



# **ESPE**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN  
& AVIÓNICA**

**MONOGRAFÍA, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN  
Y AVIÓNICA**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE IGNITION PARA  
LA MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE DE UN MOTOR  
TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN MEDIANTE LA COMUNICACIÓN  
PROFIBUS DP CON UN PLC S7 300**

**AUTOR: OÑA CAHUEÑAS, STALYN RAUL**

**DIRECTOR: ING. GUERRERO RODRÍGUEZ, LUCÍA ELIANA**

**LATACUNGA**

**2020**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &**  
**AVIÓNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE IGNITION PARA LA MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN MEDIANTE LA COMUNICACIÓN PROFIBUS DP CON UN PLC S7-300”** fue realizado por el señor **OÑA CAHUEÑAS, STALYN RAUL**, misma que ha sido revisada en su totalidad, analizada por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente:

**Latacunga, 30 de enero del 2020**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. GUERRERO RODRÍGUEZ, LUCÍA ELIANA**  
**DIRECTOR**  
**C.C.:0501878649**



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN**  
**INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **OÑA CAHUEÑAS, STALYN RAUL**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE IGNITION PARA LA MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN MEDIANTE LA COMUNICACIÓN PROFIBUS DP CON UN PLC S7-300”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

**Latacunga, 30 enero del 2020**



**OÑA CAHUEÑAS STALYN RAUL**  
**C.C.: 1726475989**



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN  
& AVIÓNICA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **OÑA CAHUEÑAS, STALYN RAUL**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE IGNITION PARA LA MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN MEDIANTE LA COMUNICACIÓN PROFIBUS DP CON UN PLC S7-300”** en el Repositorio Institucional cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, 30 de enero del 2019**



**OÑA CAHUEÑAS STALYN RAUL**  
C.C.: 1726475989

## DEDICATORIA

A toda mi familia, en especial a mis padres quienes son los responsables de haberme forjado y formado para ser la persona que soy en la actualidad y a la vez haber contribuido directamente para la consecución del objetivo anhelado.

“Tú decides que tan alto quieres volar porque ni el cielo es un límite ”

Muchas gracias Raul, Piedad.

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia agradezco a Dios por haberme permitido vivir la mejor experiencia de mi vida, a la vez también agradecerle por haber puesto dentro del camino de mi formación a los mejores maestros quienes con su sabiduría y paciencia me otorgaron sus conocimientos y supieron guiarme de la mejor manera.

Así también hacer una mención especial a mis padres quienes a pesar de todos los momentos difíciles que atravesaron siempre me brindaron su apoyo incondicional para alcanzar el objetivo

**ÍNDICE DE CONTENIDO****CARÁTULA**

<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>i</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>

**CAPÍTULO I****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivo general .....	3
1.5. Objetivos específicos .....	3
1.6. Alcance .....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	PLC S7 300.....	5
2.1.1	Introducción .....	5
2.1.2	Características.....	5
2.1.3.	Programación y su función.....	6
2.2	HMI.....	7
2.2.1	Características .....	7
2.2.2	Función .....	7
2.2.3	Programación.....	8
2.3	IGNITION .....	8
2.3.1	Introducción a IGNITION.....	8
2.3.2	Introducción a la programación en IGNITION .....	9
2.3.3	Aplicaciones.....	10
2.4	TIA PORTAL .....	11
2.4.1	Introducción a TIA PORTAL .....	11
2.4.2	Introducción a la programación en TIA PORTAL.....	11
2.4.3	Aplicaciones.....	11
2.5	Comunicación PROFIBUS .....	12
2.5.1	Características .....	12
2.5.2	Aplicaciones.....	13
2.5.3	Desarrollo y tecnología .....	14



## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1.	Instalación de IGNITION .....	16
3.2.	Creación del HMI en IGNTION.....	28
3.3.	Montaje de la red de comunicación PROFIBUS DP del PLC S7 300 con el motor de inducción.....	37
3.4.	Programación de la comunicación profibus dp .....	47
3.5.	Prueba y corrección de fallos.....	61

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1.	Conclusiones.....	69
4.2.	Recomendaciones.....	70

<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>71</b>
-----------------------------------	-----------

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
--	-----------

<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>
--------------------	-----------

### **ANEXO A: MANUAL DEL USUARIO**

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> <i>Direcciones y Tags del Voltaje</i> .....	51
<b>Tabla 2.</b> <i>Direcciones y Tags de corriente</i> .....	51
<b>Tabla 3.</b> <i>Tags de voltaje a utilizar</i> .....	64
<b>Tabla 4.</b> <i>Tags de corriente a utilizar</i> .....	65
<b>Tabla 5.</b> <i>Tag de las potencias a utilizar</i> .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Icono del navegador .....	16
<b>Figura 2</b> Búsqueda en el navegador .....	17
<b>Figura 3</b> Página oficial "Inductive Automation" .....	17
<b>Figura 4</b> Opción de descarga de Ignition.....	18
<b>Figura 5</b> Ventana de opción de descarga.....	18
<b>Figura 6</b> Ventana de registro .....	19
<b>Figura 7</b> Ventana de registro llena .....	19
<b>Figura 8</b> Venta de registro autorizado para realizar la descarga .....	20
<b>Figura 9</b> Ventana de descarga .....	20
<b>Figura 10</b> Carpeta de descargas .....	21
<b>Figura 11</b> Ejecutar como administrador.....	21
<b>Figura 12</b> Ventana de dialogo N° 1 .....	21
<b>Figura 13</b> Venta de diálogo N° 2 .....	22
<b>Figura 14</b> Ventana de dialogo N° 3 .....	22
<b>Figura 15</b> Ventana de dialogo N° 4 .....	23
<b>Figura 16</b> Cuadro de dialogo N° 5 .....	23
<b>Figura 17</b> Cuadro de dialogo N° 6 .....	24
<b>Figura 18</b> Cuadro de dialogo N° 7 .....	24
<b>Figura 19</b> Inicialización de Ignition .....	24
<b>Figura 20</b> Relleno del registro .....	25
<b>Figura 21</b> Pagina inicial de Ignition.....	25

<b>Figura 22</b> Programa a instalar .....	26
<b>Figura 23</b> Programa instalado en el escritorio .....	26
<b>Figura 24</b> Ventana principal de Ignition Designer Launcher .....	26
<b>Figura 25</b> Ventana de opciones.....	27
<b>Figura 26</b> Ventana de registro a Ignition.....	27
<b>Figura 27</b> Registro del nuevo proyecto.....	28
<b>Figura 28</b> Interfaz de trabajo en Ignition .....	28
<b>Figura 29</b> Icono de IGNITION.....	29
<b>Figura 30</b> Ventana de inicio.....	29
<b>Figura 31</b> Ventana de opciones.....	29
<b>Figura 32</b> Relleno de datos .....	30
<b>Figura 33</b> Ventana inicial de IGNITION .....	30
<b>Figura 34</b> Ventana para crear el nuevo proyecto .....	31
<b>Figura 35</b> Interfaz de trabajo de IGNITION.....	31
<b>Figura 36</b> Asignación de nombre.....	32
<b>Figura 37</b> Ventana "Common" .....	32
<b>Figura 38</b> Venta de la portada .....	33
<b>Figura 39</b> Inserción de imagen .....	33
<b>Figura 40</b> Inserción del "toggle button" .....	34
<b>Figura 41</b> Ventana de menú .....	34
<b>Figura 42</b> Opciones de menú .....	35
<b>Figura 43</b> Ventana de creación de formato .....	35
<b>Figura 44</b> Ventana "common" .....	35

<b>Figura 45</b> Indicador digital .....	36
<b>Figura 46</b> Simbología del motor .....	36
<b>Figura 47</b> Interfaz completa del voltaje.....	37
<b>Figura 48</b> Ventana de medición.....	37
<b>Figura 49</b> Montaje de red .....	38
<b>Figura 50</b> Lectura de señales .....	39
<b>Figura 51</b> Conexión de red .....	39
<b>Figura 52</b> Red PROFIBUS .....	40
<b>Figura 53</b> Portada de TIA PORTAL.....	40
<b>Figura 54</b> Ventana de creación del proyecto .....	41
<b>Figura 55</b> Configuración de dispositivos.....	41
<b>Figura 56</b> Selección de dispositivo .....	42
<b>Figura 57</b> Búsqueda del PAC 3200 .....	42
<b>Figura 58</b> Ventana de "Dispositivos y Redes" .....	43
<b>Figura 59</b> Puerto virtual de red PROFINET .....	43
<b>Figura 60</b> Configuración de la red PROFINET .....	44
<b>Figura 61</b> Puerto virtual PROFIBUS.....	44
<b>Figura 62</b> Ventana de configuración de la red PROFIBUS.....	45
<b>Figura 63</b> Puerto virtual de la red PROFIBUS del PAC 3200 .....	45
<b>Figura 64</b> Ventana de configuración de la red PROFIBUS del PAC 3200....	46
<b>Figura 65</b> Red PROFIBUS .....	46
<b>Figura 66</b> Verificación de comunicación PROFIBUS.....	47
<b>Figura 67</b> Ventana de programación del PAC3200 .....	48

<b>Figura 68</b> Asignación de los parámetros de medición .....	48
<b>Figura 69</b> Segmento de trabajo .....	49
<b>Figura 70</b> Búsqueda de la función MOVE .....	49
<b>Figura 71</b> Función MOVE en el segmento.....	50
<b>Figura 72</b> Programación del voltaje.....	50
<b>Figura 73</b> Segmento de voltaje.....	51
<b>Figura 74</b> Segmento de corriente .....	52
<b>Figura 75</b> Segmento de la potencia aparente.....	52
<b>Figura 76</b> Segmento de la potencia activa .....	52
<b>Figura 77</b> Segmento de la potencia reactiva .....	53
<b>Figura 78</b> Segmento de la frecuencia de red.....	53
<b>Figura 79</b> Ventana de IGNITION en la web.....	54
<b>Figura 80</b> Opción "Device Connections" .....	54
<b>Figura 81</b> Ventana para crear la base de datos .....	55
<b>Figura 82</b> Selección del PLC .....	56
<b>Figura 83</b> Llenado de registro.....	56
<b>Figura 84</b> Verificación de la base de datos.....	57
<b>Figura 85</b> Ventana de Tag Browsser .....	57
<b>Figura 86</b> Carpeta de la base de datos .....	57
<b>Figura 87</b> Método para crear nuevas Tags.....	58
<b>Figura 88</b> Ventana de creación de la Tag.....	58
<b>Figura 89</b> Nombre del servidor .....	59
<b>Figura 90</b> Asignación de datos al nuevo Tag .....	60

<b>Figura 91</b> Tag creada .....	60
<b>Figura 92</b> Lista de Tags creados .....	60
<b>Figura 93</b> Tag ubicada en el indicador .....	61
<b>Figura 94</b> Verificación de programa .....	62
<b>Figura 95</b> Datos de IGNITION .....	62
<b>Figura 96</b> Icono del ROUND.....	63
<b>Figura 97</b> Ubicación del ROUND.....	63
<b>Figura 98</b> Función ROUND ubicado en el segmento .....	64
<b>Figura 99</b> Programación del voltaje .....	64
<b>Figura 100</b> Segmento del voltaje.....	65
<b>Figura 101</b> Segmento de corriente .....	65
<b>Figura 102</b> Segmento de las potencias .....	66
<b>Figura 103</b> Segmento la de frecuencia de red.....	66
<b>Figura 104</b> Tabla de variables de TIA PORTAL .....	67
<b>Figura 105</b> Voltaje .....	67
<b>Figura 106</b> Corriente.....	67
<b>Figura 107</b> Potencias.....	68
<b>Figura 108</b> Frecuencia.....	68
<b>Figura 109</b> Verificación de datos .....	68

## RESUMEN

La monografía expuesta a continuación, desarrolló un HMI mediante la utilización del software IGNITION, que mide parámetros de corriente y voltaje de un motor trifásico de inducción, a través de la red de comunicación PROFIBUS DP, utilizando el PLC S7 300 y el módulo PAC 3200. Para la transferencia de datos, se utilizó el Software TIA PORTAL, que permite la comunicación PROFIBUS DP, mediante una red punto a punto denominada RS 485 que envía datos desde el módulo PAC 3200 hacia el PLC S7 300. Mientras tanto, mediante la asignación de Tags para el software IGNITION en el HMI se puede apreciar los valores de las variables tanto del voltaje como de la corriente del motor trifásico de inducción, las cuales son ilustradas en tiempo real, mediante la utilización de un indicador digital que se encuentra en la pantalla del HMI. Además, los valores tanto de corriente como de voltaje también se las podrán apreciar directamente en la pantalla del módulo PAC 3200, es decir además de enviar los datos de los valores obtenidos también actúa como un indicador, el módulo que se implementó permite fortalecer el conocimiento en el manejo del PLCs y todas las prestaciones que brinda el mismo.

### **PALABRAS CLAVE**

- **CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES**
- **INTERFAZ HMI**
- **SOFTWARE IGNITION**
- **RED DE COMUNICACIÓN PROFIBUS**



## **ABSTRACT**

The following monograph aims to implement an HMI using the IGNITION software, which measures current and voltage parameters of a three-phase induction motor, through PROFIBUS communication, using the S7 300 PLC and the PAC 3200 module. For the data transfer, the TIA PORTAL software was used, which allows the PROFIBUS communication, through a point to point network called RS 485 that sends data from the PAC 3200 module to the S7 300 PLC. Meanwhile, through the assignment of Tags for the IGNITION software in the HMI, the values of the variables of both the voltage and the current of the three-phase induction motor can be seen, which are illustrated in real time, through the use of a digital indicator on the screen of the HMI. In addition, the current and voltage values can also be seen directly on the PAC 3200 module screen, that is, besides sending the data of the obtained values, it also acts as an indicator. The module implemented allows strengthening the knowledge in the handling of the PLCs and all the features it offers.

### **KEY WORDS:**

- **PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS**
- **INTERFACE HMI**
- **SOFTWARE IGNITION**
- **COMMUNICATION NETWORK PROFIBUS**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Antecedentes

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó un análisis de distintas citas bibliográficas en donde se encontró información que resultaron útiles en la sustentación técnica para la implementación de un HMI en el software IGNITION. Entre los trabajos se pueden citar:

Según (Kaschel, 2018) “Para el enlace se utiliza comunicación serie asíncrona y puede ser utilizada una UART genérica. PROFIBUS DP prescinde de los niveles ISO 3 a 6 y la capa de aplicación ofrece una amplia gama de servicios de diagnóstico, seguridad, protecciones entre otros, dicha comunicación puede ser operada mediante aparatos de maniobra como el PLC S7-300. ”

La investigación que se realizó en la segunda cita bibliográfica indica que según (Herrera, 2018) “El área de la industria se ha visto bajo la influencia determinante de la electrónica, la automatización y las telecomunicaciones, mediante la innovación de la tecnología se ha desarrollado distintos software de control y monitoreo como IGNITION el cual es utilizado para obtener una interfaz de mando hombre máquina.”

Por esta razón este proyecto técnico propone un material de aprendizaje y desarrollo de destrezas en la enseñanza del manejo del sistema de comunicación

PROFIBUS DP, manejo de la plataforma de comunicación PLC S7-300 y de programación en el software TIA PORTAL, a través de enunciados claros, y una estructura de trabajo que aborda PASO a PASO las actividades para desarrollar un HMI en IGNITION para la medición de voltaje y corriente trifásico de un motor de inducción.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En el laboratorio de Instrumentación Virtual de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas sede Latacunga se imparte la materia de Automatización y Control de Procesos en el cual se ha estado profundizando acerca de las comunicaciones industriales de manera teórica y práctica, debido a los avances tecnológicos los estudiantes de la carrera Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica se ven en la necesidad de conocer acerca de nuevos software's que permitan realizar un monitoreo dentro de proceso industrial

Por lo tanto, el estudiante al poseer un conocimiento limitado, tendrá inconvenientes al momento de brindar soluciones inmediatas a los problemas que surgen dentro de la industria. Para el moldeamiento de profesionales capaces de brindar soluciones a los equipos operativos dentro de un proceso industrial, es necesario que los estudiantes conozcan acerca de software's de monitoreo aplicados en la industria como lo es IGNITION ya que permite supervisar procesos industriales.

### **1.3. Justificación**

El presente proyecto tiene como finalidad fortalecer los conocimientos impartidos a los estudiantes de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica ya que en la industria se requiere personal técnico debidamente capacitado en la parte de programación, manejo y monitoreo de dispositivos autómatas controlables. Por ende, es fundamental preparar profesionales calificados que puedan desenvolverse en ámbito laboral, industrial y puedan cumplir con todo el perfil técnico

Finalmente, con este proyecto se quiere lograr que el estudiante desarrolle nuevas destrezas en el ámbito electrónico y de programación, así como el manejo de PLC S7-300, el desarrollo del HMI en el software INGITION, logrando así que los futuros tecnólogos se desenvuelvan de mejor manera en el ámbito laboral.

### **1.4. Objetivo general**

Implementar un HMI mediante IGNITION para la medición de voltaje y corriente trifásico de un motor de inducción mediante la comunicación PROFIBUS DP con un PLC S7-300

### **1.5. Objetivos específicos**

- Realizar la configuración y programación del PLC S7-300 SIEMENS y del motor trifásico de inducción usados como maestro y esclavo respectivamente de la red PROFIBUS DP para el sistema automatizado.

- Diseñar la interfaz gráfica de la HMI en el software IGNITION.
- Implementar la red de comunicación PROFIBUS DP para adquisición de voltaje y corriente del motor trifásico

### **1.6. Alcance**

La implementación de una comunicación PROFIBUS DP entre el motor trifásico y el PLC S7-300 con una visualización de los datos de medición de corriente y voltaje de dicho motor en un HMI en IGNITION, va dirigido a los alumnos de la Carrera de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica de la Unidad de Gestión de Tecnologías, el cual permite fortalecer el conocimiento en el manejo del PLCs dentro de todas las prestaciones que brinda como la adquisición de datos, comunicación entre otras y así cumplir con los perfiles educativos de altos estándares y sirviendo como base para el desarrollo de futuras aplicaciones.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 PLC S7 300**

##### **2.1.1 Introducción**

El término PLC son siglas en inglés que traducido al español significa “Controlador Lógico Programable”, este es un dispositivo electrónico, operado digitalmente, que utiliza una memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, dentro de la cuales se puede hacer referencia a la lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, además estos dispositivos pueden ser programados por el usuario, dentro de las industrias son utilizados con el fin de resolver problemas de secuencias en las maquinarias o procesos, que ayudado a disminuir el costo de mantenimiento y un aumento de la confiabilidad en los equipos, un claro ejemplo es el PLC S7 300. (Boada, 2017)

##### **2.1.2 Características**

Desde su creación y el pasar de los años los PLC han ido desarrollando nuevas características para brindar mayores prestaciones a los usuarios para facilitar su manejo, siendo así se detalla las prestaciones que brinda el PLC S7 300 (Siemens, 2017)

- CPU compacta 314C-2PN/DP compatible con PROFINET, integra interfaz de comunicación PROFINET y PROFIBUS y se caracteriza por una mayor memoria de trabajo (192 Kbytes); tiempos de ejecución más breves (0,06  $\mu$ s por operación de bits) y por las conocidas funciones tecnológicas y E/S integradas. (Siemens, 2017)
- Además, a partir del firmware v3.2, las CPU PN poseen todas las nuevas funciones PROFINET, p. ej. I-Device, Shared Device, MRP (Media Redundant Protocol), IRS (Isochronous Real-Time) y páginas web definidas por el usuario. (Siemens, 2017)
- La CPUS7315F-2PN/DP, con memoria de programa y capacidad funcional de nivel medio para configurar un sistema de automatización de seguridad positiva en instalaciones de altos requisitos. (Siemens, 2017)

### **2.1.3. Programación y su función**

El sistema de control cuenta tres secuencias básicas de operaciones, las cuales han sido asignadas por posibles condiciones o estados en los que pueda encontrarse el sistema de automatización. (Diaz, 2017)

- Secuencia para el arranque.- Dentro de esta secuencia se establece y verifica las condiciones iniciales de la operación en el cual se establece que el motor debe estar apagado.

- Secuencia para condiciones de trabajo.- Se lleva a cabo durante la ejecución del proceso, garantizando el desarrollo de las tareas sin ninguna anomalía.
- Secuencia de parada.- Finaliza todas las operaciones verificando que no exista ningún tipo de anomalías. (Díaz, 2017)

## **2.2 HMI**

### **2.2.1 Características**

Un HMI es considerado un software encargado de recibir los datos y presentarlos en despliegues o pantallas de visualización del proceso (Interfaces Hombre-Máquina). La HMI presenta los datos y la información del proceso al usuario final. Por ejemplo:

- Tablas de datos.
- Gráficos de procesos.
- Reportes del sistema.
- Información adicional de las variables del sistema (unidades, estado, etc.) (Moya, 2009)

### **2.2.2 Función**

La HMI, es un software que permite monitorear y controlar remotamente un proceso ejecutándose en tiempo real; es de mucha ayuda ya que existen procesos en los cuales la intervención del personal no es viable para el control de la máquina



o del proceso que se está ejecutando, con el desarrollo de nuevas tecnologías dentro de la industria existe una cantidad muy grande de máquinas que tienen integrada un HMI para facilitar la operación y el monitoreo de los procesos. (Garcia, 2019)

### **2.2.3 Programación**

La pantalla táctil a color permite la entrada intuitiva de parámetros o variables del proceso y una variedad de formas para visualizar los datos de la operación o del proceso, incluidos los gráficos de tendencia y los elementos de alarma. La pantalla LCD de alta resolución permite la visualización al usuario del funcionamiento, la supervisión y el control eficiente en tiempo real. El software también es de edición fácil, permite a los usuarios crear rápidamente iconos visuales fáciles y diseñar pantallas de monitoreo intuitivas para aplicaciones, al tiempo que programan secuencias operativas que mejoran la flexibilidad y ahorran tiempo. (Condor, 2019)

## **2.3 IGNITION**

### **2.3.1 Introducción a IGNITION**

Ignition HMI de "Inductive Automation" es una potente solución de software que permite desarrollar de una manera mucha más rápida y eficiente, interfaces hombre-máquina (HMI) de alto rendimiento diseñado para optimizar la eficiencia del

operador. Ignition facilita el trabajo con HMIs, se instala en minutos en cualquier dispositivo y la actualización de una HMI con Ignition es rápida. Además con la opción de diseñador activado, se puede crear HMIs con tendencias históricas, alarmas y más con facilidad de arrastrar y soltar. (Ignition, 2018)

### **2.3.2 Introducción a la programación en IGNITION**

Ignition es un software que está programado en Java puro, por lo que puede utilizarse con cualquier sistema operativo que soporte este lenguaje de programación. Su arquitectura permite ejecutar la aplicación en un servidor y lanzarla vía web en múltiples clientes desde los cuales además puede editarse. Ignition cuenta con drivers de comunicaciones para prácticamente todos los protocolos de comunicación industrial. (Carezuela, 2014)

Entre otras características este software tiene: su sencilla conexión con bases de datos, la posibilidad de crear arquitecturas redundantes y la existencia de un SDK que permite añadirle funcionalidades programadas en Java por el usuario. (Carezuela, 2014)

Ignición está equipada con OPC UA para que pueda conectarse fácilmente a servidores OPC de terceros. También tiene disponibles suites de controladores para Modbus, Siemens, Allen-Bradley, y más, para que pueda conectarse fácilmente a prácticamente cualquier tipo de dispositivo industrial. (Ignition, 2018)

### 2.3.3 Aplicaciones

Ignition al ser un software que ayuda al desarrollo de HMI de una manera rápida y eficiente cuenta con características adicionales como son:

- **Convierte cualquier pantalla en una HMI.-** Ignition funciona en cualquier versión de Windows, macOS, Linux, y más, por lo que puede instalarlo en cualquier HMI o dispositivo industrial. Con soporte para procesadores ARM, también puede funcionar en la última generación de dispositivos eficientes de borde de red. (Ignition, 2018)
- **Supervisa y controla procesos.-** Permite conocer rápidamente el estado de la máquina en tiempo real, monitorea múltiples puntos de datos en múltiples ubicaciones e inicia y detiene los procesos con sólo pulsar (un botón). (Ignition, 2018)
- **Análisis de datos históricos.-** Se conecta fácilmente a una base de datos SQL para almacenar y mostrar datos históricos en cuadros, tablas y gráficos personalizables para ver tendencias y realizar un seguimiento de los indicadores clave de rendimiento (KPI) de un vistazo. (Ignition, 2018)
- **HMI de toda la empresa.-** Ignición funciona a la perfección como una solución de software HMI independiente. Además, Ignition tiene la capacidad única de conectar todas sus HMI en una solución para toda la empresa que puede gestionar, actualizar e implementar de forma centralizada. (Ignition, 2018)

## **2.4 TIA PORTAL**

### **2.4.1 Introducción a TIA PORTAL**

El software TIA Portal es una herramienta destinada a la programación de dispositivos autómatas como son PLC's. Tiene la parte de configuración y programación de dispositivos autómatas, donde, se puede configurar los elementos que tienen los hardwares del PLC, las variadas funciones y variables que componen el programa para el correcto funcionamiento del autómata. (Sanchez, 2017)

### **2.4.2 Introducción a la programación en TIA PORTAL**

El software TIA Portal es una herramienta destinada a la programación de dispositivos autómatas como son PLC's. Tiene la parte de configuración y programación de dispositivos autómatas, donde, se puede configurar los elementos que tienen los hardwares del PLC, las variadas funciones y variables que componen el programa para el correcto funcionamiento del autómata. (Sanchez, 2017)

### **2.4.3 Aplicaciones**

El software TIA PORTAL optimiza todos sus procedimientos de procesamiento, operación de máquinas y planificación. Con su intuitiva interfaz de usuario, la sencillez de sus funciones y la completa transparencia de datos.

- **Inteligencia integrada.-** Editores inteligentes muestran de modo contextualizado justo lo que el usuario necesita en el momento para la

tarea que esté realizando: funciones, propiedades, librerías, etc. (Siemens, 2017)

- **Máxima transparencia de los datos.**- Sólo es necesario introducir una vez los datos cuando se utilizan en distintos editores y para sistemas de destino diferentes. Gracias a la gestión de datos centralizada y orientada al objeto que ofrece el TIA Portal, los datos de aplicación modificados se actualizan automáticamente para todos los equipos (PLC y HMI) implicados en el proyecto. La base de datos compartida garantiza una consistencia absoluta en todo el proyecto de automatización. Así se reduce la probabilidad de que aparezcan errores y se crean proyectos transparentes y compactos. (Siemens, 2017)
- **Soluciones reutilizables.**- En el TIA Portal también se pueden reutilizar bloques o proyectos enteros, creados con versiones anteriores de los productos de software integrados en el TIA Portal. La reutilización reduce el trabajo de ingeniería y, al mismo tiempo, incrementa la calidad del sistema de automatización. (Siemens, 2017)

## 2.5 Comunicación PROFIBUS

### 2.5.1 Características

Profibus DP se utiliza para el control de procesos distribuidos. Diseñado para la comunicación entre sistemas de control automático E/S distribuidas o remotas en

campo. Permite intercambiar información de forma rápida y cíclica. Incrementa velocidad y eficiencia, reduce costos de conexión, orientado, generalmente usado para la comunicación entre sistemas automáticos y los dispositivos distribuidos en el nivel de campo. (Alban, 2017)

Profibus DP considera: distancias, velocidades, requerimientos y la energía necesarios, para realizar una comunicación de campo. (Alban, 2017)

### 2.5.2 Aplicaciones

Profibus DP tiene una gran tasa de transferencia, una manipulación sencilla, alta capacidad de diagnóstico y protección contra interferencia. En cuanto a velocidad necesita 1 ms a 12 Mbit/s para transmitir 512 bits de datos de entrada y 512 bits de datos de salida entre 32 estaciones descentralizadas. Gracias a que en un único ciclo de mensaje con DP se pueden enviar y recibir datos de E/S, incrementa su velocidad en comparación con FMS. (Alban, 2017)

- **Diagnóstico de funciones.-** La gran cantidad de funciones de diagnóstico permiten una rápida localización de errores. Los mensajes de diagnóstico y alarmas son administradas y gestionadas por el maestro.
- **Diagnóstico de estación.-** Corresponde a información de temperaturas, presiones, voltajes, etc.

- **Diagnóstico de módulo.**- Estos mensajes indican valores de trabajo en las estaciones.
- **Diagnóstico relacionado con el canal.**- En este caso la posible causa del error es la alteración en el funcionamiento de uno de los dispositivos de los que dependen de la estación. (Alban, 2017)

### 2.5.3 Desarrollo y tecnología

El transporte en Profibus-DP se realiza por medio de tramas según IEC 870-5-1. La comunicación se realiza por medio de datagramas en modo broadcast o multicast. Se utiliza comunicación serie asíncrona por lo que es utilizable una UART genérica. Profibus DP prescinde de los niveles ISO 3 a 6 y la capa de aplicación ofrece una amplia gama de servicios de diagnóstico, seguridad, protecciones etc. Es una capa de aplicación relativamente compleja debido a la necesidad de mantener la integridad en el proceso de PASO de testigo (un sólo testigo). (Carezuela, 2014).

- **Profibus DP (Decentralized Periphery).**- Orientado a sensores/actuadores enlazados a autómatas programables o terminales.
- **Profibus PA (Process Automation).**- Para control de proceso y cumpliendo normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 1 1 15 8-2, seguridad intrínseca).

- **Profibus FMS (Fieldbus Message Specification).**- Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización. La evolución de Profibus hacia la utilización de protocolos TCP/IP para enlace a nivel de proceso hace que este perfil esté perdiendo importancia (Carezuela, 2014).



## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

Dentro de este capítulo se detallan cada uno de los pasos a seguir para el desarrollo de la parte práctica del proyecto. El desarrollo práctico del proyecto se realizó mediante la utilización de los softwares: "IGNITION" y "Tia Portal", los cuales mediante la ayuda de una red de comunicación PROFIBUS realizaron la adquisición de datos de voltaje y corriente de un motor trifásico de inducción para luego ser mostrados en un HMI (Interfaz Hombre Máquina).

#### 3.1. Instalación de IGNITION

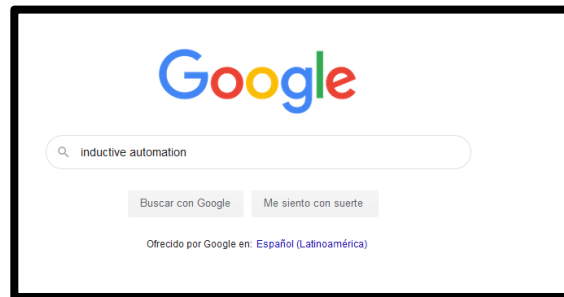
Para llevar a cabo la ejecución del proyecto práctico, se realizó la instalación del software IGNITION. A continuación, se detallan los pasos a seguir:

- PASO 1.- Se ingresó al navegador de internet, dando doble clic en el icono de "Firefox", como se muestra en la Figura 1.



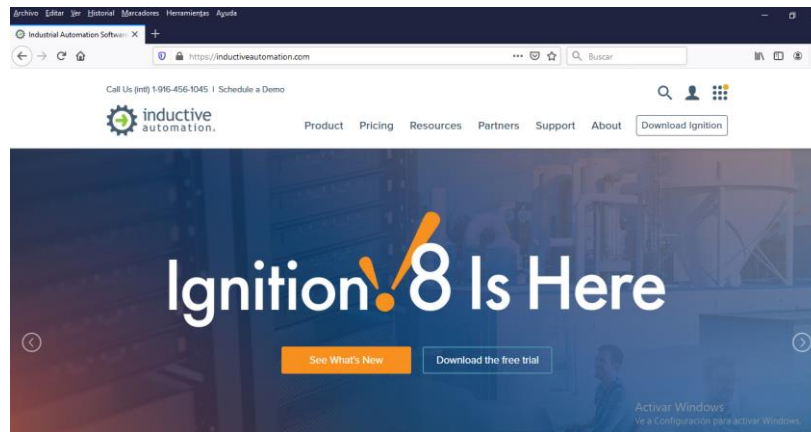
**Figura 1.** Icono del navegador

- PASO 2.- Luego de haber ingresado al navegador en la opción de búsqueda se digitó la página oficial de "Inductive Automation", como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Búsqueda en el navegador

- PASO 3.- Una vez realizada la búsqueda de la página "Inductive Automation" se ingresó la página oficial de "Igniton 8 Is Here", como se muestra en la Figura 3.



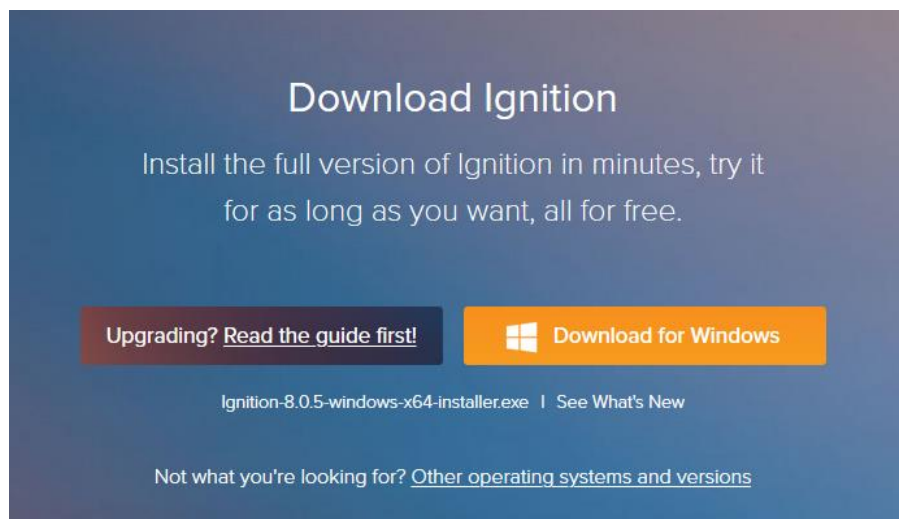
**Figura 3.** Página oficial "Inductive Automation"

- PASO 4.- Se realizó la descarga de IGNITION dando clic en la opción de "Download Ignition", como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4.** Opción de descarga de Ignition

- PASO 5.- Luego de haber seleccionado la opción de "Download Ignition" aparece la ventana que permitió seleccionar la descarga para Windows, como se indica en la Figura 5.



**Figura 5.** Ventana de opción de descarga

- PASO 6.- Después de seleccionar la opción de descarga para Windows, se despliega una ventana de registro, como se muestra en la Figura 6.

✕

**Just one more step.**

Please fill out the form below to gain access to a free trial of Ignition by Inductive Automation®. [System Requirements](#)

First Name	Last Name
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Company Name	Role
<input type="text"/>	Select ▾
Work Email	Phone Number
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Country	
Select Country ▾	
Are you an integrator?	
Select ▾	

**Figura 6.** Ventana de registro

- PASO 7.- Una vez que aparece la ventana de registro, se llenaron los datos que solicita, como se muestra en la Figura 7.

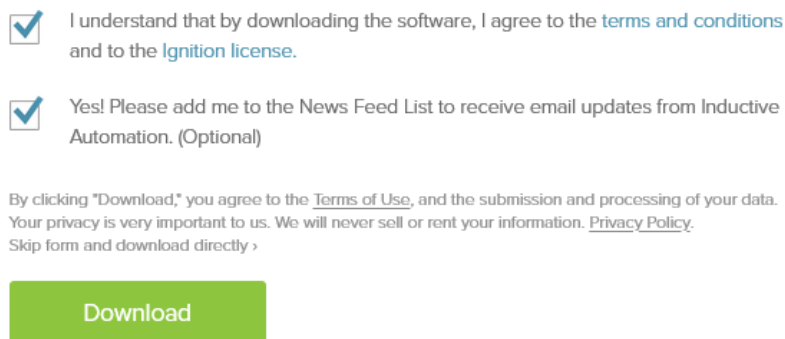
**Just one more step.**

Please fill out the form below to gain access to a free trial of Ignition by Inductive Automation®. [System Requirements](#)

First Name	Last Name
<input type="text" value="Raul"/>	<input type="text" value="Oña"/>
Company Name	Role
<input type="text" value="ESPE"/>	Job Seeker / Student ▾
Work Email	Phone Number
<input type="text" value="stalyn946@gmail.com"/>	<input type="text" value="0939041571"/>
Country	
Ecuador ▾	
Are you an integrator?	
Yes ▾	

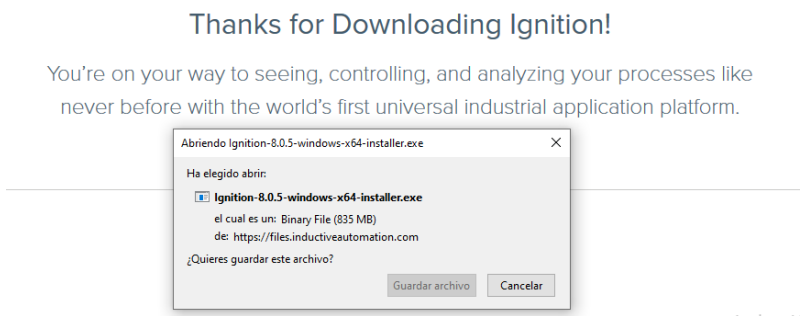
**Figura 7.** Ventana de registro llena

- PASO 8.- Una vez que se ha llenado la ventana de registro y al haber aceptado los términos y condiciones de la página se procedió a dar clic en la opción de download para descargar el software IGNITION, como se indica en la Figura 8.



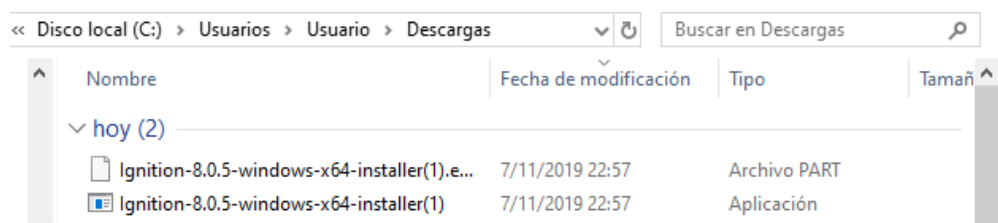
**Figura 8.** Venta de registro autorizado para realizar la descarga

- PASO 9.- Al desplegarse la página para descargas de IGNITION, se seleccionó la opción guardar archivo, como se muestra en la Figura 9.



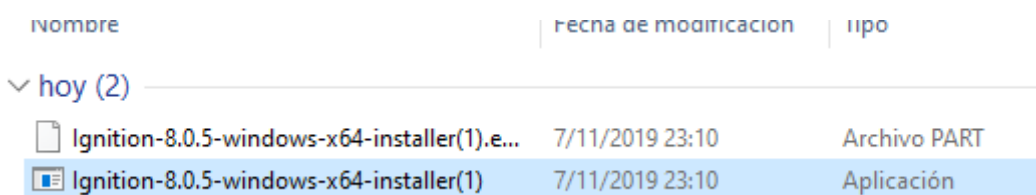
**Figura 9.** Ventana de descarga

- PASO 10.- Una vez descargado el software se abrió la carpeta para la descarga de la aplicación, como se indica en la Figura 10.



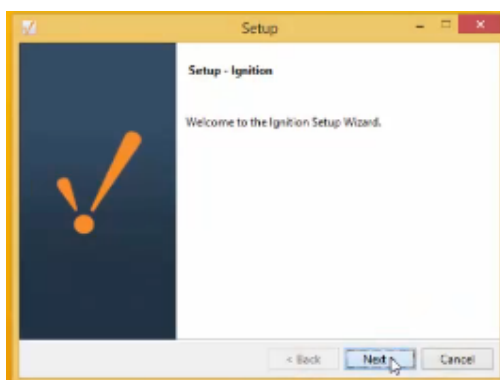
**Figura 10.** Carpeta de descargas

- PASO 11.- Ubicado en la carpeta de descarga se procedió a seleccionar el programa y se escogió la opción ejecutar como administrador, para que se instale el software IGNITION, como se indica en la Figura 11.



**Figura 11.** Ejecutar como administrador

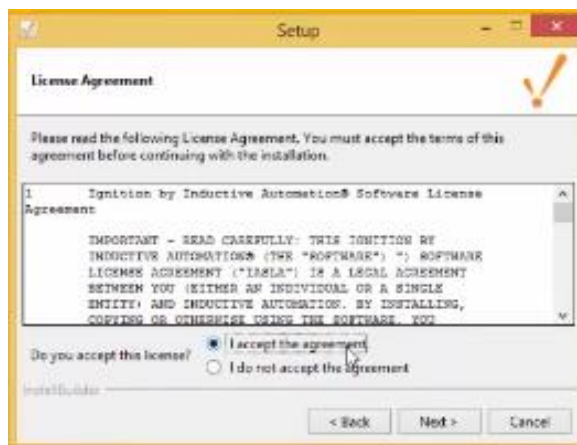
- PASO 12.- Luego de haber iniciado la instalación aparece la primera ventana de diálogo y se eligió la opción de next para continuar, como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12.** Ventana de dialogo N° 1

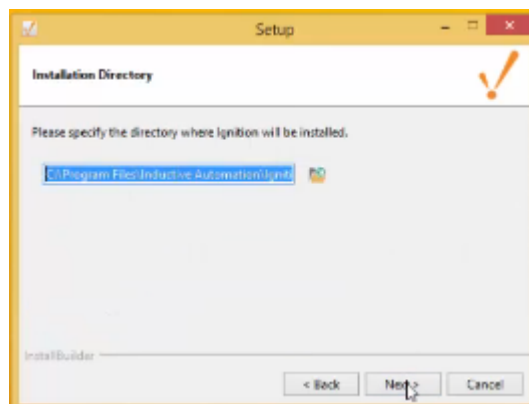
- PASO 13.- Continuando con la instalación, aparece la segunda ventana de diálogo en la cual se aceptaron los términos y condiciones del programa y

finalmente se presionó next, para continuar con la instalación, como se muestra en la Figura 13.



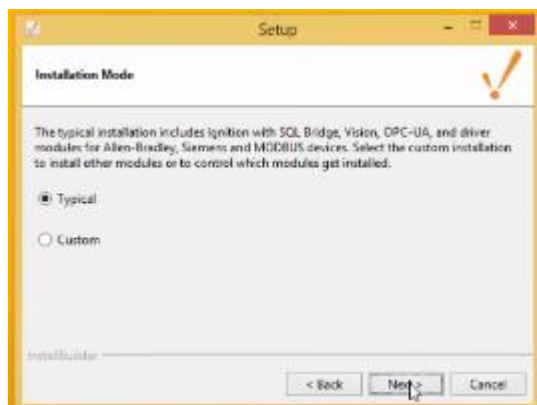
**Figura 13.** Venta de diálogo N° 2

- PASO 14.- Prosiguiendo con la instalación, se desplegó la tercera ventana de diálogo, que muestra la ubicación de los archivos y se presionó next para continuar, como se indica en la Figura 14.



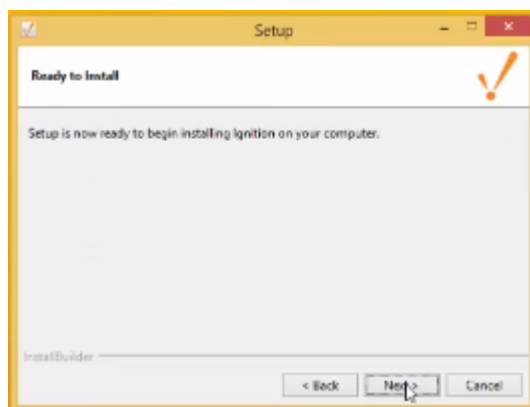
**Figura 14.** Ventana de diálogo N° 3

- PASO 15.- Luego de ver la ubicación de los archivos, apareció la cuarta ventana de diálogo, que permitió escoger el modo de instalación. Se seleccionó el modo typical y se presionó next para continuar, como se indica en la Figura 15.



**Figura 15.** Ventana de dialogo N° 4

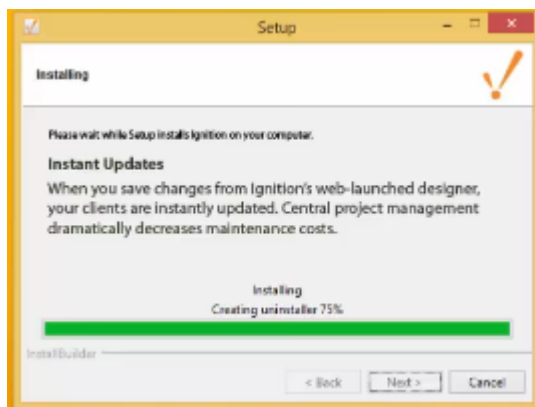
- PASO 16.- Cumplido con los pasos anteriores, apareció el quinto cuadro de diálogo que indica que se empezará con la instalación, para ello se presionó la opción next para continuar, como se muestra en la Figura 16.



**Figura 16.** Cuadro de dialogo N° 5

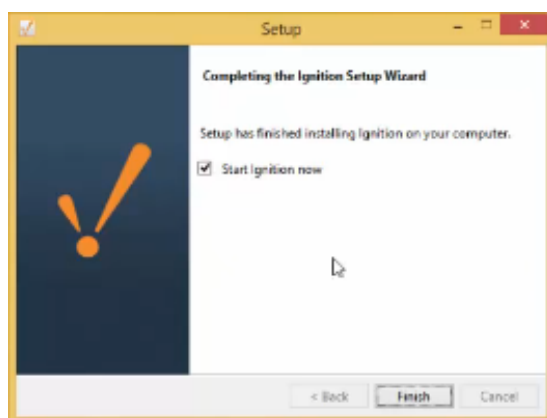
- PASO 17.- Realizado todos los pasos, se desplegó en la pantalla el cuadro de diálogo que indica el avance de la instalación, como se aprecia la Figura 17.





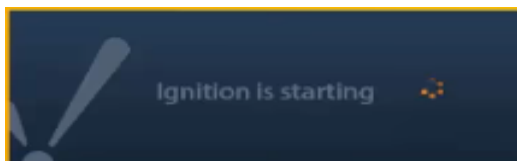
**Figura 17.** Cuadro de dialogo N° 6

- PASO 18.- Realizado el proceso de instalación, apareció el cuadro de diálogo que indica que la instalación terminó y se procedió a abrir el programa, como se indica en la Figura 18.



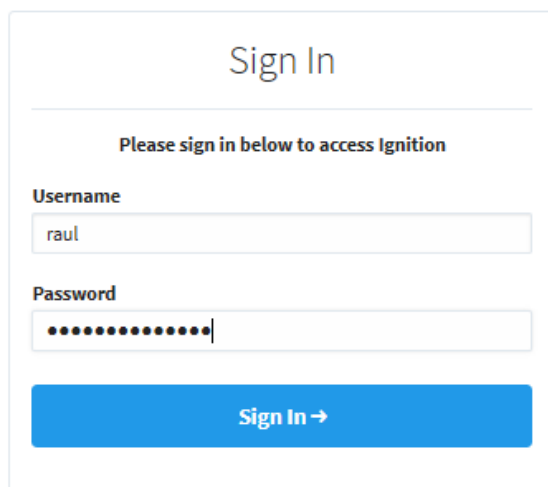
**Figura 18.** Cuadro de dialogo N° 7

- PASO 19.- Terminada la instalación se desplegó la ventana de inicialización del software IGNITION, como se muestra en la Figura 19.



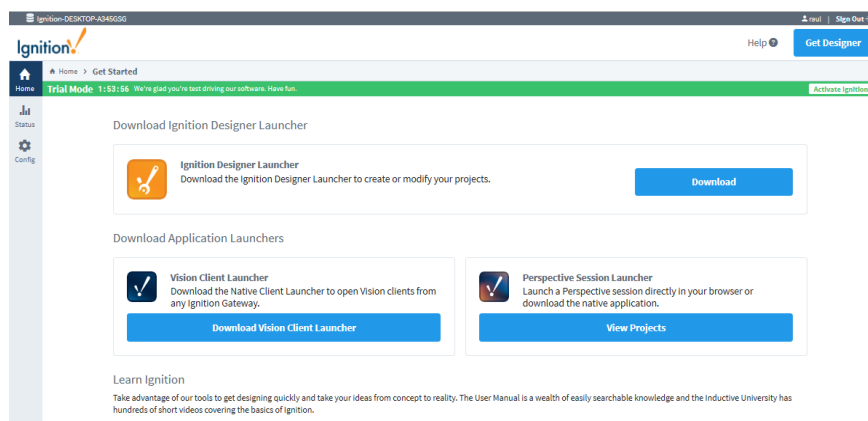
**Figura 19.** Inicialización de Ignition

- PASO 20.- En la página oficial, se realizó el registro e inicio de la cuenta, ingresando los datos anteriormente registrados, como se muestra en la Figura 20.



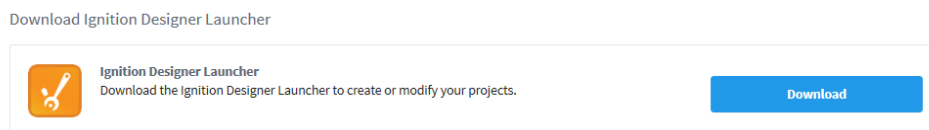
**Figura 20.** Relleno del registro

- PASO 21.- Luego de ingresar al sistema en la ventana principal se muestra la página inicial de IGNITION como se observa en la Figura 21.



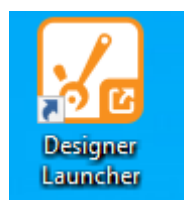
**Figura 21.** Página inicial de Ignition

- PASO 22.- Tras haber ingresado a la página oficial, se realizó la descarga e instalación del programa, dicha instalación se ejecutó automáticamente como se muestra en la Figura 22.



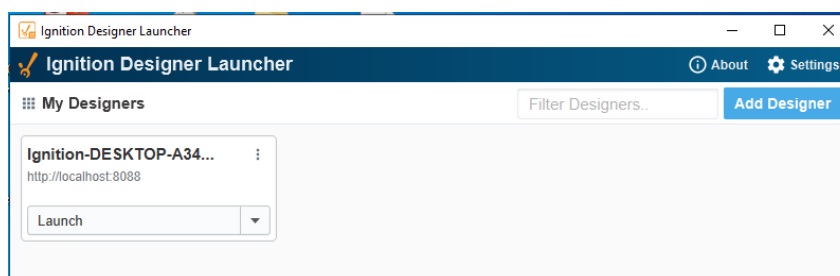
**Figura 22.** Programa a instalar

- PASO 23.- Luego de haber realizado la descarga e instalación del programa "Ignition Designer Launcher", se muestra el icono correspondiente en la pantalla del escritorio, como se aprecia en la Figura 23.



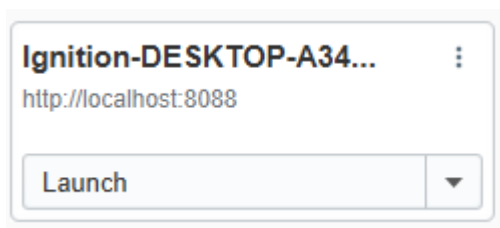
**Figura 23.** Programa instalado en el escritorio

- PASO 24.- Instalado el software se procedió abrir el programa, presionando dos veces el clic izquierdo del mouse, una vez abierto el programa se despliega una ventana como se puede apreciar en la Figura 24.



**Figura 24.** Ventana principal de Ignition Designer Launcher

- PASO 25.- En la página inicial se dió clic en la opción launch, para que se despliegue la lista de opciones, se seleccionó la opción de "launch ± create shortcut" para abrir el software IGNITION, como se muestra en la Figura 25.



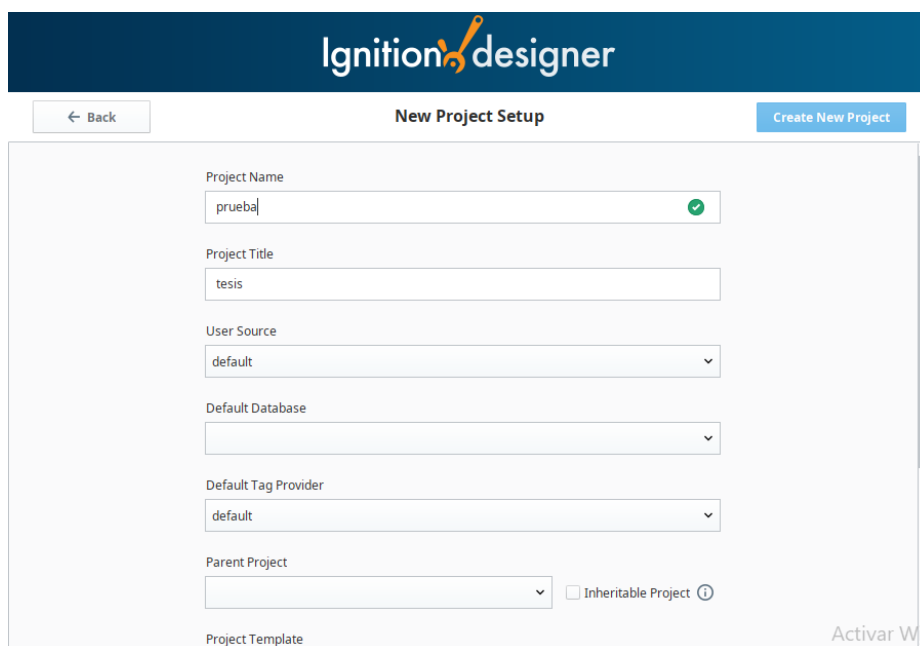
**Figura 25.** Ventana de opciones

- PASO 26.- Luego de haber seleccionado la opción de "launch ± create shortcut", se despliega la ventana de IGNITION y se ingresó el usuario y la contraseña ya establecida anteriormente, como se muestra en la Figura 26.



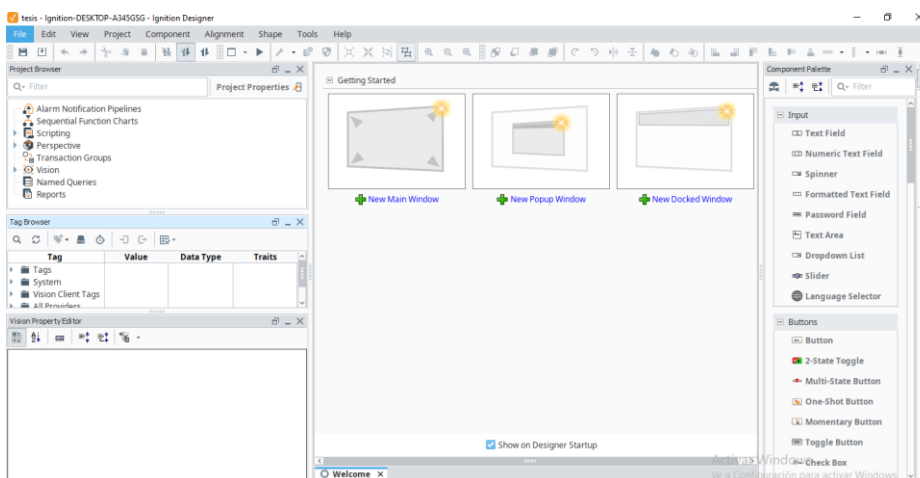
**Figura 26.** Ventana de registro a Ignition

- PASO 27.- Una vez en la plataforma del software IGNITION, se procedió a crear un nuevo proyecto como se muestra en la Figura 27.



**Figura 27.** Registro del nuevo proyecto

- PASO 28.- Registrado el proyecto que va a llevar a cabo IGNITION, se presentó la interfaz de trabajo, como se aprecia en la Figura 28.

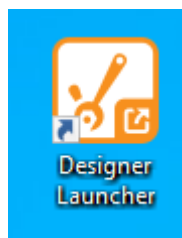


**Figura 28.** Interfaz de trabajo en Ignition

### 3.2. Creación del HMI en IGNITION

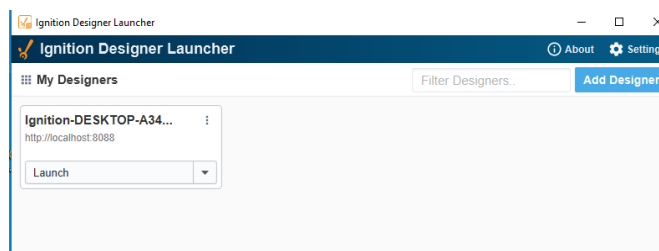
Una vez instalado el software IGNITION, se procedió con la creación del HMI. A continuación, se detallan los pasos que se siguieron:

- PASO 1.- Para iniciar con la creación del HMI, se abrió el software IGNITION dando doble clic izquierdo en el icono DESIGNER LAUCHER, como se muestra en la Figura 29.



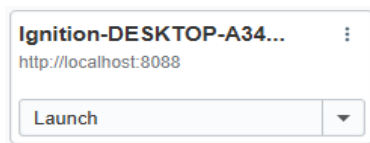
**Figura 29.** Icono de IGNITION

- PASO 2.- En la interfaz del software se desplegó una ventana como se indica en la Figura 30.



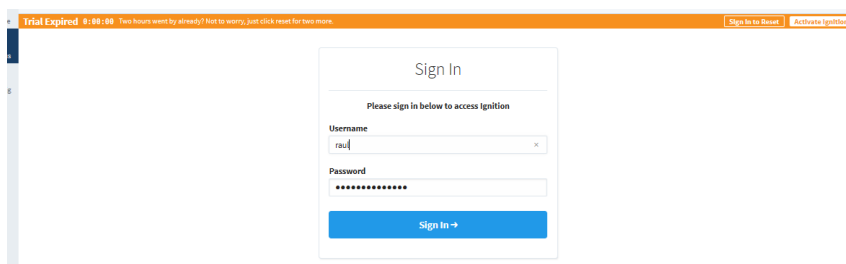
**Figura 30.** Ventana de inicio

- PASO 3.- Luego se dió clic en la opción launch. Y se seleccionó la opción de "launch ± cleate shortcut", como se aprecia en la Figura 31



**Figura 31.** Ventana de opciones

- PASO 4.- Luego de seleccionar la opción "launch ± cleate shortcut", se desplegó la ventana de IGNITION en el navegador, donde se llenaron los datos de la cuenta para activar el software, como se muestra en la Figura 32.



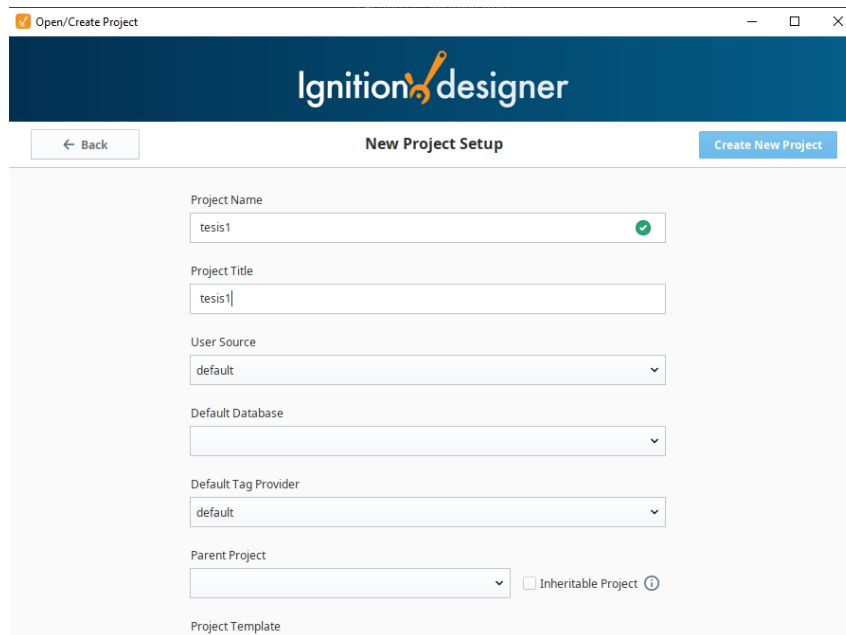
**Figura 32.** Relleno de datos

PASO 5.- Una vez activado el software se desplegó la pantalla inicial de IGNITION, en donde se ingresaron nuevamente los datos de la cuenta como se indica en la Figura 33.



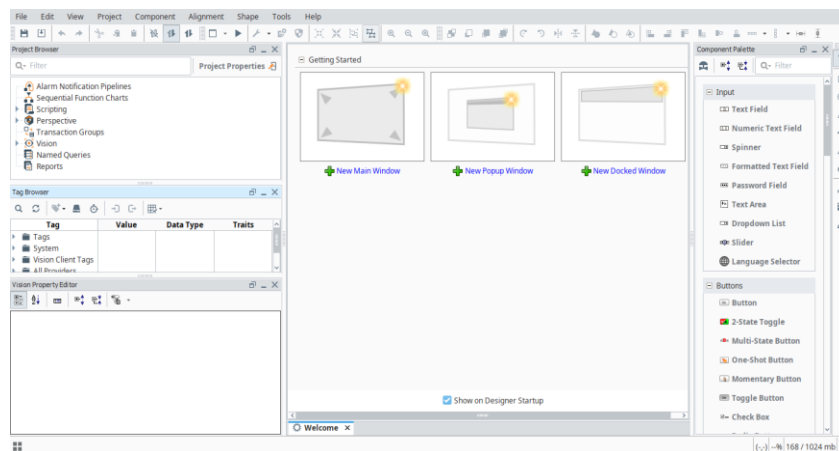
**Figura 33.** Ventana inicial de IGNITION

- PASO 6.- Ingresado a IGNITION, se presentó la ventana inicial donde se dio clic en la opción New Project, en donde se registraron los datos del nuevo proyecto, como se aprecia en la Figura 34.



**Figura 34.** Ventana para crear el nuevo proyecto

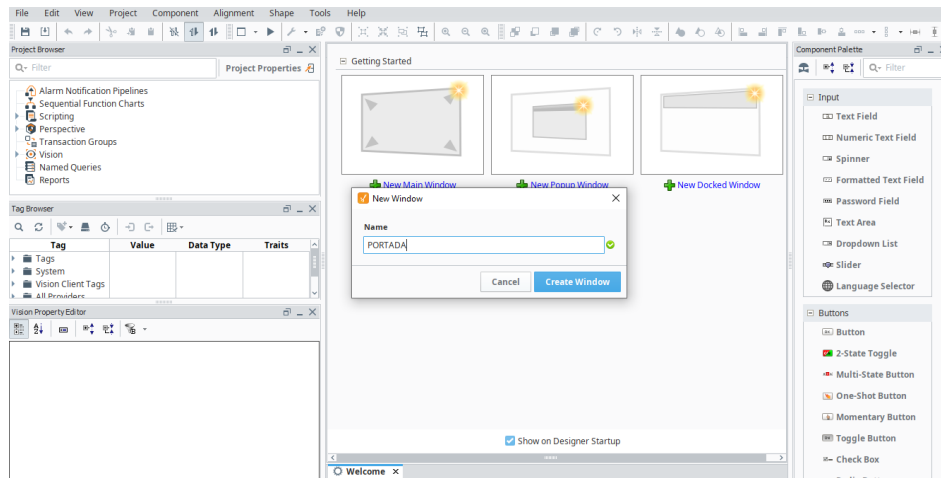
- PASO 7.- Luego de llenar los datos y dar clic en Create New Project, se desplegó la página de interacción de IGNITION en donde se desarrolló el HMI como se muestra en la Figura 35.



**Figura 35.** Interfaz de trabajo de IGNITION

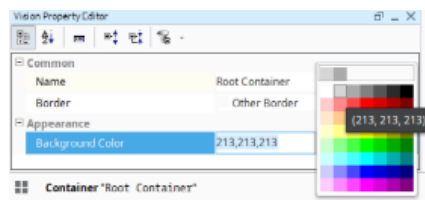
- PASO 8.- Para desarrollar el HMI, se dió clic en la opción de "New Main Window" y se asignó un nombre, para que se muestre la pantalla de trabajo, como se indica en la Figura 36.





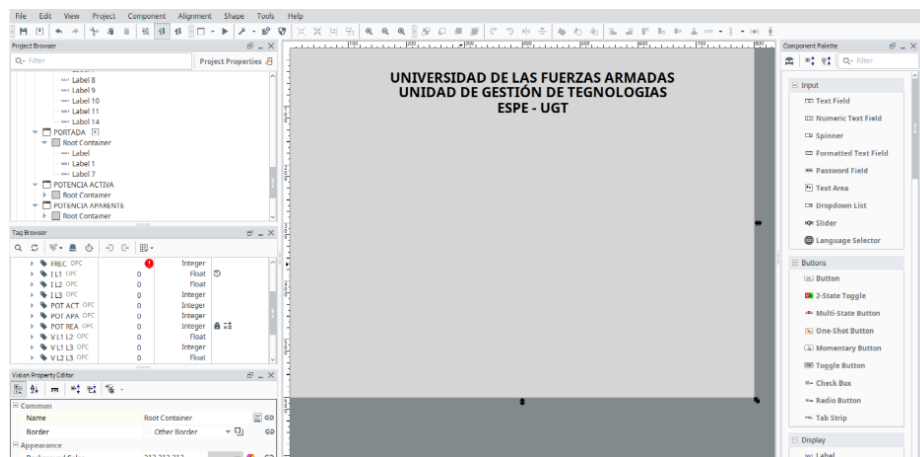
**Figura 36.** Asignación de nombre

- PASO 9.- Desplegada la ventana de trabajo, se procedió a dar un color de fondo. Esta acción se realizó en la opción de "common", en donde permite realizar el cambio de color como se muestra en la Figura 37.



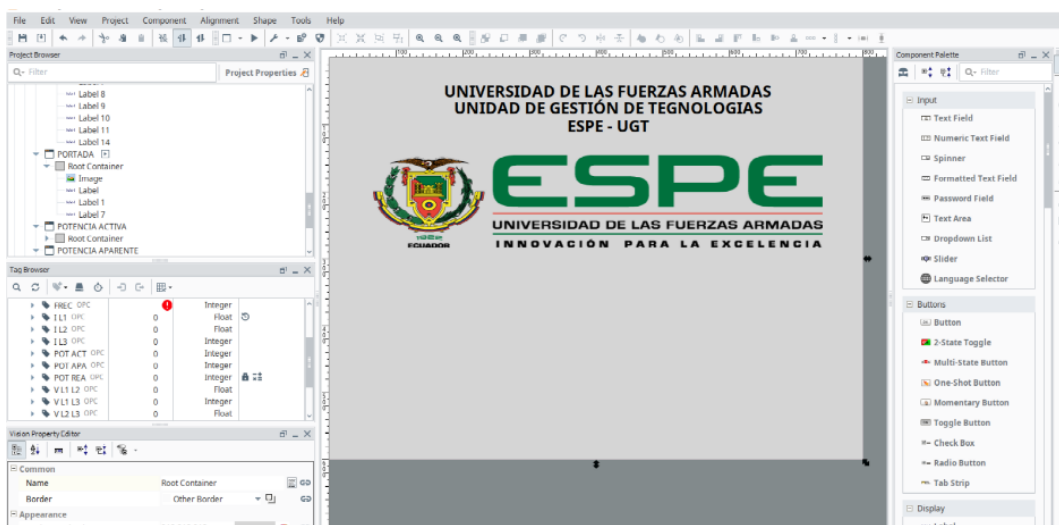
**Figura 37.** Ventana "Common"

- PASO 10.- Después de haber realizado el cambio de color del fondo de pantalla, se procedió a insertar el texto de la portada del proyecto. Para realizar esta acción se utilizó la opción de "text field" que permitió realizar modificaciones, como se indica en la Figura 38.



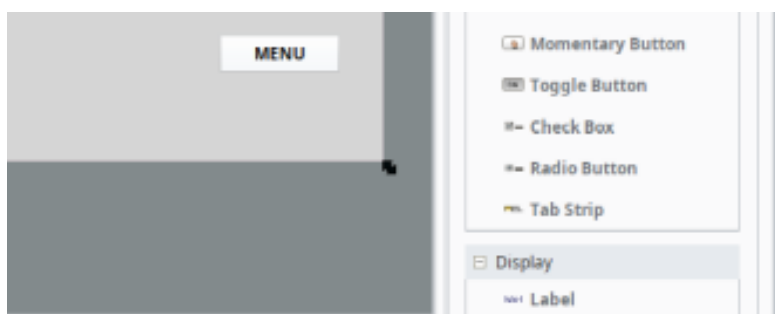
**Figura 38.** Venta de la portada

- PASO 11.- Agregado el texto en la portada, se procedió a insertar el sello de la Universidad que fue previamente descargada de su página oficial, utilizando la opción "image", como se aprecia en la Figura 39.



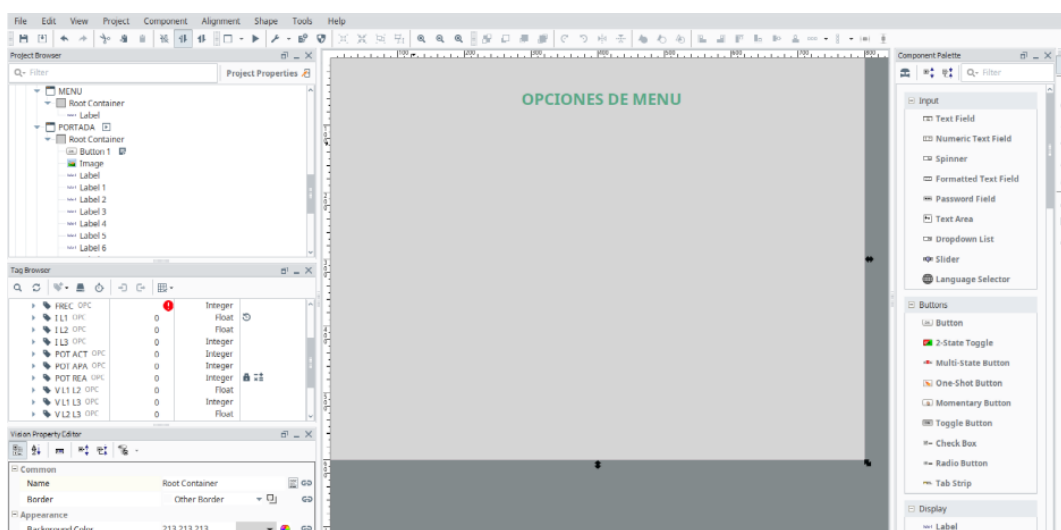
**Figura 39.** Inserción de imagen

- PASO 12.- Elaborada la portada, se insertó un "toggle button" que presenta el menú de opciones como se muestra en la Figura 40.



**Figura 40.** Inserción del "toggle button"

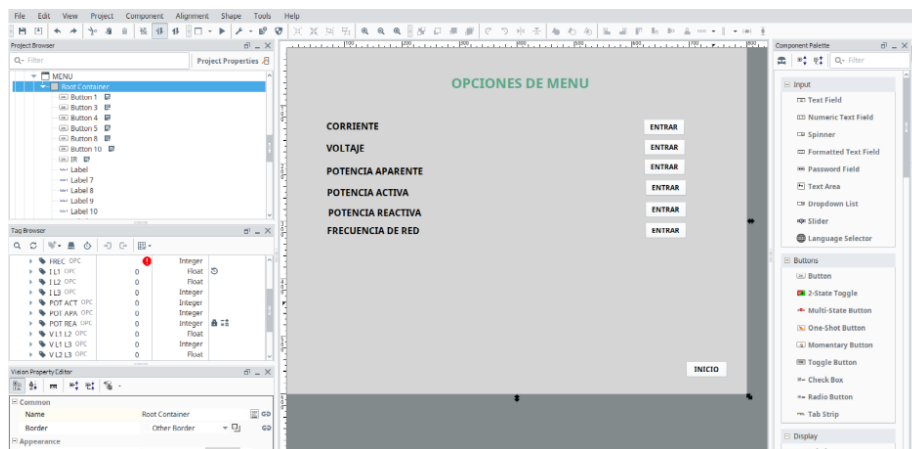
- PASO 13.- Después de haber culminado con la portada se procedió a crear una nueva ventana ingresando a "New main window", con el nombre de "menú", en esta ventana se presentan todas las mediciones que se van a realizar al motor, como se indica en la Figura 41.



**Figura 41.** Ventana de menú

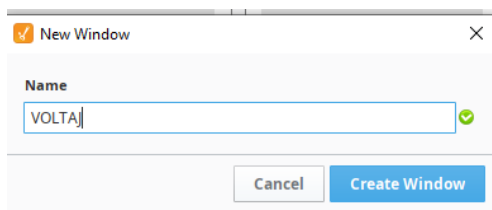
- PASO 14.- Una vez creada la ventana de menú mediante la opción de "text field", se procedió a escribir las opciones de medición que se obtendrán del motor, mediante un "toggle button", el cual dentro de sus propiedades está configurado con la opción a la que debe acceder, este fue asignado a cada

una de las opciones del menú para desplegar la ventana de medición elegida, como se aprecia en la Figura 42.



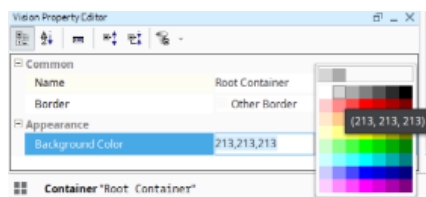
**Figura 42.** Opciones de menú

- PASO 15.- Luego de culminar con el menú, se procedió a crear una nueva ventana dando clic en "New Main Window", asignándole el nombre de "voltaje" como se muestra en la Figura 44.



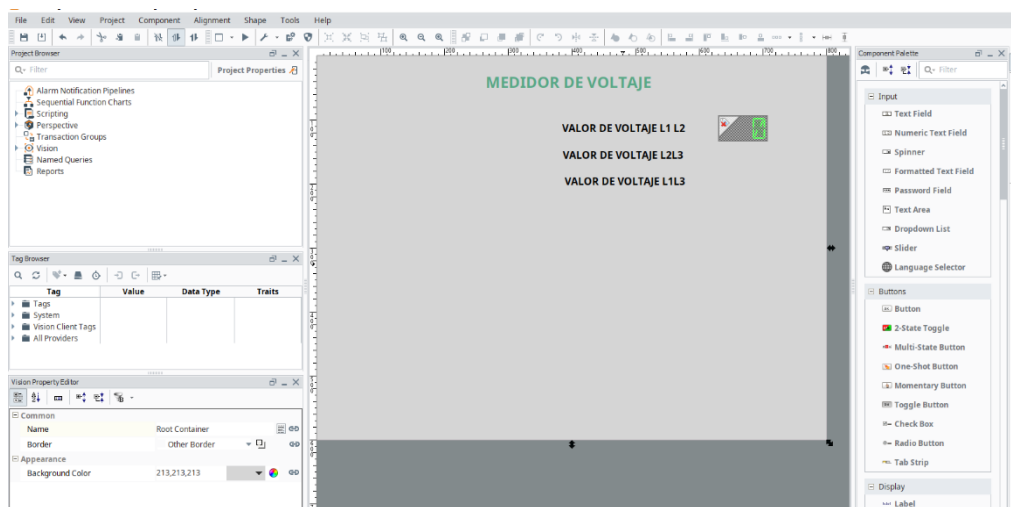
**Figura 43.** Ventana de creación de formato

- PASO 16.- Creada la ventana de "voltaje" se procedió a realizar la modificación de la misma utilizando la opción "common" que permitió cambiar el color de fondo de pantalla como se indica en la Figura 44.



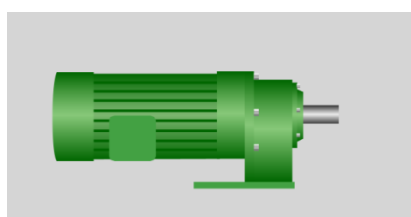
**Figura 44.** Ventana "common"

- PASO 17.- Modificado el color del fondo de pantalla, y usando la opción "indicator digital", se insertó un indicador digital para la medición que se realizará, como se indica en la Figura 45.



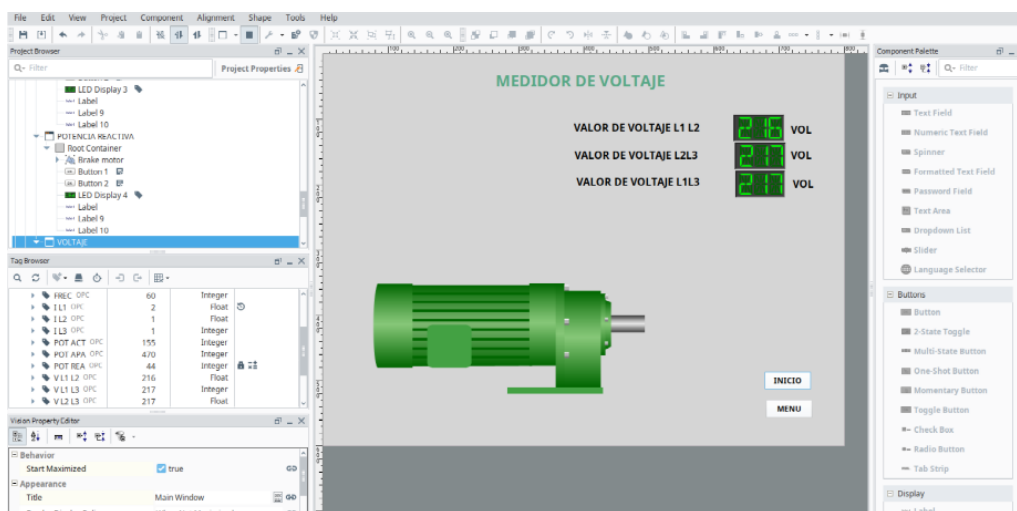
**Figura 45.** Indicador digital

- PASO 18.- Una vez insertada el indicador digital mediante la opción "Component", se insertó la figura de un motor como referencia de la máquina eléctrica a ser medida, como se aprecia en la Figura 46.



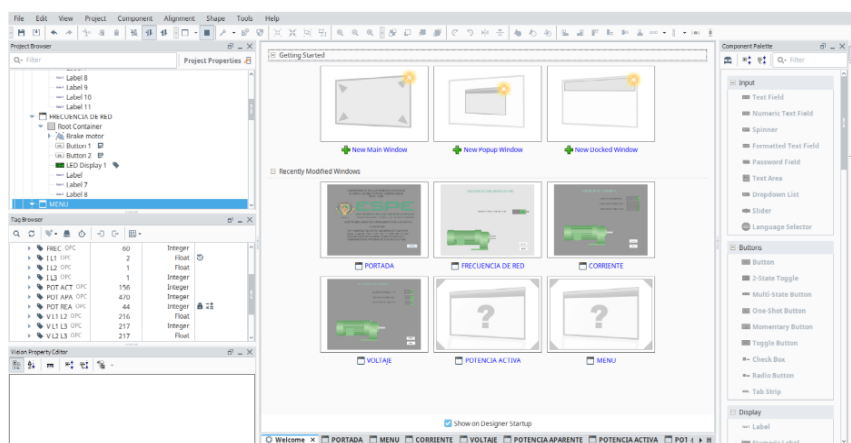
**Figura 46.** Simbología del motor

- PASO 19.- Luego de haber terminado con el diseño de la ventana de "voltaje", se insertó dos "toggle button", los cuales fueron configurados para que uno de ellos despliegan la ventana de la portada y por consiguiente el otro vuelva a desplegar el menú de opciones. De esa forma se concluyó con la modificación de la ventana, como se muestra en la Figura 47.



**Figura 47.** Interfaz completa del voltaje

- PASO 20.- Para la creación de las ventanas de medición faltantes se repitieron los pasos 15 hasta el 18, una vez terminado con todas las ventanas de medición se construyó una interfaz como se aprecia en la Figura 48.



**Figura 48.** Ventana de medición

### 3.3. Montaje de la red de comunicación PROFIBUS DP del PLC S7 300 con el motor de inducción

Para el desarrollo del montaje de la red PROFIBUS DP entre el PLC S7 300 y el motor de inducción se llevó a cabo los pasos que se detallan a continuación:

- PASO 1.- Para iniciar el montaje de la red se estableció la conexión del motor con los módulos TC "medidores de corriente" y el módulo medidor PAC 3200, como se muestra en la Figura 49.



**Figura 49.** Montaje de red

- PASO 2.- Realizada la conexión entre el medidor PAC 3200 y el motor de inducción se procedió a encender y verificar que las lecturas de las señales obtenidas tanto de voltaje entregado por el variador de velocidad, como de corriente entregada por los módulos TC, sean las correctas como se indica en Figura 50.



**Figura 50.** Lectura de señales

- PASO 3.- Verificado que la lectura de los valores de voltaje y corriente sean correctas, se procedió a desarrollar la red punto a punto RS-485 la cual consiste en conectar mediante el cable de red PROFIBUS (morado) con las resistencias en los extremos y con la posición "ON", permitiendo obtener la comunicación entre el PAC 3200 y el PLC S7 300, como se aprecia en la Figura 51.



**Figura 51.** Conexión de red

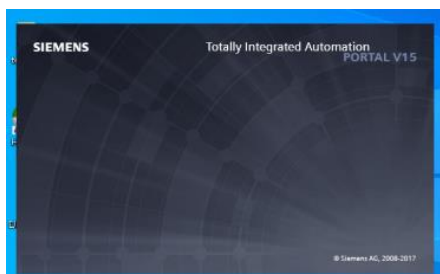


- PASO 4.- Luego de haber realizado la red punto a punto, se procedió a encender el PLC S7 300 y el módulo PAC 3200 para realizar la comunicación, como se muestra en la Figura 52.



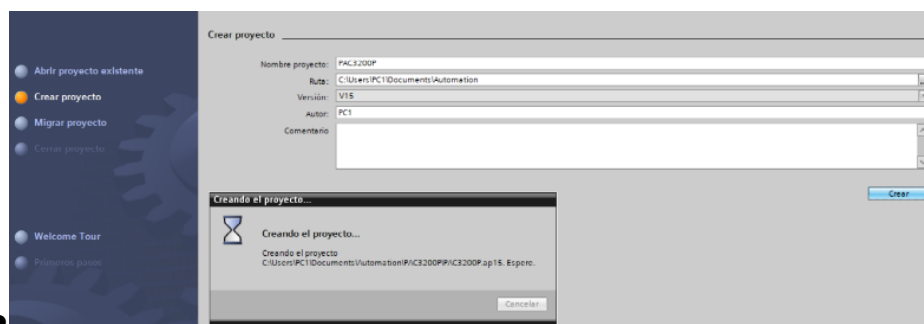
**Figura 52.** Red PROFIBUS

- PASO 5.- Una vez cumplido con los pasos anteriores en la computadora, se procedió a iniciar el software de TIA PORTAL V15 dando clic en el LOGO como se indica en la Figura 53.



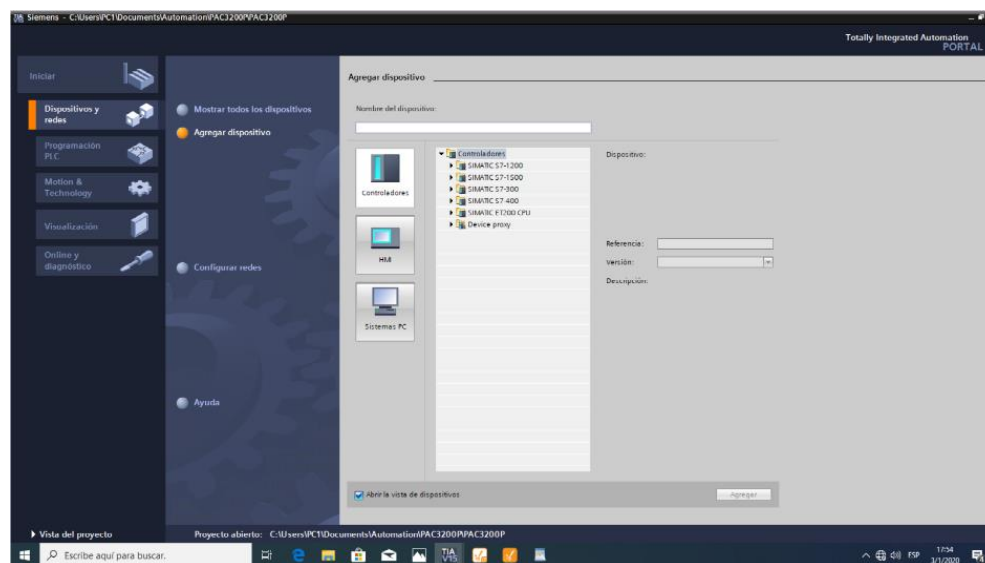
**Figura 53.** Portada de TIA PORTAL

- PASO 6.- Después de haber iniciado el software se dio clic en “crear proyecto” y se asignó un nombre al nuevo proyecto, como se indica en la Figura 54.



**Figura 54.** Ventana de creación del proyecto

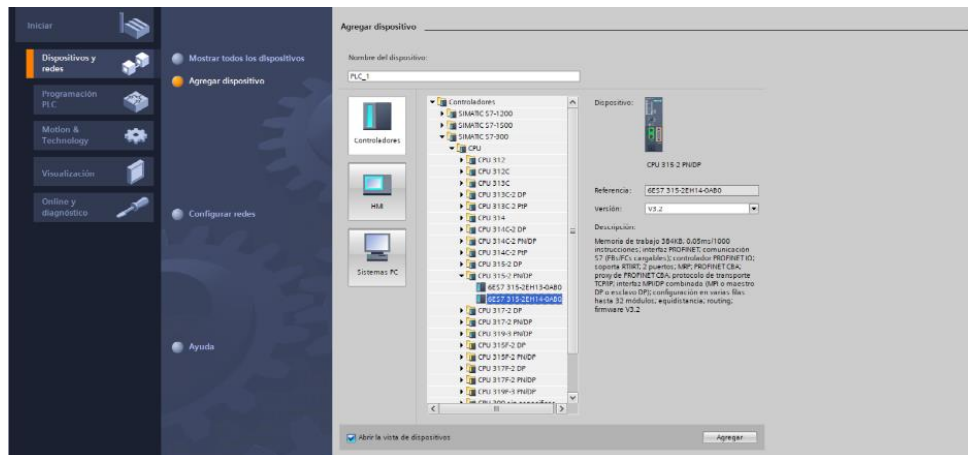
- PASO 7.- Creado el proyecto se agregaron los dispositivos que van a ser utilizados, seleccionando la opción de “configurar un dispositivo”, como se aprecia en la Figura 55.



**Figuras 55.** Configuración de dispositivos

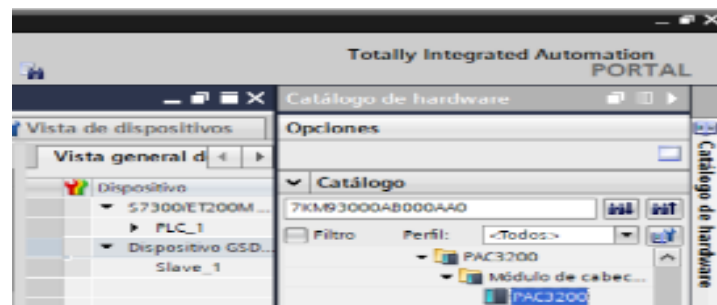
- PASO 8.- Luego de seleccionar la opción “configurar un dispositivo” se dio clic en “agregar dispositivos”, para obtener la lista de los elementos posibles a

utilizar. Entre los cuales se seleccionó la CPU 315-2 PN-DP, ya que esta CPU es la que posee el PLC S7 300 como se indica en la Figura 56.



**Figura 56.** Selección de dispositivo

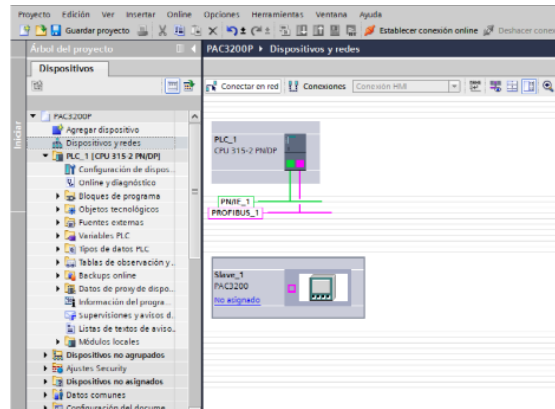
- PASO 9.- Después de haber agregado el dispositivo de control, se creó la red PROFIBUS DP dentro del software TIA PORTAL, se agregó el dispositivo PAC 3200, dando clic en el buscador y digitando "7KM93000AB000AA0" para encontrar el dispositivo, como se muestra en la Figura 57.



**Figura 57.** Búsqueda del PAC 3200

- PASO 10.- Agregados tanto el dispositivo de control PLC S7 300 como el módulo PAC 3200, se dió clic en la opción "Dispositivos y Redes" para que se

despliegue la ventana donde se encuentran los dispositivos a utilizar como se muestra en la Figura 58.



**Figura 58.** Ventana de "Dispositivos y Redes"

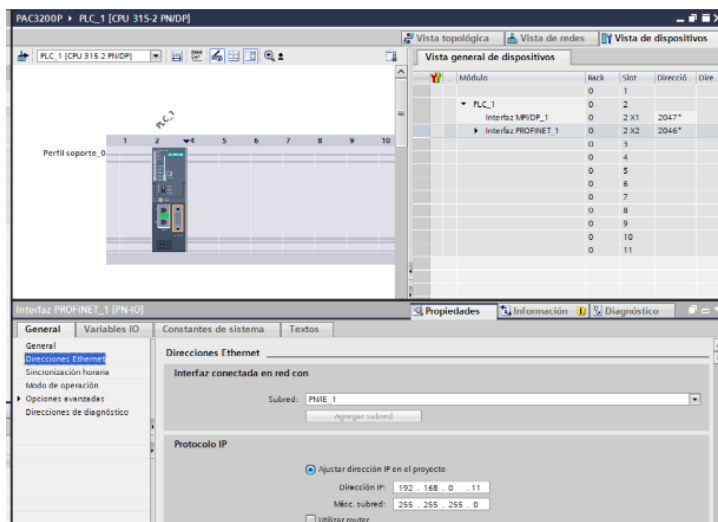
- PASO 11.- Al abrir la ventana se dio doble clic en el PLC S7 300, como se indica en la Figura 59, se desplegó una ventana en donde se agregaron la red PROFINET del PLC S7 300.



**Figura 59.** Puerto virtual de red PROFINET

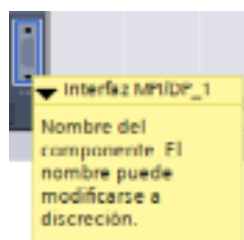
- PASO 12.- Para crear la red PROFINET del PLC S7 300 en la ventana desplegada, se dio clic en la opción "Direcciones Ethernet" que permitió crear y configurar la red PROFINET, esta red permite tener comunicación entre el

PLC S7 300 y la computadora para poder realizar su programación como se aprecia en la Figura 60.



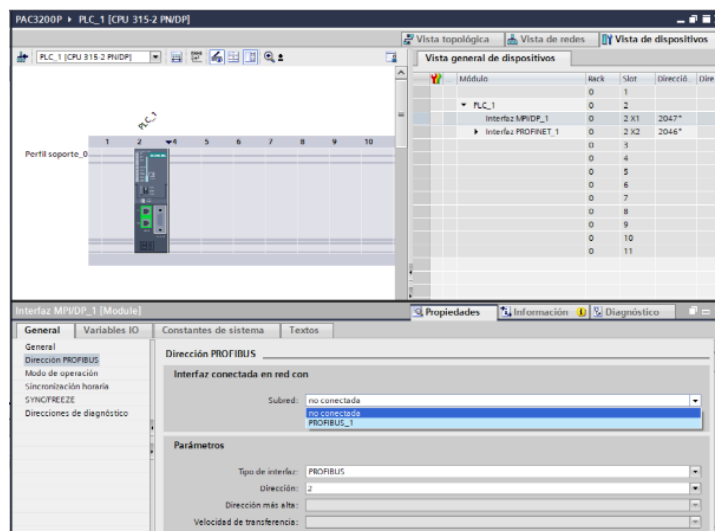
**Figura 60.** Configuración de la red PROFINET

- PASO 13.- Agregada la red PROFINET del PLC S7 300, se procedió a dar clic nuevamente en el PLC S7 300, como se indica la Figura 61, para agregar la red PROFIBUS DP.



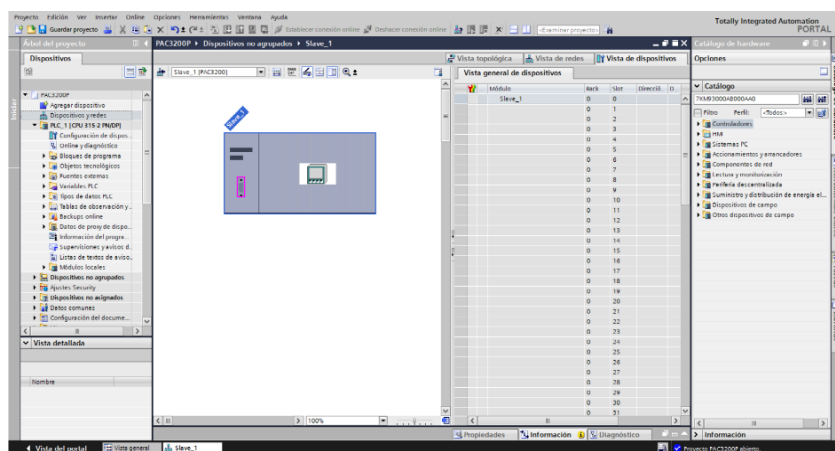
**Figura 61.** Puerto virtual PROFIBUS

- PASO 14.- En la ventana desplegada se seleccionó la opción "Dirección Profibus" que permitió configurar y crear la red PROFIBUS DP, ya que en primera instancia apareció que no se encuentra conectada a ninguna red, como se indica en la Figura 62.



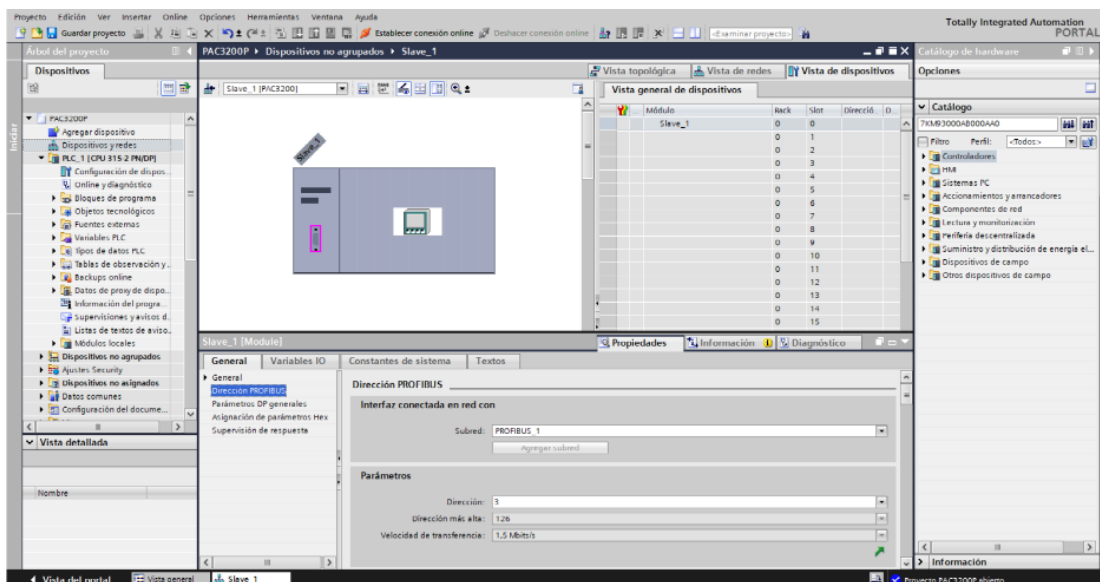
**Figura 62.** Ventana de configuración de la red PROFIBUS

- PASO 15.- Después de haber creado la red PROFIBUS DP se dió clic en el módulo PAC 3200, para obtener la ventana de configuraciones como se muestra en la Figura 63.



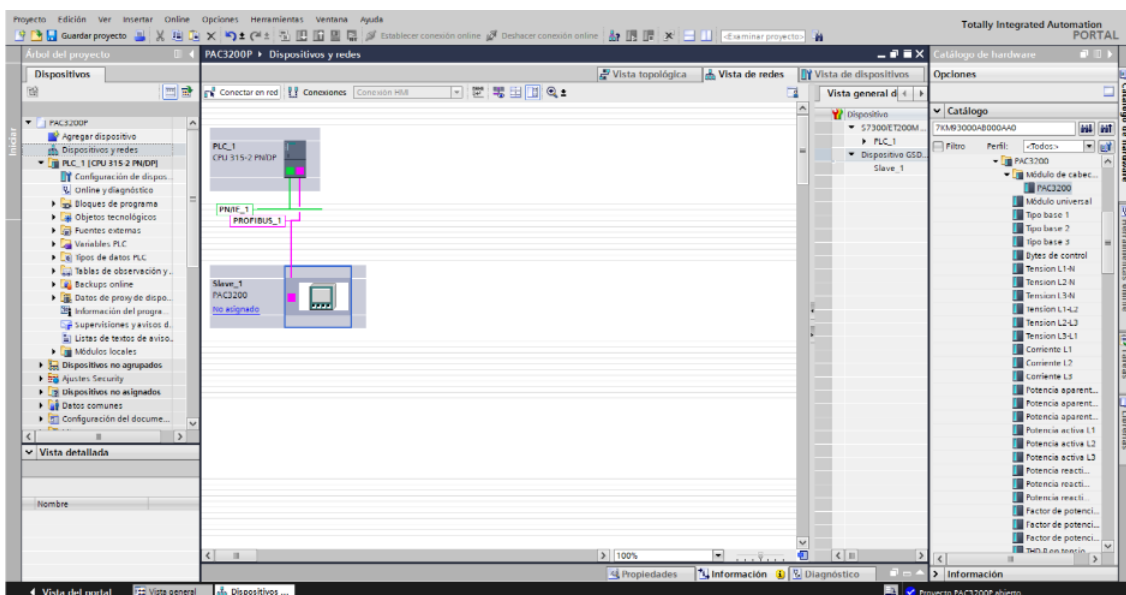
**Figura 63.** Puerto virtual de la red PROFIBUS del PAC 3200

- PASO 16.- Al desplegarse la ventana de configuraciones se agregó el módulo PAC 3200 a la red PROFIBUS DP anteriormente creada y que se denominó "PROFIBUS\_1", como se aprecia en la Figura 64.



**Figura 64.** Ventana de configuración de la red PROFIBUS del PAC 3200

- PASO 17.- Agregado al módulo PAC 3200 (esclavo) a la red PROFIBUS DP del PLC S7 300 (maestro) se cargó el programa aún en blanco y se subió al PLC S7 300 para establecer la comunicación PROFIBUS DP entre los dos dispositivos como se indica en la Figura 65.



**Figura 65.** Red PROFIBUS

- PASO 18.- Una vez cargado el programa en el PLC S7 300, se verificó que exista la comunicación entre el módulo PAC 3200 y el PLC S7 300, observando si las luces en verde se encienden como se aprecia en la Figura 66.



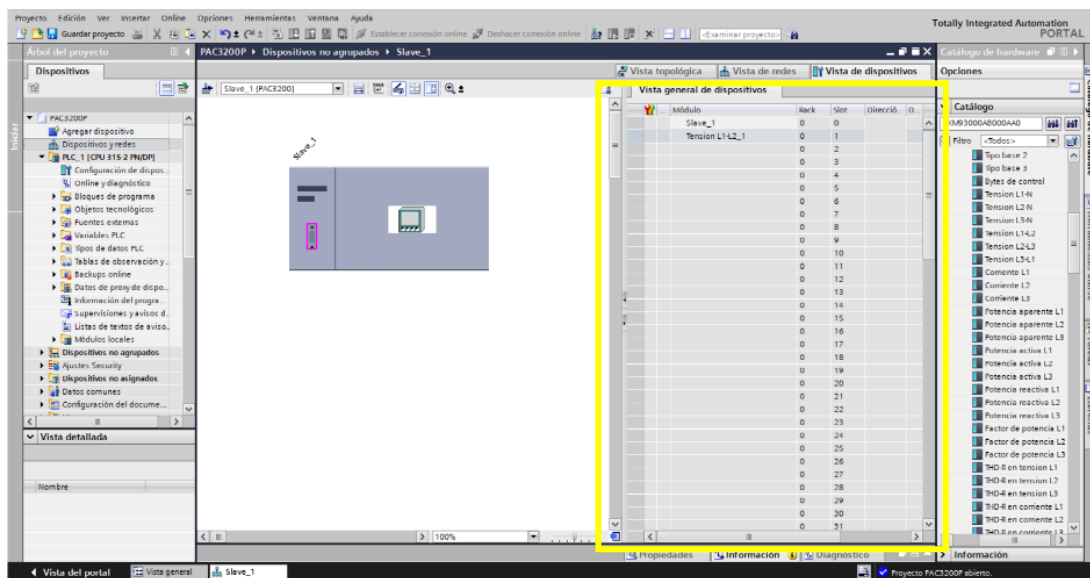
**Figura 66.** Verificación de comunicación PROFIBUS

### 3.4. Programación de la comunicación profibus dp

Concluido con el montaje de la red PROFIBUS DP entre el PLC S7 300 y el PAC 3200, se procedió a realizar la programación de la comunicación PROFIBUS DP tanto en el software TIA PORTAL V15 como en IGNITION, tal se detalla a continuación:

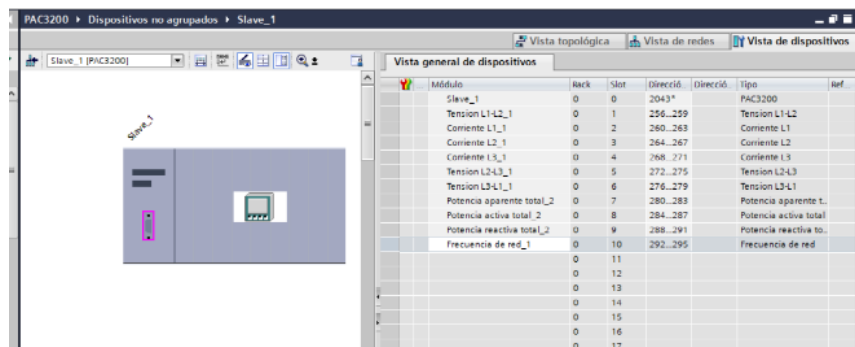
- PASO 1.- Una vez terminada la conexión de red se procedió a realizar la programación en el software de TIA PORTAL, dando clic sobre el PAC 3200, para que se despliegue la ventana de programación en donde se muestran, los espacios y los parámetros disponibles que se pueden utilizar, como se indica en la Figura 67.





**Figura 67.** Ventana de programación del PAC3200

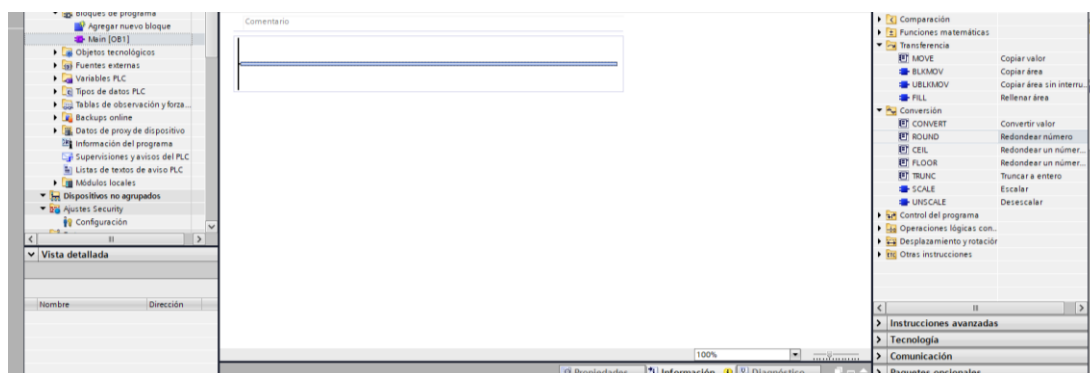
- PASO 2.- Una vez desplegado la lista de los parámetros que se pueden utilizar, se arrastraron los parámetros de medición hacia el segmento denominado "MÓDULO", una vez arrastrado los parámetros hacia dicho segmento el sistema se desplegó la dirección que poseerán cada uno de los parámetros de medición, esta asignación se realizó en el orden como se arrastraron cada uno de los parámetros, como se muestra en la Figura 68.



**Figura 68.** Asignación de los parámetros de medición

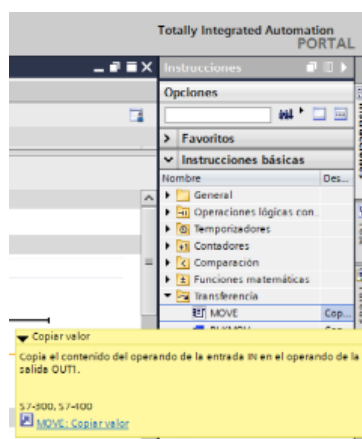
- PASO 3.- Luego de haber concluido con la inclusión de los parámetros a utilizar, se procedió a dar clic en la opción "main" para que se genere una

ventana en blanco donde se escribió el programa, como se muestra en la Figura 69.



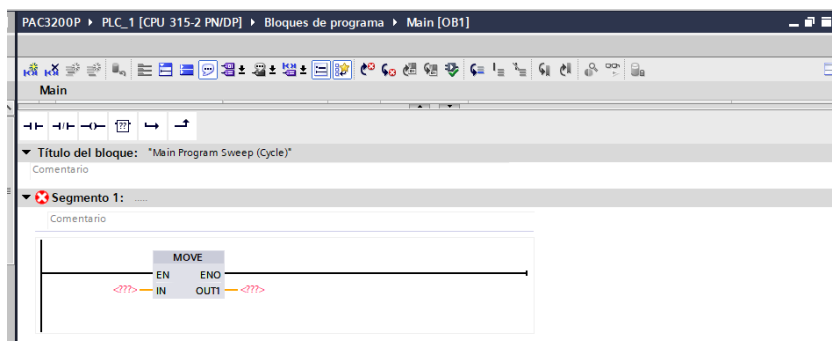
**Figura 69.** Segmento de trabajo

- PASO 4.- Después de crear la ventana de programación se escogió la opción "Instrucciones Básicas", desplegando la opción "Transferencia", dentro de esta opción se encuentra la función "MOVE", esta función permite mover los datos adquiridos desde el PAC 3200 hacia el PLC S7 300, como se puede apreciar en la Figura 70.



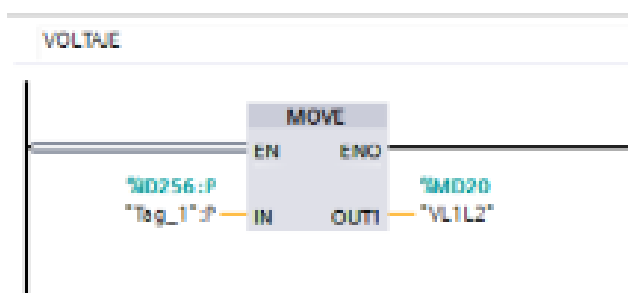
**Figura 70.** Búsqueda de la función MOVE

- PASO 5.- Luego de ubicar la función a utilizar se arrastró hacia el segmento de trabajo, como se muestra en la Figura 71.



**Figura 71.** Función MOVE en el segmento

- PASO 6.- Una vez arrastrado la función "MOVE", se procedió a realizar la programación del parámetro de medición del voltaje. Para realizar esta programación en el icono "MOVE" se escribió en la opción "IN" la dirección asignada por el sistema al parámetro del voltaje "%ID256:P" y en la opción "OUT1", se ingresó la "TAG" en la cual se guardará el dato adquirido "%MD20" como se muestra en la Figura 72.

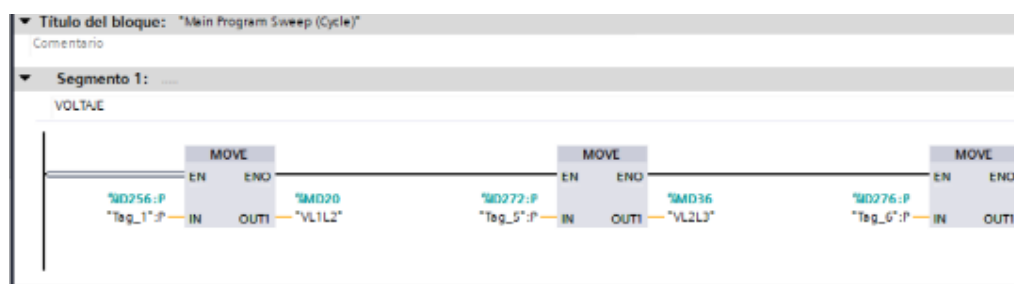


**Figura 72.** Programación del voltaje

- PASO 7.- Dentro del segmento 1, se puede apreciar la programación para medición del voltaje entre líneas mediante la función "MOVE", para ello en la tabla 1, se indican las direcciones y tags designadas. En la Figura 73, se observa la programación en el segmento 1.

**Tabla 1.***Direcciones y Tags del Voltaje*

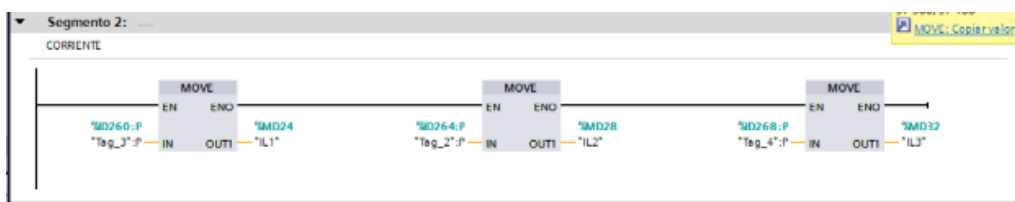
Dirección "IN"	Tags "OUT1"
%ID256:P	%MD20
%ID272:P	%MD36
%ID276:P	%MD40

**Figura 73.** Segmento de voltaje

- PASO 8.- En el segmento 2, se observa la programación para la medición de corriente de cada una de las líneas mediante la función "MOVE", para ello en la tabla 2, se puede apreciar las direcciones y tags designadas. En la Figura 74, se indica la programación que se realizó en el segmento 2.

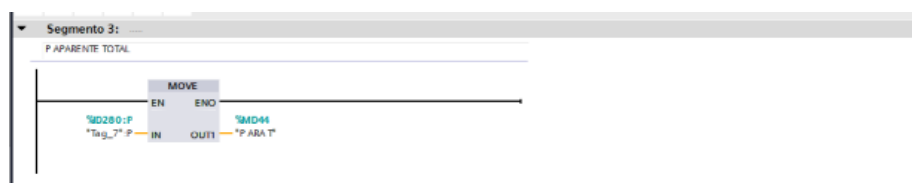
**Tabla 2.***Direcciones y Tags de corriente*

Dirección "IN"	Tags "OUT1"
%ID260:P	%MD24
%ID264:P	%MD38
%ID268:P	%MD32



**Figura 74.** Segmento de corriente

- PASO 9.- Una vez terminado con los segmentos 1 y 2 se desplegó el segmento 3, en el cual se realizó la programación para el parámetro de potencia aparente, tomando en cuenta los datos designados anteriormente por el sistema, los cuales son: dirección "%ID280:P" y tag "%MD44", como se muestra en la Figura 75.



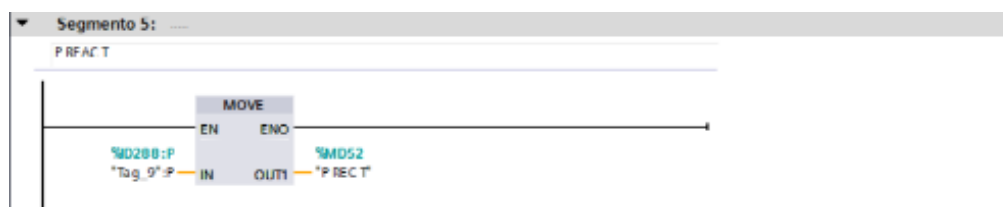
**Figura 75.** Segmento de la potencia aparente

- PASO 10.- Luego de culminar con la programación del segmento 3, apareció el segmento 4, en el cual se procedió a realizar la programación para el parámetro de la potencia activa tomando en cuenta que los datos anteriormente designados por el sistema que son: dirección "%ID284:P" y tag "%MD48", como se muestra en la Figura 76.



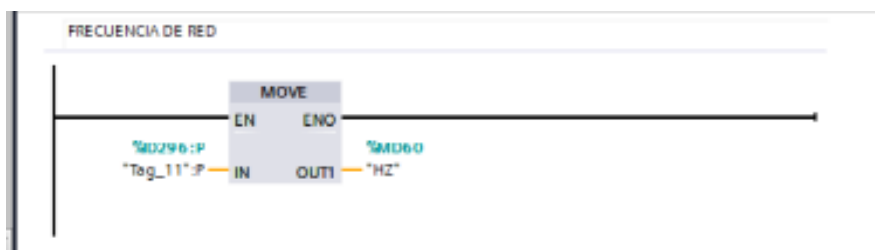
**Figura 76.** Segmento de la potencia activa

- PASO 11.- Al terminar con la programación del segmento 4 apareció el segmento 5, en el que se realizó la programación para el parámetro de la potencia reactiva, tomando en cuenta los datos ya designados anteriormente por el sistema, los cuales son: dirección "%ID288:P" y tag "%MD52", como se muestra en la Figura 77.



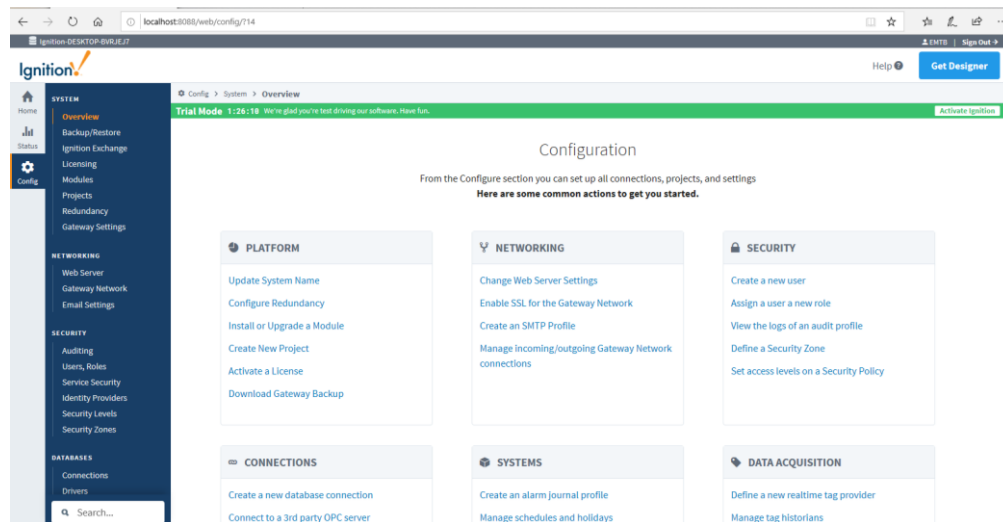
**Figura 77.** Segmento de la potencia reactiva

- PASO 12.- Después de haber realizado la programación del segmento 5 aparece el segmento 6 y se programó el parámetro "frecuencia de red" tomando en cuenta los datos ya designados anteriormente por el sistema los cuales son: la dirección "ID292:P" y el tag "MD56" como se aprecia en la Figura 78.



**Figura 78.** Segmento de la frecuencia de red

- PASO 13.- Luego de verificar que los datos sean correctamente enviados y recibidos, se procedió a crear las tags para el HMI en el software IGNITION en el explorador, como se muestra en la Figura 79.



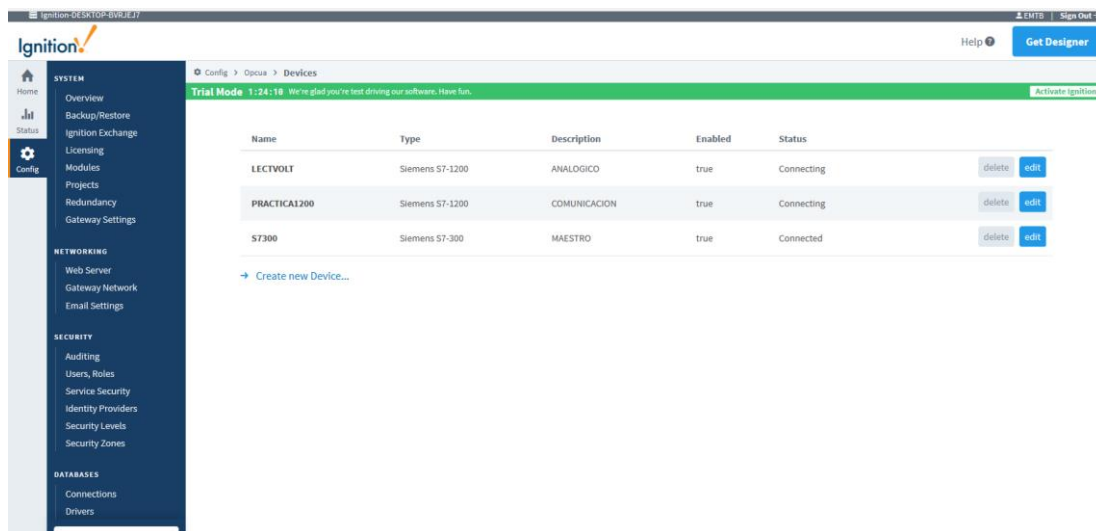
**Figura 79.** Ventana de IGNITION en la web

- PASO 14.- Una vez en el programa, se escoge la opción "OPC UA" y "Device Connections" como se muestra en Figura 80.



**Figura 80.** Opción "Device Connections"

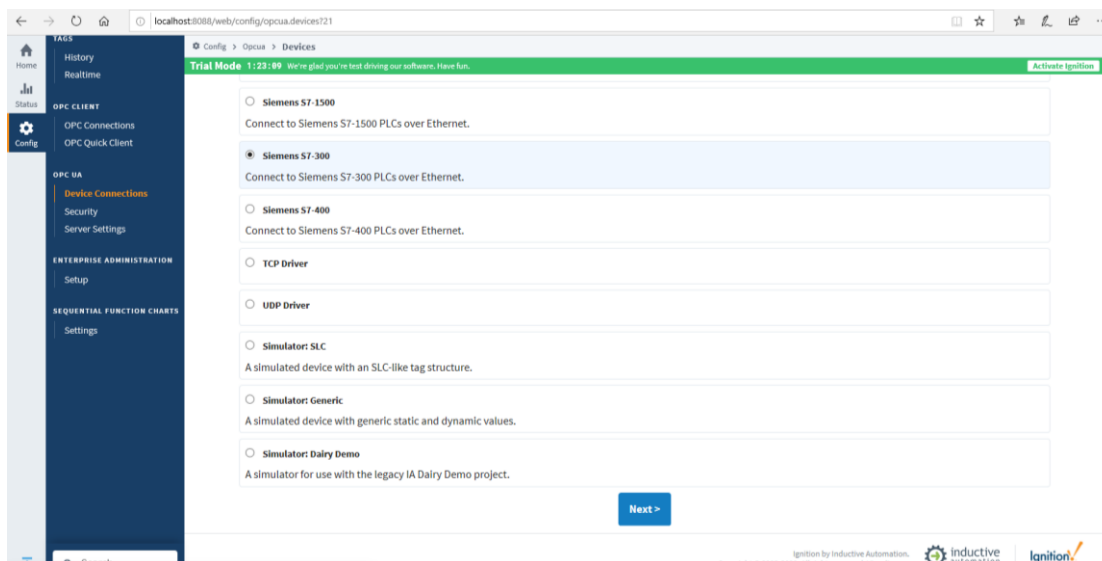
PASO 15.- En la opción " Device Connections ", se mostró una página que permitió crear la nueva base de datos en la cual se almacenarán las tags que fueron creados para los indicadores del HMI como se indica en la Figura 81.



**Figura 81.** Ventana para crear la base de datos

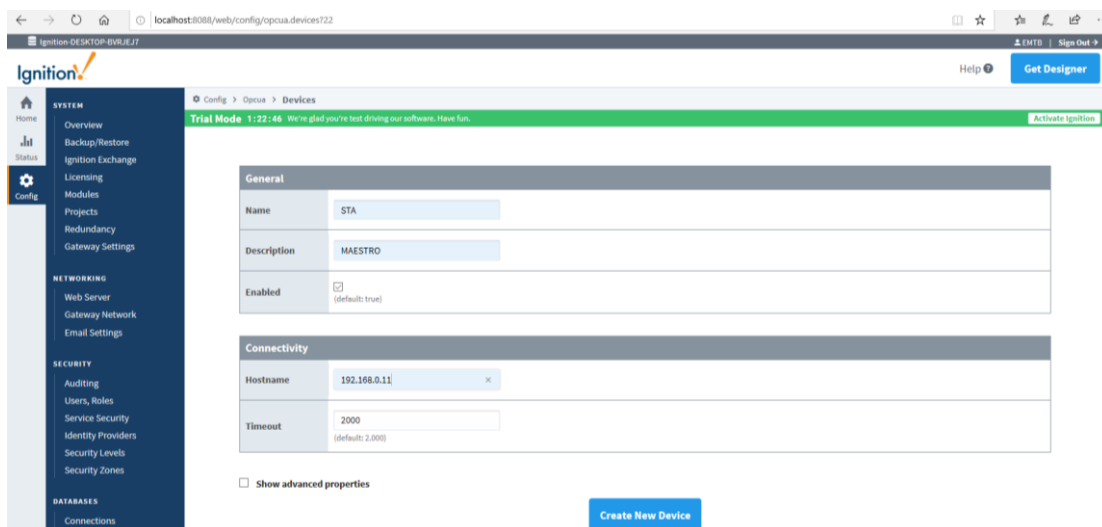
- PASO 16.- Después de dar clic en la opción de "Create new Device" se desplegó la lista de todos los PLCs que están a disposición para crear la base de datos, para ello se eligió el "Siemens S7 300". Una vez elegido el PLC se dió clic en next para continuar a la siguiente página, como se observa en la Figura 82.





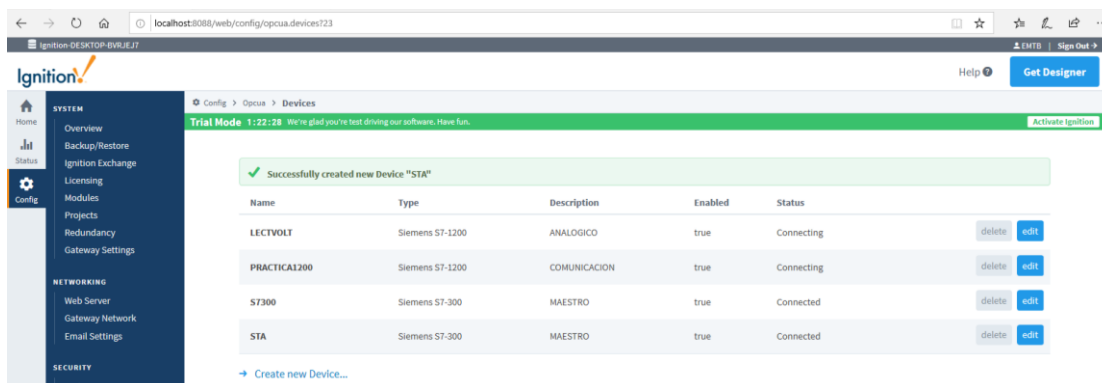
**Figura 82.** Selección del PLC

- Pas 17.- En la nueva página se llenaron los registros de la base de datos para ello se ingresó un nombre "STA", la asignación "MAESTRO" y la dirección del PLC escogido "192.168.0.11", luego de llenar se dio clic en la opción de "Create New Device" como se muestra en la Figura 83.



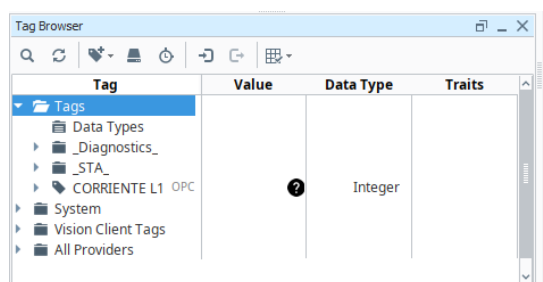
**Figura 83.** Llenado de registro

- PASO 18.- Después de crear la base de datos se generó la lista en la página inicial como se muestra en la Figura 84.



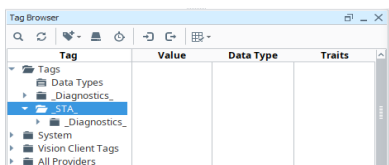
**Figura 84.** Verificación de la base de datos

- PASO 19.- Luego de haber creado la base de datos se procedió abrir IGNITION y en la opción de "Tag Browser", se verificó que la base de datos se haya creado correctamente como se muestra en la Figura 85.



**Figura 85.** Ventana de Tag Browser

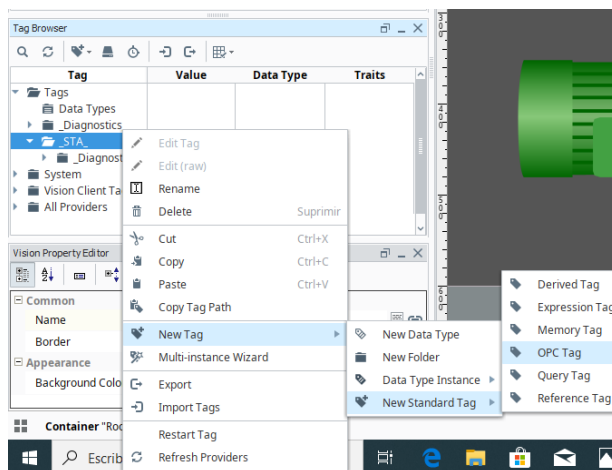
- PASO 20.- Después de verificar que la base de datos se encuentra creada se procedió a dar clic en la carpeta "tags" para que se despliegue las carpetas que contiene dentro como se indica en la Figura 86.



**Figura 86.** Carpeta de la base de datos

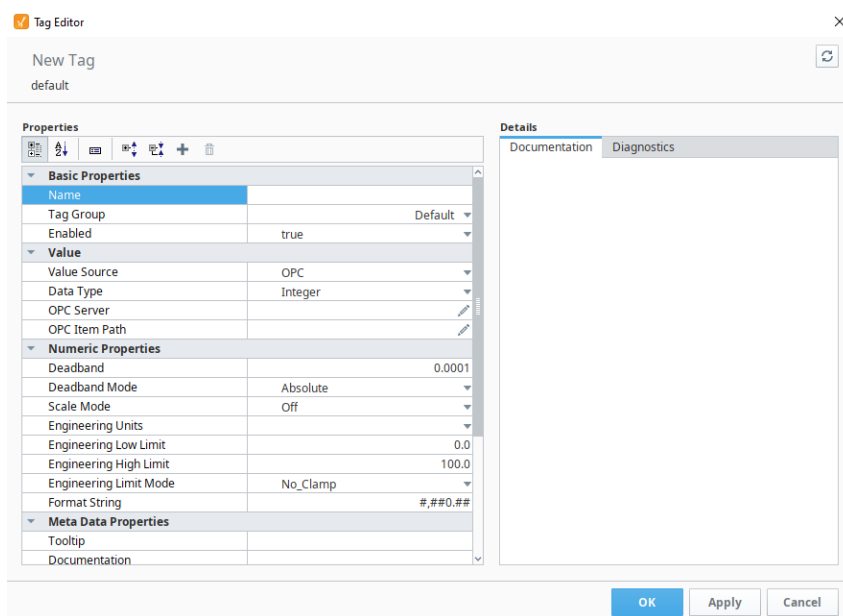
- Pas 21.- Desplegado las carpetas se dió clic derecho sobre la carpeta "STA" en donde se escogió la opción "New Tag" y "New Standard Tag", finalmente

en la última lista de opciones se presionó clic en "OPC tag" para crear una nueva tag, como se aprecia en la Figura 87.



**Figura 87.** Método para crear nuevas Tags

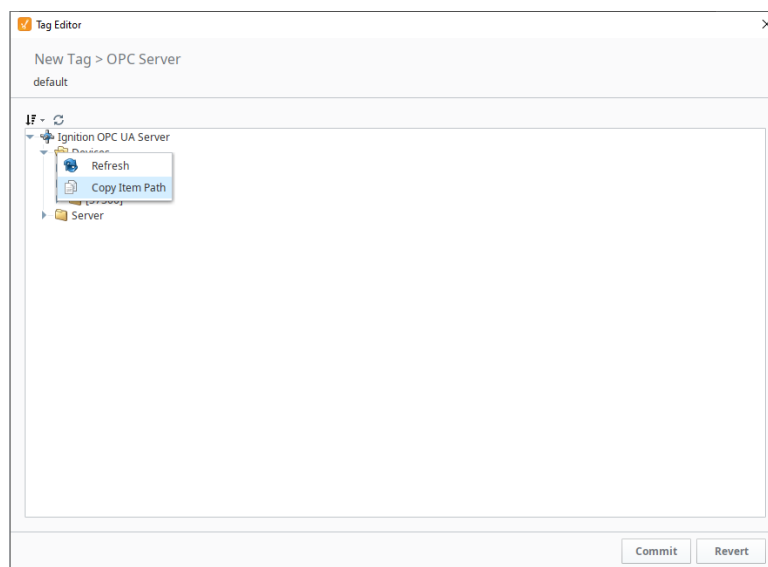
- PASO 22.- Después de haber realizado los pasos para la creación de un nuevo Tag, se desplegó una ventana, como se muestra en la Figura 88.



**Figura 88.** Ventana de creación de la Tag

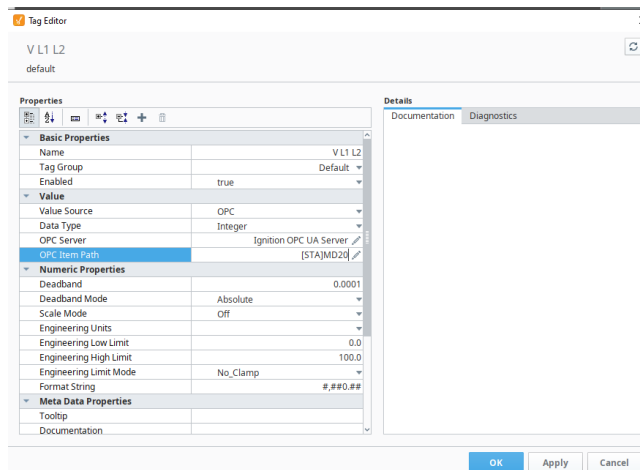
- PASO 23.- Desplegada la ventana en la opción de "OPC server", se procedió a dar clic en el símbolo del lápiz que se encuentra ubicado al frente de la

opción, luego se abrió una ventana en la cual se dió clic derecho en la opción "Ignition OPC UA SERVER", apareciendo opciones de las cuales se seleccionaron "Copy Item Path" luego se dió clic en el botón de "Commit" para copiar el nombre del servidor OPC como se muestra en la Figura 89.



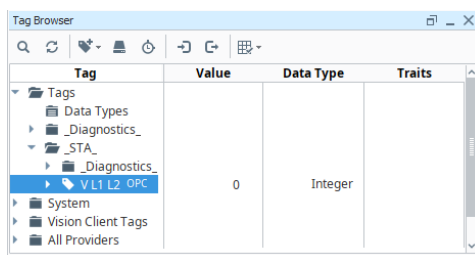
**Figura 89.** Nombre del servidor

- PASO 24.- Después de haber copiado el nombre del servidor OPC en la opción "OPC SERVER" se procedió a pegar dicho nombre, una vez realizado lo indicado anteriormente, en la opción de "name" se procedió a designar el nombre "V L1 L2" y la dirección de la tag de Tia Portal el cual tendrá que representar "STA MD20", como se indica en la Figura 90,



**Figura 90.** Asignación de datos al nuevo Tag

- PASO 25.- Una vez creado la Tag esta se mostrará en la opción de "Tag Browser", como se indica en la Figura 91.



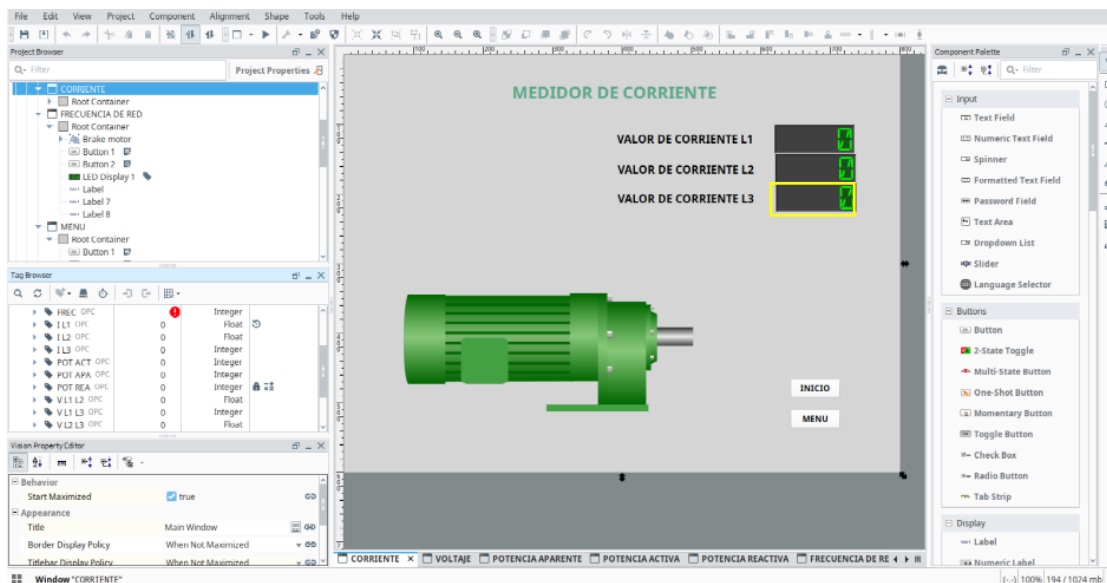
**Figura 91.** Tag creada

- PASO 26.- Para crear las Tags faltantes se repitió el proceso desde el paso 20 al paso 25, luego de concluir en la opción de "Tag Browser", se desplegó la lista de las Tags creadas como se muestra en la Figura 92.

Tag	Value	Data Type	Traits
HZ OPC	1.114.6...	Integer	
I L1 OPC	1.075.3...	Integer	
I L2 OPC	1.074.6...	Integer	
I L3 OPC	1.075.3...	Integer	
P ACTIVA T OPC	1.092.0...	Integer	
P APARTENTE T OPC	1.146.9...	Integer	
P REACTIVA T OPC		Integer	
V L1 L2 OPC	1.130.1...	Integer	
V L1 L3 OPC	1.130.0...	Integer	
V L2 L3 OPC	1.130.0...	Integer	

**Figura 92.** Lista de Tags creados

- PASO 27.- Como paso final para la asignación de Tags a los indicadores la tag se movió desde la opción de "Tag Browser" hasta el indicador que se requiera como se muestra en la Figura 93.

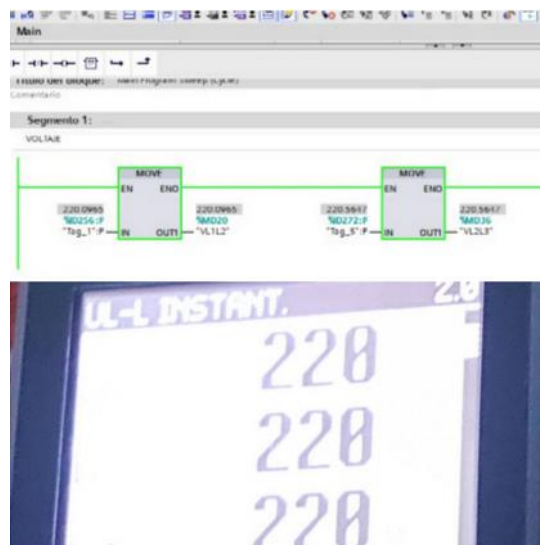


**Figura 93.** Tag ubicada en el indicador

### 3.5. Prueba y corrección de fallos

Una vez realizada la programación de la comunicación y la red PROFIBUS DP entre el PLC S7 300 y el PAC 3200, se realizaron pruebas y correcciones de fallos que se pueden producir, como se detalla a continuación:

- PASO 1.- Concluida la programación de todos los parámetros tanto en el software de "Tia Portal" e "IGNITION" se procedió a cargar el programa en el PLC S7 300 y con la opción de "Conexión Online" se procedió a verificar que todos los datos adquiridos en el PAC 3200 sean correctamente enviados y recibidos en el PLC S7 300 como se indica en la Figura 94.



**Figura 94.** Verificación de programa

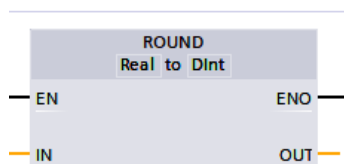
- PASO 2.- Verificado los datos de entrada se revisó que los datos recibidos sean compatibles con los datos que se muestra en el HMI, como se indica en la Figura 95.

▶ HZ OPC	1.114.6...	Integer
▶ IL1 OPC	1.075.3...	Integer
▶ IL2 OPC	1.074.6...	Integer
▶ IL3 OPC	1.075.3...	Integer
▶ PACTIVAT OPC	1.092.0...	Integer
▶ PAPTENTET OPC	1.146.9...	Integer
▶ PREACTIVAT OPC	1.130.1...	Integer
▶ VL1 L2 OPC	1.130.0...	Integer
▶ VL1 L3 OPC	1.130.0...	Integer
▶ VL2 L3 OPC	1.130.0...	Integer

**Figura 95.** Datos de IGNITION

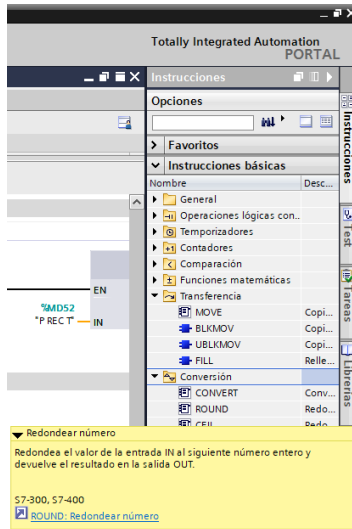
- PASO 3.- Luego de verificar que los datos mostrados en el HMI no coinciden con los datos que se reflejan en el HMI por un fallo de lectura de los datos en el software "IGNITION" debido a que no pueden tener decimales, en el

software "Tia Portal", se buscó la función "ROUND", que permitió enviar en un formato de datos de números enteros como se muestra en la Figura 96.



**Figura 96.** Icono del ROUND

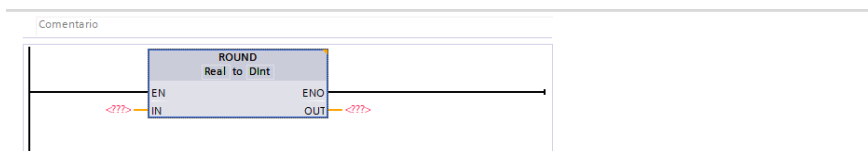
- PASO 4.- Para encontrar la función "ROUND" en el software de "Tia Portal" se dirigió a la opción de "Instrucciones Básicas", al dar clic se desplegó las opciones de entre las cuales se procedió a elegir la opción de "Conversión" ya que dentro de esta opción se encuentra la función "ROUND", como se puede apreciar en la Figura 97.



**Figura 97.** Ubicación del ROUND

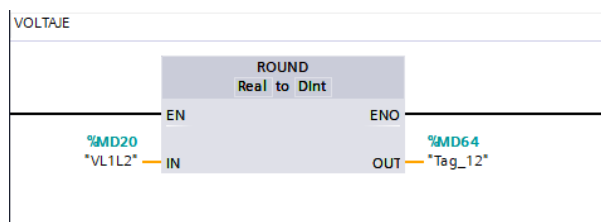
- PASO 5.- Después de ubicar la función "ROUND" se arrastró hacia el segmentó 7 de trabajo, como se muestra en la Figura 98.





**Figura 98.** Función ROUND ubicado en el segmento

- PASO 6.- Extendido la función "ROUND" a la opción "IN" se escribió la Tag en la cual está almacenada el dato de la variable que se necesita convertir a entero "%MD20" y en la opción "OUT1", se ingresó la "TAG" en la cual se guardará el dato convertido en entero "%MD64" como se muestra en la Figura 99.



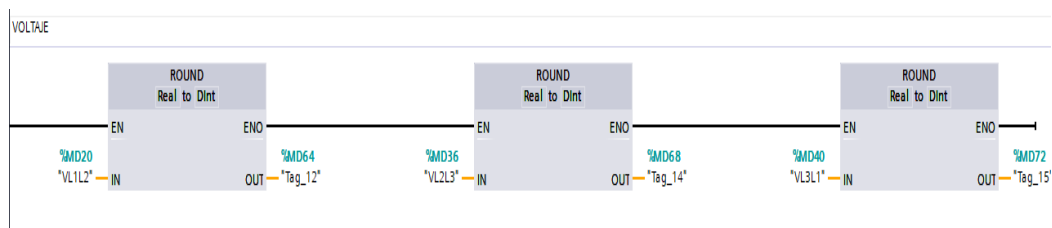
**Figura 99.** Programación del voltaje

- PASO 7.- Dentro del segmento 7 se indica la programación para la conversión a números enteros de los valores del "voltaje entre líneas" mediante la función de "ROUND". En la tabla 3 se aprecia las Tags designadas, y en la Figura 100 se indica la programación en el segmento 7.

**Tabla 3.**

*Tags de voltaje a utilizar*

Tags "IN"	Tags "OUT"
%MD20	%MD64
%MD36	%MD68
%MD40	%MD72



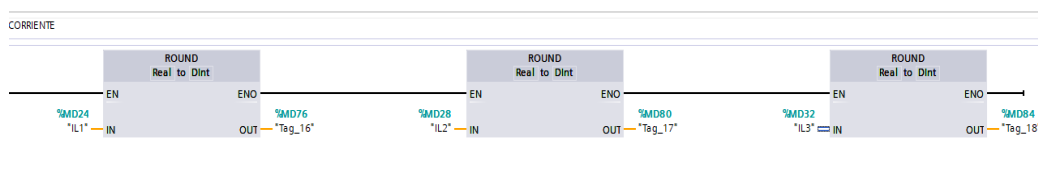
**Figura 100.** Segmento del voltaje

- PASO 8.- En el segmento 8, se aprecia la programación para la conversión a números enteros de los valores de la "corriente de cada una de las líneas" mediante la función de "ROUND". En la tabla 4, se observa las Tags designadas, y en la Figura 101, se muestra la programación en el segmento 8.

**Tabla 4.**

*Tags de corriente a utilizar*

Tag "IN"	Tags "OUT"
%MD24	%MD76
%MD28	%MD80
%MD32	%MD84



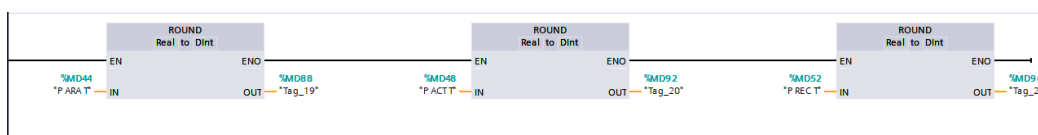
**Figura 101.** Segmento de corriente

- PASO 9.- Terminado el segmento 8 se muestra el segmento 9 en donde se realizó la programación para la conversión a números enteros de los valores de "potencia activa", "reactiva" y "aparente" mediante la función de "ROUND". En la tabla 5, se observa las Tags designadas, y en la Figura 102, se indica la programación en el segmento 9.

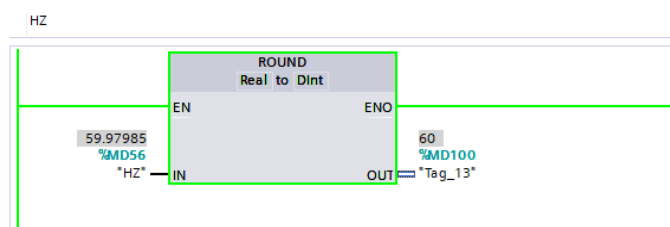
**Tabla 5.**

*Tag de las potencias a utilizar*

Potencia	Tag "IN"	Tags "out"
Aparenté	%MD44	%MD88
Activa	%MD48	%MD92
Reactiva	%MD52	%MD96

**Figura 102.** Segmento de las potencias

- PASO 10.- Desplegado el segmento 10 en la función "ROUND" y con la opción "IN" se escribió la Tag en la cual está almacenada el dato de la variable "potencia" que se necesita convertir a número entero "%MD56" y en la opción "OUT1" se ingresó la "TAG" en la cual se guardó el dato convertido en número entero "%MD100", como se aprecia en la Figura 103.

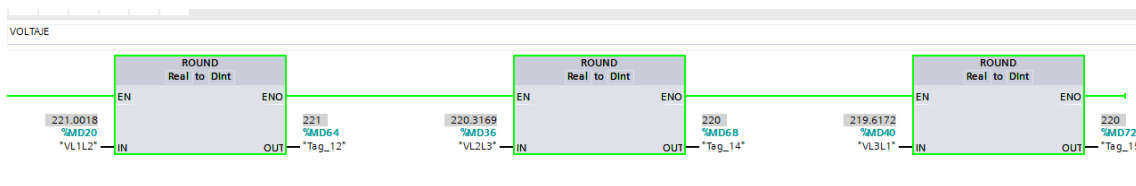
**Figura 103.** Segmento la de frecuencia de red

- PASO 11.- Concluido con la programación se procedió a revisar en la lista de variables donde se verificó que todas tengan asignados el formato de "Real" o "Dint" para que se pueda realizar la conversión como se muestra en la Figura 104

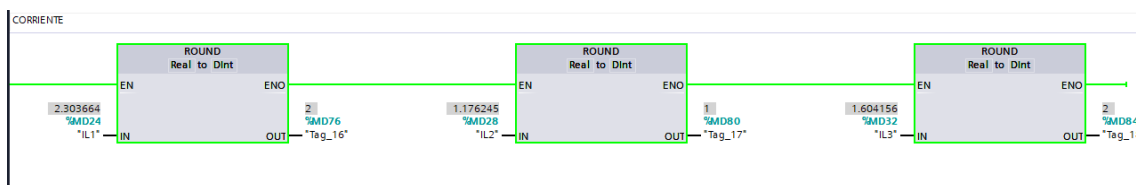
Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Visibil...	Comentario
1	Tag_1	Tabla de variables e...	Real	%ID256		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	VL1L2	Tabla de variables e...	Real	%MD20		<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Tag_3	Tabla de variables e...	Real	%ID260		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	IL1	Tabla de variables e...	Real	%MD24		<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Tag_2	Tabla de variables e...	Real	%ID264		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	IL2	Tabla de variables e...	Real	%MD28		<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Tag_4	Tabla de variables e...	Real	%ID268		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	IL3	Tabla de variables e...	Real	%MD32		<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Tag_5	Tabla de variables e...	Real	%ID272		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	VL2L3	Tabla de variables e...	Real	%MD36		<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Tag_6	Tabla de variables e...	Real	%ID276		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	VL3L1	Tabla de variables e...	Real	%MD40		<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Tag_7	Tabla de variables e...	Real	%ID280		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	P PARA T	Tabla de variables e...	Real	%MD44		<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Tag_8	Tabla de variables e...	Real	%ID284		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	P ACT T	Tabla de variables e...	Real	%MD48		<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Tag_9	Tabla de variables e...	Real	%ID288		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	P REC T	Tabla de variables e...	Real	%MD52		<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Tag_12	Tabla de variables e...	Dint	%MD64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Tag_14	Tabla de variables e...	Dint	%MD68		<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Tag_15	Tabla de variables e...	Dint	%MD72		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	Tag_16	Tabla de variables e...	Dint	%MD76		<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Tag_17	Tabla de variables e...	Dint	%MD80		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Tag_18	Tabla de variables e...	Dint	%MD84		<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Tag_19	Tabla de variables e...	Dint	%MD88		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	Tag_20	Tabla de variables e...	Dint	%MD92		<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Tag_21	Tabla de variables e...	Dint	%MD96		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	Tag_10	Tabla de variables e...	Real	%ID292		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	HZ	Tabla de variables e...	Real	%MD96		<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Tag_13	Tabla de variables e...	Dint	%MD100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	<Agregar>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Figura 104.** Tabla de variables de TIA PORTAL

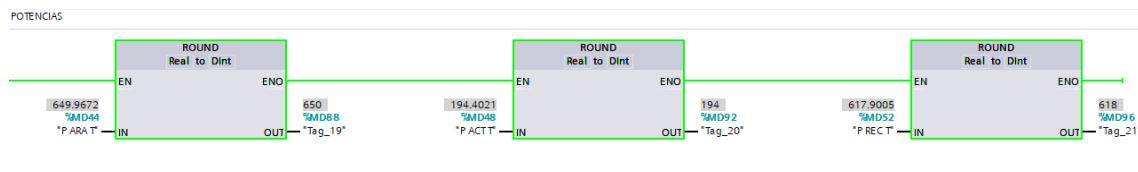
- PASO 12.- Revisado que las variables se encuentren asignadas el formato correcto se procedió a cargar nuevamente el programa en el PLC y mediante la opción de "Conexión Online", se verificó que se haya realizado correctamente la conversión, como se indica en la Figura 105, 106, 107, 108.



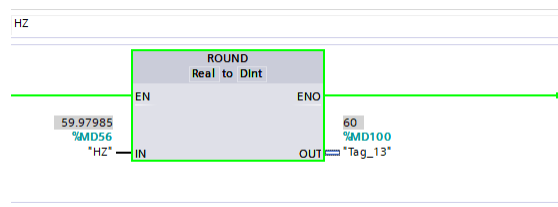
**Figura 105.** Voltaje



**Figura 106.** Corriente

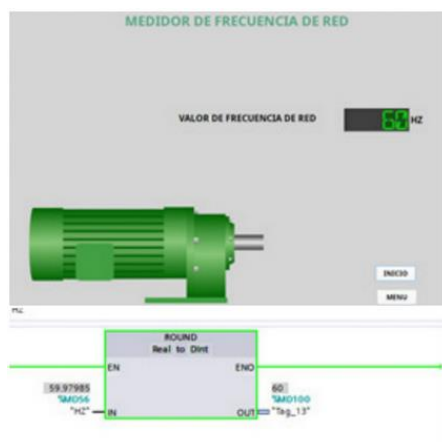


**Figura 107.** Potencias



**Figura 108.** Frecuencia

- PASO 13.- Finalmente luego de cargar el programa y haber comprobado que la conversión es correcta, se verificó que los valores concuerden entre los valores recibidos y los que muestra el HMI como se indica en la Figura 109.



**Figura 109.** Verificación de datos

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Se implementó un HMI que permite ilustrar los valores de medición de corriente y voltaje de un motor trifásico de inducción mediante la utilización del software IGNITION.
- Para realizar la comunicación PROFIBUS se utilizó una red punto a punto denominado RS-485 que ayudó a la transferencia de datos que fueron adquiridas del motor desde el PAC 3200 hacia el PLC S7 300 para luego ser mostradas en el HMI.
- Para el diseño de la HMI en IGNITION se realizó la asignación de Tags, encargadas de mostrar los valores de las variables que son transferidas desde el software TIA PORTAL.
- Se realizó la configuración y programación del PLC S7 300 utilizando la instrucción denominada "MOVE" la cual permite realizar movimientos de datos de un lugar a otro mediante la utilización de las direcciones de la memoria (PLC) en la que van a ser almacenados todos los datos adquiridos.

## 4.2. Recomendaciones

- En la página web de IGNITION, verificar que la cuenta se encuentre activa para poder crear un nuevo proyecto o realizar modificaciones a proyectos existentes debido a que la página web tiende a expirar su uso cada dos horas.
- Debido a los altos voltajes utilizados en las conexiones estas se debe realizar con el mayor cuidado posibles al instante de conectar tanto en el motor trifásico como el módulo PAC 3200 ya que pueden ser propensos a quemarse.
- Las conexiones que se ejecutan entre los medidores de corriente (TC) y el módulo PAC 3200 se debe realizar con el mayor cuidado posible ya que el módulo recibe señales de corriente y de ser conectados mal podría ocasionar daños en los terminales de conexión del módulo PAC 3200.
- Tomar en cuenta la norma "ISA 101" para el diseño del MHI, la cual detalla los requerimientos necesarios que se deben seguir y cumplir para su implementación.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **HMI:** Interfaz humano máquina.
- **PAC 3200:** Instrumento que permite la visualización de los parámetros de red más relevantes.
- **PLC:** Controlador lógico programable.
- **PROFIBUS:** Red de campo abierto e independiente de proveedores, donde la interfaz de ellos permite amplia aplicación en procesos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alban, J. (2017). *dspace ESPOCH*. Recuperado el 01 de 10 de 2019, Obtenido de dspace ESPOCH:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6496/3/25T00292.pdf>

Boada, J. (21 de JUNIO de 2017). *dspaceUCLV*. Recuperado el 14 de 10 de 2019, Obtenido de dspaceUCLV:  
<http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/7939>

Carezuela, M. (SEPTIEMBRE de 2014). *repositorios UPCT*. Recuperado el 07 de 11 de 2019, Obtenido de repositorios UPCT:  
<http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4338/pfc5902.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Condor, D. (2019). *uisrael*. Recuperado el 16 de 10 de 2019, Obtenido de uisrael:  
<https://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/2089/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2019-041.pdf>

Diaz, L. J. (11 de Septiembre de 2017). *Scielo*. Recuperado el 25 de 10 de 2019, Obtenido de scielo: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v26n4/rcta10417.pdf>

Firefox. (28 de DICIEMBRE de 2019). *IGNITION*. Recuperado el 20 de 11 de 2019, Obtenido de FIREFOX: <https://www.google.com/>

Garcia, F. (5 de julio de 2019). *Investigium*. Recuperado el 01 de 11 de 2019, Obtenido de Investigium:  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/investigium/article/view/4016/6247>

Herrera, E. (Junio de 2018). *dspace epoch*. Recuperado el 04 de 12 de 2019, Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9217>

Ignition. (2018). *inductive automation*. Recuperado el 05 de 10 de 2019, Obtenido de inductive automation: <https://inductiveautomation.com/solutions/hmi>

Kaschel, H. (19 de Noviembre de 2018). *Researchgate*. Recuperado el 01 de 10 de 2019, [https://www.researchgate.net/profile/Hector\\_Kaschel/publication/228759624\\_Analisis\\_del\\_estado\\_del\\_arte\\_de\\_los\\_buses\\_de\\_campo\\_aplicados\\_al\\_control\\_de\\_procesos\\_industriales/links/564daac708aeafc2aaafd29/Analisis-del-estado-del-arte-de-los-buses-de-campo-ap](https://www.researchgate.net/profile/Hector_Kaschel/publication/228759624_Analisis_del_estado_del_arte_de_los_buses_de_campo_aplicados_al_control_de_procesos_industriales/links/564daac708aeafc2aaafd29/Analisis-del-estado-del-arte-de-los-buses-de-campo-ap)

Moya, C. (17 de diciembre de 2009). *usfq*. Recuperado el 18 de 12 de 2019, Obtenido de usfq: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1103>

Sanchez, E. (julio de 2017). *Repositorio Upct*. Recuperado el 19 de 10 de 2019, Obtenido de Repositorio Upct: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6191/tfm-san-aut.pdf?sequence=1>

Siemens. (11 de septiembre de 2017). *Siemens*. Recuperado el 15 de 12 de 2019, Obtenido de Siemens: [https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce\\_educacion/soluciones/Documents/314%20SCE%20-%20CF%20-%20S7300.pdf](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/soluciones/Documents/314%20SCE%20-%20CF%20-%20S7300.pdf)

# ANEXOS




**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA


**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN**  
**INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**


**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que la siguiente monografía fue realizada por el señor **OÑA CAHUEÑAS, STALYN RAUL** bajo nuestra supervisión.

Aprobado por:

  
\_\_\_\_\_  
ING. GUERRERO RODRÍGUEZ LUCÍA ELINA  
DIRECTOR DE PROYECTO

  
\_\_\_\_\_  
ING. PILATASIG PANCHI PABLO XAVIER  
DIRECTOR DE CARRERA

  
\_\_\_\_\_  
ABG. PLAZA CARRILLO, SARITA JOHANA  
SECRETARÍA ACADÉMICA

