



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Implementación de un módulo para el control de velocidad, sentido de giro y freno de un motor trifásico en el Laboratorio De Instrumentación Virtual

Pineda Huanca, David Alexander

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica

**Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica
Mención Instrumentación y Aviónica**

Ing. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

09 de septiembre 2020

Latacunga



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

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, "IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD, SENTIDO DE GIRO Y FRENO DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL" fue realizado por el señor PINEDA HUANCA, DAVID ALEXANDER la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 9 de septiembre del 2020

Firma:

ING. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

C. C.0501878649

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Document Information

| | |
|-------------------|---|
| Analyzed document | TESIS FINAL DAVID PINEDA.docx (D78850826) |
| Submitted | 9/9/2020 8:44:00 PM |
| Submitted by | Guerrero Rodriguez Lucia Eliana |
| Submitter email | leguerrero6@espe.edu.ec |
| Similarity | 6% |
| Analysis address | leguerrero6.espe@analysis.orkund.com |

Sources included in the report

| | | |
|---|--|---|
| Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS TEORICO PEÑAGUIHPE MORAN ANDERSON DAVID.docx | | |
| SA | Document TESIS TEORICO PEÑAGUIHPE MORAN ANDERSON DAVID.docx (D54572703) Submitted by: adpenaquishe@espe.edu.ec Receiver: igviera.espe@analysis.orkund.com | 1 |
| SA | MONOGRAFÍA_ARIEL SOLIS.docx Document MONOGRAFÍA_ARIEL SOLIS.docx (D62903388) | 9 |
| W | URL: https://1library.co/document/zpn684vy-disenio-implementacion-didactico-utilizando-p ... Fetched: 7/24/2020 5:53:51 PM | 2 |
| Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis Imprimir.docx | | |
| SA | Document Tesis Imprimir.docx (D22561560) Submitted by: charfieldj@gmail.com Receiver: jjespinosa.espe@analysis.orkund.com | 2 |
| Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis_Naranja_L.docx | | |
| SA | Document Tesis_Naranja_L.docx (D29806447) Submitted by: biblioteca@espe.edu.ec Receiver: crcepeda.espe@analysis.orkund.com | 1 |
| Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Proyecto de grado Cristian Andres Chingo (Reparado).docx | | |
| SA | Document Proyecto de grado Cristian Andres Chingo (Reparado).docx (D21469787) Submitted by: cristianchingo@hotmail.com Receiver: jjespinosa.espe@analysis.orkund.com | 1 |

Ing. Lucía Eliana Guerrero Rodríguez
C.C. 0501878649



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

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **PINEDA HUANCA, DAVID ALEXANDER**, con cédula de ciudadanía n°1725076010, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD, SENTIDO DE GIRO Y FRENO DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 9 de septiembre del 2020

Firma

Pineda Huanca, David Alexander

C.C.: 1725076010



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **PINEDA HUANCA, DAVID ALEXANDER** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD, SENTIDO DE GIRO Y FRENO DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 9 de septiembre del 2020

Firma

.....
Pineda Huanca, David Alexander
C.C.: 1725076010

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres, ya que me dieron la vida, me vieron crecer desarrollando mi temperamento y carácter dándome ejemplos de superación, de esta manera aprendiendo a como atravesar las dificultades que se me han presentado en la vida estudiantil como personal, además de su apoyo incondicional para superar el obstáculo de la distancia de estudiar en otra ciudad, pues sin apoyo no hubiese podido cumplir un objetivo presente en mi vida.

Pineda Huanca David Alexander

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mis padres por el esfuerzo y sacrificios que han hecho por mí, demostrando que con una voluntad fuerte se puede cumplir lo que uno ha estado anhelando desde pequeño.

A mis profesores de carrera que, gracias a su esfuerzo, dedicación, experiencia y sobre todo la paciencia, todas las posibilidades que me han brindado de enmendar mis errores, gracias a eso he logrado en mi terminar mis estudios con éxito.

Son muchas personas que han estado motivándome, dándome apoyo, consejos a todos ellos quiero agradecerles su amistad incondicional, además por el tiempo prestado para ayudarme a resolver mis problemas personales como institucionales, esto me hizo crecer como persona y formar un carácter por lo cual me siento orgulloso de tenerlos como amigos.

Pineda Huanca David Alexander

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|-----------------------------------|----|
| CARÁTULA | 1 |
| CERTIFICACIÓN | 2 |
| REPORTE DE VERIFICACIÓN | 3 |
| RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA | 4 |
| AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN | 5 |
| DEDICATORIA | 6 |
| AGRADECIMIENTO | 7 |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | 8 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 12 |
| ÍNDICE FIGURAS | 13 |
| RESUMEN | 15 |
| ABSTRACT | 16 |

CAPÍTULO I

| | |
|--------------------------------------|----|
| TEMA | 17 |
| 1.1. Antecedentes..... | 17 |
| 1.2. planteamiento del problema..... | 18 |
| 1.3. Justificación | 19 |
| 1.4. Objetivos | 20 |
| 1.4.1. General..... | 20 |
| 1.4.2. Específicos | 20 |
| 1.5. Alcance..... | 20 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1. Panel Touch | 21 |
| 2.1.1. Introducción..... | 21 |
| 2.1.2. Clasificación | 22 |
| 2.1.3. Descripción del HMI KTP600 Basic mono PN | 22 |
| a. Componentes del KTP600 Basic mono/color PN..... | 23 |
| 2.2. Controlador lógico programable | 24 |
| 2.2.1. Definición..... | 24 |
| 2.2.2. Ventajas del PLC | 24 |
| 2.2.3. Clasificación | 25 |
| 2.2.4. Descripción PLC SIMATIC S7-1200..... | 25 |
| a. Componentes del PLC SIEMENS S7-1200..... | 25 |
| 2.3. Software TIA Portal | 26 |
| 2.3.1. Descripción del Software TIA Portal..... | 26 |
| 2.3.2. Características | 27 |
| 2.3.3. Requisitos de Hardware..... | 28 |
| 2.4. Variador de Frecuencia..... | 29 |
| 2.4.1. Definición..... | 29 |
| 2.4.2. Ventajas del variador de Frecuencia | 29 |
| 2.4.3. Variador de Frecuencia SINAMICS G110..... | 30 |
| 2.5. Motor Trifásico | 31 |
| 2.5.1. Definición..... | 31 |
| 2.5.2. Clasificación | 32 |
| 2.5.3. Motor en Jaula de Ardilla | 32 |

| | |
|---|----|
| a. Partes del motor | 33 |
| b. Conexiones..... | 34 |
| 2.5.4. Tipos de Arranques de un motor | 35 |
| a. Arranque Directo | 35 |
| b. Arranque Estrella Triángulo | 36 |
| c. Arranque por Resistencias | 37 |
| d. Arranque por Autotransformador | 38 |
| 2.5.5. Características de Arranque | 38 |
| a. Corriente de arranque | 38 |
| b. Par de arranque..... | 39 |
| c. Duración del arranque | 39 |
| 2.5.6. Frenos Eléctricos | 39 |
| a. Frenado por inversión de un motor trifásico de Inducción | 39 |

CAPÍTULO III

| | |
|--|-----------|
| DESARROLLO DEL PROBLEMA..... | 41 |
| 3.1. Implementación del proyecto..... | 41 |
| 3.2. Creación del proyecto en el software TIA Portal..... | 42 |
| 3.2.1. Creación de un nuevo proyecto en el software TIA Portal V15 | 42 |
| 3.2.2. Asignación de dispositivos en el software TIA Portal V15 | 43 |
| 3.2.3. Alteración de la IP en la Red PNIE del PLC y HMI | 44 |
| 3.2.4. Creación de la Red Profinet..... | 46 |
| 3.3. Programación del PLC en el Software TIA Portal | 46 |
| 3.3.1. Creación de variables | 46 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.3.2. | Programación en los segmentos del software TIA Portal | 47 |
| 3.4. | Programación del HMI en el Software TIA Portal | 52 |
| 3.4.1. | Creación de variables | 52 |
| 3.4.2. | Creación de la interfaz | 53 |
| 3.4.3. | Asignación de variables en el HMI | 55 |
| 3.5. | Configuración de parámetros del variador G110 | 58 |
| 3.6. | Conexión Física | 59 |
| 3.7. | Pruebas de Funcionamiento | 60 |

CAPÍTULO IV

| | |
|---|-----------|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 63 |
| 4.1. Conclusiones | 63 |
| 4.2. Recomendaciones | 64 |
| 4.3. Glosario | 64 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 67 |
| ANEXOS | 69 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Requisitos de Hardware requeridos para el software STEP 7 Basic | 28 |
| Tabla 2 Parámetros modificados para el control del motor trifásico..... | 58 |
| Tabla 3 Conexiones físicas entre Variador y PLC | 59 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Componentes del KTP600 mono/color PN | 23 |
| Figura 2 Componentes del PLC SIEMENS S7-1200 | 26 |
| Figura 3 Variador de Frecuencia G110..... | 31 |
| Figura 4 Partes de un motor Eléctrico | 34 |
| Figura 5 Conexión estrella y triangulo a realizar en la placa de bornes | 35 |
| Figura 6 Arrancador directo | 36 |
| Figura 7 Circuito de potencia y mando de un arranque estrella-triángulo | 37 |
| Figura 8 Arranque por Resistencias | 37 |
| Figura 9 Autotransformador | 38 |
| Figura 10 Frenado por inversión de un motor trifásico de inducción | 40 |
| Figura 11 Diagrama de bloques para el control del Motor | 41 |
| Figura 12 Creación de un nuevo proyecto en el software TIA Portal V15..... | 42 |
| Figura 13 Agregar dispositivo PLC (Control lógico Programable) | 43 |
| Figura 14 Agregar dispositivo HMI..... | 44 |
| Figura 15 Alteración de la Dirección IP del PLC | 45 |
| Figura 16 Alteración de la IP del HMI | 45 |
| Figura 17 Creación de la Red Profinet..... | 46 |
| Figura 18 Creación de Variables en el software TIA Portal | 47 |
| Figura 19 Creación del primer segmento en el software TIA Portal | 48 |
| Figura 20 Creación del segundo segmento en el software TIA Portal..... | 48 |
| Figura 21 Creación del tercer segmento en el software TIA Portal | 49 |
| Figura 22 Relación entre amperaje y datos del PLC..... | 50 |
| Figura 23 Creación del cuarto segmento en el software TIA Portal..... | 51 |
| Figura 24 Creación del quinto segmento en el software TIA Portal..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 25 Creación de imágenes del HMI en el software TIA Portal | 52 |
| Figura 26 Creación de las variables del HMI en el software TIA Portal..... | 53 |
| Figura 27 Definir imagen principal del HMI en el software TIA Portal | 53 |
| Figura 28 Diseño de la Interfaz “Menú Principal” del HMI..... | 54 |
| Figura 29 Diseño de la Interfaz “Imagen_1” del HMI..... | 55 |
| Figura 30 Activación del Botón MARCHA del HMI..... | 56 |
| Figura 31 Desactivación del Botón MARCHA del HMI | 56 |
| Figura 32 Asignación de una variable para la barra porcentual del HMI | 57 |
| Figura 33 Asignación de una variable para cambio de pantalla del HMI | 57 |
| Figura 34 Asignación de una variable para regreso de pantalla del HMI | 58 |
| Figura 35 Activación del online en el software TIA Portal | 60 |
| Figura 36 Activación de la salida Digital Q0.0 | 61 |
| Figura 37 Gráfica de la salida en mA..... | 62 |
| Figura 38 Funcionamiento del Paro de Emergencia | 62 |

RESUMEN

En el presente proyecto, se realizó un control de un motor trifásico mediante un Panel Touch en cual se controlará su velocidad, así también su sentido de giro y freno del eje gracias al variador de frecuencia, además gracias a este se puede monitorear su salida en miliamperios (mA). Esto se realizó en etapas. En la primera etapa, se desarrolló el control del motor; en la segunda etapa se consideró el ensamblaje físico entre los elementos utilizados; en la tercera etapa se realizaron pruebas en alta, media y baja potencia, para finalmente comprobar el correcto funcionamiento, así como también el uso de la nueva actualización proporcionada por el software TIA Portal V15 para el control de HMI y PLC's.

PALABRAS CLAVE:

- **INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA (HMI)**
- **RED PROFINET**
- **CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**
- **VARIADOR DE FRECUENCIA**

ABSTRACT

In the present project, a three-phase motor was controlled by a Touch Panel, which will control its speed, as well as its direction of rotation and shaft brake thanks to the frequency variator, also thanks to this it is possible to monitor its output in milliamps (mA). This was done in stages. In the first stage, the motor control was developed; in the second stage, the physical assembly between the elements used was considered; in the third stage, tests were performed in high, medium and low power, to finally check the correct operation, as well as the use of the new update provided by the software TIA Portal V15 for the control of HMI and PLC's

KEYWORDS:

- **HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)**
- **PROFINET NETWORK**
- **PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER**
- **FREQUENCY SHIFTER**

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. Antecedentes

Dado que, en la actualidad, existen grandes avances tecnológicos con el objetivo de mejorar la producción, despertó el interés en los investigadores a realizar nuevas innovaciones o mejoras, por lo que el personal debe estar adecuadamente actualizado de todos los cambios sobre los diferentes métodos utilizados en las grandes industrias.

Es así, que con la finalidad de implementar un módulo para el control de velocidad, sentido de giro y freno de un motor trifásico se ha investigado varios trabajos que permitan determinar la factibilidad para su desarrollo.

Según, (SÁNCHEZ CAISACHANA, 2017), con el tema “Diseño y Construcción de un medidor hidráulico de torque”, menciona que en un freno electromagnético se destaca en situaciones que exige parar un movimiento de forma instantánea o con reducido desplazamiento, pero al realizar las pruebas y visualizar su curva característica, se recomienda que cuando el motor trabaje a 60Hz, utilice, voltajes entre 220 o 380 V y 725V, la velocidad es superior aproximadamente 120% que el de motores de 50 Hz.

Según, (Pesántez Erazo, 2012), de acuerdo al tema “Diseño y Construcción de un módulo de laboratorio con variador de frecuencia para el control de un sistema de bombeo y determinación del ahorro energético”, llega a la conclusión que realizó el arranque de un motor con variador de frecuencia el mismo que permitió determinar que con su aplicación se puede conservar en mejor estado el motor.

Según, (Belén, 2017), de acuerdo al tema “Diseño y Construcción de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para la simulación de un ascensor inteligente”, llega a la conclusión de que la programación del Controlador Lógico Programable S7-1200 se realizó mediante el lenguaje Ladder, debido a que es un lenguaje práctico y fácil de aprender, además que se puede acoplar un HMI para el control de una simulación del ascensor inteligente.

De los documentos analizados, se concluye que este proyecto es factible ya que, se cuenta con dispositivos e información para su implementación.

1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad, la tecnología avanza de una manera inexplicable, además ha sido muy acogida en todo el mundo ya que este permite disminuir esfuerzos humanos e innovaciones por tal motivo, se suelen utilizar dispositivos para el control de procesos como el PLC, que son opciones ideales cuando se tratan de realizar tareas de automatización, cuentan con una amplia gama de funciones tecnológicas y E/S integradas, así como su diseño especialmente compacto, estos suelen ser programados por softwares como es Tia Portal, WinCC entre otros, por lo tanto acorde con estos avances tecnológicos, es importante que los estudiantes de las carreras en el área de automatización y control, comprendan su funcionamiento e implementación.

Actualmente en el laboratorio de Instrumentación Virtual, existe una cantidad limitada de unidades didácticas dedicadas a simular procesos reales mediante programación, comunicación de un Touch Panel y control de motores trifásicos con variador de velocidad y PLC. Los módulos existentes en el laboratorio se manifiestan como insuficientes para que los alumnos de la carrera puedan relacionarse y manipular estas tecnologías.

De ahí la importancia de implementar este proyecto y de esta forma poder crear nuevas oportunidades en los estudiantes de la carrera Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, siendo este un proyecto, un material de apoyo para futuras prácticas de tal modo que puedan obtener habilidades, destrezas y actitudes para examinar principios elementales como la automatización y control de procesos, con la finalidad de poner en práctica en el campo laboral, además de ser un precursor al problema indicado.

1.3. Justificación

En la actualidad, contar con módulos para prácticas, permite que el estudiante pueda relacionarse y entender el funcionamiento del dispositivo, así también tener un mayor conocimiento al momento de manipularlos, debido a que, en la industria se utiliza estos dispositivos actualmente, por lo que necesita personal capacitado para utilizar estas tecnologías.

Por lo tanto, es necesario que el Laboratorio de Instrumentación Virtual de la Unidad de Gestión de Tecnologías, cuente con un sistema para implementación de control de velocidad, sentido de giro y freno de un motor trifásico de tal manera que los estudiantes de la carrera Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica obtengan conocimientos teóricos y prácticos, con la finalidad de adquirir habilidades y destrezas, en programación y control de procesos, de tal forma que, puedan desenvolverse en el campo laboral.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

“Implementar un control de velocidad, sentido de giro, freno del eje de un motor trifásico mediante un variador de velocidad G110, Touch Panel y un PLC S7- 1200 para la realización de prácticas virtuales en el Laboratorio de Instrumentación Virtual”.

1.4.2. Específicos

- Analizar las características y el funcionamiento del Controlador Lógico Programable para el control de un motor trifásico.
- Establecer un programa de mando que permita el proceso del control de velocidad, sentido de giro, freno del eje de un motor trifásico.
- Implementar una interfaz HMI para la visualización de resultados de control de parámetros de un motor trifásico.

1.5. Alcance

Esta monografía, está dirigido a los estudiantes, de la Carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica de la Unidad de Gestión de Tecnologías, con la finalidad de brindar un material didáctico en el cual puedan desenvolverse en las prácticas, aportando experiencia a la formación profesional de los estudiantes y así contar con personas altamente capacitadas y competitivas en la sociedad de tal forma que puedan contribuir al desarrollo del país.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Panel Touch

2.1.1. Introducción

Un panel touch es una pantalla sensible al toque humano, el cual facilita al usuario que interactúe externamente con la máquina al presionar en sectores de la pantalla que pueden contener imágenes o palabras. Estos paneles touch se usan con frecuencia en HMI (Interacción Hombre-Máquina). Nota: (Albarracín Palma, 2013)

La interacción Hombre-Máquina tiene como objeto ser una interfaz de usuario de control industrial, proporciona una arquitectura flexible y extensible para el suministro de datos de proceso en el tiempo real a una interfaz de usuario de vanguardia, utilizando MSHTML como motor de renderizado subyacente. Nota: (Albarracín Palma, 2013)

El HMI nació de la necesidad de estandarizar la manera de monitorizar y de controlar diversos sistemas remotos, PLCs entre otros mecanismos de control, de tal manera que cuente con información relevante de los distintos procesos en tiempo real. Nota: (Albarracín Palma, 2013)

2.1.2. Clasificación

Los paneles Simatic HMI se clasifican en:

- KP300 Basic mono PN
- KP400 Basic color PN
- KTP400 Basic mono PN
- KTP600 Basic mono PN
- KTP600 Basic color DP
- KTP1000 Basic color DP
- TP1500 Basic color PN

Nota: (SIEMENS, 2012)

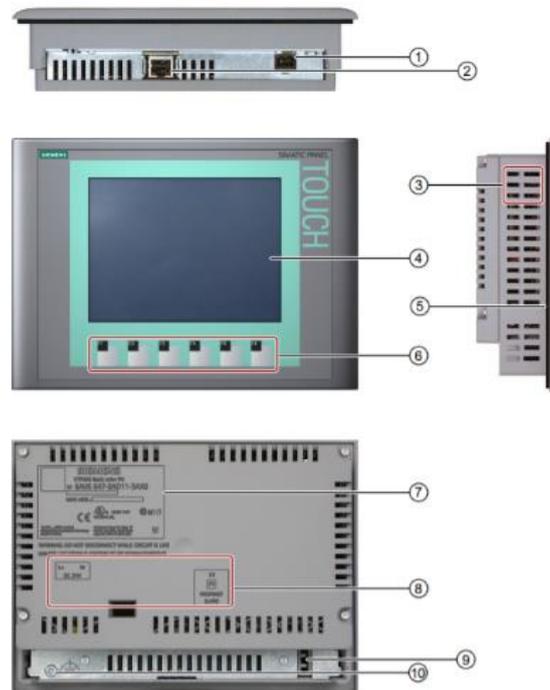
2.1.3. Descripción del HMI KTP600 Basic mono PN

Los paneles SIMATIC HMI Panels, fueron elaborados para operar con el controlador SIMATIC S7-1200. Este panel se adapta con facilidad a las necesidades específicas de visualización: potencia y funcionalidad optimizada. Nota: (SIEMENS, 2012)

a. Componentes del KTP600 Basic mono/color PN

Figura 1

Componentes del KTP600 Basic mono/color PN



Nota: Muestra las partes que está constituido el panel touch. (SIEMENS, 2012).

- 1) Conexión para la fuente de alimentación
- 2) Interfaz PROFINET
- 3) Escotaduras para una mordaza de fijación
- 4) Pantalla/pantalla táctil
- 5) Junta de montaje
- 6) Teclas de función
- 7) Placa de características
- 8) Nombre de puerto
- 9) Guía para una tira rotulable
- 10) Conexión de tierra funcional

Nota: (SIEMENS, 2012).

2.2. Controlador lógico programable

2.2.1. Definición

Un controlador lógico programable o también llamado PLC es un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el sistema de Entradas y Salidas (E/S). Nota: (Montalvo García, 2011)

Este instrumento electrónico utiliza una memoria programable para guardar instrucciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos, esto permite el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o afinidades mecánicas. Nota: (Montalvo García, 2011)

2.2.2. Ventajas del PLC

- Instalación Sencilla
- Optimización de espacio
- Posibilidad de controlar múltiples equipos de manera simultánea
- Menor cableado
- Mejor monitoreo de procesos
- Ahorro en costos como mantenimiento y energía
- Flexibilidad de programación y configuración

Nota: (Montalvo García, 2011)

2.2.3. Clasificación

El PLC siemens serie S7 SIMATIC se clasifica:

- SIMATIC S7-200
- SIMATIC S7-300
- SIMATIC S7-400
- SIMATIC S7-1200
- SIMATIC S7-1500

Nota: (Albarracín Palma, 2013)

2.2.4. Descripción PLC SIMATIC S7-1200

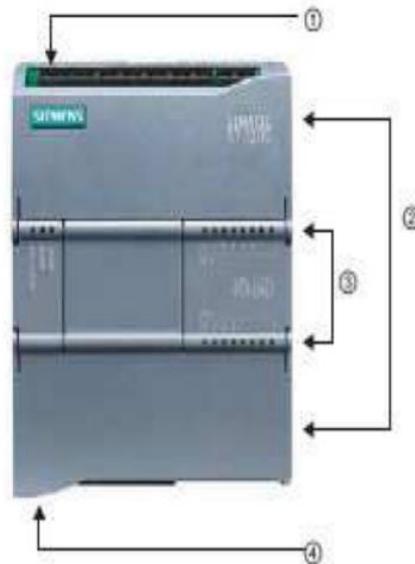
Los controladores SIMATIC S7-1200 son la opción ideal cuando se trata de realizar tareas de automatización de manera flexible y eficiente en el rango de rendimiento bajo a medio. Impresiona con su diseño especialmente compacto y ahorra espacio. Nota: (SIEMENS, 2014)

El controlador S7-1200 está diseñado como una CPU compacta, lo que significa que las E/S ya están integradas. Sin embargo, la CPU S7-1200 se puede ampliar con módulos adicionales para aumentar el rendimiento del controlador. Nota: (Montalvo García, 2011)

a. Componentes del PLC SIEMENS S7-1200

Figura 2

Componentes del PLC SIEMENS S7-1200



Nota: (Montalvo García, 2011)

- 1) Conector de corriente
- 2) Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
- 3) LEDs de estado para las E/S integradas
- 4) Conector PROFINET (Lado inferior de la CPU)

Nota: (Montalvo García, 2011)

2.3. Software TIA Portal

2.3.1. Descripción del Software TIA Portal

TIA Portal, también conocido como SIMATIC STEP 7 Basic es un subconjunto de software de controlador. STEP 7 ofrece una solución de ingeniería para tareas básicas de

automatización, ya que puede usarse para ambos, programando los controladores básicos SIMATIC S7-1200 y configurando paneles SIMATIC HMI. Nota: (SIEMENS, 2020)

La nueva versión del software TIA Portal V15 acorta el tiempo de comercialización, por ejemplo, mediante herramientas de simulación, aumenta productividad de la planta a través de diagnósticos adicionales y funciones de administración de energía, aparte también ofrece una mayor flexibilidad al conectarse al nivel de administración. El sistema de ingeniería WinCC Basic contenido en el paquete permite además configurar los paneles SIMATIC HMI Basic Panels conectados al PLC S7-1200. De tal manera que cubre las fases de un proyecto de automatización. Nota: (SIEMENS, 2020)

2.3.2. Características

SIMATIC STEP7 Basic ofrece varios beneficios como:

- Fácil creación de objetos tecnológicos.
- Admite lenguajes de programación IEC.
- LAD (Diagrama de escalera).
- FBD (Diagrama de bloques de funciones).
- SCL (Texto estructurado).
- Diagnóstico en línea directa.
- Biblioteca para reutilizar componentes de trabajo y programación eficientes.

Nota: (SIEMENS, 2014)

2.3.3. Requisitos de Hardware

Para el software de ingeniería STEP7 se puede utilizar en cualquier PC que cumpla con los siguientes requisitos:

TABLA 1

Requisitos de Hardware requeridos para el software STEP 7 BASIC

| Característica | Recomendado |
|----------------------------------|---|
| Procesador | Core i5-6440EQ, 3.4Ghz |
| RAM | 16 GB |
| HD | SSD con al menos 50 GB de espacio libre |
| Resolución de la pantalla | 1920 x 1080 px |

Nota: (SIEMENS, 2020)

Los sistemas operativos compatibles solo de 64 bits como:

Windows 7 (64bits):

- Windows 7 Home Premium SP1.
- Windows 7 Profesional SP1.
- Windows 7 Enterprise SP1.

Windows 10 (64bits):

- Windows 10 Home Versión 1809, 1903.
- Windows 10 Professional Versión 1809, 1903.
- Windows 10 Enterprise Versión 1809, 1903.
- Windows 10 IoT Enterprise 2019 LTSC.

Windows Server (64bits)

- Windows server 2012 R2 StdE (instalación completa).
- Windows server 2016 Standar (instalación completa).
- Windows server 2019 Standar (instalación completa).

Nota: (SIEMENS, 2020)

2.4. Variador de Frecuencia

2.4.1. Definición

Según, (FITZGERALD, 1986), el variador de frecuencia es un dispositivo electrónico que permite controlar y regular la velocidad de motores eléctricos de inducción, esta regulación se realiza por medio del control de la frecuencia de alimentación que se le suministra al motor. Los variadores de frecuencia permiten el correcto funcionamiento de los motores eléctricos, ya que regulan la velocidad a la cual funcionan. El funcionamiento de las maquinarias eléctricas puede operar a velocidades constantes o variables dependiendo del tipo de alimentación, de las características del motor y las exigencias del proceso, además el variador de frecuencia esencialmente se utiliza para el control de procesos y el ahorro de energía.

2.4.2. Ventajas del variador de Frecuencia

Al implementar un variador de frecuencia en un motor eléctrico, se debe tener en cuenta que debe haber un enlace entre los procesos mecánicos, eléctricos, así como su control como PLC.

De forma general las ventajas de usar variador de velocidad son:

- Disminución en el consumo de energía de un motor.
- Prolongación de vida útil de la maquinaria.
- Evitar un alto consumo energético al iniciar el proceso de una máquina.
- Reducción de estrés mecánico.
- Disminución de costos en reparación y mantenimiento de dispositivos.
- Reducción de daño por cambios bruscos en cargas, flujos, etc.
- Aumenta la precisión de control.

Nota: (Pesántez Erazo, 2012)

2.4.3. Variador de Frecuencia SINAMICS G110

SINAMICS G110 es un convertidor con funciones básicas para una amplia gama de aplicaciones de accionamiento industrial con velocidades variables. Nota: (Albarracín Palma, 2013)

El variador SINAMICSG110 funciona con control de frecuencia de voltaje de 200V a 240V en sistemas de suministro de línea monofásico. Estos convertidores están controlados por microprocesadores y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) por lo cual es fiable y versátil. Nota: (Albarracín Palma, 2013)

Figura 3

Variador de frecuencia G110.



Nota: (SIEMENS, 2020)

2.5. Motor Trifásico

2.5.1. Definición

Los motores trifásicos de inducción son motores de corriente alterna, los cuales necesitan de la corriente eléctrica para producir la torsión del rotor que es inducida por un campo magnético de la bobina del estator. Nota: (Polanía Puentes, 2013)

Una particularidad de un motor de inducción es la velocidad de trabajo que depende de la frecuencia de la red eléctrica donde se le conecta. Nota: (Polanía Puentes, 2013)

2.5.2. Clasificación

Los motores eléctricos desde el punto de vista en la industria pueden clasificarse en:

Corriente continua:

- Derivación
- Independiente
- Serie
- Compound (compuesto)

Corriente alterna

- Asíncronos
 - Rotor en cortocircuito
 - Rotor bobinado
- Síncronos

2.5.3. Motor en Jaula de Ardilla

Es un motor de inducción que tiene el rotor en jaula de ardilla como los monofásicos. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o también de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula. Nota: (Albarracín Palma, 2013)

a. Partes del motor

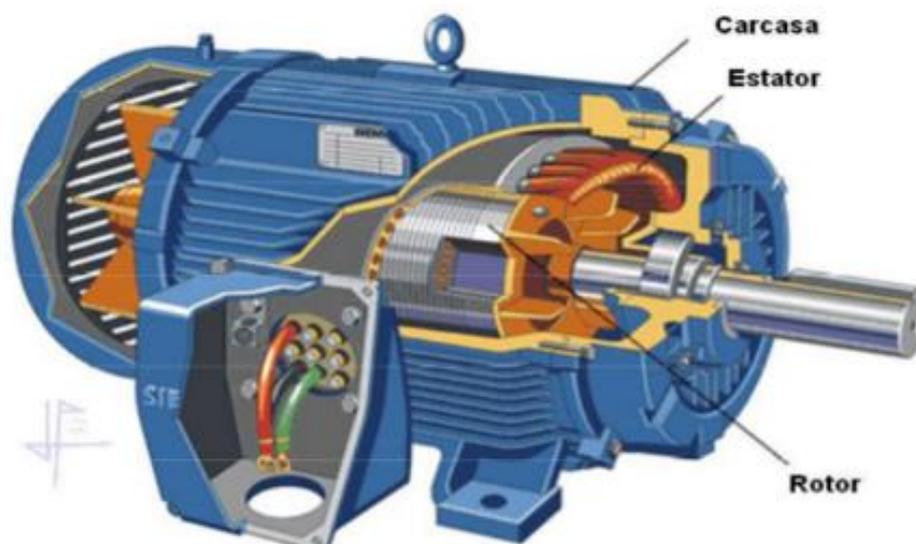
Las partes del motor, son las siguientes:

- **Carcasa:** se construye de varias formas según el tamaño del motor, su función es proteger al bobinado y al rotor.
- **Caja de bornes:** se emplea para conectar los terminales de las bobinas y concentrar los conductos de alimentación
- **Escudos:** sirven para cerrar el motor y sostener el eje del motor por medio de sus cojinetes se unen a la carcasa por medio de tornillos de fijación.
- **Eje:** es la parte donde se sostiene los componentes del rotor, así también sirve para la fijación de la polea en uno de sus extremos y el ventilador en el otro.
- **Ventilador:** Está colocado en uno de los extremos del eje el cual su función es mantener refrigerado el motor para evitar su recalentamiento.
- **Estator:** Formado por un núcleo y bobina. Este núcleo este laminado hecho de chapas laminadas. Las bobinas cubren el ranurado del estator deben estar bien aisladas para asegurar un óptimo funcionamiento del motor.
- **Rotor:** Es la parte sólida montada encima del eje lo cual le convierte en un componente que gira en una máquina eléctrica y es de forma de jaula de ardilla este puede ser sencillo o doble.

Nota: (SCRIBD, 2012)

Figura 4

Partes de un motor Eléctrico.



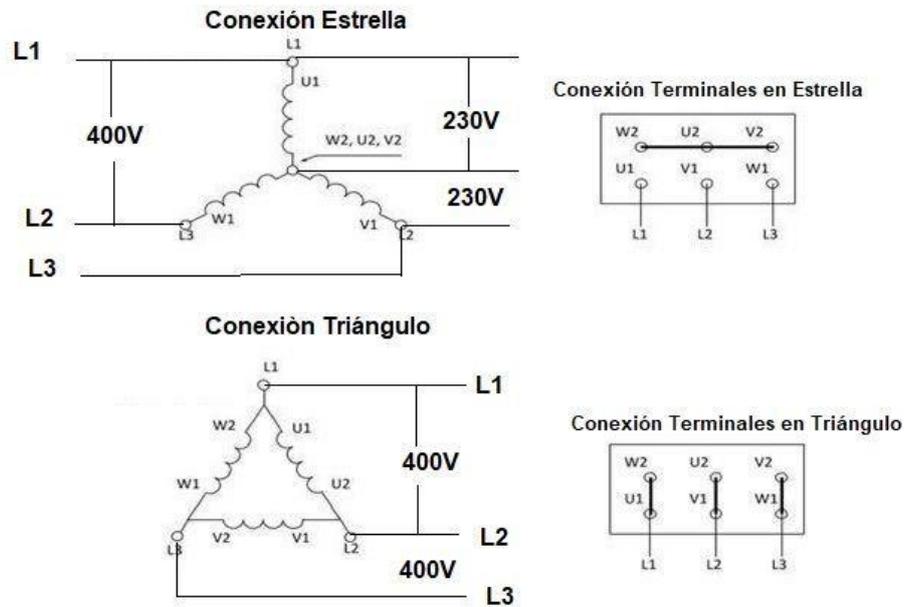
Nota: (SCRIBD, 2012)

b. Conexiones

“Las conexiones básicas del bobinado del estator de un motor trifásico pueden ser estrella o triángulo esto depende de las características del motor y el voltaje de la red eléctrica”. Nota: (Polanía Puentes, 2013)

Figura 5

Conexión estrella y triángulo a realizar en la placa de bornes.



Nota: (Polanía Puentes, 2013)

2.5.4. Tipos de Arranques de un motor

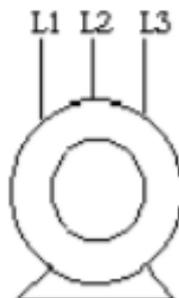
Si no se dispone de algún medio que limite la corriente, en el arranque del motor se produce un valor elevado de corriente lo cual da lugar a problemas en las líneas eléctricas por lo cual es necesario limitar este valor de corriente. Nota: (Albarracín Palma, 2013)

a. Arranque directo

“El arranque de los motores de baja potencia se hace directamente conectando el estator a la red por medio de un interruptor tripolar”. Nota: (Polanía Puentes, 2013)

Figura 6

Arrancador directo.



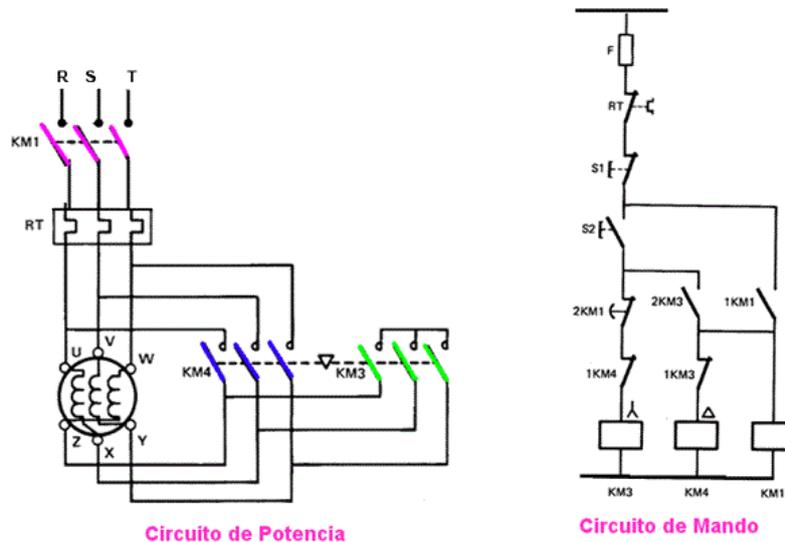
Nota: (Polanía Puentes, 2013)

b. Arranque Estrella Triángulo

El arranque estrella triángulo es más utilizado por el costo bajo, en función a la tensión del motor y de la línea eléctrica se puede arrancar el motor con los devanados en estrella y una vez que esté en partida, se debe conectar en triángulo, cuando la velocidad sea la nominal esto se realiza en dos tiempos. *Nota: (Albarracín Palma, 2013)*

Figura 7

Circuito de potencia y mando de un arranque estrella-triángulo.



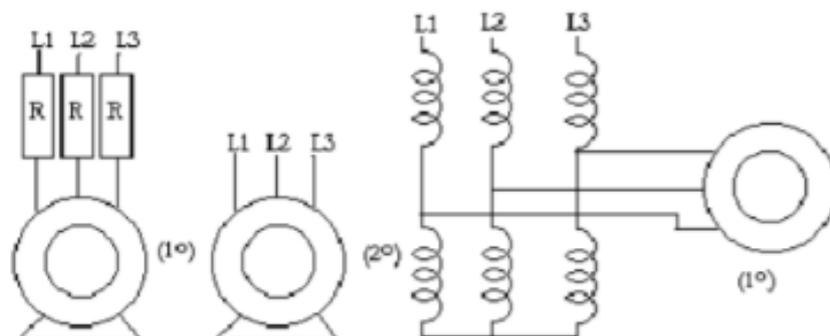
Nota: (SCRIBD, 2012).

c. Arranque por Resistencias

Consiste en insertar resistencias en serie en cada fase del estator. Luego se ponen en cortocircuito tan pronto como la velocidad sea normal, este tipo de arranque son típicamente utilizados para motores de 25 HP. Nota: (Albarracín Palma, 2013)

Figura 8

Arranque por Resistencia.



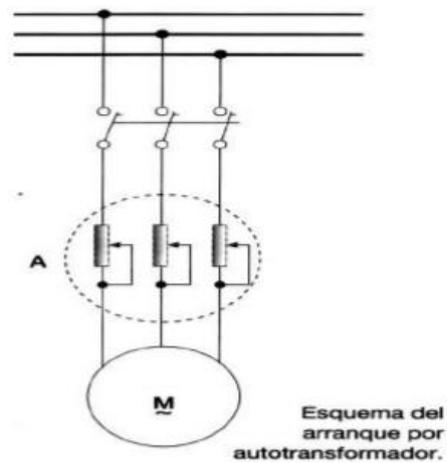
Nota: (Polanía Puentes, 2013).

d. Arranque por Autotransformador

“Mediante un transformador se puede reducir el valor de voltaje, es muy poco utilizado por el coste del transformador”. (Albarracín Palma, 2013)

Figura 9

Autotransformador



Nota: (Albarracín Palma, 2013).

2.5.5. Características de Arranque

A continuación, se presentan las características según el tipo de arranque de un motor:

a. Corriente de arranque:

| | |
|------------------------------|--|
| Directo: | 4 a 8 veces la corriente nominal |
| Estrella – Triángulo: | 1,3 a 2,6 veces I_n (intensidad nominal) |
| Resistencia: | 4,5 veces I_n |
| Autotransformador: | 1.7 a 4 veces I_n |

Nota: (Polanía Puentes, 2013)

b. Par de arranque:

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| Directo: | 0,6 a 1,5 veces del nominal |
| Estrella – Triangulo: | 0,2 a 0,5 veces |
| Resistencia: | 0,6 a 0,85 veces |
| Autotransformador: | 0,4 a 0,85 veces |

Nota: (Polanía Puentes, 2013)

c. Duración del arranque

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Directo: | 2 a 3 segundos |
| Estrella – Triangulo: | 7 a 12 segundos |
| Autotransformador: | 7 a 12 segundos |

Nota: (Polanía Puentes, 2013)

2.5.6. Frenos Eléctricos

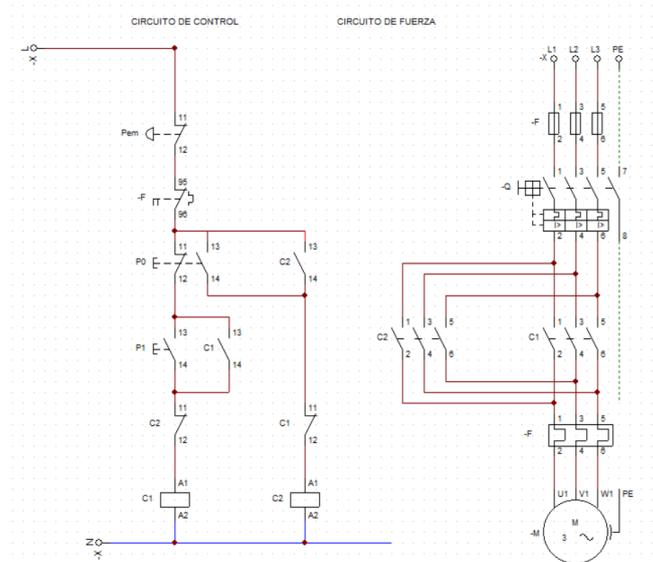
Existen métodos para frenar eléctricamente un motor, ya sea un motor de corriente alterna o de corriente continua como por ejemplo el frenado por inversión:

a. Frenado por inversión de un motor trifásico de Inducción:

El frenado por contramarcha de un motor trifásico de inducción se consigue invirtiendo dos de las tres fases de alimentación, y desenergizando al motor hasta que alcance el modo de reposo, de esta forma poder evitar el accionamiento del sentido contrario al original.

Figura 10

Frenado por inversión de un motor trifásico de inducción.



Nota: Muestra el mando de Control y de Fuerza para el frenado de un motor trifásico.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

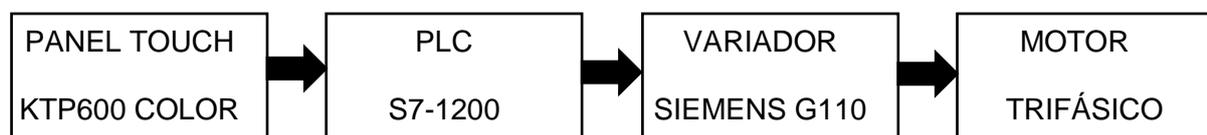
3.1. Implementación del proyecto

En esta monografía se ejecuta una comunicación PROFINET entre un Panel Touch como el HMI, usando el PLC S7-1200 como la parte programable del control, además de conexiones desde el PLC al variador de frecuencia G110 conectado al motor trifásico.

En este siguiente diagrama de bloques de la figura 11, se muestra el enlace que se va generar, utilizando los dispositivos antes mencionados en el capítulo II.

Figura 11

Diagrama de bloques para el control del Motor.



Nota: Es la representación del funcionamiento para el control del motor trifásico.

3.2. Creación del Proyecto en el software TIA Portal

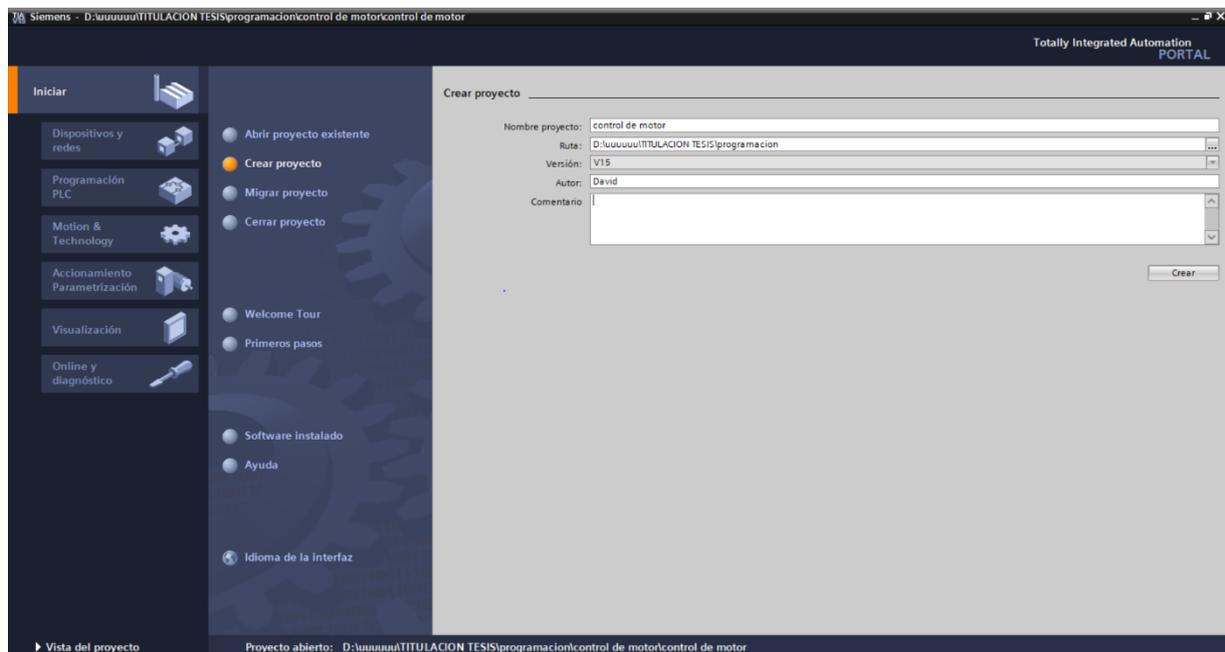
A continuación, se muestran los pasos que se siguieron, para crear el proyecto del control de un motor trifásico.

3.2.1. Creación de un nuevo proyecto en el software TIA Portal V15

Una vez abierto el software TIA PORTAL V15, se colocó un nombre para el proyecto y se dio click en crear como se muestra en la Figura 12.

Figura 12.

Creación de un nuevo proyecto en el software TIA PORTAL V15



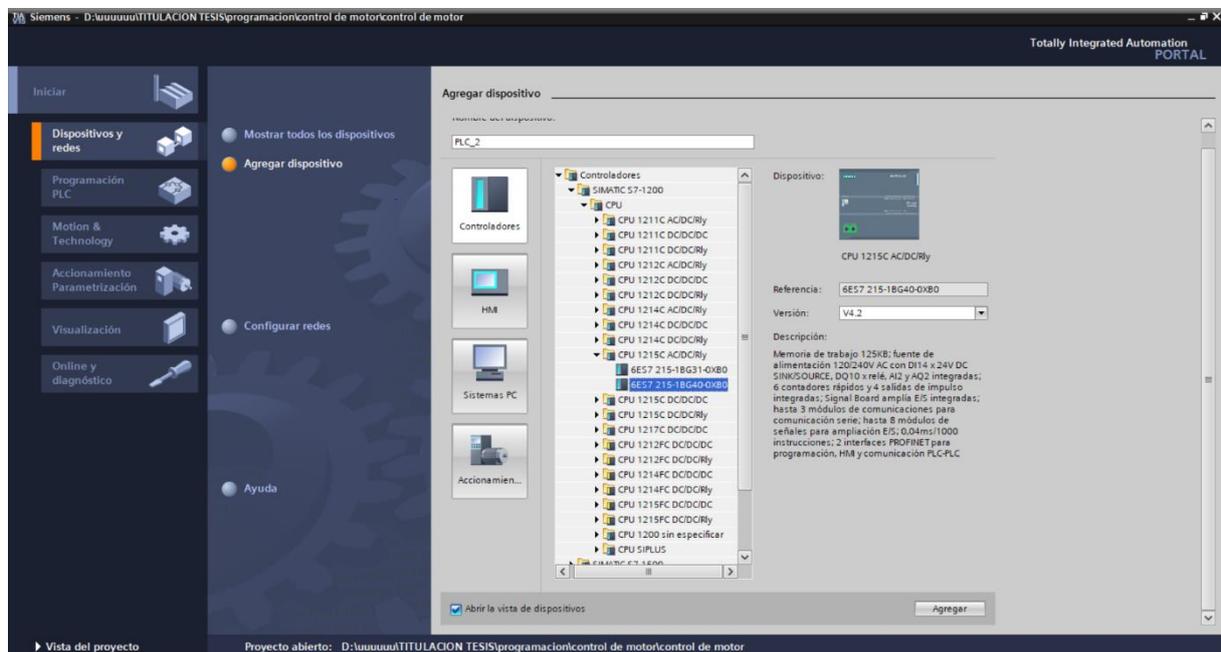
Nota: Muestra donde se debe colocar para crear un programa nuevo.

3.2.2. Asignación de dispositivos en el software TIA Portal V15

Para asignar el primer dispositivo en el software TIA Portal V15 se dio click en agregar dispositivos, a continuación, en controladores y se seleccionó el PLC S7-1200, con la “CPU 1215 AC/DC/Rly 6ES7 215-ABG40-0XBO” como se muestra en la Figura 13.

Figura 13

Agregar dispositivo PLC (Control lógico Programable)

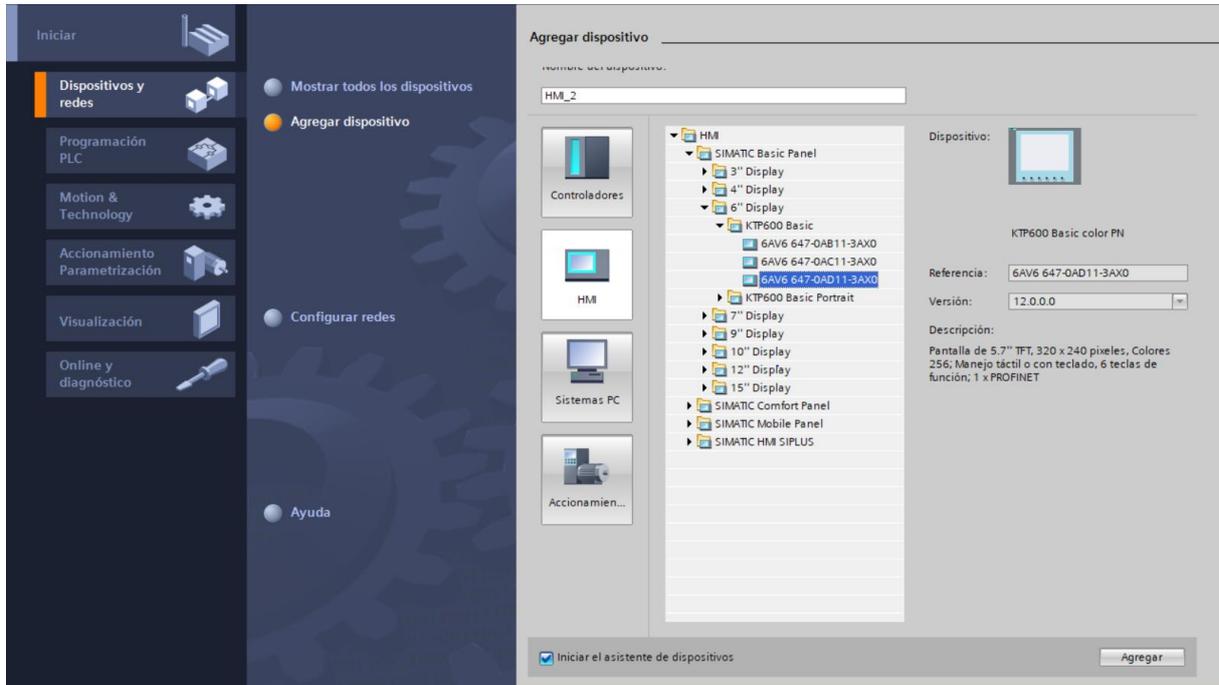


Nota: Selecciona el tipo de PLC que se utiliza en el proyecto.

Para el siguiente dispositivo se dio click en agregar dispositivos, a continuación, en HMI y se seleccionó nuestro Panel Touch KTP600 BASIC “6AV6 647-0AD11-3AX0” como se muestra en la Figura 14.

Figura 14

Agregar dispositivo HMI



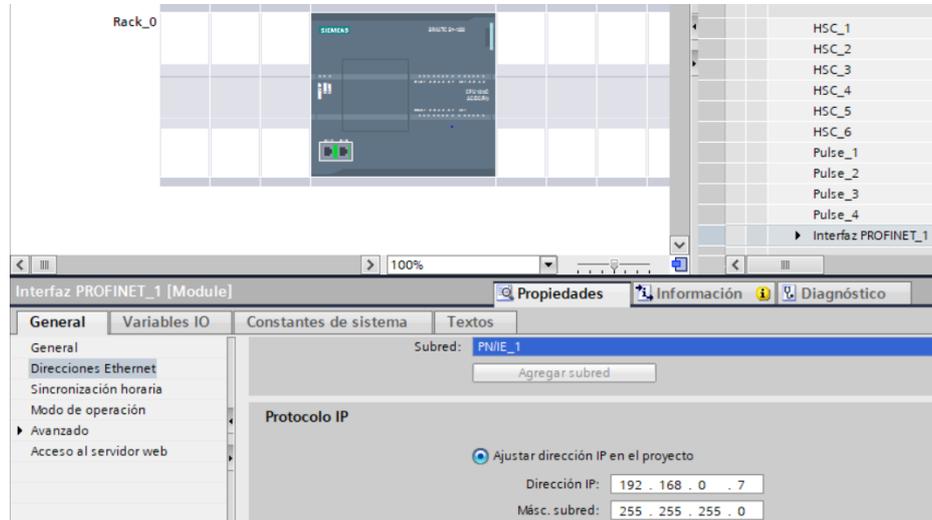
Nota: Selecciona el tipo de Panel Touch que se utiliza en el proyecto.

3.2.3. Alteración de la IP en la Red PNIE del PLC y HMI

Para alterar la red PNIE del PLC se debe ubicar el puntero del mouse en la pestaña donde menciona general del PLC, se dio click en Direcciones Ethernet y altero su IP, en este proyecto se pondrá la dirección IP “192.168.0.7” como se lo muestra en la Figura 15, esto se lo realiza para que no haya problemas (errores) de direcciones en el momento de cargar la programación a los dispositivos.

Figura 15

Alteración de la Dirección IP del PLC

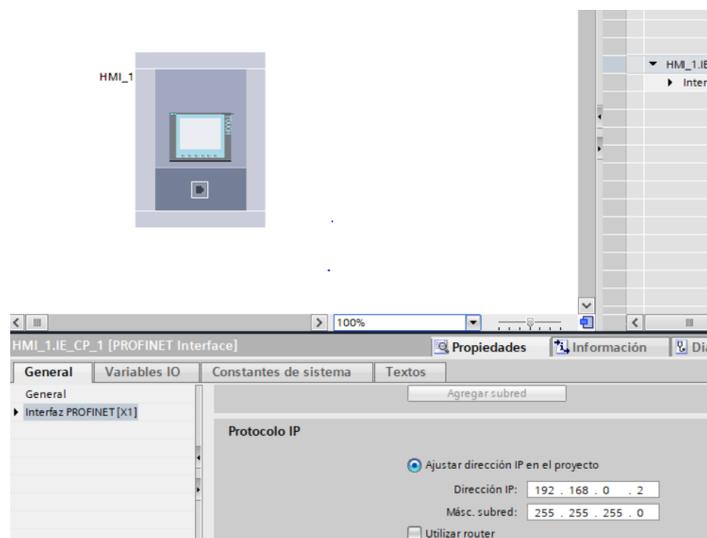


Nota: Menciona como se debe cambiar la dirección IP del PLC.

Para alterar la red PNIE del HMI se ubicó el mouse, donde menciona general del HMI, se dio click en Interfaz Profinet y alteramos su IP, en este proyecto se pondrá la dirección IP “192.168.0.2” como se lo muestra en la Figura 16.

Figura 16

Alteración de la Dirección IP del HMI.



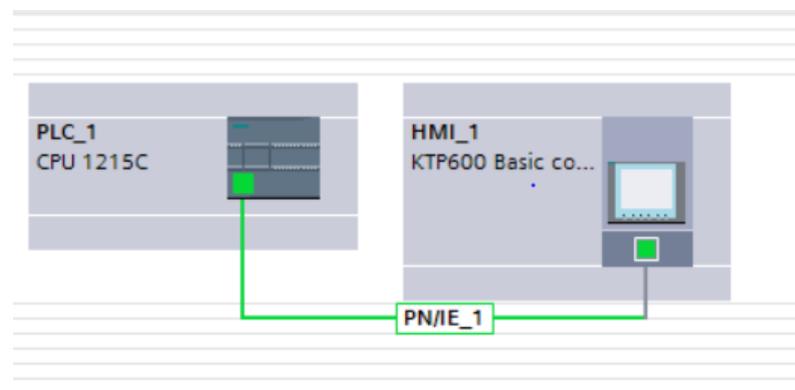
Nota: Menciona como se debe cambiar la Dirección IP del HMI (Interfaz Hombre Maquina).

3.2.4. Creación de la Red Profinet

La red Profinet es un estándar en la industria para la comunicación, recopilación y control de datos, esto nos permite utilizar el panel Touch para comunicarse con el PLC y viceversa, a continuación, en la Figura 17 muestra cómo establecer en el software el enlace entre PLC y Touch, además se debe tener en cuenta que en la subred esté especificado "PN/IE_1".

Figura 17

Creación de la Red Profinet



Nota: Muestra en enlace que se realiza entre PLC Y HMI.

3.3. Programación del PLC en el Software TIA Portal

A continuación, se explica los pasos que se realizaron para crear el control del motor, a través del software TIA Portal.

3.3.1. Creación de variables

En variables PLC se dio click en agregar tabla de variables, a continuación, se creó todas las variables que se van a utilizar. Algunos son tipos como booleanos, Word, Real, Int, como se muestra en la Figura 18, cada uno de estos tienen su propio espacio de memoria

como de 8, 16, 32 bits. Se debe recordar que los tipo BOOL pueden tener los valores TRUE (1) Y FALSE (0), así también como los tipo REAL y LREAL son tipo de coma flotante pueden representar números racionales y por último los tipo Entero como WORD, INT, que en su espacio de memoria abarcan un rango distinto de valores.

Figura 18

Creación de Variables en el software TIA Portal.

| | Nombre | Tipo de datos | Dirección | R |
|----|--------------------|---------------|-----------|---|
| 1 | PARO DE EMERGENCIA | Bool | %M0.0 | |
| 2 | Paro | Bool | %M0.2 | |
| 3 | Marcha | Bool | %M0.3 | |
| 4 | Cambio de giro | Bool | %M0.4 | |
| 5 | S Horario | Bool | %Q0.0 | |
| 6 | S Antihorario | Bool | %Q0.1 | |
| 7 | Porcentaje | Word | %MW20 | |
| 8 | Anlgo output 1 | Int | %QW64 | |
| 9 | SALIDA REAL1 | Real | %MD44 | |
| 10 | Anlgo output 2 | Int | %QW66 | |
| 11 | Grafica mA | Real | %MD70 | |
| 12 | <Agregar> | | | |

Nota: Indica las creaciones de variables a utilizar en el proyecto.

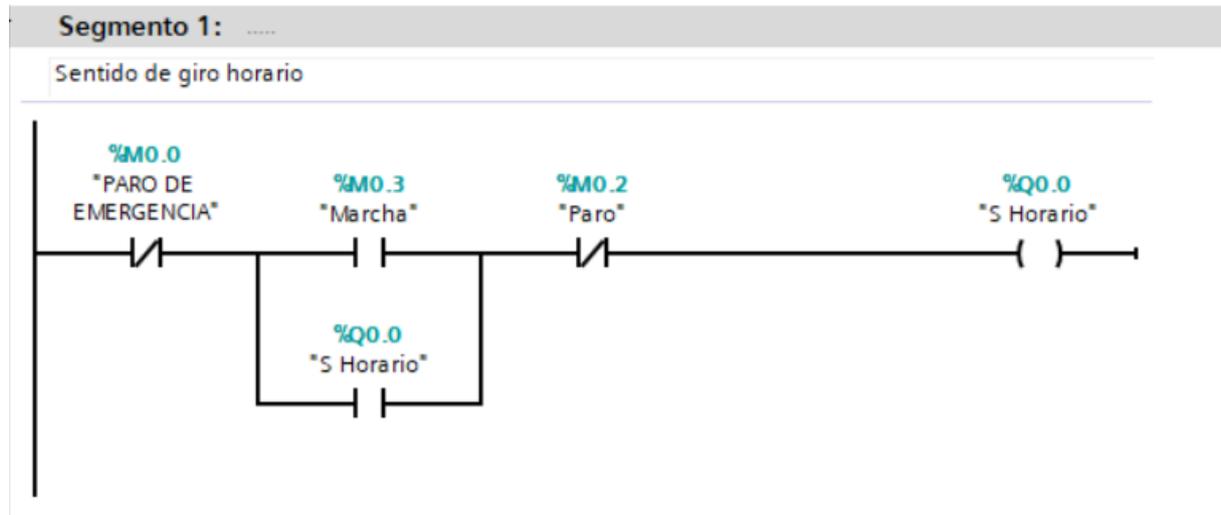
3.3.2. Programación en los segmentos del software TIA Portal

Para comenzar a programar en lenguaje KOP se debe dirigir a bloques de programación y dar click en Main [OB1].

Para el primer segmento se programó el sentido de giro horario del motor en el cual se utilizaron contactos normalmente abiertos y cerrados, además de las variables creadas anteriormente, de tal manera que la salida será por la dirección Q0.0 del PLC como se muestra en la Figura 19.

Figura 19

Creación del primer segmento en el software TIA Portal.

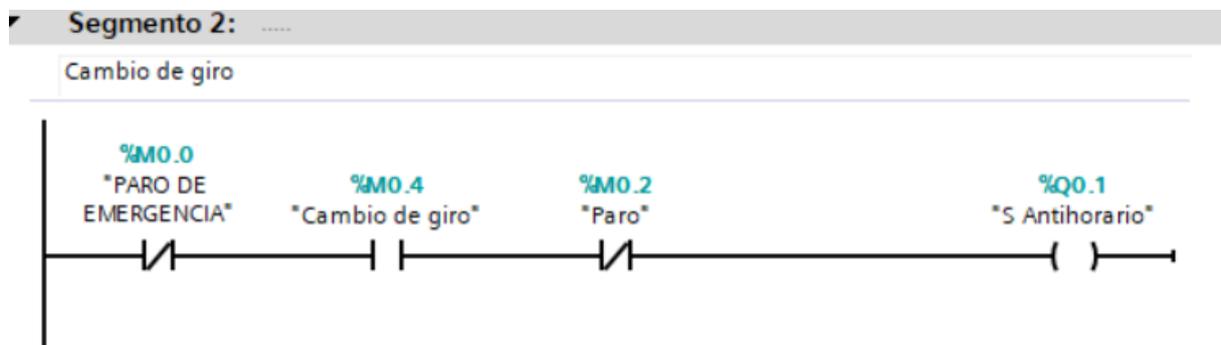


Nota: Indica el control de funcionamiento del motor trifásico,

Para el segundo segmento se programó el cambio de sentido de giro del motor en el cual se enviará un pulso a la salida del PLC Q0.1, como se muestra en la Figura 20, esto permitirá que cuando el variador Siemens G110 detecte este pulso en uno de sus bornes específicos, cambie el sentido de giro del motor trifásico.

Figura 20

Creación del segundo segmento en el software TIA Portal.

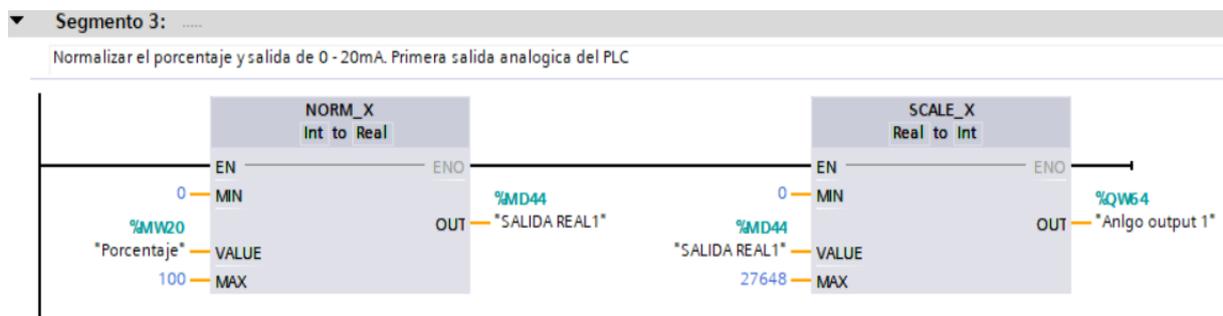


Nota: Muestra la programación para el cambio de giro.

Para el tercer segmento se programó la normalización y el escalamiento del porcentaje que se va enviar utilizando mínimos y máximos como menciona la Figura 21, teniendo en cuenta que cuando este llega a un valor de 27648, se obtiene una salida máxima de 20 mA por el puerto QW64 del PLC esto permite variar de 0-20 mA, por lo tanto, se tiene control de la velocidad del motor trifásico.

Figura 21

Creación del tercer segmento en el software TIA Portal.



Nota: Muestra la programación para un control de 0 a 20 mA en la salida QW64.

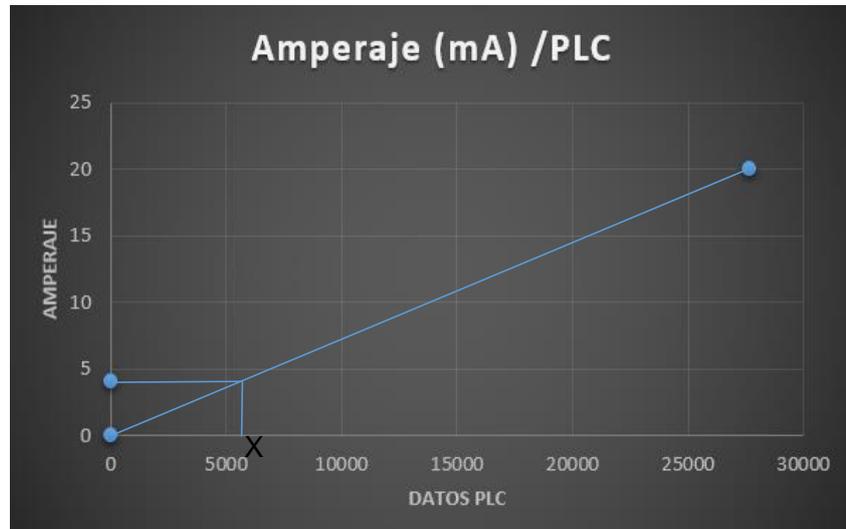
La programación del cuarto segmento, se realizó en el caso de que un variador funcione con control de 4 a 20 mA se debe tener en cuenta que cuando se obtenga el número 27648 estará a 20mA, lo máximo que entrega el PLC, pero se necesita saber el número que entrega cuando este esté en 4 mA por lo tanto se debe realizar un escalamiento con la siguiente ecuación:

$$Do = \left[\frac{X_{max} - X_{min}}{Y_{max} - Y_{min}} * (AI - Y_{min}) \right] + X_{min} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Reemplazando en la ecuación 1 los valores indicados anteriormente, y de acuerdo a las especificaciones de la Figura 22, se obtuvo.

Figura 22.

Relación entre amperaje y datos del PLC.



Nota: Indica la Relación entre amperaje y datos del PLC.

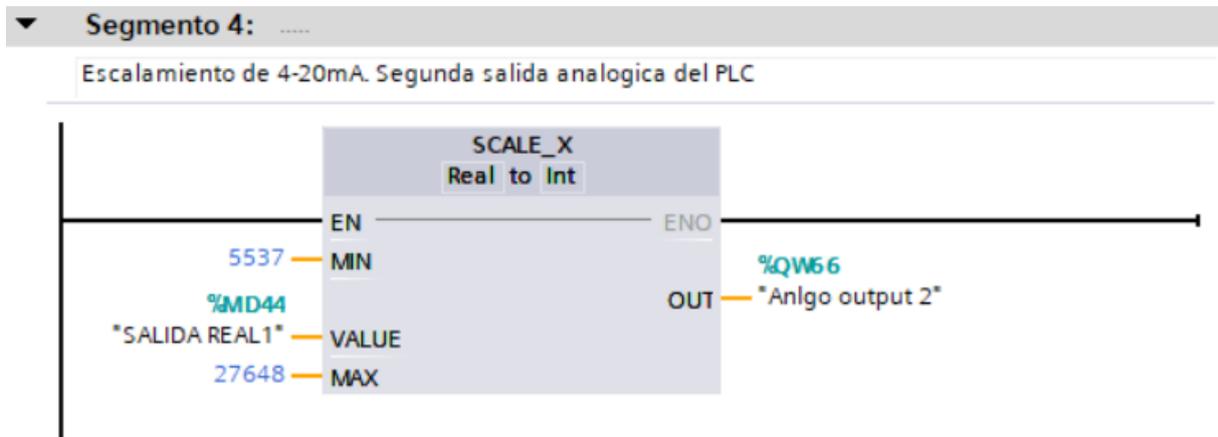
$$\text{Reemplazando: } Do = \left[\frac{27684 - 0}{20\text{mA} - 0\text{mA}} * (4\text{mA} - 0\text{mA}) \right] + 0$$

$$Do = 5536.8 = \mathbf{5537}$$

Una vez obtenido el valor de Do de 5537 que corresponde al valor de 4 mA, se procede a programar y el resultado del escalamiento se envía a la segunda salida analógica del PLC que es QW66 como se muestra en la Figura 23.

Figura 23.

Creación del cuarto segmento en el software TIA Portal

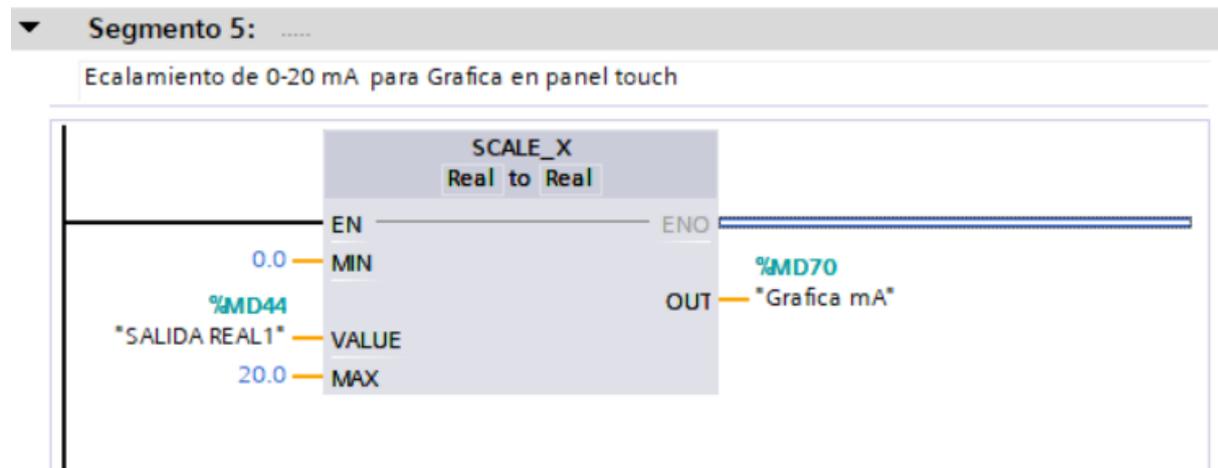


Nota: Muestra la programación para el control de 4 a 20 mA en la salida QW66.

Para el quinto segmento se programó un escalamiento, para poder representar el amperaje de salida que está enviando el PLC mediante una gráfica en el Panel Touch, se toma como referencia el %MD44, se coloca los mínimos y los máximos; en este caso es de 0 a 20, además la salida de este ya no será en entero como los anteriores para poder representarlo lo más cercano en la gráfica, se necesita que sea una salida Real como se muestra en la Figura 24.

Figura 24.

Creación del quinto segmento en el software TIA Portal.



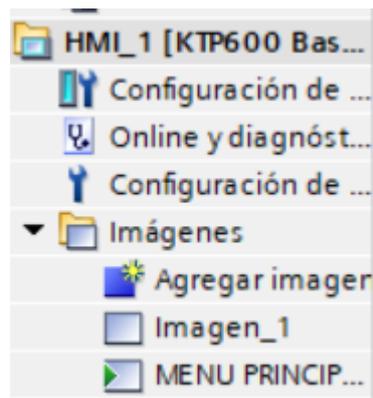
Nota: Muestra cómo se realiza el escalamiento para indicar la gráfica en el HMI.

3.4. Programación del HMI en el software TIA Portal

Para comenzar a programar se ubica el mouse en imágenes y agregamos dos imágenes uno le llamaremos MENU PRINCIPAL y la otra imagen_1 como se muestra en la Figura 25.

Figura 25.

Creación de imágenes del HMI en el software TIA Portal.



Nota: Creación de imágenes a utilizar en el HMI.

3.4.1. Creación de las Variables

Primeramente, se debe colocar en Variables HMI y dar click en Tabla de variables estándar, gracias a la red Profinet se obtuvo las variables creadas en el PLC dependiendo la interfaz del HMI se agregaron estas variables. Además, se creó una variable que no es del PLC, es una propia del HMI, y es la variable BOOL, es decir que se consideró para que sea tipo de dato booleano. A continuación, se consideró que sea una variable interna como muestra en la Figura 26, esta variable se utilizó para hacer una señalización del paro de emergencia.

Figura 26.

Creación de las variables del HMI en el software TIA Portal.

| Tabla de variables estándar | | | | | |
|-----------------------------|-------|---------------------|----------------|----------------------|----|
| Nombre | Tipos | Conexión | Nombre del PLC | Variable PLC | Di |
| Cambio de giro | | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | *Cambio de giro* | |
| Grafica mA | | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | *Grafica mA* | |
| Marcha | | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | Marcha | |
| Número_imagen_variable | | <Variable intern... | | <No definido> | |
| Paro | | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | Paro | |
| PARO DE EMERGENCIA | | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | *PARO DE EMERGENCIA* | |
| Porcentaje | | HMI_Conexión_1 | PLC_1 | Porcentaje | |
| BOOL | | <Variable int...> | | <No definido> | |
| <Agregar> | | | | | |

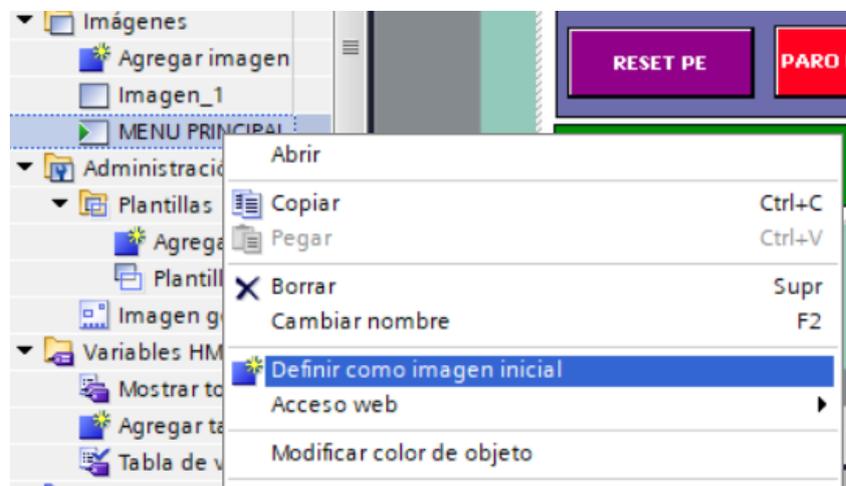
Nota: Creación de variables para utilizar en los pulsadores de la interfaz del HMI.

3.4.2. Creación de la interfaz

Una vez creado las imágenes, con click derecho del mouse, se seleccionó “menú principal” y se asignó como imagen inicial, tal como se muestra en la Figura 27, esto permite que cuando corra el programa se muestre esa pantalla primero.

Figura 27.

Definir imagen principal del HMI en el software TIA Portal.

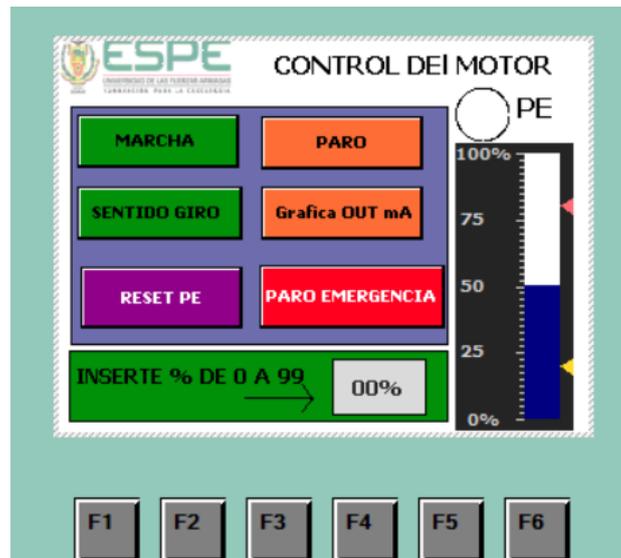


Nota: Definir a menú principal como imagen principal.

A continuación, se diseñó la interfaz inicial, para satisfacer las necesidades previstas para el control del motor trifásico, utilizando textos imágenes, campo y botones como se muestra en la Figura 28.

Figura 28.

Diseño de la Interfaz “Menú Principal” del HMI.

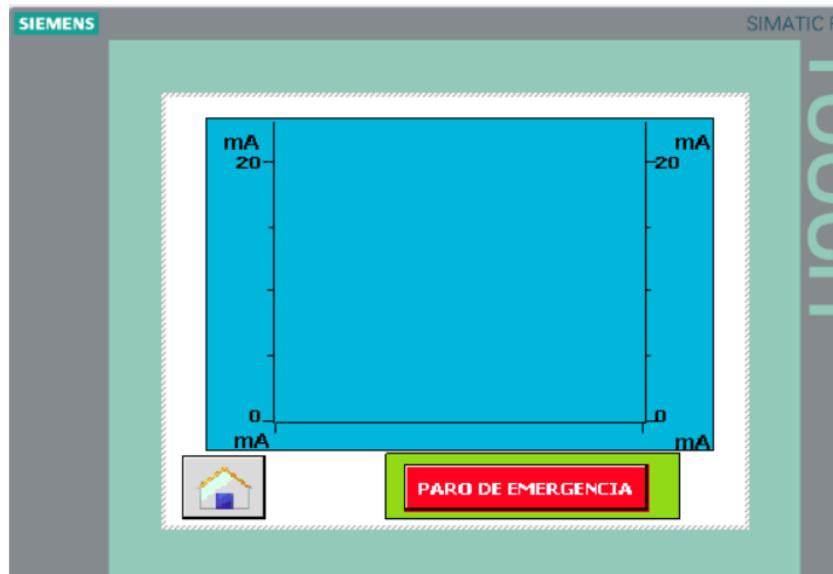


Nota: Creación de la interfaz HMI.

Para la interfaz de la segunda imagen llamado “Imagen_1”, se decidió añadir un cambio de pantalla, entre esta imagen y el menú principal, esta gráfica indica cuantos miliamperios está en la salida de la dirección QW64 como se muestra en la Figura 29.

Figura 29.

Diseño de la Interfaz "Imagen_1" del HMI.



Nota: Creación de indicador de mA (miliamperios) en la interfaz del HMI.

3.4.3. Asignación de variables en el HMI

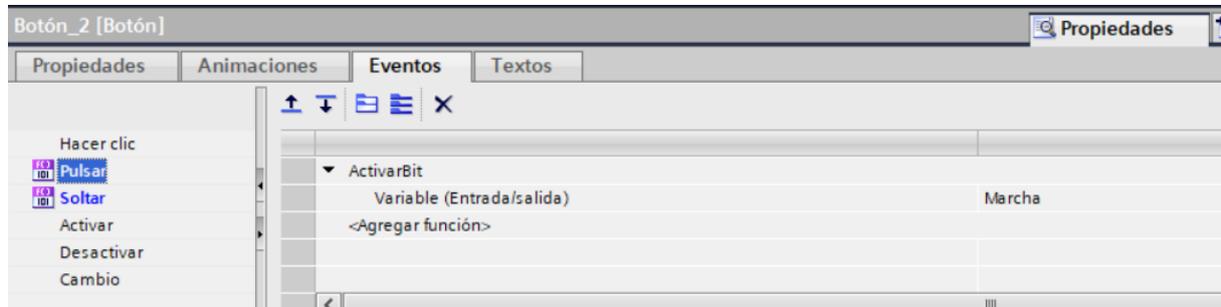
Para asignar las variables primeramente se debe colocar el cursor del mouse y darle click sobre el elemento, continuación dirigirse en la ventana de eventos, en este caso para el botón de marcha se debe ubicar en pulsar, dar click en agregar función y seleccionar "ActivarBit". En este caso se ha seleccionado la variable se llama "Marcha" como se muestra en la Figura 30, al hacer esto cuando se presione el botón se activará la variable seleccionada con 1 lógico.

Ahora para desactivar el enclavamiento se debe ubicar en Soltar, dar click en agregar función y seleccionar "DesactivarBit", a continuación, seleccionar la variable del mismo botón en este caso es "Marcha" como se muestra en la figura 31, de esta manera cuando se deje de presionar el botón, éste queda en 0 lógico nuevamente.

Esto se realizó para que tenga el funcionamiento de un pulsador, caso contrario funcionara como un switch.

Figura 30

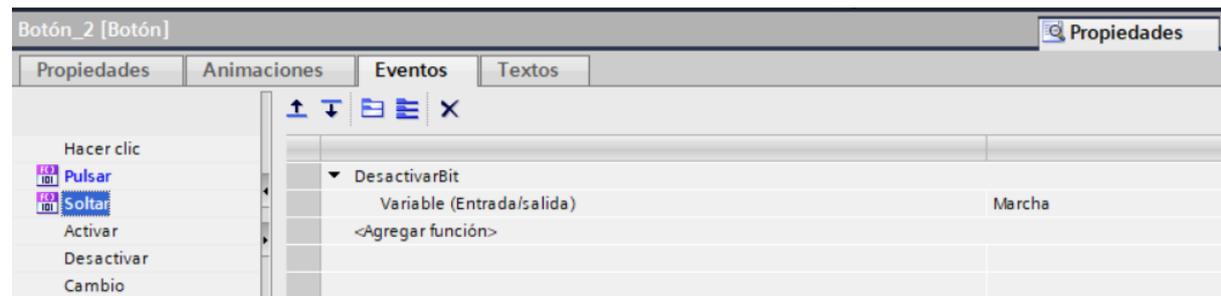
Activación del Botón MARCHA del HMI



Nota: Como activar el botón marcha de la interfaz HMI.

Figura 31

Desactivación del Botón MARCHA del HMI.

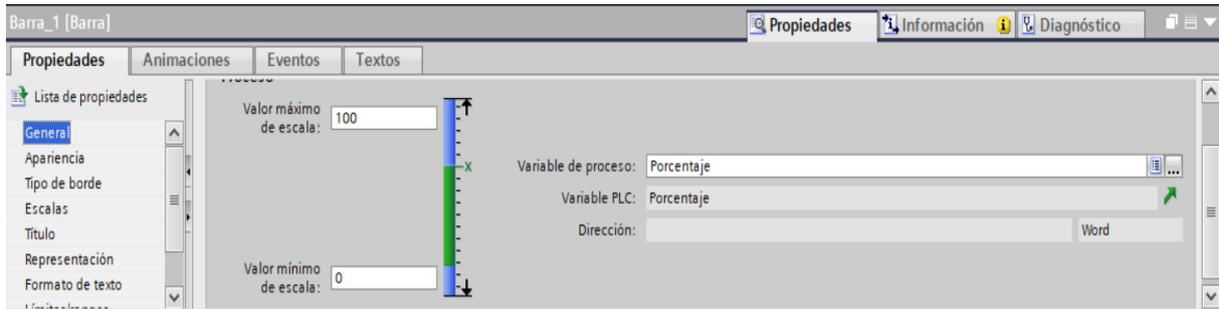


Nota: Como desactivar el botón marcha de la interfaz HMI.

Ahora para programar la barra el cual indicara en que porcentaje está trabajando el motor, primero se dirige a propiedades y dar click en general, en esta parte se puede poner el valor mínimo y máximo de escala, además, seleccionar la variable de proceso en este caso es "Porcentaje" como se muestra en la Figura 32.

Figura 32

Asignación de una variable para la barra porcentual del HMI

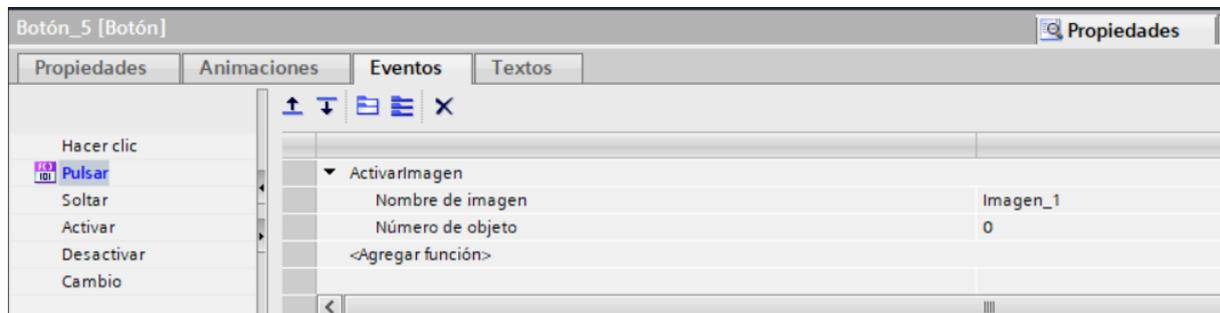


Nota: Asigna la variable de porcentaje para el indicador de la barra de la interfaz del HMI.

Para programar el cambio de pantalla se siguen los pasos similares al de los botones, la única diferencia es cambiar la selección en agregar la función, para este caso se elige activar imagen y colocamos la variable llamada "Imagen_1", como muestra la Figura 33. Ahora para regresar a la pantalla principal se debe seguir los pasos anteriores, pero cambiando la variable en "MENÚ PRINCIPAL" como muestra la Figura 34.

Figura 33

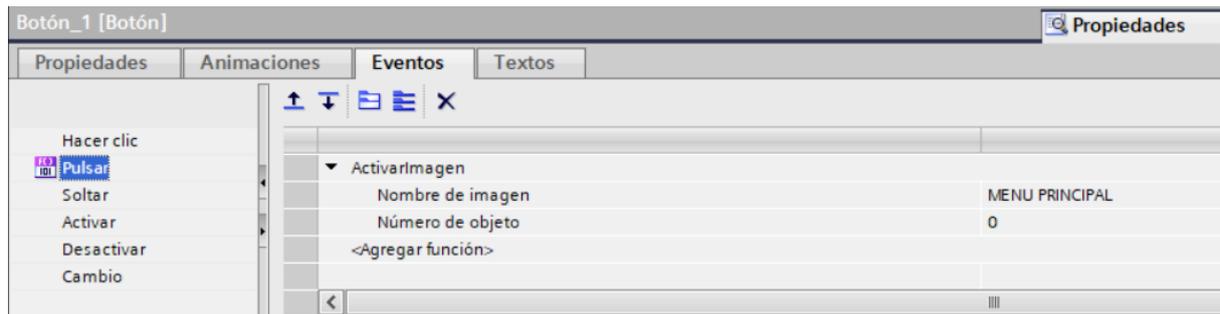
Asignación de una variable para cambio de pantalla del HMI



Nota: Muestra cómo realizar un cambio de pantalla en la interfaz HMI.

Figura 34

Asignación de una variable para regreso de pantalla del HMI



Nota: Muestra como regresar a la pantalla principal de la interfaz HMI.

3.5. Configuración de Parámetros del variador G110

Para que el motor funcione correctamente utilizando el Panel Touch es necesario configurar los parámetros del variador G110, en la Tabla 2 se muestra los datos ingresados para la programación.

TABLA 2

Parámetros modificados para el control del motor trifásico.

| | |
|--|---|
| P0010 Puesta en servicio 1= puesta en servicio rápida | P0700 Selección de la fuente de orden 2= bornes / terminales |
| P0100 Europa/Norteamérica 1= Potencia en HP; frecuencia por defecto 60 Hz | P01000 Selección de la consigna de frecuencia 2= consigna analógica |
| P0304 +Tensión nom. Del motor 10-200V Ver placa característica del motor | P1080 Frecuencia mínima del motor 0 |
| P0305 * Corriente nom. Del motor Ver placa característica del motor | P1082 Frecuencia máxima del motor 60 Hz |
| P0307 Potencia nom. Del motor 0-2000KW Ver placa característica del motor | P1120 Tiempos de aceleración 5 segundos |

| | |
|--|---|
| P0310 Frecuencia nominal del motor 12-650Hz Ver placa característica del motor | P1121 Tiempos de deceleración 5 segundos |
| P0311* Velocidad nominal del motor 0-40000r/min Ver placa característica del motor | P3900 Fin de puesta en servicio 1= Fin puesta en servicio con calculo motor (recomendado) |

Nota: Indica los parámetros que se debe modificar en el variador de frecuencia G110.

3.6. Conexión Física

Para la conexión entre PLC y Panel Touch se necesita un cable de red directo, además también de conexiones para los bornes del variador con el PLC. En la Tabla 3 se presentan las conexiones físicas entre el variador y el PLC.

TABLA 3

Conexiones físicas entre Variador y PLC.

| Conexión Variador G110 / PLC S7 1200 | | | |
|---|---------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Bornes del variador | Funcionamiento | Salida del PLC | Descripción |
| 9 | Entrada analógica | %QW64 | Salida Q0.0 Salida analógicas |
| 3 | ON/OFF1 | Q0.0 | Salida Digital |
| 4 | Inversión sentido de giro | Q0.1 | Salida Digital |
| 7 | Negativo | 2M | Masa de salidas analógicas |

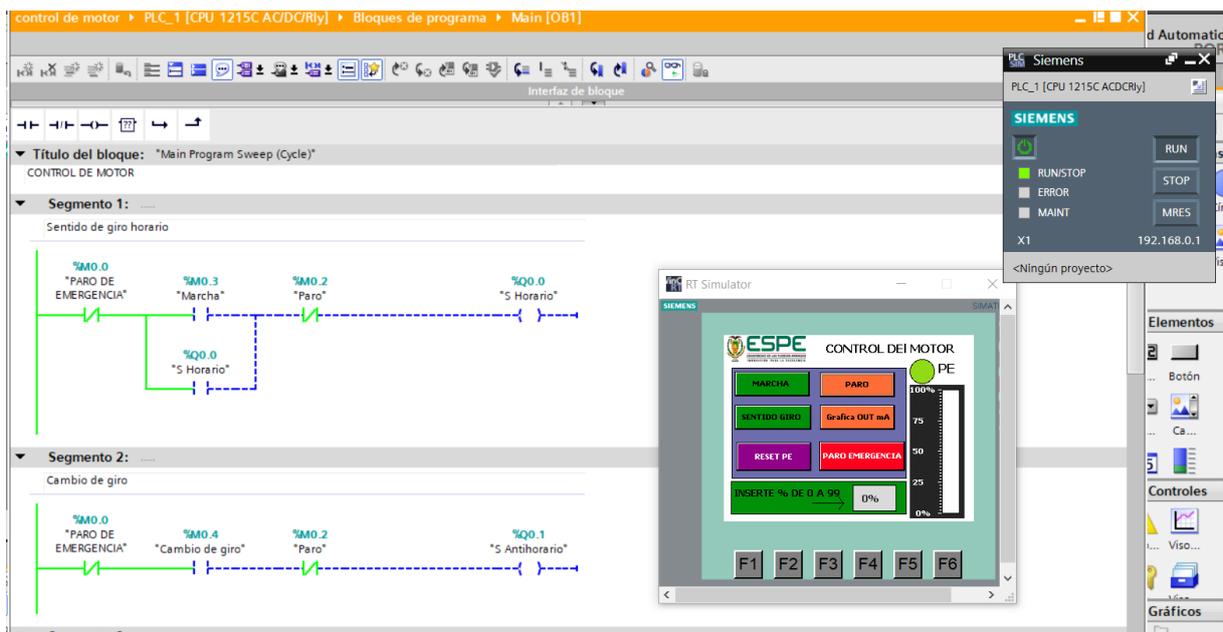
Nota: Indica en que bornes se debe conectar el PLC y el Variador de frecuencia físicamente.

3.7. Pruebas de Funcionamiento

Al realizar estas pruebas de funcionamiento se tomaron varios datos en baja, media y alta potencia, esto se logra ver por el software TIA Portal en el modo Online como se muestra en las siguientes ilustraciones.

Figura 35

Activación del online en el software TIA Portal

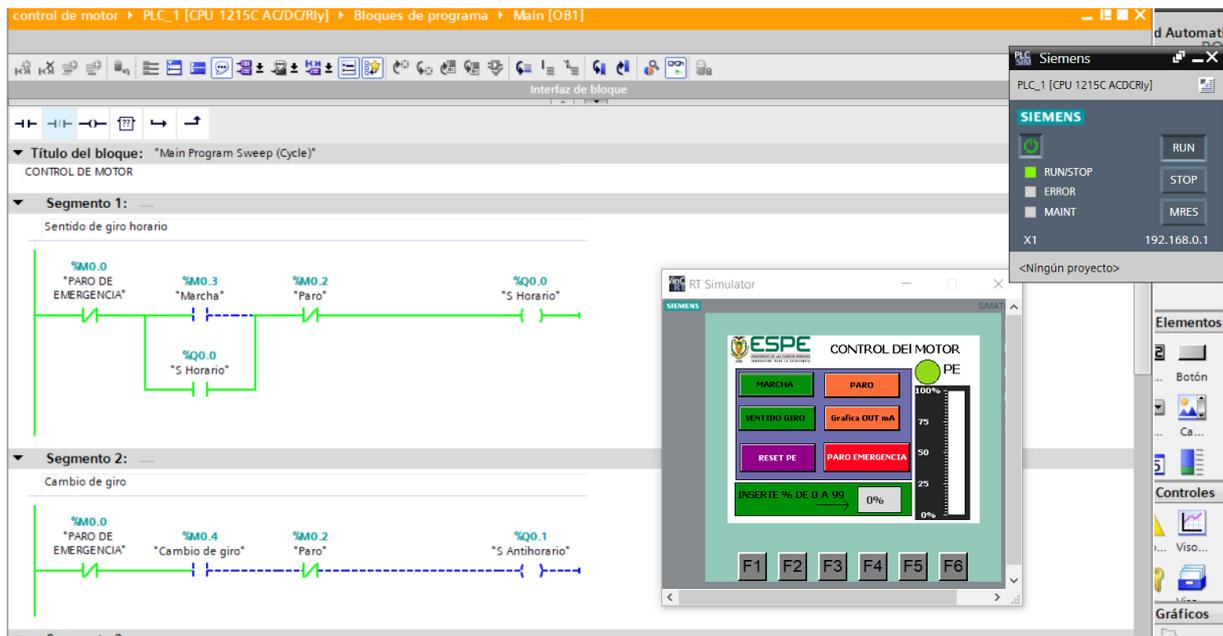


Nota: Muestra el funcionamiento del modo online en el software Tia Portal.

La Figura 36, muestra el funcionamiento de la Salida Q0.0, al presionar el botón “MARCHA” del HMI.

Figura 36

Activación de la salida Digital Q0.0

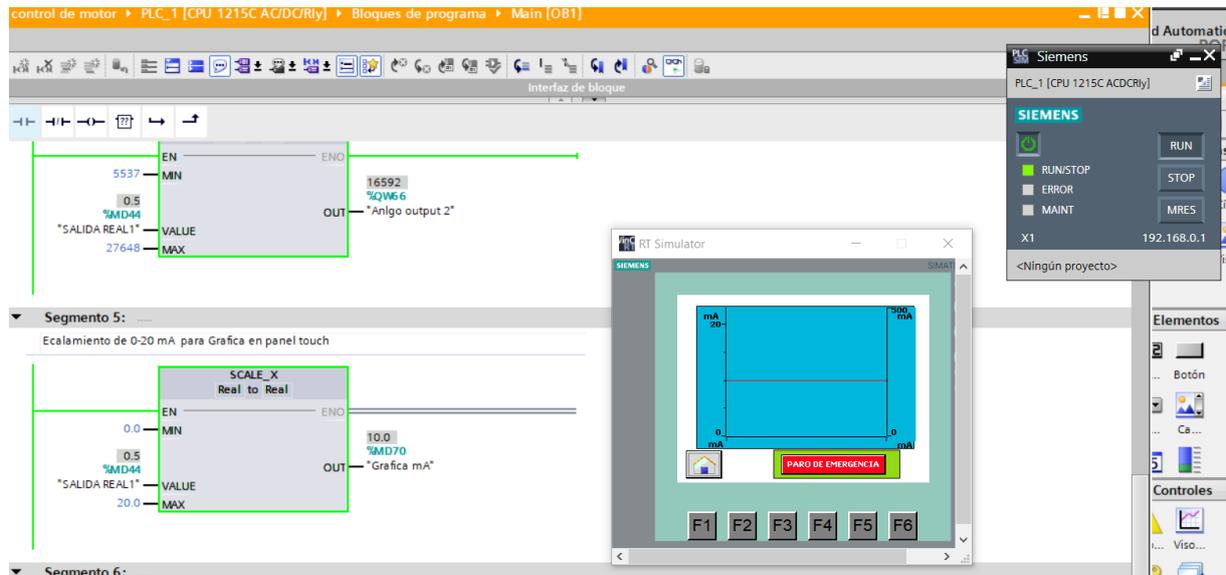


Nota: Indica el funcionamiento al activar la salida digital Q0.0.

En la Figura 37, se indica la gráfica de salida en mA cuando presionamos el botón "Grafica OUT mA" del Panel HMI, la gráfica variara dependiendo el porcentaje en el cual se está trabajando, en este caso está en un 50% de su capacidad.

Figura 37

Gráfica de la salida en mA.

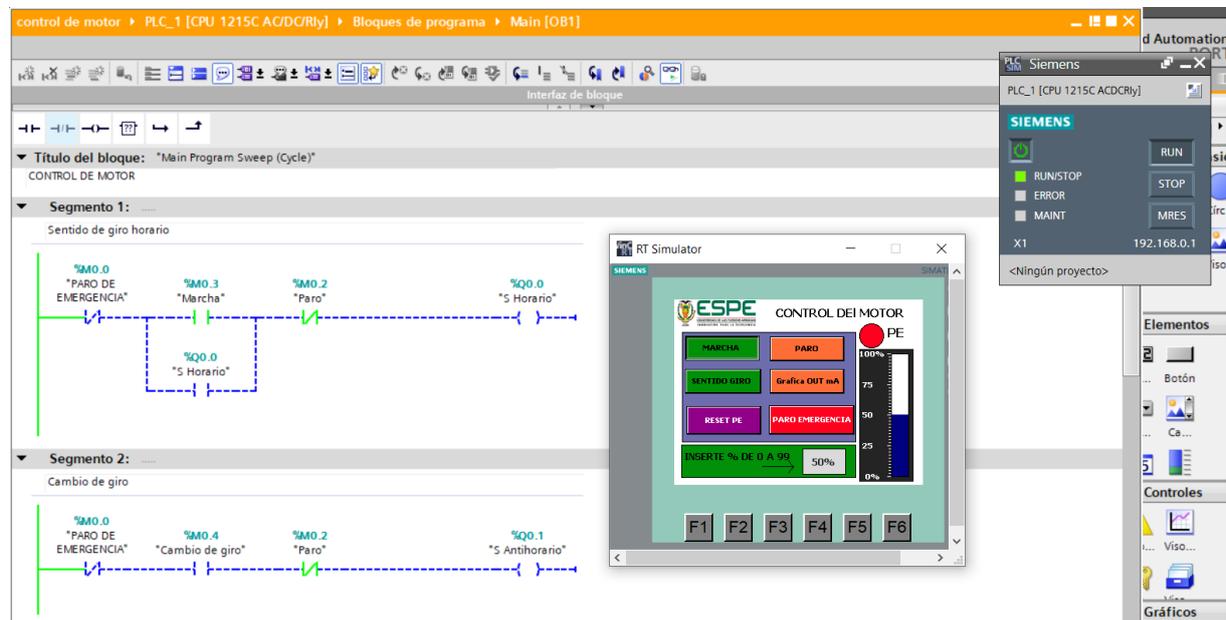


Nota: Indica una salida de 10 mA en la gráfica de la interfaz HMI.

En la Figura 38, se muestra el correcto funcionamiento del Paro de emergencia no permite el paso de corriente hasta que se lo resetee, se pueden presionar los botones de marcha y cambio de giro, pero no funcionara.

Figura 38

Funcionamiento del Paro de Emergencia



Nota: Muestra que el paro de emergencia funciona en toda la programación.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Tras al analizar las características y el funcionamiento de un PLC (Controlador Lógico Programable) S7-1200 para el control de un motor trifásico, se pudo analizar que su estructura es beneficiosa para tener un menor cableado y un ahorro de espacio, además que dependiendo de la serie que posea el CPU, tendrán limitadas aplicaciones que se puede realizar en él.
- Es claro, que al utilizar el software de programación Tia Portal V15, se obtienen mayores beneficios que versiones anteriores, como fácil programación, sencillo control del motor, además de su variedad, con diversos métodos de personalización de interfaz para el usuario en el HMI (Interfaz Hombre Máquina), de esta manera permite tener una facilidad de manejo para el usuario, asegurando una mejor calidad en el trabajo.
- Al implementar el variador de frecuencia y cambiar los parámetros específicos, ya no fue necesario programar un frenado de motor en el PLC ya que se realizó de manera automática.
- Tras realizar una interfaz HMI (Interfaz Hombre Máquina) y gracias a la conexión Profinet entre el Panel Touch KTP600 Y PLC S7-1200 se puede generar una curva característica en el Panel Touch este muestra la corriente de salida del puerto QW64

además de iconos distintivos que muestra el funcionamiento como el paro de emergencia, todo esto en tiempo real.

- Se aprendió a realizar cambios de los parámetros de fábrica del variador de frecuencia G110 gracias al uso de Panel Básico de Operaciones (BOP).
- Se conoció que se puede controlar un motor trifásico mediante la programación del PLC o por el BOP (Panel Básico de Operaciones) del variador de frecuencia.

4.2. Recomendaciones

- Tener en cuenta las salidas, entradas analógicas y digitales del PLC como también del variador de frecuencia, para evitar siniestros a los dispositivos.
- Tener en cuenta la versión del firmware al momento de seleccionar el PLC puede que algunos PLC'S no sean compatibles con los firmwares actuales por lo cual se debe bajar la versión.
- Antes de subir la programación a nuestro PLC y Panel Touch se puede compilar y simular el funcionamiento y verificar que todo este correcto, esto es posible, gracias al software PLC SIM de Tia Portal V15.
- En caso de que no se establezca el enlace entre el PLC y el Panel Touch revisar el cable directo que funcione correctamente.
- Para optimizar el control del motor a parte del PLC S7 1200 se debe contar con dispositivos extras como encoder, módulos de comunicación entre otros.

4.3. Glosario

- **Enlaces:** Vía de comunicación que une dos lugares
- **HMI:** (Interfaz Hombre Máquina) es la interfaz entre el proceso y los operarios, se trata básicamente de un panel de instrumentos del operario.

- **Normalización:** Proceso de elaborar, aplicar y mejorar las normas que se emplean en distintas actividades científicas, industriales o económicas, con el fin de ordenarlas y mejorarlas.
- **PLC:** (Controlador Lógico Programable) es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción.
- **Variables:** Factor o característica que puede variar en un determinado grupo de individuos o hechos, en especial cuando se analizan para una investigación o experimento
- **In:** Intensidad nominal.
- **Control:** Conjuntos de mecanismos y dispositivos que regulan el funcionamiento de una máquina, un aparato o un sistema.
- **Microprocesador:** Circuito electrónico que procesa la energía necesaria para que el dispositivo electrónico en que se encuentra funciones, ejecutando los comandos y los programas adecuadamente.
- **Software:** Hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo, así como datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático.
- **Automatización:** Es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano.
- **Convertidor:** Que sirve para convertir o transformar las propiedades de algo.
- **Inducción Electromagnética:** Generar corriente eléctrica por medio de un campo magnético.
- **Diagrama:** Representación gráfica de las variaciones de un fenómeno o de las relaciones que tienen los elementos o las partes de un conjunto.

- **Red:** Conjunto formado por un número determinado de aparatos y los circuitos que los unen o interconexionan.
- **Compacto:** Tiene una estructura apretada y poco porosa.
- **MSXML:** Microsoft XML Core Services son un conjunto de servicios que permiten que las aplicaciones escritas en JScript, VBScript y herramientas de desarrollo de Microsoft creen aplicaciones basadas en XML nativas de Windows.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín Palma, L. D. (2013). Implementación de un HMI utilizando un Touch Panel KTP600 PN y el PLC S7-1200 para el Control y Monitoreo de velocidad de un Motor Trifásico. (*Tesis de Tecnólogo*). Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, Latacunga.
- Belén, J. L. (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE UN ASCENSOR INTELIGENTE*. Mana.
- FITZGERALD, A. E. (1986). *Máquinas Eléctricas*. México: Mc Graw-Hill.
- Montalvo García, J. (2011). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE UN MODULO DIDÁCTICO DE MONTAJE FESTO UTILIZANDO PLC Y UNA PANTALLA HMI, CASO PRÁCTICO: EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FIE*. (*Tesis de Ingeniero*). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, RIOBAMBA. Recuperado el 7 de Junio de 2020. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1329/1/108T0006.pdf>
- Pesántez Erazo, A. A. (2012). Diseño y Construcción de un módulo de laboratorio con variador de frecuencia para el control de un sistema de bombeo y determinación del ahorro energético. (*Tesis de Ingeniero*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Pineda Huanca, D. A. (2020). Diseño del control de un motor trifásico de inducción. Ecuador.
- Polanía Puentes, J. A. (25 de Mayo de 2013). *Docplayer*. Recuperado el 16 de Junio de 2020. Obtenido de <https://docplayer.es/7240104-Control-de-motores-electricos-por-jorge-antonio-polania-puentes.html>
- SÁNCHEZ CAISACHANA, M. R. (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MEDIDOR HIDRÁULICO DE TORQUE*. LATACUNGA.

SCRIBD. (14 de Mayo de 2012). *SCRIBD*. Recuperado el 16 de Junio de 2020. Obtenido de

<https://es.scribd.com/doc/93504625/Motor-asincrono-trifasico>

SIEMENS. (04 de ABRIL de 2012). *SIEMENS*. Recuperado el 8 de Julio de 2020.

Obtenido de

https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/31032678/hmi_basic_panels_operating_instructions_es-ES_es-ES.pdf?download=true

SIEMENS. (Marzo de 2014). *SIEMENS*. Recuperado el 15 de Junio de 2020. Obtenido de

https://media.automation24.com/manual/es/91696622_s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

SIEMENS. (2020). *SIEMENS*. Recuperado el 15 de Julio de 2020. Obtenido de

<https://new.siemens.com/global/en.html>

ANEXOS