



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL  
MÓDULO DE LLENADO DE BOTELLAS Y MONITOREO  
EN TABLET POR CONEXIÓN WLAN”**

**CEDEÑO HUGALDE VICTOR ADRIÁN  
VILLAVICENCIO VELASTEGUI ALEJANDRO BOLÍVAR**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención de Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2014-02-04

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**CEDEÑO HUGALDE VICTOR ADRIÁN**  
**VILLAVICENCIO VELASTEGUI ALEJANDRO BOLÍVAR**

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL MÓDULO DE**  
**LLENADO DE BOTELLAS Y MONITOREO EN TABLET POR CONEXIÓN**  
**WLAN”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Carlos Santillán Mariño  
**DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Jhonny Orosco Ramos  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. Eduardo García Cabezas  
**ASESOR DE TESIS**

---

**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** CEDEÑO HUGALDE VICTOR ADRIÁN

**TÍTULO DE LA TESIS:** “IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL MÓDULO DE LLENADO DE BOTELLAS Y MONITOREO EN TABLET POR CONEXIÓN WLAN”

**Fecha de Examinación:** 2015-12-09

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Marcelo Jácome Valdez <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Jhonny Orozco Ramos <b>DIRECTOR DE TESIS</b>			
Ing. Eduardo García Cabezas <b>ASESOR DE TESIS</b>			

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

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

\_\_\_\_\_

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

---

Ing. Marcelo Jácome Valdez  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** VILLAVICENCIO VELASTEGUI ALEJANDRO  
BOLÍVAR

**TÍTULO DE LA TESIS:** “IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL  
MÓDULO DE LLENADO DE BOTELLAS Y MONITOREO EN TABLET POR  
CONEXIÓN WLAN”

**Fecha de Examinación:** 2015-12-09

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Marcelo Jácome Valdez <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Jhonny Orozco Ramos <b>DIRECTOR DE TESIS</b>			
Ing. Eduardo García Cabezas <b>ASESOR DE TESIS</b>			

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

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

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

---

Ing. Marcelo Jácome Valdez  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Cedeño Hugalde Victor Adrián**

---

**Villavicencio Velastegui Alejandro Bolívar**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermanos quienes siempre me brindaron su apoyo, cariño y comprensión, además de mis maestros quienes me brindaron su guía y conocimiento en el transcurso de la carrera, por último y no menos importante a Teresa de los Ángeles Mera Romero, la cual ha sido un pilar fundamental, fuente de inspiración y motivo de superación para mí, sin la cual no habría sido posible la realización del presente trabajo

**Alejandro Bolívar Villavicencio Velastegui**

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, ha sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

**Victor Adrian Cedeño Hugalde**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme en los momentos tormentosos de mi vida y haberme permitido disfrutar y aprender de mis logros y fracasos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a todas sus autoridades y profesores quienes siempre han demostrado la importancia del conocimiento sin dejar jamás de lado al ser humano, convirtiéndome un mejor profesional al ser una mejor persona.

**Alejandro Bolívar Villavicencio Velastegui**

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, ha sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

**Victor Adrian Cedeño Hugalde**

# CONTENIDO

Pág.

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	
1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Justificación.....	4
1.3	Objetivos .....	4
1.3.1	Objetivo general. Implementar control touch del módulo de llenado de botellas y monitoreo en Tablet por conexión WLAN. ....	4
1.3.2	Objetivos específicos:.....	4
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1	Conceptos preliminares .....	5
2.1.1	Método GRAFCET .....	6
2.1.2	Principios básicos.....	7
2.1.3	Elementos básicos .....	7
2.1.4	Situación Inicial.....	8
2.1.5	Tipos de secuencia en un GRAFCET .....	8
2.2	HMI (Human Machine Interface).....	10
2.2.1	Comunicación.....	10
2.2.2	Profinet .....	11
2.2.3	HMI o SCADA.....	13
2.2.4	Tipos de Variables.....	15
2.2.5	Salidas .....	16
2.3	Criterios para la selección de la Pantalla Touch.....	17
2.4	Criterios para la selección del software para la Tablet.....	17
<b>3.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL MÓDULO DE LLENADO DE BOTELLAS Y MONITOREO EN TABLET POR CONEXIÓN WLAN</b>	
3.1	Redistribución eléctrica.....	19
3.2	Selección de la pantalla HMI Siemens.....	23
3.2.1	Selección del Software. ....	25
3.3	Programación mediante el método GRAFCET del Plc del módulo.....	29
3.3.1	Descripción del proceso .....	29
3.3.2	Diagrama GRAFCET.....	30
3.3.3	Generación de Ecuaciones. ....	31
3.4	Programación del Plc S71200 .....	31
3.5	Programación de la pantalla touch .....	35
3.5.1	Agregar Dispositivo Touch .....	35
3.5.2	Asignación de variables y elementos de la pantalla touch .....	37
3.6	Activación del servidor web del Plc.....	40
3.7	Programación de la Tablet con el software S7 Plc HMI .....	43
3.7.1	Asignación de los pulsadores Start/Stop .....	45
3.7.2	Asignación de las variables de salida Conveyor/Setting.....	50
3.7.3	Asignación de las variables de entrada Sensor1/Sensor2.....	53
3.7.4	Asignación del actuador .....	53
3.7.5	Configuración del Plc en S7 Plc HMI .....	54

3.7.6	Conexión entre el dispositivo Android y el PLC .....	56
<b>4.</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN, DE MANTENIMIENTO Y GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>	
4.1	Manual de instalación.....	58
4.1.1	Materiales y herramientas a utilizar .....	59
4.1.2	Procedimiento para la instalación vertical.....	59
4.2	Manual de operación .....	60
4.2.1	Indicaciones de seguridad. ....	61
4.2.2	Indicaciones eléctricas.....	61
4.2.3	Utilización del sistema SCADA.....	62
4.3	Recomendaciones.....	63
4.4	Manual de mantenimiento. ....	64
4.4.1	Introducción .....	64
4.4.2	Desmontaje de la pantalla HMI.....	64
4.4.3	Mantenimiento de la pantalla HMI. ....	65
4.4.4	Costos de mantenimiento .....	66
4.4.5	Mantenimiento de la Tablet.....	66
4.5	Guía de laboratorio.....	67
<b>5.</b>	<b>COSTOS</b>	
5.1	Costos directos .....	72
5.1.1	Costos de reingeniería eléctrica.....	72
5.1.2	Costo de readecuación mecánica.....	73
5.1.3	Costos eléctricos.....	73
5.1.4	Costo de readecuación neumática. ....	74
5.1.5	Costos directos totales.....	74
5.2	Costos indirectos. ....	74
5.2.1	Costo de asesoría y soporte técnico.....	74
5.2.2	Costos imprevistos. ....	74
5.2.3	Costos indirectos totales.....	75
5.3	Costos totales.....	75
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	Conclusiones .....	76
6.2	Recomendaciones.....	76

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

1	Elementos GRAFCET de programación .....	6
2	Selección de la pantalla touch. ....	24
3	Resumen de ponderación.....	25
4	Selección del software .....	26
5	Resumen de ponderación.....	29
6	Costos de mantenimiento de la pantalla HMI .....	66
7	Costos tos de mantenimiento de la TABLET .....	66
8	Costos de reingeniería eléctrica .....	72
9	Costo de readecuación mecánica.....	73
10	Costos eléctricos.....	73
11	Costo de readecuación neumática.....	74
12	Costos directos totales.....	74
13	Costo de asesoría y soporte técnico .....	74
14	Costos imprevistos.....	74
15	Costos indirectos totales .....	75
16	Costos totales.....	75

## LISTA DE FIGURAS

1	Secuencias lineales .....	8
2	Graficet con direccionamiento.....	9
3	Secuencias simultáneas.....	9
4	Consola de control .....	10
5	Disposición eléctrica actual del PLC.....	19
6	Tablero de control.....	20
7	Instalación del gabinete .....	22
8	Distribución eléctrica.....	22
9	Distribución final de la etapa de control y potencia .....	23
10	Inicio del proceso.....	32
11	Llenado .....	32
12	Activación de la electro-válvula .....	33
13	Llenado de la última botella. ....	33
14	Tapado de la última botella .....	34
15	Sellado de la última botella .....	34
16	Código de referencia de la pantalla touch .....	35
17	Agregar nuevo dispositivo.....	36
18	Agregar HMI .....	36
19	Selección de HMI según referencia.....	37
20	Imagen raíz HMI .....	37
21	Campo de texto.....	38
22	Vinculación de imagen a teclas de función .....	38
23	Asignación de pulsadores .....	39
24	Animación de imágenes.....	39
25	Servidor web.....	40
26	Online y diagnostico .....	40
27	Interfaz Profinet.....	41
28	Selección del servidor web .....	41
29	Activar servidor web en el módulo.....	42
30	Protección del servidor web .....	42
31	Cargar en dispositivo .....	43
32	S7 PLC HMI.....	43
33	Iniciando S7 PLC HMI.....	44
34	Tabla de variables .....	44
35	Asignación de pulsadores .....	45
36	Pantalla setting.....	45
37	Aplicar etiqueta.....	46
38	Tipo de variable .....	46
39	Direccionar variable .....	47
40	Tipo de dato .....	47
41	Selección de tipo de variable .....	48

42	Lista de imágenes configurables.....	49
43	Configuración final.....	50
44	Añadir fila.....	50
45	Etiquetar una variable de tipo salida.....	51
46	Tipo de dato de salida .....	51
47	Direccionar variable de salida .....	52
48	Animación de la variable de tipo salida.....	52
49	Asignar variables de tipo entrada .....	53
50	Conductor de dos direcciones.....	54
51	Pantalla principal .....	54
52	Configuración del PLC en S7 HMI .....	55
53	Selección del PLC en S7 HMI.....	55
54	Direccionando IP del PLC .....	56
55	Conectar PLC - Tablet.....	56
56	Estado de la conexión PLC-Tablet .....	57
57	Dimensiones de la pantalla touch .....	58
58	Scada pantalla touch .....	62
59	Scada Tablet .....	63



## LISTA DE ABREVIACIONES

PLC	Controlador lógico programable
HMI	Interfaz hombre máquina
DC	Corriente directa
AC	Corriente alterna
SCADA	Sistema de control y adquisición de datos
GRAFCEP	Gráficos de comandos etapa/transición.
TCP	Protocolo de transmisión de datos
DAQ's	Sistemas de adquisición de datos
ICS	Sistema de control industrial
MES	Sistema de ejecución de manufactura
ERP	Planificación de recursos empresariales
A/D	Analógico/Digital
V	Voltaje
LAN	Red de área local
TIA	Total industry automation

## RESUMEN

La presente tesis nace de la necesidad que presentan los estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el desarrollo e implementación de sistemas automatizados de control y de la carencia de los medios físicos necesarios que permitan un desarrollo integral del ingeniero Industrial en el campo de la automatización y control industrial, además del compromiso de la escuela de Ingeniería Industrial de mantenerse a la vanguardia en la educación superior, contribuyendo de esta manera a la mejor formación de profesionales competentes, competitivos y de calidad.

Para lo cual se implementó el control por pantalla touch y dispositivo Android (Tablet), mediante la utilización de una red privada wifi para el modulo envasador de botellas del laboratorio de automatización, con el objetivo de fomentar, diversificar e implementar el conocimiento de la automatización y control de los procesos industriales.

Además se ahondó en el método de programación de los PLCs, medios de comunicación profinet y cliente servidor wifi, además de la selección de la pantalla siemens e investigación de la programación de las pantallas y dispositivos Android para el control de procesos.

El modulo envasador de botellas ha sido modificado en su distribución eléctrica y en la programación para su mejor funcionamiento y precisión, además de haber sido provisto de un router para la comunicación wifi entre el PLC-Tablet y PLC-pc, se le ha provisto de una pantalla HMI y Tablet para la implementación del control del proceso de control.

Es recomendable dar a los equipos el cuidado y mantenimiento necesario para conservar su óptimo desempeño, así como su correcta instalación por parte de los estudiantes y profesores.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out to develop and implement an automated control system at the School of Industrial Mechanical Engineering of Escuela Superior Politécnica de Chimborazo since this school does not have the physical equipment required for its student`s integral development in the automation and industrial control realm. The School of Industrial Mechanical Engineering is committed to remain at the cutting edge of higher education so that its students can become effective, competitive and competent.

For the reason mentioned above, a touch screen control and Android device (Tablet) were implemented using a private wireless network for the bottling line module at the automation laboratory to promote and diversify the industrial process control and automation knowledge.

The PLC programming methods, the PROFINET (Process Field Net) communication means, wireless network server customer, the Siemens touch screen selection, the screen programming and android device for the control processes were investigated.

The botting line electric distribution and programming were modified to improve its performance and accuracy. Besides, a router for wireless communication between Plc-Tablet and Plc-pc, HMI screen and a Tablet were provided to implement the control-process control.

It is recommended that students and teachers install the equipment correctly and maintain it.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El término automatización proviene del término griego auto que significa guiado por uno mismo, e involucra la utilización de medios electromecánicos, electrónicos y sistemas para el control de la maquinaria dentro de los procesos, una rama muy ligada a la automatización es la instrumentación industrial, con la cual se puede monitorear, evaluar, controlar y tomar acciones correctivas de acuerdo a la recopilación de los datos enviados por los instrumentos “que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo” (FUNDACION WIKIPEDIA, INC., 2015) la inclusión de la instrumentación industrial ha permitido la ejecución de procesos industriales más seguros, estables y confiables.

Los primeros pasos de la automatización pretendían reemplazar el esfuerzo físico, mediante la utilización de diversos medios de transmisión de fuerza los cuales son muy utilizados hasta la actualidad con algunos ligeros cambios, tales como la utilización de poleas con las cuales se logra levantar un gran peso con un menor esfuerzo, otra forma fue la utilización de la energía natural, las personas se dieron cuenta de que se podía aprovechar la energía encerrada en el flujo de un río, o el viento para lo cual idearon métodos muy ingeniosos como lo son los molinos de agua y de viento, aunque la idea de facilitar la vida diaria de las personas al reducir su esfuerzo resulta lo bastante atractiva como para justificar su desarrollo, su origen queda muy unido al entretenimiento y la fascinación de las personas al ver y escuchar a los primeros autómatas “Los primeros ejemplos de autómatas se registran en la antigua Etiopía. En el año 1500 a. C., Amenhotep, construye una estatua de Memon, el rey de Etiopía, que emite sonidos cuando la iluminan los rayos del sol al amanecer.” (unizar) , algunos de los primeros autómatas más reconocidos son los de King-su Tse quien creo una urraca voladora y un caballo que saltaba utilizando madera y bambú por el siglo V AC.

Con el tiempo la automatización fue tomando forma en la relojería la cual con sus

complejos e ingeniosos mecanismos sirvió de base para controlar otros tipos de mecanismos similares.

“La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad, y reducción de trabajo humano. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación. Por ejemplo, Japón ha tenido necesidad de retirar muchos de sus robots industriales cuando encontraron que eran incapaces de adaptarse a los cambios dramáticos de los requerimientos de producción, no siendo posible justificar sus altos costos iniciales.” (FUNDACION WIKIPEDIA, INC., 2015)

Para el siglo XX la automatización aún era en pequeña escala y consistía en el uso de mecanismos simples para tareas sencillas en la manufactura, el desarrollo de la automatización como la conocemos fue posible gracias al desarrollo de las computadoras a mediados del siglo XX cuando estas tuvieron un precio, tamaño y un mayor desarrollo computacional que las permitieron incluirse en el control de casi todas las tareas simples y repetitivas.

La automatización y el cuerpo humano.

A pesar del gran avance tecnológico que ha tenido la automatización industrial, todavía existen muchas limitantes y trabajos en los cuales no pueda ser incluida debido a que no existe ningún dispositivo o maquinaria que pueda competir con el ojo u oído humano así como su sentido de la estética, inventiva y fácil adaptación a casi cualquier tipo de trabajo.

Sistemas de control distribuido

“Existe un concepto fundamental y muy actual en torno a la automatización industrial y es el de DCS (sistemas de control distribuido). Un sistema de control distribuido está formado por varios niveles de automatización que van desde un mínimo de 3 hasta 5. Los mismos se denominan: nivel de campo (donde se encuentran los sensores y

actuadores), nivel de control (donde se encuentran los PLCs o las Estaciones de Automatización), nivel de supervisión (donde se encuentran las Estaciones de Operación y los Servidores de Proceso), nivel MES (donde se encuentran PLCs con *softwares* especializados para la distribución de toda la información de planta así como la generación de reportes) y el nivel ERP (donde se encuentran igualmente PCs con *softwares* especializados para la planificación y administración de la producción de toda la industria o empresa).” (FUNDACION WIKIPEDIA, INC., 2015)

Para la implantación de un sistema automatizado es necesario disponer de computadoras que permitan el control y procesamiento de la información, de tal modo que la información es recibida a través de las entradas analógicas o digitales para ser procesadas, una vez esta información ha ingresado es necesario actuar sobre el proceso para lo cual es necesario las salidas de campo que nos permiten activar, desactivar o regular los procesos.

Interfaces hombre-máquina.

“El interfaz de usuario, interfaz hombre-máquina, o más comúnmente conocido por sus iniciales en inglés HMI (Human-Machine Interface), es todo un conjunto de componentes, tanto de hardware como de software, que permiten al operario comunicarse e interactuar con el control de una máquina o proceso. A nivel doméstico y en entornos laborales, tales como oficinas, uno de los sistemas de control más habitual que tenemos es el PC u ordenador personal, y nos encontramos con multitud de componentes electrónicos de interfaz de usuario conocidos por todos, como monitores, teclados, ratones, altavoces, micrófonos, etc., mas todas las aplicaciones de visualización y multimedia que nos haga amigable nuestra relación con el aparato.” (Interempresas)

Con lo anteriormente expuesto es clara la necesidad del ingeniero Industrial el mantenerse al corriente de las innovaciones y desarrollos tecnológicos en el campo de la industria, a fin de aumentar sus capacidades, conocimiento y competitividad en el campo laboral, dado que en la actualidad las leyes propuestas por gobierno nacional apuntan hacia la innovación, el desarrollo y el cambio de la matriz productiva, se hace menester de los centros de educación superior cumplir con dichas disposiciones.

## **1.2 Justificación.**

La presente tesis nace de la necesidad que presentan los estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el desarrollo e implementación de sistemas automatizados de control y de la carencia de los medios físicos necesarios que permitan un desarrollo integral del ingeniero Industrial en el campo de la automatización y control industrial, además del compromiso de la escuela de Ingeniería Industrial de mantenerse a la vanguardia en la educación superior, contribuyendo de esta manera a la mejor formación de profesionales competentes, competitivos y de calidad.

## **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Implementar control *touch* del módulo de llenado de botellas y monitoreo en Tablet por conexión WLAN.

**1.3.2** *Objetivos específicos:*

- Implementar el sistema de control por pantalla *touch* y monitoreo en *Tablet* para el módulo llenado de botellas, para el laboratorio de automatización en la Escuela de Ingeniería Industrial.
- Investigar y aplicar el principio de funcionamiento de las pantallas táctiles.
- Conocer cuáles son las aplicaciones más utilizadas en las industrias para aprovechar las bondades que nos brindan los equipos.
- Desarrollar una guía de prácticas de laboratorio para la aplicación de las pantallas táctiles y antena WLAN con su respectivo software dentro de un proceso industrial.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Conceptos preliminares

Siempre que se pretenda automatizar un sistema industrial es imprescindible tener en claro la respuesta a las siguientes preguntas:

¿Por qué automatizar?

La respuesta a esta pregunta nos ubicara enormemente a la hora de tomar una decisión y la respuesta la podremos encontrar en los ítems siguientes:

- Las tareas se han tornado repetitivas.
- El volumen de producción se ha incrementado o pretendemos hacerlo.
- Disminuir costos de producción.
- Mejorar la calidad.
- El trabajo requiere de gran precisión.
- Aumentar las ganancias.

Otra cuestión por resolver será:

¿Es conveniente automatizar?

Es muy común que las personas se sientan entusiastas y optimistas cuando se habla de automatizar algún proceso o sistema industrial

Tener un panorama claro de la relación costo-beneficio, con la finalidad de no incurrir en gastos innecesarios, poco productivos o poco rentables.




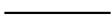

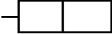
Si ya hemos decidido automatizar será conveniente tener los conceptos y conocimientos bien claros para ello, como por ejemplo conocer los diversos métodos de programación de los PLCs (en escalera y en bloques), además del método GRAFCET el cual resulta



muy útil a la hora de empezar a programar.

**2.1.1 Método GRAFCET.** Es un modelo de representación gráfica, de los sucesivos comportamientos de un sistema lógico, predefinido por sus entradas y salidas. También, es un grafo, o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. Inicialmente fue propuesto para documentar la etapa secuencial de los sistemas de control de procesos a eventos discretos. No fue concebido como un lenguaje de programación de autómatas, sino un tipo de Grafo para elaborar el modelo pensando en la ejecución directa del automatismo o programa de autómeta. Varios fabricantes en sus autómatas de gama alta hacen este paso directo, lo que lo ha convertido en un potente lenguaje gráfico de programación para autómatas, adaptado a la resolución de sistemas secuenciales. En la actualidad no tiene una amplia difusión como lenguaje, puesto que la mayoría de los autómatas no pueden programarse directamente en este lenguaje, a diferencia del Lenguaje *Ladder*. Pero se ha universalizado como herramienta de modelado que permite el paso directo a programación, también con *Ladder*". (FUNDACION WIKIPEDIA, INC., 2015)

Tabla 1. Elementos GRAFCET de programación

Símbolo	Nombre	Descripción
	Etapa inicial	Indica el comienzo del esquema GRAFCET y se activa al poner en RUN el autómeta. Por lo general suele haber una sola etapa de este tipo.
	Unión	Las uniones se utilizan para unir entre sí varias etapas.
	Transición	Condición para desactivarse la etapa en curso y activarse la siguiente etapa, Se indica con un trazo perpendicular a una unión.
	Direccionamiento	Indica la activación de una y/u otra etapa en función de la condición que se cumpla/n. Es importante ver que la diferencia entre la "o" y la "y" en el grafcet es lo que pasa cuando se cierran.
	Proceso simultáneo	Muestra la activación o desactivación de varias etapas a la vez.
	Acciones asociadas	Acciones que se realizan al activarse la etapa a la que pertenecen.

FUENTE: <http://es.wikipedia.org/wiki/GRAFCET>

**2.1.2** *Principios básicos.* Para elaborar la programación de un determinado trabajo o proyecto con el método GRAFCET es necesario que tengamos en cuenta algunos de los siguientes principios:

- “El proceso se descompone en etapas, que se activarán unas después de otras. A una etapa se asocian una o varias acciones. Estas acciones no son efectivas más que en la etapa que es activa.” (Ramirez, 2014)
- Para que una etapa sea activada es necesario que se cumplan las condiciones de transición que se hayan establecido.
- “El cumplimiento de una condición de transición implica la activación de la etapa siguiente y la desactivación de la etapa precedente”. (FUNDACION WIKIPEDIA, INC., 2015)

**2.1.3** *Elementos básicos* el método GRAFCET consta de tres elementos que son:

- Etapas: representan cada uno de los estados del sistema, debe corresponder a una situación tal que las salidas dependan únicamente de las entradas, el símbolo empleado para representar una etapa es un cuadrado con un número o símbolo en su interior que la identifica y eventualmente una etiqueta, (UNIVERSIDAD DEL CAUCA)”
- Transiciones: representan las condiciones lógicas necesarias para que finalice la actividad de una etapa y se inicie la de la etapa o etapas inmediatamente consecutivas. Estas condiciones lógicas se obtendrán por combinación de variables denominadas receptividades. Gráficamente se representan las transiciones por una línea cruzada sobre las líneas de evolución.” (UNIVERSIDAD DEL CAUCA)
- Líneas de evolución: son líneas que unen entre sí las etapas que representan actividades consecutivas y se entenderán siempre orientadas de arriba hacia abajo, a menos que se represente una flecha en sentido contrario.” (UNIVERSIDAD DEL CAUCA)

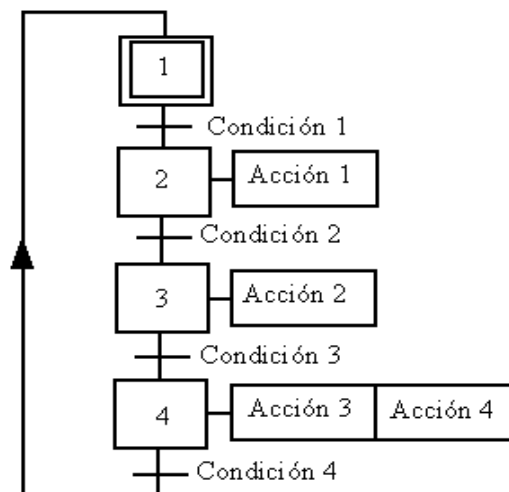
**2.1.4 Situación Inicial.** “La situación inicial del GRAFCET caracteriza el comportamiento inicial de la parte de mando en relación a la parte operativa, y corresponde a las etapas activas al comienzo del funcionamiento, sí esta situación es siempre la misma, caso de los automatismos cíclicos, estará caracterizada por las etapas iniciales. Este caso corresponde a un comportamiento de reposo.” (Edgardo, 2008)

“En el caso de automatismos no cíclicos, la situación de partida depende del estado del proceso en el momento de la puesta en marcha de la parte de mando. La forma de establecer la situación inicial debe ser definida en el GRAFCET o en documentación adjunta.” (Edgardo, 2008)

**2.1.5 Tipos de secuencia** en un GRAFCET encontramos tres tipos de secuencias, que no necesariamente deben estar incluidas:

**2.1.5.1 Lineales** las secuencias lineales son las más sencillas y aptas para iniciar en el aprendizaje y comprensión del método GRAFCET, en el cual el ciclo de operación se encuentra conformado por una sucesión lineal conformada de etapas y transiciones como lo muestra la figura 1.

Figura 1 Secuencias lineales



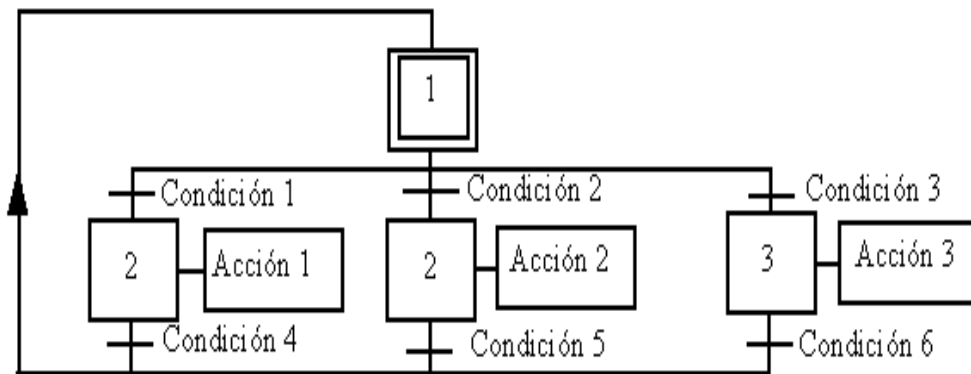
FUENTE: <http://es.wikipedia.org/wiki/GRAFCET>

“El programa irá activando cada una de las etapas y desactivando la anterior conforme se vayan cumpliendo cada una de las condiciones. Las acciones se realizarán en función de la etapa activa a la que están asociadas. Por ejemplo, con la etapa 1 activa tras arrancar el programa, al cumplirse la "Condición 1", se activará la etapa 2, se

desactivará la 1, y se realizará la Acción 1.” ( Fundación Wikimedia, Inc, 2015)

**2.1.5.2 Con direccionamiento.** En un GRAFCET cuyo proceso requiera un direccionamiento el cual representa una operación lógica “o”, como lo muestra la figura 2, el proceso podrá elegir que acción ejecutar de acuerdo a las condiciones previas que se hayan cumplido (1, 2 ó 3), normalmente podrá ejecutarse solo una acción a la vez, transcurridas las cuales el proceso volverá a comenzar.

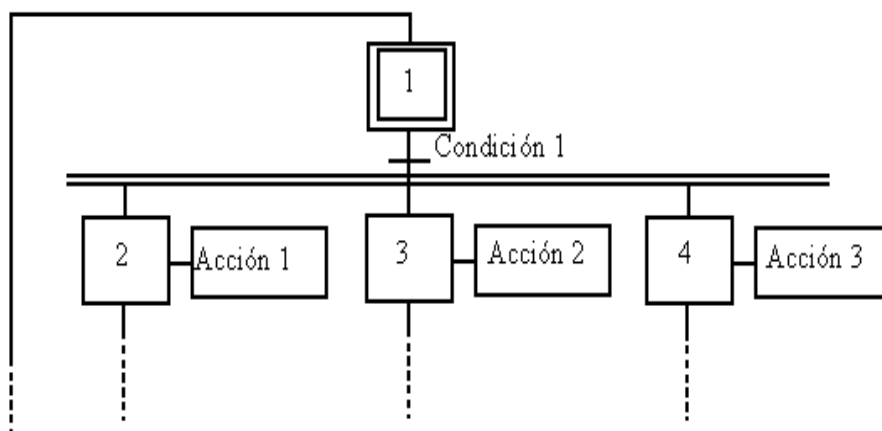
Figura 2 GRAFCET con direccionamiento



FUENTE: <http://es.wikipedia.org/wiki/GRAFCET>

**2.1.5.3 Simultáneas** corresponden a la operación lógica “y” en la cual varios procesos pueden ser ejecutados a partir de una misma condición de transición, como lo muestra la figura 3 en la cual una misma transición o condición activa 3 etapas simultáneamente.

Figura 3. Secuencias simultáneas



FUENTE: <http://es.wikipedia.org/wiki/GRAFCET>

“En los casos de tareas simultáneas (árbol abierto por doble línea horizontal.), la etapa

siguiente al cierre solo podrá iniciarse cuando TODAS las etapas paralelas hayan terminado”. (FUNDACION WIKIPEDIA, INC., 2015)

## 2.2 HMI (Human Machine Interface).

Es la manera mediante la cual las personas interactuamos con las máquinas, anteriormente se lo hacía mediante paneles de control Figura 1, luces, botones etc. Con el avance de la tecnología y la inclusión de medios electrónicos para el control de procesos se ha abierto una nueva y más eficaz forma de interacción como los son el control SCADA, Pantallas *touch* y aplicaciones para dispositivos móviles, que abaratan costos y tiempo en la instalación e implementación.

Figura 4 Consola de control



**Fuente:** Autor

**2.2.1 Comunicación** la comunicación del Plc con los demás dispositivos es el lenguaje mediante el cual interactúan y se la realiza mediante los puertos de enlace dispuestos para tal propósito, de esta manera tenemos la comunicación *modbus* mediante el puerto 502, el puerto TCP 102 ó protocolos de transmisión, que garantiza el traspaso y admisión de paquetes de datos de acuerdo al orden según el cual se hayan generado, entre el servidor (PLC) y el cliente (Sistemas Scada, HMI, etc.).

**2.2.2** *Profinet* “es el estándar abierto y no propietario basado en Industrial Ethernet, permite un acceso directo y transparente desde el nivel de gestión hasta el nivel de campo. Para ello PROFINET apuesta por los estándares establecidos de las tecnologías de la información y soporta TCP/IP sin ningún tipo de restricciones” (SIEMENS, 2005)

“Permite una comunicación homogénea con la ingeniería cubriendo toda la planta industrial y de gestión apoyando las tecnologías de la información hasta el nivel del campo.” (ENGINEERING THE WORLD FROM PARAGUAY., 2010)

“Ethernet se ha establecido como estándar para la comunicación en oficinas. Gracias a su gran aceptación en el mercado, Ethernet ha continuado perfeccionándose, por ejemplo, en lo relativo a velocidades de transmisión. Para aprovechar Ethernet y cumplir los altos requisitos impuestos por la industria, PROFINET aprovecha esta base para integrar dispositivos desde el nivel de campo al nivel de gestión, combinando así las prestaciones industriales con la homogeneidad y transparencia de los sistemas de comunicación de la empresa” (SIEMENS, 2005)

**2.2.2.1** *La propuesta de valor de PROFIBUS* “es imperativamente alta, lo que permite reducir costes y mejorar los resultados de negocio en todo el ciclo de vida de una planta. Lo hace en muchas formas” (Profibus, 2013), algunas de las cuales son:

- “En la etapa de ingeniería simplifica el diseño de la planta, elimina el cableado duro y requiere menos hardware, conduce a la rápida puesta en marcha y menores costes.” (Profibus, 2013)
- “Ayuda a lograr una mayor productividad y mayor calidad de los productos a través de la entrega de datos mejores y más oportunos a las operaciones y el personal de administración.” (Profibus, 2013)
- “Soporta mejor el diagnóstico, por lo que la puesta en marcha es mucho más rápida.” (Profibus, 2013)
- “Es compatible con estrategias de gestión de activos avanzadas que permiten a las

plantas y a los equipos una mejor gestión y un mejor mantenimiento.” (Profibus, 2013)

**2.2.2.2** *Qué cosas más agrega Profinet.* “como ya se explicó la interconexión de nivel de campo funcionando bajo Ethernet, pero no viendo como un funcionamiento Ethernet tradicional con muchos problemas en las interconexiones, sino que una Ethernet especializada que posibilita el mejor manejo de las respuestas del sistema frente a eventos y el dominio de las prioridades que se requieran para que los dispositivos como PLCs y otros equipos industriales puedan funcionar en Tiempo Real. Es preciso recordar que los sistemas informáticos tienen dificultades para funcionar en Tiempo Real, desde los sistemas operativos mismos que producen muchas veces retardos o las mismas aplicaciones, es decir no pueden funcionar correctamente en su gran mayoría en tiempo real, y los PLCs (y otros equipos) no pueden y no deben tener retardos por los efectos dañinos que la no respuesta en tiempo real generaría. Por tanto, Profinet asegura las respuestas en tiempo real que son definidos por ingenieros en el proceso de diseño y puesta a punto de las instalaciones que permitan las respuestas en tiempo real adecuadas y funcionando en Ethernet conviviendo con sistemas de redes estándares, y sistemas de gestión tradicionales.” (ENGINEERING THE WORLD FROM PARAGUAY., 2010)

**2.2.2.3** *Seguridad integrada.* “PROFINET cumple también todos los requisitos para una completa seguridad para las personas, máquinas y el medio ambiente. A este respecto, PROFI-safe permite la utilización de una misma red para la comunicación estándar y para la comunicación segura, todo en un solo cable”. (SIEMENS, 2005)

“Profinet ha tomado los estándares en cuanto a los sistemas de seguridad de redes incorporando toda la tecnología que más ha logrado satisfacción en cuanto a *performance* y resultados han comprobado que realmente son las mejores y que funcionan. Entonces, seguridad es un punto que se ha tenido en cuenta, esta necesidad fue cubierta, especialmente a los requerimientos de industrias de automatización en el área de industrias de automóviles, que ha demandado la seguridad tanto empresarial como industrial. “ (ENGINEERING THE WORLD FROM PARAGUAY., 2010)

“Que podamos contar con equipos de diferentes fabricantes y lo más importante que

puedan funcionar en conjunto bajo un mismo concepto y en una red integrada, que aporte de beneficio ya que las operaciones industriales y empresariales puedan estar más íntimamente ligados y así poder integrar los procesos industriales de una mejor manera, incluso yendo un poco más hacia una visión de que podamos interconectar varias líneas de procesos incluso sin limitaciones físicas, que quiere decir eso, que podamos interconectar los procesos industriales incluso de instalaciones que no están próximamente en la misma área de influencia, es decir que se puedan conectar de regiones a regiones, con algún motivo de sincronizar ciertas tareas”. (ENGINEERING THE WORLD FROM PARAGUAY., 2010)

**2.2.2.4** *Red Wifi* es la sigla para *Wireless Fidelity* (Wi-Fi), que literalmente significa Fidelidad inalámbrica. Es un conjunto de redes que no requieren de cables y que funcionan en base a ciertos protocolos previamente establecidos. Si bien fue creado para acceder a redes locales inalámbricas, hoy es muy frecuente que sea utilizado para establecer conexiones a Internet.” (redwifi, 2011)

“En la actualidad, los estándares certificados por WIFI son muy populares en todo el mundo. Este crecimiento amenaza la disponibilidad del espectro radioeléctrico, sobre todo cuando las conexiones deben concretarse a más de 100 metros de distancia (lo que aumenta el riesgo de interferencias).” (Definicion.de, 2008)

“Para contar con este tipo de tecnología es necesario disponer de un punto de acceso que se conecte al módem y un dispositivo Wifi conectado al equipo. Aunque el sistema de conexión es bastante sencillo, trae aparejado riesgos ya que no es difícil interceptar la información que circula por medio del aire. Para evitar este problema se recomienda la encriptación de la información (redwifi, 2011)

**2.2.3** *HMI o SCADA* “están relacionados entre sí en la medida en que uno o varios HMI’s son subconjuntos o componentes de un sistema SCADA. Además, un DCS o Sistema de Control Distribuido es muy similar a un sistema SCADA, y también puede utilizar uno o más HMI’s también. Todos estos componentes son clases de, o describen partes de, un ICS o Sistema de Control Industrial, que es la descripción general de la automatización. En los sistemas de control modernos, hay una gran cantidad de tecnología y funcionalidad entre estas dos clases de ICS s. HMI o interfaz



hombre-máquina es simplemente la manera en que los humanos interactúan con las máquinas.” (mcorley, 2013)

**2.2.3.1** *Interfaces táctiles, doble táctil y multitáctil* “el ámbito de la interacción del operario con la pantalla es uno de los pocos casos en los que el sector industrial pareció tomar la delantera al mercado de consumo. Las pantallas táctiles comenzaron en maquinaria bastante antes que en nuestras casas, en parte a la imposibilidad en muchos entornos industriales del uso de los muy expandidos teclados y ratones. De todas formas hemos sentido, hasta ahora, el rechazo de muchas personas y empresas a la tecnología táctil debido a su injustificada fama de producto frágil y poco apropiado a las condiciones de trabajo de las empresas, por la rudeza y agresividad de ambiente.” (Interempresas)

“Los cristales táctiles en sus diferentes tecnologías tales como resistivas, capacitivas o SAW (ondas acústicas), son un componente robusto y duradero frente a los delicados ratones o teclados estándar. Por supuesto hay que tomar ciertas precauciones como los productos químicos agresivos o las ralladuras, pero esto también es aplicable al resto de dispositivos. Si es caso, el único inconveniente claro de las interfaces táctiles es la mayor complicación de su sustitución frente a teclados y ratones. Por otra parte las pantallas táctiles permiten una interacción gráfica excelente frente a otras opciones de interfaz, mucho más intuitivo. Los armarios son mucho más compactos al eliminar complicadas placas de pulsadores y huecos para teclados.” (Interempresas)

Un Sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) como su nombre lo indica es un sistema de control industrial, aunque hoy en día es muy común verlos en sistemas domésticos de *DOMOTICA* la cual es otra aplicación del sistema SCADA que consiente el control directo de un sistema automatizado o tan solo la comunicación entre uno o más de los siguientes:

- Redes de automatización industrial y máquinas.
- Telemetría y control remoto utilizando comunicaciones continuas o ráfaga.
- Sistemas de Control de Procesos y Control de Procesos Estadísticos.
- Sistemas de Adquisición de Datos (**DAQ** s).
- Históricos y Servidores de almacenamiento de datos.

- Sistemas de Control Industrial utilizando PLCs.
- Sistemas del entorno empresarial, tales como sistemas.
- Entorno de Computación de Nube Industrial.
- Sistemas de Seguridad y Procesos.
- Seguridad de máquina local
- Seguridad y control de procesos
- Conectividad empresarial o global.

“Un sistema SCADA puede estar conectado continuamente a todos los componentes en el ICS, o puede estar intermitentemente conectado a algunos o todos, y se actualiza con una ráfaga de comunicación a través de módems de radio o celular (tecnologías 2G, 3G o 4G, CDMA y GSM) a los dispositivos y equipos de campo. Un sistema SCADA suele tener uno o más servidores SCADA que contienen una aplicación que está/están comunicando con una ejecución en conjunto con componentes inteligentes tales como PLCs y / o RTU, o posiblemente incluso a distancia, independientemente del sistema SCADA.” (mcorley, 2013)

Un Sistema de Control Industrial como se describe puede conectarse entre sí a través de (uno o más de los siguientes) conexiones en serie, redes propietarias y/o Ethernet, LAN, WLAN y/o la nube y puede incluir componentes externos ampliamente dispersos y/o instalaciones; incluir procesos tales como sistemas MES (Sistema de Ejecución de Manufactura) y ERP (Planificación de recursos empresariales), Control de procesos y datos de historiadores. (mcorley, 2013)

Como podemos darnos cuenta que la automatización consta de 2 partes bien definidas, *hardware* y *software*.

**2.2.4 Tipos de Variables.** La implementación de un sistema industrial, automatizado no sería viable sin variables, las cuales pueden ser controladas, monitoreadas o censadas, de esta manera un PLC consta de dos tipos de variables.

**2.2.4.1 Entradas.** “la sección de entradas mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.” (MASER GRUPO TECNOLÓGICO, 2001)

“Las interfaces establecen la comunicación entre la unidad central y el proceso, filtrando, adaptando y codificando de forma comprensible para dicha unidad las señales procedentes de los elementos de entrada” (linux0, 2010).

**2.2.4.2 Entradas Digitales** “las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de On/Off (1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente). Los botones e interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta. Las señales discretas son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off. Un PLC puede utilizar 24V de corriente continua en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off. Inicialmente los PLC solo tenían E/S discretas.” (mural, 2008)

**2.2.4.2 Entradas Analógicas** “las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos. Por ejemplo, una entrada de 4-20 mA o 0-10 V será convertida en enteros comprendidos entre 0-32767” (mural, 2008)

**2.2.5 Salidas.** “la sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relés... aquí también existen unos interfaces de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos.” (MASER GRUPO TECNOLÓGICO, 2001)

**2.2.5.1 Salidas Digitales.** “un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los pre-accionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada. El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.” (MASER GRUPO TECNOLÓGICO, 2001)

**2.2.5.2 Salidas Analógicas.** “los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad.

Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómatas solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo). Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura... permitiendo al autómatas realiza funciones de regulación y control de procesos continuos.” (MASER GRUPO TECNOLÓGICO, 2001)

### **2.3 Criterios para la selección de la Pantalla *Touch*.**

Para seleccionar el dispositivo más acorde a nuestras necesidades será necesario tener en cuenta los requerimientos de nuestro proyecto que son:

- Número de variables admisibles en el dispositivo.
- Conexión PROFINET.
- Número de imágenes configurable.
- Compatibilidad con el Plc S7 1200.
- Bajo costo, Buena resolución, Ergonómico.
- Configurable con el software TIA Portal V13.
- Táctil.
- Buena visualización.
- Compacto

### **2.4 Criterios para la selección del software para la Tablet.**

De la misma manera se estableció los requerimientos del software que vamos a usar según nuestras necesidades, las cuales son:

- Compatible con s71200
- Manejo intuitivo
- Fácil conexión
- Comunicación estable
- Comunicación cliente/servidor

- Soporte técnico
- Información disponible
- Programación desde el dispositivo
- Compatible con androide.
- Estético.
- Visualización.
- Simplicidad en el manejo del proceso.

## CAPÍTULO III

### 3. IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL MÓDULO DE LLENADO DE BOTELLAS Y MONITOREO EN TABLET POR CONEXIÓN WLAN

Para garantizar el correcto funcionamiento del control SCADA es importante garantizar el correcto funcionamiento mecánico y eléctrico

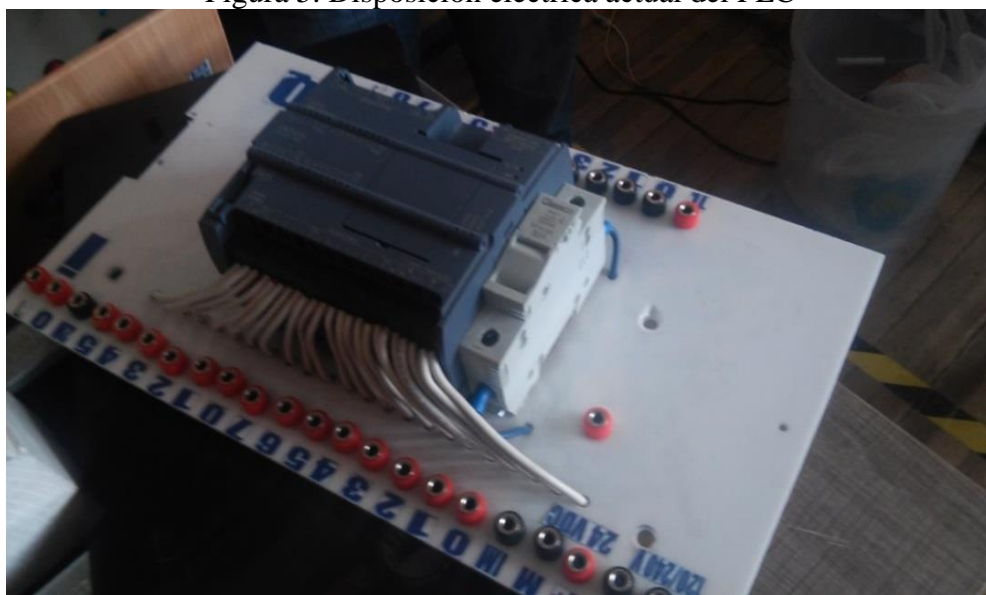
#### 3.1 Redistribución eléctrica

El módulo de llenado de botellas no contaba con una buena instalación eléctrica debido a una mala distribución y disposición del circuito eléctrico.

Otro grave problema fue la gran cantidad de cables necesarios para su conexión, debido a su tablero de control desmontable, lo que conlleva un gran esfuerzo y pérdida de tiempo al momento de intentar ponerlo en funcionamiento, así como a una posible mala conexión eléctrica arriesgando de esta manera los bienes de la Escuela de Ingeniería Industrial. Figura 5 Disposición eléctrica actual del PLC

Por lo anteriormente expuesto se procedió a documentar las condiciones del módulo envasador de botellas.

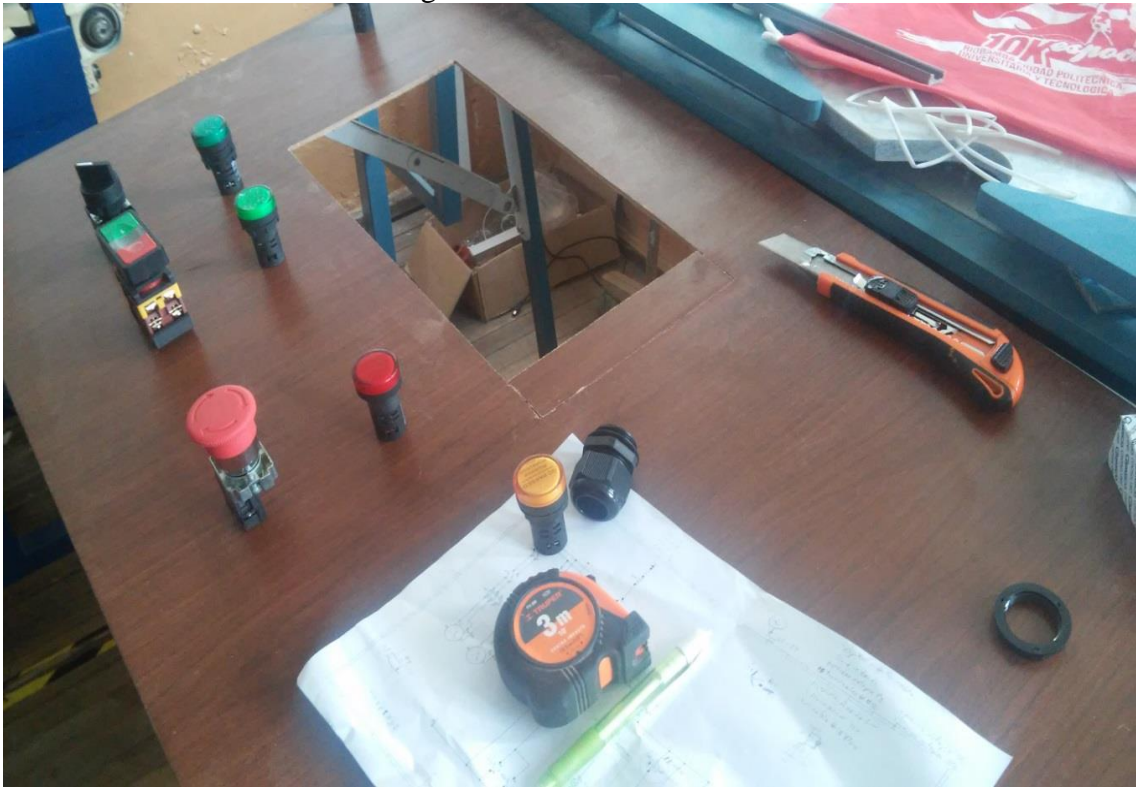
Figura 5. Disposición eléctrica actual del PLC



Fuente: Autor

Además el tablero de control se encontraba en pésimas condiciones y la gran cantidad de cables sueltos y elementos móviles de los cuales disponía, lo convertían en un verdadero rompecabezas faltándole inclusive varios elementos para su funcionamiento al momento de intentar ponerlo en marcha, como muestra la figura 6.

Figura 6 Tablero de control



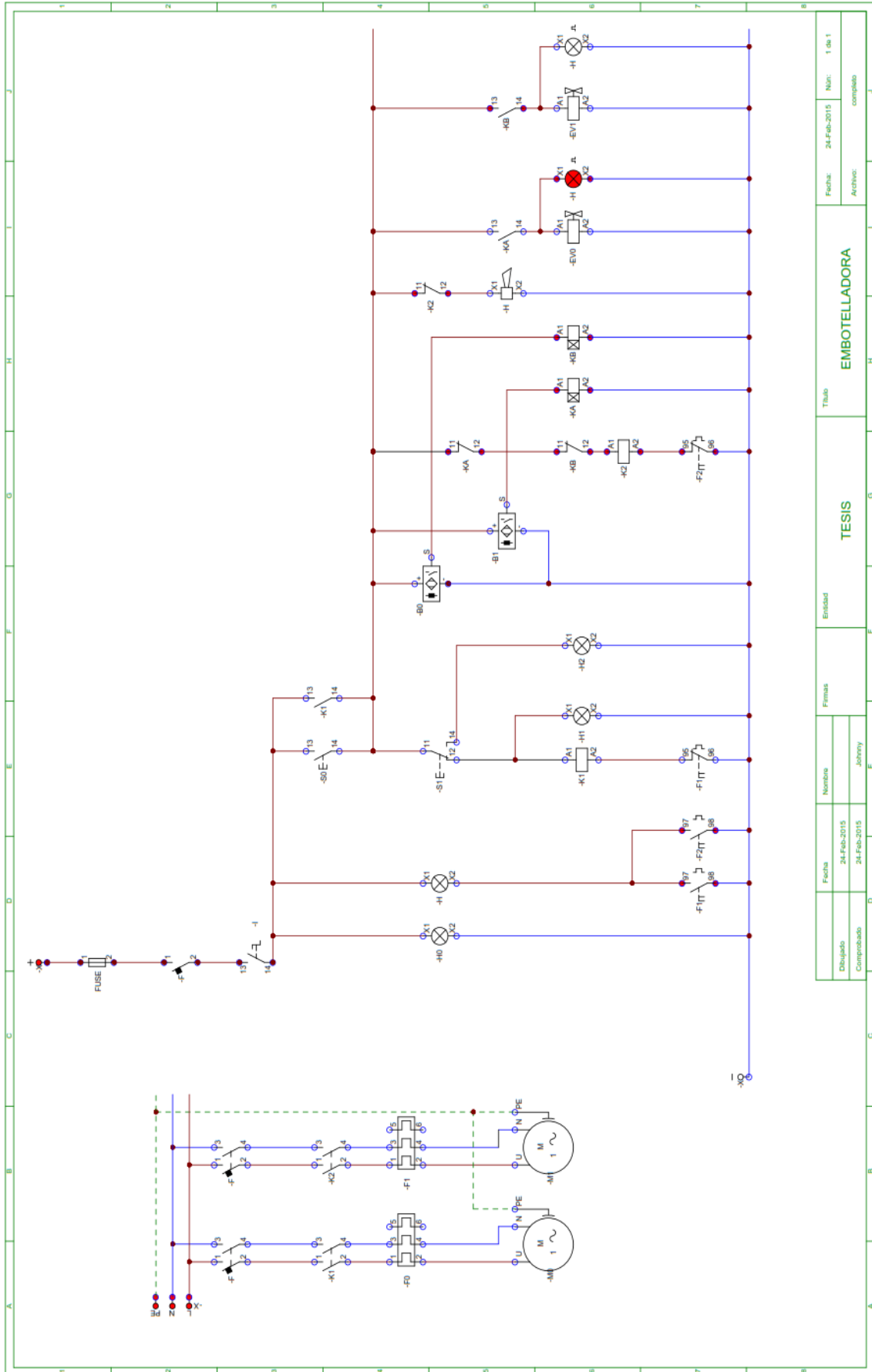
Fuente: Autor

Otro inconveniente fue que no se encontraba claramente identificado a la etapa de control con respecto a la de potencia, además de no disponer de un diagrama eléctrico para establecer su funcionamiento, correcta interconexión de los elementos que lo conforman y así poder esclarecer dudas con respecto a la instalación, funcionamiento y mantenimiento del mismo.

Debido a esta gran cantidad de inconvenientes se torna imposible proceder a establecer un sistema SCADA, sin antes identificar, planificar y corregir la distribución de mando y potencia del módulo, ya que cualquier intento de hacerlo resultaría infructuoso, engorroso o poco productivo

Por lo cual se procedió a diseñar y simular un circuito eléctrico funcional, seguro y eficiente que garantice la fiabilidad del funcionamiento.

# Diagrama1 Disposición eléctrica



Fecha	24-Feb-2015	Núm.	1 de 1
Activado		completo	
<b>EMBOTELLADORA</b>			
<b>TESIS</b>			
Fecha	24-Feb-2015	Nombre	Johnny
Comprobado	24-Feb-2015	Johnny	



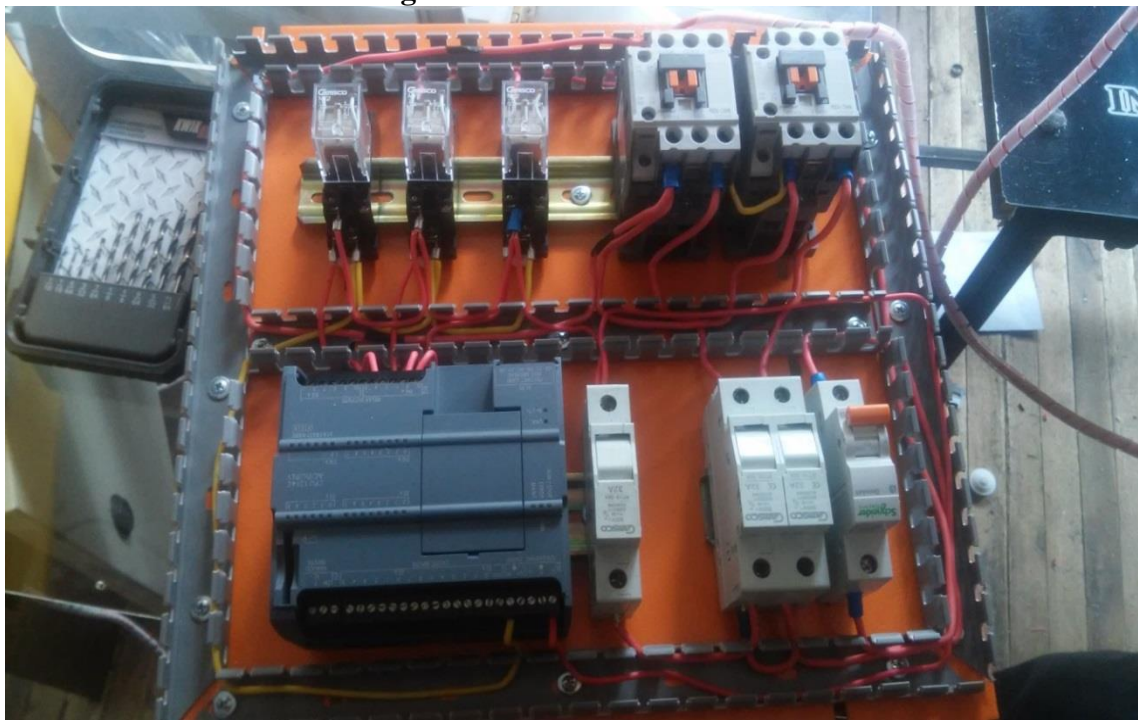
Una vez establecido el diagrama eléctrico, se identificó los componentes necesarios y se procedió a la implementación de la nueva distribución de la etapa de control y potencia del módulo como muestran las figuras siguientes.

Figura 7 Instalación del gabinete



Fuente: Autor

Figura 8 Distribución eléctrica



Fuente: Autor

Figura 9 Distribución final de la etapa de control y potencia



Fuente: Autor

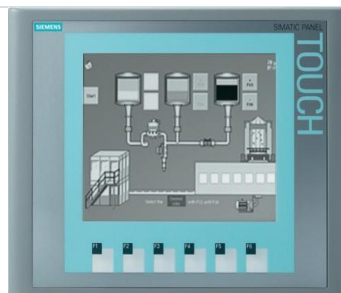
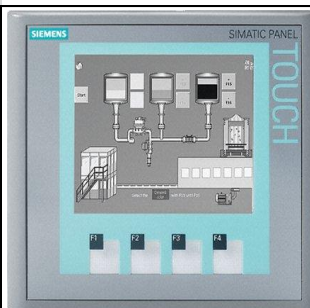
Una vez armada he instalada la nueva distribución eléctrica de control y potencia, se procedió a energizar y revisar la instalación mediante la utilización de un comprobador de corriente y de un multímetro, gracia a la buena distribución y disposición eléctrica se torna sencillo la comprobación de que la instalación se encuentra en perfecto estado y lista para comenzar con la etapa de programación en el *software* TIA PORTAL, la selección de la pantalla HMI, la selección del *software* para dispositivo Android e implementación del control wifi del módulo de llenado de botellas.

### 3.2 Selección de la pantalla HMI Siemens

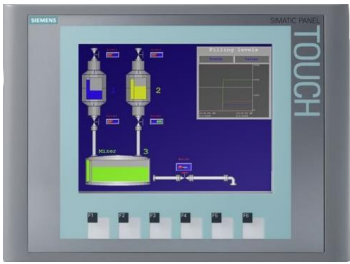
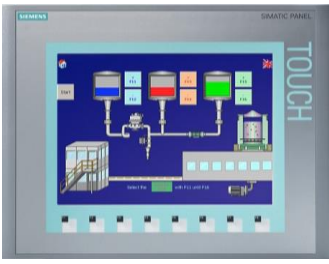
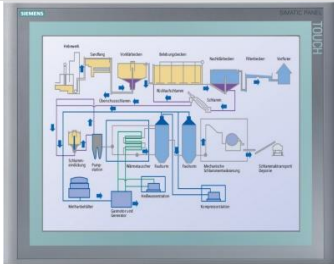
Debido a la gran variedad de pantallas *touch* tanto en la resolución, tamaño, capacidad y versatilidad, se ha decidido que para evaluar el mejor dispositivo se realizará una tabla de ponderación por puntos, la cual nos ayudará a identificar el dispositivo más acorde de acuerdo a los requerimientos y necesidades de nuestro proyecto como muestra la tabla siguiente.

Tabla 2. Selección de la pantalla touch.

SELECCIÓN DE LA PANTALLA TOUCH		
MEDIANTE PONDERACION POR PUNTOS		
TIPO HMI	KP300 BASIC MONO	Ponderación
N° de variables por equipo	250	0
Profinet	Si	1
N° de imágenes configurables	50	1
Acoplamiento al proceso con S7-1200	Si	1
Bajo costo	Si	1
Resolucion 252	No	0
Ergonomico	Si	1
Configuración con step7 (Tia Portal)	si	1
Manejo Táctil	No	0
Buena visualización del proceso	No	0
Compacto	Si	1
<b>Total</b>		<b>7</b>
TIPO HMI	KP400 BASIC MONO	Ponderación
N° de variables por equipo	250	0
Profinet	Si	1
N° de imágenes configurables	50	1
Acoplamiento al proceso con S7-1200	Si	1
Bajo costo	Si	1
Resolucion 252	No	0
Ergonomico	Si	1
Configuración con step7 (Tia Portal)	Si	1
Manejo Táctil	Si	1
Buena visualización del proceso	Si	1
Compacto	SI	1
<b>Total</b>		<b>9</b>
TIPO HMI	KTP 400 BASIC COLOR	Ponderación
N° de variables por equipo	500	1
Profinet	Si	1
N° de imágenes configurables	50	1
Acoplamiento al proceso con S7-1200	Si	1
Bajo costo	Si	1
Resolucion 252	Si	1
Ergonomico	Si	1
Configuración con step7 (Tia Portal)	Si	1
Manejo Táctil	Si	1
Buena visualización del proceso	SI	1
Compacto	Si	1
<b>Total</b>		<b>11</b>
TIPO HMI	KTP 600 BASIC MONO	Ponderación
N° de variables por equipo	500	1
Profinet	Si	1
N° de imágenes configurables	50	1
Acoplamiento al proceso con S7-1200	Si	1
Bajo costo	Si	1
Resolucion 252	No	0
Ergonomico	Si	1
Configuración con step7 (Tia Portal)	Si	1
Manejo Táctil	Si	1
Buena visualización del proceso	Si	1
Compacto	Si	1
<b>Total</b>		<b>10</b>





TIPO HMI	KTP 600 BASIC COLOR	Ponderación	
N° de variables por equipo	500	1	
Profinet	Si	1	
N° de imágenes configurables	50	1	
Acoplamiento al proceso con S7-1200	Si	1	
Bajo costo	No	0	
Resolucion 252	Si	1	
Ergonomico	Si	1	
Configuración con step7 (Tia Portal)	Si	1	
Manejo Táctil	Si	1	
Buena visualización del proceso	Si	1	
Compacto	Si	1	
<b>Total</b>		<b>10</b>	
TIPO HMI	KTP 1000 BASIC COLOR DP	Ponderación	
N° de variables por equipo	500	1	
Profinet	Si	1	
N° de imágenes configurables	50	1	
Acoplamiento al proceso con S7-1200	Si	1	
Bajo costo	No	0	
Resolucion 252	Si	1	
Ergonomico	Si	1	
Configuración con step7 (Tia Portal)	Si	1	
Manejo Táctil	Si	1	
Buena visualización del proceso	Si	1	
Compacto	No	0	
<b>Total</b>		<b>9</b>	
TIPO HMI	KTP 1000 BASIC COLOR PN	Ponderación	
N° de variables por equipo	500	1	
Profinet	Si	1	
N° de imágenes configurables	50	1	
Acoplamiento al proceso con S7-1200	Si	1	
Bajo costo	No	0	
Resolucion 252	Si	1	
Ergonomico	Si	1	
Configuración con step7 (Tia Portal)	Si	1	
Manejo Táctil	Si	1	
Buena visualización del proceso	Si	1	
Compacto	No	0	
<b>Total</b>		<b>9</b>	

Fuente: Autor

Tabla 3. Resumen de ponderación.

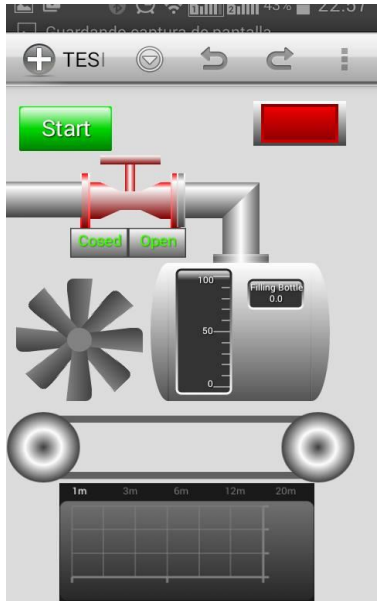
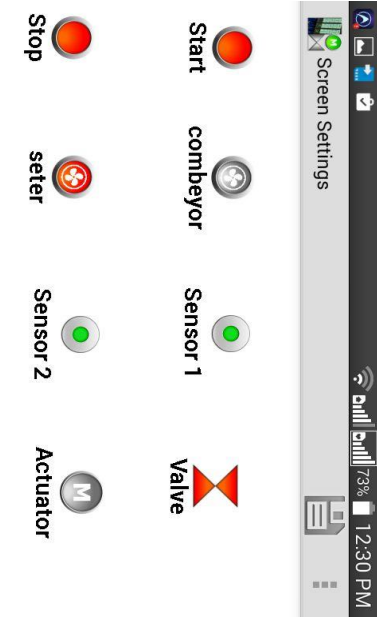
RESUMEN DE PONDERACIÓN						
KP300 BASIC MONO	KTP 400 MONO	KTP 400 COLOR	KTP 600 MONO	KTP 400 COLOR	KTP 1000 DP	KTP 100 PN
7	9	11	10	10	9	9


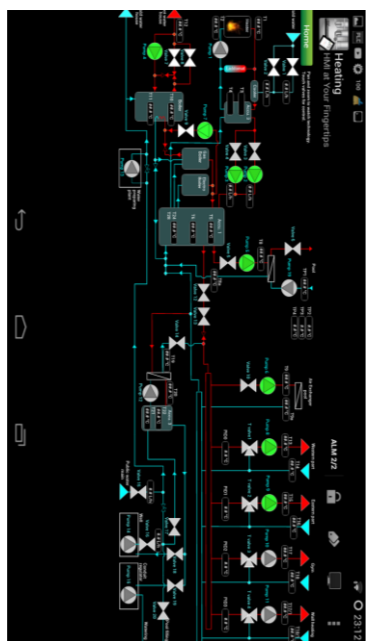
Fuente: Autor

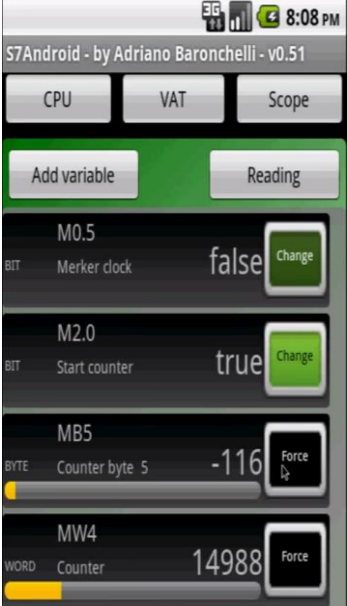
De esta manera podemos concluir que la pantalla KTP 400 Basic Color es la que más se ajusta a nuestras necesidades.

**3.2.1 Selección del Software.** La selección de un software adecuado toma un gran valor dentro del desarrollo de nuestro proyecto, no solo debido a la falta de información y de aplicaciones disponibles en el mercado, por tal motivo, para la selección del software procederemos de la misma manera que lo hicimos con la pantalla *touch*.

Tabla 4. Selección del software

SELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA ANDROID		
SOFTWARE		
TESLA SCADA	CRITERIO	VALORACIÓN
	Compatible con s71200	1
	Manejo intuitivo	0,4
	Fácil conexión	0,4
	Comunicación estable	0,5
	Comunicación cliente/servidor	0
	Soporte técnico	0,7
	Información disponible	0,3
	Programación desde el dispositivo	1
	Compatible con android	1
	Estético	1
	Visualización	1
	Simplicidad en el manejo del proceso	1
	<b>TOTAL</b>	<b>8,3</b>
SOFTWARE		
S7 PLC HMI	CRITERIO	VALORACIÓN
	Compatible con s71200	1
	Manejo intuitivo	1
	Fácil conexión	1
	Comunicación estable	1
	Comunicación cliente/servidor	1
	Soporte técnico	1
	Información disponible	1
	Programación desde el dispositivo	1
	Compatible con android	1
	Estético	0,5
	Visualización	0,6
	Simplicidad en el manejo del proceso	1
	<b>TOTAL</b>	<b>11,1</b>

SOFTWARE		
SCADA TOUCH	CRITERIO	VALORACIÓN
	COMPATIBLE CON S71200	1
	MANEJO INTUITIVO	1
	FÁCIL CONEXIÓN	0,4
	COMUNICACIÓN ESTABLE	0,2
	COMUNICACIÓN CLIENTE/SERVIDOR	1
	SOPORTE TÉCNICO	0
	INFORMACIÓN DISPONIBLE	0,2
	PROGRAMACIÓN DESDE EL DISPOSITIVO	1
	COMPATIBLE CON ANDROIDE	1
	ESTÉTICO	1
	VISUALIZACIÓN	1
	SIMPLICIDAD EN EL MANEJO DEL PROCESO	
	<b>TOTAL</b>	<b>7,8</b>
SOFTWARE		
mySCADA mobile	CRITERIO	VALORACIÓN
	Compatible con s71200	1
	Manejo intuitivo	0
	Fácil conexión	0,5
	Comunicación estable	1
	Comunicación cliente/servidor	1
	Soporte técnico	0,4
	Información disponible	0,3
	Programación desde el dispositivo	0
	Compatible con android	1
	Estético	1
	Visualización	1
	Simplicidad en el manejo del proceso	1
	<b>TOTAL</b>	<b>8,2</b>

SOFTWARE		
S7 Android	CRITERIO	VALORACIÓN
	Compatible con s71200	1
	Manejo intuitivo	1
	Fácil conexión	0,6
	Comunicación estable	1
	Comunicación cliente/servidor	1
	Soporte técnico	0,4
	Información disponible	0,5
	Programación desde el dispositivo	1
	Compatible con androide	1
	Estético	0,2
	Visualización	0,3
	Simplicidad en el manejo del proceso	0,6
	<b>TOTAL</b>	<b>8,6</b>
SOFTWARE		
PLC TOOLS	CRITERIO	VALORACIÓN
	Compatible con s71200	1
	Manejo intuitivo	0,8
	Fácil conexión	0,6
	Comunicación estable	0,5
	Comunicación cliente/servidor	1
	Soporte técnico	0,4
	Información disponible	0,4
	Programación desde el dispositivo	1
	Compatible con androide	1
	Estético	0,3
	Visualización	0,3
	Simplicidad en el manejo del proceso	0,3
	<b>TOTAL</b>	<b>7,6</b>

Fuente: Autor

Tabla 5. Resumen de ponderación.

RESUMEN DE PONDERACIÓN					
TESLA SCADA	S7 PLC HMI	SCADA TOUCH	mySCADA mobile	S7 Android	PLC TOOLS
8,3	11,1	7,8	8,2	8,6	7,6

Fuente: Autor

De esta manera llegamos a determinar que el software más idoneo para el presente trabajo es el S7 PLC con una puntuación de 11,1 siendo crucial la estabilidad de la comunicación.

### 3.3 Programación mediante el método GRAFCET del Plc del módulo

**3.3.1 Descripción del proceso** para la aplicación del método GRAFCET es necesario describir de una manera clara y sencilla los procesos a ser ejecutados por el módulo envasador así:

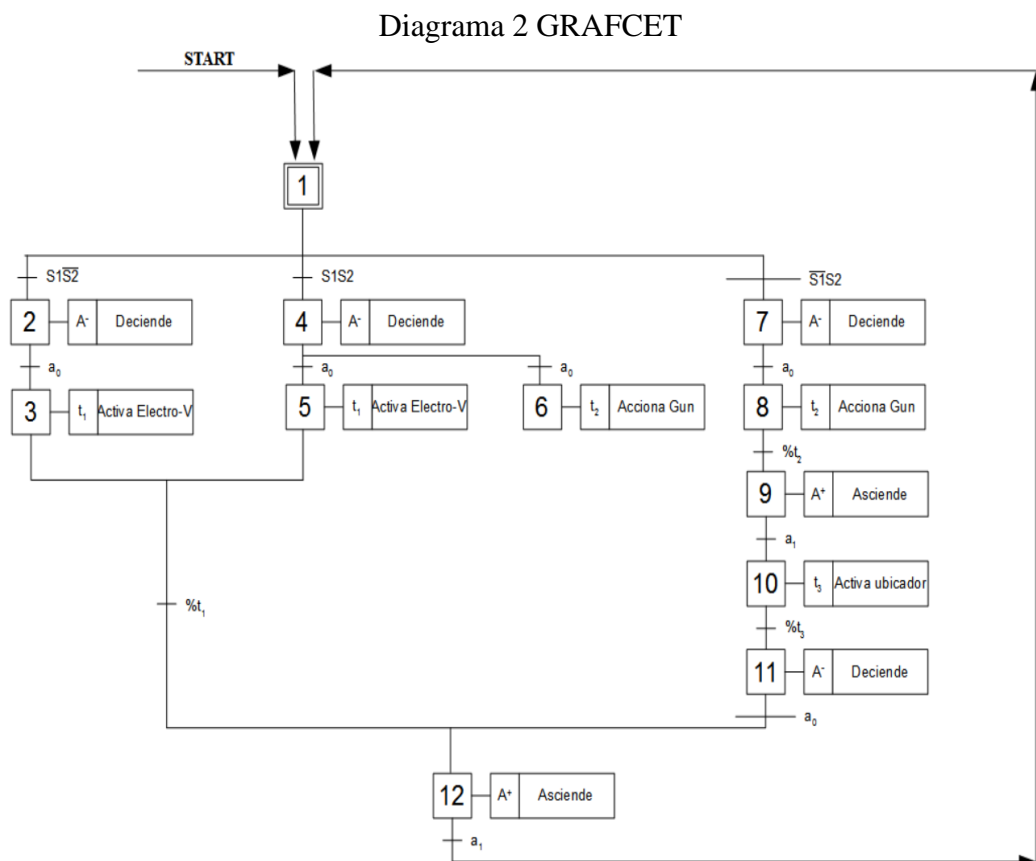
- Pulsamos “*Start*” y se enciende la banda transportadora y el motor que mueve el disco el cual hace rotar las botellas hasta que el sensor capacitivo (Sensor 1) detecta la presencia de una botella y se apaga el motor que mueve el disco de ubicación de botellas.
- Desciende el dosificador mediante el accionamiento del actuador neumático (A-), hasta que el final de carrera inferior nos envía la señal de haber llegado a su posición.
- Se activa la electro-válvula durante un tiempo “ $t_1$ ”, luego del cual asciende el dosificador (Actuador Neumático A+), hasta que el final de carrera superior nos de la señal que ha llegado el dosificador, para activar el motor de ubicación de botellas y evitar el descenso del dosificador debido a las transiciones que lo dejarían en un bucle infinito de ascenso y descenso, se dispondrá de un contador programado a “1” el cual será activado cuando el dosificador desciende por primera vez, luego de la cual bloqueara el descenso hasta que el sensor 1 deje de emitir la señal de presencia.
- Se enciende el motor de ubicación de botellas, hasta que el sensor 1 y 2 detecten



la presencia de botellas,

- Desciende el dosificador (A-), hasta que el final de carrera inferior nos envíe la señal.
- Se activan simultáneamente, la electro-válvula durante un tiempo "t1" y la pistola colocadora de tapas durante un tiempo "t2", transcurrido el tiempo "t2" asciende el dosificador (A+) hasta recibir la señal del final de carrera superior.
- Se activa un temporizador al estar el Sensor 1 sin censar y el Sensor 2 censado que mantiene encendido el motor que ubica las botellas en posición de llenado luego del cual desciende el dosificador para sellar la tapa y vuelve ascender inmediatamente marcando el fin del proceso.

**3.3.2 Diagrama GRAFCET** para garantizar un óptimo desempeño y mejor programación del PLC del módulo envasador de botellas se procedió a la elaboración de un diagrama GRAFCET como se muestra a continuación.



Fuente: Autor

**3.3.3 Generación de Ecuaciones** una vez realizado el diagrama GRAFCET procedemos a generar las ecuaciones que nos ayudaran al momento de programar el Plc.

$$M_1 = (\text{Start} + M_{12}a_1 + M_1\overline{M}_2)\overline{M}_4\overline{M}_7$$

$$M_2 = M_1S_1\overline{S}_2 + M_2\overline{M}_3$$

$$M_3 = M_2a_0 + M_2\overline{M}_1$$

$$M_4 = M_1S_1S_2 + M_4\overline{M}_5$$

$$M_5 = M_4a_0 + M_5\overline{M}_{12}$$

$$M_6 = M_4a_0 + M_6\overline{M}_{12}$$

$$M_7 = M_1\overline{S}_1S_2 + M_7\overline{M}_8$$

$$M_8 = M_7a_0 + M_8\overline{M}_9$$

$$M_9 = M_8\%t_2 + M_9\overline{M}_{10}$$

$$M_{10} = (M_9at_3 + M_{10}M_{11})t_3$$

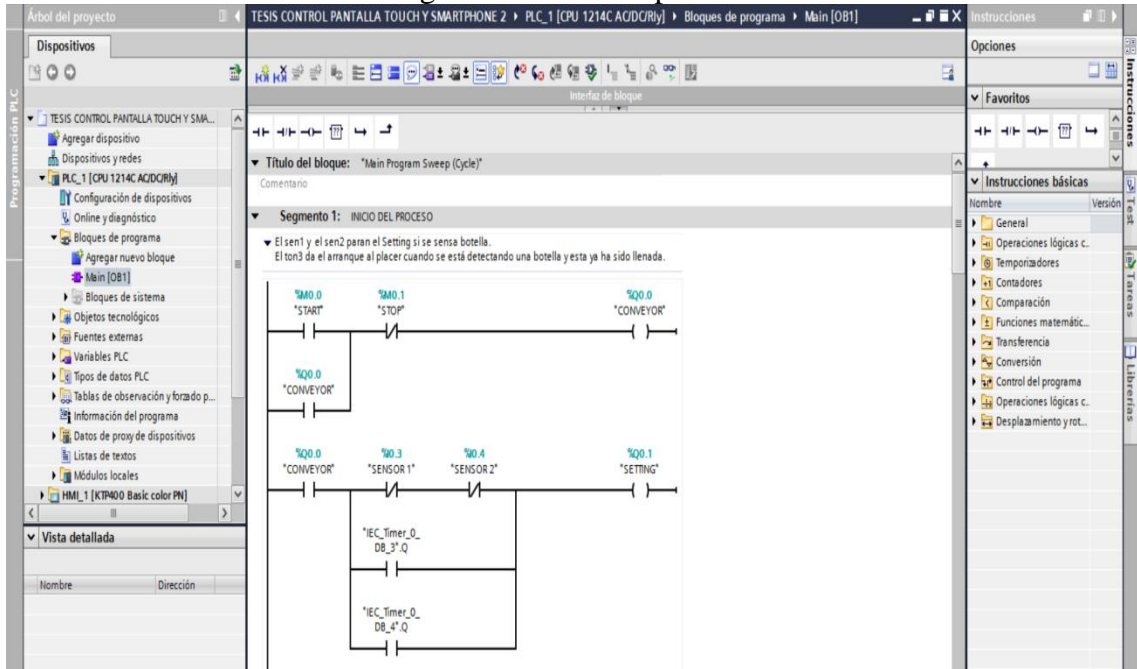
$$M_{11} = M_{10}\%t_3\overline{M}_1$$

$$M_{12} = (M_3 + M_5M_{11})t_1a_0 + M_{12}M_1$$

### 3.4 Programación del Plc S71200

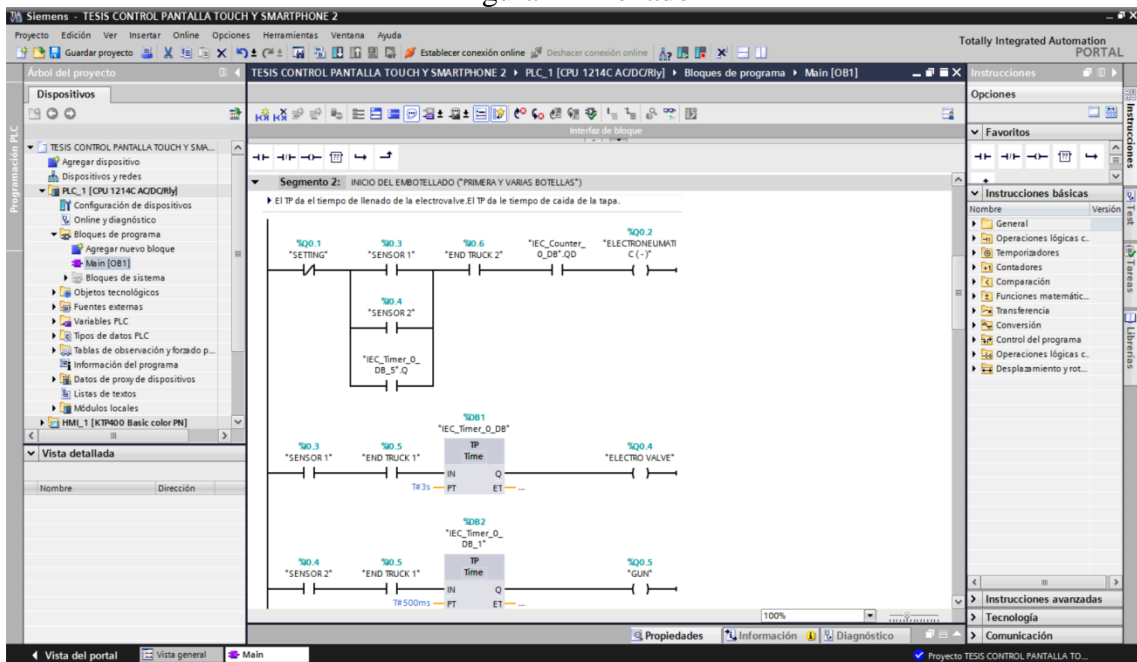
Una vez hemos realizado y revisado las ecuaciones el siguiente paso será llevarlas al software TIA Portal, para ello procedemos a abrir el software TIA Portal, a manera de ejemplo explicaremos como llevar a cabo la migración desde nuestro sistema de ecuaciones a la programación, entonces siguiendo el orden establecido de acuerdo a las ecuaciones, el inicio de nuestro proceso consta de la pulsación del botón de *start*, que el evento 12 se haya ejecutado y que el dosificador se encuentre en la parte superior, además como el inicio debe ser automático este también debe ser auto-enclavado a su propio evento, por esta razón es que se llama el evento uno a sí mismo, por ello es importante que se tenga en cuenta las condiciones necesarias para la ejecución de los eventos, quedándonos la siguiente programación.

Figura 10 Inicio del proceso



Fuente: Autor

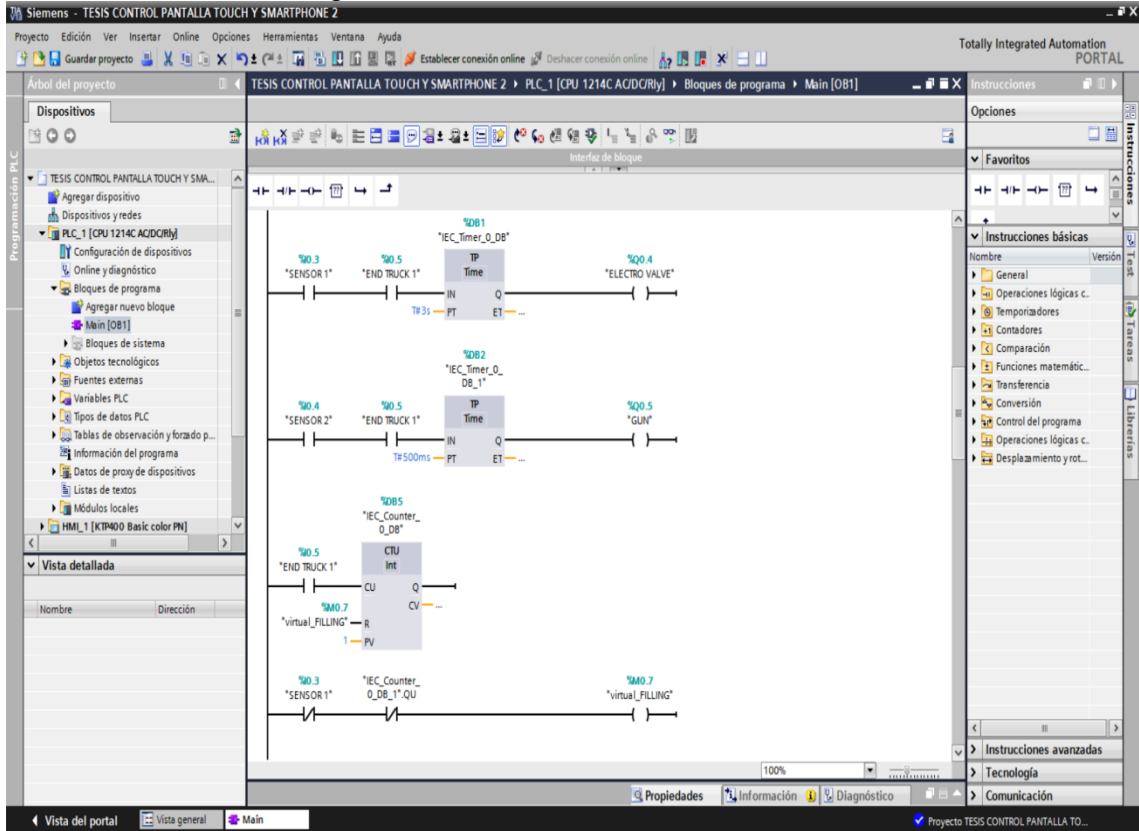
Figura 11 Llenado



Fuente: Autor

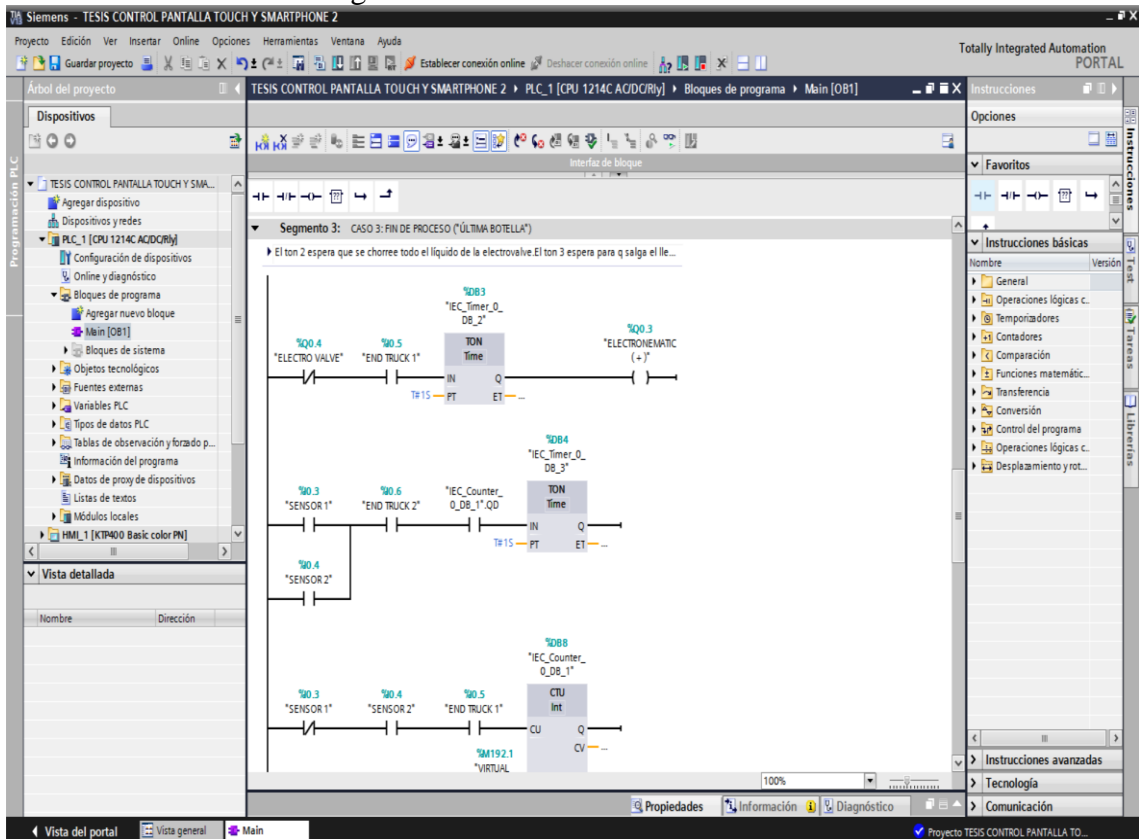
A pesar que el método GRAFCET es muy útil a la hora de programar no es 100% eficaz debido a que siempre se puede omitir alguna transición, como sucedió en nuestro caso que tuvimos que incluir dos contadores los cuales rompían el bucle infinito de ascenso y descenso del dosificador, como se puede observar en la figura 11, por tal motivo no se puede suponer que un programa se encuentra bien sin antes haberlo probado.

Figura 12 Activación de la electro-válvula



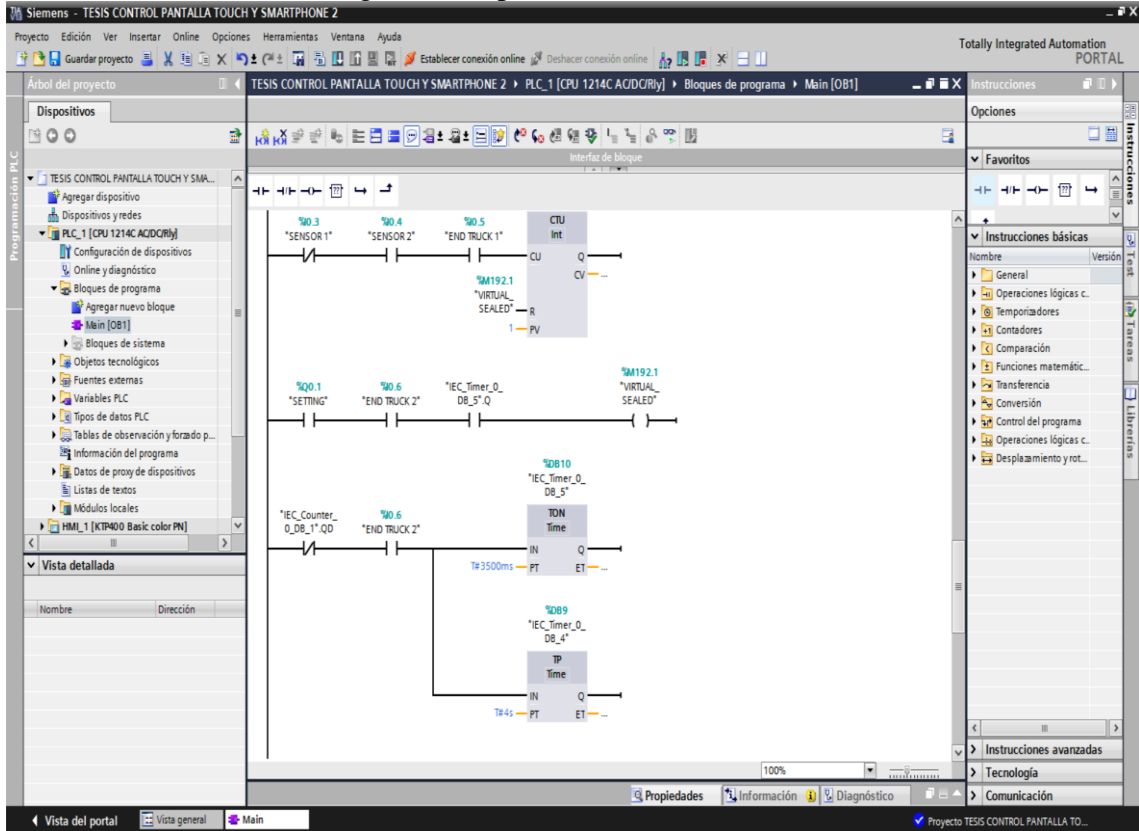
Fuente: Autor

Figura 13 Llenado de la última botella.



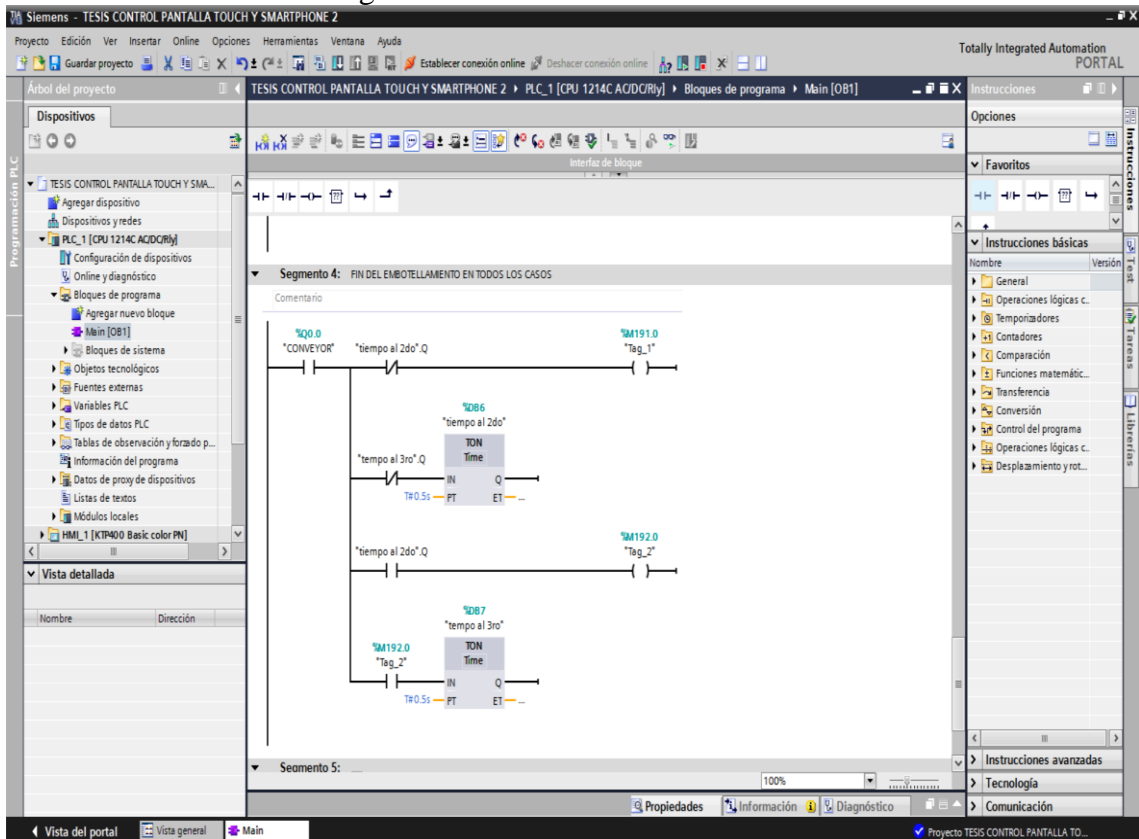
Fuente: Autor

Figura 14 Tapado de la última botella



Fuente: Autor

Figura 15 Sellado de la última botella



Fuente: Autor

### 3.5 Programación de la pantalla *touch*

3.5.1 *Agregar Dispositivo Touch* para ello debemos conocer el código de referencia de nuestro dispositivo, dicho código lo podemos encontrar ya sea dentro del catálogo o en la parte posterior del dispositivo, como lo muestra la figura 16

Figura 16 Código de referencia de la pantalla *touch*



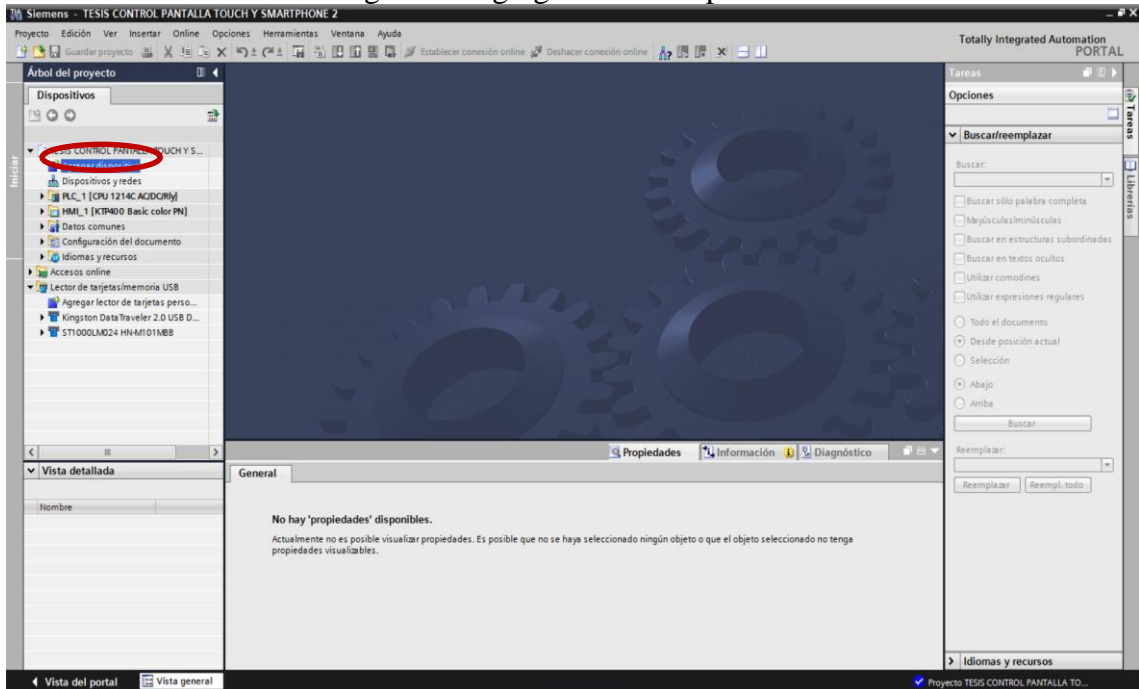
Fuente: Autor

Una vez que conocemos el código de referencia de nuestro dispositivo, debemos agregar dicho dispositivo a nuestro proyecto, en el cual nos disponemos a programar.

Para ello nos ubicaremos en la pestaña “Agregar nuevo dispositivo” como lo muestra la figura 17, debido a que el software TIA Portal no cuenta con un método de identificación automática, debemos realizar todo el proceso de agregar los dispositivos y la respectiva vinculación ente ellos de manera manual.

Este inconveniente es propio de los equipos Siemens, aunque realizar dicha labor puede llegar a ser un poco engorrosa no tiene por qué ser complicada, por ello se ha procedido a detallar de manera clara y concisa la manera correcta de vincular no solo las pantallas HMI sino cualquier tipo de CPU ya que el proceso a seguir se aplica de la misma manera en cualquier caso.

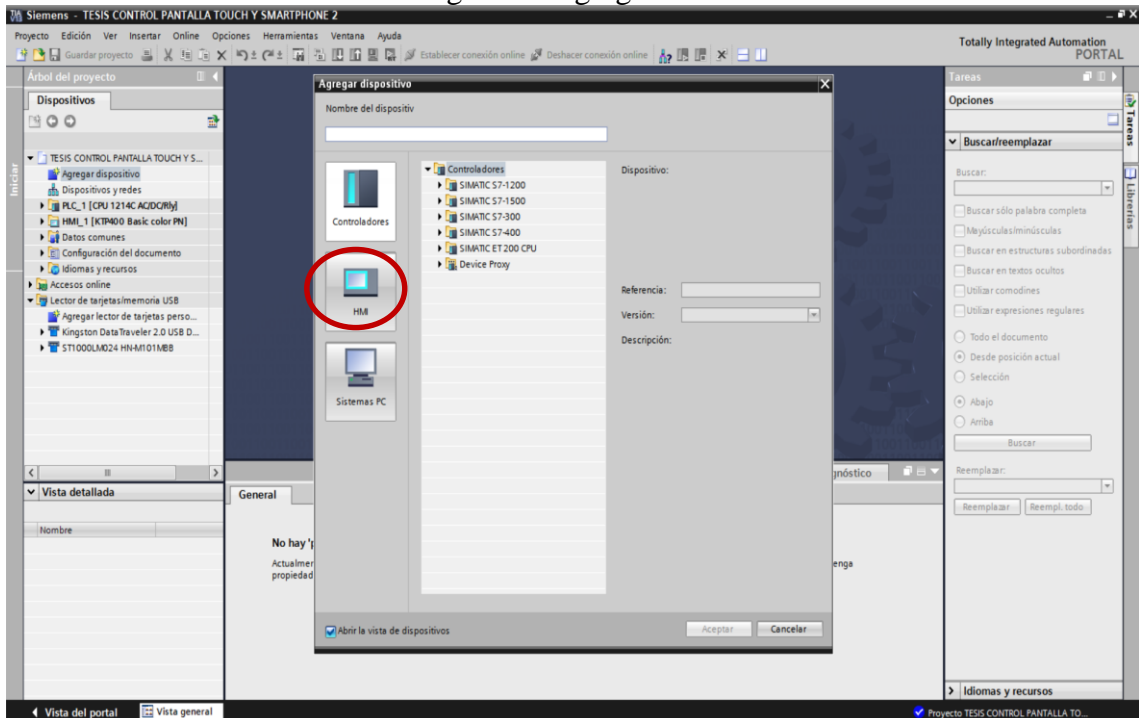
Figura 17 Agregar nuevo dispositivo



Fuente: Autor

Nos aparecerá una ventana en la cual escogemos HMI figura 18

Figura 18 Agregar HMI

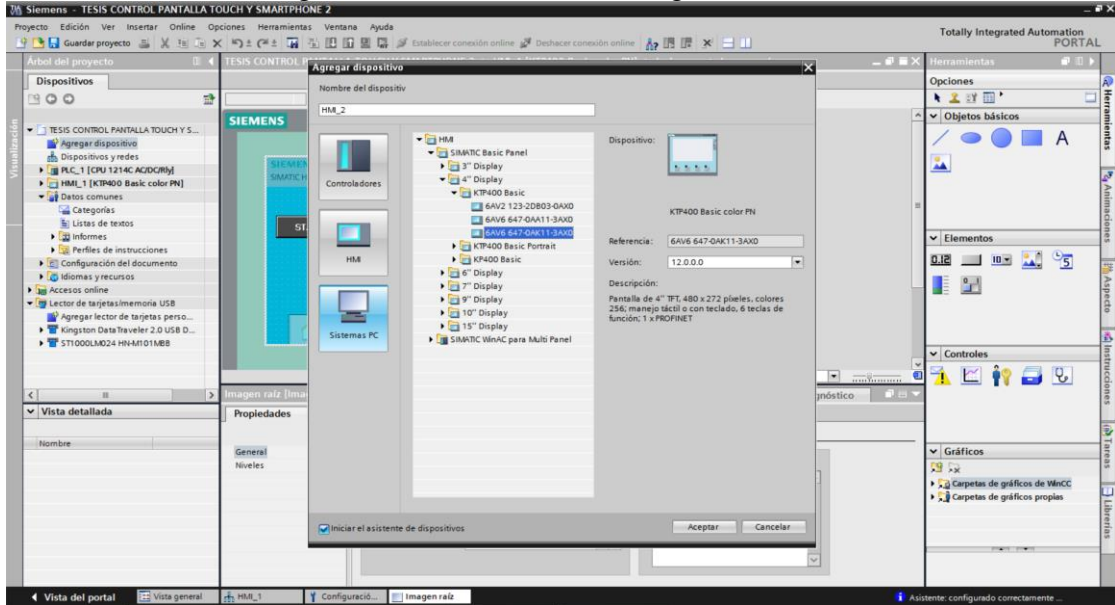


Fuente: Autor

Luego veremos la ventana figura 19, en la cual escogemos 4" Display, KTP 400 Basic y seleccionamos la referencia que corresponde a nuestro dispositivo y aceptamos.



Figura 19 Selección de HMI según referencia

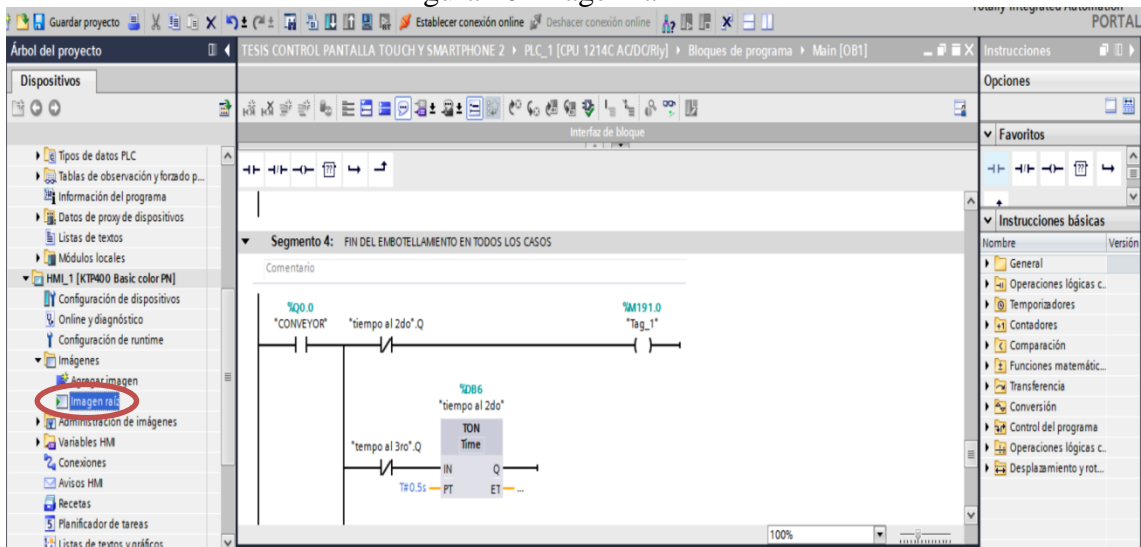


Fuente: Autor

Una vez que nuestro dispositivo ha sido agregado estamos listos para configurarlo de acuerdo a nuestras necesidades.

**3.5.2** *Asignación de variables y elementos de la pantalla touch* en el árbol de dispositivos nos ubicamos en HMI\_1 figura 20, nos vamos a imágenes y le damos click en imagen raíz.

Figura 20 Imagen raíz HMI

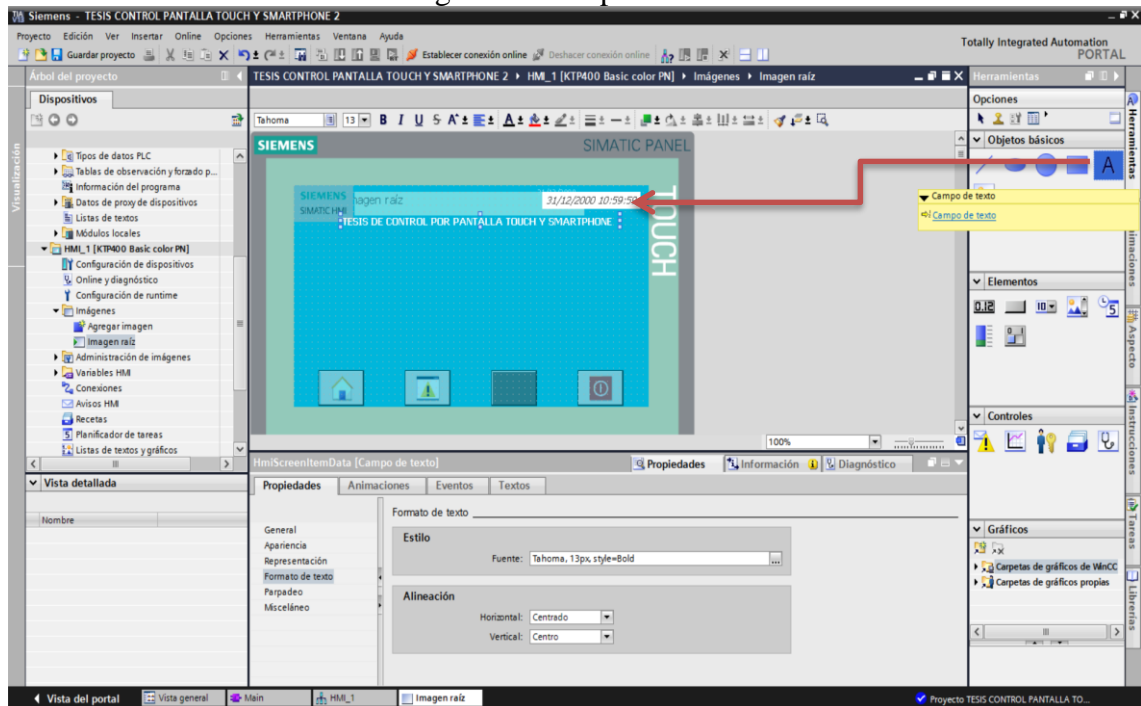


Fuente: Autor

Luego agregaremos un campo de texto dando click y arrastramos hacia la imagen de nuestro dispositivo, como se muestra en la figura 21



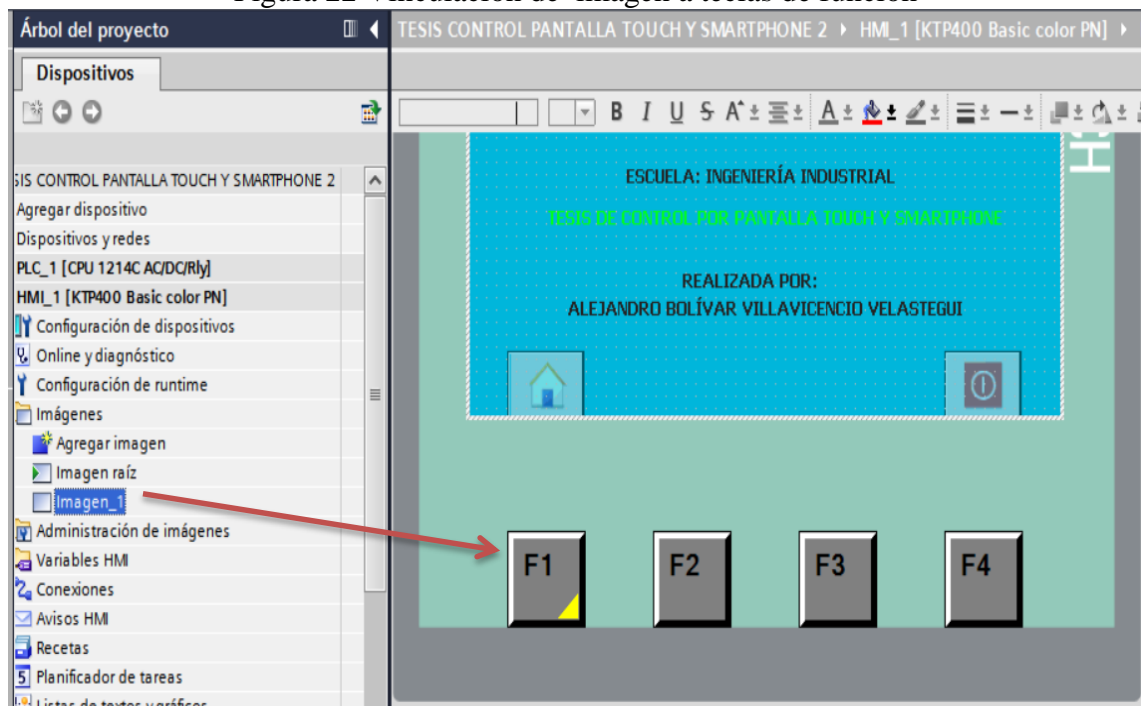
Figura 21 Campo de texto



Fuente: Autor

Luego asignaremos una tecla de función que nos lleve a la página siguiente para ello arrastramos la imagen de la pantalla hasta la tecla de función a la cual queremos asignarla como muestra la figura 22

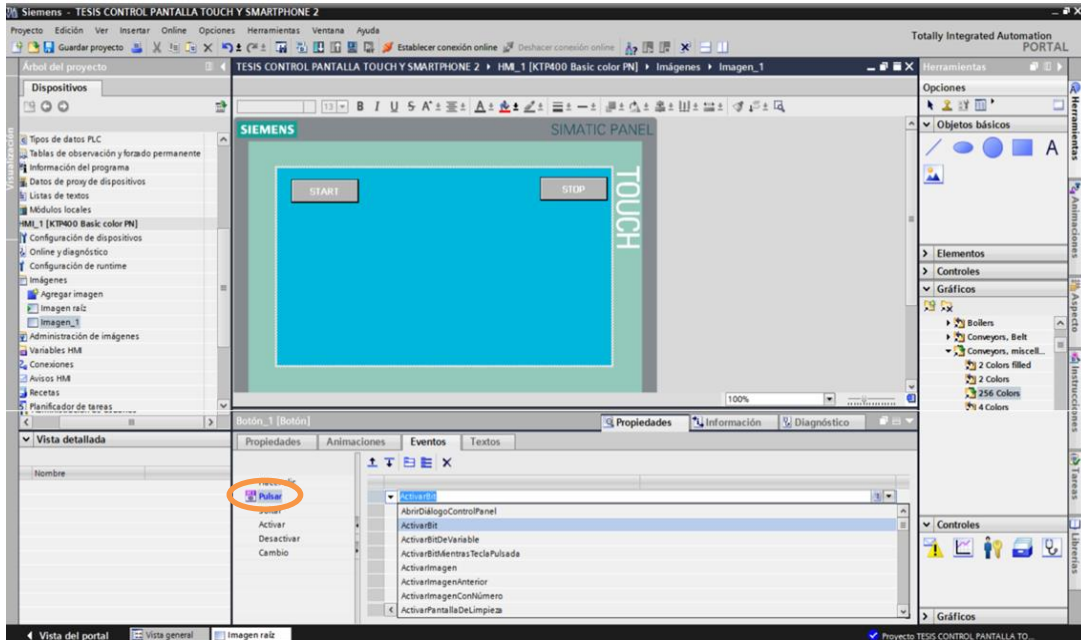
Figura 22 Vinculación de imagen a teclas de función



Fuente: Autor

Para asignar la una variable a un pulsador, nos ubicaremos en eventos, iremos a pulsar y seleccionaremos activar bit figura 23

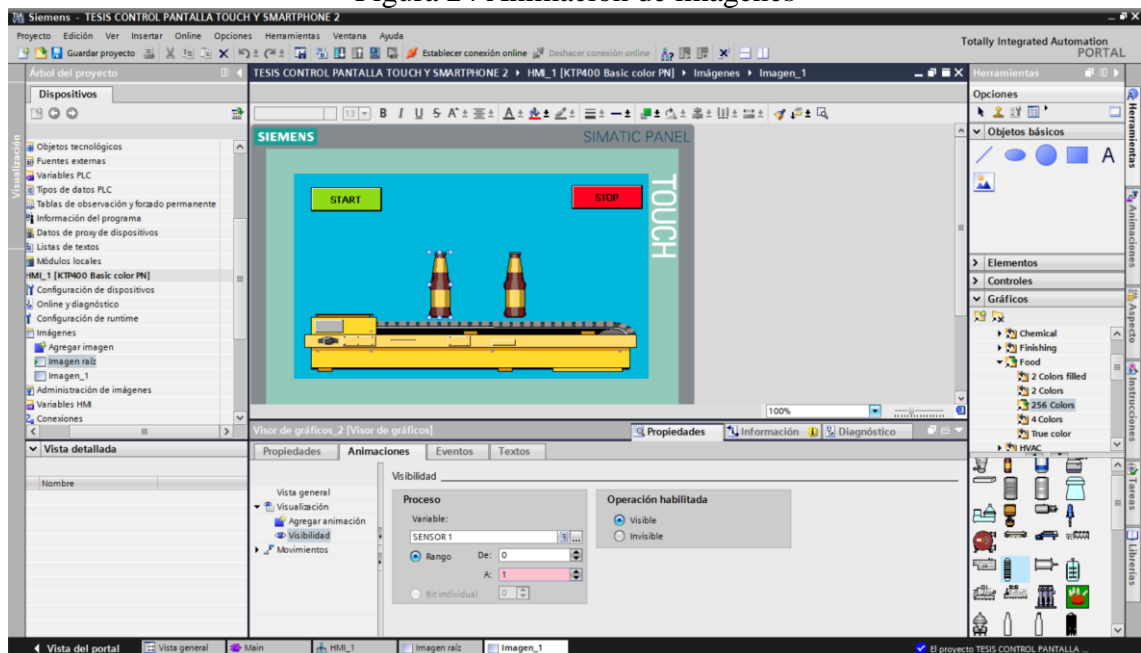
Figura 23 Asignación de pulsadores



Fuente: Autor

Para generar animaciones, seleccionaremos la imagen y nos ubicaremos en animación, seleccionaremos la variable en el proceso a la cual queremos vincular y la operación habilitada, figura 24

Figura 24 Animación de imágenes

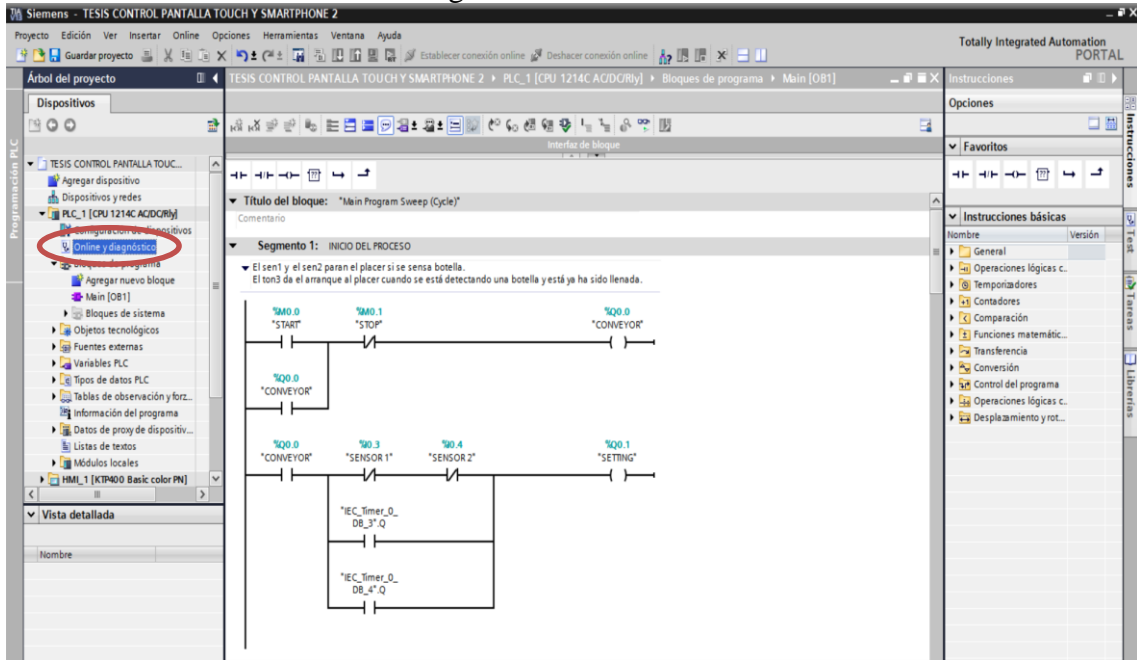


Fuente: Autor

### 3.6 Activación del servidor web del Plc

Una vez abierto el software TIA Portal, nos ubicamos en la pestaña Online y diagnóstico como se muestra en la figura 25.

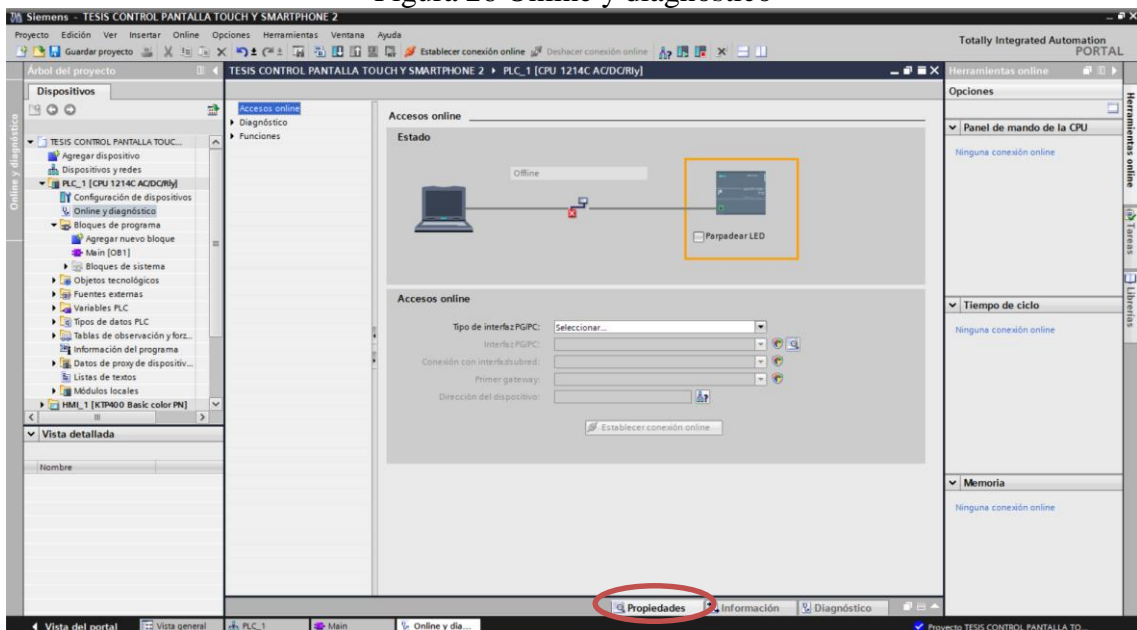
Figura 25 Servidor web



Fuente: Autor

Una vez le demos doble *click* se nos abrirá la siguiente pantalla. Figura 26

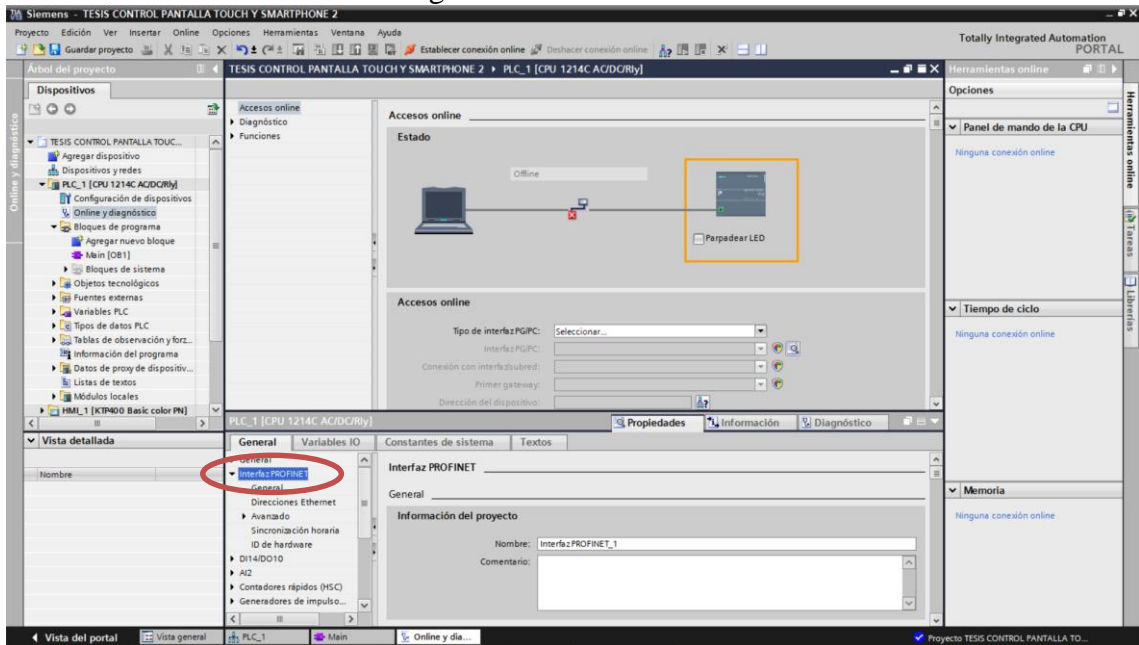
Figura 26 Online y diagnóstico



Fuente: Autor

Luego le damos *click* en la pestaña “Propiedades” ubicada en la parte inferior de la pantalla y se nos abrirá la siguiente ventana. Figura 27

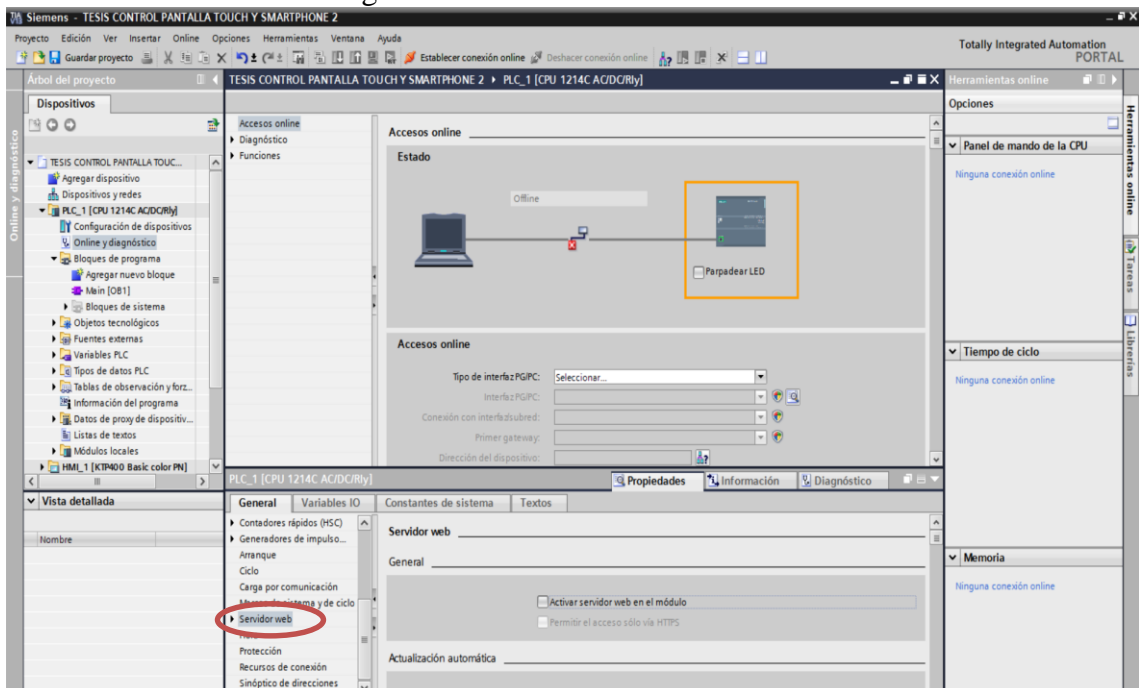
Figura 27 Interfaz Profinet



Fuente: Autor

En la pestaña “General” y descendemos hasta encontrar la pestaña que dice “Servidor Web” y le damos doble *click*. Figura 28

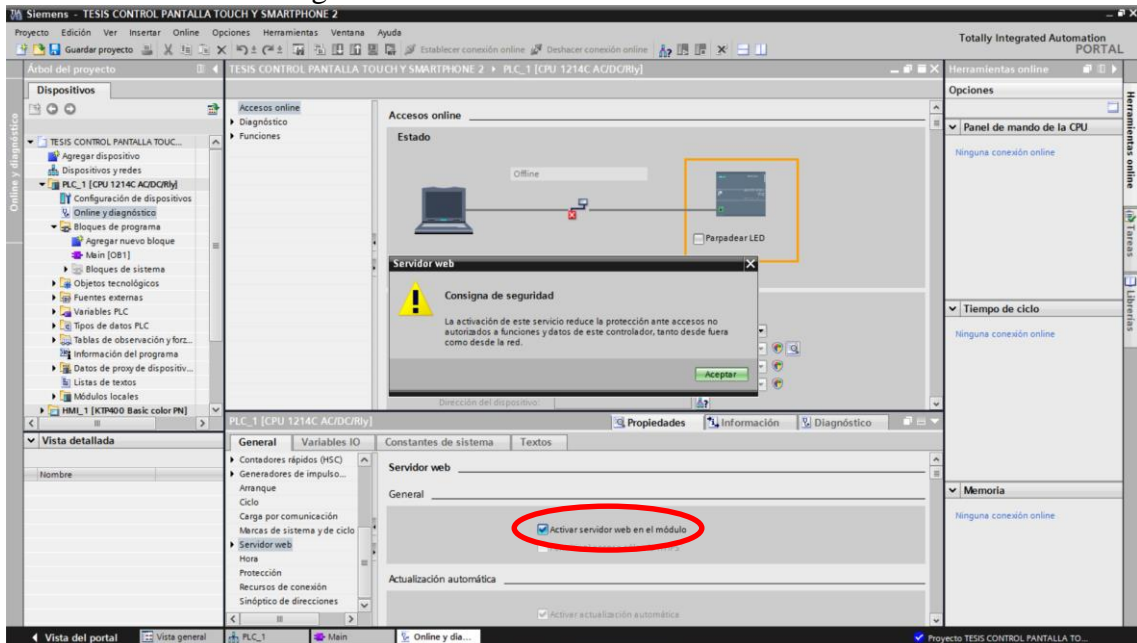
Figura 28 Selección del servidor web



Fuente. Autor

Luego procedemos a darle *click* en activar servidor web en el módulo, como se muestra en la Figura 29 Nos saldrá un mensaje de seguridad el cual le damos en aceptar.

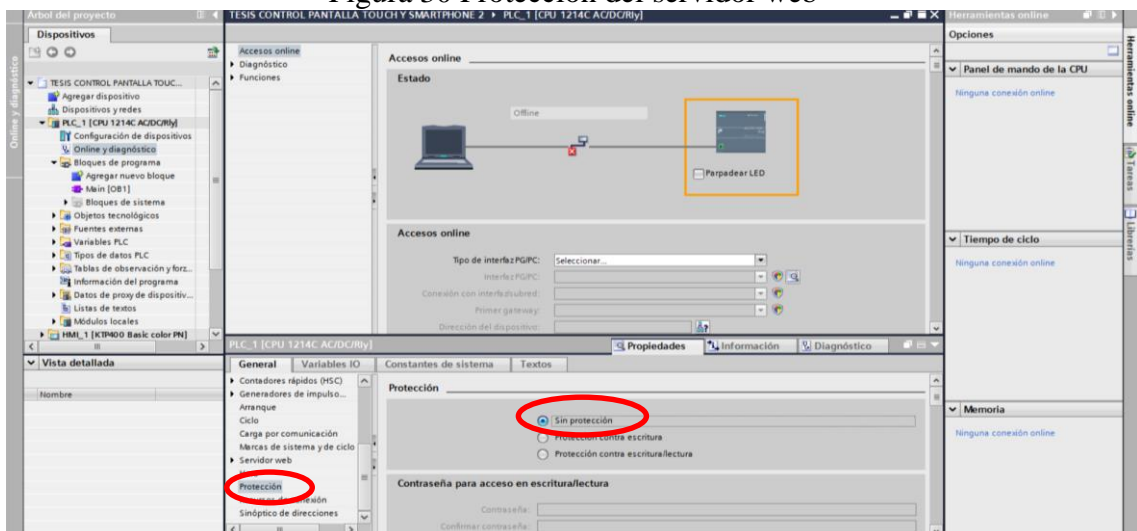
Figura 29 Activar servidor web en el módulo



Fuente: Autor

Después nos dirigimos a la pestaña protección y le damos *click*, Figura 30 Y establecemos la contraseña que nosotros consideremos.

Figura 30 Protección del servidor web



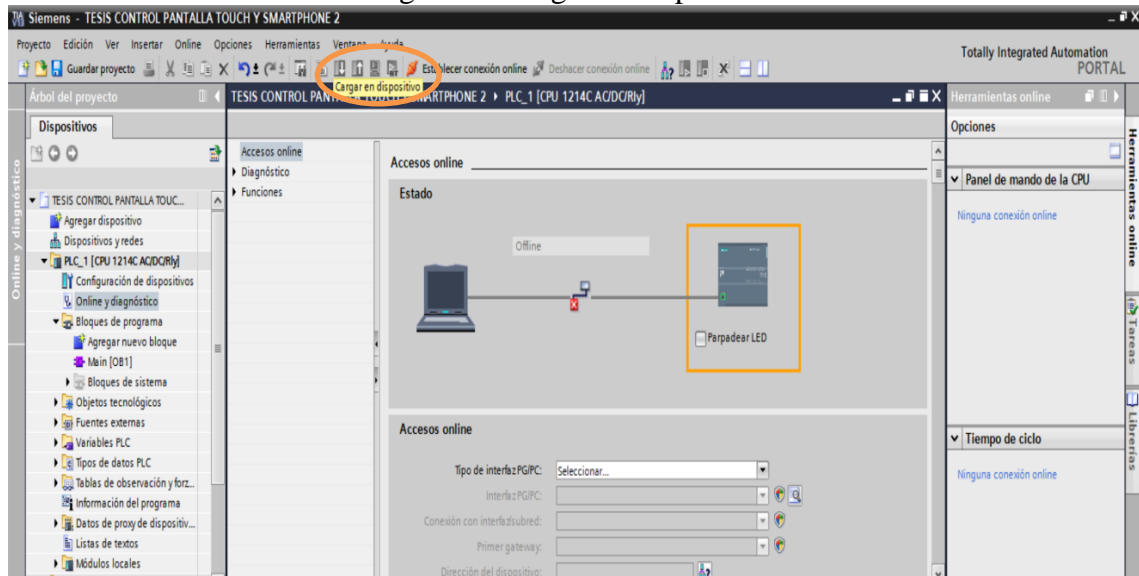
Fuente: Autor

Por fines didácticos nosotros procederemos a activar la función sin protección para facilitar la comunicación entre el Plc y la Tablet. Como se muestra en la figura anterior,



na vez realizado los pasos anteriores ya solo nos resta cargar el programa al Plc, para lo cual damos *click* en la pestaña de cargar en dispositivo y listo. 31

Figura 31 Cargar en dispositivo

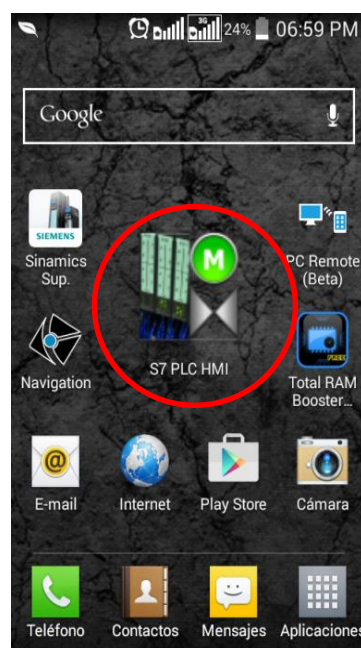


Fuente: Autor

### 3.7 Programación de la Tablet con el software S7 Plc HMI

Una vez hayamos descargado el software “S7 Plc HMI” procedemos a abrirlo en nuestro dispositivo. Figura 32

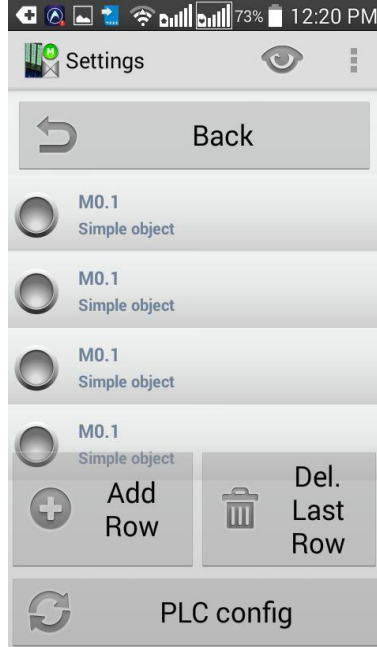
Figura 32 S7 PLC HMI



Fuente: Autor

Nos aparecerá una la ventana de inicio figura 33, para configurar los *tags* (“Etiquetas”) que hayamos configurado en la programación del TIA Portal.

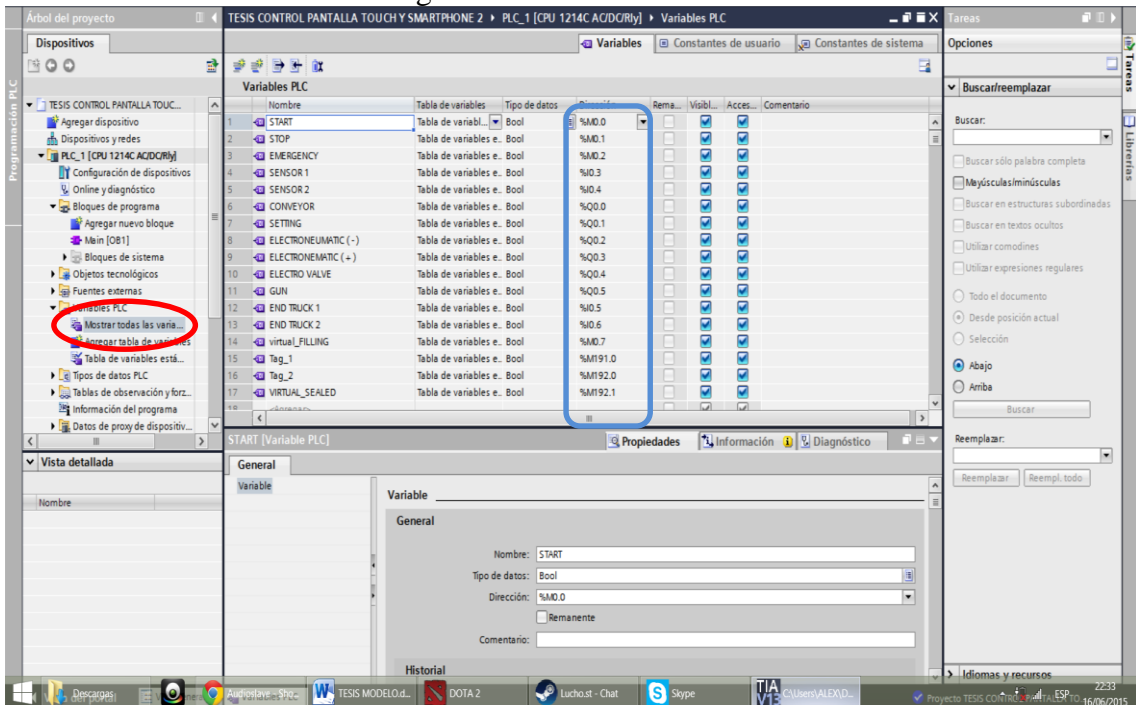
Figura 33 Iniciando S7 PLC HMI



Fuente: Autor

Para esto necesitamos la tabla de variables figura 34, ya que debemos tener en cuenta las variables que hayamos asignado.

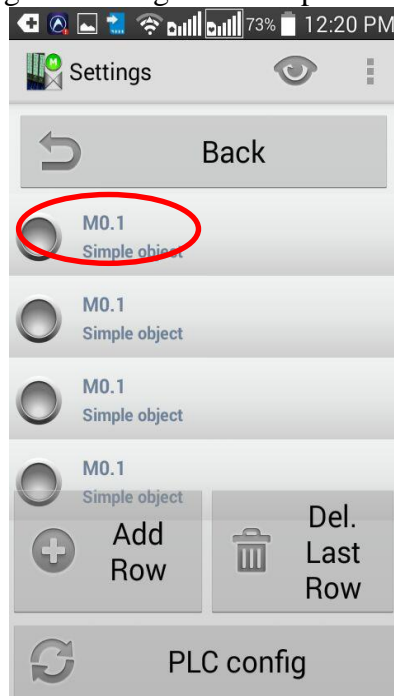
Figura 34 Tabla de variables



Fuente: Autor

**3.7.1** *Asignación de los pulsadores Start/Stop* para ello tipiamos en el primer botón, como se ve en la figura 35

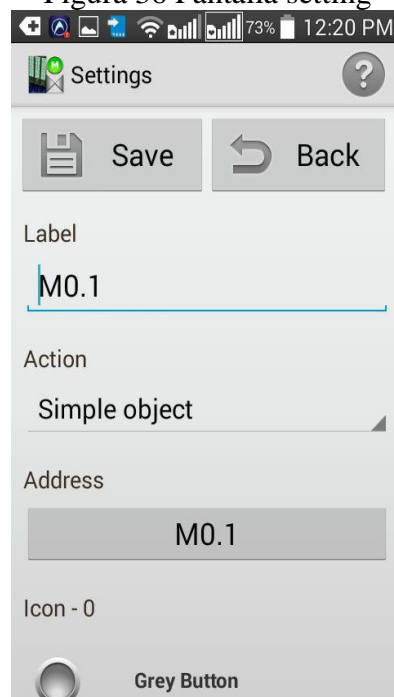
Figura 35 Asignación de pulsadores



Fuente: Autor

Nos aparecerá la siguiente ventana figura 36

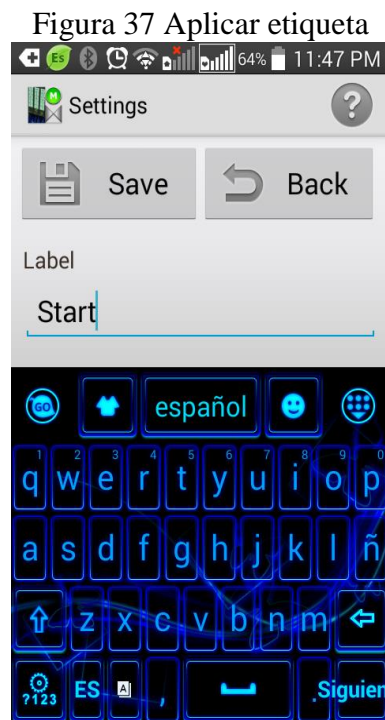
Figura 36 Pantalla setting



Fuente: Autor

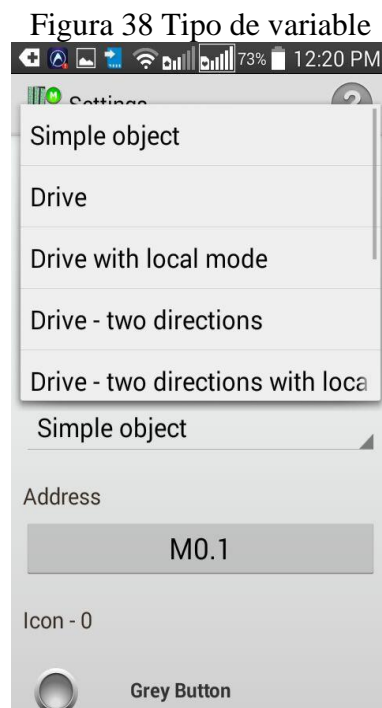


En la pestaña “*Label*” colocamos el nombre que queremos asignar a la variable, en nuestro caso “*Start*”, Figura 37



Fuente: Autor

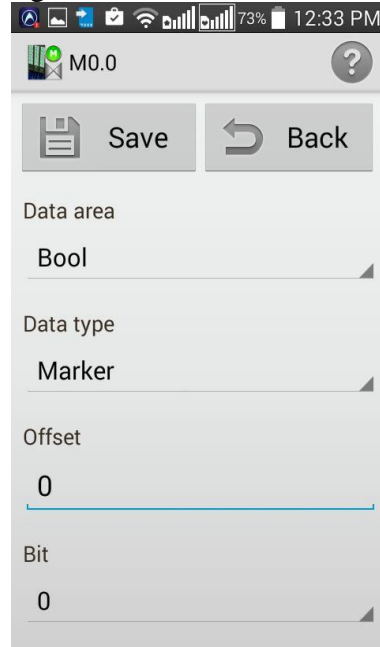
Le damos *click* en la pestaña “*Acción*” y podremos seleccionar el tipo de variable figura 38, en el caso de un pulsador de acción como lo es “*Start*” es un objeto simple.



Fuente: Autor

En la pestaña “*Adress*” (dirección), se abrirá una nueva ventana en la cual colocaremos el tipo de variable y la ubicación de la etiqueta del comando “*Start*” a la cual pertenece la etiqueta “*Start*”, Figura 39

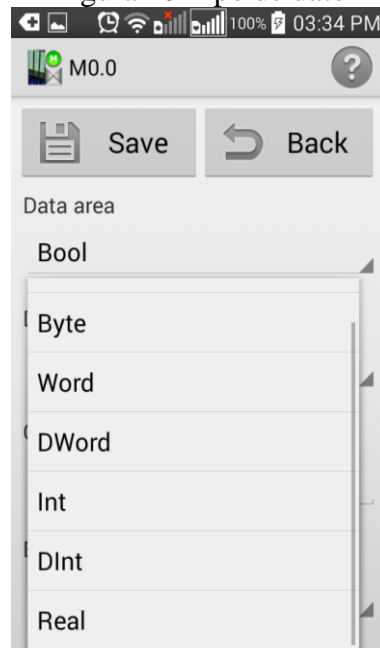
Figura 39 Direccionar variable



Fuente: Autor

En el lugar de *Data Área* figura 40, deberemos escoger el tipo de dato que vamos a manejar, en nuestro caso es un dato booleano.

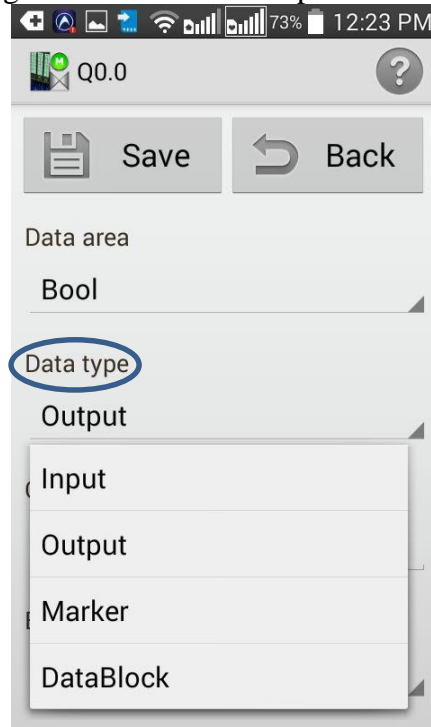
Figura 40 Tipo de dato



Fuente: Autor

En la pestaña *Data type* o tipo de dato Figura 41, podremos seleccionar si tenemos una entrada, salida, marca o un bloque de datos, al ser el botón “*Start*” una entrada virtual le corresponde la opción “*Marker*”.

Figura 41 Selección de tipo de variable

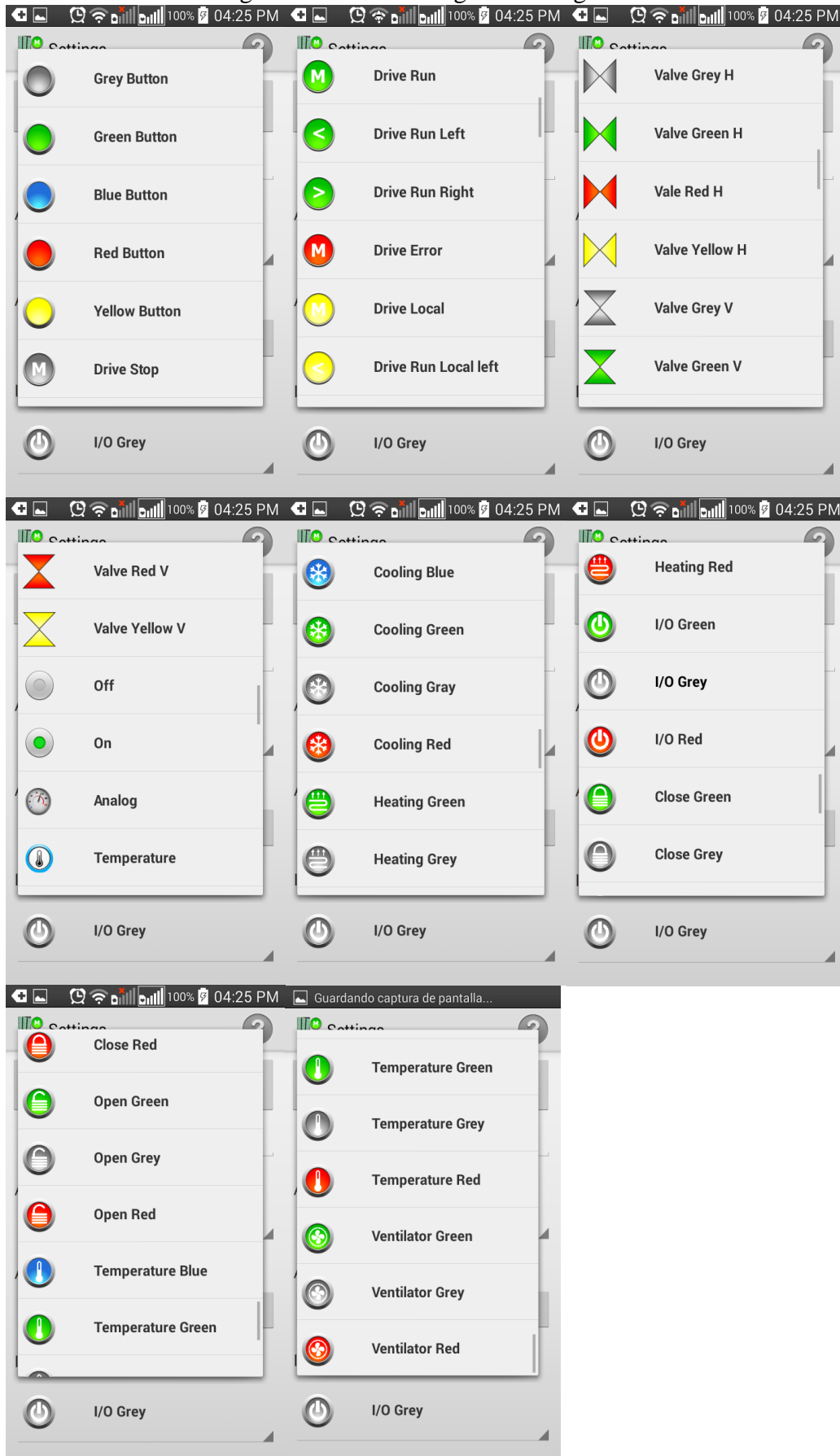


Fuente: Autor

En *offset* podremos asignar dirección de nuestra variable, la cual debe ser la misma que la hayamos asignado en nuestra tabla de variables, así para la variable “*Start*” le correspondería el valor M0.0 y pulsamos en la pestaña “*Save*” y volveremos a la pantalla anterior.

Para la animación de nuestras variables en el cambio de estado de 0 a 1 (esto es cuando nuestra variable haya pasado del estado de apaga al estado de encendido), nos ubicaremos en la pantalla *Setting*, en la cual encontraremos las diversas imágenes que nos ofrece la aplicación S7 HMI PLC de acuerdo al tipo de variable con la que nos dispongamos a trabajar ya sean simples pulsadores, motores, válvulas o incluso calentadores o enfriadores, otra ventaja de esta aplicación es que se puede trabajar con valores analógicos, para ello bajamos hasta encontrar las pestañas *Icon-0*, *Icon-1*, al pulsar en cualquiera de ellos podremos seleccionar como queremos que se muestre nuestra variable en la lista de imágenes, antes y durante el cambio de estado, como lo muestra la figura 42.

Figura 42 Lista de imágenes configurables



Fuente: Autor

Con lo cual nos quedará configurado como lo muestra la figura 43

Figura 43 Configuración final



Fuente: Autor

**3.7.2** *Asignación de las variables de salida Conveyor/Setting* para ello seleccionamos un botón que se encuentre disponible o agregamos uno nuevo como se muestra en la figura 44

Figura 44 Añadir fila



Fuente: Autor

Luego de seleccionarlo nos aparece la pantalla “*setting*” en la cual colocaremos el nombre de la variable en “*Label*”, seleccionamos “*Simple object*” como muestra la figura 45

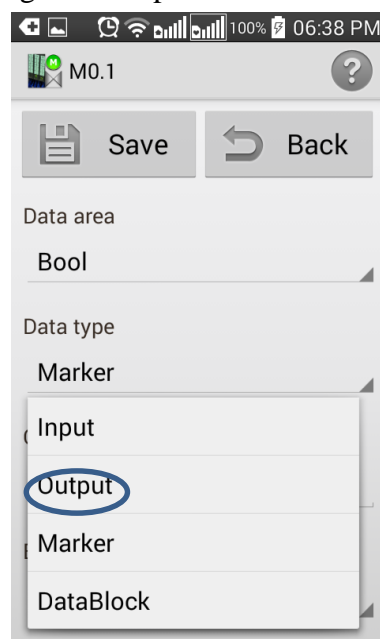
Figura 45 Etiquetar una variable de tipo salida



Fuente: Autor

Pulsamos en la pestaña de dirección “*Address*” y seleccionamos en tipo de dato “*Data type*”, salida “*Output*” como lo muestra la figura 46

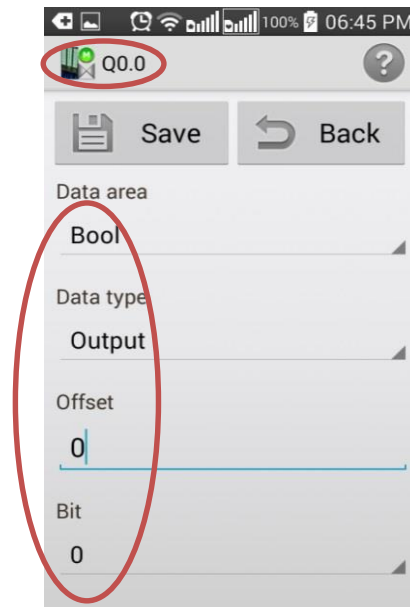
Figura 46 Tipo de dato de salida



Fuente: Autor

En *offset* asignamos la dirección de nuestra variable, en este caso le correspondería el valor Q0.0 de nuestra tabla de variables en el software “TIA Portable”, quedándonos como nos muestra la figura 47

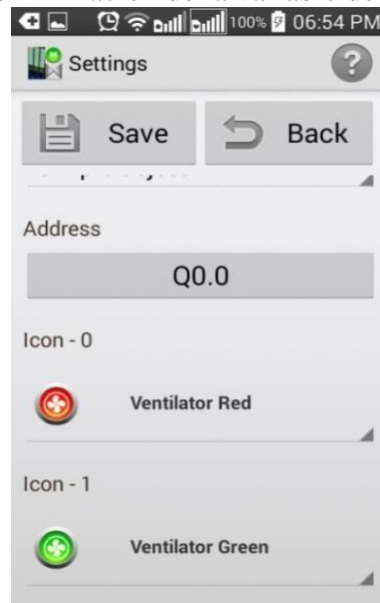
Figura 47 Direccionar variable de salida



Fuente: Autor

Una vez hayamos presionado “*Save*” volveremos a la ventana “*Setting*” y seleccionamos las imágenes que deseamos para nuestra variable en 0 y 1, como nos muestra la figura 48

Figura 48 Animación de la variable de tipo salida

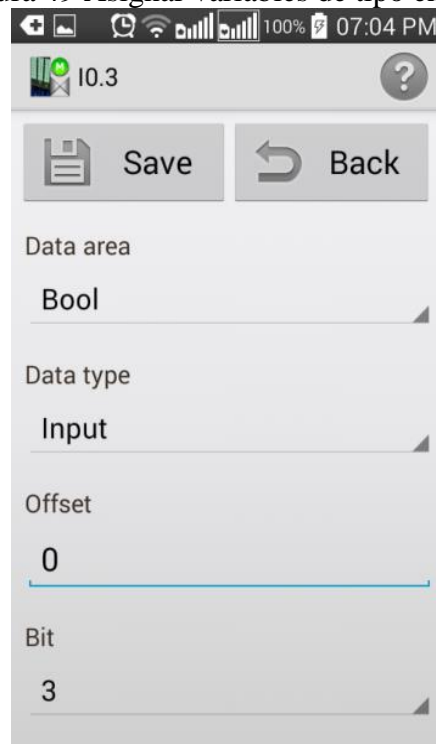


Fuente: Autor

Presionamos “Save” y procedemos a configurar la siguiente variable.

**3.7.3** *Asignación de las variables de entrada Sensor1/Sensor2* para esto procedemos de igual manera que lo hicimos anteriormente, colocando los datos correspondientes a la variable del sensor respectivamente, como lo muestra la figura 49

Figura 49 Asignar variables de tipo entrada



Fuente: Autor

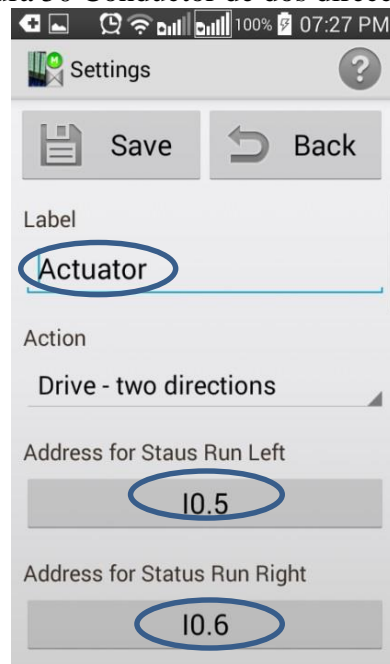
Presionamos “Save”, volvemos a la pantalla “setting” y configuramos las imágenes para los estados 0 y 1 respectivamente.

**3.7.4** *Asignación del actuador.* Para ello necesitaremos un conductor de dos direcciones ya que necesitaremos visualizar la posición superior e inferior del actuador, de igual manera necesitaremos ingresar los datos de dos *tags* que corresponden al final de carrera superior e inferior, así como la animación que deseemos agregar mientras el actuador se encuentre durante la etapa de transición, es decir mientras pasa del estado (A+), que corresponde al estado de avance del actuador, al estado (A-) que corresponde al estado de retroceso del mismo.

Seleccionaremos un botón que se encuentre disponible, y lo configuramos como se lo muestra en la figura 50



Figura 50 Conductor de dos direcciones



Fuente: Autor

**3.7.5** *Configuración del Plc en S7 Plc HMI* para poder configurar el tipo de PLC con el cual estamos trabajando, presionaremos en la pestaña “PLC Config” de la pantalla como muestra la figura 51

Figura 51 Pantalla principal

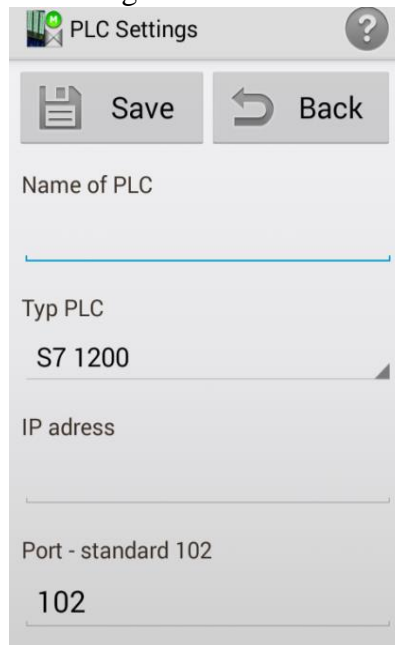


Fuente: Autor

Una vez hayamos ingresado a la ventana de configuración del PLC podremos

seleccionar el nombre de nuestro proyecto el tipo de dispositivo que requiramos para nuestro proyecto en la lista desplegable del PLC Figura 52

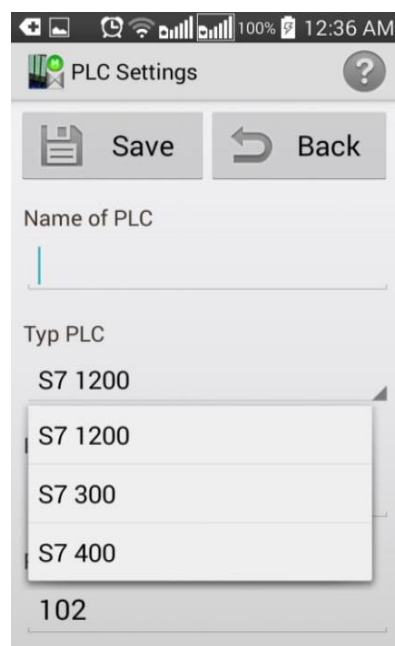
Figura 52 Configuración del PLC en S7 HMI



Fuente: Autor

En la cual podemos configurar el nombre del proyecto y seleccionar entre los diferentes tipos de PLCs que soporta la plataforma, y lo más importante “La dirección IP de nuestro PLC”. Figura 53

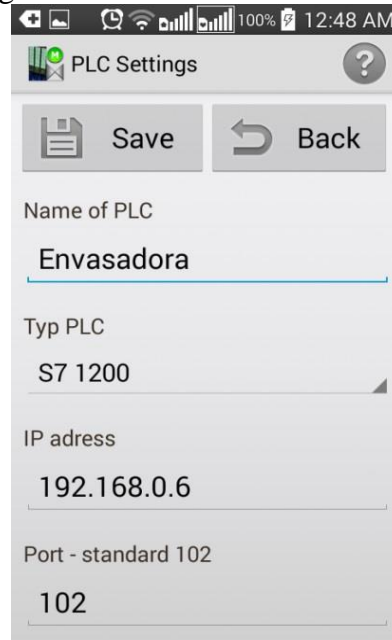
Figura 53 Selección del PLC en S7 HMI



Fuente: Autor

Una vez configurado el tipo de PLC la dirección IP de nuestro dispositivo y el puerto de comunicación TCP en 102 nos quedará la configuración siguiente configuración como muestra la Figura 54

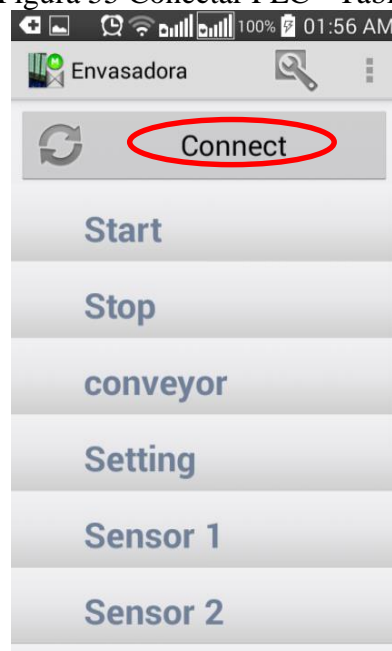
Figura 54 Direccionando IP del PLC



Fuente: Autor

**3.7.6** *Conexión entre el dispositivo Android y el PLC* ingresamos al software S7 PLC HMI y pulsamos en conectar, Figura 55

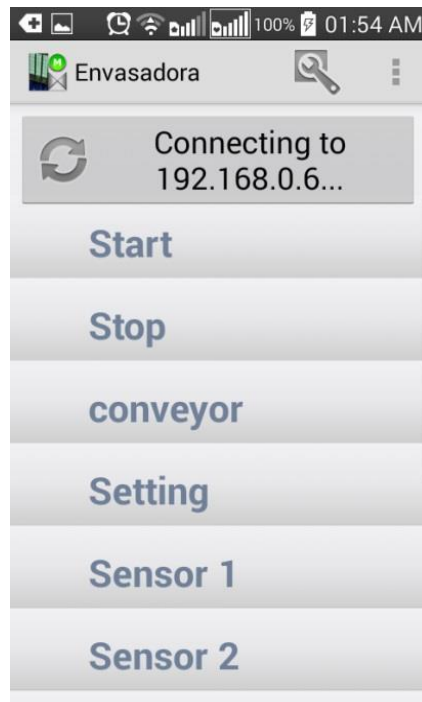
Figura 55 Conectar PLC - Tablet



Fuente: Autor

Nos aparecerá el mensaje conectando el dispositivo con el PLC, Figura 56

Figura 56 Estado de la conexión PLC-Tablet



Fuente: Autor

Con lo cual hemos llegado al término de la configuración y conexión del dispositivo Android con el PLC y se encuentra listo para ser ejecutado.

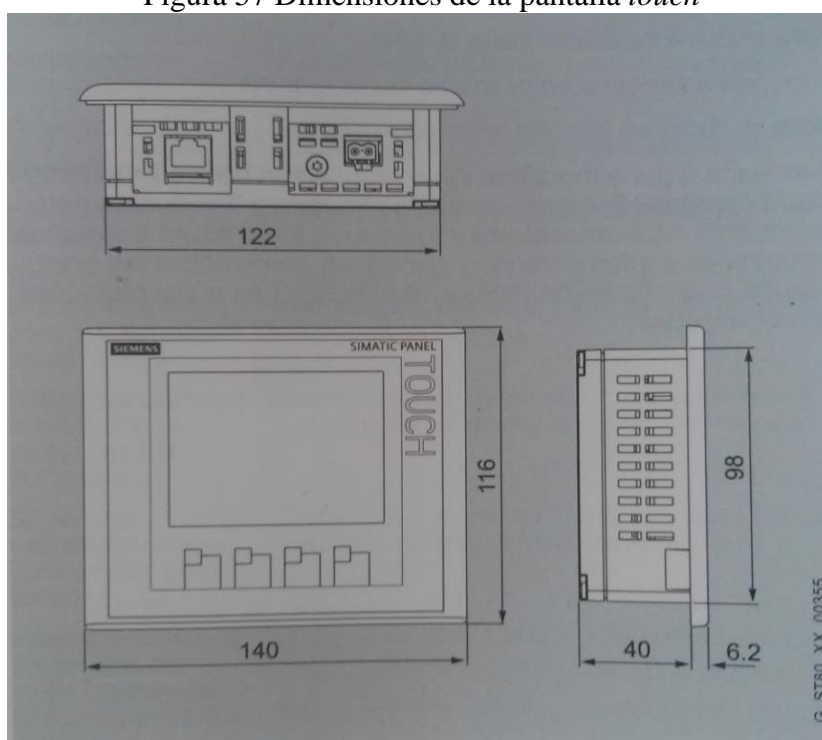
## CAPÍTULO IV

### 4. MANUAL DE OPERACIÓN, DE MANTENIMIENTO Y GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO.

#### 4.1 Manual de instalación

La pantalla *touch* HMI Siemens deberá ser instalada correctamente y en condiciones adecuadas para poder garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su tiempo de vida útil.

Figura 57 Dimensiones de la pantalla *touch*



Fuente: [www.siemens.com/industrymall](http://www.siemens.com/industrymall)

Para la correcta instalación se deberá tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Montaje vertical (formato retrato).
- Dimensiones de montaje: Ancho 122mm; Alto 98mm.
- Tipo de corriente de alimentación: DC.
- Tensión asignada/DC: 24V
- Transferencia (Carga/Descarga) vía Ethernet.
- Temperatura máxima de trabajo: 50°C.

- Temperatura mínima de trabajo: 0°C.
- Humedad relativa: 90%.

**Nota:** El tiempo de vida máximo de retro iluminación de la pantalla es de 50 000h.

**4.1.1** *Materiales y herramientas a utilizar.* Para realizar una correcta instalación se necesita:

- Lápiz.
- Escuadra.
- Taladro.
- Broca de ¼”.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Sierra manual o eléctrica.
- Destornillador plano.
- Multímetro.

**4.1.2** *Procedimiento para la instalación vertical.* Para proceder a instalar correctamente la pantalla Siemens *touch* KTP 400 y garantizar su correcto funcionamiento será necesario considerar todos y cada uno de los ítems expuestos a continuación:

- Seleccione el área en la cual va a instalar el dispositivo, desde la cual tenga pleno campo de visión del proceso, equipos y personal que labora o pudiese transitar en los alrededores.
- Seleccione la altura a la cual va a instalar el dispositivo, deberá tener en cuenta las dimensiones y estatura del operador además se deberá determinar si la posición del operador que hará uso del dispositivo será en posición sentada o de pie, a fin de garantizar una instalación ergonómica para con el trabajador y amigable con el puesto de trabajo.
- Asegúrese de que el sitio de instalación no supere las temperaturas máximas e

inferiores de funcionamiento para ello podemos valernos de un termómetro el cual lo podemos adquirir en cualquier farmacia o ferretería.

- Trace el área a ser cortada con el lápiz y escuadra de acuerdo con las dimensiones especificadas del equipo.
- Perfore con el taladro en las esquinas del trazo que realizo anteriormente, teniendo cuidado de no salirse del área que se dispuso para dicha labor.
- Introduzca la sierra y proceda a cortar el agujero siguiendo el trazo realizado anteriormente.
- Inserte la pantalla en el agujero dispuesto.
- Asegure la pantalla con los prisioneros dispuestos en las guías de sujeción incluidas en la caja.
- Conecte la pantalla a la fuente de energía, teniendo especial énfasis en la polarización correcta, al momento de conectar, si no está seguro de haber identificado la polaridad de las fases y el voltaje de las mismas, utilice un multímetro para comprobar y cerciorarse de la correcta polaridad, en ningún caso asuma riesgos innecesarios ya que una mala puesta a toma afectará considerablemente al equipo.
- Inserte el cable Ethernet en el dispositivo.

## **4.2 Manual de operación**

Los sistemas *SCADA* se los diseña para ser de fácil comprensión y manipulación, pudiéndose monitorear y controlar tareas complejas por el personal de la planta, que previamente haya sido instruido apropiadamente en el manejo e interpretación del sistema *SCADA*.

Cabe recalcar que ningún sistema es infalible, volviéndose de esta manera imprescindible las observaciones, sugerencias y monitoreo de las personas involucradas,

con la finalidad de mejorar y depurar los sistemas.

A pesar de la creencia de muchos, es imposible reemplazar al personal humano al menos en su totalidad puesto que la intuición y la toma de decisiones en momentos claves, es una característica propia del ser humano.

**4.2.1** *Indicaciones de seguridad* un punto crítico al momento de instalar u operar sistemas automatizado es tomar las respectivas medidas de seguridad en la programación e informar de la responsabilidad y riesgos de la activación y control remoto de los medios de producción, pudiendo ser causa de accidentes con el personal y daños en los medios de producción, a continuación se detalla los posibles riesgos y medidas de prevención básica que se deben aplicar en sistemas automatizados.

- El personal u operadores deben ser instruidos e inducidos en el uso, interpretación y riesgos del sistema.
- El control HMI al ser un dispositivo estático debe ser instalado en un sitio desde el cual se tenga plena observación del proceso y equipos a ser monitoreados.
- El control por Tablet nos permite mantener la supervisión y monitoreo de los procesos mientras realicemos las diversas tareas de inspección visuales de los equipos, aumentando así la eficiencia del personal.
- Antes de autorizar el encendido de los equipos se debe asegurar que no exista la presencia de ningún ser humano u objetos extraños en el interior o alrededores de los mismos los cuales puedan ser susceptibles de sufrir daño material.
- El sistema de alarma en *Runtime* nos permite percibir los fallos, alertas u averías en el sistema en tiempo real, pudiendo tomar medidas correctivas más rápido así como tomar decisiones fácilmente.

**4.2.2** *Indicaciones eléctricas.* La pantalla Siemens HMI *touch* debe estar conectada a un fuente de 24V CC, correctamente polarizada.

- La Tablet al ser un dispositivo móvil requiere de un dispositivo de carga el cual

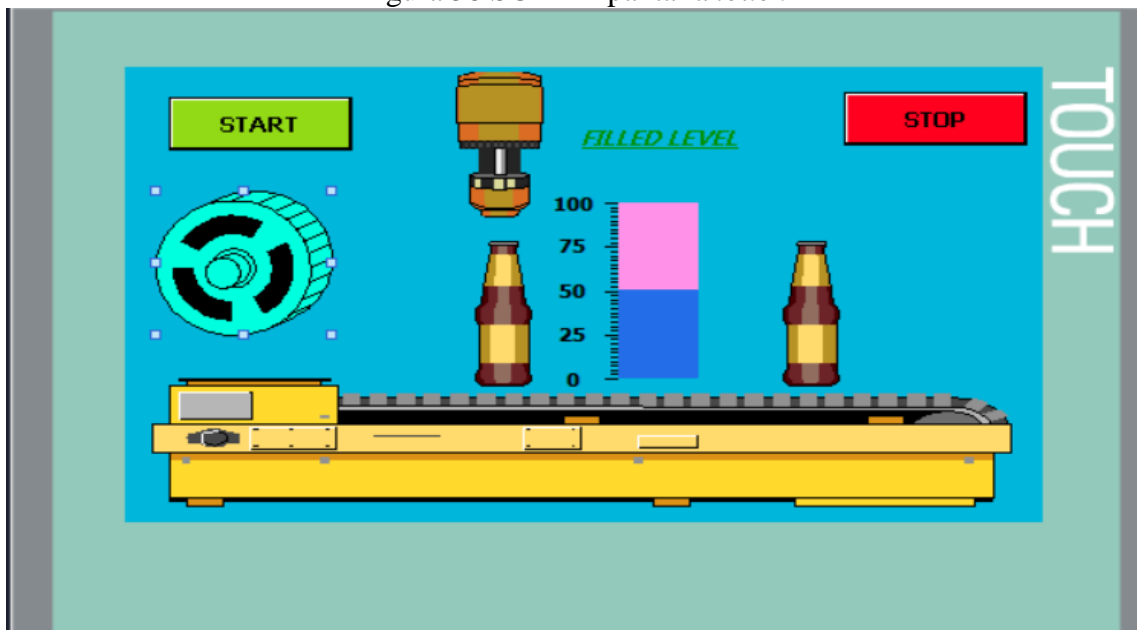


proporciona una fuente de energía de 5V.

**4.2.3 Utilización del sistema SCADA.** Es importante tener en cuenta las recomendaciones anteriormente expuestas antes de proceder con la puesta en marcha de los equipos.

**4.2.3.1 Puesta en marcha del módulo envasador de botellas mediante pantalla touch.** Se recomienda seguir los siguientes pasos:

Figura 58 SCADA pantalla touch



Fuente: Autor

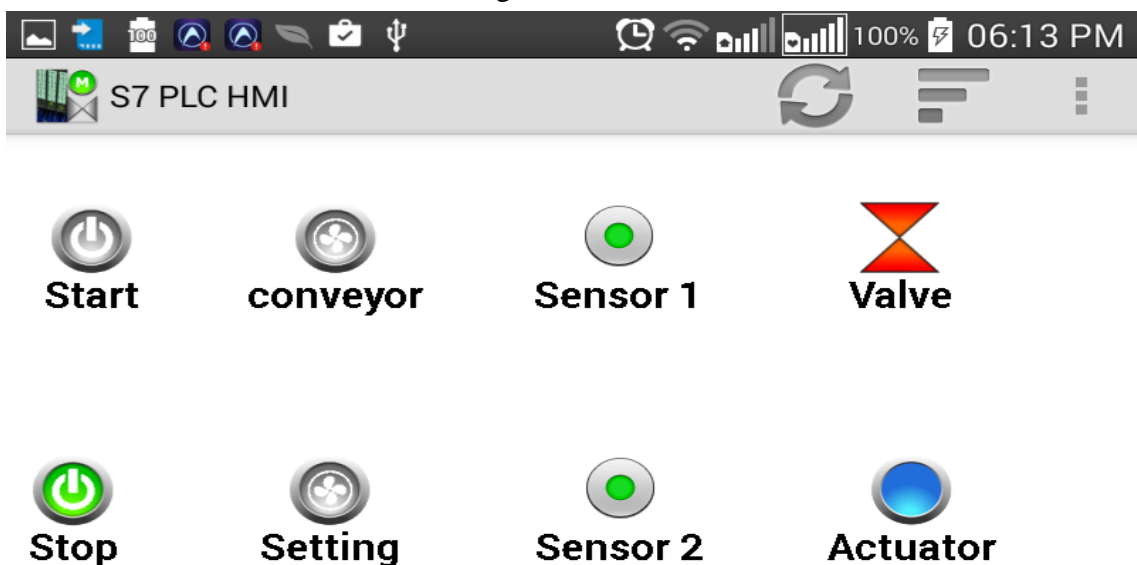
- Una vez conectados y encendidos los equipos nos aparecerá la ventana raíz la cual nos muestra la presentación del presente trabajo.
- Presionamos la tecla de función F1 la cual nos llevara a la ventana de procesos.
- Una vez en la ventana de procesos presionamos el botón “Start” o la tecla de función F1, en ambos casos se iniciará el proceso.
- Al ubicarse una botella en la posición deseada está es detectada por el primer sensor pudiendo observar la aparición de una botella en nuestra pantalla.
- Al activarse la electro-válvula esta empieza a parpadear y observaremos el nivel

de llenado incrementarse.

- Al colocarse una botella en la posición del colocado de tapa esta también nos aparecerá en la pantalla.
- Para detener el proceso ya sea por emergencia o por finalización del proceso de trabajo tan solo basta con presionar el botón de “Stop” o la tecla de función F4.

#### 4.2.3.2 Puesta en marcha del módulo envasador de botellas mediante Tablet.

Figura 59 Scada



Tablet Fuente: Autor

- Conectar la Tablet a la red WLAN y abrir el software ST HMI.
- Una vez se haya conectado nos mostrará la pantalla de control que hemos configurado.
- Presionamos “Start” y observaremos las diferentes etapas del proceso.
- Para detener el proceso presionaremos el botón “Stop”.

### 4.3 Recomendaciones

- El módulo envasador está construido para trabajar únicamente para el tipo de

botellas provisto en el mismo, no se debe cambiar de envase sin el previo estudio de las características y dimensiones de los mismos.

- Los dispositivos HMI a pesar de ser diseñados y construidos para trabajo duro son sensibles, debiendo tener especial cuidado en evitar las caídas, humedad excesiva o instalación inapropiada.
- El mal uso, manipulación o manejo de los equipos es de plena responsabilidad de el/la o los /las operadores/ras.

#### **4.4 Manual de mantenimiento.**

**4.4.1** *Introducción* la falta de previsión o cuidado a menudo puede afectar al correcto funcionamiento de los equipos.

**4.4.2** *Desmontaje de la pantalla HMI* para un correcto desmontaje es necesario disponer de los materiales y herramientas necesarios además de seguir los siguientes procedimientos de mantenimiento y desmontaje.

##### **4.4.2.1** *Materiales y herramientas.*

- Guantes.
- Destornillador plano.
- Multímetro.

##### **4.4.2.2** *Procedimiento.*

- Asegúrese de que los equipos se encuentren detenidos.
- Proceda a desconectar los equipos y dispositivos de las fuentes de energía.
- Desconecte el cable Ethernet.
- Proceda a identificar los seguros que sujetan la pantalla al tablero desde la parte posterior de la misa.

- Retire los pernos prisioneros de los seguros con el destornillador mientras sujeta la pantalla por la parte frontal a fin de evitar que la pueda llegar a caer debido a su propio peso y pueda llegar a causar daños en el equipo.
- Remueva el dispositivo.

#### **4.4.3** *Mantenimiento de la pantalla HMI.*

Son muy pocos los cuidados que se debe tener con el dispositivo touch, puesto que el dispositivo ha sido diseñado para trabajar en condiciones extremas no obstante, la limpieza y cuidado de la pantalla táctil es fundamental para alargar el tiempo de vida útil de la misma.

##### **4.4.3.1** *Materiales y herramientas:*

- Cubierta gorilla *glass*.
- Limpiador de LCD.
- Paño antiestático.
- Socket de la pantalla HMI

##### **4.4.3.2** *Procedimiento de colocación y limpieza de la cubierta gorilla glass.*

- Apague y desenergice los equipos.
- Primero limpie la superficie de la pantalla *touch* con el limpiador de LCD aplicándolo con el paño antiestático y asegúrese de que se encuentre libre de polvo o suciedades.
- Coloque la cubierta *gorilla glass* sobre la superficie de la pantalla *touch* y asegúrese de que no exista inclusiones de aire.

##### **4.4.3.3** *Procedimiento de limpieza de la pantalla HMI.*

- Apague y desenergice los equipos.
- Aplique el limpiador de LCD sobre la superficie.

- Limpie la superficie con el paño anti estático.

**4.4.4 Costos de mantenimiento.** A pesar que las pantallas HMI de Siemens son bastante resistentes es necesario tener cuidado con ellas, para prolongar en lo posible su tiempo de vida útil, los elementos necesarios para su mantenimiento preventivo son de un bajo costo, como se detalla en la tabla 5.

Tabla 6. Costos de mantenimiento de la pantalla HMI

COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA PANTALLA HMI	
Descripción	Valor en USD
Cubierta <i>gorilla glass</i>	5,00
Socket de pantalla HMI	7,50
Limpiador para LCD	3,50
Paño antiestático	3,00
Reemplazo de pantalla HMI	1250,00

**Fuente:** Autor

**4.4.5 Mantenimiento de la Tablet** Los dispositivos móviles como Tablet deben ser llevados a un centro especializado para cubrir cualquier desperfecto o avería, de tal modo que se garantice su reparación, así pues en caso de que se necesite reemplazar el cargador, asegúrese de reemplazarlo con otro de iguales características, mismas que se encuentran en el reverso del cargador.

Tabla 7. Costos de mantenimiento de la TABLET

COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA TABLET	
Descripción	Valor en USD
Cubierta <i>gorilla glass</i>	5,00
Reinicio del sistema Kit Kat	10,00
Reemplazo del cargador de la Tablet	7,00
Reparación de pantalla de la Tablet	20,00
Reemplazo de TABLET	143,00

**Fuente:** Autor

**4.5 Guía de laboratorio.**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

GUÍA DE LABORATORIO

**PRÁCTICA NO**

**TEMA:**

**CONTROL SCADA MEDIANTE DISPOSITIVOS ANDROID Y PANTALLA  
TOUCH**

**INTEGRANTES**

.....

.....

.....

**GRUPO No**

**FECHA:**

## 1. OBJETIVOS

1.1 *General* conocer los diferentes métodos de sistemas Scada que se encuentran disponibles en la actualidad.

### 1.2 Específicos

- Aprender la utilización y control de equipos automatizados, mediante un sistema SCADA.
- Conocer los diferentes métodos de control de los autómatas.
- Diferenciar las etapas de control, mando y potencia en un sistema automatizado.
- Reconocer las bondades y riesgos del mando remoto en los sistemas industriales automatizados.
- Aprender a controlar e interpretar un sistema automatizado mediante los sistemas SCADA.
- Aprender a configurar una pantalla *touch*.
- Aprender a configurar un SCADA para dispositivos móviles.
- Conocer los diferentes protocolos de comunicación industrial.
- Evaluar el costo-beneficio de los diferentes sistemas SCADA.

## 2. METODOLOGÍA

- Leer el manual de operación del dispositivo *touch* y Tablet.
- Asegurarse que el módulo envasador de botellas se encuentre conectado a una fuente de 110V.
- Conectar la toma de aire a la unidad FRL.
- Comprobar la conexión Ethernet del PLC y la pantalla al modem.

- Girar el interruptor del gabinete eléctrico.
- Esperar que se cargue la programación de la pantalla *touch*.
- Encender la Tablet y conectarse a la red Wlan del módulo envasador de botellas
- Abrir el programa S7 HMI y habilitar la comunicación entre la Tablet y el PLC.
- Colocar las botellas en la banda transportadora.
- Encender el equipo.
- Observar los cambios de estado en la pantalla *touch* y Tablet.
- Interpretar los cambios de estado.

### 3. Configuración de un equipo a la pantalla *touch* y Tablet.

Para configurar cualquier equipo a nuestro sistema SCADA es necesario disponer de la tabla de variables que hayamos configurado en el software TIA Portal.

Figura 1 Tabla de variables

	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Comentario
1	START	Tabla de variabl...	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	STOP	Tabla de variables e..	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	EMERGENCY	Tabla de variables e..	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	SENSOR 1	Tabla de variables e..	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	SENSOR 2	Tabla de variables e..	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	CONVEYOR	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	SETTING	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	ELECTRONEUMATIC (-)	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	ELECTRONEUMATIC (+)	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	ELECTRO VALVE	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	GUN	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	END TRUCK 1	Tabla de variables e..	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	END TRUCK 2	Tabla de variables e..	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	virtual_FILLING	Tabla de variables e..	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Tag_1	Tabla de variables e..	Bool	%M191.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Tag_2	Tabla de variables e..	Bool	%M192.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	VIRTUAL_SEALED	Tabla de variables e..	Bool	%M192.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Fuente: Autor

#### 3.1 EQUIPOS Y MATERIALES:

- Pantalla *touch*.
- Tablet
- Modem.
- Módulo didáctico.
- Botellas



- Aire comprimido.
- Computadora.
- Líquido a envasarse.
- Toma a 110V

#### 4. MARCO TEÓRICO:

SCADAS y otros *softwares* de visualización

“Si está clara la evolución de los sistemas HMI en cuanto a hardware se refiere, las diferentes herramientas de software no se han quedado atrás. El desarrollo de las CPU cada vez más potentes, tanto en procesador como en memoria, y la aparición de sistemas operativos de 64 bits como MS Windows™ 7 o nuevas versiones de Linux, han permitido a los desarrolladores de herramientas de software sobrepasar puertas hasta hace poco vedadas para el común de las aplicaciones. Los sistemas Scada permiten el desarrollo de aplicaciones gráficas complejas en un intervalo de tiempo bastante razonable, debido a su extenso elenco de librerías y herramientas de controles gráficos y de gestión de datos. La incorporación de las CPU de 64 bits permite graficas en tres dimensiones elegantes y flexibles de manejar. Ya hoy en día hemos pasado de las gráficas meramente esquemáticas y funcionales a nuevas representaciones tridimensionales, navegando virtualmente por nuestra máquina o planta de procesos para interactuar con ella. Las nuevas generaciones de pantallas multitáctiles han cambiado la forma en que las herramientas de software gestionan la navegación. Ahora, si queremos ampliar un área de pantalla para consultar unos estados de una parte de máquina, ya no buscamos un icono con forma de lupa o seleccionamos un área de pantalla, sino que interactuamos con la imagen a través de dos dedos que acercamos o separamos para encoger o aumentar una superficie. Nos encontramos con todo un nuevo lenguaje de signos de navegación, y con nuestras manos actuamos directamente sobre la imagen para aumentarla, desplazarla o rotarla en el espacio según nos interese.”  
(Interempresas)

¿Qué es Wifi?

“Se usa el término Wi-Fi (*wireless fidelity* o fidelidad sin cables) para designar a todas

las soluciones informáticas que utilizan tecnología inalámbrica 802.11 para crear redes. 802.11 es el estándar más utilizado para conectar ordenadores a distancia. El uso más frecuente de esta tecnología es la conexión de portátiles a internet desde las cercanías de un punto de acceso o *hotspot*. Estos puntos son cada vez más abundantes y permiten a cualquier usuario utilizar la red sin necesidad de instalar un cable telefónico. La emisión y recepción de datos se realiza a través de radiofrecuencia. Existen diferentes formatos de conexión, pero el más popular es el conocido como 802.11b, que opera en la banda de los 2,4 giga hertzios, la misma que las microondas de la telefonía móvil.” (Muyinteresante, 2002)

## **5. PROCEDIMIENTO:**

- Leer el manual de operación y guía de seguridad.
- Establecer las variables a ser monitoreadas en el sistema Scada.
- Inspeccionar las condiciones mecánicas y eléctricas de los módulos a ser utilizados en la práctica.
- Agregar la pantalla HMI a nuestra programación en el software TIA Portal.
- Configurar las variables e imágenes de nuestra HMI en el software TIA Portal.
- Cargar el programa a la pantalla *touch*.
- Configurar las variables e imágenes de nuestra HMI en la aplicación S7 HMI
- Configurar la dirección IP del PLC en la aplicación S7 HMI.
- Conectar la Tablet a la red WLAN.
- Comenzar a utilizar nuestra HMI en la Tablet y pantalla touch.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **7. BIBLIOGRAFÍA:**

<http://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/ique-es-una-red-wi-fi>

<http://definicion.de/wifi/>

## **ANEXOS**

## CAPÍTULO V

### 5. COSTOS

#### 5.1 Costos directos

Son todos aquellos gastos incurridos directamente para la realización del presente trabajo.

##### 5.1.1 Costos de reingeniería eléctrica.

Tabla 8. Costos de reingeniería eléctrica

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total en USD
1	Gabinete de 400x300x200	63,00	63,00
2	Relés de 24V-110V	8,50	17,00
2	Contactores	2,50	5,00
2	Porta fusibles	3,50	7,00
50	Terminales	0,05	2,50
2	Bobinas a 24V	12,30	24,60
2	Cables Ethernet de 4m	6,00	12,00
20	Metros de cable #18	0,16	3,20
2	Motores de 1/4 hp	35,00	70,00
2	Fusibles 4 Amp.	0,35	0,70
1	Canaleta de 25x25	3,50	3,50
1	Riel DIN	3,00	3,00
10	Metros de cable de parlante	0,35	3,5
2	Barras de neutro	1,75	3,50
1	Tomacorriente	1,75	1,75
1	Funda de manguera espiral de 1/4	5,80	5,80
5	Metros de manguera espiral de 1/2	2,50	12,50
20	Amarras plásticas de 15	0,40	8,00
20	Amarras plásticas de 10	0,30	6,00
5	Adhesivos para amarras	0,15	0,75
1	Placa perforada	1,50	1,50
4	Resistencias de 1K	0,80	3,20
2	Borneras de placa	0,40	0,80
1	Led	15,00	15,00
1	Lm 7805	2,00	2,00
4	Prensa estopas	0,64	2,56
1	Indicador Luminoso Led	3,50	3,50
1	Switch	3,90	3,90
20	Tornillos Auto perforantes 3/16 x1/4"	0,40	8,00

2	Rollos de Tapes negros	0,50	1,00
2	Final de carrera	1,00	2,00
1	Seguro automático de 12V	9,00	9,00
<b>TOTAL</b>			<b>305,73</b>

Fuente: Autor

### 5.1.2 Costo de readecuación mecánica.

Tabla 9. Costo de readecuación mecánica.

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total en USD
2	Litro de pintura Azul	14,00	28,00
2	Pliego de Lija 150	0,75	1,50
2	Pliego de Lija 240	0,70	1,40
2	Pliego de lija 320	0,60	1,20
1	Litro de masilla Mustang	7,00	7,00
1	Juego de llaves	24,50	24,50
1	Banda A 43	13,00	13,00
1	Soporte de Tv	15,00	15,00
2	Tablero MDF	5,00	10,00
0,5	Litro de pintura blanca	3,50	1,75
2	Pie de amigo	1,75	3,50
1	Balde de 20 lts.	4,50	4,50
2	Litro de thinner	2,00	4,00
1	Disco de corte	1,80	1,80
1	Sierra para hierro	2,30	2,30
<b>TOTAL</b>			<b>119,45</b>

Fuente: Autor

### 5.1.3 Costos eléctricos.

Tabla 10. Costos eléctricos.

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total en USD
1	Pantalla KTP 400 Color	1250,00	1250,00
1	Tablet Titán 7"	143,00	143,00
1	Software S7 HMI	85,00	85,00
<b>TOTAL</b>			<b>1478,00</b>

Fuente: Autor

#### 5.1.4 Costo de readecuación neumática.

Tabla 11. Costo de readecuación neumática.

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total en USD
2	Estrangulador de presión	3,50	7,0
4	Metros de manguera de 1/4"	0,40	1,60
2	Racores de 1/4"	0,30	0,60
TOTAL			<b>9,20</b>

Fuente: Autores

#### 5.1.5 Costos directos totales.

Tabla 12. Costos directos totales.

Descripción	Valor en USD
Costos de reingeniería eléctrica	305,73
Costo de readecuación mecánica	119,45
Costo de automatización	1478,00
Costo de readecuación neumática	9,20
TOTAL	<b>1912,41</b>

Fuente: Autores

#### 5.2 Costos indirectos.

##### 5.2.1 Costo de asesoría y soporte técnico.

Tabla 13. Costo de asesoría y soporte técnico

DESCRIPCION	Valor en USD
Asesoría instalaciones y control industrial (Ing. Johnny Villavicencio)	150,00
Asesoría comunicaciones WLAN ( Ing. Diego Romero)	100,00
TOTAL	<b>250,00</b>

FUENTE: Autores

##### 5.2.2 Costos imprevistos.

Tabla 14. Costos imprevistos

DESCRIPCION	Valor en USD
Imprevistos	50,00
TOTAL	<b>50,00</b>

Fuente: Autores

### 5.2.3 Costos indirectos totales.

Tabla 15. Costos indirectos totales

Descripción	Valor en USD
Costo de asesoría y soporte técnico	250,00
Costos imprevistos	50,00
<b>TOTAL</b>	<b>300,00</b>

Fuente: Autores

### 5.3 Costos totales

Tabla 16. Costos totales

Descripción	Valor en USD
Total costos directos	1912,41
Total costos indirectos	300,00
<b>TOTAL</b>	<b>2212,41</b>

Fuente: Autores

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- Se implementó el sistema de control por pantalla *touch* y monitoreo en Tablet para el módulo llenado de botellas, para el laboratorio de automatización en la Escuela de Ingeniería Industrial.
- Se Investigó y aplicar el principio de funcionamiento de las pantallas táctiles.
- Se conoció cuáles son las aplicaciones más utilizadas en las industrias para aprovechar las bondades que nos brindan los equipos.
- Desarrollar una guía de prácticas de laboratorio para la aplicación de las pantallas táctiles y antena WLAN con su respectivo software dentro de un proceso industrial.

#### 6.2 Recomendaciones

- Revisar el diagrama eléctrico en caso de fallos, modificación o mantenimiento del módulo envasador de botellas.
- Seguir el manual de instalación de la pantalla *touch*.
- Evitar golpes, caídas o humedad excesiva en los equipos.
- No alterar el valor de las variables dispuestas en el software S7 HMI, para poder garantizar su correcto funcionamiento.
- Se debe concientizar a los estudiantes, profesionales y operadores de los riesgos que involucra la activación remota de equipos en la industria.

## BIBLIOGRAFÍA

**FUNDACIÓN WIKIMEDIA, INC. 2015.** WIKIPEDIA. [En línea] 23 de ENERO de 2015. [Citado el: 28 de ENERO de 2015.] <http://es.wikipedia.org/wiki/GRAF CET>.

**DEFINICION.DE. 2008.** www.Definicion.de.com. [En línea] 2008. [Citado el: 12 de Julio de 2015.] <http://definicion.de/wifi/>.

**EDGARDO, GABRIEL. 2008.** gepraa.blogspot.com. [En línea] 23 de Agosto de 2008. <http://gepraa.blogspot.com/2008/08/grafcet-en-3-niveles.html>.

**ENGINEERING THE WORLD FROM PARAGUAY. 2010.** Rama estudiantil de la UCSA. [En línea] 23 de Noviembre de 2010. [Citado el: 02 de Febrero de 2015.] <https://ramaucsa.wordpress.com/2010/11/23/profinet-introduccion/>.

**FUNDACION WIKIPEDIA, INC. 2015.** WIKIPEDIA. WIKIPEDIA. [En línea] 10 de JUNIO de 2015. [Citado el: 12 de JUNIO de 2015.] [http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n\\_industrial](http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial).

**GENIA. NE.** isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet\_resumen.pdf. [En línea] NE de NE de NE. [Citado el: 03 de ENERO de 2015.] [http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet\\_resumen.pdf](http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet_resumen.pdf).

**Interempresas.** Interempresas.net. [En línea] [Citado el: 11 de Julio de 2015.] <file:///C:/Users/ALEX/Downloads/Pasado,%20presente%20y%20futuro%20de%20los%20interfaces%20HMI%20-%20Electricidad%20y%20electr%F3nica.html>.

**linux0. 2010.** <http://linux0.unsl.edu.ar/>. [En línea] 2010. [Citado el: 12 de Julio de 2015.] <http://linux0.unsl.edu.ar/~rvilla/c3m10/tema5.pdf>.

**MASER GRUPO TECNOLÓGICO. 2001.** grupo-maser.com. [En línea] Diciembre de 2001. [Citado el: 24 de Febrero de 2015.] [http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion\\_de\\_es.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion_de_es.htm).

**mcorley. 2013.** <http://www.indusoft.com/>. [En línea] 31 de Mayo de 2013. [Citado el: 18 de Febrero de 2015.] [file:///C:/Users/ALEX/Downloads/%BFCu%E1%20es%20la%20diferencia%20entre%20CADA%20y%20HMI\\_%20\\_%20InduSoft.html](file:///C:/Users/ALEX/Downloads/%BFCu%E1%20es%20la%20diferencia%20entre%20CADA%20y%20HMI_%20_%20InduSoft.html).

**mural. 2008.** <http://mural.uv.es/>. [En línea] 2008. [Citado el: 12 de Julio de 2015.] <http://mural.uv.es/caraleso/pei/senyaesAD.htm>.



**Muyinteresante. 2002.** <http://www.muyinteresante.es/>. [En línea] 2002. [Citado el: 12 de Julio de 2015.] <http://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/ique-es-una-red-wi-fi>.

**Profibus. 2013.** [www.profibus.com](http://www.profibus.com). [En línea] 2013. [Citado el: 11 de Julio de 2015.] <http://www.profibus.com/pi-organization/regional-pi-associations/spain/tecnologia/profibus/vision-general/>.

**Ramirez, Joel. 2014.** [mecnica-mecatronica.blogspot.com](http://mecnica-mecatronica.blogspot.com). [En línea] 11 de Noviembre de 2014. [Citado el: 11 de Julio de 2015.] <http://mecnica-mecatronica.blogspot.com/2014/11/diagrama-de-mando-etapa-transicion.html>.

**redwifi. 2011.** [www.redwifi.wordpress.com](http://www.redwifi.wordpress.com). [En línea] Mayo de 2011. [Citado el: 11 de Julio de 2015.] <https://redwifi.wordpress.com/definicion-de-wifi/>.

**SIEMENS. 2005.** [Proatec.com](http://www.proatec.com). [En línea] 2005. [Citado el: 11 de Julio de 2015.] <http://www.proatec.com.mx/profinet.pdf>.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA.** [unicauca.edu.co](http://unicauca.edu.co). [En línea] [Citado el: 11 de Julio de 2015.] <ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/SW%20para%20aplicaciones%20Industriales%20II/Sw%20II/Conferencias/Capitulo%204.pdf>.

**unizar.** [unizar.es](http://unizar.es). [En línea] [Citado el: 11 de Julio de 2015.] [http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/automatas\\_en\\_la\\_historia.htm](http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/automatas_en_la_historia.htm).