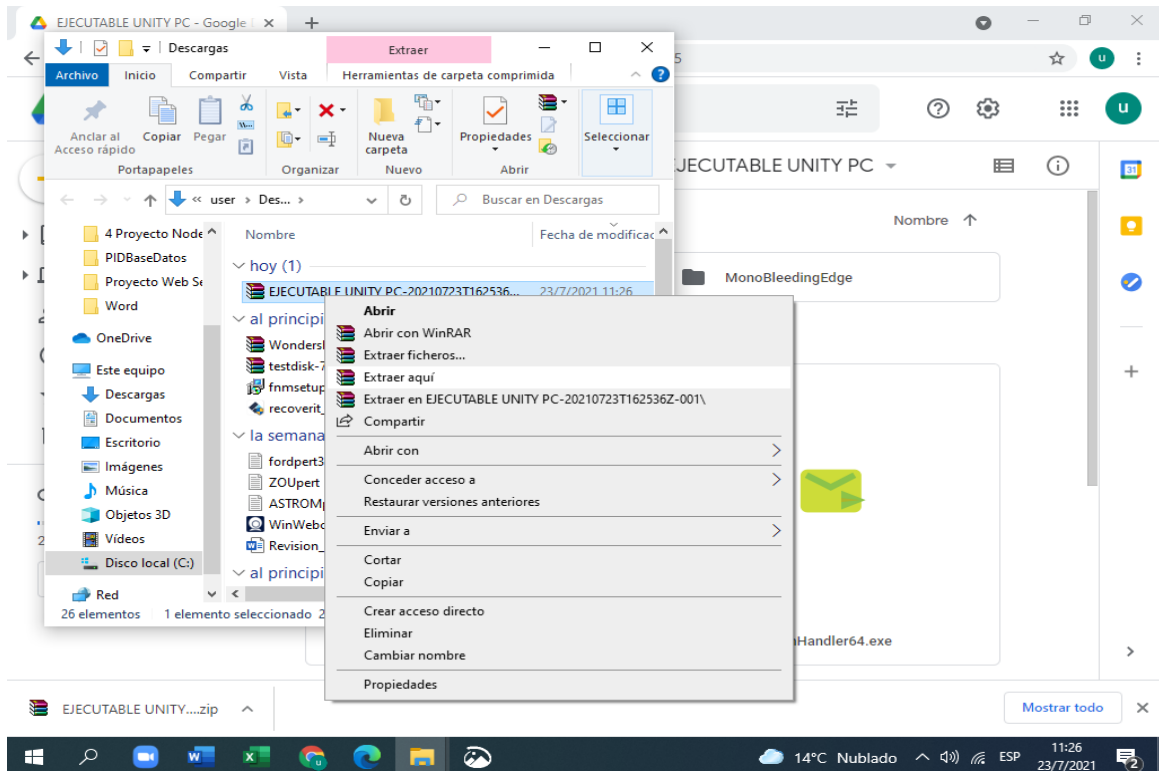


Figura1. 5 Extraer carpeta

## 1.7 Inicio ejecutable “CONTROL DE NIVEL”

Luego de la instalación procedemos a abrir la carpeta del ejecutable y damos clic en abrir de nuestro ejecutable.

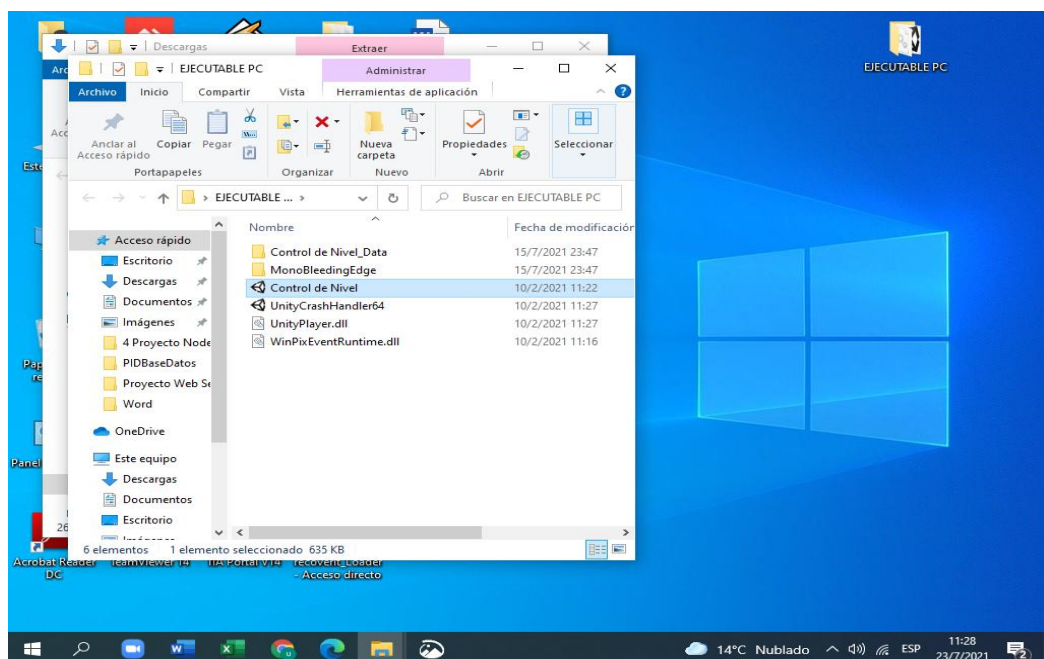
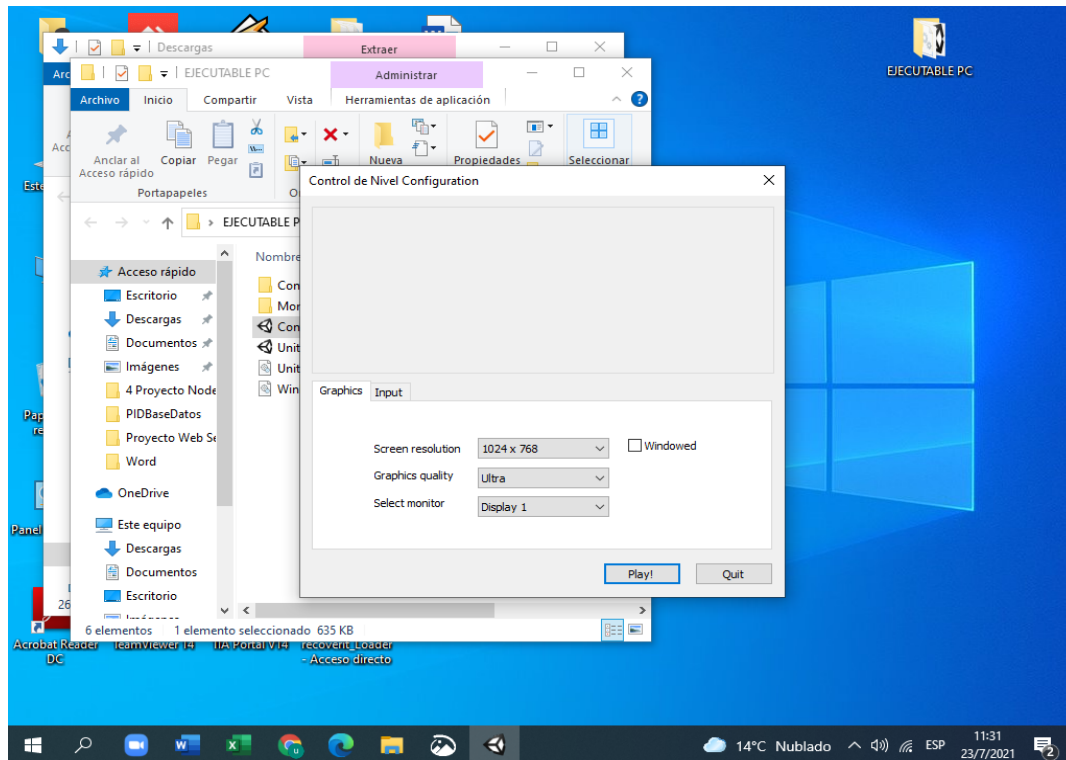


Figura1. 6 Selección del ejecutable

## 1.8 Panel de inicio Unity

Panel de inicio del ejecutable y se da clic en abrir para entrar a nuestro aplicativo.



Figural. 7 Ventana inicio

## 1.9 Ventana de inicio del ejecutable Unity

Se desplegara la ventana de inicio del ejecutable y luego clic en ingresar.



Figural. 8 Ventana de inicio

## 2. Instalación ejecutable Unity en dispositivos móviles

### 2.1 Enlace para la descarga del ejecutable “Unity”

Clic en el enlace para proceder a la descarga del ejecutable.

[https://drive.google.com/drive/folders/1azZW8gwuMAQILHwKKm7xoASg8S\\_WwEO-?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1azZW8gwuMAQILHwKKm7xoASg8S_WwEO-?usp=sharing)

### 2.2 Seleccionamos la carpeta ejecutable móvil.

Dentro del google drive seleccionamos el aplicativo móvil y se procederá a instalarlo.

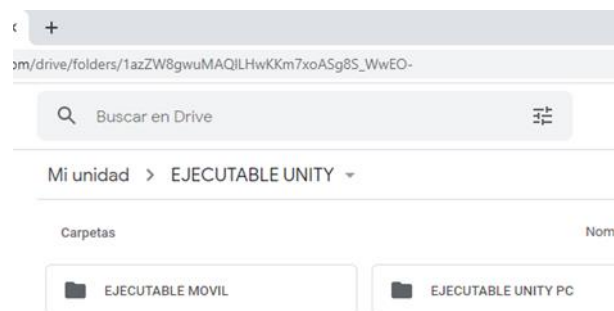


Figura 2. 1 Selección de carpeta aplicación móvil

### 2.3 Descargue la aplicación móvil “Control Nivel”

Se descargara el aplicativo móvil dentro de nuestro celular.

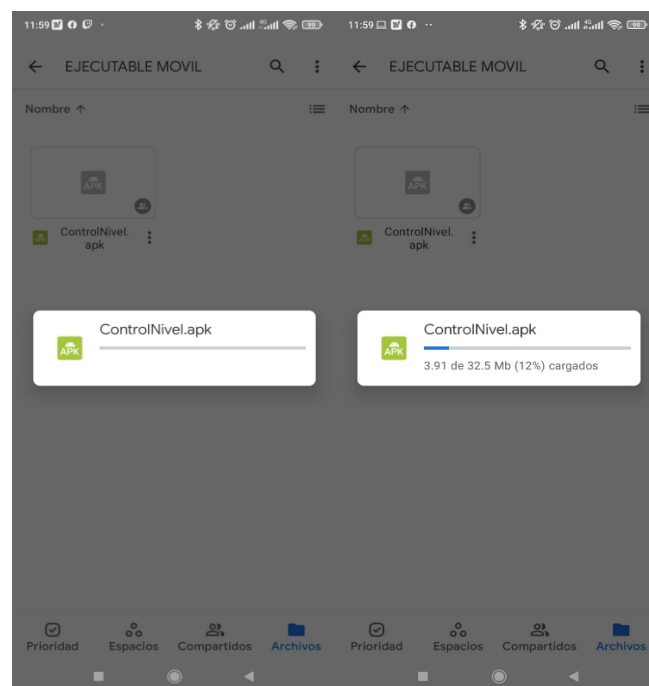


Figura 2. 2 Descarga de aplicativo móvil

## 2.4 Instalación el aplicativo móvil.

Luego de la descarga procedemos a instalar nuestro aplicativo.

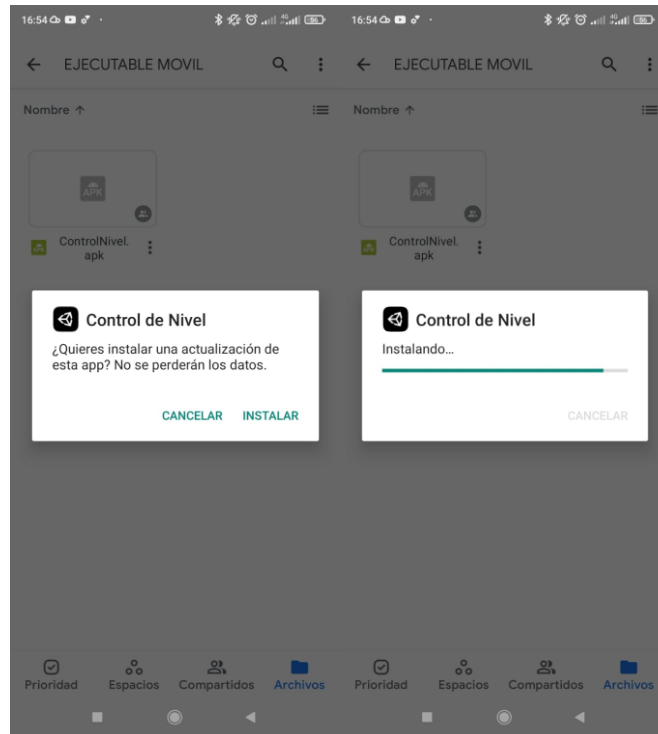


Figura 2. 3 Descarga del aplicativo móvil

## 2.5 Ventana de inicio del ejecutable Unity

Luego clic en la aplicación móvil y se desplegara la ventana de inicio en nuestro dispositivo móvil.



Figura 2. 4 Ventana de inicio aplicación móvil